

# ***Yersinia enterocolitica*** **– ważny odzwierzęcy patogen człowieka**

MARIAN TRUSZCZYŃSKI

Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Truszczyński M.

## ***Yersinia enterocolitica* – an important zoonotic human pathogen**

### Summary

Having in mind the growing importance of *Yersinia enterocolitica* as a zoonotic pathogen, data essential for veterinary surgeons were reviewed. They included properties of this microorganism and media for its cultivation, specifically adapted for isolation and identification, such as VYE agar and CIN agar. The wide distribution of *Y. enterocolitica* in nature, in aquatic and animal reservoirs, containing strains pathogenic for humans, was underlined. The mechanism of pathogenicity of *Y. enterocolitica*, being very similar to that of opportunistic, facultatively pathogenic enteric bacteria – such as *Salmonella*, *Campylobacter* spp. and verotoxin-producing *Escherichia coli* strains – was characterized. The association of *Y. enterocolitica* biogroups and serogroups, including geographic and ecologic distribution, with the possibility of causing disease in humans was discussed. It was stated that strains belonging to serogroups O:3, O:8 and O:9 are associated especially with the pig and are a major cause of foodborne diseases of humans. In addition *Y. enterocolitica* chromosomal and plasmid-encoded virulence determinants were characterized including causing attachment and invasion of this microorganism in the intestines as well as fluid secretion with the clinical consequence of diarrhea. Attempts to eliminate *Y. enterocolitica* from pig herds were recommended as an important action in the prophylaxis of human yersiniosis.

**Keywords:** *Yersinia enterocolitica*, reservoirs, pathogenicity, prophylaxis

Jak wynika z piśmiennictwa, dotyczącego *Yersinia enterocolitica* (3, 4), pierwsze publikacje na ten temat pochodzą z lat 30. i 40. ubiegłego stulecia. Wskazują one na chorobotwórczość tego drobnoustroju dla człowieka, z umiejscowieniem procesu chorobowego w przewodzie pokarmowym lub rzadziej poza jego obrębem, np. w postaci ogólnego zakażenia krwi lub ropni podskórnych i narządów wewnętrznych. Obecna nazwa została nadana w 1964 r. Podkreślała ona podobieństwo z *Yersinia pseudotuberculosis*, drobnoustrojem znacznie lepiej wtedy poznany. Dodatkowo wskazywała na jego szczególną rolę w wywoływaniu stanów zapalnych przewodu pokarmowego, co określało słowo „enterocolitica”. Głównym źródłem zarazki okazała się żywność zwierzęcego pochodzenia, a rezerwuarem – zwierzęta rzeźne. Narastające znaczenie toksykoinfekcji pokarmowych człowieka, w których jednym z głównych czynników etiologicznych okazał się ten drobnoustrój, pobudzało badaczy do podejmowania badań kompleksowych w tej dziedzinie. Przyczyniły się one, do chwili obecnej licząc, do znacznego poszerzenia wiedzy, zwłaszcza dzięki metodom badawczym, uwzględniającym osiągnięcia biologii molekularnej i genetyki oraz nowym danym, dotyczącym rezerwuarów *Y. enterocolitica*, mechanizmów jej

chorobotwórczości, jak również profilaktyki odzwierzęcej infekcji człowieka, z udziałem specjalistów weterynaryjnych. Wobec nielicznych publikacji w piśmiennictwie polskim za uzasadnione uznano zatem przedstawienie wymienionej tematyki w niniejszym opracowaniu.

### **Właściwości**

*Yersinia enterocolitica* jest Gram-ujemną pałeczką. Stanowi jeden z gatunków, obok *Y. pestis*, *Y. pseudotuberculosis* oraz innych, rodzaju *Yersinia*, zaliczonego do rodziny *Enterobacteriaceae* (3, 4). W hodowli na podłożu płynnym, w temperaturze 22-25°C, ma rzęski wraz z antygenami H, które nie wykształcają się, lub w minimalnym stopniu, w temperaturze 37°C. W uprzednio podanych granicach temperatur wytwarza antygeny O, receptory bakteriofagowe i oporną na mannozę hemaglutyninę. W obrębie gatunku rozróżnia się co najmniej 34 serogrupy O i 25 serogrup H. Różnice we właściwościach biochemicznych szczepów *Y. enterocolitica* dają podstawę do ustanowienia 5 biogrup, o symbolach: 1A, 1B, 2, 3, 4, 5 (3, 4).

