УДК 636.4.082.4:636.082.453
DOI https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-2-6

Калітаєв К. К.
аспірант кафедри прикладної біології, розведення та генетики тварин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна
E-mail: *kalitaev.k@nubip.edu.ua*
ORCID: *0009-0009-1045-2119*

Лихач А. В.
доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри прикладної біології, розведення та генетики тварин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна
E-mail: *avlykhach@nubip.edu.ua*
ORCID: *0000-0002-0472-6162*

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ОСІМЕНІННЯ СВИНОМАТОК В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОГО СВИНАРСТВА

Анотація

Інтенсифікація промислового свинарства і необхідність максимальної реалізації генетичного потенціалу сучасних високопродуктивних свиней зумовлюють потребу в удосконаленні технологій штучного осіменіння, спрямованих на підвищення репродуктивної ефективності свиноматок і водночас раціональне використання генетичного матеріалу кнурів-плідників. Метою дослідження було оптимізувати технологію штучного осіменіння свиноматок в умовах промислового свинарства шляхом порівняльного оцінювання цервікального і постцервікального способів введення сперми за технологічними, репродуктивними та ресурсно-економічними показниками. Дослідження проведено у 2024–2026 роках у виробничих умовах СВК Агрофірма «Миг-Сервіс-Агро» (Миколаївська область). За принципом груп-аналогів сформовано дві групи по 30 клінічно здорових основних свиноматок 3–5-го опоросів. Свиноматок контрольної групи осіменяли традиційним цервікальним способом за використанням спермодози об'ємом 80 мл, що містила 2,5 млрд сперміїв, тоді як у дослідній групі застосовували постцервікальне осіменіння спермодозою об'ємом 45 мл із вмістом 1,5 млрд сперміїв. Оцінювали тривалість процедури, інтенсивність витоку сперми, опір проходженню катетера, поведінкову реакцію свиноматок, появу крові, рівень підтвердженої поросності, частоту повторної охоти, взаємозв'язки між технологічними показниками та розрахункову ресурсно-економічну ефективність.

Установлено, що постцервікальний спосіб забезпечив скорочення тривалості процедури осіменіння на 36,6 % ($p < 0,001$) та зменшення інтенсивності витоку сперми на 63,4 % ($p < 0,001$) порівняно з традиційним цервікальним способом. Статистично значущих відмінностей за опором проходженню катетера і частотою появи крові не виявлено, тоді як поведінкова реакція свиноматок характеризувалася тенденцією до меншої вираженості ($p = 0,050$). Рівень підтвердженої поросності у дослідній групі становив 86,7 % проти 83,3 % у контрольній, а частота повторної охоти знизилася з 16,7 до 13,3 %, однак зазначені відмінності не були статистично значущими. Кореляційний аналіз показав наявність помірного прямого зв'язку між тривалістю процедури та інтенсивністю витоку сперми ($r = 0,545$; $p < 0,001$), тоді як достовірного впливу окремих технологічних показників на заплідненість свиноматок не встановлено.

Розрахункова ресурсно-економічна оцінка засвідчила, що використання постцервікального способу дозволяє скоротити витрати робочого часу на 3,15 людино-години на кожні 100 осіменінь і на 31,50 людино-години на 1000 осіменінь, зменшити використання розрідженої сперми на 43,75 %, потребу в сперміях на 40,0 % та підвищити вихід спермодоз зі 100 млрд придатних сперміїв із 40,0 до 66,7 доз. Отримані результати свідчать, що постцервікальний спосіб штучного осіменіння забезпечує істотні технологічні й ресурсозберігаючі переваги без зниження репродуктивної результативності виключно основних свиноматок, що підтверджує доцільність його широкого впровадження у промисловому свинарстві для підвищення ефективності використання генетичного потенціалу кнурів-плідників та оптимізації виробничих процесів.

Ключові слова: *кнури, свині, спосіб осіменіння, спермодоза, технологічні, репродуктивні та ресурсно-економічні показники.*

Вступ. Інтенсифікація промислового свинарства і реалізація генетичного потенціалу сучасних високопродуктивних генотипів свиней зумовлюють необхідність постійного вдосконалення технологій відтворення маточного поголів'я [7–9]. Репродуктивна ефективність свиноматок визначає ритмічність виробництва, кількість одержаних поросят, продуктивність праці та економічну ефективність свинарських підприємств [12]. У сучасних умовах навіть незначне зниження заплідненості або збільшення витрат часу на проведення осіменіння призводить до істотних виробничих втрат [15; 19]. Тому одним із пріоритетних напрямів розвитку галузі є оптимізація технології штучного

© Калітаєв К. К., Лихач А. В., 2026

осіменіння, котра повинна забезпечувати високу відтворювальну результативність за одночасного раціонального використання генетичного матеріалу, трудових ресурсів і технологічного часу [22; 28–29; 31].

Штучне осіменіння залишається основною біотехнологією відтворення у промисловому свинарстві, забезпечуючи ефективне використання генетично цінних кнурів, прискорення селекційного прогресу та підвищення рівня біобезпеки [25; 32]. Сучасні дослідження [11] свідчать, що підвищення ефективності штучного осіменіння нині пов'язане не стільки зі збільшенням кількості сперміїв у дозі, скільки з удосконаленням усіх етапів технологічного процесу: контролю якості сперми, оптимізації її використання, удосконалення техніки введення та скорочення виробничих витрат [9].

Одним із найбільш перспективних напрямів є застосування постцервікального способу штучного осіменіння, який дає можливість зменшити об'єм спермодози, скоротити кількість сперміїв, необхідних для одного осіменіння і підвищити ефективність використання еякулятів високопродуктивних кнурів [10; 16–18]. Особливого значення ця технологія набуває на великих промислових комплексах, де необхідно забезпечити якісне осіменіння значної кількості свиноматок у стислі технологічні строки [26; 29–33]. Разом із тим результативність постцервікального осіменіння визначається не лише способом введення сперми, а й фізіологічним станом свиноматки, своєчасністю виявлення охоти, кваліфікацією оператора та дотриманням технологічного регламенту [17; 19].

За даними сучасних досліджень [30], удосконалення програм штучного осіменіння шляхом використання одноразового осіменіння у фіксований час, синхронізації овуляції та застосування постцервікальної технології дозволяє зменшити кількість технологічних операцій без погіршення основних репродуктивних показників. Одночасно активно розвиваються напрями автоматизованого визначення охоти, цифрового моніторингу поведінки свиноматок, удосконалення лабораторної оцінки сперми та оптимізації умов її зберігання, що знайшло відображення у роботах [17–19; 29].

Незважаючи на зазначену кількість наукових публікацій, більшість із них присвячена оцінюванню окремих біотехнологічних аспектів штучного осіменіння або аналізу кінцевих показників відтворення. Водночас недостатньо уваги приділено комплексному порівнянню традиційного цервікального та постцервікального способів осіменіння за однакових виробничих умов із одночасною оцінкою технологічних параметрів виконання процедури (тривалості осіменіння, витікання сперми, особливостей проходження катетера, реакції тварини) та їх впливу на заплідненість свиноматок.

Саме тому комплексне оцінювання технологічної і репродуктивної ефективності різних способів штучного осіменіння є актуальним як з наукової, так і з практичної точки зору, оскільки дозволяє обґрунтувати найбільш ефективні технологічні рішення для промислового свинарства.

Метою дослідження було оптимізувати технологію штучного осіменіння свиноматок в умовах промислового свинарства шляхом порівняльного оцінювання цервікального і постцервікального способів введення сперми за технологічними, репродуктивними та ресурсно-економічними показниками.

