

УДК 619:616.98

**ТОКСИГЕННІСТЬ ШТАМІВ *YERSINIA ENTEROCOLITICA*,  
ІЗОЛЬОВАНИХ З РІЗНИХ ОБ'ЄКТІВ****Г. В. КОЗЛОВСЬКА**, кандидат ветеринарних наук, доцент<https://orcid.org/0000-0003-1149-9970>**В. Г. СКИБІЦЬКИЙ**, доктор ветеринарних наук, професор<https://orcid.org/0000-0002-3562-7802>**Б. В. БОРИСЕВИЧ**, доктор ветеринарних наук, професор*Національний університет біоресурсів і природокористування України***В. Г. СПИРИДОНОВ**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник*Інститут ветеринарної медицини НААН*E-mail: [annakozlovska@i.ua](mailto:annakozlovska@i.ua), [vladimirsk@i.ua](mailto:vladimirsk@i.ua), [bbv60@ukr.net](mailto:bbv60@ukr.net),[vlad.spyrydonov@icloud.com](mailto:vlad.spyrydonov@icloud.com)<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.014>

**Анотація.** У статті охарактеризовано токсигенність штамів *Yersinia enterocolitica*, виділених від хворих тварин, тваринницької сировини, отриманої з неї продукції, а також з об'єктів довкілля. Досліджено 1234 зразки матеріалів, з яких виділено 87 штамів ієрсиній – 64 – *Yersinia enterocolitica* та 23 – *Yersinia spp.* Вісім штамів (30,8 %), виділених з продуктів забою свиней, та 4 штами (26,7 %), ізольованих з продуктів забою великої рогатої худоби, аглютинувались сироваткою крові кроля, що містила антитіла до поверхневих антигенів, синтезованих за плазмідного контролю вірулентними штамами *Yersinia enterocolitica*.

Під час дослідження цитотоксичних властивостей 64 штамів *Y. enterocolitica* на культурі клітин Vero, цитотоксигенними виявились 45 (70,3 %) штамів. З них високотоксигенними – 2 штами (4,4 %). Середню ступінь цитотоксичності проявили 10 штамів (22,3 %), низькотоксигенними були 22 (48,9 %) і нетоксигенними виявились 11 (24,4 %) штамів. Цитотоксичними виявились всі штами *Y. enterocolitica*, виділені від хворих тварин, та більшість штамів, ізольованих з продуктів забою свиней (63,6 %) і телят (55%), а також з молока і молочних продуктів (71,3%).

Серед досліджених 20 штамів *Y. enterocolitica*, виразну ентеротоксигенність виявили 11 (55 %). Останні обумовили значне накопичення рідини в ізольованих ділянках кишківника мурчаків (показник ІД  $\geq 1$ ). Подальше дослідження здатності токсиноутворення різними циркулюючими в природі штамами *Y. enterocolitica*, сприятиме розробці ефективних засобів терапії і профілактики, налагодженню системи надійного контролю за ієрсиніозною токсикоінфекцією у людини і тварин.

**Ключові слова:** токсигенність, цитотоксичність, ентеротоксигенність, *Yersinia enterocolitica*, Vero

**Актуальність.** *Yersinia enterocolitica* – це психотропний зоонозний патоген, який викликає гострий гастроентерит [19] й іноді більш серйозне захворювання у людей. У деяких країнах він конкурує з сальмонелою та кампілобактер в якості харчового патогену, і, оскільки він може рости за температури охолодження [8], це викликає стурбованість з точки зору безпеки харчових продуктів. Зараження *Y. enterocolitica* може викликати різні симптоми залежно від віку зараженої людини. Інфекція *Y. enterocolitica* спорадична, найчастіше зустрічається у маленьких дітей у віці до 5 років [10, 12]. Переважаючими симптомами у людей, особливо у маленьких дітей, є лихоманка, біль в животі і діарея, часто з кров'ю [21]. У дітей старшого віку і дорослих наслідки ієрсиніозу є важкими і включають гострі інфекції, псевдоапендицит і довготривалі ускладнення, такі як реактивний артрит і вузлувата еритема [11].