Do izolacji *Y. enterocolitica* z materiału chorobowego, treści jelit, kału lub produktów żywnościowych stosowane jest, trwające do 3 tygodni w temperaturze

lodówki (około 4°C), wzbogacanie wzrostu w nie-wybióranych pożywkach płynnych (12). Do hodowli w temperaturze 22-25°C używane są następnie płynne pożywki selektywne, z przeciwbakteryjnymi substancjami (np. irgasanem), na które oporna jest *Y. enterocolitica* bardziej niż inne gatunki bakterii (27). Tolerancja *Y. enterocolitica* na wysokie pH też bywa wykorzystywana do hamowania wzrostu innych, towarzyszących drobnoustrojów (17).

Hodowlę *Y. enterocolitica* uzyskuje się na większości stosowanych do izolacji bakterii jelitowych pożywkach stałych (4). Ze względu na to, że *Y. enterocolitica* fermentuje laktozę powoli, kolonie na takich podłożach jak agar MacConkey są po 24 godzinnej inkubacji bezbarwne. *Y. enterocolitica* rozkłada sacharozę i ksylozę. Z tego względu kolonie na agarze Hektoen-Enteric (HE), zawierającym sacharozę oraz pożywkach z ksylozą odpowiadają barwą koloniom szeregu gatunków flory jelitowej, co uniemożliwia różnicowanie. Dodatkowo, kolonie *Y. enterocolitica* po 24 godzinach inkubacji pożywek stałych w temperaturze 37°C mają wielkość końca szpilki i z reguły są pokrywane przez większe kolonie innych przedstawicieli flory jelitowej. Wskazany jest zatem analogiczny posiew z badanego materiału do hodowli w temperaturze 25°C przez 24 godziny (wtedy wzrost innych gatunków flory jelitowej jest mniej obfity) i ewentualnie kontynuowanie wzrostu przez następne 24 godziny, a następnie poszukiwanie po tych okresach na podłożu kolonii o małych rozmiarach. Do izolacji zalecane są też stałe podłoża wybiórcze, specjalnie opracowane dla *Y. enterocolitica*, jak np. agar VYE (13). Head i wsp. (14), wykonując badania porównawcze z uwzględnieniem szeregu podłoży, wykazali, że najbardziej przydatny jest agar CIN. Następuje na nim silne hamowanie wzrostu normalnej flory jelitowej, podczas gdy pojawiające się po inkubacji kolonie *Y. enterocolitica* charakteryzują się ciemnoczerwonymi centrami i brzegami stanowiącymi strefę przezroczystą. Barwa czerwona związana jest z fermentacją mannitolu. Fukushima (13) opracował, oprócz poprzednio wymienionej pożywki VYE, zmodyfikowane podłoże CIN, zawierające eskulinę. Na tej pożywce zjadliwe, nie hydrolizujące eskuliny szczepy *Y. enterocolitica*, rosną w postaci kolonii barwy czerwonej (fermentacja mannitolu), co umożliwia odróżnienie od szczepów niezjadliwych oraz od innych gatunków rodzaju *Yersinia*, które tworzą kolonie barwy ciemnej i strefę ciemną wokół nich jako wynik hydrolizy eskuliny. W identyfikacji gatunku pomocne jest badanie biochemiczne, w tym w warunkach beztlenowych fermentacja glukozy, określenie wytwarzania urazy oraz ruchu w temperaturze 25°C, a nie 37°C (4). Inne próby stanowiące podstawę odróżnienia *Y. enterocolitica* od innych gatunków rodzaju *Yersinia*, jak: *Y. pseudotuberculosis*, *Y. pestis*, *Y. fredericksonii*, *Y. intermedia*, *Y. kristensenii*, *Y. moldareti*, *Y. bercovieri*, *Y. aldovae*, *Y. rhodei* i *Y. ruckeri* przedstawia następująca publi-

kacja (4). Zawarte są w niej również testy biochemiczne umożliwiające zaliczanie szczepów *Y. enterocolitica* do wymienionych uprzednio biogrup.