Матеріал і методи. Експериментальні дослідження проведено упродовж 2024–2026 років в умовах сільськогосподарського виробничого кооперативу Агрофірма «Миг-Сервіс-Агро» (Миколаївська область, Україна), який спеціалізується на промисловому виробництві свинини за потоковою технологією із замкнутим циклом виробництва [9]. Господарство використовує сучасну систему утримання тварин із контрольованими параметрами мікроклімату, що відповідали ВНТП-АПК – 02.05 «Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)» [3], автоматизованою роздачею кормів, механізованим видаленням гною та штучним осіменінням свиноматок.

Вибір тварин для проведення дослідження здійснювали з урахуванням результатів попереднього етапу наукової роботи, якими встановлено, що найвищий рівень реалізації відтворювального потенціалу помісних свиноматок поєднання велика біла × ландрас припадає на 3–5-й опороси. З огляду на це, для проведення досліду за принципом груп-аналогів було відібрано 60 клінічно здорових свиноматок зазначеного генотипу і кількістю опоросів, яких розподілили на контрольну та дослідну групи по 30 голів у кожній. Свиноматок контрольної групи осіменяли традиційним цервікальним способом, де об'єм однієї спермодози становив 80 мл з кількість сперміїв у дозі – 2,5 млрд, тоді як тварин дослідної групи – постцервікальним способом з об'ємом спермодози – 45 мл й кількістю сперміїв – 1,5 млрд. Групи формували з урахуванням номера опоросу (паритету), живої маси, фізіологічного стану та попередніх показників відтворювальної продуктивності, що забезпечило їх зіставність і дозволило об'єктивно оцінити вплив способу штучного осіменіння на технологічні та репродуктивні показники [4–5].

Свиноматок утримували відповідно до прийнятої у господарстві потокової технології. У період поросності тварини перебували як у індивідуальних, так і групових станках із вільним доступом до води через автоматичні напувалки, а за 5–7 діб до очікуваної дати опоросу їх переводили до цеху опоросу. Після народження поросят свиноматок утримували разом із приплодом до відлучення згідно з технологічним циклом підприємства [9].

Годівлю здійснювали повнораціонними комбікормами промислового виробництва, збалансованими за вмістом обмінної енергії, сирого протеїну, незамінних амінокислот, макро- та мікроелементів, а також вітамінів відповідно до фізіологічного стану тварин та сучасних норм годівлі свиней [24]. Раціони для холостих, поросних і лактуючих свиноматок відрізнялися за поживністю відповідно до їхніх фізіологічних потреб. Доступ до питної води був необмеженим протягом усього періоду продуктивного використання.

Відтворення стада здійснювали методом штучного осіменіння із використанням доз сперми кнурів компанії PIC, допущених до відтворення відповідно до внутрішніх вимог господарства [3]. Для осіменіння в обох

групах використовували спермодози, котрі відповідали встановленим вимогам щодо рухливості, концентрації, морфологічної повноцінності та санітарної якості сперміїв. Перед використанням спермодози поступово доводили до рекомендованої робочої температури та обережно перемішували для рівномірного розподілу сперміїв у середовищі. У межах одного дня дослідження намагалися використовувати сперму однакового строку зберігання. Осіменіння здійснював один підготовлений оператор за уніфікованою методикою, що дозволило мінімізувати вплив індивідуальної техніки виконання процедури.

Статеву охоту свиноматок встановлювали шляхом індивідуального спостереження за їх поведінкою у присутності кнура-пробника та проведення дорсального тесту [9]. Основною ознакою готовності тварини до осіменіння вважали наявність стійкого рефлексу нерухомості у відповідь на натискання на попереково-крижову ділянку. Додатково враховували почервоніння і набряк вульви, наявність слизових виділень, занепокоєння, характерне вокалізування та підвищену реакцію на кнура. Безпосередньо перед осімененням зовнішні статеві органи очищували одноразовою серветкою у напрямку від дорсальної до вентральної частини вульви, не допускаючи перенесення забруднень у статеві шляхи. Катетер вводили обережними обертальними рухами до його фіксації у шийці матки. У контрольній групі спермодозу вводили через цервікальний катетер. У дослідній групі після фіксації зовнішнього катетера внутрішній зонд проводили через канал шийки матки, після чого сперму вводили безпосередньо в тіло матки. У разі вираженого опору просування внутрішнього зонда припиняли, катетер дещо відводили назад і повторювали спробу без застосування надмірного зусилля [9].

Факт поросності свиноматок підтверджували за результатами ультразвукової діагностики на 28–35-ту добу після осіменіння та остаточно за результатами опоросу. Повторною охотою вважали повторну появу стійкого рефлексу нерухомості та інших характерних ознак еструсу після проведеного осіменіння, переважно в межах наступного статевого циклу. Тварин щоденно контролювали за участю кнура-пробника. Заплідненість визначали як відношення кількості свиноматок, що завершили поросність фізіологічним опоросом, до загальної кількості осіменених свиноматок відповідної групи та виражали у відсотках [4; 8–9].

Технологічну ефективність різних способів осіменіння оцінювали за тривалістю процедури, вираженістю витоку сперми, опором проходженню катетера, поведінковою реакцією свиноматки та появою крові під час або безпосередньо після маніпуляції [9]. Тривалість процедури визначали індивідуально для кожної свиноматки за допомогою секундоміра. Відлік часу розпочинали в момент початку введення підготовленого катетера у статеві шляхи та завершували після повного введення спермодози і видалення катетера. Одержаний час у секундах переводили у хвилини.

Витік сперми оцінювали під час введення спермодози і впродовж короткого стандартизованого періоду після завершення процедури. Під час оцінювання враховували наявність і вираженість видимого зворотного витоку сперми з піхви. Для забезпечення однакових умов оцінювання всіх тварин спостереження проводив один дослідник за використанням уніфікованої бальної шкали: 0 балів – видимий витік відсутній; 1 бал – поодинокі краплі або мінімальний витік; 2 бали – помірний, чітко помітний витік частини спермодози; 3 бали – виражений або тривалий витік значної частини введеної рідини [23; 27].

Опір проходження катетера оцінювали за суб'єктивно-об'єктивними відчуттями оператора під час уведення катетера та, у дослідній групі, під час проведення внутрішнього постцервікального зонда через канал шийки матки. Оцінювання здійснювали до введення спермодози за шкалою: 0 балів – катетер або внутрішній зонд проходив вільно, без відчутного опору; 1 бал – незначний опір, який не потребував зміни положення катетера; 2 бали – помірний опір, для подолання якого було необхідне коригування положення або повторна обережна спроба введення; 3 бали – виражений опір, неможливість нормального проходження катетера або необхідність припинення маніпуляції [20].

Поведінкову реакцію свиноматки оцінювали під час введення катетера і спермодози. Реєстрували рухи тулуба і кінцівок, спроби відійти, присідання, вигинання спини, різкі рухи хвоста, вокалізацію та інші ознаки занепокоєння або дискомфорту. Для стандартизації оцінювання поведінкової реакції свиноматок в умовах виробництва автором розроблено і використано уніфіковану чотирибальну шкалу, що ґрунтувалася на загальноприйнятих принципах оцінювання [34]: 0 балів – свиноматка залишалася спокійною, зберігала нерухомість, виражена негативна реакція була відсутня; 1 бал – незначне занепокоєння, окремі рухи або короткочасна зміна положення без перешкод для проведення осіменіння; 2 бали – помірна реакція, повторні рухи, вокалізація або спроби відійти, що ускладнювали виконання процедури; 3 бали – різко виражена реакція, активні спроби уникнути маніпуляції, сильна вокалізація або необхідність тимчасово припинити процедуру. Больова реакція не є прямим фізіологічним показником болю або стресу, тому її слід інтерпретувати як операційну оцінку поведінкового занепокоєння під час маніпуляції.

