

УДК 636.4:612.017:591.18

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.71.11>

## СТРЕСОСТІЙКІСТЬ: МЕТОДОЛОГІЯ ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗА ОЦІНЮВАННЯ АДАПТАЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ СВИНЕЙ

Д. А. ЛАШИН<sup>1</sup>, В. П. ШАБЛЯ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут тваринництва НААН (Харків, Україна)

<sup>2</sup>Державний біотехнологічний університет (Харків, Україна)

<sup>2</sup>Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН (Полтава, Україна)

<https://orcid.org/0009-0003-7092-5738> – Д. А. Лашин

<https://orcid.org/0000-0001-6510-5397> – В. П. Шабля

[dr.fox2011@ukr.net](mailto:dr.fox2011@ukr.net)

У статті проаналізовано та обґрунтовано найпоширеніші підходи до визначення рівня стресостійкості, зі акцентом на їх практичну значущість. Розкрито критерії, що лежать в основі її оцінювання та відображають функціональний стан організму тварини в умовах впливу стрес-чинників. На підставі систематизації наукових джерел літератури виокремлено три групи індикаторів, які дали змогу сформувати структуру комплексного індексу стресостійкості: гематологічні, біохімічні та діагностичні. Аргументовано алгоритм послідовної реалізації процедури виведення індексу оцінювання стресостійкості, що охоплює чотири взаємопов'язані етапи: проведення первинної лабораторної діагностики зразків та реєстрації показників; нормалізацію одержаних даних для забезпечення їх вирівняності; математичне формування індексу та здійснення відповідних розрахунків; інтерпретацію одержаних результатів розрахунку індексу за визначеною шкалою. Констатовано, що попри суттєвий прогрес у розробленні та впровадженні підходів до кількісного та якісного оцінювання стресових реакцій у свиней на основі морфо-біохімічних і фізіологічних параметрів, їх подальше вдосконалення залишається актуальним завданням.

**Ключові слова:** свині, методологія, стресостійкість, індекс, оцінювання

## STRESS RESISTANCE: METHODOLOGY AND ITS USE IN ASSESSING THE ADAPTATIVE CAPACITY OF PIGS

D. A. Lashyn<sup>1</sup>, V. P. Shablia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Livestock farming institute of NAAS of Ukraine (Kharkiv, Ukraine)

<sup>2</sup>State biotechnological University (Kharkiv, Ukraine)

<sup>2</sup>Pig-breeding institute and agro-industrial production of the National academy of agrarian sciences of Ukraine (Poltava, Ukraine)

The article analyzes and substantiates the most common approaches to determining the level of stress resistance, with an emphasis on their practical significance. The criteria that underlie its assessment and reflect the functional state of the animal's body under the influence of stress factors are revealed. Based on the systematization of scientific sources of literature, three groups of indicators are distinguished, which made it possible to form the structure of a complex stress resistance index: hematological, biochemical and diagnostic. The algorithm for the sequential implementation of the procedure for deriving the stress resistance assessment index is argued, which includes four interrelated stages: conducting primary laboratory diagnostics of samples and registering indicators; normalizing the obtained data to ensure their uniformity; mathematically forming the index and performing the corresponding calculations; interpreting the obtained results of calculating the index according to a certain scale. It was found that despite significant progress in the development and implementation of approaches to quantitative and qualitative assessment of stress reactions in pigs

*based on morpho-biochemical and physiological parameters, their further improvement remains an urgent task.*

**Keywords: pigs, methodology, stress resistance, index, assessment**

В умовах інтенсивного ведення свинарства дедалі частіше реєструють стресові реакції у тварин, індуковані сукупною дією технологічних (Prunier et al., 2005; Brown et al., 2005; Merlot et al., 2011; Campbell et al., 2013, Nancy et al., 2025), екологічних (Beattie et al., 2000; Wathes et al., 2006; White et al., 2008; O'Connor et al., 2010; Pearce et al., 2013; Oczak et al., 2015; Sanz et al., 2015; Colditz, 2022) та соціальних стрес-чинників (Pitts et al., 2000; Andersen et al., 2004; Coutellier et al., 2007; Remience et al., 2008; Verdon et al., 2015). Комплекс цих чинників формує потужний дестабілізуючий вплив на організм свиней, що проявляється зниженням продуктивності (Smulders et al., 2006; Lee et al., 2016), появою аномальних форм поведінки (Sonoda et al., 2013; Valros et al., 2013; Squires et al., 2024;), пригніченням імунної відповіді (Wrona et al., 2001; Tuchscherer et al., 2009) та підвищеною чутливістю до захворювань різної етіології (Proudfoot, Habing, 2015). Урахування цих негативних наслідків підкреслює необхідність розроблення науково обґрунтованої інтегральної системи оцінювання адаптаційного потенціалу тварин, яка, з одного боку, відображала б стресостійкість, із іншого – фізіологічну реактивність організму. Водночас багато аспектів оцінювання впливу різних стрес-чинників на загальний стан свиней і надалі залишаються суттєвою науковою проблемою, особливо за умов їх довготривалої дії. На сучасному етапі розвитку науки методологія оцінювання адаптаційних реакцій організму свиней за впливу будь-яких стрес-чинників ґрунтується на широкому арсеналі методичних підходів. Зокрема, серед класичних підходів щодо оцінювання стресостійкості, виділяють галотановий тест, що ґрунтується на інгаляційному введенні анестетика – галотану, після чого у генетично чутливих до дії цього анестетика (галотанопозитивних) тварин, відмічають м'язову ригідність і напруження скелетної мускулатури. На основі виявлених реакцій проводять відбір гомозиготних особин, носіїв рецесивного алеля, асоційованого з підвищеною схильністю до розвитку стресових реакцій. Натомість, попри низку методологічних та етичних обмежень застосування галотанового тесту в сучасній практиці, його модифіковані варіанти й досі викликають значний науковий інтерес як інструмент оцінювання генетичної чутливості тварин до впливу стрес-чинників (Geetha et al., 2008; Ivanov et al., 2013; Fydria, 2014).

