

# Wpływ systemu chłodzenia na zanieczyszczenie bakteryjne i cechy jakościowe tuszek kurcząt rzeźnych

ZBIGNIEW BEŁKOT, ELŻBIETA PEŁCZYŃSKA

Katedra Higieny Żywności Zwierzęcego Pochodzenia Wydziału Medycyny Weterynaryjnej UP,  
ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

Bełkot Z., Pełczyńska E.

## Influence of the chilling system on bacterial contamination and the quality of slaughter chicken carcasses

### Summary

The aim of the research was to determine the quantity of nonspecific bacteria contamination, the presence of pathogenic bacteria, as well as the sensory qualities of slaughter chicken carcasses with regards to the implemented chilling system. The investigations were conducted on carcasses of broiler chickens, aged 6-8 weeks and a body weight of 1.2-2.5 kg, that had been chilled in three technologically different systems: air, immersion and evaporative chilling. The temperature of the carcasses was taken before and after chilling, the bacterial contamination was measured (total count of aerobic bacteria, total number of coliform, psychrotrophic and proteolytic bacteria), as well as a sensory analysis (appearance and odor) was conducted.

The temperature of the carcasses after chilling was 4.28°C, 6.97°C after immersion chilling, and 4.39°C after evaporative chilling. This data indicates that none of the mentioned systems lowered the temperature of the carcasses to that required by the regulatory limits of 4°C. According to the authors' research the total count of aerobic bacteria in the case of carcasses chilled by air was  $2.6 \times 10^4$  cfu per 1 g, chilled by immersion,  $3.9 \times 10^4$  cfu, through evaporative chilling,  $2.7 \times 10^4$  cfu/g. The bacterial contamination of carcasses chilled by water was significantly higher in comparison to both remaining chilling systems. The total number of coliforms in the case of carcasses chilled by air averaged  $1.7 \times 10^2$  cfu/g, chilled by water  $2.5 \times 10^2$  cfu/g, while through evaporative chilling  $1.9 \times 10^2$  cfu/g. Only among carcasses chilled by immersion did the chilling system significantly differ the bacterial contamination of the coliform group from both remaining systems; it was higher in the case of immersion chilling. Air chilling and evaporative chilling did not differ among themselves in relation to this group of bacteria. The total number of psychrotrophic bacteria in the case of carcasses chilled by air averaged  $10^3$  cfu/g, chilled by immersion  $1.2 \times 10^4$  cfu, chilled by the evaporative system  $6 \times 10^3$  cfu/g. The chilling system significantly differed the contamination of the carcasses in the mentioned bacterial group; it was highest in the case of immersion chilling, and lowest with air chilling. The total number of proteolytic bacteria in the case of carcasses chilled by air averaged  $1.8 \times 10^3$  cfu/g, chilled by water  $2.9 \times 10^3$  cfu/g, while through evaporative chilling  $3.1 \times 10^3$  cfu/g. The chilling system significantly differed the contamination of the carcasses only in the case of those chilled by air from the contamination confirmed after chilling by immersion as well as evaporative chilling. The level of proteolytic bacteria in the carcasses chilled in the latter two systems was similar. Salmonella rods occurred in the muscle tissue of chickens chilled in all systems. In the investigations, Salmonella was isolated most often in carcasses from immersion chilling (27% of the general sample), after which in those from evaporative chilling (20%), and least often after air chilling alone (13%). S. Enteritidis was the most often isolated pathogen. However, the chilling system did not affect the sensory qualities of the carcasses; their appearance and odor and from the perspective of sensory evaluation all the examined systems gave a high quality product.

In the process of chilling poultry the highest quality chicken carcasses are gained from applying air chilling: the carcasses are relatively the best chilled and the least contaminated with nonspecific and pathogenic bacteria in comparison to those from immersion chilling and evaporative chilling. On the other hand the lowest quality product is gained from the immersion chilling of the carcasses, which are inadequately chilled and have the highest level of nonspecific and pathogenic bacteria in comparison to those from air and evaporative chilling. From the perspective of chilling, external water content and bacterial contamination, the quality of carcasses from evaporative chilling is lower in comparison to air chilling, but nonetheless higher than carcasses from immersion chilling. The authors' research demonstrated that in none of the examined systems for chilling did the carcasses attain the prescribed regulatory temperature of 4°C, and so it would be recommended that correctional actions be taken in the examined plants in the HACCP system with regards to the chilling system, in order to attain the required end temperatures for carcasses as they have been developed in the HACCP system for the poultry industry as the so called critical limit.

Keywords: chickens, chilling, meat quality, bacterial contamination, Salmonella

Zanieczyszczenie bakteryjne tuszek kurcząt po uboju jest wynikiem postępowania z drobiem przed ubojem oraz w czasie poszczególnych etapów procesu ubojowego. Do jego wzrostu dochodzić może już w trakcie czynności przedubojowych związanych z pozabawieniem ptaków karmy i transportu do rzeźni. Okres głodzenia kurcząt, który ma na celu opróżnienie przewodu pokarmowego z treści, powinien wynosić łącznie z czasem transportu 8-10 godz. (25). Wynikiem niedotrzymania właściwego czasu głodzenia jest pęknięcie w czasie patroszenia drobiu przepelnionego karmą żołądka i jelit (zbyt krótki czas) (20) lub pęknięcie przepelnionego żółcią pęcherzyka żółciowego (zbyt długi czas) (21). Transport ptaków do rzeźni nie powinien trwać dłużej niż 1,5-2 godz. (11). Stres i zmęczenie ptaków prowadzą bowiem m.in. do przełamania bariery jelitowej, umożliwiając przejście drobnoustrojów do mięśni i narządów.

Akt uboju związany jest z oszołomieniem i wykrwawieniem ptaków. Oszołomienie ma na celu pozabawienie ich świadomości z jednoczesnym zachowaniem czynności akcji serca. Niedostateczne oszołomienie może być przyczyną niecałkowitego bądź opóźnionego wykrwawienia, co z kolei prowadzi do zalegania krwi w naczyniach, braku ustania akcji serca i oddychania, a w konsekwencji zasysania zanieczyszczonej wody z oparzalnika i zanieczyszczenia tuszki (35). Natomiast zbyt długi okres pomiędzy oszołomieniem i wykrwawianiem powoduje zaciskanie się pochewek piór i uszkodzenie skóry podczas skubania, co prowadzi do zanieczyszczeń bakteryjnych tą drogą (11).

