

ANITA MIKOŁAJCZYK

WPLYW KWASU WINOWEGO NA PAŁECZKI SALMONELLA W PODŁOŻACH MIKROBIOLOGICZNYCH I W TUSZKACH INDYCZYCH

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu stężenia kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych i w tuszkach drobiowych. Średnie liczby bakterii w próbkach kontrolnych bez dodatku kwasu winowego wynosiły w przypadku *S. Enteritidis* $1,8 \times 10^8$, *S. Anatum* $1,1 \times 10^8$, *S. Typhimurium* $2,0 \times 10^8$. Kwas winowy w podłożu agarowym o stężeniu 0,1 % całkowicie hamował wzrost wszystkich badanych szczepów *Salmonella*. Przy stężeniu 0,05 % i 0,03 % liczba bakterii *S. Anatum* i *S. Enteritidis* w porównaniu z próbą kontrolną zmniejszyła się o jeden cykl logarytmiczny, natomiast *S. Typhimurium* rosła w liczbach mieszczących się w tym samym przedziale logarytmicznym co w badaniu kontrolnym. Wyniki badań uzyskane po zanurzeniu elementów tuszek indyckich w kwasie winowym wskazują, że wykrycie pałeczek *Salmonella* z próbek zależy od liczby tych bakterii na powierzchni tuszki drobiowej. Przy kontaminacji 10^1 jednostek tworzących kolonie (jtk) pałeczek *Salmonella* na powierzchni elementu tuszki indyckiej i zanurzeniu jej na 15 min w wodnych roztworach 1,5 % i 2 % kwasu winowego nie stwierdzono pałeczek *Salmonella*, natomiast przy zanieczyszczeniu 10^2 jtk zaobserwowano zmniejszenie się liczby próbek, w których wykryto pałeczki *Salmonella*, w stosunku do liczby próbek kontrolnych.

Hamujący wpływ kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach bakteryjnych może mieć również miejsce w przypadku tuszek drobiowych. Niekorzystne działanie tego związku względem bakterii *Salmonella* było silniejsze w podłożach bakteryjnych niż w tuszkach drobiowych.

Słowa kluczowe: *Salmonella*, kwas winowy, tuszki indyckie, podłoża mikrobiologiczne

Wprowadzenie

Zapobieganie zakażeniom pałeczkami *Salmonella* i zwalczanie salmoneloz wśród drobiu, w celu wyeliminowania tych drobnoustrojów ze środowiska, jest niezwykle trudnym procesem. Wszechobecność tych bakterii zarówno wśród ptaków, jak i w czasie produkcji na wszystkich jej etapach stanowi ciągle zagrożenie bezpieczeństwa żywności.

Tuszki drobiu są często zanieczyszczone pałeczkami *Salmonella*. Stwierdzono, że kurczęta rzeźne i indyki po oszłamianiu zanieczyszczone były bakteriami *Salmonella* rzędu do 7 %, a przed schładzaniem wzrastało ono nawet w przypadku kurcząt do 48 % [14, 15, 16, 17]. Powyższe wyniki, uzyskane w Polsce, korelują z badaniami prowadzonymi przez Food Safety and Inspection Service USDA, z których wynika, że 4 - 5 % brojlerów dostarczanych do zakładu uboju drobiu zakażonych było pałeczkami *Salmonella*, podczas gdy drób opuszczający zakład zanieczyszczony był w 35 - 36 % [12]. Jest to skutek zanieczyszczenia poubojowego, do którego dochodzi na każdym etapie produkcyjnym. Stąd istnieje duże prawdopodobieństwo, że drób oferowany konsumentom będzie zanieczyszczony pałeczkami *Salmonella*. W 55 % przebadanych przez Bystronia i wsp. [3] tuskach drobiowych, pochodzących z polskich sklepów, wyizolowano pałeczki *Salmonella*. Dominującym szczepem serologicznym była *S. Enteritidis*. Podobny odsetek (60 %) próbek zanieczyszczonych pałeczkami *Salmonella* stwierdzono w produktach drobiowych dostępnych w portugalskich sklepach [1].