Właściwości *Y. enterocolitica*, z uwzględnieniem danych z zakresu biologii molekularnej i genetyki omawia Bottone (3, 4), wybitny badacz tego drobnoustroju.

### Rezerwuary zarazka

*Y. enterocolitica* jest szeroko rozprzestrzeniona w przyrodzie. Występuje w zbiornikach wodnych, ściekach, odchodach oraz w przewodzie pokarmowym licznych gatunków zwierząt gospodarskich, jak: świnie, bydło, owce, kozy, drób. Nosicielami wymienionego drobnoustroju są też zwierzęta towarzyszące człowiekowi, jak psy i koty oraz zwierzęta nieudomowione, w tym gryzonie, zające, lisy.

Znaczącym rezerwuarem jest mięso i produkty mięsne, mleko i produkty mleczne, żywność morską i roślinnego pochodzenia (3).

Mimo kolonizowania dużej liczby gatunków zwierząt i tworzących się z tych źródeł rezerwuarów środowiskowych, główna rola w zakażeniu człowieka chorobotwórczymi szczepami *Y. enterocolitica* związana jest ze świnia. Ustalono to, określając zależność między konsumpcją lub kontaktami z surowym mięsem wieprzowym, lub za nisko poddanym obróbce termicznej a analogicznymi produktami od innych gatunków zwierząt rzeźnych. Szczególnie niebezpiecznym źródłem zarazka okazały się jelita wieprzowe, spożywane zwłaszcza w USA, w ubogich rodzinach Afroamerykanów (19, 22). Miejscami wtórnych zakażeń żywności są rzeźnie i zakłady przetwórstwa produktów zwierzęcych. Zjadliwe szczepy *Y. enterocolitica* wykrywane są też w mleku i produktach mlecznych, stanowiąc źródło zakażenia ludzi. *Y. enterocolitica* nie przeżywa pasteryzacji (71,8°C przez 18 sekund). Namnaża się natomiast w temperaturze lodówki, w przechowywanych tam produktach mięsnych i mlecznych.

O znaczeniu zoonotycznym wywodzących się z żywności różnych, jeżeli chodzi o gatunek bakterii, infekcji świadczą wykonane w 2003 r. badania w 93 rzeźniach w Wielkiej Brytanii (23). Zgromadzono stamtąd 7703 próbek z jelit bydła, owiec i świń. W badaniach uwzględniono werotoksyczne szczepy *Escherichia coli* 0157, pałeczki *Salmonella*, termofilne szczepy *Campylobacter* i *Yersinia enterocolitica*. W wymienionym materiale wykazano 4,7% werotoksycznych szczepów *E. coli* u bydła, 0,7% u owiec i 0,3% u świń. Nosicielstwo salmonelli wynosiło 1,4% u bydła, 0,2% u owiec i 23,4% u świń. Termofilne szczepy *Campylobacter spp.* były izolowane od bydła w 54,6%, od owiec w 43,8% i od świń w 69,3%. *Y. enterocolitica* wyosobniono w 4,5% od bydła, w 8,0% od owiec i w 10,2% od świń.

W 2006 r. dane (7) uzyskane ze Szwecji, Niemiec, Litwy i Finlandii określają częstość występowania

*Y. enterocolitica* na 6,2 do 15,7 przypadków zachorowań na 100 000 mieszkańców. Wyniki z terenu Bawarii (7) wskazują, że najwyższy odsetek szczepów *Y. enterocolitica* wykazano, w porównaniu do innych miejsc, w migdałkach świń rzeźnych. Powyższe potwierdzają badania Wesleya i wsp. (28), wykonane w USA w 2008 r. Stwierdzono w nich obecność *Y. enterocolitica* u świń w 55 na 122 badanych chlewni. Na 1218 badanych migdałków wymieniony drobnoustroj wykryto w 122 próbkach, co stanowi około 10%, stosując płynne podłoże wybiórcze oraz real-time PCR.