У той час як існує комбінований підхід щодо оцінювання стресового стану свиней, який передбачає підшкірне введення 0,1 мл скипидару в зовнішню частину вуха з подальшим визначенням діаметра папули через 24 години після ін'єкції. Валідність цього підходу вказує на те, що він дає змогу оцінити не лише резистентність організму, але й може слугувати індикатором гельмінтозного зараження (Dovhii & Feshchenko, 2012).

Серед найбільш застосованих та відомих на практиці виділяють підхід щодо оцінювання стресостійкості поросят за критерієм ССТ (втрат живої маси) у період «кризи відлучення» (Tsereniuk, 2013). Традиційні ж підходи щодо оцінювання стресових реакцій зазвичай включають визначення рівня глюкокортикоїдів (кортизол, кортикостерон), катехоламінів, глюкози, лактату (López-Arjona et al., 2020) та активності креатинкінази плазми (Brandt et al., 2015). Окрім того, білки гострої фази, такі як Pig-MAP та CRP, розглядають як потенційні індикатори порушення добробуту тварин (Pineiro et al., 2013). Значну наукову цінність має інший важливий біомаркер оцінювання стресостійкості свиней – активність пантоактивуючих ферментів, що відображає функціональний стан організму та ступінь його адаптаційної відповіді на дію стрес-чинників. Проте застосування цього підходу в площині оцінювання дії стрес-чинників ускладнене неспецифічністю реакції, віковими та індивідуальними особливостями тварин, швидкоплинністю і нестабільністю біохімічної відповіді (López-Martínez et al., 2022).

Особливої уваги заслуговують інноваційні наукові роботи, спрямовані на дослідження спадкового захворювання свиней – злаякісної гіпертермії або синдрому стресу свиней (PSS), зумовленого мутацією в гені HAL, відомому як галотановий ген. Клінічні прояви злаякісної

гіпертермії проявляються порушенням частоти дихання, гіперемією шкіри, м'язовою ригідністю, гемодинамічними розладами, що можуть призвести до летального результату. Частота виявлення стрес-позитивного генотипу вища серед свиней великих порід і може варіювати залежно від регіону (Hess, Griffler, 2022; Matias et al., 2023).

Поширюється наукова практика, яка підтверджує можливість використання слини як ефективної альтернативи крові для оцінювання впливу стрес-чинників на здоров'я та добробут свиней в реальному часі. Використання цього біологічного матеріалу є неінвазивним методом діагностики, простим у відборі зразків та економічно вигідним. Поряд із цим доведено ефективність цього методу за моніторингу фізіологічного стану тварин та своєчасної діагностики хвороб (Ceron et al., 2022; Svoboda et al., 2024). Аналогічно, біомаркери, визначені в сечі, екскрементах, молоці та волосяному покриві також є результативними індикаторами оцінювання впливу стрес-чинників, пов'язаних із мінімальним болем та стресом для тварин (Casal, 2016; Everding, 2021).

До того ж, широкого розповсюдження набувають альтернативні підходи щодо оцінювання стресової адаптації, які базуються на аналізі показників функціональної реактивності організму. Зокрема (Kutikov & Polshchikova, 2006) сконцентрували увагу на використанні співвідношення лімфоцитів до нейтрофілів у крові як інформативного показника оцінювання стресової відповіді на гематологічному рівні. У свою чергу (Ladysh et al., 2013) розробили авторський інтегральний індекс оцінювання адаптаційної реактивності, до складу якого включили показники лужного резерву та білкових фракцій сироватки крові, що дало змогу глибше оцінити загальний стан адаптаційно-компенсаторних механізмів організму овець. Водночас вагомим внеском у розвиток питання оцінювання стресостійкості є також підходи, спрямовані на дослідження процесів оксидантного стресу. Зокрема (Danчук et al., 2016) рекомендували застосовувати індекси, що характеризують інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів як маркерів оксидативного напруження.