Prawidłowe przeprowadzenie oparzenia i skubania drobiu ma istotne znaczenie w zanieczyszczeniu bakteriologicznym tuszek. Zanieczyszczenie bakteriologiczne pierza i skóry ptaków jest wysokie, wynosi ponad  $10^6$  jtk/cm<sup>2</sup> skóry (49). Zanieczyszczenie wody w oparzalniku pomimo ciągłej jej wymiany wynosi od  $10^4$ - $10^5$  jtk w 1 ml przy wyższych temperaturach oparzenia do  $10^7$  jtk przy niższych (9). Zbyt niska temperatura oparzenia nie niszczy mikroflory, usposabia natomiast do zanieczyszczeń krzyżowych. Dlatego też oparzalnik uważany jest za źródło zanieczyszczeń powierzchniowych oraz endogennych wnikających przez otwarte naczynia krwionośne do organizmu ptaka (11). W procesie oparzenia w zależności od czasu i temperatury wody w oparzalniku dochodzi również do pęcznienia skóry i dużej absorpcji wody zanieczyszczonej bakteriami (44). Mechaniczne skubanie z kolei usposabia do uszkodzeń skóry i wmasowywania w nią bakterii. Zanieczyszczone elementy skubarek są bowiem częstym źródłem zanieczyszczeń krzyżowych tuszek.

Istotny wzrost zanieczyszczenia tuszek, zwłaszcza bakteriami jelitowymi ma miejsce w czasie patroszenia drobiu. Najczęściej następuje to podczas wadliwego procesu patroszenia, głównie ręcznego, które zwiększa zanieczyszczenie bakteriologiczne tuszek, natomiast patroszenie mechaniczne nie ma tak znaczącego wpływu na poziom mikroflory (11).

Procesem, który ma podstawowe znaczenie dla uzyskania mięsa o wysokiej jakości technologicznej i prawidłowym standardzie higienicznym, jest chłodzenie tuszek. Proces ten rozpoczyna bowiem korzystne przemiany poubojowe w mięsie i ogranicza rozwój mikroflory mezofilnej. Obowiązujące przepisy (37, 38, 42) dopuszczają do schładzania drobiu jedną z trzech metod: owiewową (powietrzną), immersyjną (wodną) i owiewowo-natryskową. W zależności od metody otrzymuje się produkt końcowy o różnej zawartości wody obcej, wchłoniętej przez mięso i temperaturze końcowej, co z kolei wpływa na jego jakość bakteriologiczną i trwałość w czasie przechowywania w chłodni.

Założeniem badań było określenie po chłodzeniu poziomu ilościowego zanieczyszczenia drobnoustrojami niespecyficznymi, obecności drobnoustrojów chorobotwórczych oraz cech organoleptycznych tuszek kurcząt rzeźnych w zależności od systemu chłodzenia.

### **Materiał i metody**

Badania przeprowadzono na 6-8-tygodniowych kurczętach, czteroliniowych mieszańcach kur mięsnych, w których rodem ojcowskim był dominant white cornish, a rodem matczynym white rock. Kurczęta ubijane w zakładzie drobiarskim, w którym stosowano system owiewowy, pochodziły z ferm własnych zakładu, będących w holdingu drobiarskim. W przypadku zakładów dysponujących systemem wodnym lub wodno-powietrznym schładzania – z prywatnych ferm, na zasadzie kontraktacji.

Wszystkie zakłady posiadały uprawnienia do handlu na rynkach Unii Europejskiej, a także z krajami trzecimi, np. Rosją, Ukrainą, Japonią. W każdym z zakładów obowiązywał system HACCP, a także wdrożone zostały certyfikaty ISO, dotyczące higieny produkcji.

Dzienna produkcja w zakładzie z systemem powietrznym wynosiła 50 tys. kurcząt, wodnym – 36 tys., wodno-powietrznym – 20 tys. W zakładzie z systemem owiewowym ubijano jedynie kurczęta brojlery, natomiast w pozostałych zakładach poza kurczętami ubijano także sezonowo gęsi i kaczki.

Badania przeprowadzono na tuszkach kurcząt rzeźnych poddanych chłodzeniu trzema odmiennymi technologicznymi systemami: owiewowym (powietrznym), immersyjnym (wodnym), wodno-powietrznym, który polegał na wstępnym chłodzeniu w wodzie i końcowym w tunelu chłodniczym.

System owiewowy chłodzenia drobiu składał się z tunelu chłodniczego podzielonego na cztery sekcje, w których monitorowana była temperatura i ruch powietrza. Temperatura wynosiła od -2,5 do 0°C, a wymuszony obieg powietrza 3-4 m/s.

Chłodzenie wodą odbywało się w dwóch oddzielnych wychładzalnikach, połączonych przenośnikiem ślimakowym przemieszczającym tuszki drobiowe. W pierwszym wychładzalniku następowało schładzanie wstępne tuszek do temperatury 15-18°C, które następnie mechanicznie przesuwane były do drugiego wychładzalnika, w którym temperatura wody wynosiła 4°C, zaś jej ubytek uzupełniany był przez wodę wodociagową i lód łuskowy. Czas chło-

dzenia tuszek wynosił 45 min., z czego 30 przypadało na pierwszy wychładzalnik, zaś kolejne 15 na drugi wychładzalnik.

System wodno-powietrzny polegał na połączeniu dwóch metod: w pierwszym etapie chłodzenia – metody immersyjnej, zaś w drugim – owiewowo-natryskowej. Czas trwania pierwszego etapu wynosił 15 min. Czas chłodzenia w drugim etapie wynosił 90 min. a temperatura w tunelu chłodniczym 0-1°C. Tunel chłodniczy wyposażony został w 1/3 jego powierzchni w spryskiwacze do nawilżania tuszek.

Liczba tuszek różniła się w zależności od oznaczanego parametru i wynosiła ogółem 120 (po 40 dla każdego systemu chłodzenia) lub 90 (po 30 dla systemu). Tuszki pobierano losowo z linii ubojowej i znakowano zawieszkami w celu ich identyfikacji po zakończonym chłodzeniu.