Вважається, що *Yersinia enterocolitica* є значним харчовим патогеном, хоча патогенні штами рідко виділяються з харчових продуктів. Передбачається, що свині є основним резервуаром патогенних *Y. enterocolitica*, оскільки до цих пір свиня є тим видом тварин, від якого часто виділяють патогенні штами [13]. Кілька видів домашніх тварин, таких як собаки, кішки, корови, вівці і коні, і кілька диких видів [15] тварин, таких як гризуни (в основному миші),

мавпи, олені і лисиці, також були визначені в якості потенційних резервуарів [12].

Географічне поширення *Y. enterocolitica* різноманітно. Відомо більше 50 різних серотипів *Y. enterocolitica* (на основі антигенних варіацій ліпополісахарида клітинної стінки), і лише деякі з них є патогенними. O: 8 є основним інфекційним серотипом у США, за яким слідує O: 3, O: 5,27, O: 13a, 13b, O: 20, O: 9 і т. Д [9, 16]. Серотип O:3 найбільш часто виділяють у людей в Європі [3]. У Китаї серотип O:3 в основному виявляється при інфекціях, за якими слідує O: 9 і O: 8 [21]. Крім того, різні серотипи демонструють географічну специфіку; наприклад, переважаючим серотипом у Австралії, Європі та Канаді є O:3 [18], O:8 в Японії [19] і O:9 в Скандинавії, Нідерландах [14].

Поширення ієрсиніозу, ймовірно, пов'язано зі змінами, що відбулися в тваринництві та харчовій промисловості. У той час як сучасні методи забою знижують ризик забруднення м'яса, можливості для передачі організмом від тварини до тварини і перехресного забруднення туш і м'ясних продуктів існують у таких масштабах, які не були відомі кілька десятиліть тому. Крім того, технології в області упаковки та охолодження тепер дозволяють промисловості та споживачам зберігати продукти протягом більш тривалих періодів, що є важливим

Козловська Г. В., Скибіцький В. Г., Борисевич Б. В., Спиридонов В. Г.

чинником щодо адаптованого до холоду патогена, такого як *Y. enterocolitica* [3].

Не зважаючи на наявність ефективних засобів діагностики, розроблених рекомендацій з профілактики, ієрсиніоз залишається актуальною медико-ветеринарною проблемою, вирішення якої потребує подальшого дослідження ряду важливих елементів, що стосуються, зокрема, токсигенних властивостей збудника [1, 3, 4, 5, 7].

**Метою роботи** було вивчити токсигенність штамів *Yersinia enterocolitica*, виділених від тварин, тваринницької сировини і отриманої з неї продукції та з об'єктів довкілля.

**Матеріали і методи досліджень.** Робота виконувалась на базі кафедри епізоотології, мікробіології і вірусології НУБіП України, молекулярні дослідження – у відділі молекулярної діагностики Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК.

Матеріалами для виділення *Yersinia enterocolitica* являлись ректальні проби телят, поросят, зразки продуктів забою тварин (шматочки легень, печінки, селезінки, нирок, лімфатичні вузли), проби м'ясного фаршу та готових м'ясних продуктів, проби молока та кисломолочних продуктів, а також змиви зі стін тваринницьких приміщень, стічні води.

Бактеріологічні дослідження матеріалів з метою виділення

*Y. enterocolitica* здійснювали відповідно до Методичних рекомендацій [6]. З метою вивчення ферментативних властивостей використовували стрипи API-20E – системи (BioMerieux, Франція). Відібрані на основі фенотипових ознак мікробні культури досліджували в ПЛР. Бактеріальну ДНК виділяли, використовуючи набір «ДНК-сорб» («Амплісенс», Росія) згідно інструкції виробника. Для видової ідентифікації *Y. enterocolitica* використали праймери з наступними послідовностями: Y1 - AAT ACC GCA TAA CGT CTT CG та Y2 - CTT CTT CTG CGA GTA ACG TC [14]. Олігонуклеотиди були синтезовані на ДНК-синтезаторі 3400 (Applied Biosystems). Ампліфікацію здійснювали на ампліфікаторі GeneAmp® PCR System 9700 (Applied Biosystems), детекцію продуктів ПЛР – електрофорезом у 1% агарозному гелі, що містив барвник етідіум бромід (0,5 мкг/см<sup>3</sup>).

