



## EFFECTIVENESS OF ASSESSMENT OF MEASURES FOR PREVENTION OF TECHNOLOGICAL STRESSES BY SLAUGHTER INDICATORS AND MEAT QUALITY OF PIGLETS

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

<sup>1</sup>*Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*Pig-Breeding Institute and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine*

### ORCID

D.A. Lashyn: <https://orcid.org/0009-0003-7092-5738>

P.V. Shablia: <https://orcid.org/0009-0006-1248-9925>

*E-mail: [dr.fox2011@ukr.net](mailto:dr.fox2011@ukr.net)*

**Abstract.** The article presents the results of a study of the influence of anti-stress drugs on the slaughter and meat-fat qualities of piglets. The relevance of the work is due to the significant negative impact of various technological stress factors on the meat productivity and quality of meat of farm animals. The aim of the study is to assess the effectiveness of measures to prevent technological stresses on slaughter performance and product quality of piglets. The experiment was conducted in the production conditions of a pigs complex on young piglets of the three-breed genotype (♀Landrace × Yorkshire × ♂Duroc), formed into three groups according to the principle of analogues. The experimental scheme involved the use of various anti-stress drugs: piglets of the II experimental group were administered the drug "Katozal", group III - a complex experimental agent based on glycine, succinic acid and biologically active medium 199, while animals of the control group received saline. The introduction of drugs was carried out during periods of increased exposure to technological stress factors. It was established that the use of anti-stress drugs contributes to an increase in pre-slaughter live weight and slaughter weight. In particular, the highest indicators were obtained in animals of the III experimental group, which exceeded the control in pre-slaughter weight by 5.3% and slaughter weight by 5.9% (p<0.01). There was also a tendency towards an increase in their slaughter yield, an increase in the linear measurements of half-carcasses and the area of the "muscle eye", which indicates better development of muscle tissue. The use of anti-stress drugs also affected the processes of fat deposition, causing an increase in the thickness of the fat and the mass of internal fat. The results obtained confirm the scientifically substantiated feasibility of using anti-stress drugs as a means of increasing productivity and improving the quality of pork. Instead, the highest effect was demonstrated by the use of a complex experimental preparation, the use of which contributed to a significant increase in the adaptive potential of piglets to the negative effects of technological stress factors, which was reflected in the improvement of their slaughter performance.

**Keywords:** *piglets, stress resistance, slaughter performance, meat quality.*

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЦІНКИ ЗАХОДІВ ПРОФІЛАКТИКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СТРЕСІВ ЗА ЗАБІЙНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ТА ЯКІСТЮ М'ЯСА КАБАНЧИКІВ****Д.А. Лашин<sup>1</sup>, П.В. Шабля<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Інститут тваринництва НААН, Харків, Україна,*<sup>2</sup>*Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, Полтава, Україна**E-mail: [dr.fox2011@ukr.net](mailto:dr.fox2011@ukr.net)*

**Анотація.** У статті наведено результати дослідження впливу антистресових препаратів на забійні та м'ясо-сальні якості кабанчиків. Актуальність роботи зумовлена значним негативним впливом технологічних стресових чинників на м'ясну продуктивність та якість м'яса сільськогосподарських тварин. Метою дослідження була оцінка ефективності заходів профілактики технологічних стресів за забійними показниками та якістю м'яса кабанчиків. Дослід проведено у виробничих умовах свинокомплексу на кабанчиках трьохпородного генотипу (♀Ландрас × Йоркшир × ♂Дюрок), сформованих у три групи за принципом аналогів. Схема дослідження передбачала застосування різних антистресових препаратів: кабанчикам II дослідної групи вводили препарат «Катозал», III дослідної групи – комплексний експериментальний засіб на основі гліцину, бурштинової кислоти та біологічно активного середовища 199, тоді як тварини I контрольної групи отримували фізіологічний розчин. Введення препаратів здійснювали у періоди підвищеного впливу технологічних стрес-чинників. Установлено, що застосування антистресових препаратів сприяло підвищенню передзабійної живої маси та забійної маси. Зокрема, найвищі показники отримано у тварин III дослідної групи, які переважали ровесників контрольної групи за передзабійною масою на 5,3 % та забійною масою – на 5,9 % ( $p < 0,01$ ). Констатовано також тенденцію щодо збільшення у них забійного виходу, лінійних промірів півтуш та площі «м'язового вічка», що свідчить про кращий розвиток м'язової тканини. Застосування антистресових засобів вплинуло й на процеси жировідкладення, зумовивши зростання товщини шпику та вмісту внутрішнього жиру. Отримані результати підтвердили науково обґрунтовану доцільність використання антистресових препаратів як засобів підвищення м'ясної продуктивності та покращення якості свинини. Натомість, найвищий ефект продемонструвала верифікація комплексного експериментального препарату, застосування якого сприяло суттєвому підвищенню адаптаційного потенціалу кабанчиків до негативної дії технологічних стрес-чинників, що позначився поліпшенням їх забійних показників та хімічного складу найдовшого м'яза спини.

**Ключові слова:** кабанчики, стресостійкість, забійні показники, якість м'яса.

**Вступ.** *Актуальність теми.* Стрес у свиней – визначальний чинник, що істотно впливає на рівень продуктивності, стан здоров'я та якість одержаної продукції. У межах сучасних наукових підходів стрес трактується як універсальна неспецифічна адаптаційна реакція організму на дію різноманітних екзо- та ендогенних подразників, що реалізується через активацію нейроендокринних механізмів, зокрема гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової осі та симпато-адреналової системи (Einarsson et al., 2009).

У відповідь на стрес-чинники в організмі свиней підвищується рівень кортизолу, адреналіну та норадреналіну, що призводить до мобілізації енергетичних резервів. Водночас тривалий та інтенсивний вплив стресорів може зумовлювати порушення метаболічних процесів, зниження продуктивних показників і погіршення якісних характеристик м'ясної продукції (Mormède et al., 2007).

У зв'язку з цим, розробка шляхів мінімізації негативного впливу стрес-чинників на господарсько-корисні ознаки і якість продукції свиней становить важливий та перспективний напрям наукових досліджень у галузі свинарства.