Wykonane w Polsce badania dotyczące rezerwuarów i właściwości *Y. enterocolitica* są nieliczne (20, 21). Publikacja z 2008 r. (20) dotycząca tego zagadnienia, wykonana przy zastosowaniu nowoczesnych technik badawczych, odnosi się do jego obecności w migdałkach świń. Na zbadanych 192 zwierząt wyosobniono go od 25. Dziewięć szczepów zaliczono do biotopu 1A, a 15 do biotypu 4. Klasyfikacja jednego izolatu okazała się niemożliwa. Wobec przedstawionego w niniejszym artykule znaczenia zoonotycznego *Y. enterocolitica*, związanego z żywnością zwierzęcego pochodzenia, wskazane jest podjęcie w Polsce szerzej zakrojonych badań na ten temat.

### Chorobotwórczość

Związane z *Yersinia enterocolitica* ryzyko wywołania zaburzeń w zdrowiu człowieka jest analogiczne, jak w odniesieniu do pałeczek *Salmonella*, *Campylobacter spp.* (zwłaszcza *C. jejuni*) i werotoksycznych szczepów *Escherichia coli*. Jej cechą wspólną z wymienionymi bakteriami jest przede wszystkim po-

**Tab. 1. Związek biogrup i serogrup O *Yersinia enterocolitica* z chorobotwórczością dla człowieka oraz rezerwuary zarazka (3) (zmodyfikowana)**

| Związek etiologiczny z chorobą | Biogrupa | Serogrupa                                                  | Rozprzestrzenienie ekologiczne/geograficzne                                             |
|--------------------------------|----------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Tak                            | 1B       | O:8; O:4;<br>O:13a,13b; O:18;<br>O:20; O:21                | środowisko, świnia (O:8);<br>USA, Japonia, Europa,<br>Holandia                          |
| Tak                            | 2        | O:9; O:5,27                                                | świnia; Europa (O:9),<br>USA (O:5,27), Japonia<br>(O:5,27), Szwecja,<br>Holandia        |
| Tak                            | 3        | O:1,2,3; O:5,27                                            | szynszyle (O:1,2,3),<br>świnia (O:5,27)                                                 |
| Tak                            | 4        | O:3                                                        | świnia; Europa, USA,<br>Japonia, Południowa<br>Afryka, Skandynawia,<br>Kanada, Holandia |
|                                | 5        | O:2,3                                                      | zając; Europa                                                                           |
| Nie*                           | 1A       | O:5; O:6,30;<br>O:7,8; O:18;<br>O:46; szczepy<br>nietypowe | środowisko, świnia,<br>żywność, woda, kał<br>zwierząt i ludzi na całym<br>świecie       |

Objaśnienie: \* – może być drobnoustrojem oportunistycznym, wywołującym biegunkę

wodowanie u ludzi zaburzeń jelitowych, których źródłem jest żywność, głównie zwierzęcego pochodzenia. Zgodnie z danymi Buchera i wsp. (7), występująca u człowieka postać jelitowa yersiniozy określana jest jako trzecia w kolejności, co do częstości rozpoznawania, zoonoza pokarmowa (zoonotic foodborn gastroenteritis) w Europie, po salmonellozie i kamylobakteriozie jelitowej.

Tabela 1 przedstawia serogrupy O, obejmujące szczepy *Y. enterocolitica*, które mają związek z wywoływaniem zachorowań u ludzi oraz serogrupy O, których szczepy nie są chorobotwórcze. Do biogrup 1B, 2, 3, 4, 5 zaliczone zostały serogrupy O szczepów patogennych. Natomiast biogrupa 1A obejmuje szczepy serogrup niechorobotwórczych. Jednak, podobnie jak w odniesieniu do innych bakterii warunkowo chorobotwórczych, czyli oportunistycznych, przykładowo pałeczek *Salmonella*, *Campylobacter spp.* i werotoksycznych szczepów *Escherichia coli*, ekspresja chorobotwórczości szczepów *Y. enterocolitica*, określanych jako chorobotwórcze, uwarunkowana jest zaistnieniem czynników dodatkowych. Tak zwane chorobotwórcze serogrupy O obejmują zatem też szczepy izolowane od zwierząt zdrowych, czyli nie wywołujące zachorowań.