Pomiar temperatury wykonano na 120 tuszkach, po 40 z każdego systemu chłodzenia. Oznaczenia wykonano przed chłodzeniem i po jego zakończeniu. Temperaturę mierzono termometrem sztyletowym z wyświetlaczem elektronicznym w 3 różnych miejscach mięśnia piersiowego. Jako wynik końcowy przyjęto średnią z trzech pomiarów. Wyliczono również procentowy spadek temperatury tuszek w każdym systemie chłodzenia.

Badania mikrobiologiczne i ocenę organoleptyczną przeprowadzono na 90 tuszkach po 30 z każdego systemu chłodzenia, po 24 godzinach od uboju kurcząt. Tuszki przewożono z miejsca uboju do laboratorium w warunkach chłodzi i w takich warunkach przechowywano do czasu rozpoczęcia badań. Materiał do badań mikrobiologicznych stanowiła próbka pobrana z mięśnia piersiowego wraz ze skórą. Na wymienionym materiale oznaczono: ogólną liczbę bakterii tlenowych, liczbę bakterii z grupy coli, psychrofilnych i proteolitycznych, a także obecność bakterii rodzaju *Salmonella* wg metodyki Polskich Norm (26-28, 30, 33) i danych piśmiennictwa (4). W ocenie organoleptycznej określono dwie cechy tuszek – wygląd i zapach. Ocenę przeprowadzała stała, 5-osobowa komisja, stosując skalę 5-punktową z możliwością stosowania ocen pośrednich (4,5; 3,5; 2,5; 1,5). Oceniano barwę tuszki i pożądalność zapachu, stosując kryteria oparte na wymaganiach zawartych w Polskich Normach (32, 34), które podano w tab. 1.

Otrzymane wyniki badań poddano analizie statystycznej, wyliczając wartości średnie ( $\bar{x}$ ), odchylenia standar-

dowe (s) i współczynniki zmienności (V). Liczbę poszczególnych grup drobnoustrojów w 1 g mięsa podano w postaci logarytmu dziesiętnego. Wpływ poszczególnych czynników zmienności na oznaczane cechy określono w oparciu o analizę wariancji, stosując test wielokrotnych przedziałów ufności T-Tukeya. Istotność różnic pomiędzy badanymi cechami określono na poziomie  $p \leq 0,05$ .

## Wyniki i omówienie

Wyniki badań dotyczące temperatury tuszek podano w tab. 2.

Temperatura początkowa tuszek przygotowanych do chłodzenia była zróżnicowana w zależności od zakładu produkcyjnego. Różnice te były związane głównie z masą tuszki. Tuszki o niższej masie ubojowej miały niższą temperaturę początkową przed chłodzeniem. Temperatura tuszek po chłodzeniu wynosiła 4,28°C w systemie owiewowym, 6,97°C w immersyjnym i 4,39°C w systemie wodno-powietrznym. Największy spadek temperatury tuszek po chłodzeniu nastąpił w systemie owiewowym i wodno-powietrznym, między którymi nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic. Chłodzenie immersyjne powodowało wyraźnie mniejsze obniżenie temperatury tuszek. Dane te wskazują, że żaden z wymienionych sposobów chłodzenia nie obniżał temperatury tuszek do wymaganej przepisami wartości granicznej wynoszącej 4°C (8, 29, 40). Szczególnie wysoka była temperatura końcowa tuszek chłodzonych wodą. Jest to trudne do wyjaśnienia, gdyż współczynnik przenikania ciepła przy chłodzeniu immersyjnym wynosi ok. 2000 W/m<sup>2</sup>, a przy chłodzeniu powietrzem 50-200 W/m<sup>2</sup> (16), co wskazuje na wyraźnie wyższą efektywność chłodzenia systemem wodnym w porównaniu do owiewowego. Wysoka temperatura końcowa tuszek chłodzonych wodą stwierdzona w badaniach własnych była przypuszczalnie wynikiem krótszego niż należało czasu przebywania tuszek w schładzalnikach.

W badaniach własnych nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy końcową temperaturą tuszek chłodzonych systemem owiewowym i wodno-powietrznym. Niektóre dane piśmiennictwa (19) wskazują jednak, że wyższe straty ciepła w czasie chłodzenia drobiu mają miejsce przy systemie wodno-powietrznym niż owiewowym. Wynoszą one podczas trwającego 50 min. chłodzenia tuszek kurcząt wodą i powietrzem

Tab. 1. Skala oceny organoleptycznej

Skala punktowa	Wygląd (barwa)	Zapach (pożądalność)
5	barwa właściwa dla mięsa drobiu, połyskiem jednolita na całej powierzchni	niewyczuwalny
4	nieznaczne zblednięcie lub ściemnienie barwy, lekki połysk, zawilgocenie powierzchni	niewyraźny
3	całkowite zblednięcie lub ściemnienie barwy, utrata połysku	wyczuwalny, lekko niepożądany
2	mozaikowatość barwy, mierny śluz	intensywny, niepożądany
1	plamy ściemnienia obejmujące 2/3 powierzchni, nieliczne plamy zielenienia, liczne oślizgości	bardzo intensywny, bardzo niepożądany

Tab. 2. Wpływ systemu chłodzenia na temperaturę tuszek kurcząt po chłodzeniu (n = 40)

System chłodzenia	Temperatura tuszki (°C)		Spadek temperatury tuszki po chłodzeniu (%)
	przed chłodzeniem	po chłodzeniu	
Owiewowy	38,53	4,28 <sup>a</sup>	88,89 <sup>a</sup>
Immersyjny	41,53	6,97 <sup>b</sup>	83,21 <sup>b</sup>
Wodno-powietrzny	40,62	4,39 <sup>a</sup>	89,20 <sup>a</sup>

Objaśnienie: a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Tab. 3. Wpływ systemu chłodzenia na zanieczyszczenie bakteryjne mięsa kurcząt po chłodzeniu (log; n = 30)

System chłodzenia	Ogólna liczba bakterii $\bar{x} \pm s$	Bakterie z grupy coli $\bar{x} \pm s$	%	Bakterie psychrofilne $\bar{x} \pm s$	%	Bakterie proteolityczne $\bar{x} \pm s$	%
Owiewowy	4,42 <sup>a</sup> ± 4,58	2,25 <sup>a</sup> ± 2,21	0,65	3,00 <sup>a</sup> ± 3,08	11	3,26 <sup>a</sup> ± 3,51	7
Immersyjny	4,59 <sup>b</sup> ± 4,48	2,41 <sup>b</sup> ± 2,24	0,64	4,10 <sup>b</sup> ± 4,18	30	3,47 <sup>b</sup> ± 3,31	7
Wodno-powietrzny	4,43 <sup>a</sup> ± 4,41	2,29 <sup>a</sup> ± 2,15	0,70	3,78 <sup>c</sup> ± 3,53	22	3,50 <sup>b</sup> ± 3,26	11

Objaśnienie: a, b, c – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ ; % – procentowy udział w ogólnej liczbie bakterii

93 kJ/kg<sup>-1</sup>, a przy chłodzeniu samym powietrzem 85 kJ/kg<sup>-1</sup>.