У сучасному свинарстві виділяють декілька груп стрес-чинників, серед яких домінуюче місце займають технологічні, соціальні та генетично зумовлені. До технологічних стрес-чинників належать перегрупування, транспортування, зміна умов утримання та передзабійна витримка. Суттєвий вплив на фізіологічний статус свиней справляють також і соціальні стресори, пов'язані з міжособинною взаємодією, насамперед агресивною поведінкою та формуванням ієрархічної структури в групах, що супроводжується активацією нейроендокринних механізмів стресу (D'Eath et al., 2010). Водночас транспортування вважають одним із найбільш інтенсивних стресогенних впливів, оскільки він поєднує комплекс несприятливих чинників, включно фізичне навантаження, зміну мікроклімату, обмеження доступу до корму та води (Pérez et al., 2002). Окрему роль у формуванні стресової реактивності відіграють генетичні особливості тварин. Зокрема, наявність мутації гена RYR1 асоціюється з підвищеною чутливістю до дії стресорів і схильністю до розвитку патологічних змін якості м'яса, зокрема формування дефекту типу PSE (Ferguson & Warner, 2008).

Вплив стресу на м'ясну продуктивність свиней проявляється насамперед зниженням темпів росту, погіршенням конверсії корму та зміною структури туш. Підвищений рівень кортизолу активує катаболічні процеси, що супроводжуються розщепленням білків та зменшенням маси м'язів (Choi et al., 2012). Водночас відбувається перерозподіл енергетичних ресурсів у напрямі накопичення жирової тканини, що негативно впливає на м'ясність туш (Foury et al., 2005).

Стресові чинники істотно впливають і на забійні характеристики свиней. Установлено, що підвищений рівень стресу перед забоєм асоціюється зі зменшенням забійного виходу, порушенням оптимального співвідношення м'язової та жирової тканин, а також погіршенням морфометричних характеристик туш (Hambrecht et al., 2004). Такі зміни зумовлені дією гормонів стресу, які модифікують перебіг білкового та ліпідного обміну, впливаючи на інтенсивність процесів синтезу і катаболізму (Mormède et al., 2007).

Визначальним аспектом впливу стресу у свинарстві є його дія на якість м'яса. Ключовим патофізіологічним механізмом у цьому процесі виступає зміна вмісту глікогену в м'язовій тканині перед забоєм, що безпосередньо визначає інтенсивність післязабійного гліколізу та характер зниження рН. За умов гострого стресового впливу активується інтенсивний гліколіз, що супроводжується швидким накопиченням молочної кислоти і різким зниженням активної кислотності у м'язах. Це спричиняє денатурацію білкових структур і формування м'яса типу PSE, що характеризується блідим забарвленням, зниженою щільністю та низькою вологоутримувальною здатністю (Ferguson & Warner, 2008). Натомість тривалий стрес призводить до виснаження глікогенових резервів у м'язовій тканині, внаслідок чого після забою не відбувається належного зниження рН. Це сприяє формуванню м'яса типу DFD, що має темний колір та підвищену жорсткість (Gregory, 2010).

Передзабійний період є критичним етапом, який значною мірою визначає прикінцеву якість продукції. Навантаження, транспортування, розвантаження та утримання тварин перед забоєм супроводжуються значним підвищенням рівня кортизолу та лактату в крові (Hambrecht et al., 2004). Навіть короточасний вплив цих чинників може спричинити суттєві зміни біохімічних процесів у м'язовій тканині та погіршення її якості (Bejaoui et al., 2023). Установлено, що оптимізація умов передзабійного утримання, зокрема забезпечення достатнього відпочинку та мінімізація стресових впливів, сприяє покращенню технологічних і споживчих властивостей продукції.

Оцінювання інтенсивності стресу в свиней базується на комплексному підході за залучення фізіологічних, біохімічних і поведінкових індикаторів. До найбільш інформативних біохімічних маркерів належить визначення концентрації кортизолу, лактату

та креатинкінази в крові, які відображають рівень активації стресових реакцій (Papatsiros et al., 2024). Водночас поведінкові прояви, зокрема агресивність, вокалізація та зміни рухової активності, також є важливими діагностичними критеріями стресового стану (D'Eath et al., 2010). Комплексне використання цих показників забезпечує об'єктивну оцінку впливу стрес-чинників на фізіологічний стан тварин та формування якості м'ясної продукції.

Результати сучасних наукових досліджень свідчать про наявність тісного функціонального зв'язку між рівнем добробуту тварин і показниками кількісної та якісної характеристики м'ясної продукції. Поліпшення умов утримання, зменшення щільності розміщення поголів'я, оптимізація системи годівлі та профілактика дії стрес-чинників сприяють зменшенню інтенсивності стресових реакцій, що, у свою чергу, позитивно впливає на реалізацію продуктивного потенціалу тварин і покращення якості м'яса (Rossi et al., 2008).

У цьому контексті важливого значення набуває впровадження принципів гуманного поводження з тваринами на всіх етапах технологічного процесу вирощування, що дає змогу не лише покращити їх фізіологічний стан, але й підвищити економічну ефективність галузі.

Отже, узагальнення даних наукових джерел літератури дає підстави розглядати стрес як один із визначальних чинників, що формує рівень м'ясної продуктивності та забійних якостей свиней. Його дія відбувається через складні нейроендокринні механізми регуляції, що зумовлюють перебудову метаболічних процесів, зміну тканинної структури туш та фізико-хімічних характеристик м'ясної сировини. У цьому контексті зниження рівня стресу в свиней шляхом розроблення та впровадження ефективних засобів профілактики є важливим резервом підвищення продуктивності тварин і забезпечення сталого розвитку галузі.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* До найпоширеніших засобів підвищення стресостійкості свиней відносять пробіотики, пребіотики, амінокислоти з функціональними властивостями, рослинні екстракти, мінеральні речовини, органічні кислоти, мікроелементи та антиоксиданти (Бабенко та Чернявський, 2011; Hartnett et al., 2020; Martyshuk et al., 2021).

Результати сучасних наукових досліджень свідчать, що застосування вітаміну Е та аскорбінової кислоти покращує антиоксидантний статус організму тварин, що позитивно відображається на якісних показниках м'ясної продукції. Магній відіграє важливу роль у зниженні реактивності організму на дію стресорів. Доведено, що магнієві добавки здатні зменшувати прояви агресивної поведінки та забезпечувати нормалізацію фізіологічних показників стресу в свиней (Bushby et al., 2021). Нещодавні дослідження демонструють, що додавання сульфату калію і магнію до раціону сприяє покращенню антиоксидантного статусу організму свиней, зниженню негативних наслідків транспортного стресу та покращенню якості м'яса (Cui et al., 2025).