Zgodnie z danymi badaczy nowozelandzkich (16), serogrupą O *Y. enterocolitica* najczęściej powodującą choroby ludzi na świecie jest O:3; prawie wszystkie zaliczone do niej szczepy należą do biogrupy 4. W Nowej Zelandii szczepy biogrupy 4 stanowią ponad 90% izolatów z przypadków yersiniozy (11). Innymi biogrupami, związanymi z infekcją u ludzi są: 1B z serogrupami O:8 i O:4, biogrupa 2 (O:9, O:5,27), biogrupa 3 (O:5,27, O:1,2,3) i biogrupa 5 (O:2,3). Izolaty należące do biogrupy 1A, zgodnie z cytowanymi autorami (16), oceniane są jako niechorobotwórcze lub „środowiskowe”, co oznacza, że mogą stanowić patogeny oportunistyczne (1).

Wartość w uznawaniu danego szczepu za chorobotwórczy mają czynniki, względnie determinanty zjadliwości (virulence factors lub determinants), których identyfikacja, obok określonych antygenów O i właściwości biochemicznych, utwierdza o jego znaczeniu w wywoływaniu procesu chorobowego. Kodowane są one, jak wynika z cytowanej publikacji (3), przez chromosomalny i plazmidowy materiał genetyczny tego drobnoustroju. Ekspresję uzależniona określona temperatura środowiska, w którym znajduje się wymieniony drobnoustroj. Determinantą zjadliwości powodującą adherencję do enterocytów i inwazyjność *Y. enterocolitica* jest inwazyjna, której optymalna temperatura wykształcenia się wynosi 28°C. Kolejna determinanta zjadliwości, z grupy kodowanych przez materiał chromosomalny, to AiL; powoduje w temperaturze 37°C, oprócz adherencji i inwazyjności szczepu, jego oporność na surowicę, a zwłaszcza działanie dopełniacza. Wynikiem działania determinanty chromosomalnej Yst, czyli ciepłostajnej enterotoksyny (ST),

jest gromadzenie się w zakażonych jelitach nadmiaru płynu i w konsekwencji biegunka. Wykrywa się ją, podając dożołądkowo myszkom przesącz badanej hodowli płynnej. Mówiąc o ST jako czynnika zjadliwości należy jednak dodać, że zawierają go również szczepy niechorobotwórcze. Mimo to DeLor i Cornelis (9) przypisują ST duże znaczenie w wywoływaniu biegunki i zmian chorobowych w obrębie błony śluzowej jelit. *Locus* chromosomalny zwany wyspą wysokiej patogenności (high pathogenicity island) zawiera geny, których ekspresja warunkuje pobieranie przez *Y. enterocolitica* żelaza. Jest ono bezwzględnie koniecznym czynnikiem wzrostu. Funkcję pobierania spełniają siderofory, stanowiące kolejną determinantę zjadliwości. Zostały wykazane u szczepów, wywołujących zejścia śmiertelne u myszy, należących do serogrup O:8, O:13, O:20 i O:40, lecz nie u niechorobotwórczych dla tych zwierząt szczepów (8, 15). Zgodnie z Robins-Browne i Prpic (25), większa niż u szczepów innych serogrup O chorobotwórczość szczepów O:8 być może związana jest z ich niższym zapotrzebowaniem na żelazo. Determinanty zjadliwości kodowane przez materiał genetyczny plazmidu, aktywne w temperaturze 37°C, to: *YadA*, uczestnicząca w przyczepności do enterocytów i inwazyjności *Y. enterocolitica*, *YopH*, stanowiąca o oporności omawianej bakterii na fagocytozę przez makrofagi, *YopB* przeciwdziałająca reakcjom odpornościowym i zapalnym oraz *YopE*, powodująca cytotoksyczność *Y. enterocolitica* (3).