Obecnie stosowane technologie uboju drobiu i obróbki poubojowej niekiedy powodują trudności w dokładnym myciu i odkażaniu maszyn, a dodatkowo nieprzestrzeganie standardów sanitarnych podczas uboju sprzyja zanieczyszczeniom tuszek pałeczką *Salmonella* i przyczynia się do rozprzestrzeniania się tych bakterii na tuskach.

Mimo podjętych różnorodnych działań, zmierzających do wyeliminowania pałeczek *Salmonella* z tuszek drobiowych z linii produkcyjnej, nadal stanowią one duże zagrożenie dla zdrowia ludzi. W związku z tym na całym świecie wciąż poszukiwane są metody eliminacji tych drobnoustrojów.

Unieszkodliwianie pałeczek *Salmonella* prowadzone było w różnorodnych modelach doświadczalnych, z użyciem wielu związków chemicznych m.in. chlorku hexadecylopirydyniowego [2, 19, 26], ortofosforanu sodu [26, 27], kwasów organicznych [7, 13, 23, 24, 25], wody utlenionej i dwuwęglanu sodu [21]. Nie wszystkie z tych metod okazały się skuteczne. Środek określa się jako skuteczny, jeśli pod jego wpływem następuje redukcja określonych drobnoustrojów o 2 log [9].

Wzrost świadomości konsumentów odnośnie jakości i zdrowotności żywności zmusza do stosowania w technologii żywności jedynie takich środków chemicznych, które naturalnie występują w przyrodzie i są powszechnie uważane za bezpieczne.

Wśród preferowanych dodatków niszczących florę bakteryjną na tuskach, dużą grupę stanowią kwasy organiczne i ich sole. Kwasy organiczne powszechnie uważane są za bezpieczne. W polskim przemyśle spożywczym dopuszczone jest stosowanie następujących kwasów organicznych: askorbinowego, cytrynowego, mlekowego, octowego, winowego oraz ich soli [20]. Kwas winowy (E334) oraz jego sole: E335 (winian sodu), E336 (winian potasu), E337 (winian sodowo-potasowy) stosowane są jako dodatki do żywności. Kwas winowy i jego sole to jedne ze składników napojów bezalkoholowych, proszku do pieczenia, wykorzystywane są też przy produkcji serów

topionych. Biorąc pod uwagę zastosowanie kwasu winowego w przemyśle spożywczym, powszechnie uznaje się go za bezpieczny. Maksymalna dawka kwasu winowego dodawanego do żywności (poza nielicznymi wyjątkowymi przypadkami, jak np.: suche przetwory zbożowe przeznaczone dla niemowląt) określana jest na zasadzie „*quantum satis*” [20]. Nie wyznaczając żadnego maksymalnego poziomu stosowania tego kwasu w produkcji żywności, jest on stosowany jako dodatek zgodnie z dobrą praktyką produkcyjną, w dawkach nieprzekraczających dawki koniecznej do uzyskania zamierzonego celu, pod warunkiem niewprowadzania w błąd konsumenta.

Mając na uwadze powszechność używania kwasu winowego w przemyśle spożywczym oraz złożoność problemu poszukiwania metod unieszkodliwiania pałeczek *Salmonella* w trakcie obróbki mięsa drobiowego, podjęto badania, których celem było określenie wpływu stężenia kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych i w tuszkach drobiowych.

Material i metody badań

Przedmiotem badań były szczepy bakterii: *Salmonella* Enteritidis nr 33/66, *Salmonella* Anatum nr 30/93, *Salmonella* Typhimurium nr 227/84, które otrzymano z Muzeum Szczepów Bakteryjnych Instytutu Weterynarii w Puławach.

