

## МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 639:616. 981.25:579

### Мікробіологічна характеристика та антибіотикорезистентність польових ізолятів *Streptococcus suis*


Савченко М.О.<sup>1</sup> , Корнієнко Л.Є.<sup>2</sup> , Тарасов О.А.<sup>3</sup> , Довгаль О.В.<sup>1</sup> ,

Білик С.А.<sup>1</sup> , Довгенко В.В., Царенко Т.М.<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Білоцерківський національний аграрний університет

<sup>2</sup> Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи

<sup>3</sup> Інститут ветеринарної медицини НААН

 Савченко М.О. E-mail: m.o.savcheniuk@gmail.com



Савченко М.О., Корнієнко Л.Є., Тарасов О.А., Довгаль О.В., Білик С.А., Довгенко В.В., Царенко Т.М. Мікробіологічна характеристика та антибіотикорезистентність польових ізолятів *Streptococcus suis*. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2022. № 1. С. 72–80.

Savcheniuk M., Kornienko L., Tarasov O., Dovgal O., Bilyk S., Dovhenko V., Tsarenko T. Microbiological characteristics and antibiotic resistance of field isolates *Streptococcus suis*. *Nauk. visn. vet. med.*, 2022. № 1. PP. 72–80.

Рукопис отримано: 01.04.2022 р.

Прийнято: 20.04.2022 р.

Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2022-173-1-72-80

*Streptococcus suis* є важливим асоційованим збудником з широким спектром захворювань у свиней, зокрема це менінгіт, септицемія, пневмонія, ендокардит і артрит. *Str. suis* може передаватися людині за безпосереднього контакту із хворою твариною. Захворювання свиней на стрептококоз не лише завдає значних збитків, а також зумовлює поширення вірусних інфекцій, зокрема РРСС, який реєструють у 80 % випадків на фермах, уражених стрептококозом. Останніми роками спостерігається значне зростання поширеності стрептококових інфекцій, а також їх значення як ускладнюючого чинника перебігу вірусних та бактеріальних захворювань. Важливим чинником поширення цього захворювання є нераціональне застосування антибіотиків різних груп, що сприяє швидкому набуттю полірезистентності патогенною мікрофлорою.

У статті наведено результати досліджень щодо мікробіологічної характеристики та антибіотикорезистентності ізолятів *Streptococcus suis*, виділених із патологічного матеріалу від хворих свиней. З метою більш якісного і швидшого виділення збудника, були вивчені особливості ураження ним органів і тканин та локалізації його в організмі поросят. Проведено епізоотологічний моніторинг спалахів стрептококозу на свинофермах України. Ферми, на базі яких проводили відбір проб, є стаціонарно неблагополучними щодо стрептококозу поросят.

Лабораторні дослідження польових ізолятів *Str. suis* виявили, що всі досліджувані мікроорганізми ферментували аргінін, саліцин, глікоген, D-глюкозу, цукрозу, галактозу, мальтозу, саліцин, трегалозу, інулін, із позитивними реакціями на  $\alpha$ -галактозидазу,  $\beta$ -глюкуронідазу та лейцин-аріламідазу.

Встановлено, що 73,4 % захворювань спричинені асоційованими збудниками, а стрептококоз у вигляді моноінфекції проявляється у 26,5 % випадків захворювань. Найбільше *Streptococcus suis* було виділено із синовіальної рідини та головного мозку. При цьому всі *Streptococcus suis* виділені із головного мозку були патогенні. Водночас *Streptococcus suis*, які виділені за інших захворювань, зокрема катаральна бронхопневмонія та септицемія, в переважній кількості були непатогенними.

**Ключові слова:** *Streptococcus suis*, антибіотикорезистентність, культуральні властивості, методи діагностики.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** *Streptococcus suis* належить до нормальної бактеріальної флори та перебуває в організмі свиней в нормальному фізіологічному стані, а захворювання зумовлює лише у разі

певних порушень в утриманні, годівлі тварин чи за стресових ситуацій або під час зниження резистентності організму тварин [1, 2, 18]. Тому він є умовно-патогенним збудником, який може спричинювати захворювання у разі по-

трапляння до організму іншого господаря [3]. Частота спалахів стрептококозу у господарствах останніми роками лише зростає, тому це захворювання є досить серйозною проблемою сучасного свинарства, враховуючи зростаючу резистентність *Streptococcus suis* до антибіотиків [4, 5]. Антибіотикорезистентність (АР) – це відсутність чутливості певних видів бактерій до антимікробних препаратів (АМП). Під АМП на сьогодні розуміють всі речовини, що діють згубно на мікроорганізми і призначаються переважно системно, незалежно від їх походження – природного, напівсинтетичного або синтетичного. АР відображає біологічні властивості збудника, однак може бути пов'язана з іншими чинниками нерационального використання АМП [8, 9, 20].

Цей збудник досить поширений у всьому світі. Нині виділяють 35 типів останнього, проте 2-й тип вважається найбільш патогенним [6, 7, 23].

