



review article | UDC 636.4.083 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.13

THERMAL COMFORT AND PRODUCTIVITY OF PIGS

V. M. Gyria,

ORCID ID: [0000-0002-6643-5790](https://orcid.org/0000-0002-6643-5790), E-mail: giryay1960@gmail.com,

Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences, 1, Shvedska Mohyla str., Poltava, 36013, Ukraine

V. Ye. Usachova,

ORCID ID: [0000-0002-5866-7006](https://orcid.org/0000-0002-5866-7006), E-mail: valentya.usachova@gmail.com,

O. I. Myronenko,

ORCID ID: [0000-0002-6067-3755](https://orcid.org/0000-0002-6067-3755), E-mail: olemyr@ukr.net,

V. G. Slynko,

ORCID ID: [0000-0002-1673-5840](https://orcid.org/0000-0002-1673-5840), E-mail: viktor.slynko@pdaa.edu.ua,

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

A modern notion of the temperature factor significance for the well-being of pigs and measures aimed at reducing the negative impact of the climate change and solving related problems are presented. The effect of climate change on pigs' productivity, the justification of adapting and preventing the possibility of temperature stress were analyzed. The reaction of pig organism on violating thermal comfort was disclosed. The unsatisfactory state of livestock premises' microclimate negatively affects the viability of the animal organism, heat overstrain is observed accompanied by deteriorating appetite and feed consumption, as well as the resistance of animals to pathogens, parasites. The numerous factors of stress seriously affect manufacturing livestock products, reproduction, immune status and production effectiveness in general. The mechanisms of heat regulation in the animal organism at temperature stress and its negative influence on pig productivity indices of different production groups were considered. The data as to the measures of pig adaptation to environmental conditions in the premises, which can help to solve their adaptation in the conditions of thermal stress and can be minimized by controlling the temperature in the premises, ventilating, heating and cooling systems, spraying water were presented. The main directions of the strategy of pig heat resistance control connected with using of different breeding programs, new stress biomarkers, innovative rearing technologies were outlined. A separate role was specified as to using more saturated feed rations with a reduced level of crude protein and fiber in the diet, as well as adjusting the supply of feed portions. The given information can be used in scientific researches, introduced into production, educational process in training specialists in the field of technology of manufacturing livestock farming products.

Key words: thermal, comfort, stress, microclimate, productivity, environment, thermal resistance.

ТЕМПЕРАТУРНИЙ КОМФОРТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ СВИНЕЙ

В. М. Гиря,

Інститут свинарства і АПВ НААН, вул. Шведська Могила, 1, м. Полтава, 36013, Україна

В. Є. Усачова, О. І. Мироненко, В. Г. Слинко,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Сковороди 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Викладено сучасне розуміння про значення температурного фактору на добробут свиней та заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу зміни клімату і вирішення проблем, що пов'язані з цим. Проаналізовано вплив зміни клімату на продуктивність свиней, обґрунтовано адаптаційні процеси та визначено, як попередити можливості виникнення температурного стресу. Досліджено реакцію організму свиней на порушення теплового комфорту. Незадовільний стан мікроклімату тва-

ринницьких приміщень негативно впливає на життєздатність організму у тварин, спостерігається теплове перенапруження, що супроводжується погіршенням апетиту і споживання кормів, а також резистентності тварин до патогенних організмів, паразитів. Визначено, що численні чинники стресу серйозно позначаються на виробництві продукції тваринництва, відтворенні, імунному статусі і ефективності виробництва загалом. Розглянуто механізми регуляції тепла в організмі тварин при температурному стресі та його негативна дія на показники продуктивності свиней різних виробничих груп. Викладено дані щодо заходів адаптації свиней до умов навколишнього середовища в середині приміщень, які зможуть сприяти у вирішенні їх пристосування в умовах теплового стресу, який можна мінімізувати за допомогою регулювання температури у приміщенні системою вентиляції, опалення та охолодження, розприскуванням води. Окреслено основні напрями стратегії регулювання теплостійкості свиней, пов'язані із використанням різноманітних селекційних програм, нових біомаркерів стресу, інноваційних технологій вирощування. Зазначено про використання більш насичених рецептів кормів зі зменшеним рівнем сирого протеїну та клітковини в раціоні, скориговано порції корму. Зібрана інформація може бути використана в наукових дослідженнях, впроваджена у виробництво, навчальний процес при підготовці спеціалістів у галузі технології виробництва продукції тваринництва.

