

STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB

ZESZYT 54(8): 73-82

2017

Karol Abramczyk, Anna Gałązka

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

PAŁECZKI *SALMONELLA* I *ESCHERICHIA COLI* JAKO REALNE ZAGROŻENIE ZDROWIA LUDZI ORAZ JAKOŚCI GLEBY*

Słowa kluczowe: bakterie, *Salmonella*, *Escherichia coli*, zagrożenie zdrowia

Wstęp

Zachowanie właściwych relacji pomiędzy środowiskiem zwierzętami a człowiekiem jest rzeczą kluczową dla zachowania poprawnej homeostazy w środowisku. Współistnienie zwierząt i człowieka w środowisku oraz ich wzajemne zależności stwarzają potencjalne zagrożenie dla zdrowia. Duży problem stanowią choroby przenoszone ze zwierząt na człowieka (zoonozy). Powietrze, woda oraz gleba są w znaczący sposób zanieczyszczone przez rozwój przemysłu i intensyfikację rolnictwa. Zakażenia mikrobiologiczne w organizmach zwierząt przekładają się na skażenie żywności (11, 26, 28). Zanieczyszczone środowisko i skażona żywność są źródłem bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Niektóre z nich stanowią naturalną florę bakteryjną przewodu pokarmowego ludzi i zwierząt (48). Mogą one stanowić jednocześnie poważne zagrożenie zdrowia i powodować występowanie groźnych chorób ludzi i zwierząt.

Celem artykułu jest charakterystyka pałeczek *Salmonella* spp. i *Escherichia coli* z rodziny *Enterobacteriaceae* jako realnego zagrożenia zdrowia ludzi i zwierząt. Z uwagi na znaczną patogenność w stosunku do zwierząt i ludzi istnieje potrzeba stałego monitoringu pałeczek *Salmonella* i *E. coli* w poszczególnych komponentach środowiska oraz ich szybka identyfikacja.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

Pałeczki *Salmonella*

Naturalnym rezerwuarem bakterii z rodzaju *Salmonella* jest gleba, nawozy, zwierzęta dzikie (gryzonie, ptactwo) i domowe (psy, koty) a także ludzie chorzy lub nosiciele (17). *Salmonella* należy do Gram ujemnych (G-), względnie beztlenowych, nieruchliwych pałeczek, nie wytwarzających przetrwalników (5). Rodzaj *Salmonella* obejmuje dwa gatunki *S. bongori* i *S. enterica* (23, 54). Najważniejszą rolę w przeniesieniu bakterii *Salmonella* pełni gleba. Mimo, że w 1 g świeżej, żywej gleby może znajdować kilka miliardów bakterii (29) to obecnie znanych jest tylko 12% gatunków bakterii występujących w środowisku naturalnym (14, 30). *Salmonella* może przedostawać się do gleby wraz ze ciekami bytowo-gospodarczymi, wodami powierzchniowymi oraz szczątkami organizmów (61). Ponadto ważną rolę w transmisji pałeczek *Salmonella* mają gleby nawożone nawozami organicznymi (obornik, gnojowica); (21, 43 59). Zagrożenie dla gleby stwarzają także ścieki, osady ściekowe i nawozy na bazie osadów ściekowych, które również mogą zawierać pałeczki *Salmonella* (25). Mimo tego, że gleba dla bakterii *Salmonella* nie jest optymalnym środowiskiem bytowania, to pałeczki te mogą się w niej swobodnie namnażać (33).

Salmonella jest mikroorganizmem stosunkowo odpornym na warunki środowiska (55). Według literatury, przeżywalność pałeczek *Salmonellaw* glebie waha się od 6 do ponad 500 dni, co stwarza realne ryzyko skażenia roślin rolniczych, a tym samym może prowadzić do wywołania chorób u ludzi. Ponadto w dogodnych warunkach, bakterie te mogą migrować w głąb gleby i do wód gruntowych tworząc kolejne źródło potencjalnego zagrożenia (27, 31, 35). Żywotność *Salmonelli* tak jak innych bakterii jelitowych zależy w środowisku od wielu czynników i są to przede wszystkim: dostępności substancji odżywczej (materia organiczna), obecność glebowych mikroorganizmów autochtonicznych, temperatury, wilgotności, pory roku, nasłonecznienia, odczynu oraz struktury i typu gleby (60) a także od obecności w glebie mikroorganizmów antagonistycznych np. *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, grzybów i pierwotniaków (26).