У випадках, коли супутня мікрофлора не виділяється, *Streptococcus suis* може вважатися провідним інфекційним агентом, що спричиняє захворювання тварини. Однак, якщо збудник стрептококозу виділений із легень, то захворювання, ймовірно, спричинене асоціацією мікроорганізмів, тобто участь *Streptococcus suis* у розвитку цього типу захворювання вторинна [19, 21]. Однак, незважаючи на це, *Streptococcus suis* здатний підвищувати смертність і захворюваність серед поголів'я свиней та спричиняти значні економічні втрати через недоотримання приросту маси тіла тварин. Відомо, що *Streptococcus suis* спричинював захворювання у свиней у вигляді гострої моноінфекції у 45 % випадків, супутні інфекції, в асоціації з *E. coli* збудника виявляли у 23 %, *Pasteurella multocida* у 17 %, трьох і більше збудників вдавалось виділити у 15 % випадків [9, 10, 11, 22].

**Метою дослідження** було вивчити поширення і клінічні ознаки захворювання свиней на стрептококоз у неблагополучних господарствах, дослідити культуральні властивості ізольованих штамів *Streptococcus suis* та їх чутливість до антибіотиків.

**Матеріал та методи дослідження.** Польові дослідження були виконані у 2019–2021 рр. в неблагополучних щодо стрептококозу господарствах Київської, Житомирської, Черкаської, Вінницької областей України. Досліджувані проби відбирали від тварин, яким за попереднім клінічним оглядом був поставлений діагноз стрептококоз. Для постановки попереднього діагнозу проводили клінічне дослідження тварин, оцінку ветеринарної звітності, епізоотичні

дослідження (епізоотичне обстеження 5 господарств та спостереження за ними).

З метою більш якісного і швидшого виділення збудника вивчали особливості ураження органів і тканин та локалізації збудника в організмі поросят. Був проведений епізоотологічний моніторинг спалахів стрептококозу на свинофермах України, на основі чого визначено господарства для польових досліджень.

Із кожного з 5 господарств було відібрано близько 75 проб від поросят 6–10-тижневого та 1–4-тижневого віку. Значну частину проб відібрано від поросят із клінічними ознаками які характерні для стрептококозу. Після відбору дослідного матеріалу у цей самий день його доставляли у лабораторію для досліджень.

Лабораторні дослідження проводили у бактеріологічному відділі Інституту ветеринарної медицини НААН. Застосовували мікробіологічні методи досліджень, бактеріологічні дослідження проводили загальноприйнятими методами, після культивування на живильних середовищах (культурально-морфологічних, ферментативних) ізолятів бактерій стрептококозу свиней, проводили визначення їх чутливості до антибіотиків методом дифузії в агар із застосуванням дисків, що містять антибіотики (згідно з ТУ У 9398-001-39484474-2000), для обробки результатів досліджень використовували статистичні методи [12, 13].

Для дослідження були використані мазки із ротової порожнини поросят та внутрішньосуглобова рідина від хворих на артрит поросят.

Культивування мікроорганізмів *Streptococcus suis* проводили: в МПА, МПБ та МПБХ із рН 7,5±0,2 із додаванням інактивованої сироватки крові ВРХ в кількості 8–10 % за температури 36,7±0,3 °С протягом 12–24 годин і в МПАХ протягом 58–72 годин.

Визначення кількості колонієутворювальних одиниць (КУО) в добових бульйонних культурах проводили через висівання аликвоти культури в послідовних розведеннях 1'10<sup>-6</sup>; 1'10<sup>-7</sup> і 1'10<sup>-8</sup> в кількостях по 0,2 см<sup>3</sup> кожного розведення на поверхню МПАХ в трьох чашках Петрі і наступного культивування за температури (36,7±0,3) °С протягом 48–72 годин з подальшим підрахунком колоній що виростили, та середньої кількості живих мікроорганізмів в 1 см<sup>3</sup> культури за формулою:

$$K = a/n \cdot 5 \cdot 10^x,$$

де К – кількість живих мікроорганізмів у 1 см<sup>3</sup> культури даного розведення;

а – кількість колоній у чашках;

п – кількість чашок;

5 – коефіцієнт перерахунку на 1 см<sup>3</sup>;

10<sup>x</sup> – ступінь розведення.

Середню кількість живих мікроорганізмів в одному см<sup>3</sup> культури визначали поділом на три суми мікробних клітин у трьох розведеннях.

Для вивчення чутливості до антибіотиків використовували поживні середовища МПАХ, МПА, МПБХ, МПБ, середовище Сабура, тіогліколеве середовище, середовище Мюллер-Хінтона. Всі середовища готували згідно з настановами або за загальноприйнятими методиками та стерилізували автоклавуванням (за температури 118 °С протягом 60 хвилин).

Метод дифузії в агар базувався на здатності АБС дифундувати із паперових дисків у поживне середовище та пригнічувати ріст мікроорганізмів, що посіяні в товщу або на поверхню агару. Для проведення дослідів застосовували середовище агар Мюллер-Хінтона, який готували згідно з настановою та стерилізували автоклавуванням. Важливим моментом за проведення дослідів була товщина шару та кількість агару в чашках. Перед заповненням чашок середовищем враховували, що розмір та форма зони пригнічення тест-мікроорганізму залежать від товщини та рівномірності товщини шару агаризованих середовищ по поверхні чашки. В наших дослідах вона становила 4,0±0,5 мм. Це досягалось внесенням у чашки Петрі діаметром 90 мм за допомогою піпетки точної кількості (20 см<sup>3</sup>) агаризованих середовищ.

