

Wpływ kwasu cytrynowego na unieszkodliwianie pałeczek *Salmonella* w mięsie drobiowym

MIECZYŚLAW RADKOWSKI, ANITA MIKOŁAJCZYK

Katedra Weterynaryjnej Ochrony Zdrowia Publicznego Wydziału Medycyny Weterynaryjnej UWM,
ul. Oczapowskiego 14, 10-957 Olsztyn

Radkowski M., Mikołajczyk A.

Influence of citric acid on the inactivity of salmonella in meat poultry

Summary

The aim of this study was to determine the influence on *Salmonella* of different citric acid concentrations in microbiological media and on turkey carcass elements. The average bacteria counts in the control samples without citric acid were: 1.8×10^8 cfu/ml, 1.1×10^8 cfu/ml and 2.0×10^8 cfu/ml, for *S. Enteritidis*, *S. Anatum* and *S. Typhimurium*, respectively. Citric acid at a 0.1 concentration in an agar media base completely inhibited the growth of all the *Salmonella* spp. that were studied. The results obtained after immersing turkey carcass elements in citric acid clearly indicated that detecting salmonella spp. in the samples was dependent on the inoculum of these bacteria on the poultry carcass surface. When contaminating 10^2 cfu/ml of *Salmonella* spp. on the surface of a turkey carcass element and immersing it in water solutions of 1% and 2% citric acid for 15 minutes, no *Salmonella* spp. were found. After contaminating 10^3 cfu/ml of *Salmonella* Enteritidis on the surface of a turkey carcass section and immersing it in a water solution of 1% and 2% citric acid the number of samples in which *Salmonella* spp. were found decreased in comparison with the number of control samples. After contaminating 10^3 cfu/ml of the surface of the turkey carcass and immersing it in 1% and 2% citric acid no effect on *Salmonella* spp. detectability was found.

Keywords: *Salmonella*, citric acid, turkey carcass, cuts

W ostatnich latach w wielu krajach obserwuje się spadek przypadków zatruc pokarmowych wywołanych przez pałeczki *Salmonella*, a wiele ognisk choroby miało związek z produktami drobiowymi (2, 6). Drób rzeźny i jaja uważane są obecnie za główny rezerwuár tych bakterii (1, 9, 20, 21). Zapobieganie zakażeniom pałeczkami *Salmonella* i zwalczanie salmonelloz wśród drobiu jest niezwykle trudne i na razie nie w pełni skuteczne. Wynika to z obecności tych bakterii zarówno wśród ptaków, jak i na wszystkich etapach produkcji w zakładach drobiarskich (16, 17, 22). Pomimo ciągłego udoskonalania metod nie udaje się wyeliminować pałeczek *Salmonella* z tuszek drobiowych. Zwalczanie pałeczek *Salmonella* w środowisku jest wyzwaniem dla wszystkich podmiotów zajmujących się zarówno produkcją zwierzęcą, jak i żywności. Opracowano i przetestowano wiele metod dotyczących m.in.: uboju, immunizacji i stosowania substancji antybakteryjnych. Żadna z nich nie gwarantowała pełnego sukcesu, ale wszystkie poprawiały warunki higieniczne i bezpieczeństwo zdrowotne (11, 18, 26).

Liczba chemicznych dodatków stosowanych w przetwórstwie żywności jest ograniczona z powodu ich negatywnego oddziaływania na ludzki organizm oraz ze

względem trudności z rozpuszczalnością i możliwością bezpośredniego zastosowania. Poza tym proekologiczny styl życia konsumentów zmusza do stosowania w technologii żywności jedynie takich środków chemicznych, które występują w przyrodzie. Wśród preferowanych dodatków niszczących florę bakteryjną na tuszkach znaczną grupę stanowią kwasy organiczne i ich sole, które powszechnie uważane są za bezpieczne (13, 19, 23). Należy do niej również kwas cytrynowy dopuszczony do stosowania w przemyśle spożywczym (24). Badania dotyczące unieszkodliwiania pałeczek *Salmonella* były prowadzone przy użyciu wielu metod, z użyciem różnorodnych związków chemicznych m.in.: kwasów organicznych (7), chlorku heksadecylpirydynowego (3), ortofosforanu sodu (4, 7), wody utlenionej i dwuwęglanu sodu (10). Nie wszystkie z tych metod okazały się skuteczne. Środek określa się jako skuteczny, jeśli pod jego wpływem następuje redukcja określonych drobnoustrojów o 2 log (14).