Установлено, що повноцінність і збалансованість раціонів за вмістом вітамінів, мінеральних речовин та біологічно активних сполук сприяє підвищенню адаптаційної здатності організму тварин. Зокрема, Ібатуллін та ін. (2016) підкреслюють значення годівлі як ключового регуляторного чинника, що впливає на функціональний стан нервової системи та ступінь вираженості стресових реакцій у свиней. Аналогічні підходи відображено у праці Кулика та Красносельської (2017), де доведено доцільність використання кормових добавок для покращення якості свинини.

Беззаперечний науковий інтерес має вивчення й впливу жирнокислотного складу раціону на формування стрес-реакцій та якісні характеристики м'яса свиней. Згідно з результатами метааналізу, поліненасичені жирні кислоти здатні позитивно модулювати метаболічні процеси у тварин, сприяючи зниженню інтенсивності запальних реакцій, стабілізації клітинних мембран та оптимізації структурної організації м'язової тканини (Wang et al., 2021).

Ще одним перспективним аспектом вирішення проблеми підвищення стресостійкості свиней є використання транквілізаторів. Зокрема встановлено, що вони

дають змогу істотно зменшити нервову збудливість, посилити толерантність до стрес-чинників, знизити агресивність, збільшити рухову активність, сприяють розслабленню м'язів, зростанню резистентності організму та пом'якшенню больових відчуттів. Натомість, слід зауважити, що транквілізатори не усувають наслідків стресу, а лише знижують інтенсивність його прояву (Стояновський, 2013; Антоненко та ін., 2013; Фотіна та Ребенко, 2015).

Токарчук (2022) у присвяченій визначенню впливу цитратних форм мікроелементів на підвищення стресостійкості поросят у період відлучення встановив, що введення до раціону наноцитратів цинку та заліза, а також інших цитратних сполук мікроелементів відзначається активацією антиоксидантної системи, посиленням адаптаційних реакцій та інтенсифікацією росту й розвитку тварин. Додаткове використання цитратів феруму, цинку й германію в поєднанні з вітаміном Е також позитивно впливає на продуктивні показники та збереженість поросят після відлучення, що має суттєве значення за вираженої дії стрес-чинника у цей критичний віковий період.

У загальній структурі засобів зі зменшення негативного впливу стрес-чинників на організм тварин (Gutyj et al., 2016; Харів та ін., 2016) фітобіотики розглядають як ефективну альтернативу синтетичним антистресовим препаратам. Ці добавки зберігають активність під час технологічної обробки і рівномірно розподіляються в складі комбікормів.

У науковій доробці науковців Китаю надано безсумнівні докази, що підтверджують високу ефективність використання рослинних екстрактів і добавок для поліпшення продуктивних параметрів та адаптаційної здатності свиней в умовах впливу стрес-чинників (Wang et al., 2023). Встановлено, що рослинні добавки та екстракти, які традиційно використовують у народній медицині з лікувально-профілактичною метою, покращують фізіологічний стан свиней та підвищують їх стресостійкість. При цьому відзначено збільшення загального приросту живої маси поросят на 3,2–4,6 %, інтенсивності росту – на 10,2–12,4 % та досягнення оптимальних забійних кондицій – на 1,6–2,4 доби раніше.

Поряд із застосуванням фітопрепаратів у заходах антистресової профілактики використовують окремі рослинні екстракти, які концентрують біологічно активні речовини та забезпечують вираженіший імуномодулюючий і адаптогенний ефект у свиней (Armendariz-Barragan et al., 2016; Liu et al., 2018; Zhang et al., 2018).

Із позиції реалізації заходів щодо профілактики та підвищення стресостійкості свиней Bhaskar et al. (2013), Lan & Kim (2018), Radzikowski et al. (2022) рекомендують використовувати плоди лимоннику, ехінацею, корінь женьшеню, екстракт меліси та інші лікарські трави. Сучасна стратегія антистресової профілактики також ґрунтується на визначенні імуностимулюючого ефекту плодів розторопші плямистої та препаратів селену (Liu et al., 2016; Khariv et al., 2017; Усенко та ін., 2020).

Отже, підвищення адаптаційної здатності свиней за дії стрес-чинників забезпечується застосуванням фармакологічних засобів і корекцією годівлі, що сприяє повній реалізації їх продуктивного потенціалу та поліпшенню якісних характеристик м'яса. Водночас недостатньо вирішеним залишається питання пошуку і наукового обґрунтування нових засобів регуляції стресових реакцій з урахуванням сучасних вимог до інтенсивного, технологічно орієнтованого й економічно ефективного виробництва свинини, що визначає актуальність, наукову цінність та практичну значущість виконаного дослідження.

*Метою досліджень* була оцінка ефективності заходів профілактики технологічних стресів за забійними показниками та якістю м'яса кабанчиків.

*Основними завданнями дослідження* були:

1. установити зміни забійних показників піддослідних кабанчиків під впливом антистресових препаратів;
2. визначити м'ясо-сальні якості півтуш;
3. оцінити морфометричні характеристики півтуш;
4. дослідити хімічний склад найдовшого м'язу спини.

**Матеріал і методи досліджень.** Дослідження виконували у виробничих умовах

комплексу з виробництва свинини ПП АФ «Світанок» Нововодолажського району Харківської області. Піддослідне поголів'я молодняку свиней в дослідах 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.

Дослід базувався на розробленні і апробації складу експериментального препарату як антистресового засобу. На підставі аналізу сучасної наукової літератури і оцінки стану вітчизняного ринку антистресових засобів, що використовуються у тваринництві, як компоненти для розробки експериментального препарату обрали біологічно активне середовище 199, амінокислоту гліцин та бурштинову кислоту. Його створення та експериментальне визначення токсичності здійснювали на базі Національного наукового центру «Інститут експериментальної та клінічної ветеринарної медицини» (м. Харків).