W pierwszym etapie badań określano wpływ kwasu winowego (POCH S.A.) na pałeczki *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych. Ustalono następujące stężenia kwasu winowego ($C_4H_6O_6$) cz.d.a. w agarze odżywczym [%]: 0,01, 0,02, 0,03, 0,05, 0,1, 0,25, 0,5, 1,0, 1,5 i 2,0. Kwas winowy wyjaławiano przy użyciu filtra Millipor (Millex 9P, 022 μ , Bedford), a następnie dodawano go w odpowiednich stężeniach do podłoża o temp. 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. Następnie wykonywano z tej hodowli dziesięciokrotne rozcieńczenia i każdy szczep z każdego rozcieńczenia wysiewano: na agar odżywczy bez substancji chemicznych (próbka kontrolna) oraz na agar odżywczy z dodatkiem różnych ilości kwasu winowego. Stosowano posiew powierzchniowy. Płytki inkubowano w temp. 37 °C przez 24 do 48 h. Badania każdego szczepu powtórzono dziesięciokrotnie i obliczono wartości średnie.

Druga część badań dotyczyła przeanalizowania wpływ kwasu winowego na *Salmonella* Enteritidis obecną w elementach tuszek indyczych.

Badania przeprowadzono na 240 próbkach z piersi indyczych zakupionych w zakładach drobiarskich. Po dostarczeniu piersi indyczych do laboratorium przetrzymywano je w chłodziarce w temp. 4 °C, a następnie przygotowywano z nich 25 g próby do dalszych badań. W badaniach dotyczących sprawdzenia naturalnej obecności pałeczek *Salmonella* przeprowadzanych na próbach wybieranych losowo (w ilości 20 %

wszystkich prób pobieranych do badań z każdej zakupionej piersi) nie stwierdzano pałeczek *Salmonella*. Pozostałe próbki były celowo kontaminowane. Do zakażenia prób używano szczepu *Salmonella* Enteritidis nr 33/66. Powyższy szczep najpierw wsiewano do bulionu odżywczego i inkubowano w temp. 37 °C przez 24 h, a później na każdą próbkę наносono po 0,05 ml 24-godzinnej hodowli bulionowej *S. Enteritidis* rozcieńczonej od 10^{-4} do 10^{-8} . Określano wyjściowe inoculum prób 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 min w chłodziarce w temp. 4 °C w celu całkowitego wysuszenia zawiesiny. Następnie każdą próbkę przenoszono do jałowych zlewek z 250 ml roztworu 1, 1,5 i 2 % kwasu winowego na 15 min. Z metod zalecanych do wykrywania pałeczek *Salmonella* z tuszek drobiowych, podrobów i produktów drobiarskich zastosowano metodę zalecaną w normach [8, 18].

Po 15 min działania roztworów kwasu winowego każdą próbkę przenoszono do jałowej zlewki i zalewano 225 ml zbuforowanej wody peptonowej (BPW, CM 509, Oxoid Basingstoke Hampshire, UK), po czym inkubowano w temp. 37 °C przez 20 h. Namnażanie selektywne wykonywano na podłożu seleninowo-cystynowym (SC, 0 687-17-1, Difco Laboratories Detroit MI, USA) i podłożu Müllera-Kauffmana (MK, CM 343, Oxoid Basingstoke Hampshire, UK) oraz w podłożu Rappaport-Vassiliadis (RV, CM 669, Oxoid Basingstoke Hampshire, UK), a przesiewy na agarze z zielenią brylantową i czerwienią fenolową (BGA, CM 329, Oxoid Basingstoke Hampshire, UK), na podłożu bizmutawo-siarczynowym (BSA, 00 73-01-1, Difco Laboratories Detroit MI, USA) oraz na agarze z ksylozą, lizyną i dezoksychohanem (XLD, CM 469 Oxoid Basingstoke Hampshire, UK). Kolonie typowe lub podejrzane o przynależność do rodzaju *Salmonella* były identyfikowane serologicznie i biochemicznie. Do określenia charakterystycznych cech biochemicznych pałeczek *Salmonella* użyto testu API 20 E. Typy serologiczne określano na podstawie zmodyfikowanego schematu Kauffmana-White'a, zaproponowanego przez Popoffa i Le Minora, z zastosowaniem surowic wyprodukowanych w Krajowym Ośrodku *Salmonella*.