Wyniki dotyczące zanieczyszczenia bakteryjnego tuszek kurcząt w zależności od systemu chłodzenia podano w tab. 3.

Najwyższa ogólna liczba bakterii występowała przy systemie immersyjnym, natomiast nie stwierdzono istotnych różnic w zanieczyszczeniu bakteryjnym tuszek chłodzonych systemem owiewowym i wodno-powietrzny. Znajduje to potwierdzenie w badaniach Graw i wsp. (12), którzy wykazali, że system wodno-powietrzny obniża ogólną liczbę bakterii zaledwie o 0,5 jednostki logarytmicznej w porównaniu do chłodzenia owiewowego. Różnica ta nie była istotna statystycznie i dotyczyła zanieczyszczenia powierzchni tuszek. Różnice w poziomie mikroflory znajdującej się w jamie ciała były jeszcze mniejsze. Niektórzy autorzy nie stwierdzili jednak wyższego zanieczyszczenia tuszek po chłodzeniu wodą w porównaniu do chłodzenia powietrzem (43). W badaniach własnych podobna zależność miała miejsce w przypadku bakterii z grupy coli. Zanieczyszczenie tuszek bakteriami psychrofilnymi na najwyższym poziomie stwierdzono przy systemie immersyjnym. Przy pozostałych systemach było ono niższe, zwłaszcza w odniesieniu do bakterii psychrofilnych w systemie owiewowym. Liczba bakterii proteolitycznych po chłodzeniu tuszek systemem immersyjnym i wodno-powietrzny była podobna.

Wyższe zanieczyszczenie mikroflorą tuszek chłodzonych wodą związane jest ze specyfiką tego systemu, który łączy w największym stopniu proces chłodzenia z myciem tuszek i absorpcją przez nie wody. W czasie chłodzenia immersyjnego bakterie wraz z wodą zostają poprzez miejsca nacięć wprowadzane pod skórę i w szczeliny między mięśniami. W głębszych warstwach mięśni piersiowych stwierdza się wówczas od  $10^{2,4}$  jtk w 1 g, a w mięśniach uda  $10^{4,9}$  jtk/g (9). W systemie wodno-powietrzny przyrost wody obcej jest natomiast niewielki, wynoszący maksymalnie 2%. W głąb tkanki przenika stąd niewielka liczba bakterii od 0 do  $10^2$  jtk/g (9). Stwierdzona w badaniach własnych liczba bakterii w 1 g mięśni piersiowych była wyższa, wynosiła bowiem  $10^4$  jtk, niezależnie od systemu chłodzenia. Było to zapewne związane z wyższym zanieczyszczeniem bakteryjnym tu-

szek przed chłodzeniem oraz sposobem pobierania próbek do badań, na które składał się fragment skóry wraz z tkanką mięśniową. Należy więc sądzić, że przy występującym normalnie bardzo niskim zanieczyszczeniu bakteryjnym lub jego braku w głębszych warstwach mięśni, stwierdzony w badaniach własnych stosunkowo wyso-

ki poziom mikroflory spowodowany był głównie powierzchniowym zanieczyszczeniem bakteryjnym skóry kurcząt. Dotyczyło to także owiewowego systemu chłodzenia, przy którym mimo braku w nim wody dochodzi do krzyżowych zanieczyszczeń bakteryjnych pochodzących z innych źródeł niż woda (18). Są to jednak w większości przypadków zanieczyszczenia powierzchniowe.

Zanieczyszczenie tuszek drobiu drobnoustrojami jest z reguły wyższe w porównaniu do tusz świń, które wynosi od  $4,3 \times 10^3$  jtk do  $8,7 \times 10^3$  jtk/cm<sup>2</sup> (22) lub tusz bydła, na których stwierdzano od  $3,9 \times 10^2$  jtk do  $2,7 \times 10^3$  jtk/cm<sup>2</sup> (13). Podczas postępowania poubojowego z drobiem nie ma bowiem możliwości zastosowania takich reżimów sanitarnych, jakie mają miejsce w odniesieniu do świń lub bydła. Stąd też poziom ilościowy mikroflory, który według zaleceń UE winien wynosić na powierzchni tusz świń  $10^4$ - $10^5$  jtk/cm<sup>2</sup>, a u pozostałych gatunków zwierząt od  $10^{3,5}$  do  $10^5$  jtk/cm<sup>2</sup> (39) jest trudny do osiągnięcia w przypadku drobiu. Zanieczyszczenie skóry drobiu w wysokości  $10^{5,4}$  jtk/g po schłodzeniu wodą i  $10^{4,51}$ - $10^{5,52}$  jtk/g przy systemie wodno-powietrzny uważane jest za normalne i występujące w rzeźniach drobiu bez względu na stopień ich nowoczesności (9). Znalazło to odzwierciedlenie w aktualnie obowiązujących polskich przepisach, według których ogólna liczba bakterii tlenowych na powierzchni tuszek drobiowych schładzanych wodą nie może być większa niż  $10^5$ /cm<sup>2</sup> (41). Chłodzenie powietrzem (owiewowe) nie powoduje istotnych zmian w liczbie bakterii przed i po zastosowaniu tego zabiegu (1, 2). Ocena systemu wodno-powietrzny nie jest, według danych piśmiennictwa, tak jednoznaczna. Wynik tego sposobu chłodzenia może zależeć od rodzaju aparatury wchodzącej w skład systemu. Zastosowanie schładzalnika wypełnionego wodą, a następnie powietrza powoduje obniżenie liczby bakterii po chłodzeniu (7, 46). Użycie natrysku wodnego i powietrza nie powoduje natomiast redukcji poziomu mikroflory na powierzchni i w jamie ciała tuszek po chłodzeniu (5). Inni autorzy (24) stwierdzili jednak po chłodzeniu tą metodą spadek ogólnej liczby bakterii w wysokości 69-95%. Celem badań własnych nie było jednak określenie różnic w wysokości zanieczyszczenia tuszek mikroflorą przed i po chłodzeniu. Rozpatrywano natomiast, jak poszcze-

gólne systemy chłodzenia różnicują ilościowe zanieczyszczenie bakteryjne tuszek po zakończonym procesie chłodzenia. Liczba drobnoustrojów pozostająca na tuszce ma bowiem istotne znaczenie dla jej trwałości w czasie przechowywania.