Науковим підґрунтям включення до складу препарату гліцину і бурштинової кислоти стали їх відомі та підтверджені біологічні властивості. Гліцин сприяє покращенню росту, фізіологічного стану, імунної реактивності та якості продукції, а також виявляє виражену антистресову дію. Бурштинова кислота нормалізує обмін речовин, знижує гіпоксичні прояви, підвищує стійкість до стресу та підтримує гомеостаз. Її застосування дає змогу збільшити продуктивність та прискорити відновлення організму тварин у періоди стресових навантажень. Біологічно активне середовище 199 – це стандартне живильне середовище для культивування клітин, яке містить збалансований комплекс неорганічних солей, амінокислот, вітамінів і глюкозу, необхідних для підтримання росту та розвитку клітин *in vitro*. У ветеринарній практиці використовують як допоміжний компонент у складі препаратів завдяки своїм біоактивним властивостям і здатності посилювати дію основних діючих речовин.

Для проведення досліду під час відлучення сформували три групи поросят-аналогів за генотипом, віком, статтю та живою масою, по 10 голів (по 5 голів кабанчиків і свинок) у кожній. Поросяттам III (дослідної) групи внутрішньом'язово вводили експериментальний препарат у дозі 1,5 мл/10 кг живої маси на добу, тваринам II (дослідної) групи – аналогічну дозу (1,5 мл/10 кг живої маси на добу) препарату «Катозал», а поросяттам I (контрольної) групи замість досліджуваних препаратів вводили еквівалентну кількість стерильного фізіологічного розчину, із метою нівелювання впливу самого факту ін'єкцій як стресового чинника. Розчини препаратів вводили за дві доби до та дві доби після дії технологічних стрес-чинників: відлучення, переведення на дорощування, на відгодівлю (кабанчиків), на вирощування (свинок) та перед опоросом.

Тварин усіх груп розміщували в одному технологічному приміщенні, згідно із загальноприйнятою технологією. Умови годівлі та догляду за поросятами були ідентичними й відповідали чинним санітарним і зоогігієнічним нормам. Раціони годівлі складали відповідно до існуючих деталізованих норм, з урахуванням віку, статі, живої маси тварин, хімічного складу і поживності кормів та корегували залежно від періоду вирощування.

Забійні та м'ясо-сальні якості досліджували на дев'яти кабанчиках, по 3 голови з кожної групи. Контрольний забій здійснювали за досягнення ними живої маси 100–105 кг, після 12 годин утримання без корму з вільним доступом до питної води. При цьому враховували: передзабійну живу масу, масу парної та охолодженої туші, внутрішнього жиру, голови, кінцівок, шкіри, забійну масу і забійний вихід. Паралельно виконували ветеринарно-санітарний огляд та візуальне обстеження туші.

Забійну масу визначали як суму маси парної туші зі шкірою, голови (без язика), кінцівок та внутрішнього жиру. Забійний вихід розраховували як відсоткове співвідношення забійної маси до передзабійної живої маси тварин. Втрати маси півтуш після охолодження обчислювали як співвідношення маси парних до охолоджених півтуш. На охолоджених півтушах, підвішених вертикально, вимірювали товщину шпиків над 6–7 грудними хребцями, першим поперековим хребцем, на грудях, над першим, другим і третім

крижовими хребцями. За одержаними результатами розраховували середню товщину шпику як середнє арифметичне значення вимірів на цих ділянках.

Для додаткової оцінки м'ясності на охолоджених півтушах проводили відбір промірів за допомогою мірної стрічки: довжину півтуші – від переднього краю лобкового зрощення кісток до передньої поверхні першого шийного хребця; довжину беконної половинки – від переднього краю лобкової кістки до середини переднього краю першого ребра; найбільшу ширину беконної половинки – на рівні 7-го грудного хребця перпендикулярно до півтуші і найменшу ширину – на рівні передостаннього поперекового хребця перпендикулярно до півтуші.

Площу «м'язового вічка» установлювали шляхом поперечного розпилювання півтуш на рівні між першим і другим поперековими хребцями з наступним замальовуванням на пергаменті контуру поперечного перетину найдовшого м'яза спини й прилеглого до нього прошарку сала та подальшим вимірюванням.

Зразки найдовшого м'яза спини (400 г) відбирали з кожної півтуші на рівні 9–12 грудних хребців та звільняли від сполучної тканини. Одержаний біоматеріал поміщали до герметичних пакетів типу «зіплок», маркували та транспортували до лабораторії у сумці-холодильнику з холодоагентом.

Комплексну оцінку хімічного складу найдовшого м'яза спини виконували в лабораторії оцінки і моніторингу якості тваринницької продукції та кормів Випробувального центру ІТ НААН, акредитованого відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019. У зразках визначали: масову частку сухої речовини – висушуванням наважки у сушильній шафі за температури 60–65 °С до постійної маси з подальшим розрахунком її вмісту за співвідношенням маси сухого залишку до початкової маси зразка; вологи – розрахунковим методом (за різницею між 100 % і масовою сухої речовини); жиру – екстрагуванням наважки абсолютної сухої речовини в апараті Сокслета; білка – за вмістом азоту визначеного методом К'ельдаля і скоригованого на коефіцієнт 6,25, золи – спалюванням наважки повітряно-сухої речовини в муфельній печі. Вміст триптофану – за методом Д. Спайса і Д. Чамберса, модифікованим А. Кацуковою; оксипроліну – за методом Р. Ноймана і М. Логана з використанням модифікованої методики кислотного гідролізу м'яса, розробленої Е. Вербицьким і Ф. Детеріджом, білково-якісний показник – розрахунком співвідношення триптофану до оксипроліну.

Цифровий матеріал експериментальних досліджень опрацьовували біометричними методами за використання пакету прикладних програм *Microsoft Excel 2010*. Різницю вважали вірогідною при  $p < 0,05$ .

**Результати досліджень та їх обговорення.** Обґрунтування забійних якостей кабанчиків стало важливим етапом дослідження ефективності застосування антистресових препаратів (табл. 1).