Próbie kontrolną stanowiły próby z piersi indyków zanieczyszczone pałeczkami *Salmonella*, które zanurzano w wodzie jałowej przez 15 min. Każdy wariant doświadczenia powtórzono dziesięciokrotnie.

Zebrany w doświadczeniu materiał liczbowy opracowano statystycznie, posługując się testem t-Studenta oraz analizą korelacji.

Wyniki i dyskusja

Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tab. 1. i 2. Wpływ kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Liczba pałeczek *Salmonella* wyrosłych na podłożu agarowym z dodatkiem kwasu winowego (n=10).Count of *Salmonella* spp. grown on agar substrate with the addition of tartaric acid (n=10).

Typ pałeczek <i>Salmonella</i> spp. Type of <i>Salmonella</i> spp.	Stężenie kwasu winowego [%] Concentration of tartaric acid [%]										
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,1	0,25	0,5	1	1,5	2
	Liczba kolonii [jtk/ml] Number of colonies [CFU/ml]										
<i>S. Anatum</i>	$1,1 \times 10^8$	$4,6 \times 10^8$	$4,3 \times 10^8$	$4,3 \times 10^7$	$3,0 \times 10^7$	0	0	0	0	0	0
<i>S. Enteritidis</i>	$1,8 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$	$4,1 \times 10^7$	$4,1 \times 10^7$	0	0	0	0	0	0
<i>S. Typhimurium</i>	$2,0 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	0	0	0	0	0	0

Średnia liczba bakterii w próbkach kontrolnych bez dodatku kwasu winowego wynosiła w przypadku *S. Enteritidis* $1,8 \times 10^8$, *S. Anatum* $1,1 \times 10^8$, *S. Typhimurium* $2,0 \times 10^8$. Kwas winowy w podłożu agarowym o stężeniu 0,1 % całkowicie hamował wzrost wszystkich badanych szczepów. *S. Typhimurium* przy stężeniu [%]: 0,01, 0,02, 0,03 i 0,05 % rosła w liczbach mieszczących się w tym samym przedziale logarytmicznym, co w badaniu kontrolnym. O jeden cykl logarytmiczny w porównaniu z próbą kontrolną nastąpiło zmniejszenie *S. Anatum* i *S. Enteritidis* przy stężeniu 0,05 i 0,03 %. Powyższe drobnoustroje przy pozostałych badanych stężeniach rosły w tym samym przedziale logarytmicznym, co w badaniu kontrolnym.

Wyniki badań wpływu kwasu winowego na *Salmonella* Enteritidis na elementach tuszek indyjskich przedstawiono w tab. 2.

Analizując wyniki badań uzyskane po zanurzeniu elementów tuszek indyjskich w kwasie winowym, łatwo zauważyć, że wykrycie pałeczek *Salmonella* z próbek zależy od inoculum tych bakterii na powierzchni tuszki drobiowej. Przy kontaminacji 10^1 jtk pałeczek *Salmonella* na powierzchni elementu tuszki indyjskiej i zanurzeniu jej na 15 min w wodnym roztworze 1,5 lub 2 % kwasu winowego nie stwierdzono pałeczek *Salmonella*, a w przypadku 1 % kwasu winowego nastąpiło zmniejszenie liczby próbek, w których wykryto pałeczki *Salmonella*, w stosunku do liczby próbek kontrolnych. Przy kontaminacji 10^2 jtk pałeczek *Salmonella* Enteritidis na powierzchni części tuszki indyjskiej i zanurzeniu jej na 15 min w wodnym roztworze 1,5 i 2 % kwasu winowego następowało zmniejszanie się liczby próbek, w których wykryto pałeczki *Salmonella*, w stosunku do liczby próbek kontrolnych, natomiast w przy zastosowaniu 1 % kwasu nie zaobserwowano wpływu na wykrywalność pałeczek *Salmonella*. Przy kontaminacji 10^3 jtk na powierzchni tuszki indyjskiej zanurzonej w 1 i 1,5 % oraz 2 %

kwase winowym nie stwierdzono wpływu ww. stężeń kwasu na wykrywalność pałeczek *Salmonella*.