System chłodzenia różnicował istotnie zanieczyszczenie bakteriami z grupy coli tylko pomiędzy tuszkami chłodzonymi wodą a pozostałymi obu systemami. Było ono wyższe w przypadku tuszek chłodzonych wodą. System owiewowy i wodno-powietrzny nie różniły się między sobą pod względem liczby bakterii tej grupy. Udział bakterii z grupy coli w ogólnym zanieczyszczeniu bakteryjnym nie był wysoki, wynosił bowiem 0,64-0,70%. Bakterie te stanowiły najniższą część ogólnego zanieczyszczenia tuszek mikroflorą spośród wszystkich badanych grup drobnoustrojów. Bakterie z grupy coli są naturalną mikroflorą przewodu pokarmowego ludzi i zwierząt. Ze względu na miejsce bytowania przyjęte zostały jako wskaźnik stanu higienicznego środowiska podobnie jak obecności pałeczek *Salmonella*. Stąd też obecność ich w środowisku zakładów drobiarskich podlega stałemu monitoringowi. Liczba bakterii z grupy coli, podobnie jak innych drobnoustrojów, zmienia się w poszczególnych etapach procesu poubojowego. Patroszenie zwiększa zanieczyszczenie tuszek tą grupą mikroflory zarówno na skórze, jak i w jamach ciała. Duża ich liczba pozostająca na tuszkach po umyciu wskazuje na niedostateczne przeprowadzenie tego zabiegu (10). W dalszych etapach procesu technologicznego liczba ich mimo początkowego efektu mycia zwiększa się, zwłaszcza po chłodzeniu wodą. Pozostając na tuszce biorą udział w procesach rozkładu mięsa, do których może dojść w czasie przechowywania drobiu. Zanieczyszczenie drobiu tymi drobnoustrojami jest tak powszechne, że stwierdzano je w 97% tuszek kurcząt po rozmrożeniu, co prawda w niezbyt wysokiej liczbie –  $10^3$  jtk/ml wycieku z tuszki (10). Według polskich przepisów bakterii tej grupy nie może być więcej niż  $7 \times 10^4$ /cm<sup>2</sup> skóry drobiu (41).

System chłodzenia różnicował w istotny sposób zanieczyszczenie tuszek bakteriami psychrofilnymi. Było ono najwyższe w tuszkach chłodzonych wodą, a najniższe w przypadku chłodzenia powietrzem. Zanieczyszczenie tuszek chłodzonych systemem wodno-powietrzny można ocenić jako pośrednie pomiędzy wymienionymi systemami. Bakterie tej grupy stanowiły największą część ogólnego zanieczyszczenia mikroflorą spośród wszystkich grup drobnoustrojów. Najwyższy udział bakterii psychrofilnych stwierdzono w tuszkach chłodzonych wodą, nieco niższy przy chłodzeniu wodno-powietrzny, a najniższy w systemie owiewowym. Znajduje to potwierdzenie w wynikach badań innych autorów (10, 15, 23). Drobnoustroje psychrofilne nie stanowią osobnej grupy systematycznej. Są to przedstawiciele różnych rodzajów lub tylko gatunków, których wspólną cechą jest zdolność do wzrostu w niskich temperaturach. Jest to więc mikro-

flora decydująca o trwałości mięsa przechowywanego w chłodni. Tuszki drobiowe ze względu na charakter procesu poubojowego są dobrym środowiskiem dla jej rozwoju. Sprzyja temu wilgotna powierzchnia tuszek oraz wysoka wilgotność powietrza i niska temperatura w pomieszczeniach produkcyjnych. Dominującym rodzajem jest *Pseudomonas*, stanowiący 66,8% ogółu mikroflory psychrofilnej występującej w rzeźni drobiu o przeciętnych warunkach higienicznych (3). W czasie chłodzenia tuszek wodą, udział bakterii psychrofilnych w ogólnym zanieczyszczeniu mikroflorą wynosi w czasie pierwszych kilku godzin (30-270 min.) pracy schładzalnika 30-50%. Przy chłodzeniu owiewowo-natryskowym tylko 3-7% (23). Obecność bakterii rodziny *Pseudomonadaceae* stwierdzano także w 92% tuszek kurcząt po ich rozmrożeniu. Liczba bakterii wynosiła  $10^3$ /ml wycieku (10). Do krzyżowych zanieczyszczeń tuszek bakteriami psychrofilnymi dochodzi głównie w czasie chłodzenia wodą. Nie wyklucza się jednak możliwości zanieczyszczenia tuszek tą mikroflorą podczas chłodzenia owiewowo-natryskowego. Natrysk wodny może bowiem przenosić na tuszki z różnych części środowiska (podłoga, strzemiączka) także i te drobnoustroje (2).

System chłodzenia różnicował w istotny sposób zanieczyszczenie tuszek bakteriami proteolitycznymi jedynie chłodzonych powietrzem od zanieczyszczenia stwierdzanego po chłodzeniu wodą oraz wodą i powietrzem. Poziom ilościowy mikroflory proteolitycznej tuszek chłodzonych tymi dwoma ostatnimi systemami był podobny. Drobnoustroje proteolityczne stanowiły 7-11% ogólnej liczby bakterii.