***Salmonella* jako czynnik etiologiczny choroby u ludzi**

Duże zagrożenie dla zdrowia mogą powodować bakterie naturalnie bytujące w przewodzie pokarmowym zwierząt i ludzi, które są następnie wydalane z kałem. W kale może znajdować ogromna ilość różnego typu mikroorganizmów (48). Do zakażenia u ludzi może dochodzić przez zjedzenie produktów mięsnych, ciast, deserów lecz najbardziej niebezpieczne w wywoływaniu infekcji są niedogotowane lub surowe jaja (49). Głównym powodem zatruc pokarmowych wśród ludzi są bakterie *Salmonella*, a następnie *Escherichia coli* (20). W Polsce (1993-2000), zarejestrowane ogniska zatruc pokarmowych pałeczkami *Salmonella* stanowiły 89,4% ogólnej liczby zatruc. W przypadku zakażenia pałeczką *Salmonella* bakteria ta może powodować m. in. ostre zapalenie jelit, dur brzuszny (*Salmonella Typhi*), dur rzekomy (*Salmonella Paratyphi*

A, B i C), bakteriami i posocznicę. *Salmonella* może wywoływać także zakażenia skóry, układu moczowego, oddechowego, powodować ropnie narządów (16, 56).

Postać kliniczna salmonellozy u ludzi to najczęściej ostre zatrucie pokarmowe, schorzenia jelitowe lub niezyt żołądkowo-jelitowy. Objawy kliniczne to zazwyczaj: ból brzucha, nudności, wymioty i gorączka (18). Często może dochodzić do odwodnienia organizmu lub zakażeń układowych, szczególnie w przypadku niemowląt i osób starszych (18). Rzadziej występującymi postaciami salmonellozy jest zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych, zapalenie stawów, ropnie czy posocznica. Postacie te diagnozowane są u 5,2% ludzi mających bezpośredni kontakt z chorymi (50).

Szczególnie niebezpieczne są pałeczki *Salmonella* wywołujące zakażenia szpitalne. Wśród nich groźne są szczepy m. in. *Salmonella Enteritidis* *Salmonella Infantis*, które są często odporne na leki przeciwbakteryjne (26). Aktualnie w Polsce notuje się spadek liczby zakażeń wśród ludzi a najliczniejszym izolowanym serowarem pozostaje *Salmonella Enteritidis* (40). Każdego roku odnotowuje się około 1,3 mld chorób wywołanych bakteriami z rodzaju *Salmonella*, z czego około 3 mln przypadków kończy się zgonem (32). Mimo tego, że liczba zachorowań wśród ludzi w Polsce od 2000 r. sukcesywnie spada to sytuacja epidemiologiczna salmonelloz nie jest zadawalająca i wymaga dalszego monitorowania (26).

***Salmonella* jako czynnik etiologiczny choroby u zwierząt**

Potencjalne źródło zakażenia może dla zwierząt stanowić pochodząca z pastwisk gleba zanieczyszczona odchodami, a także ściekami, osadami ściekowymi czy gnojowicą (25). Ponad 66% wszystkich zidentyfikowanych szczepów *Salmonella* i 99% serowarów odpowiedzialnych za choroby u zwierząt stałocieplnych należy do podgatunku I *Salmonella enterica subsp. enterica* (7).

Wybrane serotypy bakterii *Salmonella* są przypisane do konkretnych gatunków zwierząt np. *S. Dublin* do bydła, *S. Choleraesuis* do trzody chlewnej, *S. Gallinarum* *S. Pullorum* do drobiu (26). Jak podaje (26) w Szkocji wśród wszystkich notowanych przypadków salmonellozy u zwierząt aż 73,1% stanowiła *Salmonella Typhimurium* DT104 występująca u bydła. W przypadku wystąpienia choroby u bydła mogły występować biegunka, ronienia i padnięcia cieląt (26). Rezerwuarem zarazków i potencjalnym zagrożeniem dla zdrowia są także dziko żyjące ptaki przebywające na fermach gdzie wystąpiły przypadki chorych zwierząt. Badania przeprowadzone na lisach w Norwegii dowiodły, że zwierzęta te poprzez zjedanie drobnych ptaków zakażonych *Salmonella Typhimurium* mogą być wskaźnikiem lokalnego skażenia środowiska przez te szczepy bakterii (36).