Появу крові оцінювали як дихотомічний показник за принципом «наявна чи відсутня». Оглядали катетер після його видалення, а також зовнішні статеві органи свиноматки. Навіть незначні свіжі кров'янисті сліди на катетері або в ділянці піхви реєстрували як випадок появи крові.

Для встановлення взаємозв'язків між технологічними характеристиками процедури і репродуктивним результатом використовували ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена. Силу зв'язку інтерпретували за абсолютним значенням коефіцієнта: до 0,19 – дуже слабкий зв'язок; 0,20–0,39 – слабкий; 0,40–0,59 – помірний; 0,60–0,79 – сильний; 0,80–1,00 – дуже сильний [1].

Економічну оцінку здійснювали розрахунково-порівняльним методом за показниками економії робочого часу, зменшення об'єму спермодози, скорочення кількості сперміїв у дозі та потенційного збільшення кількості доз, одержаних із однакового запасу сперміїв [9; 12].

Статистичну обробку результатів проводили із застосуванням методів біометричного аналізу [1].

Усі виробничі процедури виконували відповідно до чинної технології господарства без додаткового експериментального втручання. Утримання, годівля, ветеринарне обслуговування та поводження з тваринами відповідали чинним вимогам законодавства України щодо благополуччя сільськогосподарських тварин [6] та рекомендаціям WOAH [34] і Європейського Союзу [13–14] щодо гуманного поводження із продуктивними тваринами [2].

Виклад основного матеріалу дослідження. Ефективність застосування різних способів штучного осіменіння свиноматок доцільно оцінювати комплексно, поєднуючи аналіз технологічних характеристик виконання процедури осіменіння з її кінцевими виробничими результатами [11–12; 21]. Такий підхід дає змогу встановити не лише відмінності у рівні заплідненості тварин, а й визначити технологічні чинники, які можуть впливати на успішність введення сперми та подальшу реалізацію репродуктивної функції свиноматок.

Порівняльний аналіз технологічних параметрів засвідчив істотні відмінності між цервікальним і постцервікальним способами штучного осіменіння свиноматок (табл. 1). Установлено, що застосування постцервікального способу осіменіння забезпечило скорочення середньої тривалості процедури з 5,17 до 3,28 хв, тобто на 1,89 хв, або на 36,6 % порівняно з традиційним цервікальним осімененням, що підтверджується іспанськими дослідженнями [28]. Виявлена у нашому експерименті різниця була статистично високодостовірною ($p < 0,001$), що свідчить про вищу технологічну оперативність постцервікального введення сперми і можливість скорочення витрат робочого часу оператора під час обслуговування маточного поголів'я.

Таблиця 1. Технологічна характеристика процедури штучного осіменіння свиноматок залежно від способу введення сперми

Показник	Група, *n*=30		*p*
	контрольна	дослідна	
Тривалість процедури, хв	5,17±0,084	3,28±0,066	<0,001
Витік сперми, бал	1,83±0,156	0,67±0,134	<0,001
Опір проходження катетера, бал	1,30±0,16	1,10±0,14	0,463
Поведінкова реакція свиноматки, бал	1,00±0,14	0,63±0,14	0,050
Поява крові під час процедури, гол. (%)	2 (6,7)	2 (6,7)	1,000

Очевидно, скорочення тривалості постцервікального осіменіння, незважаючи на необхідність проведення внутрішнього зонда через шийку матки, зумовлене насамперед меншим об'ємом спермодози і введенням сперми безпосередньо в тіло матки. Це забезпечує нижчий гідродинамічний опір під час інфузії, зменшує вираженість її зворотного витоку та скорочує час, необхідний для повного введення спермодози. За умови належної кваліфікації оператора додатковий етап проведення внутрішнього зонда практично не компенсує виграшу часу, отриманого завдяки швидшому введенню меншого об'єму сперми. Фактично тривалість процедури визначається не стільки способом введення катетера, скільки часом, необхідним для інфузії спермодози. Саме цей етап є найдовшим при традиційному цервікальному осімененні, тоді як за постцервікального введення він істотно скорочується.

Особливо виражені відмінності встановлено за інтенсивністю витоку сперми, що узгоджується з іншими результатами досліджень [20]. Так, у нашому експерименті в контрольній групі середня оцінка цього показника становила 1,83 бала, тоді як у дослідній – лише 0,67 бала. Отже, застосування постцервікального типу осіменіння сприяло зменшенню вираженості витоку на 1,16 бала, або на 63,4 % ($p < 0,001$). Менший витік може свідчити про ефективніше розміщення сперми у статевих шляхах свиноматки і зменшення непродуктивних втрат спермодози, що використовують для осіменіння. Виявлене у нашому дослідженні зменшення інтенсивності витоку сперми узгоджується також із результатами [27], де зазначено, що витік сперми є поширеним фізіологічним явищем після осіменіння свиноматок, причому об'єм рідини, яка витікає, може бути значним. Разом з тим, кількість сперміїв у витоку є відносно меншою, ніж об'єм рідини, що свідчить про вибірковий транспорт сперміїв у статевих шляхах самки [27].

Середній рівень опору під час проходження катетера у дослідній групі був на 0,20 бала нижчим, ніж у контрольній, однак встановлена різниця не досягла статистичної значущості ($p = 0,463$). Це вказує на те, що проходження постцервікального катетера в окремих тварин також може супроводжуватися певним опором, який залежить не лише від конструкції катетера, а й від індивідуальних анатомічних особливостей шийки матки, ступеня статевого збудження свиноматки та техніки роботи оператора.

Поведінкова реакція тварин у дослідній групі була менш вираженою: 0,63 проти 1,00 бала у контрольній групі. Рівень статистичної значущості становив $p = 0,050$, що дає підстави говорити про межову тенденцію до спокійнішої реакції свиноматок за постцервікального осіменіння. Скорочення тривалості маніпуляції та менший витік сперми могли зменшувати загальне занепокоєння тварини під час виконання процедури.

Появу крові під час проведення штучного осіменіння зареєстровано у двох свиноматок кожної групи, що становило по 6,7 % від загальної кількості тварин. Частота випадків появи крові не відрізнялася залежно від

способу осіменіння (p = 1,000). Отримані результати свідчать, що застосування постцервікального типу осіменіння за дотримання належної техніки введення не супроводжувалося підвищенням частоти травмування слизової оболонки статевих шляхів порівняно з традиційним цервікальним способом.

Водночас наявність поодиноких випадків появи крові в обох групах вказує на те, що травматизація може залежати не лише від типу катетера, а й від індивідуальних анатомо-фізіологічних особливостей свиноматок, ступеня розслаблення шийки матки, вираженості статевої охоти, опору під час введення катетера та кваліфікації оператора, що кореспондується з іншими проведеними дослідженнями [28]. Через невелику кількість зареєстрованих випадків установити стійкий взаємозв'язок між способом осіменіння з появою крові в межах проведеного дослідження неможливо.

Таким чином, одержані у даному експерименті результати відповідають загальній закономірності, встановленій іншими дослідниками [16–18; 21]: постцервікальний спосіб штучного осіменіння характеризується більшою технологічною ефективністю порівняно з традиційним цервікальним методом, забезпечуючи скорочення тривалості процедури, істотне зменшення витоку сперми та зіставний рівень безпечності щодо травматизації статевих шляхів. У зв'язку з цим, наступним етапом дослідження стало встановлення, чи трансформуються виявлені технологічні переваги у покращення репродуктивної ефективності свиноматок.

У свою чергу, порівняльний аналіз одержаних результатів із даними інших дослідників підтверджує технологічну доцільність застосування постцервікального штучного осіменіння у свинарстві. Вчені Великобританії [33] одними з перших у масштабному виробничому дослідженні довели можливість внутрішньоматкового введення зменшеної кількості спермій без істотного погіршення репродуктивних показників свиноматок.