Tabela 2

Liczba próbek elementów tuszek indyjskich poddanych 15-minutowemu działaniu kwasu winowego, na których stwierdzono pałeczki *Salmonella* Enteritidis (n=10).

Number of samples of turkey carcass elements subjected to the effect of tartaric acid solution and with *Salmonella* Enteritidis found thereon (n=10).

Stężenie kwasu winowego Concentration of tartaric acid [%]	<i>Salmonella</i> Enteritidis nr 33/66				
	Rozcieńczenia (inoculum) Dilutions (inoculum)				
	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	8 ⁻⁸
	Liczba dodatnich wyników Number of positive results				
0	10	10	10	10	0
1	10	10	10	4	0
1,5	10	10	8	0	0
2	10	10	8	0	0

Prowadzone dotychczas badania [6, 11, 24] nad eliminowaniem pałeczek *Salmonella* pod wpływem czynników chemicznych na tuskach 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 [4]. 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 tuskach drobiowych pochodzących bezpośrednio z zakładów drobiarskich, nie poddawanych w laboratorium jakimkolwiek procesom zmierzającym do zlikwidowania mikroflory towarzyszącej.

Na podstawie wyników uzyskanych w badaniach własnych stwierdzono, że hamujący wpływ kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach bakteryjnych może mieć również miejsce na tuskach drobiowych. Niekorzystne działanie tych związków względem bakterii *Salmonella* było silniejsze w podłożach bakteryjnych niż w tuskach drobiowych.

W dostępnym piśmiennictwie brak jest szczegółowych informacji o wpływie kwasu winowego na różne wyjściowe liczby pałeczek *Salmonella* na tuszkach indyczych. Z danych jakie uzyskano z badań własnych wynika, że skuteczność przeciwbakteryjnego działania kwasu winowego jest zróżnicowana i zależy od jego stężenia oraz od wyjściowej liczby pałeczek *Salmonella* na tuszkach indyczych

Mechanizm unieszkodliwiającego działania kwasu winowego względem pałeczek *Salmonella* związany jest z obecnością zdysocjowanych cząstek oraz z niskim pH kwasów [4]. Prace wielu autorów [5, 22, 24] wskazują, że im wyższe jest stężenie kwasów organicznych, tym większa jest ich efektywność względem pałeczek *Salmonella*. W przypadku wysokiego stężenia kwasów w roztworach unieszkodliwiających pojawiają się w tuszkach zmiany sensoryczne [10]. Tamblyn i Conner [24] zaobserwowali zmiany takie, jak bladeść skóry oraz nieprzyjemny zapach przy stężeniu testowanych kwasów równym bądź większym niż 2 %. Z przeprowadzonych badań własnych wynika, że istnieje możliwość unieszkodliwiania pałeczek *Salmonella* na tuszkach drobiowych poprzez naniesienie na jego powierzchnię 1,5 % kwasu winowego, a 1 % kwas winowy powoduje znaczne zmniejszanie liczby próbek, w których wykrywano pałeczki *Salmonella*, w stosunku do liczby próbek kontrolnych. Takie stężenie ww. kwasu powoduje zahamowanie namnażania się pałeczek *Salmonella* i nie powoduje zmiany zapachu i barwy mięsa.

W opracowaniu statystycznym do weryfikacji odpowiednich hipotez statystycznych przyjęto poziom istotności $p = 0,10$. Analiza korelacji została przeprowadzona na liczbach logarytmowanych. W przypadku każdego badanego typu pałeczek *Salmonella* obserwowano istotną ujemną, na poziomie $p = 0,05$, zależność liczby bakterii od stężenia kwasu winowego. Współczynnik korelacji (r) przyjął wartość ujemną równą - 0,65.