Тоді як серед простих і доступних для практичного використання критеріїв оцінювання стресу виділяють еозинофільний індекс, який ґрунтується на аналізі кількісних коливань еозинофілів у периферійній крові (Makovska et al., 2016). До непрямих, але інформативних критеріїв оцінювання функціонального стану імунної системи та характеру запальних процесів в організмі належать також індекси: зсуву лейкоцитів; лімфоцитарно-гранулоцитарний; імунореактивності; загальний лейкоцитарний; співвідношення лейкоцитів до швидкості осідання еритроцитів; нейтрофіло-моноцитарний; лімфоцитарно-моноцитарний; лімфоцитарно-еозинофільний (Zamaziu, 2018). Попри високу інформативність ці підходи обмежені оцінюванням лише окремих гематологічних параметрів і не враховують важливі фізіологічні показники комплексної адаптаційної реакції, такі як температура тіла, частота серцевих скорочень і дихальних рухів. У цьому контексті слід наголосити, що ефективність традиційних підходів є недостатньою, а прогностична цінність – низькою. Тобто можна констатувати, що потенціал удосконалення підходів щодо оцінювання стресостійкості далеко не вичерпаний. З огляду на це та враховуючи проаналізовані наукові здобутки науковців за відповідним питанням, постає нагальна потреба в упровадженні комплексного підходу, який передбачає одночасне оцінювання сукупності взаємопов'язаних морфо-біохімічних і фізіологічних параметрів та підкреслює актуальність виконаної роботи.

**Мета дослідження** – удосконалити методологічні підходи та розробити новий індекс щодо оцінювання стресостійкості у свиней.

**Матеріали та методи дослідження.** Рф формування структури індексу оцінювання стресостійкості від 30 кабанчиків віком 5 місяців відібрали зразки крові, після чого їх дослідили на базі сертифікованої діагностичної лабораторії «СмартБіоЛаб» (м. Харків), акредитованій за ДСТУ EN ISO/IEC 17025: 2019. Тварин розміщували на комплексі з виробництва свинини ПП АФ «Світанок» Нововодолажського району Харківської області в одному технологічному приміщенні, згідно із загальноприйнятою технологією. Піддослідне поголів'я молод-

нюку було представлено першим поколінням, яке походило від відтворного схрещування кнурів породи ландрас із свиноматками породи йоркшир і було завезене з Данії. Із метою формування товарного поголів'я в умовах базового господарства завезених помісних свинок осіменяли кнурами породи дюрок.

Біоматеріал одержували у ранковий час, за дві години до годівлі. Кров відбирали в дві сухі стерильні пробірки, одну з яких попередньо обробляли гепарином для запобігання згортанню. Після відбору зразки транспортували впродовж двох годин у сумці-холодильнику з холодоагентом, потім пробірки без гепарину витримували в стаціонарному холодильнику за температури  $+4^{\circ}\text{C}$  упродовж двох годин. Концентрацію гемоглобіну визначали гемоглобінціанідним методом, кількість еритроцитів підраховували за допомогою лічильної камери Горяєва, вміст лейкоцитів досліджували кондуктометричним способом. Лейкоцитарний спектр крові оцінювали шляхом мікроскопії мазків, попередньо зафарбованих за методом Романовського-Гімзи. Рівень глюкози у сироватці крові визначали глюкозооксидазним методом. Лімфоцитарно-нейтрофільний індекс розраховували як співвідношення вмісту лімфоцитів до нейтрофілів.

Частоту серцевих скорочень визначали методом пальпації хвостової артерії, частоту дихальних рухів – за візуального спостереження за коливаннями черевної стінки з підрахунком кількості дихальних рухів за хвилину, температуру тіла – реєстрували за допомогою ректального термометра.

Взаємозв'язки між досліджуваними показниками з подальшою процедурою покрокового обрання найбільш інформативних із них встановлювали за допомогою кореляційного аналізу, тоді як для забезпечення об'єктивного ранжування та віднесення тварини до відповідного рівня стресостійкості застосовували стандартне квадратичне відхилення.

Статистичне опрацювання здійснювали за використання методів варіаційної статистики (Крамаренко та ін., 2019). Для попередньої підготовки даних та власне розрахунку інтегрального індексу стресостійкості використовували можливості пакету прикладних програм MS Excel.