Objawy kliniczne zakażenia człowieka, zwłaszcza dzieci, wywołane przez *Y. enterocolitica*, po spożyciu zanieczyszczonej nią żywności (2) lub wody (18), charakteryzują się zapaleniem jelit i biegunką, niekiedy z domieszką krwi. Schorzeniu towarzyszy podwyższenie wewnętrznej ciepłoty ciała. U dorosłych młodych osób występuje ostre zapalenie jelita biodrowego oraz zapalenie węzłów chłonnych krezkowych, o objawach podobnych do występujących przy zapaleniu wyrostka robaczkowego. Stwierdza się też, w przypadkach bardziej przewlekłych, martwicze zapalenie okrężnicy oraz węzłów chłonnych. Zachorowania o ciężkim przebiegu wywoływane są głównie przez szczepy serogrupy O:8, prowadząc do owrzodzeń błony śluzowej przewodu żołądkowo-jelitowego i nawet śmierci (5). Szczepy serogrupy O:3 i O:9 są mniej chorobotwórcze, ale bardziej od szczepów innych serogrup O. Choroba u dzieci trwa od 3-28 dni (22), podczas gdy u dorosłych 1-2 tygodnie.

*Y. enterocolitica* może wywołać ogólne zakażenie krwi i w konsekwencji ropnie w wątrobie i śledzionie oraz zapalenie płuc, stawów, opon mózgowych, gałek ocznych, wsierdza i szpiku kostnego (4). Zgodnie z poprzednim stwierdzeniem dotyczącym żelaza, jego obecność w organizmie zakażonym uważana jest za istotną dla rozwoju obrazu klinicznego, a zwłaszcza ogólnego zakażenia krwi przez *Y. enterocolitica*.

Znane są zachorowania u ludzi po transfuzji krwi, zakażonej *Y. enterocolitica*, charakteryzujące się zespołem objawów szoku, z 10% śmiertelnością (4, 6, 10).

## Profilaktyka weterynaryjna

Biorąc pod uwagę znaczenie rezerwuaru *Y. enterocolitica* u świń i w pochodzącej od nich żywności, jako ważny element zapobiegania yersiniozie człowieka podniesiona została możliwość uzyskiwania stad świń rzeźnych, wolnych od tego drobnoustroju. W tym celu podjęto prace (24) zmierzające do chowu stad świń, nie będących nosicielami tego drobnoustroju. W drodze histerektomii otrzymywano zatem w tym celu prosięta, które przebywały analogicznie, jak generalnie zwierzęta SPF, do momentu uboju w szczelnie izolowanych od otoczenia pomieszczeniach. Koncentrując się na szczepie serogrupy O:3 wykonywano badania serologiczne z odnośnym antygenem, stosując ELISA u 4-6-miesięcznych zwierząt w celu sprawdzenia, czy wśród osobników danego stada występują świnię dodatnio reagujące. Generalnie zbadano próbki surowicy krwi od 1083 świń z 16 różnych stad na obecność przeciwciał swoistych dla *Y. enterocolitica* O:3 biogrupy 4. Przeprowadzono również w tym kierunku badanie bakteriologiczne kału. Okazało się, że bardziej przydatne do tego rodzaju przeglądów są badania serologiczne niż bakteriologiczne. Z badań tych wynikało, że realizując wysokie wymagania bioasekuracji, w tym zapewniając maksymalną izolację od zewnętrznych rezerwuarów *Y. enterocolitica*, udaje się uzyskać i utrzymać stada świń wolne od chorobotwórczych dla człowieka szczepów wymienionego drobnoustroju. Dotyczy to, jak na razie, ograniczonej skali ze względu na znaczne koszty i trudności związane z tego rodzaju chowem. Nie wyklucza natomiast jego poszerzenia w przyszłości, zwłaszcza w krajach o odpowiednio wysokich możliwościach w tym zakresie.