Серотипування виділених штамів *Y. enterocolitica* здійснювали шляхом постановки РА з діагностичними O-моновалентними сироватками крові (НДІ епідеміології і мікробіології ім. Пастера, Санкт-Петербург, РФ), наявність плазмиди вірулентності визначали за допомогою сироватки СВІ («Сироватка діагностична до вірулентних ієрсиній», виробництва НДІ епідеміології та мікробіології ім. Л. Пастера, Санкт-Петербург, РФ).

Токсигенність (цитотоксигенність), цитотоксичну дію (ЦД) виділених штамів *Yersinia enterocolitica* визначали інокуючи різні розведення супернатанту на моношар клітинної культури Vero. Клітинну культуру вирощували в мікроплашках «Sarstedt» (Німеччина). Досліджувані штами *Y. enterocolitica* вирощували на агарі Хотінгера протягом 48 год (24 год за температури 37°C та 24 год за температури 28°C). Змив мікробної маси здійснювали, використовуючи розчин Хенкса з таким розрахунком, щоб оптична густина суспензії становила 5 за McFarland. Шляхом центрифугування (40 хв за 3000 об/хв) отримували вільний від бактерій супернатант. Останній розбавляли живильним середовищем RPMI без сироватки крові та по 200 мкл різних його розведень ( $10^{0,5}$  –  $10^4$ ) вносили в лунки зі сформованим моношаром клітин. Інкубували протягом 5 діб за  $37 \pm 0,2^0$  C, щоденно визначаючи шляхом мікроскопування стан клітинного моношару. Оцінку токсигенності здійснювали за методикою Ж. Е. В'ялих [1].

Ентеротоксигенні властивості штамів *Y. enterocolitica* вивчали на ізольованих сегментах тонкого кишківника мурчаків. В ізольовані сегменти 12-палої кишки вводили 48-годинні агарові культури досліджуваних штамів *Yersinia enterocolitica* в дозі 0, 1 см<sup>3</sup> (500 млн КУО), в контрольні сегменти – по

0,1 см<sup>3</sup> 0,85%-го розчину натрію хлориду. Через 24 години визначали кількість рідини у дослідних та контрольних сегментах та розраховували індекс дилатації (ІД) за формулою:

$ІД = P/D$ , де

P – об'єм рідини (см<sup>3</sup>),

D – довжина сегменту кишківника (см).

Ентеротоксигенними вважали штами *Y. enterocolitica*, які в умовах досліду обумовлювали показник індексу дилатації 1 і вище.

У процесі визначення ентеротоксигенності штамів здійснювали також патолого-морфологічні дослідження біологічних матеріалів, відібраних від дослідних мурчаків, аналізували макро- та мікроскопічні зміни в органах і тканинах. Патологоанатомічний розтин виконували методом часткової евісцерації в загальноприйнятій послідовності. Для гістологічних досліджень відбирали шматочки нирок, серця, печінки, селезінки, легень, підшлункової залози, тимусу, соматичні (нижньощелепні, пахвинні) й вісцеральні (середостінні, кишкові, печінкові та тазової порожнини) лімфатичні вузли, а також ділянки стінки кишківника. Зрізи, товщиною 7 – 10 мкм, фарбували гематоксиліном Караці та еозином (Горальський Л. П. та ін., 2005).

Експерименти на тваринах проведено з дотриманням біоетичних

Козловська Г. В., Скибіцький В. Г., Борисевич Б. В., Спиридонов В. Г.

норм «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986).

**Результати досліджень та їх обговорення.** При бактеріологічному дослідженні 1234 зразків матеріалів, відібраних від хворих і клінічно здорових телят, поросят, собак і котів, з тваринницької сировини і отриманих з неї продуктів, води для напування

тварин, а також змивів з поверхні стін і підлоги, зі стічних вод тваринницьких приміщень було ізольовано всього 87 культур мікроорганізмів, які мали характерні для ієрсиній фенотипові ознаки. У результаті ідентифікації за використання імунологічного (РА) та молекулярно-генетичного (ПЛР) методів 64 ізоляти були визначені як *Yersinia enterocolitica*, 23 – *Yersinia spp.* (рис.1, 2, табл.1).