**Результати дослідження.** Для вирішення поставленої мети було розроблено інтегральний індекс оцінювання стресостійкості, що характеризує рівень адаптаційної відповіді організму свиней на вплив стрес-чинників. Під час його формування до структури включили лише спектр тих показників, що відіграють ключову роль у відображенні функціонального стану організму тварини в умовах стресу. Він об'єднав окремі гематологічні показники (вміст еритроцитів, лейкоцитів, гемоглобіну, еозинофілів), біохімічні параметри (концентрацію глюкози), співвідношення лімфоцитів до нейтрофілів та критерії діагностики фізіологічного стану (частоту пульсу та дихання, температуру тіла). Вибір показників обґрунтовували тим що:

– еритроцити та гемоглобін – відображають ефективність функціонування кровоносної системи щодо забезпечення організму киснем та виведення вуглекислого газу. За зниження вмісту еритроцитів та концентрації гемоглобіну ефективність зазначених процесів уповільнюється;

– лейкоцити – рівень лейкоцитів у крові підвищується у зв'язку з активацією імунної системи, що може бути ознакою стресової відповіді організму;

– еозинофіли – кількість еозинофілів у крові знижується через дію кортизолу, який пригнічує їх активність;

– глюкоза – концентрація глюкози в крові зростає внаслідок активації глюконеогенезу та глюконеогенезу як адаптаційних реакцій організму;

– співвідношення лімфоцитів до нейтрофілів – знижується через розвиток нейтрофілії та лімфопенії;

– частота пульсу – прискорюється через збудження нервової системи;

– кількість дихальних рухів – зростає внаслідок підвищеного збудження організму;

– температура тіла – може підвищуватися внаслідок збудження нервової системи.

Алгоритм послідовної реалізації процедури виведення індексу оцінювання стресостійкості передбачав чотири взаємозв'язані етапи:

*1. Первинна лабораторна діагностика.*

У рамках первинного етапу проводили відбір зразків біологічного матеріалу (крові) та реєстрацію фізіологічних показників (температури тіла, частоти пульсу та дихання) із подальшим дослідженням у діагностичній лабораторії. Далі здійснювали кореляційний аналіз між показниками і покорокову процедуру обрання найбільш інформативних із них.

*2. Нормалізація одержаних даних.*

Оскільки показники, залучені до складу індексу, мають різні одиниці виміру й шкали оцінки для об'єднання, виникла необхідність переведення абсолютних значень, що відповідають певній віковій та технологічній групі тварин, у відносні. Із цією метою використали такий підхід: *нормалізоване (відносне) значення показника у тварини = абсолютне значення показника у тварини / середнє арифметичне абсолютне значення показника загальної вибірки тварин.*

У такий спосіб відносне значення кожного показника відображало кратність перевищення або зниження індивідуального абсолютного значення параметра у конкретної тварини, порівняно з середнім його рівнем у загальної вибірки.

Приклад попередньої підготовки (розрахунку) на основі фактично одержаних у досліді даних для конкретної тварини № 1 (перша тварина дослідної групи), наведено в таблиці 1.

**1. Приклад попередньої підготовки (розрахунку) нормалізованих (відносних) значень предикторів**

№	Предиктори для конструювання індексу	Індивідуальне абсолютне значення показника у тварини (X)	Середнє арифметичне абсолютне значення показника по вибірці ( $X_{\text{ср}}$ )	Нормалізоване (відносне) значення $X = (X/X_{\text{ср}})$
1	Еритроцити, $10^{12}/\text{л}$ ( $X_1$ )	7,50	6,12	1,225
2	Гемоглобін, г/л ( $X_2$ )	126	123,67	1,019
3	Еозинофіли, % ( $X_3$ )	2,0	2,87	0,698
4	Лейкоцити, $10^9/\text{л}$ ( $X_4$ )	13,0	12,73	1,021
5	Глюкоза, ммоль/л ( $X_5$ )	5,48	5,86	0,936
6	Співвідношення лімфоцитів до нейтрофілів ( $X_6$ )	0,70	0,77	0,909
7	Температура тіла, °C ( $X_7$ )	38,9	39,01	0,997
8	Частота пульсу, удари/хв ( $X_8$ )	105	105,53	0,995
9	Частота дихання, рухи/хв ( $X_9$ )	31	33,93	0,914

*3. Математичне формування індексу та його розрахунок.*

У рамках цього етапу здійснювали конструювання інтегрального індексу стресостійкості, до якого включали нормалізовані значення всіх обраних параметрів. Розрахунок інтегрального індексу стресостійкості (ІССТ) здійснювали за наступною процедурою: спочатку знаходили середнє арифметичне значення кожного с предикторів. Потім знаходили нормалізоване (відносне) значення кожного предиктора шляхом його ділення на відповідне середнє значення по вибірці. Об'єднання ж усіх нормалізованих значень предикторів у інтегральний індекс стресостійкості здійснювали за формулою 1. Залежно від напрямку зміни адаптаційної здатності (підвищується або знижується), нормалізоване значення окремого предиктора включали відповідно до чисельника або знаменника формули:

$$\text{ІССТ} = (X_1 \times X_2 \times X_3 \times X_6) / (X_4 \times X_5 \times X_7 \times X_8 \times X_9), \quad (1)$$

де ІССТ – індекс стресостійкості;

$X_1 - X_9$  – нормалізовані значення предикторів, наведені в таблиці 1.