Pomimo wielu prób podejmowanych w celu uniknięcia zakażeń wtórnych pałeczkami rodzaju *Salmonella* na linii ubojowej i w trakcie produkcji ciągle poszukuje się skutecznych metod unieszkodliwiania tych bakterii.

Celem badań było określenie wpływu wybranych stężeń kwasu cytrynowego na przeżywalność pałeczek *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych i na elementach tuszek drobiowych.

Materiał i metody

Wykrywanie pałeczek *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych. Ustalono następujące stężenia: 0,01%, 0,02%, 0,03%, 0,05%, 0,1%, 0,25%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% kwasu cytrynowego w agarze odżywczym. *Salmonella* Enteritidis nr 33/66, *Salmonella* Anatum nr 30/93, *Salmonella* Typhimurium nr 227/84 otrzymano z Muzeum Szczepów Bakteryjnych Instytutu Weterynarii w Puławach. Kwas cytrynowy wyjaławiano przy użyciu filtra Millipor (Millex 9P, 022μ, Bedford), a następnie dodawano go w odpowiednich ilościach do gorącego podłoża o temperaturze 50°C.

Badane szczepy wsiewano do 9 ml bulionu odżywczego i po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C uzyskiwano hodowlę wyjściową do dalszych badań. Później wykonywano z tej hodowli dziesięciokrotne rozcieńczenia i każdy szczep z każdego rozcieńczenia wysiewano na agar odżywczy bez substancji chemicznych (kontrola) oraz na agar odżywczy z dodatkiem różnych ilości kwasu cytrynowego. Stosowano posiew powierzchniowy. Płytki inkubowano w temperaturze 37°C przez 24-48 godzin. Badania dla każdego szczepu powtórzono dziesięciokrotnie i obliczono średnie ze wszystkich badań.

Wykrywanie pałeczek *Salmonella* w tkance mięśniowej. Badania przeprowadzono na 150 próbkach tkanki mięśniowej z piersi indyczych zakupionych w zakładach drobiarskich. W badaniach wstępnych przeprowadzonych na 20 próbkach nie stwierdzono pałeczek *Salmonella*. Tkanke mięśniową przetrzymywano w temperaturze 4°C, a następnie przygotowano z niej 25 g próbki do dalszych badań.

Do zakażenia próbek użyto szczepu *Salmonella* Enteritidis nr 33/66. Szczep ten najpierw wsiewano do bulionu odżywczego i inkubowano w temperaturze 37°C przez 24 godziny, a następnie na każdą próbkę наносzono po 0,05 ml 24-godzinnej hodowli bulionowej *S. Enteritidis* rozcieńczonej od 10^{-4} do 10^{-8} . Określano wyjściowe *inoculum* zawierające 10^4 - 10^1 jtk. próbek kontrolnych w każdej serii badań. Zawiesinę bakteryjną rozprowadzano delikatnie, specjalną, szeroką eżą, możliwie na jak największej powierzchni próbki. Po naniesieniu bakterii wszystkie próbki przetrzymywano przez 20 minut w lodówce w temperaturze 4°C, w celu całkowitego wysuszenia zawiesiny. Następnie każdą próbkę przenoszono do jałowych zlewek z 250 ml roztworu 1% i 2% kwasu cytrynowego na okres 15 minut. Po 15 minutach działania roztworów kwasu cytrynowego każdą próbkę przenoszono do jałowej zlewki i zalewano 225 ml 1% zbuforowanej wody peptonowej (ZWP; pH 7,2), po czym inkubowano w temperaturze 37°C przez 20 godzin. Po tym czasie przesiewano po 0,1 ml do podłoża Rappaport-Vasiliadis (RV, CM 669, Oxoid) oraz po 1 ml do podłoża seleninowo-cystynowego (SC, 0687-17-11, Disco Laboratories Detroit MI, USA). Podłoża te inkubowano w temperaturze 43°C przez 24 godziny, a następnie wykonano posiewy eżą na agar z zielenią brylantową i czerwienią fenolową (BGA, CM 329, Oxoid) oraz agar bizmutowo-siarczynowy (BSA, 00 73-01-1, Disco Labo-