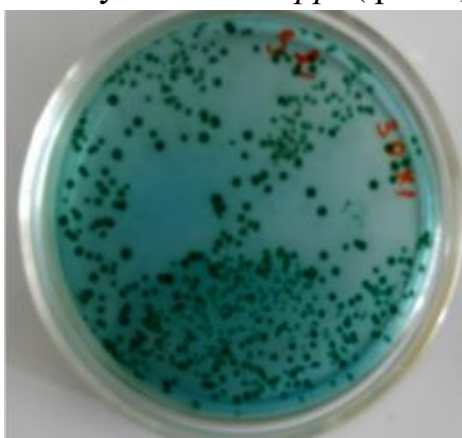


Рис. 1 Колонії *Y. enterocolitica* на середовищі СБТС

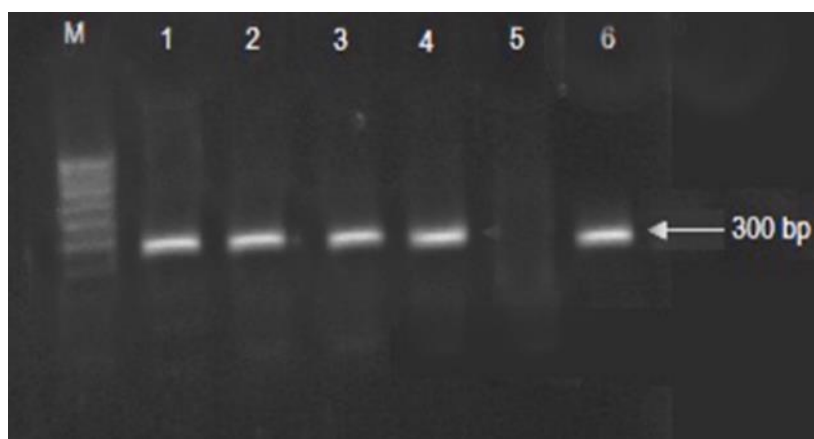


Рис. 2 Електрофоретичний аналіз ПЛР-продуктів, отриманих з геномної ДНК штамів ієрсиній, ізольованих зі зразків свинини. Зразки (доріжки) 1, 2, 3, 4, 6 – позитивні, 5 – негативний.

### 1. Результати виділення ієрсиній з матеріалів, відібраних від тварин, тваринницької продукції, кормів для тварин та об'єктів довкілля

№ п/п	Назва матеріалу	К-ть проб	Виділено мікроорганізми з роду <i>Yersinia</i>			
			<i>Yersinia enterocolitica</i>		<i>Yersinia spp.</i>	
			К-ть	%	К-ть	%
1	Ректальні проби від клінічно здорових телят	42	1	2,4	1	2,4
2	Ректальні проби від хворих, з ознаками діареї, телят	22	2	9,1	5	22,7
3	Ректальні проби від хворих, з ознаками діареї поросят	28	7	25	-	-
4	Продукти забою великої рогатої худоби	260	15	5,8	10	3,8
5	Продукти забою свиней	408	26	6,4	3	0,7
6	М'ясний фарш	20	1	5	-	-
7	М'ясні вироби зі свинини	25	-	-	-	-
8	Молоко коров'яче незбиране	85	5	-	-	-
9	Кисломолочні продукти	94	3	-	-	-
10	Ректальні проби від клінічно здорових та хворих, з ознаками діареї собак і котів	23	-	-	1	4,3
11	Корми для тварин	34	-	-	2	5,9
12	Змиви з поверхонь тваринницьких приміщень та обладнання	138	3	2,2	-	-
13	Вода для напування тварин	41	-	-	1	2,4
14	Проби стічних вод	14	1	7,1	-	-
	Всього	1234	64	5,18	23	1,86

Найчастіше *Y. enterocolitica* виділяли від хворих з ознаками діареї поросят та зі продуктів забою свиней.