Облік розмірів зон затримки росту тест-мікроорганізмів проводили за допомогою електронного штангенциркуля з точністю до 0,1 мм. За визначення зон затримки росту мікроорганізмів враховували лише зони повної відсутності видимого росту.

Інокулюм, як зазначено вище, вміщував близько 10<sup>8</sup> КУО/см<sup>3</sup>, наносили на поверхню поживного середовища в чашках Петрі в об'ємі 1 см<sup>3</sup>, рівномірно розподіляли по всій його поверхні. Чашки підсушували протягом 15 хвилин. Потім на поверхню засіяного поживного середовища за допомогою мікропіпету розкладали диски з АБС з дотриманням відстані між дисками та краєм чашки не менше 20 мм. Тобто, на одну чашку розміщали не більше шести дисків. Після розкладання дисків чашки ставили до термостату догори дном та інкубували за температури 36±1 °С протягом 24 годин.

**Результати дослідження.** За обстеження свиноферм, на яких було виявлено спалахи стрептококозу, встановлено їх стаціонарне неблагополуччя. Це було пов'язано з наступними чинниками: надмірне перевантаження сектору опоросу і значне зростання у цих приміщеннях мікробного фону, погана якість підлоги, що є

причиною пошкодження кінцівок свиней, порушення принципу “пусто-зайнято” в тваринницьких приміщеннях, неякісне проведення дезінфекції родильного відділення.

У мазках крові та мікроскопічних препаратах із культур збудника пофарбованих за Грамом спостерігалися лише типові грампозитивні коки, розташовані по 1–2, що вказувало на чистоту культури.

За вивчення рухливості *Streptococcus suis* в препаратах „роздавлена крапля” збудник був нерухливий.

У результаті лабораторних досліджень зразків, отриманих з неблагополучних господарств, було встановлено, що культури стрептококів усіх досліджених ізолятів за культивування у термостаті протягом 24 годин за температури 35±0,5 °С добре росли в МПБХ з утворенням через 20–24 години рівномірного помутніння без плівки та пристінного кільця, в подальшому із утворенням осаду. За культивування на МПАХ через 24–48 годин утворювали дрібні гладенькі, прозорі, росинчасті колонії з рівними краями (S-форми), які через 72–96 годин набували білого кольору.

За вивчення гемолітичних властивостей дослідних ізолятів культури *Streptococcus suis* встановлено, що 100 % із них після 36-годинного культивування в термостаті на кров'яному агарі мали розмір приблизно 1–2 мм із добре видимою зоною α-гемолізу навколо них. В бульйонних культурах спостерігався ріст, характерний для стрептококової мікрофлори [14, 15].

Результати досліджень щодо біохімічних властивостей дослідних ізолятів *Str. suis* представлено в таблиці 1.

Біохімічні властивості різних за патогенністю ізолятів, досліджені за допомогою системи API 20STREP („bioMerieux”, France), не відрізнялися (рис. 1).

Отже, проведені нами дослідження показали, що всі ізоляти *Str. suis* мали типові культурально-морфологічні та ферментативні ознаки. Не виявлено значних відмінностей щодо біохімічних властивостей між окремими ізолятами *Str. suis*.

Важливо зазначити, що збудник *Str. suis* має властивість персистувати у здорових тварин без прояву клінічних ознак захворювання. Однак зразки патологічного матеріалу, отримані з мозку загинувших поросят, свідчать про безпосередню участь збудника стрептококозу в розвитку інфекційного процесу, зокрема енцефаломієліту (табл. 3; 4; 5).

Таблиця 1 – Ферментативні властивості патогенних ізолятів *Str. suis*, виділених із біоматеріалу від уражених тварин

Ферментативні властивості	Результат	Газоутворення	Ферментативні властивості	Результат	Газоутворення
D-глюкоза	+	-	Аргінін	+	-
Цукроза	+	-	Саліцин	+	-
Галактоза	+	-	Глікоген	+	-
Мальтоза	+	-	Гіпуррат	-	
Саліцин	+	-	Індол	-	
Трегалоза	+	-	Лужна фосфатаза	-	
Інулін	+	-	α-галактозидаза	-	
L-арабіноза	-		β-глюкуронидаза	+	-
D-маніт	-		Лейцин-ариламідаса	+	-
D-сорбіт	-		β-галактозидаза	+/-	-
Гліцерин	-		Гіалуронідаза	+/-	-
D-рибоза	-		Рафіноза	+/-	-



Рис. 1. Дослідження ізолятів *Streptococcus suis* (система) API 20STREP („bioMerieux”, France).

Необхідно відмітити, що під час проведення досліджень патологічних матеріалів за виділення *Str. suis* часто реєстрували наявність інших збудників бактеріальних захворювань (*E. coli*, *P. multocida*, *H. parasuis* та ін.), що свідчить про змішаний перебіг стрептококових захворювань у свиней. Ці дані збігаються з результатами, опублікованими зарубіжними дослідниками, згідно з якими *Str. suis* є головним інфекційним агентом в розвитку енцефалітів та енцефаломієлітів, незважаючи на інші бактеріальні агенти, що виділяються одночасно із патогенним стрептококом.