Тобто, згідно з наведеною формулою, запропонований індекс представляє собою співвідношення нормалізованих показників вмісту еритроцитів, концентрації гемоглобіну, вмісту

еозинофілів, співвідношення лімфоцити / нейтрофіли до показників вмісту лейкоцитів, концентрації глюкози, температури тіла, частоти пульсу і дихання.

Розрахований за вище наведеною формулою (1) індекс стресостійкості (ІССт) для цієї тварини становить 0,91.

#### 4. Інтерпретація одержаних результатів розрахунку індексу за шкалою.

Заключним етапом є інтерпретація числових значень інтегрального індексу за шкалою, яка дає змогу диференціювати тварину за рівнем стресостійкості на стійку, слабореагуючу та сильнореагуючу (табл. 2).

Для забезпечення об'єктивного ранжування і віднесення тварини до відповідного рівня стресостійкості використали стандартне квадратичне відхилення (Нул, 2013), яке дало змогу розподілити діапазон зміни значень кожного досліджуваного параметра оцінювання на три інтервали. Зважаючи на інтерпретацію величин індексу за шкалою оцінювання до групи тварин зі стійким типом стрес-реакції відносили тих, у кого фактичне індивідуальне значення індексу (ІССт) перевершувало середнє значення по вибірці (ІССт<sub>сер</sub>) на одне або більше стандартних (середнє квадратичне) відхилень. До групи сильнореагуючих тварин зараховували особин, в яких фактичне індивідуальне значення індексу (ІССт) було менше за середнє значення по вибірці (ІССт<sub>сер</sub>) на одне або більше стандартних (середнє квадратичне) відхилень. Слабореагуючими вважали тварин, в яких фактичне індивідуальне значення індексу (ІССт) було більше за середнє значення по вибірці (ІССт<sub>сер</sub>) плюс одне стандартне (середнє квадратичне) відхилення, і в той же час менше за середнє значення по вибірці (ІССт<sub>сер</sub>) мінус одне стандартне (середнє квадратичне) відхилення.

## 2. Шкала оцінювання стресостійкості

Інтерпретація величин індексу	Стрес-реакція тварини	Характеристика адаптації
$ICSt \geq ICSt_{сер} + \sigma_{ICSt}$	Стійка	Організм перебуває у стані повної адаптації, висока фізіологічна стійкість
$ICSt_{сер} - \sigma_{ICSt} < ICSt < ICSt_{сер} + \sigma_{ICSt}$	Слабореагуюча	Адаптація підтримується, проте є напруження адаптаційних механізмів
$ICSt \leq ICSt_{сер} - \sigma_{ICSt}$	Сильнореагуюча	Виснаження або зрив адаптації, виражений стресовий стан (дистрес)

З огляду на встановлену величину інтегрального індексу стресостійкості для розглянутої вище тварини (ІССт = 0,91), а також на його середнє арифметичне по вибірці (ІССт<sub>сер</sub> = 1,06) і стандартне відхилення ( $\sigma_{ICSt} = 0,60$ ), цю тварину варто віднести саме до групи слабореагуючих.

Отже, максимальне значення індексу вказує на високу стійкість тварини до стрес-чинника та її здатність ефективніше адаптуватися до умов промислової технології свинарства, а мінімальне, навпаки, – на низьку. При цьому як фактичні, так і граничні значення інтегрального індексу стресостійкості залежать від відповідних індивідуальних характеристик мінливості предикторів.

**Висновок.** Запропонований методичний підхід щодо формування інтегрального індексу стресостійкості істотно розширює діагностичні можливості традиційних підходів, забезпечуючи комплексне та об'єктивне оцінювання індивідуального рівня адаптаційної реакції тварин до дії стрес-чинника.

## REFERENCES

Andersen, I. L., Naevdal, E., Bakken, M., & Boe, K. E. (2004). Aggression and group size in domesticated pigs, *Sus scrofa*: 'when the winner takes it all and the loser is standing small'. *Animal Behaviour*, 68 (4), 965–975. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2003.12.016>