Wnioski

1. Hamujący wpływ kwasu winowego w podłożach bakteryjnych był wysoki. Kwas ten w podłożu agarowym o stężeniu 0,1 % całkowicie hamował wzrost wszystkich badanych szczepów *Salmonella*.
2. Kwas winowy może być również wykorzystywany do niszczenia pałeczek *Salmonella* w tuszkach drobiowych. Niekorzystne działanie tego związku względem bakterii *Salmonella* było silniejsze w podłożach bakteryjnych niż w tuszkach drobiowych.
3. Wykrycie pałeczek *Salmonella* z próbek uprzednio zanurzonych w kwasie winowym zależy od liczby tych bakterii na powierzchni tuszki drobiowej. Przy kontaminacji 10^1 jtk pałeczek *Salmonella* na powierzchni elementu tuszki indyczej i zanurzeniu jej na 15 min w wodnych roztworach 1,5 i 2 % kwasu winowego nie stwierdzono pałeczek *Salmonella*.

Literatura

- [1] Antunesa P., Reub C., Sousab C., Peixeb L., Pestanab N.: Incidence of *Salmonella* from poultry products and their susceptibility to antimicrobial agents. *Int. J. Food Microbiology*, 2003, **82** (2), 97-103.
- [2] Breen P.J., Salari H., Compadre C.M.: Elimination of *Salmonella* contamination from poultry tissues by cetylpyridinium chloride solutions. *J. Food Prot.*, 1997, **60** (9), 1019-1021.
- [3] Bystron J., Kosek-Paszkowska K., Molenda J., Czerw M.: Occurrence of *Salmonella* spp. in chicken carcasses *Medycyna Wet.*, 2004, **60** (3), 225-336.
- [4] 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** (8), 684-688.
- [5] Dickson J.S., Anderson M.E.: Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: a review. *J. Food Prot.*, 1992, **55** (2), 133-140.
- [6] Dickson J. S., Nettles Cutter C. G., Siragusa G. R.: Antimicrobial effects of trisodium phosphate against bacteria attached to beef tissue. *J. Food Prot.*, 1994, **57** (11), 952-955.
- [7] Dorsa W. J., Cutter C. N., Siragusa G. R.: Effects of acetic acid, lactic acid and trisodium phosphate on the microflora of refrigerated beef carcass surface tissue inoculated with *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria innocua*, and *Clostridium sporogenes*. *J. Food Prot.*, 1997, **60** (6), 619-624.
- [8] ISO 6579: 1993(E). Microbiology – General guidance on methods for the detection of *Salmonella*.
- [9] Jetton. J.P., Bilgili S.F., Conner D.E., Kotrola J.S., Reiber M.A.: Recovery of salmonellae from chilled carcasses as affected by rinse media and enumeration method. *J. Food Prot.*, 1992, **55** (5), 329-333.
- [10] Kotula K., Thelappurate R.: Microbiological and sensory attributes of retail cuts of beef treated with acetic and lactic acid solutions. *J. Food Prot.*, 1994, **57** (8), 665-670.
- [11] Lillard H.S.: Effect of trisodium phosphate on salmonellae attached to chicken skin. *J. Food Prot.*, 1994, **57** (6), 465-469.
- [12] Lillard H.S.: The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and cross-contamination of broiler carcasses. *J. Food Prot.*, 1990, **53** (3), 202-204.
- [13] Mikołajczyk A., Radkowski M.: Elimination of *Salmonella* spp. by lactic acid. *Pol. J. Vet. Sci.*, 2002, **5** (3), 139-143.
- [14] Mikołajczyk A., Radkowski M.: *Salmonella* spp. on chicken carcasses in processing plants in Poland. *J. Food Prot.*, 2002, **65**, 1475-1479.
- [15] Mikołajczyk A., Radkowski M.: The occurrence of *Salmonella* spp. in turkeys investigation results from a slaughter and after-slaughter dressing line in Poland. *Fleischwirtschaft*, 2002, **32**, 52-54.
- [16] Mikołajczyk A., Radkowski M.: Zanieczyszczenie pałeczkami *Salmonella* indyków rzeźnych w zakładach drobiarskich. *Życie Weterynaryjne*, 2001, **7**, 376-378.
- [17] Mikołajczyk A., Radkowski M.: Zanieczyszczenie pałeczkami *Salmonella* kurcząt rzeźnych w zakładach drobiarskich. *Med. Wet.*, 2001, **57**, 745-747.
- [18] PN-ISO 6579 1998. Mikrobiologia. Ogólne zasady metod wykrywania pałeczek *Salmonella*.
- [19] Radkowski M., Mikołajczyk A.: Wpływ chlorku heksadecylopyridyniowego na unieszkodliwianie pałeczek *Salmonella* w mięsie. *Med. Wet.*, 2004, **60** (2), 150-253.
- [20] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki społecznej z dnia 18 września 2008 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych - wraz z załącznikami. *Dz. U.* 2008, nr 177 poz. 1094.
- [21] Russell S. M., Fletcher D. C., Walker J. M., Bailey J.S.: The effect of hydrogen peroxide and sodium bicarbonate rinses on the recovery of bacteria from broiler carcasses. *Poult. Sci.*, 1993, **72** (supp.1), 190-193.