Результати проведених нами досліджень співпадають із даними інших науковців щодо найбільшої кількості випадків захворювання свиней на стрептококоз у 35–45-добовому віці.

**Обговорення.** Вивчено морфологічні, культуральні, біохімічні, ферментативні та біологічні властивості виділених 5 патогенних ізолятів збудника стрептококозів свиней. Встановлено, що всі виділені ізоляти *Str. suis* мали однакові морфологічні, культуральні та ферментативні властивості.

Таблиця 2 – Чутливість ізолятів *Streptococcus suis* до антибіотичних речовин виділених протягом 2017–2021 рр.

Назва антибіотика	МІК (мкг/см <sup>3</sup> )	Ізоляти	Висока чутливість	Помірна чутливість	Резистентність
Пеніцилін	0,016 – 0,028	Кількість	18	15	1
		%	52,9	44,1	2,9
Амоксицилін	0,012 – 0,030	Кількість	29	5	0
		%	85,3	14,7	0,0
Цефтріаксон	0,015 – 0,021	Кількість	26	3	5
		%	76,5	8,8	14,7
Цефалексин	0,032 – 0,046	Кількість	15	0	19
		%	44,1	0,0	55,9
Еритроміцин	0,35 – 0,62	Кількість	1	3	30
		%	2,9	8,8	88,2
Кліндаміцин	0,425 – 0,91	Кількість	3	5	26
		%	8,8	14,7	76,5
Енрофлоксацин	0,040 – 0,1	Кількість	19	8	7
		%	55,9	23,5	20,6
Ципрофлоксацин	0,025 – 0,09	Кількість	17	14	3
		%	50,0	41,2	8,8
Тетрациклін	0,25 – 0,60	Кількість	22	7	5
		%	64,7	20,6	14,7
Доксіциклін	0,20 – 0,78	Кількість	17	12	5
		%	50,0	35,3	14,7
Гентаміцин	0,04 – 0,1	Кількість	14	5	15
		%	41,2	14,7	44,1

Таблиця 3 – Результати дослідження біоматеріалу із трупів свиней за локалізацією уражень, зумовлених *Str. suis*

Вид патологічного матеріалу	Загальна кількість досліджуваних тварин, гол.	Кількість тварин від яких був виділений <i>Str. suis</i> , гол.
Головний мозок	60	9
Легені	60	4
Зразки від тварин з ознаками септицемії	60	2
Суглоби	60	8
Лімфатичні вузли	60	11
	Загалом 300	Загалом 34

Таблиця 4 – Етіологічне значення ізолятів збудника стрептококозів свиней за асоційованих інфекцій

Клінічні ознаки захворювання у свиней	Виділено ізолятів (шт.)	
	патогенні	непатогенні
Менінгіт, енцефаліт, хоріоїдит	1	3
Артрит, поліартрит, пері- та епікардит, плеврит	2	5
Септицемія	1	-
Катаральна бронхопневмонія, фібринозна пневмонія, інтерстиціальна пневмонія	-	4
Змішані захворювання	1	8
Загалом	5	20

Таблиця 5 – Етіологічне значення ізолятів збудника стрептококозів свиней за моноінфекцій

Клінічні ознаки захворювання у свиней	Виділено ізолятів (шт.)	
	патогенні	непатогенні
Менінгіт, енцефаліт, хоріоїдит	5	-
Артрит, поліартрит, пері- та епікардит, плеврит	-	1
Септицемія	1	-
Катаральна бронхопневмонія, фібриозна пневмонія, інтерстиціальна пневмонія	-	-
Змішані захворювання	2	-
Загалом	8	1

Таблиця 6 – *Str. suis* в асоціаціях збудників інфекційних захворювань, виділених з патологічного матеріалу

Вид асоціативних збудників	Зразки (%)
<i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>	2,9
<i>Actinobacillus suis</i>	2,9
<i>Haemophilus parasuis</i>	8,8
<i>E. coli</i>	14,7
<i>Pasteurella multocida</i>	11,8
<i>Bordetella spp</i>	2,9
<i>S. suis</i> у вигляді моноінфекції	26,5
Змішана інфекція за участю трьох і більше збудників	29,4
Загалом	100%

Ферментативні властивості всіх досліджених ізолятів були майже ідентичними. Результати, отримані за дослідження ферментативних властивостей, відповідали даним літератури. Зокрема всі ізоляти ферментували рафінозу із утворенням кислоти без газу, що характерно для *Str. suis* серотипу 2 та не характерно для серотипу 1. Всі досліджувані ізоляти також добре ферментували аргінін, саліцин, глікоген, D-глюкозу, цукрозу, галактозу, мальтозу, саліцин, трегалозу, інулін. Позитивними були реакції на  $\alpha$ -галактозидазу,  $\beta$ -глюкуронідазу і лейцин-ариламидазу, що підтверджувало ознаки виду *Str. suis* та правильність диференціації культур збудника.