Obecność i poziom bakterii proteolitycznych wpływa istotnie na jakość tuszek. Są to bowiem drobnoustroje biorące czynny udział w procesach rozkładu, zwłaszcza produktów białkowych. Właściwości proteolityczne stwierdza się wśród 29% szczepów występujących na tuszkach drobiowych. Najwięcej tych szczepów występuje wśród bakterii rodziny *Enterobacteriaceae* oraz wśród rodzajów *Aeromonas* (60,4%) i *Pseudomonas* (55,8%) (49). Wymienione grupy bakterii oraz *Acinetobacter* i grzyby należą do normalnej mikroflory tuszek drobiowych (3). Dogodne warunki rozwoju znajdują w czasie chłodniczego przechowywania drobiu. Obecność ich na tuszkach stwierdzano nie tylko po chłodzeniu różnymi systemami, ale także w 32% po rozmrożeniu (10).

Przeprowadzone badania wykazały obecność pałeczek *Salmonella* w tkance mięśniowej kurcząt (tab. 4) chłodzonych wszystkimi badanymi systemami. Najwięcej próbek dodatnich pochodziło z tuszek chłodzonych systemem immersyjnym, następnie wodno-powietrzny, a najmniej systemem owiewowym. Podobne wyniki dotyczące wpływu rodzaju chłodzenia na częstość izolacji salmonelli otrzymali Sánchez i wsp. (43). Wyniki te wskazują, że zanieczyszczenia krzyżowe pałeczkami *Salmonella* mają miejsce częściej przy chłodzeniu immersyjnym. Związane jest to z za-

nieczyszczeniem salmonellami wody w schładzalniach, która, będąc w ciągłym ruchu, przenosi bakterie na tuszki. Obecność pałeczek *Salmonella* w wodzie chłodzącej stwierdzono także w badaniach własnych. Do zanieczyszczeń krzyżowych tymi bakteriami dochodzi również w czasie chłodzenia powietrzem. Ma to miejsce jednak w niewielkim stopniu. Chłodzenie owiewowe ogranicza bowiem możliwość przenoszenia salmonelli z jednej tuszki na drugą, ale nie usuwa ich z tuszek, na których już się znalazły (43). Zanieczyszczenia krzyżowe występują także w systemie wodno-powietrznym chłodzenia. Polegają one na przenoszeniu salmonelli na tuszkę poprzez rozpryskiwane krople natrysku wodnego. Woda odbijając się od ścian schładzalni lub podłoża, na które ścieka ze schładzanych tuszek wodno-surowiczy płyn mogący zawierać salmonelle, nanosi je na tuszki (45).

Serotypem izolowanym najczęściej w badaniach własnych była *S. Enteritidis*, której obecność stwierdzono ogółem w 33% badanych tuszek. Dominację *S. Enteritidis* wśród innych serotypów rodzaju *Salmonella* izolowanych od drobiu potwierdzają inni autorzy (6, 36, 43, 45). Obecnie jest ona patogenem najczęściej występującym u drobiu. Biorąc natomiast pod uwagę rodzaj systemu chłodzenia, serotyp ten w badaniach własnych izolowano częściej z tuszek chłodzonych powietrzem i systemem wodno-powietrznym – po 4 (13%) izolacje z każdego systemu niż miało to miejsce w przypadku tuszek chłodzonych wodą – 2 (6,6%) próbki dodatnie. Poza obecnością *S. Enteritidis* stwierdzono występowanie innych jeszcze serotypów salmonelli. W tuszkach chłodzonych wodą były to *S. Agona*, *S. Infantis*, *S. Hadar*, z których każdą izolowano w 6,6%. W takim samym procencie tuszek chłodzonych wodą i powietrzem obecna była *S. Cremieu*.

Wyniki dotyczące oceny organoleptycznej podano w tab. 5. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono istotnych zmian wyglądu i zapachu pomiędzy tuszkami chłodzonymi trzema badanymi systemami. Obie te cechy oceniono wysoko, niezależnie od sposobu chłodzenia tuszek. Według danych piśmiennictwa (17, 47, 50), chłodzenie immersyjne i wodno-po-

**Tab. 5. Wpływ systemu chłodzenia na cechy organoleptyczne tuszek kurcząt po chłodzeniu (punkty; n = 30)**

System chłodzenia	Wygląd		Zapach	
	$\bar{x} \pm s$	V%	$\bar{x} \pm s$	V%
Owiewowy	4,82 <sup>a</sup> ± 0,39	8,3	4,96 <sup>a</sup> ± 0,07	1,6
Immersyjny	4,84 <sup>a</sup> ± 0,22	4,6	4,90 <sup>a</sup> ± 0,17	3,5
Wodno-powietrzny	4,78 <sup>a</sup> ± 0,08	1,7	4,91 <sup>a</sup> ± 0,13	2,8

Objaśnienie: jak w tab. 2.

**Tab. 4. Występowanie bakterii rodzaju *Salmonella* w mięsie kurcząt (n = 30)**

System chłodzenia	Obecność pałeczek <i>Salmonella</i> (liczba próbek dodatnich)					Ogółem
	<i>S. Enteritidis</i>	<i>S. Agona</i>	<i>S. Infantis</i>	<i>S. Hadar</i>	<i>S. Cremieu</i>	
Owiewowy	4	–	–	–	–	4 (13%)
Immersyjny	2	2	2	2	–	8 (27%)
Wodno-powietrzny	4	–	–	–	2	6 (20%)

Objaśnienie: – – nie stwierdzono

wietrzne powoduje rozjaśnienie barwy tuszek, natomiast chłodzenie powietrzem doprowadza do wystąpienia przebarwień, głównie żółknięcia powierzchni tuszki. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono negatywnych odchyień barwy tuszek. Była ona jasnoróżowa, równomiernie rozłożona w tuszce. Uszkodzenia powstałe podczas procesu poubojowego (zasinienia, wybroczyny) były w jednakowym stopniu widoczne, niezależnie od systemu chłodzenia. Brak wpływu chłodzenia na wyrazistość uszkodzeń tuszek stwierdził także Lyon (17). Jedyną cechą różnicującą wygląd tuszek była większa wilgotność powierzchni tuszek chłodzonych wodą w porównaniu z systemami z udziałem powietrza. Nie była to jednak cecha uznana przez oceniających za negatywną, wprost przeciwnie, uważano, że nadaje tuszkom świeży wygląd.