Таблиця 1

**Результати забою піддослідних кабанчиків, (n=3),  $\bar{x} \pm S_x$**

Показник	Група		
	I –контрольна	II –дослідна	III – дослідна
Передзабійна жива маса, кг	100,23±0,39	102,00±1,04*	105,50±0,50**
Маса парної туші, кг	63,73±0,22	64,43±0,26*	67,00±0,74*
Вихід парної туші, %	63,58±0,42	63,17±0,61	63,51±0,42
Забійний вихід, %	76,18±0,29	76,25±0,64	76,64±0,26
Забійна маса, кг	76,36±0,49	77,78±0,35	80,85±0,59**/³
Маса внутрішнього жиру, кг	1,47±0,16	2,05±0,13	2,12±0,31
Маса голови, кг	4,20±0,10	4,23±0,07	4,59±0,23
Маса шкури, кг	5,47±0,54	5,57±0,20	5,63±0,54
Маса кінцівок, кг	1,49±0,07	1,50±0,07	1,51±0,02

Примітка: \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$  – вірогідність різниці щодо I групи; <sup>a</sup> $p < 0,05$  – щодо II групи

За проведення контрольного забою кабанчиків установлено, що їх жива маса перед забоєм під дією антистресових засобів була більша на 1,8 кг або 1,8 % та на 5,3 кг або 5,3 % ( $p < 0,01$ ) відповідно у II і III групах, порівняно з I групою, що узгоджується з результатами, отриманими іншими науковцями (Choi et al., 2012). При цьому за передзабійною живою масою кабанчики III групи переважали ровесників II групи на 3,5 кг або 3,4 %.

За абсолютною масою парні туші тварин II і III груп виявилися важчими за аналогів I групи на 0,7 кг або 1,1 % ( $p < 0,05$ ) та на 3,3 кг або 4,0 % ( $p < 0,05$ ). У свою чергу туші кабанчиків III групи мали більшу масу за представників II групи на 2,6 кг або 4,0 %.

Покращені показники м'ясності в кабанчиків II і III груп зумовлювалися не лише вищим забійним виходом на 0,07 і 0,46 %, але й більшою забійною масою відповідно на 1,4 кг або 1,9 % та 4,5 кг або 5,9 % ( $p < 0,01$ ), порівняно з ровесниками I групи. Окрім того, між дослідними групами зафіксовано перевагу тварин III групи над представниками II групи за відповідним показником на 3,1 кг або 3,9 % ( $p < 0,05$ ), за майже однакових величин забійного виходу (76,18 % проти 76,25 %). Доведене у проведеному досліді підвищення забійної маси та незначне збільшення забійного виходу в кабанчиків дослідних груп знаходить підтвердження у наукових працях інших дослідників (Mormède et al., 2007).

Зауважимо, що на тлі застосованих засобів послаблення дії технологічних стрес-чинників, у тушах тварин дослідних груп спостерігалася позитивна тенденція щодо підвищення рівня відкладання внутрішнього жиру на 0,58 і 0,65 кг або 39,5 і 44,2 %, порівняно з аналогами контрольної групи, що свідчить про їх сприятливий вплив на жировий обмін.

Відмінності між дослідними і контрольною групами за абсолютною масою найменш цінних частин півтуш (голова, кінцівки та шкіра) виявилися менш істотними і статистично невірними.

Кабанчики дослідних груп мали й подовжений тулуб, на противагу аналогам контрольної групи, що відобразилося на збільшенні лінійних промірів їх півтуш (табл. 2).

Таблиця 2

### Морфометричні характеристики півтуш піддослідних кабанчиків, ( $n=3$ ), $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$

Показник	Група		
	I – контрольна	II – дослідна	III – дослідна
Довжина півтуші, см	91,00±0,58	92,67±0,88	96,33±0,88**/a
Довжина беконної половинки, см	78,67±0,67	80,67±1,20	83,67±0,88*
Найбільша ширина беконної половинки, см	36,33±0,88	36,57±0,88	37,00±0,58
Найменша ширина беконної половинки, см	26,00±0,58	26,33±0,33	26,67±0,33
Площа «м'язового вічка», см <sup>2</sup>	38,03±0,20	38,33±0,43	40,07±0,41*/a

Примітка. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$  – вірогідність різниці щодо I групи; <sup>a</sup> $p < 0,05$  – щодо II групи

Зокрема установлено, що півтуші молодняку II і III дослідних груп були довші, ніж в аналогів контрольної групи відповідно на 1,7 см або 1,8 % і на 5,3 см або 5,9 % ( $p < 0,01$ ) переважно за рахунок збільшення довжини беконних половинок відповідно на 2,0 см або 2,5 % і 5,0 см або 6,4 % ( $p < 0,05$ ). Між дослідними кабанчиками статистично вірогідна різниця за цими показниками спостерігається лише щодо довжини півтуш на 3,7 см або 3,9 % ( $p < 0,05$ ) на користь тварин III групи, проти ровесників II групи, тоді як відмінність за лінійними промірами беконних половинок між ними становила 3,0 см або 3,7 %.

Незважаючи на перевагу кабанчиків дослідних груп над аналогами контрольної групи за довжиною беконних половинок, розбіжності як за їх найбільшою, так і найменшою шириною були незначними.

Застосування антистресових препаратів виявило значний вплив на розвиток найдовшого м'яза спини в кабанчиків II і III дослідних груп, в якого проміри площі поперечного перерізу перевершували відповідний показник у тварин контрольної групи на

0,30 і 2,04 см<sup>2</sup> (p<0,05) або 0,8 і 4,5 %, у той час як різниця за цим показником між II і III дослідними групами становила 1,74 см<sup>2</sup> або 4,5 % (p<0,05) на користь останніх.

Збільшення лінійних промірів півтуші і збільшення площі «м'язового вічка» у тварин дослідних груп узгоджується з сучасними науковими уявленнями щодо впливу стрес-чинників на регуляцію білкового обміну. Зокрема, за даними Choi et al. (2012), активація стрес-реалізуючих систем організму супроводжувалася зростанням рівня глюкокортикоїдів, які пригнічують процеси протеїносинтезу та активують катаболізм білків, що передусім, негативно позначається на формуванні м'язової тканини.

Результати оцінювання жировідкладень перед обвалюванням півтуш кабанчиків свідчать, що з покращенням забійних показників товщина шпику зростала. При тому що у тварин III дослідної групи вона була більшою, ніж в аналогів інших груп, що узгоджується з підвищеною масою внутрішнього жиру (табл. 3).