Najważniejszym rezerwuarem odzwierzęcej pałeczki *Salmonella* jest jednak drób (41, 54). Nosicielami pałeczek *Salmonella* może być drób domowy (głównie kury) jak i ptactwo ozdobne oraz dzikie (38). *Salmonella Enteritidis*, która dominuje wśród wszystkich serotypów ma zdolność zakażenia jajników przez co zarazki przenoszą się także na jaja (34). Zakażone jaja mogą być źródłem choroby dla piskląt. Monitoringiem

ochronnym pod względem salmonellozy są objęte w Polsce także stada gęsi, indyków i kaczek. Oprócz tego badane są pasze dla zwierząt i produkty mleczne, głównie sery (34). Jak podaje Bernard i in. (2) nosicielami pałeczek *Salmonella* są także płazy i gady (żółwie, jaszczurki, węże, gekony, iguany). Zwierzęta te są chętnie hodowane w prywatnych domach i mogą stać się dodatkowym źródłem zakażenia dla ludzi. Już 1946 roku notowano przypadki Salmonellozy u żółwi pochodzących z Galapagos (37). Obecnie dużą rolę w przenoszeniu tej choroby mają chętnie hodowane w Polsce żółwie słodkowodne (36). W Polsce notowano także zakażenia u kotów (47). W przypadku kotów nawet po ustąpieniu objawów ze strony układu pokarmowego zwierzęta te mogą jeszcze przez dwa tygodnie wydalać zarazki *Salmonella* wraz z kałem, natomiast pałeczki *Salmonella* mogą pozostawać w jamie ustnej, migdałach i węzłach chłonnych kotów (26).

Na uwagę zasługuje to, że zarówno w przypadku ludzi jak i zwierząt zakażenie pałeczkami *Salmonella* może przebiegać bezobjawowo z utajoną infekcją. Zakażone organizmy stają się nosicielami a zanieczyszczając środowisko swoimi wydaliniami stwarzają dodatkowe zagrożenie (4, 26).

Identyfikacja i diadnastyka pałeczek *Salmonella*

Najczęściej występującym serotypem wywołującym choroby w Polsce i Europie jest *Salmonella Enteritidis*. W związku z pojawianiem się każdego roku nowych serotypów zarazków, które należy szybko zidentyfikować konieczne jest stosowanie w tym celu różnych metod. Jedną z metod identyfikacji pałeczek *Salmonella* są testy lateksowe - Lateks *Salmonella* (LS) służące do oznaczania grupowych antygenów bakterii *Salmonella* w mieszanych hodowlach bakteryjnych na podłożu SF i w czystych hodowlanych podłożu stałym (12). Jedną z najszybszych metod diagnostycznych pałeczek *Salmonella* jest technika PCR (*Polymerase Chain Reaction*) pozwalająca na szybkie zidentyfikowanie pałeczek z rodzaju *Salmonella* (42).

Pałeczki *Escherichia. coli*

Pałeczka okrężnicy *Escherichia coli* została odkryta przez austriacko-niemieckiego pediatrę oraz bakteriologa Theodora Eschericha w 1885 roku. Z powodu odnalezienia jej w okrężnicy pierwotnie zwano ją „bacterium coli commune” (45).

Bakterie *Escherichia coli* należą do Gram-ujemnych (G-), względnie beztlenowych pałeczek z rodziny *Enterobacteriaceae* o długości około 2 μm. Ze względu na zróżnicowaną budowę natygenową gatunek *E. coli* dzieli się na ponad 180 serotypów (45). Naturalnym rezerwuarem tej bakterii jest przewód pokarmowy ludzi i zwierząt. Pałeczki *E. coli* są również powszechnie obecne w środowisku, zwłaszcza w glebie, wodzie i na roślinach (57). Charakteryzują się stosunkowo niską odpornością na warunki środowiska. Ginie po około 20 minutach ogrzewania w temperaturze 60 °C, jest wrażliwa na większość środków dezynfekcyjnych. Optymalna temperatura

wzrostu *E. coli* to 30-37° C, natomiast w kale o temperaturze 0 °C jest w stanie przeżyć kilka miesięcy (45). Znaczna większość pałeczek *E. coli* występuje w przewodzie pokarmowym tylko przejściowo i ma niewielki lub żaden wpływ na gospodarza. Niewielka liczba szczepów ma zdolność kolonizacji jelit przez miesiące i lata żyjąc w symbiozie z innymi składnikami mikroflory jelitowej (19).