- [22] Sawaya W.N., Elnawawy A.S., Al-Zenki S., Al-Otaibi J., Al-Omirah I.I., Al-Amiri H.: Storage stability of chicken as affected by MAP and lactic acid treatment. *J. Food Sci.*, 1995, **60** (3), 611-614.
- [23] Smulders F.J. M., Upmann M.: Verminderung der bakteriellen Belastung auf frischem Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 2000, **80**, 27-29.
- [24] Tamblin K.C., Conner D.E.: Bactericidal activity of organic acids against *Salmonella typhimurium* attached to broiler chicken skin. *J. Food Prot.*, 1997, **60** (6), 629-633.
- [25] Tsai Y.W., Ingham S.C.: Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in Acidic condiments. *J. Food Prot.*, 1997, **60**(7), 751-755.
- [26] Wang W.-Ch., Li Y., Slavik M., Xiong H.: Trisodium phosphate and cetylpyridinium chloride spraying on chicken skin to reduce attached *Salmonella typhimurium*. *J. Food Prot.*, 1997, **60** (8), 992-994.
- [27] Xiong H., Li Y., Slavik M.F., Walker J.T.: Spraying chicken skin with selected chemicals to reduce attached *Salmonella typhimurium*. *J. Food Prot.*, 1998, **61** (3), 272-275.

EFFECT OF TARTARIC ACID ON SALMONELLA SPP. IN MICROBIOLOGICAL MEDIA AND IN TURKEY CARCASSES

S u m m a r y

The objective of the investigations was to determine the effect of tartaric acid concentration on *Salmonella* spp. in microbiological substrates and poultry carcasses. The average bacteria counts in the control samples without tartaric acid were: as for *S. Enteritidis*: 1.8×10^8 ; as for *S. Anatum*: 1.1×10^8 ; and 2.0×10^8 in the case of *S. Typhimurium*. tartaric acid in 0.1 % concentration agar substrate totally inhibited the growth of all the *Salmonella* strains studied. With the concentration of 0.05 % and 0.03 % of tartaric acid, the count of *S. Anatum* and *S. Enteritidis* decreased by one logarithmic cycle if compared to the control sample. However, the count of *S. Typhimurium* grew by the numbers from the same logarithmic range as in the control investigation. The results of the investigations obtained after the turkey carcass elements were immersed in the tartaric acid prove that the fact whether or not the *Salmonella* spp. are detected in the samples depends on the inoculum of these bacteria on the surface of poultry carcasses. *Salmonella* spp. were not found when the surface of turkey carcass element was contaminated with 10^1 *Salmonella* spp. colony-forming-units (cfj) and immersed for 15 minutes in aqueous solutions of 1.5 % and 2 % tartaric acid. However, it was found that the contamination of 10^2 cfj resulted in a reduced number of samples, in which *Salmonella* spp. were detected compared to the number of control samples.

The inhibiting impact of tartaric acid on *Salmonella* spp. in bacterial substrates can also occur in the case of poultry carcasses. The unfavourable effect of this compound on *Salmonella* bacteria was stronger in the microbiological media than in the poultry carcasses.

Key words: *Salmonella*, tartaric acid, turkey carcasses, microbiological media ☒