- Beattie, V. E., O'Connell, N. E., Kilpatrick, D. J., & Moss, B. W. (2000). Influence of environmental enrichment on welfare-related behavioural and physiological parameters in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 70 (3), 443–450. <https://doi.org/10.1017/S1357729800051791>
- Brandt, P., Rousing, T., Herskin, M. S., & Aaslyng, M. D. (2013). Identification of post-mortem indicators of welfare of finishing pigs on the day of slaughter. *Livestock Science*, 157 (2–3), 535–544. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.08.020>
- Brown, S. N., Knowles, T. G., Wilkins, L. J., Chadd, S. A., & Warriss, P. D. (2005). The response of pigs to being loaded or unloaded onto commercial animal transporters using three systems. *The Veterinary Journal*, 170 (1), 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.05.003>
- Campbell, J. M., Crenshaw, J. D., & Polo, J. (2013). The biological stress of early weaned piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4 (1), 19–23. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-19>
- Casal i Plana, N. (2016). *Identification of new physiological parameters for monitoring chronic stress in growing pigs: Hair cortisol and chromogranin A*. Spain : Universitat Autònoma de Barcelona. <http://hdl.handle.net/10803/400284>.
- Cerón, J. J., Contreras-Aguilar, M. D., Escribano, D., Martínez-Miró, S., López-Martínez, M. J., Ortín-Bustillo, A., Franco-Martínez, L., Rubio, C. P., Muñoz-Prieto, A., Tvarijonavičiute, A., López-Arjona, M., Martínez-Subiela, S., & Tecles, F. (2022). Basics for the potential use of saliva to evaluate stress, inflammation, immune system, and redox homeostasis in pigs. *BMC Veterinary Research*, 18 (1), Article 81. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03176-w>
- Colditz, I. G. (2022). Competence to thrive: resilience as an indicator of positive health and positive welfare in animals. *Animal Production Science*, 62 (15), 1439–1458. <https://doi.org/10.1071/AN22061>
- Coutellier, L., Arnould, C., Boissy, A., Orgeur, P., Prunier, A., Veissier, I., & Meunier-Salaün, M. C. (2007). Pig's responses to repeated social regrouping and relocation during the growing-finishing period. *Applied Animal Behaviour Science*, 105 (1-3), 102–115. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.007>
- Danchuk, O. V., Karpovskyi, V. I., & Danchuk, V. V. (2016). Indeksy intensyvnosti peroksydnoho okysnennia lipidiv u svynei za dii stresovoho faktora [Intensity indices of lipid peroxidation in pigs under the influence of a stress factor] *Naukovyi visnyk Lvivskoi natsionalnoi akademii veterynarnoi medytsyny imeni S.Z. Hzhyskoho*. Veterynarni nauky – *Scientific Bulletin of the Lviv National Academy of Veterinary Medicine named after S.Z. Gzhysky*. Veterinary sciences, 18/1 (2), 47–50. [In Ukrainian].
- Dovhii, Yu. Yu., & Feshchenko, D. V. (2012). Sposib vyznachennia stres-statusu svynei [Method for determining the stress status of pigs] *Naukovi pratsi Pivdennoho filialu Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy «Krymskyi ahrotekhnolohichniy universytet»*. Veterynarni nauky – *Scientific works of the Southern branch of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine "Crimean Agro-Technological University"*. Veterinary Sciences, 142, 41–46. [In Ukrainian].
- Everding, T. (2021). Cortisol in hair as a measure of chronic stress during sow gestation and the pattern of cortisol in blood during parturition in sows. *Electronic Theses and Dissertations*, 5775. <https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi>.
- Fydria, M. V. (2014). Porivnialna kharakterystyka riznykh metodiv doslidzhennia adaptatsiinykh vlastyvoستي svynei [Comparative characteristics of different methods for studying the adaptive properties of pigs] *Svynarstvo – Pig Breeding*. Poltava, 65, 314–317. [In Ukrainian]. <https://svynarstvo.com/zbirnyk/archive/65/65-314-317.pdf>.
- Geetha, N., Xavier, F., & Anil, L. (2008). Stress assessment of piglets utilising behaviour tools under different managemental practices. *Indian Journal of Animal Research*, 42 (1), 17–22. <https://arc-articles.s3.amazonaws.com/webArticle/articles/ijar1421003.pdf>.
- Hess, T., & Griffler, M. (2022). Advanced topics in resident health: porcine stress syndrome. *Explore Open Sanctuary*. <https://opensanctuary.org/pss/>.