***Escherichia coli* jako czynnik etiologiczny choroby u ludzi**

E. coli w jelicie grubym zwierząt stałocieplnych i człowieka spełnia szereg pozytywnych funkcji tj. uczestniczy w procesie rozkładu resztek pokarmu, syntezie witamin (B1, B12, K oraz wit. C) oraz kwasu foliowego. Ponadto kolonizuje skórę, błony śluzowe jamy ustnej oraz układ oddechowy (45).

Mimo tego, że pałeczki występują naturalnie w przewodzie pokarmowym człowieka mogą być dla niego potencjalnie chorobotwórcze. W przypadku szczepów oportunistycznych bakterie te mogą kolonizować wiele tkanek oraz miejsc w organizmie gospodarza. Posiadają wiele genotypów i fenotypów i poprzez szeroki wachlarz czynników zjadliwości wywołują wiele klinicznych objawów (22). Liczne szczepy *E. coli* mogą wywoływać jelitowe i pozajelitowe zakażenia u ludzi, zarówno tych całkowicie zdrowych jak i tych z obniżoną odpornością (8, 9). Mechanizm przechodzenia *E. coli* z formy komensala do postaci chorobotwórczej jest możliwy dzięki ruchomej puli genów wymienianej między spokrewnionymi bakteriami. Pałeczka okrężnicy ma zdolność horyzontalnej wymiany genów (ang. *horizontal gene transfer*, HGT) gdzie platformami niosącymi geny adaptacyjne są ruchome elementy genetyczne (52). Komórki bakterii nabywają obce DNA na drodze transformacji (wychwytywanie wolnego DNA), transdukcji (za pośrednictwem DNA bakteriofaga) lub koniugacji (przekazywanie plazmidów); (46). *E. coli* może nabywać właściwości pochodzące od licznych gatunków bakterii (np. inna *E. coli*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp.) i w ten sposób przekształcić się w mikroorganizm patogeniczny mogący wywoływać różne objawy chorobowe (52).

Zakres patogeniczności *E. coli* jest bardzo szeroki. Pałeczki te są czynnikiem etiologicznym m.in. zakażenia dróg moczowych, zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych i dolegliwości biegunkowych (26). Obok częstych zakażeń dróg moczowych bakterie *E. coli* wywołują zakażenia wewnątrzbrzuszne (*cholangitis/cholecystitis, appendicitis, peritonitis*). Często też uczestniczą w zapaleniach płuc i bakteriamiach (9). Spośród innych gatunków z rodziny *Enterobacteriaceae* pałeczki *E. coli* są również najczęściej izolowane z krwi (około 3-5%); (8, 15). Ponadto oportunistyczne szczepy powodują zapalenie otrzewnej (translokacja z jelita grubego), zapalenia kości, szpiku i mięśni oraz ropnie narządowe i zakażenia pooperacyjne. *E. coli*, spośród wszystkich pałeczek Gram-ujemnych. (G-) jest również czynnikiem najczęściej wywołującym sepsę (45). Szczególnie niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego są szczepy *Escherichia coli* wytwarzające shigatoksyny/werotoksyny zwane STEC (*Shigatoxin-producing Escherichia coli*) lub VTEC (*Verotoxin-producing Escherichia*

coli). Patogenne dla ludzi szczepy *E. coli* w obrębie patotypu STEC nazywane są również enterokrwotocznymi – EHEC (enterohaemorrhagic *E. coli*); (53).

Źródła zakażenia człowieka szczepami STEC *E. coli* są m. in.: skażona bakteriami woda lub produkty pochodzenia zwierzęcego (mięso, mleko) lub roślinnego (nasiona, owoce, warzywa). Człowiek może ulec zakażeniu także poprzez bezpośredni kontakt ze zwierzętami lub ich wydaliniami (53).

Spśród 100 szczepów patogennych dla człowieka wytwarzających Shigatoksynę dwa mają największe znaczenie kliniczne i są to serotypy O157:H7(58) i O104:H4 (53).

Enterokrwotoczne szczepy *E. coli* (w tym O157:H7 i O104:H4) mogą u ludzi wywoływać zakażenia w szerokim zakresie: od biegunek łagodnych do krwotocznych z ostrym przebiegiem oraz nasilające się dysfunkcje nerek tzw. zespół hemolityczno-mocznicowy (ang. *haemolytic-uraemic syndrome* HUS). U małych dzieci poniżej 5. roku życia i noworodków dysfunkcja nerek może mieć przebieg ciężki, a w przypadku tych ostatnich może to prowadzić do znacznego odwodnienia lub posocznicy (13).