ratories). Podłoża te przetrzymywano w temperaturze 37°C przez 1 lub 2 doby (BSA). Kolonie typowe lub podejrzane o przynależność do rodzaju *Salmonella* były identyfikowane biochemicznie i serologicznie. Do określenia charakterystycznych cech biochemicznych pałeczek *Salmonella* użyto testu API 20 E. Kontrolę stanowiły próbki z piersi indyków zanieczyszczone pałeczkami *Salmonella*, które zanurzano w wodzie jałowej przez 15 minut. Każdy wariant doświadczenia powtórzono dziesięciokrotnie.

Wykrywanie pałeczek *Salmonella* w tkance mięśniowej podczas składowania. Badania przeprowadzono na próbkach pobranych z 96 piersi indyczych zakupionych w zakładach drobiarskich. Każdą próbkę, wcześniej zważoną i oznakowaną, dzielono na dwie części. Jedna część była sprawdzana na obecność pałeczek *Salmonella*, a druga była zanieczyszczana pałeczkami *Salmonella*. Do badań użyto szczepu *S. Enteritidis* nr 33/66. Powyższy szczep wsiewano do bulionu odżywczego i inkubowano w temperaturze 37°C przez 24 godziny. Po inkubacji 10 ml bulionu przesiewano do 4 l płynu do rozcieńczeń, w którym zanurzano próbki piersi indyczych. Po 5 minutach próbki wyjmowano, osączano przez 2 minuty, układano na specjalnie przygotowanych jałowych tacach i przetrzymywano w lodówce w temperaturze 4°C przez 20 minut. Określano wyjściowe zakażenie próbek kontrolnych w każdej serii badań. Następnie próbki przenoszono do jałowych zlewek z 250 ml 1% i 2% kwasu cytrynowego roztworu na okres 15 minut.

Kontrolę doświadczenia stanowiły próbki piersi zanieczyszczone pałeczkami *Salmonella* i zanurzone w wodzie jałowej przez 15 minut. Określano wyjściowe *inoculum* próbek kontrolnych w każdej serii badań. Wymazy pobierano z zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni piersi indyczej przy użyciu jałowych tamponów i szablonów. Do każdej powierzchni przykładano jałowy szablon ze stali nierdzewnej o powierzchni okienka wynoszącej 25 cm². Pobierano dwa wymazy – jeden z powierzchni zewnętrznej, drugi z powierzchni wewnętrznej – łącznie z powierzchni 50 cm². Tampony z wymazami umieszczano w kolbkach z perełkami w 50 ml płynu do rozcieńczeń i energicznie wstrząsano przez dwie minuty. W ten sposób otrzymano rozcieńczenie, w którym 1 ml płynu odpowiadał 1 cm² badanej powierzchni. Następnie z tego płynu sporządzano 10-krotne rozcieńczenia i określano zanieczyszczenie pałeczkami *Salmonella* metodą najbardziej prawdopodobnej liczby (NPL). W tym celu z zawiesiny wyjściowej oraz jej kolejnych 10-krotnych rozcieńczeń wysiewano po 1 ml do trzech równoległych probówek ze zbuforowaną wodą peptonową (ZWP), którą inkubowano w 37°C przez 20 godzin. Dalej postępowano zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami wykrywania pałeczek *Salmonella*. Z tabel według Hopkinsa odczytywano najbardziej prawdopodobną liczbę pałeczek *Salmonella* (12). Każdą pierś indyczą badano w kierunku ilościowego oznaczania pałeczek *Salmonella* bezpośrednio po zanieczyszczeniu oraz po 2, 4, 6 dniach przetrzymywania w lodówce w temperaturze 4°C. Każdy wariant doświadczenia powtórzono sześciokrotnie.