Результативність різних способів осіменіння оцінювали за кількістю свиноматок, у яких було підтверджена поросність та за частотою прояву повторної охоти, що наведено на рисунку 1. Аналіз отриманих даних показав, що використання постцервікального способу осіменіння забезпечило тенденцію до покращення відтворювальних показників порівняно з традиційним цервікальним методом.

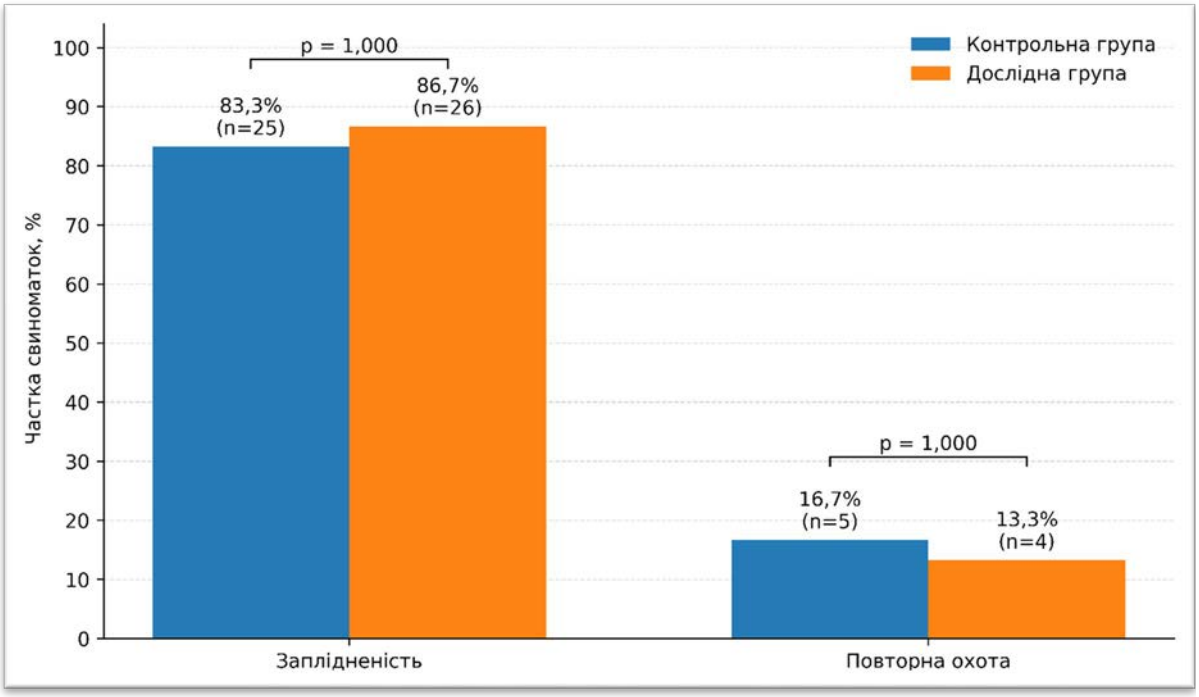


Рис. 1. Репродуктивна ефективність свиноматок залежно від способу штучного осіменіння

Джерело: авторська розробка

Зокрема, рівень запліднюваності свиноматок у дослідній групі становив 86,7 %, що на 3,4 % перевищував відповідний показник контрольної групи (83,3 %). Одночасно частота прояву повторної охоти знизилася з 16,7 до 13,3 %, тобто також на 3,4 %. Незважаючи на те, що встановлені відмінності не були статистично значущими (p > 0,05), напрям отриманих змін свідчить про позитивний вплив постцервікального способу введення сперми на реалізацію репродуктивного потенціалу свиноматок. Варто відзначити, що абсолютні показники демонструють стабільну тенденцію до підвищення частки запліднених свиноматок і одночасного зменшення кількості тварин із повторним проявом охоти.

Біологічне підґрунтя встановлених закономірностей полягає в тому, що під час постцервікального осіменіння сперма вводиться безпосередньо за шийку матки, що скорочує шлях транспортування сперматозоїдів до місця запліднення, зменшує їх витік та підвищує ефективність використання кожної спермодози. Саме тому

сучасні технології постцервікального осіменіння дозволяють суттєво знижувати як об'єм спермодози, так і кількість сперматозоїдів без погіршення репродуктивних показників.

Отримані результати добре узгоджуються з дослідженнями [18; 20–21], які показали, що основними перевагами постцервікального осіменіння є скорочення тривалості процедури, зменшення витоку сперми та можливість ефективного використання спермодоз зі зниженою концентрацією сперміїв за збереження високого рівня заплідненості свиноматок.

Таким чином, наведені на рисунку 1 результати підтверджують, що постцервікальний спосіб осіменіння забезпечує щонайменше еквівалентний рівень репродуктивної ефективності порівняно з традиційним цервікальним методом, водночас характеризуючись низкою технологічних переваг, що мають важливе практичне значення для сучасного промислового виробництва свинини.

Особливо важливо, що отримані показники заплідненості були досягнуті за використання спермодози об'ємом 45 мл із вмістом 1,5 млрд сперміїв, тоді як у контрольній групі застосовували традиційну дозу 80 мл із концентрацією 2,5 млрд сперміїв. Це свідчить про можливість підвищення ефективності використання генетичного матеріалу кнурів без зниження відтворювальної продуктивності свиноматок.

Для визначення можливих взаємозв'язків між технологічними характеристиками процедури та її репродуктивним результатом було проведено кореляційний аналіз. Між тривалістю процедури та інтенсивністю витоку сперми встановлено помірний прямий кореляційний зв'язок: $r = 0{,}545$; $p < 0{,}001$. Це означає, що зі збільшенням тривалості виконання осіменіння, як правило, підвищувалася й вираженість витоку сперми. Такий результат може характеризувати ускладнення або недостатню технологічну узгодженість процедури: довше введення дози могло супроводжуватися менш рівномірним її надходженням, скороченнями статевих шляхів або зворотним витіканням частини сперми.

Водночас кореляційний зв'язок між інтенсивністю витоку сперми і фактом запліднення був слабким і статистично незначущим: $r = –0{,}125$; $p = 0{,}340$. Отже, у межах наявної вибірки збільшення витоку мало напрям негативного зв'язку із заплідненістю, однак його сили було недостатньо для статистичного підтвердження. Це може бути пов'язано з тим, що успішність запліднення визначається комплексом факторів: якістю сперми, часом осіменіння відносно овуляції, функціональним станом свиноматки, кількістю опоросів (паритетом), інтервалом від відлучення до охоти та кваліфікацією оператора [16; 23].

Не встановлено достовірного зв'язку між тривалістю процедури і заплідненістю ($r = 0{,}084$; $p = 0{,}525$), між поведінковою реакцією свиноматки і заплідненістю ($r = –0{,}003$; $p = 0{,}982$), а також між опором проходженню катетера та появою крові ($r = 0{,}015$; $p = 0{,}911$).

Таким чином, із досліджених технологічних показників статистично підтвердженим був передусім зв'язок між тривалістю процедури та інтенсивністю витоку сперми. Безпосереднього статистично значущого впливу окремих технологічних параметрів на факт запліднення за наявного обсягу вибірки не встановлено. Загалом результати кореляційного аналізу свідчать, що технологічні параметри процедури значно тісніше взаємопов'язані між собою, ніж безпосередньо визначають кінцевий репродуктивний результат. Це підтверджує багатофакторний характер процесу запліднення свиноматок, який залежить не лише від техніки введення сперми, а й від фізіологічного стану тварини, якості сперми, точності визначення оптимального часу осіменіння та умов утримання [16].