Zespół hemolityczno-mocznicowy u dorosłych ludzi może być sporadycznie przyczyną zejścia śmiertelnego.(53). W przypadku zakażenia szczepami STEC okres inkubacji choroby trwa 3-8 dnia objawami są zapalenie żołądka i jelit lub wyłącznie okrzężnicy o ostrym przebiegu. Często występują wymioty i gorączka niskiego stopnia (1, 53). Ponadto w przebiegu choroby obserwuje się niedokrwistość hemolityczną i spadek poziomu płytek krwi (1).

***Escherichia coli* jako czynnik etiologiczny choroby u zwierząt**

Szczepy *E. coli* wytwarzające toksyny Shiga są również chorobotwórcze w stosunku do zwierząt. Są to zazwyczaj szczepy typu STEC lecz odmienne od serotypu O104:H4.

Pałeczki patogenne dla zwierząt także u ludzi mogą wywoływać zaburzenia żołądkowo-jelitowe, a ich źródłem są produkty pochodzenia zwierzęcego (mięso, mleko); (1). Enterokrwotoczne pałeczki *E. coli* (EHEC) nie należące do serotypu O104:H4. izolowane są co roku w różnych częściach świata. Obecnie enterokrwotoczne pałeczki *E. coli* izolowane są od zwierząt (owiec, kóz, bydła) u których nie stwierdzono objawów chorobowych lub też z przypadków gdzie wystąpiła biegunka (6). W przypadku bydła choroba występuje stosunkowo rzadko. Zwierzęta te są raczej bezobjawowymi nosicielami szczepów STEC i stanowią największe zagrożenie pod względem transmisji zarazków na ludzi (53).Bezobjawowe nosicielstwo *E. coli* w obrębie patotypu STEC występuje rzadziej niż u przeżuwaczy, w przypadku świń (3) i drobiu (26).

Podsumowanie

Pałeczki Gram-ujemne (G-) z rodziny *Enterobacteriaceae* stanowią potencjalnie duże zagrożenie jako zanieczyszczenie biologiczne środowiska i czynnik etiologiczny wielu chorób u ludzi i zwierząt. Mimo, że niektóre z nich (*Escherichia coli*) stanowią naturalną mikroflorę przewodu pokarmowego, mogą z komensali przekształcać się w formy patogenne wywołujące ciężkie choroby.

Z uwagi na liczne drogi zakażenia (skażona żywność, kontakt ze zwierzętami oraz ich wydaliniami, środowisko zanieczyszczone kałem) i znaczną chorobotwórczość, pałeczek z rodzaju *Salmonella* i *E. coli* powinny być szybko identyfikowane i diagnozowane jako czynnik etiologiczny chorób.

Literatura:

1. Anonim.: European Food Safety Authority. Scientific Report of EFSA. Urgent advice on the public health risk of Shiga-toxin producing *Escherichia coli* in fresh vegetables. EFSA Journal, 2011, **9 (6)**: 2274, 1-50.
2. Bertrand S., Rimhanen-Finne R., Weill F. X., Rabach W., Thornton L., Perevscikovs J., van Pelt W., Heck M.: *Salmonella* infections associated with reptiles: the current situation in Europe. Eurosurveillance, 2008, **13**: 264-269.
3. Bonardi S., Brindani F., Pizzin G., Lucidi L., D'Incau M., Liebana E., Moabito S.: Detection of *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica* and verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 in pigs at slaughter in Italy. Int. J. Food Microbiol., 2003, **85**: 101-110.
4. Budzińska K.: Ocena sanitarno-higieniczna osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków zakładów mięsnych. Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. BTN, 1999, seria B **45**: 145-159.
5. Burbianka M., Pliszka A., Burzycka H.: Mikrobiologia żywności. PZWL, 1983, Warszawa.
6. Caprioli A., Moabito S., Brugere H., Oswald E.: Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*: emerging issues on virulence and modes of transmission. Vet. Res., 2005, **36**: 289-311.
7. Chan K., Baker S., Kim C.C., Detweiler C.S., Dougan G., Falkow S.: Genomic Comparison of *Salmonella enterica* Serovars and *Salmonella bongori* by Use of an *S. enterica* Serovar Typhimurium DNA Microarray. J. Bacteriol., 2003, **185(2)**: 553.
8. Daniluk T., Ściepuk M., Fieduruk K., Zaremba M. L., Rożkiewicz D., Ołdak E.: Częstość występowania i wrażliwość na antybiotyki szczepów *Escherichia coli* i *Klebsiellapneumoniae* izolowanych od dzieci hospitalizowanych w Uniwersyteckim Szpitalu Dziecięcym w latach 2004-2007. Nowiny Lekarskie, 2008, **77(4)**: 265-272.
9. Denton M.: *Enterobacteriaceae*. Int. J. Antimicrob. Agents., Suppl., 2007, **3**: 9-22
10. Dipineto L., Santaniello A., Fontanella M., Lagos K., Fioretti A., Menna L.F.: Presence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 in living layer hens. Lett. App. Microbiol., 2006, **43**: 293-295.
11. Dzwolak W.: Doskonalenie systemów zarządzania bezpieczeństwem żywności, Przemysł Spożywczy, 2011, **2**: 6-11.
12. Filczak K.: Ocena przydatności odczynu lateksowego do szybkiego wykrywania antygenów pałeczek *Salmonella* w próbkach materiału klinicznego w trakcie rutynowych badań diagnostycznych. Problemy Lek., 1992, **30(3-4)**: 189-194.
13. Frank C., Werber D., Kramer J.P., Askar M., Faber M., an der Heiden M., Bernard H., Fruth A., Prager R., Spode A., Wadl M., Zoufaly A., Jordan S., Stark K., Krause G.: Epidemic profile of Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* O104:H4 outbreak in Germany – preliminary report. N. Engl. J. Med., 2011, **365**: 1-11.
14. Gałązka A., Łyszcz M., Abramczyk B., Furtak K., Grządziel J., Czaban J., Pikulicka A.: „Bioróżnorodność środowiska glebowego – Przegląd parametrów i metod w analizach różnorodności biologicznej gleby”. Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG-PIB., 2016, 49.
15. Gaynes R., Edwards J.R.: National Nosocomial Infections Surveillance System, Overview of nosocomial infections caused by Gram-negative bacilli. Clin. Infect. Dis., 2005, **41**: 848-54.