Отже встановлено, що всі дослідні ізоляти *Str. suis* однаково ферментували  $\beta$ -галактозидазу, гіалуронідазу та рафінозу. Характерною особливістю ізолятів *Str. suis*, виділених від свиней, була відсутність ферментування маніту, що відповідає ідентифікації збудника за Берджі (Bergey) та співпадає із даними літератури (більше 70 % ізолятів не ферментують маніт) [16, 17].

За вивчення біохімічних властивостей ізолятів *Str. suis* з використанням системи API 20STREP („bioMérieux”, France) встановлено, що всі культури позитивно реагували з піролі-

доніларіламінідазою і ацетил–В-глюкозамінідазою та ферментували глюкозу.

Кількість стійких ізолятів до енрофлоксацину та ципрофлоксацину, достатньо поширених антибіотиків фторхінолонової групи, збільшилась з 8 та 4 % до 55,6 та 22,2 %. Подібна тенденція спостерігається стосовно цефалоспоринових антибіотиків, для яких також встановлено збільшення кількості резистентних ізолятів з 8 та 56 % в 2017 році до 22,2 та 66,7 % в 2021 році.

Слід зазначити про збільшення стійкості до 2-х та більше антибіотиків в ізолятах 2021 року порівняно з ізолятами 2017 року.

Переважає більшість виділених нами ізолятів *Str. suis* віднесено до серотипу 2. За аналізом літературних даних, більшість авторів вважають цей серотип головним інфекційним чинником у разі захворювання свиней на стрептококоз.

За аналізом результатів досліджень патологічного матеріалу було встановлено, що у 26,5 % випадків *Str. suis* зумовлював захворювання у вигляді гострої моноінфекції, у 14,7 % – разом *Str. suis* виділяли *E. coli*, у 11,8 % – з *Pasteurella multocida*, у 8,8 % випадків – з *Haemophilus parasuis*. Змішана інфекція спостерігалась в 29,4 % випадків.

На підставі проведених мікробіологічних, культурально-біохімічних, серологічних і молекулярно-генетичних досліджень підібрано та охарактеризовано ізоляти *Str. suis*, оптимізовано терміни культивування з метою отримання максимальної біомаси збудника.

Отримані дані відображують певні тенденції розвитку резистентності мікрофлори до компонентів препарату, що може бути зумовлено тривалим терміном застосування фторхінолонових антибіотиків в господарствах, з яких було виділено вказані мікроорганізми.

**Висновки.** Результати наших досліджень показали значну частоту та кількість спалахів стрептококозу поросят на території України. Із проб, відібраних у неблагополучних щодо стрептококозу господарствах, було виділено чисту культуру стрептококів, як від підсисних так і відлучених поросят.

Усі досліджувані мікроорганізми ферментували аргінін, саліцин, глікоген, D-глюкозу, цукрозу, галактозу, мальтозу, саліцин, трегалозу, інулін, із позитивними реакціями на  $\alpha$ -галактозидазу,  $\beta$ -глюкуронідазу та лейцин-ариламідазу.

Було вивчено антибіотикочутливість *Str. suis* до пеніциліну, амоксициліну, цефтріаксону, цефалексину, еритроміцину, кліндаміцину, енрофлосацину, ципрофлоксацину, тетрацикліну, доксицикліну та гентаміцину.

Встановлено, що у 26,5 % випадків *Str. suis* зумовлював захворювання у вигляді гострої моноінфекції, у 14,7 % – разом *Str. suis* виділяли *E. coli*, у 11,8 % – з *Pasteurella multocida*, у 8,8 % випадків – з *Haemophilus parasuis*. Змішана інфекція спостерігалась в 29,4 випадків.

Перспективою подальших досліджень є визначення антигенних властивостей *Str. suis*.

**Відомості про дотримання біоетичних норм.** Вказані дослідження виконували з дотриманням усіх біоетичних норм.

**Відомості про конфлікт інтересів.** Автори не мають конфлікту інтересів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Wollmuth E. M. A Survey of  $\beta$ -lactam Antibiotic Resistance Genes and Culturable Ampicillin Resistant Bacteria in Minnesota Soils. Departmental Honors Projects. 2017. 53. P. 6–28.

2. Gottschalk M., Segura M. (2019) *Streptococcus* 11th ed.; Zimmerman J.J., Karki L.A., Ramirez A., Schwartz K.J., Stevenson G.W., Zhang J., Eds. Wiley-Blackwell: Hoboken N.J. In Diseases of Swine. USA, 2019. P. 934–950.

3. Molecular and antimicrobial susceptibility profiling of atypical *Streptococcus* species from porcine clinical specimens / L.Z. Moreno et al. Infect. Genet. Evol. 2016. 44. P. 376–381.

4. Тарасов О.А., Зоценко І.А. Вивчення імуногенних властивостей штамів *Streptococcus suis*, придатних для виготовлення вакцин та відпрацювання методів контролю імуногенності. Ветеринарна біотехнологія. 2014. № 24. P. 248–253.