У процесі серотипування 57 штамів *Y. enterocolitica* було встановлено, що 19 (33,3 %) належали до серотипу O:3, 3 (5,3 %) – до

серотипу O:9 та 7 (12,3 %) – до серотипу O:6,30, 28 (49,1 %) штамів не аглютинувались використаними у роботі діагностичними сироватками (O:3; O:9 та O:6,30).

Вісім штамів (30,8 %), виділених з продуктів забою свиней, та 4 штами

Козловська Г. В., Скибіцький В. Г., Борисевич Б. В., Спиридонов В. Г.

(26,7 %), ізольованих з продуктів забою великої рогатої худоби, аглютинувались сироваткою СВІ, що свідчило про наявність у них плазмідів вірулентності (pYV - plasmid associated with *Yersinia virulence*).

Дослідження цитотоксичних властивостей 64 штамів *Y. enterocolitica* на культурі клітин Vero, виділених з різних джерел, встановило, що токсигенними виявились 45 (70,3 %). Інтенсивність прояву цитотоксичної дії штамів на клітинну культуру була різною. Високотоксигенними виявились 2 штами (4,4 %). Середню ступінь цитотоксичності проявили 10 штамів (22,2 %), низькотоксигенними були 22 штами (48,9 %). Цитотоксичними виявились всі штами *Y. enterocolitica*, виділені від хворих тварин, та більшість штамів, ізольованих з продуктів забою свиней (63,6 %) і телят (55 %), а також з молока і молочних продуктів (71,3 %).

Серед 20 досліджених ентеротоксигенність проявили 11 (55 %) штамів *Y. enterocolitica*, ізольованих з різних джерел (від хворих тварин, продуктів забою свиней, великої рогатої худоби та молочних продуктів). В умовах досліду на морських свинках вони обумовлювали інтенсивне

накопичення рідини в ізольованих ділянках кишечника тварин ( $ID \geq 1$ ).

Під час проведенні патолого-анатомічного розтину дослідних мурчаків найбільш виразні макроскопічні зміни спостерігали у кишківнику. Характеризувались вони ознаками серозно-катарального та катарально-геморагічного запалення. Слизова оболонка дванадцятипалої та голодної кишок була набряклою, вкрита товстим шаром слизу, мали місце крововиливи. При гістологічному дослідженні найбільш виразні зміни зареєстровані у тонкій кишці (рис. 3).

Виявлені зміни характеризувались зернистою дистрофією гладких м'язових клітин, набряками між внутрішнім і зовнішнім шарами м'язової оболонки та у підслизовій основі, руйнуванням ентероцитів у нижній частині ворсинок, відсутністю епітелію в середній частині ворсинок, некрозом клітин строми ворсинок, руйнування верхівки останніх.

Виразними були також мікроскопічні зміни у печінці, тимусі, серці, селезінці, нирках, підшлунковій залозі, а також у соматичних та вісцеральних лімфатичних вузлах.

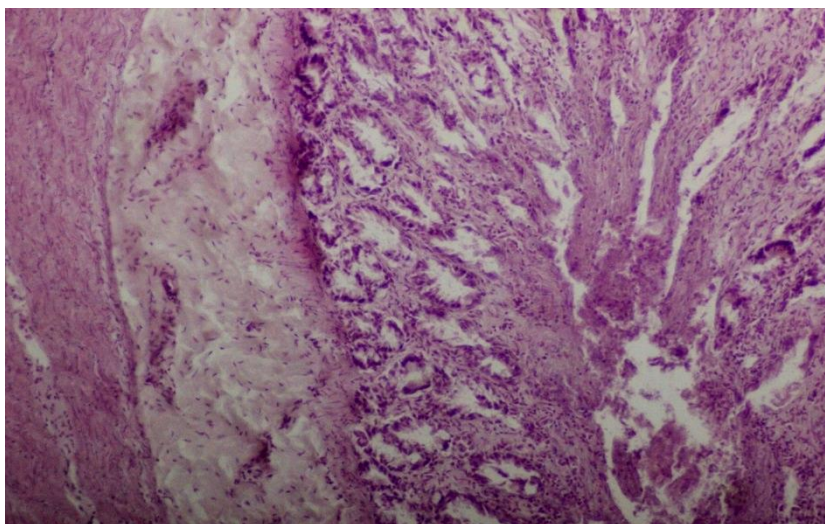


Рис.3. Гістозріз стінки голодної кишки мурчака.  
Пофарбовано: гематоксилін Караці та еозин,  $\times 80$ .