Badane tuszki nie wykazywały także negatywnych odchyień zapachowych, których przyczyną mógł być sposób chłodzenia. Zapach oceniano na tuszkach świeżych, nie przeprowadzając próby gotowania. Był on charakterystyczny dla surowego mięsa kurcząt i o niewielkim natężeniu. Wiadomo że właściwy zapach mięsa kształtuje się dopiero po zabiegach termicznych, w wyniku wzajemnego oddziaływania związków zapachowych lub ich prekursorów obecnych w mięsie. Spośród 68 różnych związków chemicznych, które kształtują smakowitość mięsa kurcząt, zidentyfikowano 47 odpowiedzialnych za jego zapach. Większość stanowiły związki karbonylowe, aldehydy i ketony, a więc takie, które związane są z rodzajem kwasów tłuszczowych występujących w tłuszczu drobiowym (48).

W dostępnym piśmiennictwie brak jest danych dotyczących wpływu systemu chłodzenia na zapach surowego mięsa kurcząt. Badania takie przeprowadzono w odniesieniu do mięsa pieczonego (47). Smakowitość mięsa kurcząt chłodzonych systemem wodno-powietrznym oceniono wyżej w porównaniu do chłodzonych wodą.

## Podsumowanie

W procesie chłodzenia drobiu najwyższą jakość tuszek kurcząt uzyskuje się po zastosowaniu systemu powietrznego – tuszki są stosunkowo najlepiej wychłodzone i w najniższym stopniu zanieczyszczone mikroflorą niespecyficzną oraz chorobotwórczą w porównaniu do chłodzonych wodą i systemem wodno-powietrznym. Z kolei produkt najniższej jakości uzyskuje się w wyniku chłodzenia tuszek wodą – niedostatecz-

nie wychłodzony i w najwyższym stopniu zanieczyszczony mikroflorą niespecyficzną oraz chorobotwórczą w porównaniu do chłodzenia systemem owiewowym i wodno-powietrznym. Jakość tuszek chłodzonych systemem wodno-powietrznym jest pod względem stopnia wychłodzenia i zanieczyszczenia bakteryjnego niższa w porównaniu do chłodzenia powietrzem, natomiast wyższa od tuszek chłodzonych wodą. W żadnym z badanych sposobów chłodzenia tuszki nie osiągały wymaganej przepisami temperatury 4°C, stąd też wskazane byłoby przeprowadzenie w badanych zakładach czynności korygujących system HACCP w odniesieniu do procesu chłodzenia, dotyczących uzyskania wymaganej temperatury końcowej tuszek, która wyznaczona została w tym systemie opracowanym dla przemysłu drobiarskiego jako tzw. limit krytyczny.