Отже, основна перевага постцервікального осіменіння у проведеному дослідженні полягала передусім у підвищенні технологічної ефективності процедури, що забезпечило достовірне скорочення тривалості маніпуляції та зменшення втрат сперми через витік. Позитивні зміни заплідненості й частоти повторної охоти мали характер тенденції та потребують підтвердження на більшій кількості тварин.

Результати розрахункової ресурсно-економічної оцінки (табл. 2) засвідчили переваги постцервікального осіменіння свиноматок. Скорочення середньої тривалості процедури з 5,17 до 3,28 хв забезпечило економію 1,89 хв, або 36,6 %, у розрахунку на одну свиноматку.

Відповідно, для проведення 100 осіменінь за традиційного цервікального способу необхідно 8,617 людино-години безпосередньої роботи оператора, тоді як за постцервікального – 5,467 людино-години. Таким чином, економія на кожні 100 процедур становить 3,15 людино-години, а на 1000 процедур – 31,50 людино-години.

За умови безперервного виконання лише процедури осіменіння протягом восьмигодинної робочої зміни розрахункова продуктивність одного оператора може збільшуватися з 92,8 до 146,3 осіменіння, тобто на 53,5 свиноматки, або на 57,7 %. Водночас зазначений показник не враховує витрат часу на переміщення між тваринами, підготовку спермодоз, гігієнічну обробку та ведення виробничого обліку. Тому його слід розглядати як характеристику потенційного підвищення технологічної пропускної здатності процедури, а не як норматив фактичного навантаження на оператора.

Застосування постцервікального осіменіння також забезпечило зменшення об'єму однієї спермодози з 80 до 45 мл, тобто на 35 мл, або на 43,75 %. У розрахунку на 100 процедур це дозволяє скоротити використання розрідженої сперми з 8,0 до 4,5 л, а на 1000 процедур – з 80,0 до 45,0 л. Отже, економія становить відповідно 3,5 і 35,0 л спермопродукції. Таке зменшення потенційно супроводжується скороченням потреби в розріджувачі, ємностях для фасування, площах і обладнанні для зберігання, а також витрат на транспортування спермодоз.

Таблиця 2. Розрахункова ресурсно-економічна ефективність застосування різних способів штучного осіменіння свиноматок

Показник	Спосіб осіменіння		Різниця / Економічний ефект
	цервікальний	постцервікальний	
Тривалість осіменіння однієї свиноматки, хв	5,17	3,28	-1,89
Скорочення тривалості процедури, %	-	-	+36,6
Витрати робочого часу на 100 осіменінь, людино-год.	8,617	5,467	-3,15
Витрати робочого часу на 1000 осіменінь, людино-год	86,17	54,67	-31,50
Кількість осіменінь за 8-годинну зміну, гол.	92,8	146,3	+53,5
Об'єм однієї спермодози, мл	80	45	-35
Витрати розрідженої сперми на 100 осіменінь, л	8,0	4,5	-3,5
Витрати розрідженої сперми на 1000 осіменінь, л	80,0	45,0	-35,0
Кількість сперміїв в одній дозі, млрд	2,5	1,5	-1,0
Потреба у сперміях на 100 осіменінь, млрд	250	150	-100
Потреба у сперміях на 1000 осіменінь, млрд	2500	1500	-1000
Вихід доз зі 100 млрд придатних сперміїв, шт.	40,0	66,7	+26,7
Збільшення виходу спермодоз, %	-	-	66,7
Інтенсивність витоку сперми, балів	1,83	0,67	-1,16
Рівень підтвердженої поросності, %	83,3	86,7	+3,4
Частота повторної охоти, %	16,7	13,3	-3,4

Кількість сперміїв у постцервікальній спермодозі була знижена з 2,5 до 1,5 млрд, або на 40,0 %. У розрахунку на 100 осіменінь загальна потреба у сперміях зменшується з 250 до 150 млрд, тобто на 100 млрд, а на 1000 осіменінь – із 2500 до 1500 млрд, або на 1000 млрд сперміїв. Зі 100 млрд придатних до використання сперміїв за традиційного цервікального способу можна сформувати 40 доз, тоді як за постцервікального – близько 66–67 доз. Отже, вихід спермодоз збільшується на 26–27 доз, або на 66,7 %.

Зазначений результат має важливе селекційне та виробниче значення, оскільки дозволяє інтенсивніше використовувати генетичний матеріал високоцінних кнурів-плідників, збільшувати кількість осіменених свиноматок від одного еякуляту та прискорювати поширення бажаних генетичних ознак у стаді. Водночас фактичний вихід доз залежатиме від загальної кількості сперміїв в еякуляті, їх рухливості, морфологічної повноцінності, технологічних втрат під час оцінювання, розрідження й фасування, а також установлених на підприємстві критеріїв якості спермопродукції.

Додатковою передумовою ресурсозбереження було зниження середньої бальної оцінки витоку сперми з 1,83 до 0,67 бала, тобто на 1,16 бала, або на 63,4 %, що свідчить про зменшення непродуктивних втрат введеної дози та підвищення технологічної керованості процедури.

Рівень підтвердженої поросності за постцервікального осіменіння був на 3,4 % вищим, а частота повторної охоти – на 3,4 % нижчою. Оскільки зазначені відмінності не досягли статистичної значущості, їх не враховували як гарантоване джерело додаткового економічного прибутку. Водночас збереження зіставної репродуктивної результативності за зменшення об'єму спермодози та кількості сперміїв підтверджує ресурсну доцільність постцервікального способу осіменіння.

Отже, розрахункова економічна ефективність постцервікального осіменіння формується передусім завдяки скороченню витрат робочого часу, зменшенню використання розрідженої сперми, підвищенню виходу спермодоз з однаковою кількістю сперміїв та ефективнішому використанню генетичного потенціалу кнурів. Однак для визначення чистого економічного ефекту у грошовому вираженні необхідно додатково врахувати вартість різних типів катетерів, оплату праці оператора, вартість розріджувача, тари, лабораторного контролю, зберігання й транспортування спермодоз, а також можливі витрати на навчання персоналу. Подібні результати отримали вчені Бразилії [23] під час виробничого застосування постцервікального осіменіння основних свиноматок.

Висновки. На підставі проведеного дослідження встановлено:

1. Постцервікальний спосіб штучного осіменіння свиноматок забезпечив скорочення тривалості процедури з 5,17 до 3,28 хв, або на 36,6 % ($p < 0,001$), порівняно з традиційним цервікальним способом.

2. За постцервікального введення сперми інтенсивність її витоку зменшилася з 1,83 до 0,67 бала, або на 63,4 % ($p < 0,001$), що свідчить про зниження непродуктивних втрат спермодози.

3. За показниками опору проходженню катетера і частоти появи крові статистично значущих відмінностей між способами осіменіння не встановлено.

4. Поведінкова реакція свиноматок за постцервікального осіменіння була менш вираженою, однак різниця мала межовий рівень статистичної значущості ($p = 0,050$).

5. Рівень підтвердженої поросності у дослідній групі становив 86,7 % проти 83,3 % у контрольній, а частота повторної охоти – відповідно 13,3 і 16,7 %. Встановлені відмінності не були статистично значущими, тому свідчать лише про тенденцію до покращення репродуктивних показників.

6. Між тривалістю процедури та інтенсивністю витоку сперми встановлено помірний прямий кореляційний зв'язок ($r = 0,545$; $p < 0,001$). Статистично значущих зв'язків між окремими технологічними показниками та фактом запліднення не виявлено.

7. Зменшення об'єму спермодози з 80 до 45 мл і кількості сперміїв із 2,5 до 1,5 млрд забезпечило скорочення витрат розрідженої сперми на 43,75 % і потреби у сперміях на 40,0 % без зниження репродуктивної результативності свиноматок.