- Huanca-Marca, N. F., Estevez-Moreno, L. X., Pastrana-Camacho, A., Pineiro, M., María, G. A., & Miranda-de la Lama, G. C. (2025). Effects of pre-slaughter logistics duration on stress responses and coping profiles in commercial finishing pigs. *Research in Veterinary Science*, 193, 105796. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2025.105796>
- Hyl, M. I. (2013). *Vplyv vnutrishnoporodnoho pidboru z vykorystanniam sporidnenoho rozvedennia i mizhliniinykh krosiv na molochnu produktyvnist koriv* [The impact of intrabreed selection using inbreeding and interline crosses on the milk production of cows] : monohr. MNAU. [In Ukrainian].
- Ivanov, V. O., Voloshchuk, V. M., Ivanova, L. O., & Popova, N. V. (2013). Vplyv streskhylnosti svynei na yikh produktyvnist [Get the best results on this page] *Svynarstvo – Pig Breeding*. Poltava, 63, 12–18. [In Ukrainian]. <https://svinarstvo.com/zbirnyk/archive/63/63-012-018.pdf>.
- Kramarenko, S. S., Luhovyi, S. I., Lykhach, A. V., & Kramarenko, O. S. (2019). *Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn* [Biometric data analysis in animal breeding and selection] : navchalnyi posibnyk. MNAU. [In Ukrainian].
- Kutikov, Ye. S., & Polishchikova, I. L. (2006). Nove pro stres: Ontofiziologichni i henetychni aspekty problemy [New about stress: Ontophysiological and genetic aspects of the problem] *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn – Scientific and technical bulletin of Livestock farming*. Kharkiv, 94 (1), 185–197. [In Ukrainian].
- Kutikov, Ye. S., & Polishchikova, I. L. (2006). Nove pro stres: Ontofiziologichni i henetychni aspekty problemy [New about stress: Ontophysiological and genetic aspects of the problem] *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn – Scientific and technical bulletin of Livestock farming*. Kharkiv, 94 (1), 185–197. [In Ukrainian].
- Ladysh, I. O., Bublik, V. M., & Znahovan, S. Yu. (2013). Uzahalnennia rezultativ otsinky stanu adaptatsiinoi systemy orhanizmu ovets [Generalization of the results of assessing the state of the adaptive system of the sheep organism] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 58–60. [In Ukrainian].
- Lee, C., Gilesc, L. R., Brydena, W. L., Downing, J. L., Owense, P. C., Kirby, A. C., & Wynn, P. C. (2005). Performance and endocrine responses of group housed weaner pigs exposed to the air quality of a commercial environment. *Livestock Science*, 93 (3), 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.10.003>
- López-Arjona, M., Escribano, D., Mateo, S. V., Contreras-Aguilar, M. D., Rubio, C. P., Tecles, F., & Martínez-Subiela, S. (2020). Changes in oxytocin concentrations in saliva of pigs after a transport and during lairage at slaughterhouse. *Research in Veterinary Science*, 133, 26–30. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.08.015>
- López-Martínez, M. J., Escribano, D., Ortín-Bustillo, A., Franco-Martínez, L., González-Arostegui, L. G., Cerón, J. J., & Rubio, C. P. (2022). Changes in biomarkers of redox status in saliva of pigs after an experimental sepsis induction. *Antioxidants*, 11 (7), Article 1380. <https://doi.org/10.3390/antiox11071380>
- Makovska, N. M., Biriukova, O. D., & Bodriashova, K. V. (2016). Kompleksne otsiniuvannia rezystentnosti ta stresostiikosti teliat [Comprehensive assessment of resistance and stress tolerance of calves] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 51, 101–106. [In Ukrainian].
- Matias, S. D., Gajeton, M. B., & Flores, E. B. (2023). Genetic screening of halothane gene on selected Philippine native pig herds. *Open Journal of Genetics*, 13 (3), 105–113. <https://doi.org/10.4236/ojgen.2023.133007>
- Merlot, E., Mounier, A. M., & Prunier, A. (2011). Endocrine response of gilts to various common stressors: A comparison of indicators and methods of analysis. *Physiology & Behavior*, 102 (3–4), 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2010.11.009>
- O'Connor, E. A., Parker, M. O., McLeman, M. A., Demmers, T. G., Lowe, J. C., Cui, L., Davey, E. L., Owen, R. C., Wather, C. M., & Abeyesinghe, S. M. (2014). The impact of chronic environmental stressors on growing pigs, *Sus scrofa* (Part 1): stress physiology, production and play behavior. *Animal*, 4 (11), 1899–909. <https://doi.org/10.1017/S1751731110001072>