5. Тарасов О.А., Захарова О.М., Гудзь Н.В., Савченко М.О. Поширення стереотипів *Streptococcus suis* на території України. Ветеринарна біотехнологія. 39. 2021. С. 117–127. DOI:10.31073/vet\_biotech39-11

6. Clonal Clusters and Virulence Factors of Group C and G *Streptococcus* Causing Severe Infections, Manitoba, Canada, 2012–2014/S.A. Lother et al. Emerg. Infect. Dis. 23. 2017. P. 1079–1088.

7. *Streptococcus suis* meningitis: a systematic review and meta-analysis/A. Van Samkar et al. PLoS Negl Trop Dis. 2015. 27. P. 9(10):e0004191. DOI:10.1371/journal.pntd.0004191.

8. Prevalence of various phenotypes of *Streptococcus suis* isolated from swine in the U.S.A. based on the presence of muraminidase-released protein and extracellular factor/L. Galina et al. 1996. No. 60. 1996. P. 72–74.

9. Salasia S.I., Lammler C. Distribution of serotype, virulence markers and further characteristics of *Streptococcus suis* isolates from pigs. Zentralbl. Veterinarmed. 1995. 42. P. 78–83.

10. Тарасов О.А., Гудзь Н.В., Савченко М.О. Вивчення біологічних властивостей збудника стрептококозів свиней в Україні. Ветеринарна біотехнологія. 2021. Вип. 38. С. 155–165.

11. Haas B., Grenier D. Understanding the virulence of *Streptococcus suis*: A veterinary, medical, and economic challenge. Med Mal Infect. 2018. 48(3). P. 159–166. DOI:10.1016/j.medmal.2017.10.001.

12. *Streptococcus suis*: an emerging zoonotic pathogen/Z.R. Lun et al. Lancet Infect Dis. 2007. 7(3). P. 201–9. DOI:10.1016/S1473-3099(07)70001-4. PMID: 17317601.

13. Methods for the detection and characterization of *Streptococcus suis*: from conventional bacterial culture methods to immunosensors/X. Xia et al. Antonie Van Leeuwenhoek. 2018. 111(12). P. 2233–2247. DOI:10.1007/s10482-018-1116-7.

14. *Streptococcus suis* biofilm: regulation, drug-resistance mechanisms, and disinfection strategies/Y. Wang et al. Appl Microbiol Biotechnol. 2018. 102(21). P. 9121–9129. DOI:10.1007/s00253-018-9356-z.

15. How *Streptococcus suis* serotype 2 attempts to avoid attack by host immune defenses/X. Xia et al. J Microbiol Immunol Infect. 2019. 52(4). P. 516–525. DOI:10.1016/j.jmii.2019.03.003.

16. Matrix-assisted Laser Desorption Ionization-Time-of-Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) as a Reliable Tool to Identify Species of Catalase-negative Gram-positive Cocci not Belonging to the *Streptococcus Genus*/M. Almuzara et al. Open Microbiol J. 2016. 28. 10. P. 202–208. DOI: 10.2174/1874285801610010202. PMID: 28217192; PMID: PMC5278551.

17. Rapid visual detection of highly pathogenic *Streptococcus suis* serotype 2 isolates by use of

loop-mediated isothermal amplification / J. Zhang et al. J Clin Microbiol. 2013. 51(10). P. 3250–6. DOI:10.1128/JCM.01183-13. PMID: 23884995; PMCID: PMC3811624.

18. Pathotyping the Zoonotic Pathogen *Streptococcus suis*: Novel Genetic Markers To Differentiate Invasive Disease-Associated Isolates from Non-Disease-Associated Isolates from England and Wales/T.M. Wileman et al. J Clin Microbiol. 2019. 25. 57(7):e01712-18. DOI:10.1128/JCM.01712-18. PMID: 30944194; PMCID: PMC6595460.

19. Effects of Environmental and Management-Associated Factors on Prevalence and Diversity of *Streptococcus suis* in Clinically Healthy Pig Herds in China and the United Kingdom/G. Zou et al. Appl Environ Microbiol. 2018. 2. 84(8):e02590-17. DOI:10.1128/AEM.02590-17. PMID:29427423; PMCID: PMC5881051.

20. Dee S.A., Carlson A.R., Winkelman N.L., Corey M.M. Effect of management practices on the *Streptococcus suis* carrier rate in nursery swine. J Am Vet Med Assoc. 1993. 15. 203(2). P. 295–9. PMID: 8407494.

21. *Streptococcus suis*: a re-emerging pathogen associated with occupational exposure to pigs or pork products. Part II – Pathogenesis/J. Dutkiewicz et al. Ann Agric Environ Med. 2018. 14. 25(1). P. 186–203. DOI:10.2644/aaem/85651.

#### REFERENCES

1. Wollmuth, E.M. (2017). A Survey of  $\beta$ -lactam Antibiotic Resistance Genes and Culturable Ampicillin Resistant Bacteria in Minnesota Soils. Departmental Honors Projects. 53, pp. 6–28.

2. Gottschalk, M., Segura, M. (2019). *Streptococcus* 11th ed.; Zimmerman, J.J., Karriker, L.A., Ramirez, A., Schwartz, K.J., Stevenson, G.W., Zhang, J., Eds.; Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, In *Diseases of Swine*. USA, pp. 934–950.