Під час бактеріологічного дослідження зразків крові, внутрішніх органів та соматичних лімфатичних вузлів дослідних тварин мікроорганізми не були виявлені, що свідчить про токсигенне походження вищеописаних патоморфологічних (макро- і мікроструктурних) змін.

Більшість ентеротоксигенних штамів *Y. enterocolitica* були виділені з матеріалів від хворих з ознакам діареї тварин, проте понад 50 % штамів, ізолюваних і з м'ясної сировини та м'ясопродуктів, також виявились ентеротоксигенними.

**Висновки та перспективи дослідження.** Серед численних факторів патогенності збудника ієрсиніозу важливе патогенетичне значення належить ентеротоксинам YST-1 ТАУСТ-11 [1, 3, 4]. Останні за механізмом дії подібні до ентеротоксинів інших ентеробактерій. Контакт збудника з рецепторами клітинних мембран

призводить до активації гуанілатциклазного комплексу, локалізованого на плазматичній мембрані ентероцитів, обумовлюючи перетворення гуанозин-3,5-трифосфату (ГТФ) в циклічний гуанозин-3,5-монофосфат (цГМФ), що викликає порушення водно-іонного обміну, яке супроводжується гіперсекрецією рідини у просвіт кишківника. Дегідратація тканин і втрата електролітів являються факторами розвитку глибоких патологічних змін в організмі. Важлива патогенетична роль належить також іншим екстрацелюлярним факторам та ендотоксинам *Yersinia enterocolitica* [3, 5, 7]. Потрапляючи в кров, токсини *Yersinia enterocolitica* розносяться по організму та спричиняють глибокі морфо-функціональні порушення в органах і тканинах, які проявляються зокрема описаними вище макро- і мікроскопічними змінами.

Подальше дослідження здатності токсиноутворення різними циркулюючими в природі штамми *Y. enterocolitica*, вивчення обставин, що сприяють накопиченню токсинів у харчових продуктах, пізнання суті обумовлених ними патологічних

явищ в організмі хворих, сприятимуть розробці ефективних засобів терапії і профілактики, налагодженню системи надійного контролю за ієрсиніозною токсикоінфекцією у людини і тварин.