8. Застосування постцервікального осіменіння дало змогу заощадити 3,15 людино-години на 100 процедур і 31,50 людино-години на 1000 процедур. Розрахункова кількість осіменінь за восьмигодинну зміну збільшилася з 92,8 до 146,3, або на 57,7 %.

9. Використання спермодози з 1,5 млрд сперміїв підвищило розрахунковий вихід доз зі 100 млрд придатних сперміїв із 40,0 до 66,7, що створює можливості для ефективнішого використання генетичного матеріалу високоцінних кнурів-плідників.

10. Постцервікальний спосіб штучного осіменіння є технологічно та ресурсно доцільним для застосування в умовах промислового свинарства, оскільки забезпечує скорочення тривалості процедури, зменшення витоку сперми, зниження витрат спермопродукції та збереження зіставного рівня заплідненості свиноматок.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на порівняльну оцінку впливу різних розріджувачів для сперми кнурів на її якісні показники, термін зберігання та репродуктивну ефективність свиноматок за цервікального і постцервікального способів осіменіння.

Список використаних джерел

1. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин : навчальний посібник / С. С. Крамаренко та ін. Миколаїв: МНАУ, 2019. 211 с.

2. Біоетика, біобезпека і благополуччя у тваринництві : навч. посіб. / Р. А. Санжара та ін. Миколаїв : Іліон, 2026. 205 с.

3. Відомчі норми технологічного проектування Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК – 02.05. Київ : Мінагрополітики України, 2005. 98 с.

4. Ладика В. І., Хмельничий Л. М., Повод, М. Г. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: підручник для аспірантів. Одеса : Олді+, 2023. 244 с.

5. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. І. І. Ібатуліна і О. М. Жукорського : посібник. Київ, 2017. 328 с.

6. Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 224 від 08.02.2021 «Про затвердження вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання». Зареєстрований від 18.02.2021 Міністерством Юстиції України № 206/35828.

7. Підвищення продуктивності свиней за використання сучасного генофонду та інноваційних технологічних рішень : монографія / В. Я. Лихач та ін. Миколаїв : Іліон, 2022. 275 с.

8. Технологічні інновації у свинарстві : монографія / В. Я. Лихач, А. В. Лихач. Київ : ФОП Ямчинський О.В., 2020. 290 с.

9. Технологія виробництва продукції свинарства : навчальний посібник. М. Повод та ін.; за ред. М. Г. Повода. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. 360 с.

10. Ausejo-Marcos R., Tejedor M. T., Miguel-Jiménez S., Gómez-Giménez B., Soriano-Úbeda C., Mendoza N., Vicente-Carrillo A., Hurtado W. F., Ávila Holguín C., Moreno B., Falceto M. V. Spermiogram, kinetics, flow cytometric characteristics and DNA damage degree in boar ejaculates: summarization and clustering. *Veterinary Sciences*. 2024. Vol. 11. № 9. Article 420. https://doi.org/10.3390/vetsci11090420.

11. Bortolozzo F. P., Zanin G. P., Christ T. S., Rech R. D., Ulguim R. da R., Mellagi A. P. G. Artificial insemination and optimization of the use of seminal doses in swine. *Animal Reproduction Science*. 2024. Vol. 269. Article 107501. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107501

12. Crespo S., Gadea J. Use of a vaginally administered gel containing the GnRH agonist triptorelin and a single, fixed-time artificial insemination in pigs under commercial conditions: productive and economic impacts. *Animals*. 2024. Vol. 14. № 18. Article 2673. DOI: https://doi.org/10.3390/ani14182673.

13. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version). *Official Journal of the European Union*. L 47. 18.2.2009. P. 5-13.

14. Council Directive 2010/63/EC of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. *Official Journal of the European Union*. L 276/33. 22.09.2010. P. 15-47.

15. Falceto M. V., Reyero D., Tejedor M. T., Renaud P., Mateu A., Lafuente A., Bonastre C., Laborda A., Garrido A. M., Mitjana O. Role of triptorelin and single fixed-time artificial insemination on productive and reproductive performance of hyperprolific sows. *Veterinary and Animal Science*. 2025. Vol. 30. Article 100505. DOI: https://doi.org/10.1016/j.vas.2025.100505.

16. Fontana D. L., Ulguim R. R., Sbardella P. E., Bernardi M. L., Wentz I., Bortolozzo F. P. Fixed-time post-cervical artificial insemination in sows receiving porcine luteinising hormone at oestrus onset. *Animal Reproduction Science*. 2014. Vol. 144. № 3-4. P. 109-114. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.12.003

17. García-Vázquez F. A., Llamas-López P. J., Jacome M. A., Sarrias-Gil L., López Albors O. Morphological changes in the porcine cervix: a comparison between nulliparous and multiparous sows with regard to post-cervical artificial insemination. *Theriogenology*. 2019. Vol. 127. P. 120-129. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.01.004

18. García-Vázquez F. A., Mellagi A. P. G., Ulguim R. R., Hernández-Caravaca I., Llamas-López P. J., Bortolozzo F. P. Post-cervical artificial insemination in porcine: the technique that came to stay. *Theriogenology*. 2019. Vol. 129. P. 37-45. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.02.004

19. Glencorse D., Grupen C. G., Bathgate R. A review of the monitoring techniques used to detect oestrus in sows. *Animals*. 2025. Vol. 15. № 3. Article 331. https://doi.org/10.3390/ani15030331.

20. Hernández-Caravaca I., Izquierdo-Rico M. J., Matás C., Carvajal J. A., Vieira L., Abril D., Soriano-Úbeda C., García-Vázquez F. A. Reproductive performance and backflow study in cervical and post-cervical artificial insemination in sows. *Animal Reproduction Science*. 2012. Vol. 136. № 1-2. P. 14-22. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.10.007

21. Knox R. V., Esparza-Harris K. C., Johnston M. E., Webel S. K. Effect of numbers of sperm and timing of a single, post-cervical insemination on the fertility of weaned sows treated with OvuGel®. *Theriogenology*. 2017. Vol. 92. P. 197-203. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.01.033

22. Lykhach A., Lykhach V., Barkar Y., Shpetny M., Kucher O. Dependence between behavioural acts and sperm parameters of boars of modern and local breeds of Ukraine. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology.* 2023. Vol. 11 (1). P. e2023008. doi:10.31893/jabb.23008

23. Mezalira J. S., Dallanora D., Bernardi M. L., Wentz I., Bortolozzo F. P. Influence of sperm cell dose and post-insemination backflow on reproductive performance of intrauterine inseminated sows. *Reproduction in Domestic Animals*. 2005. Vol. 40. № 1. P. 1-5. https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2004.00524.x

24. National Research Council. *Nutrient Requirements of Swine.* 11th revised ed. Washington, DC : National Academies Press, 2012. 400 p.

25. Rath D. Low dose insemination in the sow – a review. *Reproduction in Domestic Animals*. 2002. Vol. 37. № 4. P. 201-205. https://doi.org/10.1046/j.1439-0531.2002.00377.x

26. Singh M., Katiyar R., Chaudhary J. K., Yadav R., Bhutia P. L., Barman J., Kumar R., Chamuah J., Kalita H. Post-cervical artificial insemination with a low sperm dose in gilts and sows improved reproductive performance in subtropical climates. *Scientific Reports*. 2026. Vol. 16. Article 15535. https://doi.org/10.1038/s41598-026-46814-1

27. Steverink D. W. B., Soede N. M., Bouwman E. G., Kemp B. Semen backflow after insemination and its effect on fertilisation results in sows. *Animal Reproduction Science*. 1998. Vol. 54. № 2. P. 109-119. https://doi.org/10.1016/S0378-4320(98)00146-8

28. Suárez-Usbeck A., Mitjana O., Tejedor M. T., Bonastre C., Moll D., Coll J., Ballester C., Falceto M. V. Post-cervical compared with cervical insemination in gilts: reproductive variable assessments. *Animal Reproduction Science*. 2019. Vol. 211. Article 106207. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106207

29. Taechamaeteekul P., Jaijarim C., Audban C., Sang-Gassanee K., Numsri P., Lin H., Collell M., Tummaruk P. Buserelin acetate added to boar semen enhances litter size in gilts in tropical environments. *Animals*. 2024. Vol. 14, № 17. Article 2501. https://doi.org/10.3390/ani14172501.