3. Moreno, L.Z., Matajira, C.E.C., Gomes, V.T.M., Silva, A.P.S., Mesquita, R.E., Christ, A.P.G., Sato, M.I.Z., Moreno, A.M. (2016). Molecular and antimicrobial susceptibility profiling of atypical *Streptococcus* species from porcine clinical specimens. Infect. Genet. Evol. 44, pp. 376–381.

4. Tarasov, O.A., Zotsenko, I.A. (2014). Vyvchennia imunohennykh vlastyvostei shtamiv *Streptococcus suis*, prydatnykh dlia vyhotovlennia vaktsyn ta vidpratsiuвання metodiv kontroliu imunohennosti [Study of immunogenic properties of *Streptococcus suis* strains suitable for the manufacture of vaccines and development methods for monitoring immunogenicity]. Veterinary biotechnology. no. 24, pp. 248–253.

5. Tarasov, O.A., Zakharova, O.M., Hudz, N.V., Savcheniuk, M.O. (2021). Poshyrennia stereotypiv *Streptococcus suis* na terytorii Ukrainy [Dissemination of *Streptococcus suis* stereotypes in Ukraine territory]. Veterinary biotechnology. 39, pp. 117–127. DOI:10.31073/vet\_biotech39-11

6. Lother, S.A., Demczuk, W., Martin, I., Mulvey, M., Dufault, B., Lagacé-Wiens, P., Keynan, Y. (2017). Clonal Clusters and Virulence Factors of Group C and G *Streptococcus*

Causing Severe Infections, Manitoba, Canada, 2012–2014. Emerg. Infect. Dis. 23, pp. 1079–1088.

7. Van Samkar, A., Brouwer, M.C., Schultsz, C., van der Ende, A., van de Beek, D. (2015). *Streptococcus suis* meningitis: a systematic review and meta-analysis. PLoS Negl Trop Dis. 27, 9(10): e0004191. DOI:10.1371/journal.pntd.0004191.

8. Galina, L. (1996). Prevalence of various phenotypes of *Streptococcus suis* isolated from swine in the U.S.A. based on the presence of muraminidase-released protein and extracellular factor. no. 60, pp. 72–74.

9. Salasia, S.I., Lammler, C. (1995). Distribution of serotype, virulence markers and further characteristics of *Streptococcus suis* isolates from pigs. Zentralbl. Veterinarmed. 42, pp. 78–83.

10. Tarasov, O.A., Hudz, N.V., Savcheniuk, M.O. (2021). Vyvchennia biolohichnykh vlastyvostei zbudnyka streptokokoziv svynei v Ukraini [Studying the biological properties of the pathogen of pigs in Ukraine (in Ukraine)]. Veterynarna biotekhnolohiia. Iss. 38, pp. 155–165.

11. Haas, B., Grenier, D. (2018). Understanding the virulence of *Streptococcus suis*: A veterinary, medical, and economic challenge. Med Mal Infect. 48(3), pp. 159–166. DOI:10.1016/j.medmal.2017.10.001.

12. Lun, Z.R., Wang, Q.P., Chen, X.G., Li, A.X., Zhu, X.Q. (2007). *Streptococcus suis*: an emerging zoonotic pathogen. Lancet Infect Dis. No. 7(3), pp. 201–9. DOI:10.1016/S1473-3099(07)70001-4. PMID:17317601.

13. Xia, X., Wang, X., Wei, X., Jiang, J., Hu, J. (2018). Methods for the detection and characterization of *Streptococcus suis*: from conventional bacterial culture methods to immunosensors. Antonie Van Leeuwenhoek. 111(12), pp. 2233–2247. DOI:10.1007/s10482-018-1116-7.

14. Wang, Y., Wang, Y., Sun, L., Grenier, D., Yi, L. (2018). *Streptococcus suis* biofilm: regulation, drug-resistance mechanisms, and disinfection strategies. Appl Microbiol Biotechnol. 102(21), pp. 9121–9129. DOI:10.1007/s00253-018-9356-z.

15. Xia, X., Qin, W., Zhu, H., Wang, X., Jiang, J., Hu, J. (2019). How *Streptococcus suis* serotype 2 attempts to avoid attack by host immune defenses. J Microbiol Immunol Infect. 52(4), pp. 516–525. DOI:10.1016/j.jmii.2019.03.003.

16. Almuzara, M., Barberis, C., Velázquez, V.R., Ramirez, M.S., Famiglietti, A., Vay, C. (2016). Matrix-assisted Laser Desorption Ionization-Time-of-Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) as a Reliable Tool to Identify Species of Catalase-negative Gram-positive Cocci not Belonging to the *Streptococcus* Genus. Open Microbiol J. 28, 10, pp. 202–208. DOI:10.2174/1874285801610010202. PMID: 28217192; PMCID: PMC5278551.

17. Zhang, J., Zhu, J., Ren, H., Zhu, S., Zhao, P., Zhang, F., Lv, H., Hu, D., Hao, L., Geng, M., Gong, X., Pan, X., Wang, C., Qi, Z. (2013). Rapid visual detection of highly pathogenic *Streptococcus suis* serotype 2 isolates by use of loop-mediated isothermal amplification. J Clin Microbiol. 51(10), pp. 3250–6. DOI:10.1128/JCM.01183-13. PMID:23884995; PMCID: PMC3811624.