Analiza statystyczna. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie opierając się na wartościach logarytmowanych. Zależność liczby pałeczek *Salmonella* od dodatku kwasu cytrynowego oraz liczby bakterii od czasu przecho-

Tab. 1. Wzrost pałeczek *Salmonella* na podłożu agarowym z dodatkiem kwasu cytrynowego (n = 10; jtk/ml)

Typy serologiczne	Stężenie kwasu cytrynowego (%)						Ocena zależności			
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,1-2	liniowej		krzywoliniowej	
							r	p	R	p
<i>S. Anatum</i>	$1,1 \times 10^8$	$4,6 \times 10^8$	$7,0 \times 10^8$	$5,3 \times 10^8$	$7,0 \times 10^6$	0	-0,58	0,305	0,99	0,003
<i>S. Enteritidis</i>	$1,8 \times 10^8$	$1,9 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$4,0 \times 10^7$	0	-0,75	0,036	0,87	0,066
<i>S. Typhimurium</i>	$2,0 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$	$2,3 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$	$7,2 \times 10^7$	0	-0,84	0,075	0,96	0,019

Objaśnienia: r – współczynnik korelacji liniowej; R – współczynnik korelacji krzywoliniowej (wielomian 2. stopnia); p – poziom istotności

wywania szacowano wykorzystując korelację liniową i krzywoliniową. Do weryfikacji stawianych hipotez (o braku zależności) zastosowano statystyczny test F (Fishera) oraz przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$. W tabelach podano współczynniki korelacji oraz odpowiadające im poziomy istotności (p), uzyskane w testach przeprowadzanych za pomocą programu komputerowego Statistica PL6. Jeżeli $p \leq \alpha$, wtedy odrzucano hipotezę o braku zależności cech.

Wyniki i omówienie

Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tab. 1-3.

Wpływ kwasu cytrynowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych przedstawiono w tab. 1. Kwas cytrynowy począwszy od stężenia 0,1% w podłożu agarowym całkowicie hamuje wzrost wszystkich badanych szczepów *Salmonella*. Przy stężeniu 0,05% liczba bakterii w porównaniu z kontrolą zmniejszyła się o 1,2 log w przypadku *S. anatum*, a o 0,65 log w przypadku *S. Enteritidis* i 0,44 log w przypadku *S. Typhimurium*. Wymienione bakterie rosły jednak w obecności 0,02% i 0,01% kwasu cytrynowego, i kilkakrotnie przewyższały poziom zanieczyszczenia w próbce kontrolnej. Dla wszystkich serotypów obserwuje się tendencję spadkową wyników – ujemne współczynniki r, ale zależność liniowa jest istotna tylko w przypadku *S. Enteritidis* ($p = 0,036$). Tendencje krzywoliniowe zostały udowodnione dla serotypów: *S. Anatum* ($p = 0,003$) i *S. Typhimurium* ($p = 0,019$). Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej można wnioskować o różnych tendencjach wzrostu pałeczek *Salmonella* na badanych podłożach (tab. 1).

Wpływ kwasu cytrynowego na *Salmonella* Enteritidis na elementach tuszek indyckich przedstawiono w tab. 2. Analizując wyniki badań uzyskane po zanurzeniu elementów tuszek indyckich w kwasie cytrynowym łatwo zauważyć, że wykrycie pałeczek *Salmonella* w próbkach zależy od *inoculum* zawierającego 10^4 - 10^1 jtk tych bakterii na powierzchni tuszki drobiowej. Przy zanieczyszczeniu 10 jtk pałeczek *Salmonella* na powierzchni elementu tuszki indyckiej i zanurzeniu jej na 15 minut w wodnym roztworze 1% i 2% kwasu cytrynowego nie stwierdzono pałeczek *Salmonella*. Przy zanieczyszczeniu 10^2 jtk pałeczek *Salmonella*