### Piśmiennictwo

1. *Abu-Ruwaida A. S., Sawaya W. N., Dashti B. H., Murad M., Al-Othman H. A.*: Microbiological quality of broilers during processing in a modern commercial slaughterhouse in Kuwait. *J. Food Prot.* 1994, 57, 887-892.
2. *Allen V. M., Corry J. E. L., Burton C. H., Whyte R. T., Mead G. C.*: Hygiene aspects of modern poultry chilling. *Internat. J. Food Microbiol.* 2000, 58, 39-48.
3. *Bem Z., Hechelmann H.*: Chilling and refrigerated storage of meat. *Microbiological processes.* *Fleischwirtschaft* 1995, 51, 439-444.
4. *Burbianka M., Pliszka A., Murzyńska H.*: Mikrobiologia żywności. PZWL, Warszawa 1983.
5. *Burton C. H., Allen V. M.*: Air-chilling poultry carcasses without chlorinated water. *Poultry Internat.* 2002, nr 4, 32-38.
6. *Corrier D. E., Byrd J. A., Hargis B. M., Hume R. H., Bailey R. H., Stanker L. H.*: Presence of Salmonella in the crop and ceca of broiler chickens before and after preslaughter feed withdrawal. *Poultry Sci.* 1999, 78, 45-49.
7. *Cox N. A., Mercuri A. J., Juven B. J., Thomson J. E.*: Enterobacteriaceae at various stages of poultry chilling. *J. Food Sci.* 1975, 40, 44-46.
8. Dyrektywa Rady nr 92/116/EWG z dnia 17 grudnia 1992 r. zmieniająca i aktualizująca dyrektywę 71/118/EWG w sprawie problemów zdrowotnych wpływających na handel świeżym mięsem drobiowym – Dz. U. WE L 62 z 15.03.1993, s. 1.
9. *Fehlhaber K.*: Problemy mikrobiologiczne u drobiu rzeźnego. *Medycyna Wet.* 1996, 52, 758-762.
10. *Götze U.*: Untersuchungen über die hygienische Beschaffenheit von gefroren im Handel angebotenem in- und ausländischem Geflügel Brathähnchen, Enten und Puten. *Fleischwirtschaft* 1974, 54, 1347-1360.
11. *Grabowski T., Kijowski J.*: Mięso i przetwory drobiowe. WNT, Warszawa 2004.
12. *Graw C., Kobe A., Fries R.*: Luft- und Luft-Sprühfleischgewinnung – Ein mikrobiologischer Vergleich. *Gesamtkeimzahl.* *Fleischwirtschaft* 1997, 77, 78-80.
13. *Hansson I. B.*: Microbiological meat quality in high and low-capacity slaughterhouses in Sweden. *J. Food Prot.* 2001, 64, 820-825.
14. *Hargis B. M., Caldwell D. J., Brewer R. L., Corrier D. E., Deloach J. R.*: Evaluation of chicken crop as source of Salmonella contamination for broiler carcasses. *Poultry Sci.* 1995, 74, 1548-1552.
15. *James C., Vincent C., de Andrade Lima T. I., James S. J.*: The primary chilling of poultry carcasses – a review. *Internat. J. Refrigeration* 2005, 29, 847-862.
16. *Kijowski J.*: Zagadnienia surowcowe, technologiczne i marketingowe w przetwórstwie mięsa drobiowego. *Gosp. Mięsna* 1996, 48 (12), 30-40.
17. *Lyon C. E., Cason J. A.*: Effect of water chilling on objective color bruised and unbruised broiler tissue. *Poultry Sci.* 1995, 74 1894-1899.
18. *Mead G. C., Allen V. M., Burton C. H., Corry J. E. L.*: Microbial cross-contamination during air chilling of poultry. *Br. Poultry Sci.* 2000, 41, 158-162.
19. *Mielnik M. B., Dainty R. H., Lundby F., Mielnik J.*: The effect of evaporative air chilling and storage temperature on quality and shelf life of fresh chicken carcasses. *Poultry Sci.* 1999, 78, 1065-1073.
20. *Northcutt J. K., Berrang M. E., Dickens J. A., Fletcher D. L., Cox N. A.*: Effect of broiler age, feed withdrawal, and transportation on levels of coliforms, Campylobacter, Escherichia coli and Salmonella on carcasses before and after immersion chilling. *Poultry Sci.* 2003, 82, 169-173.
21. *Papa C.*: Lower gut contents of broiler chickens withdrawn from feed and held in cages. *Poultry Sci.* 1991, 70, 375-380.
22. *Paszkievicz W., Pysz-Lukasik R.*: Zanieczyszczenie bakteryjne powierzchni tusz w zależności od kolejności ubijanych świń. *Medycyna Wet.* 2007, 63, 1611-1612.
23. *Perić M., Rossmann E., Leistner L.*: Untersuchungen über die Beeinflussung des Oberflächenkeimgehaltes von Schlachthähnchen durch die Spinchiller – Kühlung. *Fleischwirtschaft* 1971, 51, 216-218.
24. *Perić M., Rossmann E., Leistner L.*: Verbesserung der mikrobiologischen Qualität von Schlachthähnchen durch die Sprüh-Kühlung. *Fleischwirtschaft* 1971, 51, 574-576.
25. *Pitcovski J., Pinchasov Y., Meron M., Malka I.*: The influence of sex, climate, and body weight on skin tears and muscle damage during pecking of broiler chickens. *Poultry Sci.* 1994, 73, 733-738.
26. PN-A-82055/6:1994. Mięso i przetwory mięsne. Badanie mikrobiologiczne. Oznaczenie ogólnej liczby drobnoustrojów.
27. PN-A-82055/8:1994. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Wykrywanie obecności pałeczek z rodzaju Salmonella.
28. PN-A-86520:1998. Produkty drobiarskie. Tuszki drobiowe.
29. PN-A-86530:1998. Wymagania techniczno-sanitarne w rzeźni drobiu.
30. PN-EN ISO 6579:2003. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania Salmonelli spp.
31. PN-ISO 2917:2001. Mięso i przetwory mięsne. Pomiar pH. Metoda odwoławcza.
32. PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
33. PN-ISO 4832:2007. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania liczby bakterii z grupy coli. Metoda płytkowa.
34. PN-ISO 6658:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne.
35. *Raj A. B. M., Wilkins L. J., Richardson R. J., Johanson S. P., Wotton S. B.*: Carcase and meat quality in broilers either killed with a gas mixture or stunned with an electric current under commercial processing conditions. *Brit. Poultry Sci.* 1997, 38, 169-174.
36. *Ristic M.*: Application of chilling methods on slaughtered poultry. *Fleischwirtschaft* 1997, 77, 810-811.
37. Rozporządzenie Komisji (EWG) nr 2891/93 z dnia 21 października 1993 r. zmieniające rozporządzenie (EWG) nr 1538/91 wprowadzające szczegółowe zasady wykonywania rozporządzenia (EWG) nr 1906/90 w sprawie niektórych norm handlowych w odniesieniu do mięsa drobiowego – Dz. U. WE L 263 z 22.10.1993, s. 12.
38. Rozporządzenie Komisji (EWG) nr 1538/91 z dnia 5 czerwca 1991 r. wprowadzające szczegółowe przepisy wykonawcze do rozporządzenia Rady (EWG) nr 1906/90 w sprawie niektórych norm handlowych w odniesieniu do drobiu – Dz. U. WE L 143 z 7.06.1991, s. 11.
39. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych – Dz. U. WE L 338 z 22.12.2005, s. 1.
40. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 września 2004 r. – w sprawie szczegółowych wymagań weterynaryjnych mających zastosowanie do drobiu i jaj wylęgowych. *Dz. U. Nr 219, poz. 2224 i 2225.*
41. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 19 czerwca 2004 r. – w sprawie wymagań weterynaryjnych przy produkcji mięsa drobiowego. *Dz. U. Nr 156, poz. 1636.*
42. Rozporządzenie Rady (EWG) NR 1906/90 z dnia 26 czerwca 1990 r. w sprawie niektórych norm handlowych w odniesieniu do drobiu – Dz. U. WE L 173 z 6.07.1990, s. 1.
43. *Sánchez M. X., Fluckey W. M., Brashears M. M., Mckee S. R.*: Microbial profile and antibiotic susceptibility of Campylobacter spp. and Salmonella spp. in broilers processed in air chilled and immersion – chilled environments. *J. Food Prot.* 2002, 65, 948-956.
44. *Slavik M. F., Kim J. W., Walter J. T.*: Reduction of Salmonella and Campylobacter on chicken carcasses by changing scalding temperature. *J. Food Prot.* 1995, 58, 689-691.
45. *Stephan F., Fehlhaber K.*: Untersuchungen zur Hygiene des Luft-Sprüh-Kühlverfahrens. *Fleischwirtschaft* 1994, 74, 870-873.
46. *Thomson J. E., Cox N. A., Whitehead W. K., Mercuri B. J., Juven B. J.*: Bacterial counts and weight changes of broiler carcasses chilled commercially, by water, by immersion in water, and air blast. *Poultry Sci.* 1975, 54, 1452-1460.
47. *Veerkamp C. H.*: Evaporative air chilling of sub-scald poultry. *Poultry Internat.* 1981, 21, 16-20.
48. *Wilson R. A., Katz I.*: Review of literature on chicken flavor and report of isolation of several new chicken flavor components from aqueous cooked chicken broth. *J. Agric. Food Chem.* 1972, 20, 241-245.
49. *Zaleski S. J.*: Mikrobiologia żywności pochodzenia zwierzęcego. Wyd. N-T, Warszawa 1985.
50. *Ziolecki J., Wcisło H., Woś Z., Kijowski J.*: Schładzanie tuszek kurcząt brojlerów metodą owiewowo-natryskową. *Przem. Spoż.* 1997, 51, 32-35.