Nie przedstawiające trudności, chociaż nie tak skuteczne, jak przedstawiono wyżej, jest stosowanie chowu konwencjonalnego, ale w cyklu zamkniętym (26) w celu obniżania nosicielstwa *Y. enterocolitica*. Okazało się bowiem, że w stadach tego typu odsetek sztuk seropozytywnych z antygenem *Y. enterocolitica* wynosił 53,1%, podczas gdy w niestosujących cyklu zamkniętego 86,0%. Wnioskowano też przy stosowaniu ELISA, że możliwa jest redukcja odsetka świń zakażonych *Y. enterocolitica* dzięki minimalizacji kontaktu między zakażonymi i niezakażonymi grupami świń, zlokalizowanymi blisko siebie, w tej samej fermie. Uznano również, że ważnym czynnikiem profilaktycznym w rzeźniach i wytwórniach produktów mięsnych jest utrzymywanie wysokiego poziomu higieny oraz ograniczanie tam kontaktów świń i ich produktów, pochodzących z ferm zakażonych i niezakażonych (26). Chodzi o to, by produkty tych drugich nie uległy zanieczyszczeniu od tych pierwszych.

## Piśmiennictwo

1. Bhagat N., Virdi J. S.: Distribution of virulence-associated genes in *Yersinia enterocolitica* biovar 1A correlates with clonal groups and not the source of isolation. *FEMS Microbiology Letters* 2007, 266, 177-183.
2. Black R. E., Jackson R. J., Tsai T., Medvesky M., Shayegani M., Feeley J. C., MacLeod K. I. E., Wakelee A. M.: Epidemic *Yersinia enterocolitica* infection due to contaminated chocolate milk. *N. Engl. J. Med.* 1978, 298, 76-79.