Enteritidis na powierzchni części tuszki indyckiej i zanurzeniu jej na 15 minut w wodnych roztworach 1% i 2% kwasu cytrynowego stwierdzono zmniejszanie się liczby próbek, w których wykryto pałeczki *Salmonella* w stosunku do liczby próbek kontrolnych. Przy zanieczyszczeniu 10^3 jtk na powierzchni elementu tuszki indyckiej nie stwierdzono wpływu 1% i 2% roztworu kwasu cytrynowego na wykrywalność pałeczek *Salmonella*.

Wpływ kwasu cytrynowego na *Salmonella* Enteritidis na elementach tuszek indyckich po składowaniu przedstawiono w tab. 3. Średnie wyjściowe zanieczyszczenie pałeczkami *Salmonella* elementów tuszek indyckich stanowiących kontrolę wynosiło $2,4 \times 10^3$ jtk. Po zanurzeniu w wodzie próbek piersi zanieczyszczonych pałeczkami *Salmonella* – które badano bez odkazania – stwierdzono średnio $4,3 \times 10^2$ jtk pałeczek *Salmonella*. Bezpośrednio po zastosowaniu roztworu 2% kwasu cytrynowego stwierdzono zmniejszenie liczby pałeczek *Salmonella* o 0,66 log w stosunku do elementów zanurzanych w wodzie oraz o 1,4 log w stosunku do elementów kontrolnych. W 6. dniu przechowywa-

Tab. 2. Liczba próbek z elementów tuszek indyckich, poddanych działaniu roztworu kwasu cytrynowego, na których stwierdzono pałeczki *S. Enteritidis* (n = 10; liczba wyników dodatnich)

Stężenie (%)	Czas działania (minuty)	Rozcieńczenia (inoculum)				
		10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
0	15	10	10	10	10	0
1	15	10	10	6	0	0
2	15	10	10	5	0	0

Tab. 3. Wpływ kwasu cytrynowego na liczbę (NPL) *S. Enteritidis* na elementach tuszek indyckich przechowywanych w temperaturze 4°C (n = 6)

Badane substancje	Stężenie (%)	Dni przechowywania				Ocena zależności liniowej	
		Bezpośrednio po zanieczyszczeniu	2	4	6	r	p
Kontrola	0	$2,4 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	-0,17	0,449
Woda	0	$4,3 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$9,3 \times 10$	$4,3 \times 10$	-0,99	0,000
Kwas cytrynowy	1	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10$	$4,3 \times 10^0$	-0,59	0,004
	2	$9,3 \times 10$	$4,3 \times 10$	$2,4 \times 10$	$2,3 \times 10^0$	-0,94	0,000

Objaśnienia: r – współczynnik korelacji liniowej; p – poziom istotności

nia próbek filetów indyjskich liczba pałeczek *Salmonella* zmniejszyła się we wszystkich doświadczalnych układach modelowych, odpowiednio, o 0,41 log w przypadku elementów kontrolnych, o 1 log w przypadku elementów zanurzonych w wodzie, o 2 log w przypadku elementów zanurzonych w 1% kwasie cytrynowym i o 1,6 log w przypadku elementów zanurzonych w 2% kwasie cytrynowym. Przeprowadzona weryfikacja statystyczna postawionych hipotez pokazała, że zależność ta nie jest istotna w grupie kontrolnej ($p = 0,449$). Dla grupy tej obserwowano wyższe niż u pozostałych grup wartości liczby bakterii. Dla pozostałych substancji korelacje okazały się istotne.