30. Ulguim R. da R., Will K. J., Mellagi A. P., Bortolozzo F. P. Does a single fixed-time insemination in weaned sows affect gestation and lactation length, and piglet performance during lactation compared with multiple insemination protocols in a commercial production setting? *Animal Reproduction Science*. 2022. Vol. 247. Article 107072. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2022.107072

31. Waberski D., Riesenbeck A., Schulze M., Weitze K. F., Johnson L. Application of preserved boar semen for artificial insemination: past, present and future challenges. *Theriogenology*. 2019. Vol. 137. P. 2-7. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.05.030

32. Waberski D., Luther A.-M. Boar semen storage at 5 °C for the reduction of antibiotic use in pig insemination: pathways from science into practice. *Animal Reproduction Science*. 2024. Article 107486. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107486.

33. Watson P. F., Behan J. R. Intrauterine insemination of sows with reduced sperm numbers: results of a commercially based field trial. *Theriogenology*. 2002. Vol. 57. № 6. P. 1683-1693. https://doi.org/10.1016/s0093-691x(02)00648-9

34. World Organisation for Animal Health (WOAH). Terrestrial Animal Health Code. Chapter 7.13. Animal Welfare and Pig Production Systems. Paris : WOAH, 2024.

Kalitaev K. K.
Postgraduate Student at the Department of Applied Biology, Animal Breeding and Genetics,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: *kalitaev.k@nubip.edu.ua*
ORCID: *0009-0009-1045-2119*

Lykhach A. V.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor at the Department of Applied Biology, Animal Breeding and Genetics
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: *avlykhach@nubip.edu.ua*
ORCID: *0000-0002-0472-6162*

OPTIMIZATION OF ARTIFICIAL INSEMINATION TECHNOLOGY FOR SOWS UNDER COMMERCIAL PIG PRODUCTION CONDITIONS

Abstract

The intensification of commercial pig production and the need to maximize the genetic potential of modern high-performance pig genotypes require continuous improvement of artificial insemination technologies aimed at enhancing sow reproductive efficiency while ensuring the rational use of boar genetic resources. The aim of this study was to optimize artificial insemination technology

for sows under commercial pig production conditions through a comparative evaluation of cervical and post-cervical insemination methods based on technological, reproductive and resource-economic indicators.

The study was conducted during 2024–2026 at the agricultural production cooperative "Mig-Service-Agro" (Mykolaiv Region, Ukraine). Two analogous groups of clinically healthy crossbred sows in parities 3–5 (30 animals per group) were formed. Sows in the control group were inseminated using the conventional cervical method with an 80 ml semen dose containing 2.5 billion spermatozoa, whereas sows in the experimental group were inseminated by the post-cervical method using a 45 ml semen dose containing 1.5 billion spermatozoa. The duration of the insemination procedure, semen backflow, catheter insertion resistance, sow behavioral response, occurrence of blood during the procedure, confirmed pregnancy rate, repeat estrus rate, relationships among technological parameters, and calculated resource-economic efficiency were evaluated.

Post-cervical insemination reduced the duration of the insemination procedure by 36.6% ($p < 0.001$) and decreased semen backflow by 63.4% ($p < 0.001$) compared with the conventional cervical method. No statistically significant differences were found regarding catheter insertion resistance or the occurrence of blood, whereas the behavioral response of sows showed a tendency toward lower expression ($p = 0.050$). The confirmed pregnancy rate reached 86.7% in the experimental group compared with 83.3% in the control group, while the repeat estrus rate decreased from 16.7% to 13.3%; however, these differences were not statistically significant. Correlation analysis revealed a moderate positive relationship between procedure duration and semen backflow ($r = 0.545$; $p < 0.001$), whereas no significant associations were found between the evaluated technological parameters and pregnancy rate.

The calculated resource-economic assessment demonstrated that post-cervical insemination reduced labor requirements by 3.15 person-hours per 100 inseminations and by 31.50 person-hours per 1,000 inseminations, decreased diluted semen consumption by 43.75%, reduced sperm demand by 40.0%, and increased semen dose yield from 40.0 to 66.7 doses per 100 billion viable spermatozoa. The obtained results indicate that post-cervical artificial insemination provides substantial technological and resource-saving advantages without compromising sow reproductive performance. These findings support the practical implementation of post-cervical insemination in commercial pig production to improve the efficiency of utilizing genetically valuable boars and to optimize reproductive management.

Key words: *boars, pigs, sows, artificial insemination, cervical insemination, post-cervical insemination, semen dose, reproductive performance, technological efficiency, resource-saving, commercial pig production.*

References

1. Kramarenko, S. S., Lugovoy, S. I., Lykhach, A. V., & Kramarenko O. S. (2019). *Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn* [Analysis of biometric data in animal breeding and selection]. Mykolayiv: MNAU, 211. [in Ukrainian].

2. Sanzhara, R. A., Lesnovska, O. V., Milostyvyi, R. V., Lykhach, A. V., Izhboldina, O. O., & Mykolaichuk, L. P. (2026). *Bioetyka, biobezpeka i blahopoluchchia u tvarynnytstvi* : navch. posib. [Bioethics, biosafety and welfare in animal husbandry]. Mykolaiv : Ilion, 2026. 205. [in Ukrainian].

3. Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. (2005). Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia. Svynarski pidpryiemstva (kompleksy, fermy, mali fermy): VNTP-APK 02.05 [Departmental standards of technological design. Pig enterprises (complexes, farms, small farms): VNTP-APK 02.05]. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svynarski-pidpryyemstva-VNTP-APK-02.05.pdf [In Ukrainian].

4. Ladyka, V. I., Khmelnychyi, L. M., & Povod, M. H. (2023). *Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktsiyi tvarynnytstva: pidruchnyk dlia aspirantiv.* [Technology of production and processing of livestock products: a textbook for postgraduate students]. Odesa: Oldi+. 244. [in Ukrainian].

5. Ibatulin, I. I., & Zhukorskyi, O. M. (Eds.). (2017). Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. Kyiv. 328. [in Ukrainian].

6. Ministry for Development of Economy, Trade and Agriculture of Ukraine. (2021, February 8). Order No. 224 «Pro zatverdzhennia vymoh do blahopoluchchia silskohospodarskykh tvaryn pid chas yikh utrymannia» [On approval of requirements for the welfare of farm animals during their keeping]. [In Ukrainian].

7. Lykhach, V. Ya., Faustov, R. V., Shebanin, P. O., Lykhach, A. V., & Lenkov, L. H. (2022). *Pidvyshchennia produktyvnosti svynei za vykorystannia suchasnoho henofondu ta innovatsiinykh tekhnolohichnykh rishen* [Increasing pig productivity through the use of the modern gene pool and innovative technological solutions]. Mykolaiv: Ilion. 422. [In Ukrainian].

8. Lykhach, V. Ya., & Lykhach, A. V. (2020). *Tekhnolohichni innovatsii u svynarstvi* [Technological innovations in pig production]. Kyiv: FOP Yamchynskyi O. V. 290. [In Ukrainian].