3. *Bottone E. J.*: *Yersinia enterocolitica*: overview and epidemiologic correlates. Review Microbes and Infection 1999, 1, 323-333.
4. *Bottone E. J.*: *Yersinia enterocolitica*: The Charisma Continues. Clin. Microbiol. Rev. 1997, 10, 257-276.
5. *Bradford W. D., Noce P. S., Gutman L. T.*: Pathologic features of enteric infection with *Yersinia enterocolitica*. Arch. Pathol. 1974, 98, 17-22.
6. *Brubaker R. R.*: Factors promoting acute and chronic diseases caused by *Yersinia*. Clin. Microbiol. Rev. 1991, 4, 309-324.
7. *Bucher M., Meyer C., Grötzbach B., Wacheck S., Stolle A., Fredriksson-Ahomaa M.*: Epidemiological data on Pathogenic *Yersinia enterocolitica* in Southern Germany during 2000-2006. Foodborne Pathogens and Disease 2008, 5, 273-280.
8. *Chambers C. E., Sokol P. E.*: Comparison of siderophore production and utilization in pathogenic and environmental isolates of *Yersinia enterocolitica*. J. Clin. Microbiol. 1994, 32, 32-39.
9. *DeLor I., Cornelis G. R.*: Role of *Yersinia enterocolitica* Yst toxin in experimental infection of young rabbits. Infect. Immun. 1992, 60, 4269-4277.
10. *Doyle M. P., Cliver D. O.*: *Yersinia enterocolitica*. Foodborne diseases. Academic Press Inc. San Diego, California 1990, 223-228.
11. *Fenwick S. G., McCarthy M. D.*: *Yersinia enterocolitica* is a common cause of gastroenteritis in Auckland. New Zeland Medical Journal 1995, 108, 269-271.
12. *Fredriksson-Ahomaa M., Hielm S., Korkeala H.*: High prevalence of yadA-positive *Yersinia enterocolitica* in pig tongues and minced meat at the retail level in Finland. Journal of Food Protection 1999, 62, 123-127.
13. *Fukushima H.*: New selective agar medium for isolation of virulent *Yersinia enterocolitica*. J. Clin. Microbiol. 1987, 25, 1068-1073.
14. *Head C. B., Whitt D. A., Ratnam S.*: Comparative study of selective media for recovery of *Yersinia enterocolitica*. J. Clin. Microbiol. 1982, 16, 615-621.
15. *Heesemann J.*: Chromosomal-encoded siderophores are required for mouse virulence of *Yersinia* species. FEMS Microbiol. Lett. 1987, 48, 229-233.
16. *Hudson J. A., King N. J., Cornelius A. J., Bigwood T., Thom K., Monson S.*: Detection, isolation and enumeration of *Yersinia enterocolitica* from raw pork. International Journal of Food Microbiology 2008, 123, 25-31.
17. *Hudson J. A., Mott S. J., Delacy K. M., Edridge A. L.*: Incidence and coincidence of *Listeria* spp., motile aeromonads and *Y. enterocolitica* on ready-to-eat fleshfoods. International Journal of Food Microbiology 1992, 16, 99-108.
18. *Keet E. E.*: *Yersinia enterocolitica* septicemia. Source of infection and incubation period identified. N. Y. State J. Med. 1974, 74, 2226-2230.
19. *Kellog C. M., Tarakji E. A., Smith M., Brown P. D.*: Bacteremia and suppurative lymphadenitis due to *Yersinia enterocolitica* in a neutropenic patient who prepared chitterlings. Clin. Infect. Dis. 1995, 21, 236-237.
20. *Kot B., Jakubczak A., Piechota M.*: Isolation and characterization of *Yersinia enterocolitica* rods from pig tonsils. Medycyna Wet. 2008, 64, 283-287.
21. *Kot B., Trafny E. A., Jakubczak A.*: Application of multiplex PCR for monitoring colonization of pig tonsils by *Yersinia enterocolitica* including biotype 1A and *Yersinia pseudotuberculosis*. J. Food Prot. 2007, 70, 1110-1115.
22. *Lee L. A., Gerber A. R., Lonsway M. S., Smith J. D., Carter G. P., Pohr N. D., Parrish C. M., Sikes R. K., Finton R. J., Tauxe R. W.*: *Yersinia enterocolitica* O:3 infection in infants and children associated with the household preparation of chitterlings. N. Eng. J. Med. 1990, 322, 984-987.
23. *Milnes A. S., Stewart I., Clifton-Hadley F. A., Davies R. H., Newell D. G., Sayers A. R., Cheasty T., Cassar C., Ridley A., Cook A. J. C., Evans S. J., Teale C. J., Smith R. P., McNally A., Toszeghy M., Futter R., Kay A., Paiba G. A.*: Intestinal carriage of verocytotoxigenic *Escherichia coli* O157, *Salmonella thermophilic* *Campylobacter* and *Yersinia enterocolitica*, in cattle, sheep and pigs at slaughter in Great Britain during 2003. Epidemiology and Infection. Cambridge University Press, Cambridge, UK 2008, 136, 739-751.
24. *Nesbakken T., Iversen T., Lium B.*: Pig herds free from human pathogenic *Yersinia enterocolitica*. Emerging Infectious Diseases 2007, 13, 1860-1864.
25. *Robins-Browne R. M., Prpic J. K.*: Effects of iron and desferrioxamine on infections with *Yersinia enterocolitica*. Infect. Immun. 1985, 47, 774-779.
26. *Skjerve E., Lium B., Nielsen B., Nesbakken T.*: Control of *Yersinia enterocolitica* in pigs at herd level. International Journal of Food Microbiology 1998, 45, 195-203.
27. *Toora S., Budu-Amoako E., Ablett R. F., Smith J.*: Evaluation of different antimicrobial agents used as selective supplements for isolation and recovery of *Yersinia enterocolitica*. Journal of Applied Bacteriology 1994, 77, 67-72.
28. *Wesley I. V., Bhaduri S., Bush E.*: Prevalence of *Yersinia enterocolitica* in market weight hogs in the United States. Journal of Food Protection 2008, 71, 1162-1168.

Adres autora: prof. dr hab. Marian Truszczyński, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy; e-mail: mtruszcz@piwet.pulawy.pl