Dotychczasowe badania (25) nad eliminowaniem pałeczek *Salmonella* pod wpływem czynników chemicznych na tuszkach drobiowych miały na celu w pierwszym etapie zlikwidowanie mikroflory towarzyszącej, np. poprzez promieniowanie ultrafioletowe, a dopiero następnie zanieczyszczenie ich pałeczkami *Salmonella*. Dzięki temu możliwe było w dalszym etapie stosowanie nieselektywnych pożywek, które pozwalały na wykrycie uszkodzonych pałeczek *Salmonella* pod wpływem substancji chemicznych (5). Wszystkie przytoczone badania wskazują, że stosowany w nich układ doświadczalny daleko odbiegał od rzeczywistych sposobów naturalnego zanieczyszczania tuszek pałeczkami *Salmonella* oraz warunków ich przechowywania. W badaniach własnych określono wpływ 1% i 2% kwasu cytrynowego na pałeczki *Salmonella* w warunkach najbardziej zbliżonych do naturalnych, czyli na tuszkach drobiowych pochodzących bezpośrednio z zakładów drobiarskich, nie poddawanych w laboratorium jakimkolwiek procesom zmierzającym do zlikwidowania mikroflory towarzyszącej.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że hamujący wpływ kwasu cytrynowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach bakteryjnych może mieć również miejsce na tuszkach drobiowych. W dostępnym piśmiennictwie brak jest szczegółowych wiadomości o wpływie kwasu cytrynowego na liczbę pałeczek *Salmonella* na tuszkach indyjskich. Z danych, jakie uzyskano z badań własnych wynika, że skuteczność przeciwbakteryjnego działania kwasu cytrynowego jest zróżnicowana i zależy od wyjściowej liczby pałeczek *Salmonella* na tuszkach indyjskich oraz stężenia użytego kwasu.

Mechanizm działania unieszkodliwiającego kwasu cytrynowego na pałeczki *Salmonella* związany jest z obecnością zdysocjowanych cząstek oraz z niskim pH (5). Dane piśmiennictwa (7, 8) wskazują, że im wyższe jest stężenie kwasów organicznych, tym większa jest ich efektywność na pałeczki *Salmonella*. W przypadku wysokiego stężenia kwasów w roztworach unieszkodliwiających pojawiają się w tuszkach zmiany organoleptyczne (15). Tamblin i Conner (25) zaobserwowali zmiany, takie jak bledność skóry oraz nieprzyjemny zapach przy stężeniu testowanych kwasów równym bądź większym niż 2%.

Z przeprowadzonych badań wynika, że istnieje możliwość redukcji liczby pałeczek *Salmonella* na tuszkach drobiowych poprzez naniesienie na ich powierzchnię przynajmniej 1% roztworu kwasu cytrynowego.