18. Wileman, T.M., Weinert, L.A., Howell, K.J., Wang, J., Peters, S.E., Williamson, S.M., Wells, J.M., Langford, P.R., Rycroft, A.N., Wren, B.W., Maskell, D.J., Tucker, A.W. (2019). Pathotyping the Zoonotic Pathogen *Streptococcus suis*: Novel Genetic Markers To Differentiate Invasive Disease-Associated Isolates from Non-Disease-Associated Isolates from England and Wales. *J Clin Microbiol.* 25, 57(7):e01712-18. DOI:10.1128/JCM.01712-18. PMID:30944194; PMCID: PMC6595460.

19. Zou, G., Zhou, J., Xiao, R., Zhang, L., Cheng, Y., Jin, H., Li, L., Zhang, L., Wu, B., Qian, P., Li, S., Ren, L., Wang, J., Oshota, O., Hernandez-Garcia, J., Wileman, T.M., Bentley, S., Weinert, L., Maskell, D.J., Tucker, A.W.D., Zhou, R. (2018). Effects of Environmental and Management-Associated Factors on Prevalence and Diversity of *Streptococcus suis* in Clinically Healthy Pig Herds in China and the United Kingdom. *Appl Environ Microbiol.* 2, 84(8):e02590-17. DOI:10.1128/AEM.02590-17. PMID: 29427423; PMCID: PMC5881051.

20. Dee, S.A., Carlson, A.R., Winkelman, N.L., Corey, M.M. (1993). Effect of management practices on the *Streptococcus suis* carrier rate in nursery swine. *J Am Vet Med Assoc.* 15, 203(2), pp. 295–9. PMID: 8407494.

21. Dutkiewicz, J., Zając, V., Sroka, J., Wasinski, B., Cisak, E., Sawczyn, A., Kloc, A., Wójcik-Fatla, A. (2018). *Streptococcus suis*: a re-emerging pathogen associated with occupational exposure to pigs or pork products. Part II - Pathogenesis. *Ann Agric Environ Med.* 14, 25(1), pp. 186–203. DOI:10.26444/aaem/85651

#### Microbiological characteristics and antibiotic resistance of field isolates *Streptococcus suis*

Savcheniuk M., Kornienko L., Tarasov O., Dovgal O., Bilyk S., Dovhenko V., Tsarenko T.

*Streptococcus suis* is an important associated pathogen with a wide range of diseases in pigs such as meningitis, septicemia, pneumonia, endocarditis and arthritis. *S suis* can be transmitted to humans through

direct contact with a sick animal. The disease of pigs with *streptococcus* not only causes significant direct damage, but also contributes to the spread of viral infections such as PRRS, which is registered in 80% of cases on farms affected by streptococcus. In recent years, there has been a significant increase in the prevalence of *streptococcal* infections, as well as their role as a complicating factor in viral and bacterial diseases. An important factor in the spread of this disease is the irrational use of antibiotics of different groups, which contributes to the rapid acquisition of polyresistance of pathogenic microflora.

The article presents the results of studies on the microbiological characteristics and antibiotic resistance of isolates of *Streptococcus suis* isolated from pathological material from sick pigs. In order to better and faster isolation of the pathogen, the features of its damage to organs and tissues and its localization in the body of piglets were studied. Epizootological monitoring of streptococcal outbreaks on pig farms in Ukraine was carried out. The farms on the basis of which the sampling was carried out are permanently unfavorable for streptococcus of piglets.

Laboratory studies of *S. suis* field isolates found that all studied microorganisms fermented arginine, salicin, glycogen, D-glucose, sucrose, galactose, maltose, salicin, trehalose, inulin, with positive reactions to  $\alpha$ -galactosidase,  $\beta$ -glucutane and  $\beta$ -glucura .

Of the isolated *Str. suis* isolates, 87% were sensitive to erythromycin, 75% to clindamycin and 55% to cephalixin, 43% of isolates were resistant to gentamicin and 20% to enrofloxacin.

It was found that in 25% of cases *S. suis* caused the disease in the form of acute monoinfection, in 20% of cases *S. suis* isolated *E. coli*, in 16% of cases - with *Pasteurella multocida*, in 11% of cases - with *Haemophilus parasuis*. Mixed infection was observed in 17% of cases.

**Key words:** *Streptococcus suis*, antibiotic resistance, culture properties, diagnostic methods.



Copyright: Савченко М.О. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



#### ORCID iD:

Савченко М.О.

<https://orcid.org/0000-0003-2306-4114>

Корнієнко Л.С.

<https://orcid.org/0000-0002-6962-8272>

Тарасов О.А.

<https://orcid.org/0000-0003-1481-5529>

Довгаль О.В.

<https://orcid.org/0000-0001-8620-8117>

Білик С.А.

<https://orcid.org/0000-0003-4590-0881>

Царенко Т.М.

<https://orcid.org/0000-0003-4373-5958>