Таблиця 3

**Товщина підшкірного сала в півтушах піддослідних кабанчиків, (n=3),  $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$**

Показник	Група		
	I – контрольна	II – дослідна	III – дослідна
Товщина шпику, см: на холці	2,83±0,09	3,07±0,12	3,33±0,17
над 6–7 грудними хребцями	1,90±0,06	2,27±0,03**	2,40±0,06**
над 1 поперековим хребцем	1,57±0,19	1,87±0,07	2,23±0,12*
на грудях	0,93±0,12	1,07±0,03	1,17±0,09
над 1 крижовим хребцем	2,40±0,10	2,50±0,25	2,77±0,15
над 2 крижовим хребцем	1,27±0,12	1,40±0,06	1,43±0,19
над 3 крижовим хребцем	1,90±0,06	2,07±0,23	2,10±0,30
Середня товщина шпику, см	1,83	2,04	2,20

Примітка. \*p<0,05; \*\*p<0,01 – вірогідність різниці щодо I групи

Одержані дані таблиці демонструють, що найінтенсивніше підшкірне відкладання жиру в кабанчиків II і III дослідних груп спостерігалось на ділянці холки: на 0,24 і 0,50 см або 8,5 і 17,6 % більше, ніж у ровесників I контрольної групи, проте статистично вірогідної різниці між групами не зареєстровано.

Над першим крижовим хребцем півтуші тварин II і III груп мали незначно менше осалювання відповідно на 0,10 і 0,37 см або 4,2 і 15,4%. Тоді як відмінність за товщиною підшкірного прошарку жиру на ділянці грудей відповідно становила 0,14 і 0,24 см або 15,1 і 25,8%, а над другим крижовим хребцем – 0,13 і 0,16 см або 10,2 і 12,6 %.

Найвищий ступінь однорідності між групами і наближення товщини шпику до середніх величин відмічалися на ділянці третього крижового хребця, де розбіжності не перевищували 0,17 і 0,20 см або 8,9 і 10,5 % на користь кабанчиків дослідних груп.

Величини жировідкладення на ділянці 6–7 грудних хребців між дослідними і контрольною групами за результатами статистичного опрацювання даних досягли 0,37 і 0,50 см або 19,5 і 26,3 %, за статистичної вірогідності p<0,01 в обох випадках порівнянь на користь кабанчиків дослідних груп. Подібна перевага дослідних груп над контрольною спостерігалася і за товщиною шпику на ділянці над першим поперековим хребцем, де розбіжності становили 0,30 і 0,66 см або 19,1 і 42,0 %. Проте вірогідність відмінностей між тваринами II дослідної і контрольної груп статистично не підтверджено, тоді як у III дослідної групи рівень її значущості щодо останньої досягав p<0,05.

Установлені відмінності за промірами товщини шпику на окремих ділянках тулуба цілком узгоджуються з середніми показниками. Зокрема середня товщина шпику в кабанчиків дослідних груп була більшою на 0,21 і 0,37 см або 11,5 і 20,2 %, порівняно з ровесниками контрольної групи, що свідчить про посилення процесів жировідкладення внаслідок збільшення живої маси та поліпшення вгодованості. У науковій роботі (Foury et al., 2005) також доведено, що стрес може спричинити порушення ліпідного обміну в

організмі свиней та зміну співвідношення тканин у туші.

Процес осалювання окремих частин півтуш у кабанчиків III дослідної групи проходив активніше, ніж у тварин II дослідної групи, що в підсумку й зумовило збільшення товщини сала: на ділянці холки на 0,26 см або 8,5 %, над 6–7 грудними хребцями – на 0,13 см або 5,7 %, над першим поперековим хребцем – на 0,36 см або 19,3 %, на ділянці грудей – на 0,10 см або 9,3 %, над першим крижовим хребцем – на 0,27 см або 10,8 %, а також середньої його товщини – на 0,16 см або 7,8 %, проте статистично вірогідної різниці за цими показниками між групами не встановлено.

Темпи нарощування сала на ділянках другого і третього крижових хребців у особин цих груп були майже подібними, хоча в кабанчиків III дослідної групи спостерігалася тенденція щодо більшого відкладання жиру на цих ділянках півтуш, порівняно з ровесниками II дослідної групи.

Результати визначення хімічного складу та біологічної цінності найдовшого м'яза спини дали змогу сформуванню узагальненої характеристики харчової придатності м'яса кабанчиків до подальшого перероблення (табл. 4).

Таблиця 4

Склад та біологічна цінність найдовшого м'яза спини, (n=3),  $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ 

Показник	Група		
	I – контрольна	II – дослідна	III – дослідна
Масова частка вологи, %	74,81±0,28	74,40±0,18	73,57±1,19
Масова частка сухої речовини, %	25,19±0,28	25,60±0,18	26,43±1,07
у т.ч.: білка	21,68±0,44	22,12±0,11	22,64±1,11
жиру	2,42±0,06	2,56±0,14	2,77±0,14
золи	1,09±0,12	0,92±0,03	1,02±0,06
Вміст амінокислот, мг/%			
у т.ч.: триптофану	1,41±0,01	1,41±0,02	1,42±0,01
оксипроліну	0,268±0,03	0,240±0,01	0,235±0,01
Білково-якісний показник, од	5,26	5,88	6,04

Для зразків кабанчиків дослідних груп була властива загальна закономірність, яка проявлялася в тому, що зі збільшенням живої маси перед забоєм у найдовшому м'язі спини відбувалося незначне зниження масової частки вологи на 0,41 і 1,24 % на фоні паралельного підвищення масової частки сухої речовини, а в її складі, насамперед, зростання масових часток білка – на 0,44 і 0,96 % та меншою мірою жиру – на 0,14 і 0,35 %, проти ровесників контрольної групи, без статистично вірогідної різниці між групами. Вміст масової частки золи у зразках тварин усіх груп виявився відносно вирівняним і знаходився на рівні одного відсотка. Разом із тим, відкладання масової частки сухої речовини у зразках найдовшого м'яза спини кабанчиків усіх груп відбувалось переважно за рахунок більшої масової частки білка.

На тлі послаблення негативного впливу технологічних стрес-чинників на якість м'яса за використання як стандартного, так і експериментального препаратів фіксували зростання енергетичної цінності найдовшого м'яза спини на 131,1 і 302,5 МДж або 2,8 і 6,5 %, порівняно з представниками контрольної групи.