### References

1. V'yaly`h, Zh. E. (2011). Doslidzhennya toksy`gennosti shtamiv *Yersinia enterocolitica* [Toxicogenicity study of *Yersinia enterocolitica* strains]. *Profilakty`chna medy`cy`na*, 3 (15), 22 – 23.
2. Golovko, A. N., Ushkalov, V. A., Skrypny`k, V. G. (2007). *My`kroby`ology`chesky`e y`vy`rusology`chesky`e metody y`ssledovany`j v vetery`narnoj medy`cy`ne. Spravochnoe posoby`e* [Microbiological and virological research methods in veterinary medicine. reference manual]. Harkiv: NTMT, 512.
3. Kozlovs`ka, G. V. (2012). *Iyersy`niozna toksy`koinfekciya: monografiya* [*Yersinia* toxicoinfection: monograph]. Ky`yiv: Nichlava, 148.
4. Mavzyutov, A. R. (2001). *Molekulyarno-genety`chesky`e osnovy toksy`gennosty` uslovno-patogennyh predstav`telej Enterobacteriaceae* [Molecular genetic basis of toxigenicity of opportunistic enterobacteriaceae]. Ufa, 236.
5. Polishhuk, N. M. (2008). *Epidemiologichni ta epizootologichni aspekty` iyersy`nioziv* [Epidemiological and epizootological aspects of yersiniosis]. *Annals of Mechnicov Institute* 4, 5 – 8.
6. Sky`bicz`ky`j, V. G. ed. (2013). *Metody`chni rekomendaciyi z laboratornoyi diagnosty`ky` ky`shkovogo iyersy`niozu tvary`n, vy`yavlennya Yersinia enterocolitica u xarchovy`x produktax, kormax dlya tvary`n ta ob'yektax dovkillya* [Methodical recommendations for laboratory diagnosis of intestinal yersiniosis of animals, detection of yersinia enterocolitica in food, animal feed and environmental objects]. Ky`yiv, 37.
7. Ushkalov, A. V. (2013). *Epizootologichna ta epidemiologichna xaraktery`sty`ka iyersy`nioziv* [Epizootological and epidemiological characteristics of yersiniosis]. *Veterinary medicine of Ukraine*. 11 (213), 15 – 18.
8. Annamalai, T., Venkitanarayanan, K. (2005). Expression of major cold shock proteins and genes by *Yersinia enterocolitica* in synthetic medium and foods. *Journal of Food Protection*. 68(11):2454–2458.
9. Bottone, E. J. (1997). *Yersinia enterocolitica: the charisma continues*. *Clinical Microbiology Reviews*. 10(2):257–276.
10. El Qouqa, I. A., Jarou, M.A.E., Samaha, A.S.A., Afifi, A.S.A., Al Jarousha, A.M.K.. ( 2011). *Yersinia enterocolitica* infection among children aged less than 12 years: a case-control study. *International Journal of Infectious Diseases*. 15(1):e48–e53.
11. Fredriksson-Ahomaa, M., Korkeala, H. (2003). Low occurrence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in clinical, food, and environmental samples: a methodological problem. *Clinical Microbiology Reviews*. 16(2):220–229.
12. Fredriksson-Ahomaa, M., Stolle A., Korkeala, H. (2006). Molecular epidemiology of *Yersinia enterocolitica* infections. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*. 47(3):315–329.
13. Fredriksson-Ahomaa, M., Stolle, A., Stephan, R. (2007). Prevalence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in pigs slaughtered at a Swiss abattoir. *International Journal of Food Microbiology*. 119(3):207–212.
14. Grahek-Ogden, D., Schimmer, B., Cudjoe, K.S., Nygård, K., Kapperud, G. (2007). Outbreak of *Yersinia enterocolitica* serogroup O:9 infection and processed pork, Norway. *Emerging Infectious Diseases*. 13(5):754–756.
15. Hayashidani, H., Ishiyama, Y., Okatani, T.A., et al. (2003). Molecular genetic typing of *Yersinia enterocolitica* serovar O:8 isolated in Japan. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 529:363–365.

16. Kwaga, J., Iversen, J.O., Misra, V. (1992). Detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* by polymerase chain reaction and digoxigenin-labeled polynucleotide probes. *Journal of Clinical Microbiology*. 30(10):2668–2673.
17. Laukkanen, R., Hakkinen, M., Lundén, J., Fredriksson-Ahoma, M., Johansson, T., Korkeala H. (2010). Evaluation of isolation methods for pathogenic *Yersinia enterocolitica* from pig intestinal content. *Journal of Applied Microbiology*. 108(3):956–964.
18. Martínez, P.O., Fredriksson-Ahoma, M., Pallotti, A., Rosmini, R., Houf, K., Korkeala, H. (2011). Variation in the prevalence of enteropathogenic *Yersinia* in slaughter pigs from Belgium, Italy, and Spain. *Foodborne Pathogens and Disease*. 8(3):445–450.
19. Sakai, T., Nakayama, A., Hashida, M., Yamamoto, Y., Takebe, H., Imai, S. (2005). Outbreak of food poisoning by *Yersinia enterocolitica* serotype O8 in Nara Prefecture: the first case report in Japan. *Japanese Journal of Infectious Diseases*. 58(4):257–258.
20. Trend and sources of zoonoses and zoonotic agents in the European Union 2007. EFSA (European Food Safety Authority) *Journal*. 2009;223:p. 189.
21. Wang, X., Qiu, H., Jin D., et al. (2008). O:8 serotype *Yersinia enterocolitica* strains in China. *International Journal of Food Microbiology*. 125(3):259–266.