- Oczak, M., Maschat, K., Berckmans, D., Vranken, E., & Baumgartner, J. (2015). Classification of nest-building behaviour in non-crated farrowing sows on the basis of accelerometer data. *Biosystems Engineering*, 140, 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2015.09.007>
- Pearce, S. C., Gabler, N. K., Ross, J. W., Escobar, J., Patience, J. F., Rhoads, R. P., & Baumgard, L. H. (2013). The effects of heat stress and plane of nutrition on metabolism in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 91 (5), 2108–2118. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5738>
- Pineiro, M., Morales, J., Vizcaíno, E., Murillo, J. A., Klauke, T., Petersen, B., & Pineiro, C. (2013). The use of acute phase proteins for monitoring animal health and welfare in the pig production chain: the validation of an immunochromatographic method for the detection of elevated levels of pig-MAP. *Meat Science*, 95 (3), 712–718. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.013>
- Pitts, A. D., Weary, D. M., Pajor, E. A., & Fraser, D. (2000). Mixing at young ages reduces fighting in unacquainted domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 68 (3), 191–197. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00104-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00104-0)
- Proudfoot, K., & Habing, G. (2015). Social stress as a cause of diseases in farm animals: current knowledge and future directions. *The Veterinary Journal*, 206 (1), 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.05.024>
- Prunier, A., Mounier, A. M., & Hay, M. (2005). Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *Journal of Animal Science*, 83 (1), 216–22. <https://doi.org/10.2527/2005.831216x>
- Remience, V., Wavreille, J., Canart, B., Meunier-Salau, M. C., Prunier, A., Bartiaux-Thill, N., Nicks, B., & Vandenheede, M. (2008). Effects of space allowance on the welfare of dry sows kept in dynamic groups and fed with an electronic sow feeder. *Applied Animal Behaviour Science*, 112 (3-4), 284–296. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.07.006>
- Sanz, M. V., Johnson, J. S., Abuajamieh, M., Stoakes, S. K., Seibert, J. T., Cox, L., Kahl, S., El-sasser, T. H., Ross, J. V., & Isom, S. C. (2015). Effects of heat stress on carbohydrate and lipid metabolism in growing pigs. *Physiological Reports*, 3 (2), e12315. <https://doi.org/10.14814/phy2.12315>
- Smulders, D., Verbeke, G., Mormède, P., & Geers, R. (2006). Validation of a behavioural observation tool to assess pig welfare. *Physiology & Behavior*, 89 (3), 438–447. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.07.002>
- Sonoda, L. T., Fels, M., Oczak, M., Vranken, E., Ismayilova, G., Guarino, M., Viazzi, S., Bahr, C., Berckmans, D., & Hartung, J. (2013). Tail biting in pigs-causes and management intervention strategies to reduce the behavioural disorder. A review. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*, 126 (3–4), 104–112. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-126-104>
- Squires, E. J. (2024). Effects on animal behaviour, health and welfare. In Squires, E. J. (editor), *Applied Animal Endocrinology*. (p. 287–330). Cambridge: CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9781800620742.0006>
- Svoboda, M., Nemeckova, M., Medkova, D., Sardi, L., & Hodkovicova, N. (2024). Non-invasive methods for analysing pig welfare biomarkers. *Veterinarni Medicina*, 69 (5), 137–155. <https://doi.org/10.17221/17/2024-VETMED>
- Tsereniuk, O. M. (2013). Teorytychne obhruntuvannia ta praktychna realizatsiia metodiv pidvyshchennia henetychnoho potentsialu produktyvnosti svynei za polihenno-obumovlenymy oznakamy [Theoretical justification and practical implementation of methods for increasing the genetic potential of pig productivity based on polygenic traits] (Doctoral thesis). [In Ukrainian].
- Tuchscherer, A., Kanitz, E., Puppe, B., Tuchscherer, A., & Viergutz, T. (2009). Changes in endocrine and immune responses of neonatal pigs exposed to a psychosocial stressor. *Research in Veterinary Science*, 87 (3), 380–388. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2009.04.010>
- Valros, A., Munsterhjelm, C., Puolanne, E., Ruusunen, M., Heinonen, M., Peltoniemi, O. A. T., & Pösö, A. R. (2013). Physiological indicators of stress and meat and carcass characteristics in tail bitten slaughter pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55 (1), 75. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-55-75>

- Verdon, M., Hansen, C. F., Rault, J. L., Jongman, E., Hansen, L. U., Plush, K., & Hemsworth, P. H. (2015). Effects of group housing on sow welfare: a review. *Journal of Animal Science*, 93 (5), 1999–2017. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8742>
- Wathes, C., & Whittemore, C. (2006). Environmental management of pigs. In Kyriazakis, I., Whittemore, C., Whittemore, C. T. (editors). *Whittemore's science and practice of pig production*. (p. 533–590). Oxford: Blackwell Publishing.
- White, H. M., Richert, B. T., Schinckel, A. P., Burgess, J. R., Donkin, S. S., & Latour, M. A. (2008). Effects of temperature stress on growth performance and bacon quality in grow-finish pigs housed at two densities. *Journal of Animal Science*, 86 (8), 1789–1798. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0801>
- Wrona, D., Trojnar, W., Borman, A., Ciepielewski, Z., & Tokarski, J. (2001). Stress induced changes in peripheral natural killer cell cytotoxicity in pigs may not depend on plasma cortisol. *Brain, Behavior, and Immunity*, 15 (1), 54–64. <https://doi.org/10.1006/brbi.2000.0583>
- Zamaziy, A. A. (2018). Hemocytopoiesis of functionally active newborn calves and calves in the state of hypoxia. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 6 (3), 44–49. <https://doi.org/10.32819/2018.63009>

---

Одержано редколегією 26.11.2025 р.

Прийнято до друку 30.01.2026 р.