Міжгрупові коливання концентрації триптофану виявилися незначними, тоді як вміст оксипроліну в найдовшому м'язі спини тварин дослідних груп був нижчий на 10,4 і 12,3 %, порівняно з ровесниками контрольної групи, що і спричинило підвищення його біологічної повноцінності на 0,62 одиниці або 11,8 % у II дослідній та на 0,78 одиниці або 14,8 % – у III дослідній групах.

Попри це, у ході лабораторного аналізу зразків найдовшого м'яза спини були доведені розбіжності за його якісним складом і між дослідними групами. Зокрема характерною особливістю харчової та біологічної цінності цього м'яза в кабанчиків III

дослідної групи є зниження вмісту масової частки вологи на 0,83 %, підвищення вмісту масових часток білка – на 0,52 %, жиру – на 0,21 та білково-якісного показника – на 0,16 одиниці або 2,7 %.

## Висновки

1. Результати проведеного дослідження не лише підтверджують наявні дані літератури щодо негативного впливу стрес-чинників на м'ясну продуктивність і якість м'яса свиней, але й переконливо підтверджують ефективність застосування антистресових препаратів для їх профілактики.

2. Застосування експериментального препарату для профілактики негативного впливу технологічних стрес-чинників на організм кабанчиків забезпечує зменшення забійних втрат і посилює розбіжності між ними й ровесниками решти груп (І і II відповідно) за: живою масою перед забоем на 3,5 кг або 3,4 % і 5,3 кг або 5,3 % ( $p < 0,01$ ), масою парних туш – на 2,6 кг або 4,0 % і на 3,3 кг або 4,0 % ( $p < 0,05$ ), забійною масою – на 3,1 кг або 3,9 % ( $p < 0,05$ ) і 4,5 кг або 5,9 % ( $p < 0,01$ ), площею «м'язового вічка» – на 0,43 см<sup>2</sup> або 1,1 % і на 1,17 см<sup>2</sup> або 3,1 %, на фоні покращення якісних показників м'яса.

3. Найбільш виразний ефект за використання експериментального препарату свідчить про доцільність і перспективність його подальшого впровадження у виробничу практику. Водночас отримані результати обґрунтовують необхідність проведення подальших досліджень, спрямованих на оптимізацію схем застосування цього антистресового засобу з урахуванням конкретних технологічних умов вирощування.

## References

- Антоненко, П. П., Семьонов, О. В., Сулова, Н. І., & Халак, В. І. (2013). Профілактика стресів у свиней та підвищення їх продуктивності за впливу фітопрепаратів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина*, 9(33), 80–83.
- Бабенко, С. П., & Чернявський, О. О. (2011). Вплив пробіотику та ферментного препарату на перетравність поживних речовин у відгодівельного молодняка свиней. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*, 19, 3–5.
- Ібатуллін, І. І., Башенко, М. І., Жукорський, О. М., Кандиба, В. М., Руденко, Є. В., Іонов, І. А., Михальченко, С. А., Цвігун, А. Т., Шаповалов, С. О., Золотарьов, А. П., Єлєцька, Л. М., Юрченко, С. Г., Кравченко, Ю. С., Саприкін, В. О., Газієв, Б. М., Косов, М. О., Помітун, І. А., Косова, Н. О., Ткачова, І. В., Вакулєнко, І. С., Костєнко, В. І., & Боярчук, С. В. (2016). Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / за ред. Ібатулліна І. І., Жукорського О. М. Державне видавництво «Аграрна наука». НААН. <https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/283ec959-7166-4f94-8549-4535fd01c64c/content>
- Кулик, М. Ф., & Красносельська, М. П. (2017). Забійні показники свиней при використанні в годівлі екструдованої сої в поєднанні з біологічно мінеральною добавкою на основі лізину і сапоніту. *Аграрна наука та харчові технології*, 1, 51–59. [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/anxt\\_2017\\_1\\_9.pdf](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/anxt_2017_1_9.pdf)
- Стояновський, В. (2013). Шляхи підвищення адаптаційних можливостей організму поросят в умовах технологічного стресу. *Сільський господар*, 11–12, 21–25.
- Токарчук, Т. С. (2022). Ріст та розвиток поросят за використання вітаміну Е і цитратів мікроелементів феруму, цинку та германію. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* / ЗВО «Подільський держ. ун-т». Одеса: ВД «Гельветика», 1(36), С. 79–85. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-111>
- Усенко, С. О., Сябро, А. С., Полішук, А. А., Мороз, О. Г., Бірта, О. Г., & Ільченко, М. О. (2020). Новітні біотехнології відтворення свиней в умовах промислового свинарства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 1, 121–129. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.14>