## ТОКСИГЕННОСТЬ ШТАММОВ *YERSINIA ENTEROCOLITICA*, ИЗОЛИРОВАННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

Г. В. Козловская, В. Г. Скибицкий, Б. В. Борисевич, В. Г. Спиридонов

**Аннотация.** В статье охарактеризована токсигенность штаммов *Yersinia enterocolitica*, выделенных от больных животных, животноводческой сырьев, полученной из него продукции, а также из объектов окружающей среды. Исследовано 1234 образцов материалов, из которых выделено 87 штаммов иерсиний – 64 – *Yersinia enterocolitica* и 23 – *Yersinia spp.* Восемь штаммов (30,8 %), выделенных из продуктов убоя свиней и 4 штамма (26,7 %), изолированных из продуктов убоя крупного рогатого скота, агглютинировались сывороткой крови кролика, содержащей антитела к поверхностным антигенам, синтезированным по плазмидному контролю вирулентными штаммами *Yersinia enterocolitica*.

При исследовании цитотоксических свойств 64 штаммов *Y. enterocolitica* на культуре клеток Vero, цитотоксигенными оказались 45 (70,3 %) штаммов. Из них высокотоксигенные – 2 штамма (4,4 %). Среднюю степень цитотоксичности проявили 10 штаммов (22,3 %), низкотоксигенными были 22 (48,9 %) и нетоксигенными оказались 11 (24,4 %) штаммов. Цитотоксическими оказались все штаммы *Y. enterocolitica*, выделенные от больных животных, и большинство штаммов, выделенных из продуктов убоя свиней (63,6 %) и телят (55%), а также из молока и молочных продуктов (71,3 %).

Среди исследованных 20 штаммов *Y. enterocolitica*, выразительную энтеротоксигенность обнаружили 11 (55 %). Последние обусловили значительное накопление жидкости в изолированных участках кишечника морских свинок (показатель ИД  $\geq 1$ ). Дальнейшее исследование способности токсинообразования различными циркулирующими в природе штаммами *Y. enterocolitica*, будет способствовать разработке эффективных средств

Козловська Г. В., Скибіцький В. Г., Борисевич Б. В., Спиридонов В. Г.

терапии и профилактики, налаживанию системы надежного контроля за иерсиниозной токсикоинфекцией у человека и животных.

**Ключевые слова:** токсигенность, цитотоксичность, энтеротоксигенность, *Yersinia enterocolitica*, Vero

## TOXIGENITY OF YERSINIA ENTEROCOLITICA STRAINS ISOLATED FROM VARIOUS OBJECTS

G.V. Kozlovs`ka, V.G. Skibitsky, B.V. Borisevich, V.G. Spiridonov

**Abstract.** *The article describes the toxigenicity of Yersinia enterocolitica strains isolated from sick animals, livestock, products of slaughter of animals, food products and also from environmental objects. The are 1234 samples of materials were studied, of which 87 strains of Yersinia – 64 – Yersinia enterocolitica and 23 – Yersinia spp. were isolated. Eight strains (30.8%) isolated from pig slaughter products and 4 strains (26.7%) isolated from cattle slaughter products were agglutinated with rabbit blood serum antibodies synthesized by virulent Yersinia strains enterocolitica.*

*When studying the cytotoxic properties of 64 strains of Y. enterocolitica on a Vero cell culture, 45 (70.3%) strains were found to be cytotoxic. Of these highly toxicogenic – 2 strains (4.4%). An average degree of cytotoxicity was shown by 10 strains (22.3%), 22 (48.9%) were low-toxic and 11 (24.4%) were non-toxic. All Y. enterocolitica strains isolated from sick animals and the majority of strains isolated from pig slaughter products (63.6%) and calves (55%), as well as milk and dairy products (71.3%), turned out to be cytotoxic.*

*Among the studied 20 strains of Y. enterocolitica, expressive enterotoxigenicity was found in 11 (55%). The latter led to a significant accumulation of fluid in isolated sections of the intestines of guinea pigs (index ID  $\geq$  1). Further study of the ability of toxin formation by various naturally circulating strains of Y. enterocolitica will contribute to the development of effective therapeutic and prophylactic agents and the establishment of a reliable monitoring system for yersiniosis infection in humans and animals.*

**Key words:** *toxigenicity, cytotoxicity, enterotoxigenicity, Yersinia enterocolitica, Vero*