Piśmiennictwo

1. Anon.: MAFF Veterinary Investigation Service report. Vet. Rec. 1988, 122, 500.
2. Baumann A., Sadkowska-Todys M.: Zatrucia i zakażenia pokarmowe w Polsce w 2006 roku. Przegl. Epidemiol. 2008, 62, 275-286.
3. Breen P. J., Salari H., Compadre C. M.: Elimination of *Salmonella* contamination from poultry tissues by cetylpyridinium chloride solutions. J. Food Prot. 1997, 60, 1019-1021.
4. Capita R. C., Alonso-Calleja M., Garcia Fernandez., Moreno B.: Trisodium phosphate treatment for decontamination of poultry. Food Sci. Technol. Int. 2002, 8, 11-24.
5. Conner D. E., Bilgili S. F.: Skin attachment model for improved laboratory evaluation of potential carcass disinfectants for their efficacy against *Salmonella* attached to broiler skin. J. Food Prot. 1994, 57, 684-688.
6. Czerwiński M., Czarkowski M. P., Baumann A.: Salmonellozy w roku 2006. Przegl. Epidemiol. 2008, 62, 301-310.
7. Dickson J. S.: Acetic acid action on beef tissue surfaces contaminated with *Salmonella typhimurium*. J. Food Sci. 1992, 57, 297-301.
8. Dickson J. S., Anderson M. E.: Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: a review. J. Food Prot. 1992, 55, 133-140.
9. Fels Klerx H. J. van der, Jacobs-Reitsma W. F., Van Brakel R., Van der Voet H., Van Asselt E. D.: Prevalence of *Salmonella* in the broiler supply chain in The Netherlands. J. Food Prot. 2008, 71, 1974-1980.
10. Fletcher D. C., Russell S. M., Walker J. M., Bailey J. S.: An evaluation of a rinse procedure using sodium bicarbonate and hydrogen peroxide on the recovery of bacteria from broiler carcasses. Poult. Sci. 1993, 72, 2152-2156.
11. Guard Petter J.: Variants of smooth *Salmonella enterica* serovar enteritidis that grow to higher cell density than the wild type are more virulent. Appl. Environ. Microbiol. 1998, 64, 2166-2172.
12. ISO 6579:1993 (E). Microbiology – General guidance on methods for the detection of *Salmonella*.
13. Izat A. L., Driggers C. D., Colberg M., Reiber M. A., Adams M. H.: Comparison of the DNA probe to culture methods for the detection of *Salmonella* on poultry carcasses and processing waters. J. Food Prot. 1989, 52, 564-570.
14. Jetton J. P., Bilgili S. F., Conner D. E., Kotrola J. S., Reiber M. A.: Recovery of *Salmonella* from chilled carcasses as affected by rinse media and enumeration method. J. Food Prot. 1992, 55, 329-333.
15. Kotula K., Thelappurath R.: Microbiological and sensory attributes of retail cuts of beef treated with acetic and lactic acid solutions. J. Food Prot. 1994, 57, 665-670.
16. Mikołajczyk A., Radkowski M.: *Salmonella* spp. on chicken carcasses in processing plant in Poland. J. Food Prot. 2002, 65, 1475-1479.
17. Mikołajczyk A., Radkowski M.: The occurrence of *Salmonella* spp. in turkeys from a slaughter and after slaughter dressing line in Poland. Fleischwirtschaft Internat. 2002, 52-54.
18. Mohyla P., Bilgili S. F., Oyarzabal O. A., Warf C. C., Kemp G. K.: Application of acidified sodium chlorite in the drinking water to control *Salmonella* serotype Typhimurium and *Campylobacter jejuni* in commercial broilers. J. Appl. Poultry Res. 2007, 16, 45-51.
19. Oyarzabal O. A.: Reduction of *Campylobacter* spp. by commercial antimicrobials applied during the processing of broiler chickens: a review from the United States perspective. J. Food Prot. 2005, 68, 1752-1760.
20. Pieskus J., Franciosini M. P., Proietti P. C., Reich F., Kazeniauskas E., Butrimaitė Ambrozėvičienė C., Mauricas M., Bolder N.: Preliminary investigations on *Salmonella* spp. incidence in meat chicken farms in Italy, Germany, Lithuania and the Netherlands. Internat. J. Poultry Sci. 2008, 7, 813-817.
21. Radkowski M.: Occurrence of *Salmonella* spp. in consumption eggs in Poland. Int. J. Food Microbiol. 2001, 64, 189-191.
22. Rasschaert G., Huf K., Godard C., Wildemaugwe C., Pastuszczak-Frak M., De Zutter L.: Contamination of carcasses with *Salmonella* during poultry slaughter. J. Food Prot. 2008, 71, 146-152.
23. Rio E. del, Muriente R., Prieto M., Alonso-Calleja C., Capita R.: Effectiveness of trisodium phosphate, acidified sodium chlorite, citric acid, and peroxyacids against pathogenic bacteria on poultry during refrigerated storage. J. Food Prot. 2007, 70, 2063-2071.
24. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 września 2008 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. Dz. U. z 2008 r. Nr 177, poz. 1094.
25. Tamblin K. C., Conner D. E.: Bactericidal activity of organic acids against *Salmonella typhimurium* attached to broiler chicken skin. J. Food Prot. 1997, 60, 629-633.
26. Waldroup A., Kaniawati S., Mauromoustakos A.: Performance characteristics and microbiological aspects of broilers fed diets supplemented with organic acids. J. Food Prot. 1995, 58, 482-489.

Adres autora: prof. dr hab. Mieczysław Radkowski, ul. Osińskiego 19/14, 10-010 Olsztyn; e-mail: rad@moskit.uwm.edu.pl