- Фотіна, Т. І., & Ребенко, Г. І. (2015). Вплив препаратів на показники неспецифічного імунітету та антиоксидантного захисту поросят в умовах стресу при відлученні. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина*, 1(36), 181–186.
- Харів, М. І., Гутій, Б. В., Буцяк, В. І., & Харів, І. І. (2016). Гематологічні показники організму щурів за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату. *Біологічний вісник Мелітопільського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького*, 6(1), 276–289.
- Armendariz-Barragan, B., Zafar, N., Badri, W., Galindo-Rodriguez, S. A., Kabbaj, D., Fessi, H., & Elaissari, A. (2016). Plant extracts: from encapsulation to application. *Expert Opinion on Drug Delivery*, 13(8), 1165–1175. <https://doi.org/10.1080/17425247.2016.1182487>
- Bejaoui, B., Sdiri, C., Ben Souf, I., Belhadj Slimen, I., Ben Larbi, M., Koumba, S., Martin, P., & M'Hamdi, N. (2023). Physicochemical properties and meat quality as affected by heat stress. *Molecules*, 28(8), 3332. <https://doi.org/10.3390/molecules28083332>
- Bhaskar, R. G. V., Sen, A. R., Pramod, N., Nair Sudhakar, R. K., Kondal, R. K., & Kondaiah, N. (2013). Effects of grape seed extract on the oxidative and microbial stability of restructured mutton slices. *Meat Science*, 95(2), 288–294. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.016>
- Bushby, E. V., Dye, L., & Collins, L. M. (2021). Is Magnesium supplementation an effective nutritional method to reduce stress in domestic pigs? A systematic review. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, e596205. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.596205>
- Choi, Y. M., Jung, K. C., Choe, J. H., & Kim, B. C. (2012). Effects of muscle cortisol concentration on muscle fiber characteristics, pork quality, and sensory quality of cooked pork. *Meat Science*, 91(4), 490–498. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.003>
- Cui, B., Xiong, Y., Wen, X., Wu, S., Huang, Y., Xiao, H., Cao, S., Jiang, Z., Wang, L., & Hu, S. (2025). Preliminary research on dietary supplementation of potassium magnesium sulphate on transport stress in finishing pigs prior to slaughter. *Animals*, 15(3), 362. <https://doi.org/10.3390/ani15030362>
- D'Eath, R., Turner, S., Klont, E., Evans, G., Thölking, L., Looft, H., Wimmers, K., Murani, E., Klont, R., Foury, A., Ison, S., Lawrence, A., & Mormede, P. (2010). Pigs' aggressive temperament affects pre-slaughter mixing aggression, stress and meat quality. *Animal*, 4, 604–616. <https://doi.org/10.1017/S1751731109991406>
- Einarsson, S., Sjunnesson, Y., & Madej, A. (2009). Stress and its influence on reproduction in pigs: A review. *Acta veterinaria Scandinavica*, 50, 48. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-48>
- Ferguson, D., & Warner, R. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.004>
- Foury, A., Devillers, N., Sanchez, M. P., Griffon, H., Le Roy, P., & Mormède, P. (2005). Stress hormones, carcass composition and meat quality in Large White X Duroc pigs. *Meat Science*, 69, 703–707. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.002>
- Gregory, N. G. (2010). How climatic changes could affect meat quality. *Food Research International*, 43(7), 1866–1873. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.05.018>
- Gutyj B., Lavryshyn Y., Binkevych V., Binkevych O., Paladischnik O., Strons'kyj J., & Hariv I. (2016). Influence of "Metisevit" on the activity of enzyme and nonenzyme link of antioxidant protection under the bull's body cadmium loading. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки*, 18, 2(66), 52–58. <https://doi.org/10.15421/nv|vet6612>
- Hambrecht, E., Eissen, J. J., Nooijent, R. I., Ducro, B. J., Smits, C. H. M., & denHartog, L. A. & Versteegen M. W. (2004). Preslaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. *Journal of Animal Science*, 82(5), 1401–1409. <https://doi.org/10.2527/2004.8251401x>
- Hartnett, P., Boyle, L. A., & O'Driscoll, K. (2020). The effect of group composition and mineral supplementation during rearing on the behavior and welfare of replacement gilts. *Translational Animal Science*, 4(2), 1038–1050. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa002>
- Khariv, I., Gutyj, B., Hunchak, V., Slobodyuk, N., Vynyarska, A., Sobolta, A., Todorciuk, V., & Seniv, R. (2017). The influence of brovitatoxide in conjunction with milk thistle fruits on the immune system of turkeys for eimeriozic invasion. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*, 19(73), 163–168.

- Lan, R., & Kim, I. (2018). Effects of feeding diets containing essential oils and betaine to heat-stressed growing-finishing pigs. *Archives of Animal Nutrition*, 72(5), 368–378. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2018.1492806>
- Liu, F., Celi, P., Cottrell, J. J., Chauhan, S. S., Leury, B. J., & Dunshea, F. R. (2018). Effects of a short-term supranutritional selenium supplementation on redox balance, physiology and insulin-related metabolism in heat-stressed pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 276–285. <https://doi.org/10.1111/jpn.12689>
- Liu, F., Cottrell, J. J., Furness, J. B., Rivera, L. R., Kelly, F. W., Wijesiriwardana, U., Pustovit, R. V., Fothergill, L. J., Bravo, D. M., Celi, P., Leury, B. J., Gabler, N. K., & Dunshea, F. R. (2016). Selenium and vitamin E together improve intestinal epithelial barrier function and alleviate oxidative stress in heat-stressed pigs. *Experimental Physiology*, 101(7), 801–810. <https://doi.org/10.1113/EP085746>
- Mormède, P., Andanson, S., Aupérin, B., Beerda, B., Guémené, D., Malmkvist, J., Manteca, X., Manteuffel, G., Prunet, P., van Reenen, C. G., Richard, S., & Veissier, I. (2007). Exploration of the hypothalamic–pituitary–adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiology & Behavior*, 92(3), 317–339. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.12.003>
- Papatsiros, V. G., Maragkakis, G., & Papakonstantinou, G. I. (2024). Stress biomarkers in pigs: Current insights and clinical application. *Veterinary Sciences*, 11(12), 640. <https://doi.org/10.3390/vetsci11120640>
- Pérez, M. P., Palacio, J., Santolaria, M. P., Aceña, M. C., Chacón, G., Gascón, M., Calvo, J. H., Zaragoza, P., Beltrán, J. A., & García-Belenguer, S. (2002). Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Science*, 61(4), 425–33. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(01\)00216-9](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(01)00216-9)
- Radzikowski, D., & Milczarek, A. (2022). Efficiency of herbs and botanicals in pig feeding. *Animal Science and Genetics*, 18(2), 73–87. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.9442>
- Rossi, R., Costa, A., Guarino, M., Laicini, F., Pastorelli, G., Corino, C. (2008). Effect of group size–floor space allowance and floor type on growth performance and carcass characteristics of heavy pigs. *Journal of Swine Health and Production*, 16(6), 304–311. <https://doi.org/10.54846/jshap/577>
- Wang, L., Huang, Y., Wang, Y. & Shan, T. (2021) Effects of polyunsaturated fatty acids supplementation on the meat quality of pigs: A Meta-Analysis. *Frontiers in Nutrition*, 8, e746765. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.746765>
- Wang, L., Wang, Ch., Peng, Y., Zhang, Y., Liu, Y., Liu, Y., & Yin, Y. (2023). Research progress on anti-stress nutrition strategies in swine. *Animal Nutrition*, 13, 342–360. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.03.006>
- Zhang, Y., Wang, Y., Chen, D., Yu, B., Zheng, P., Mao, X., Luo, Y., Li, Y., & He, J. (2018). Dietary chlorogenic acid supplementation affects gut morphology, antioxidant capacity and intestinal selected bacterial populations in weaned piglets. *Food & Function*, 9(9), 4968–4978. <https://doi.org/10.1039/C8FO01126E>