16. Ghafari M., Bakhshi B., Reza Pour Shafi M., Mozafari N. A., Salimi M., Roosta F.: Investigation of genetic diversity of *Salmonella enterica* strains isolated from patients by Pulsed Field Gel Electrophoresis. BMC Proc, 2011, **5(1)**: 95.
17. Gliński Z., Kostro K.: 2009. Zwierzęta nieudomowione źródłem chorób odzwierzęcych-zoonotyczne bakterie. Życie Wet., 2009, **84(9)**: 718-722.
18. Gónera E., Magdzik W., Naruszewicz-Lesiuk D., Zieliński A. (red.): Choroby zakaźne i pasożytnicze – epidemiologia i profilaktyka. Wydanie VI Wydawnictwo Alfa Medica Press, 2007, 273-278.
19. Gordon D.M., Stern S.E., Collignon P.J.: Influence of the age and sex of human hosts on the distribution of *Escherichia coli* ECOR groups and virulence traits. Microbiology, 2005, **151**: 15-23.
20. Górecka A.: 2010. Jakość i bezpieczeństwo żywności (zagrożenia bezpieczeństwa żywności), „Przemysł Spożywczy”, 2010, **1**: 46-47.
21. Holley R.A., Arrus K.M., Ominski K.H., Tenuta M., Blank G.: *Salmonella* survival in manure-treated soils during simulated seasonal temperature exposure. J. Environ. Qual., 2006, **35**: 170-1180.
22. Huang D.B., Mohanty A., DuPont H.L., Okhuysen P.C., Chiang T.: A review of an emerging enteric pathogen: enteroaggregative *Escherichia coli*. J. Med. Microbiol., 2006, **55**: 1303-1311.
23. Kałużewski S., Szych J.: Nowelizacja metodyki wykrywania i identyfikacja pałeczek z rodziny *Enterobacteriaceae*. PZH. Zakład promocji zdrowia i Szkolenia Podyplomowego, 1999, Warszawa.
24. Kępińska M.: Analiza epidemiologiczna zatruc pokarmowych w Polsce w porównaniu z danymi Unii Europejskiej. Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, 2006, **2(47)**: 382–388.
25. Kłapeć T. 2004. *Salmonella* bacteria as an indicator of sanitary evaluation of sewage sludge used for fertilizer production. Pol J Environ Stud., 2004, **13**: 126-128.
26. Kłapeć T., Stroczyńska-Sikorska M.: Salmonellozy jako wciąż aktualne zagrożenie środowiskowe dla ludzi i zwierząt. Medycyna środowiskowa, 2011, **14(1)**: 79-84.
27. Kluczek J. P. 1995. Problemy mikrobiologicznego skażenia gleby. Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. BTN, 1995, seria B **43**: 5-27.
28. Kołożyn-Krajewska D.: Higiena produkcji żywności, Wydawnictwo SGGW, 2007, Warszawa.
29. Łowiński Ł., Dach J.: Termofilne kompostowanie liści kasztanowca z osadami ściekowymi jako metoda unieszkodliwiania zagrożenia szrotówkiewkastanowcowiaczkciem. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2006, **51(2)**: 108-111.
30. Łyszcz M., Gałązka A.: Wybrane metody molekularne wykorzystywane w ocenie bioróżnorodności mikroorganizmów glebowych. Post. Mikrob., 2016, **55(3)**: 309-319.
31. Mawdsley J. L., Bardgett R.D., Merry R. J., Pain B. F., Theodorou M. K.: Pathogens in livestock waste, their potential for movement through soil and environmental pollution. Appl. Soil Ecol., 1995, **2**: 1-15.
32. Misiewicz A., Goncerzewicz A.: Wykrywanie bakterii salmonella metodami molekularnymi w produktach żywnościowych. Zeszyty Prob. Post. Nauk Roln., 2013, **573**: 3–11.
33. Olszewska H., Paluszak Z., Szejniuk B.: Przeżywalność *Salmonella enteritidis* w warunkach laboratoryjnych w glebie, gnojowicy i ścieku komunalnym. Roczn. Nauk. Zoot., 1999, **26**: 275-285.
34. Osek J., Wieczorek K.: Choroby odzwierzęce i ich czynniki etiologiczne w Raporcje Europejskiego Urzędu do spraw Bezpieczeństwa żywności za 2008 r. Życie Wet., 2010, **85(4)**: 315-324.
35. Paluszak Z., Olszewska H., Kluczek J.P.: Skażenie mikrobiologiczne gleby w następstwie stosowania gnojowicy bydłowej. Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. BTN, 1995, seria B **43**: 35-49.
36. Pęconek J., Szczawiński J., Szczawińska M.: Żółwie a salmonellozy u ludzi. Życie Wet., 2009, **84(9)**: 733-734.
37. Pęconek J.: Charakterystyka pałeczek *Salmonella* występujących u żółwi w Polsce i wytwarzanej przez nie enterotoksyny. I. Charakterystyka szczepów *Salmonella* wyizolowanych od żółwi. Przegl. Epidemiol., 1984, **38**: 273-280.