9. Povod, M. H. (Ed.), Bondarska, O., Lykhach, V., Zhyshka, S., Nechmilov, V., et al. (2021). *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii svynarstva* [Technology of pig production]. Kyiv: Naukovo-metodychnyi tsentr VFPO. 360. [In Ukrainian].

10. Ausejo-Marcos, R., Tejedor, M. T., Miguel-Jiménez, S., Gómez-Giménez, B., Soriano-Úbeda, C., Mendoza, N., Vicente-Carrillo, A., Hurtado, W. F., Ávila Holguín, C., Moreno, B., Falceto, M. V. (2024). Spermiogram, kinetics, flow cytometric characteristics and DNA damage degree in boar ejaculates: summarization and clustering. *Veterinary Sciences*. 11(9), 420. https://doi.org/10.3390/vetsci11090420 [in English].

11. Bortolozzo, F. P., Zanin, G. P., Christ, T. S., Rech, R. D., Ulguim, R. da R., Mellagi, A. P. G. (2024). Artificial insemination and optimization of the use of seminal doses in swine. *Animal Reproduction Science*. 269, 107501. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107501 [in English].

12. Crespo, S., Gadea, J. (2024). Use of a vaginally administered gel containing the GnRH agonist triptorelin and a single, fixed-time artificial insemination in pigs under commercial conditions: productive and economic impacts. *Animals*. 14(18):2673. https://doi.org/10.3390/ani14182673 [in English].

13. Council of the European Union. (2008). *Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version). Official Journal of the European Union, L 47*, 5-13 [in English].

14. Council of the European Union. (2010). *Directive 2010/63/EU of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. Official Journal of the European Union, L 276*, 33-79 [in English].

15. Falceto, M. V., Reyero, D., Tejedor, M. T., Renaud, P., Mateu, A., Lafuente, A., Bonastre, C., Laborda, A., Garrido, A. M., Mitjana, O. (2025). Role of triptorelin and single fixed-time artificial insemination on productive and reproductive performance of hyperprolific sows. *Veterinary and Animal Science*. 30, 100505. https://doi.org/10.1016/j.vas.2025.100505 [in English].

16. Fontana, D. L., Ulguim, R. R., Sbardella, P. E., Bernardi, M. L., Wentz, I., Bortolozzo, F. P. (2014). Fixed-time post-cervical artificial insemination in sows receiving porcine luteinising hormone at oestrus onset. *Animal Reproduction Science*. 144 (3-4), 109–114. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.12.003 [in English].

17. García-Vázquez, F. A., Llamas-López, P. J., Jacome, M. A., Sarrias-Gil, L., López Albors, O. (2019). Morphological changes in the porcine cervix: a comparison between nulliparous and multiparous sows with regard to post-cervical artificial insemination. *Theriogenology*. 127, 120–129. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.01.004 [in English].

18. García-Vázquez, F. A., Mellagi, A. P. G., Ulguim, R. R., Hernández-Caravaca, I., Llamas-López, P. J., Bortolozzo, F. P. (2019). Post-cervical artificial insemination in porcine: the technique that came to stay. *Theriogenology*. 129, 37–45. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.02.004 [in English].

19. Glencorse, D., Grupen, C. G., Bathgate, R. (2025). A review of the monitoring techniques used to detect oestrus in sows. *Animals*. 15(3), 331. https://doi.org/10.3390/ani15030331 [in English].

20. Hernández-Caravaca, I., Izquierdo-Rico, M. J., Matás, C., Carvajal, J. A., Vieira, L., Abril, D., Soriano-Úbeda, C., García-Vázquez, F. A. (2012). Reproductive performance and backflow study in cervical and post-cervical artificial insemination in sows. *Animal Reproduction Science*. 136(1-2), 14–22. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.10.007 [in English].

21. Knox, R. V., Esparza-Harris, K. C., Johnston, M. E., Webel, S. K. (2017). Effect of numbers of sperm and timing of a single, post-cervical insemination on the fertility of weaned sows treated with OvuGel®. *Theriogenology*. 92. 197–203. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.01.033 [in English].

22. Lykhach, A., Lykhach, V., Barkar, Y., Shpetny, M., Kucher, O. (2023). Dependence between behavioural acts and sperm parameters of boars of modern and local breeds of Ukraine. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology.* 11(1), e2023008. doi:10.31893/jabb.23008 [in English].

23. Mezalira, J. S., Dallanora, D., Bernardi, M. L., Wentz, I., Bortolozzo, F. P. (2005). Influence of sperm cell dose and post-insemination backflow on reproductive performance of intrauterine inseminated sows. *Reproduction in Domestic Animals*. 40(1), 1-5. https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2004.00524.x [in English].

24. National Research Council. (2012). Nutrient requirements of swine (11th rev. ed.). National Academies Press. [in English].

25. Rath, D. (2002). Low dose insemination in the sow – a review. *Reproduction in Domestic Animals*. 37(4), 201–205. https://doi.org/10.1046/j.1439-0531.2002.00377.x [in English].

26. Singh, M., Katiyar, R., Chaudhary, J. K., Yadav, R., Bhutia, P. L., Barman, J., Kumar, R., Chamuah, J., & Kalita, H. (2026). Post-cervical artificial insemination with a low sperm dose in gilts and sows improved reproductive performance in subtropical climates. *Scientific Reports*. 16, 15535. https://doi.org/10.1038/s41598-026-46814-1 [in English].

27. Steverink, D. W. B., Soede, N. M., Bouwman, E. G., & Kemp, B. (1998). Semen backflow after insemination and its effect on fertilisation results in sows. *Animal Reproduction Science*. 54 (2), 109–119. https://doi.org/10.1016/S0378-4320(98)00146-8 [in English].

28. Suárez-Usbeck, A., Mitjana, O., Tejedor, M. T., Bonastre, C., Moll, D., Coll, J., Ballester, C., & Falceto, M. V. (2019). Post-cervical compared with cervical insemination in gilts: reproductive variable assessments. *Animal Reproduction Science*. 211, 106207. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106207 [in English].

29. Taechamaeteekul, P., Jaijarim, C., Audban, C., Sang-Gassanee, K., Numsri, P., Lin, H., Collell, M., & Tummaruk, P. (2024). Buserelin acetate added to boar semen enhances litter size in gilts in tropical environments. *Animals*. 14 (17), 2501. https://doi.org/10.3390/ani14172501 [in English].

30. Ulguim, R. da R., Will, K. J., Mellagi, A. P., & Bortolozzo, F. P. (2022). Does a single fixed-time insemination in weaned sows affect gestation and lactation length, and piglet performance during lactation compared with multiple insemination protocols in a commercial production setting? *Animal Reproduction Science*. 247, 107072. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2022.107072 [in English].

31. Waberski, D., Riesenbeck, A., Schulze, M., Weitze, K. F., & Johnson, L. (2019). Application of preserved boar semen for artificial insemination: past, present and future challenges. *Theriogenology*. 137, 2-7. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.05.030 [in English].

32. Waberski, D., & Luther, A.-M. (2024). Boar semen storage at 5 °C for the reduction of antibiotic use in pig insemination: pathways from science into practice. *Animal Reproduction Science*. 107486. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107486 [in English].

33. Watson, P. F., Behan, J. R. (2002). Intrauterine insemination of sows with reduced sperm numbers: results of a commercially based field trial. *Theriogenology*. 57(6), 1683-1693. https://doi.org/10.1016/s0093-691x(02)00648-9 [in English].

34. World Organisation for Animal Health (WOAH) (2024). Terrestrial Animal Health Code. Chapter 7.13. Animal Welfare and Pig Production Systems. Paris : WOAH [in English].

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 30.07.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.10.2026