38. Piasecki T.: Ocena stanu zdrowotnego gołębni miejskich w aspekcie zagrożenia zdrowia ludzi. *Medycyna Wet.*, 2006, **62(5)**: 531-535.
39. Rabinowitz P.M., Gordon Z., Odofin L.: Pet-related infections. *Amer. Fam. Physician*, 2007, **76**: 1314-1322.
40. Rabsch W., Prager R., Koch J., Stark K., Roggentin P., Bockemühl J., Beckmann G., Stark R., Siegl W., Ammon A.: Molecular epidemiology of *Salmonella entericaserovar* Agona: characterization of a diffuse outbreak caused by aniseed-fennel-araway infusion. *Epidemiol Infect.*, 2005, **133**: 837-844.
41. Rzedzicki J., Kołodziejczyk A., Tokarzewski S., Boś M.: Niektóre aspekty epidemiologiczne salmonelozy ptaków. *Medycyna Wet.*, 2000, **56(2)**: 79-84.
42. Salwa A., Przewoski W., Strzałkowski L., Burkiewicz A.: Identyfikacja drobnoustrojów z rodzaju *Salmonella* w oparciu o technikę PCR. *Medycyna Wet.*, 2001, **57(5)**: 349-352.
43. Santamaria J., Toranzos G.A.: Enteric pathogens and soil: a short review. *Int. Microbiol.*, 2003, **6**: 5-9.
44. Scheutz F., Strockbine N.A.: Genus I. *Escherichia* Castellani and Chalmers 1919, 941 TAL. W: *Bergey's manual of systematic bacteriology*, Second Edition, (The Proteobacteria. Part B „The Gammaproteobacteria”, Brenner DJ, Krieg NR, Stanley J.T. – eds. volume two), 2005, **2**: 607-24.
45. Simon K., Janocha J.: Epidemia EHEC (*Escherichia coli* O104:H4) w Europie w 2011 roku – Problemy kliniczne i terapeutyczne. *Przegl. Epidemiol.*, 2012, **66**: 73 - 77.
46. Skippington E., Ragan M.A.: Phylogeny rather than ecology or lifestyle biases the construction of *Escherichia coli*-*Shigella* genetic exchange communities. *Open Biol.*, 2012, **2**: 102-112.
47. Sławoń J., Saba L., Bis-Wencel H., Wencel C.: Palczki *Salmonella* w środowisku ferm mięszożernych zwierząt futerkowych. *Medycyna Wet.*, 1994, **50(11)**: 545-548.
48. Smyła A., Piotrowska-Seget Z., Tyflewaska A.: Pathogenic bacteria hazard in surface waters. *AUMC Limnological Papers*, Toruń, 2003, **110(13)**: 159 - 169.
49. Stephens N., Sault C., Firestone S.M., Lightfoot D., Bell C.: Large outbreaks of *Salmonella Typhimurium* phage type 135 infections associated with the consumption of products containing raw egg in Tasmania. *Commun. Dis. Intell.*, 2007, **31**: 118-124.
50. Stypułkowska-Misiurewicz H.: Aktualne problemy epidemiologiczne shigelloz i salmonelloz. *Mikrobiol. Med.*, 1996, **2(7)**: 37-43.
51. Szejniuk B., Wasilewski P., Kubisz L., Szrajda P., Wroński G.: Eliminacja Bakterii *Salmonella* Senftenberg W₇₅₅ w uprawie wybranych roślin rolniczych. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2007, **6(4)**: 73-81.
52. Tenaillon O., Skurnik D., Picard B., Denamur E.: The population genetics of commensal *Escherichia coli*. *Nat. Rev. Microbiol.*, 2010, **8**: 207-217.
53. Truszczyński M., Pejsak Z.: Epidemia wywołana przez werotoksyczny serotyp O104:H4 *Escherichia coli* za pośrednictwem żywności pochodzenia roślinnego. *Życie Wet.*, 2011, **86(9)**: 680-682.
54. Truszczyński M., Pejsak Z.: Zoonotyczne nosicielstwo *Salmonella spp.* u świń. 2015, **90(7)**: 435-439.
55. Venglovsky J., Placha I., Vargova M., Sasakova N.: Viability of *Salmonella typhimurium* in the solid fraction of slurry from agricultural wastewater treatment plant stored at two different temperatures. 9th Int. Cong. Anim. Hyg., Helsinki, 1997, **2**: 805-810.
56. Virella V. G.: *Mikrobiologia i choroby zakaźne*. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, 2000, Wrocław.
57. Watkinson A.J., Micalizzi G.R., Bates J.R., Costanzo S.D.: Novel method for rapid assessment of antibiotic resistance in *Escherichia coli* isolates from environmental waters by use of a modified chromogenic agar. *Appl Environ Microbiol.*, 2007, **7(7)**: 2224-2229.
58. Weiner M.: Shigatoksyczne enterokrwotoczne szczepy *Escherichia coli* – nowe czy dobrze znane zagrożenie? *Życie Wet.*, 2011, **86(7)**: 507-514.

59. You Y., Rankin S.C., Aceto H.W., Benson C.E., Toth J. D., Dou Z.: Survival of *Salmonella entericaserovarnewport* in manure and manure-amended soils. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2006, **72**: 5777-5783.
 60. Zaleski K.J., Josephson K.L., Gerba C.P., Pepper I.L.: Survival, growth and regrowth of enteric indicator and pathogenic bacteria in biosolids, compost, soil and land applied biosolids. *J. Res. Sci. Technol.*, 2005, **2**: 49-63.
 61. Zmysłowska I.: *Mikrobiologia ogólna i środowiskowa*, Wyd. UWM, 2003, Olsztyn.
-

Adres do korespondencji:

dr Karol Abramczyk
Zakład Mikrobiologii Rolniczej
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. 81 47 86 960
e-mail: kabramczyk@iung.pulawy.pl