Ключові слова: температура, комфорт, стрес, мікроклімат, продуктивність, середовище, термостійкість.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОМФОРТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНЕЙ

В. Н. Гиря,

Институт свиноводства и АПП НААН, ул. Шведская Могила, 1, г. Полтава, 36013, Украина

В. Е. Усачева, Е. И. Мироненко, В. Г. Слинко,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Сковороды 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Изложены современные представления о значении температурного фактора в комфортном содержании свиней и меры, направленные на уменьшение негативного воздействия изменения климата и решения проблем, связанных с этим. Проанализированы влияние изменения климата на продуктивность свиней, обоснована адаптация и предупреждены возможности возникновения температурного стресса. Раскрыта реакция организма свиней на нарушение теплового комфорта. Неудовлетворительное состояние микроклимата животноводческих помещений негативно влияет на жизнеспособность организма, у животных наблюдается тепловое перенапряжение, сопровождается ухудшением аппетита и потребления кормов, а также резистентности животных к патогенным организмам, паразитам. Многочисленные факторы стресса серьезно сказываются на воспроизводстве, иммунном статусе и эффективности производства в целом. Рассмотрены механизмы регуляции тепла в организме свиней при температурном стрессе и его отрицательное воздействие на показатели продуктивности свиней различных производственных групп. Очерчены основные направления стратегии регулирования теплостойкости свиней, связанные с использованием разнообразных селекционных программ, новых биомаркеров стресса, инновационных технологий выращивания. Используются более насыщенные рецепты кормов с уменьшенным уровнем сырого протеина и клетчатки в рационе, скорректированы порции корма. Представленная информация может быть использована в научных исследованиях, внедрена в производство, учебный процесс при подготовке специалистов в области технологии производства продукции животноводства.

Ключевые слова: температура, комфорт, стресс, микроклимат, производительность, среда, термостойкость.

Згідно з прогнозами експертів ФАО до кінця ХХІ століття відбудуватиметься зростання світових температур на 1,8 до 4,6 °С [19]. Клімат України має ті ж тенденції, що і клімат усієї Землі. Сільське господарство, особливо тваринництво, найбільше вразливі перед зміною клімату, навіть підвищення середніх світових температур всього на 2 °С призведе до дестабілізації фермерських систем [20, 31].

Забезпечення продовольчої безпеки в умовах зміни клімату є одним із головних завдань на найближчі десятиліття. Формування стратегії і політики розвитку основних галузей аграрної сфери держави повинно відбуватися з урахуванням фактичних і очікуваних змін кліматичних умов [18]. Щоб протистояти впливу зміни клімату, необхідно перейти від методів, заснованих на інтенсивному використанні ресурсів, до більш стійких продовольчих систем. Ця зміна вимагає витрат, що не під силу

дрібним фермерам, виробникам тваринницької продукції. Найбільші можливості для адаптації мають інтеграції великих ферм [9]. Одночасно, вважається, що інтенсивне виробництво свинини на великих комплексах і фермах певною мірою може скомпрометувати добробут свиней, особливо через широке використання синтетичних хімічних речовин у кормі та в засобах догляду. Порушення зоогігієнічних вимог призводить до зниження продуктивності тварин, ослаблення їхньої конституції, захворювань і ефективності виробництва загалом.

При зміні технології виробництва – кормового і температурного режиму, вологості повітря, барометричного тиску, рельєфу місцевості, умов експлуатації, великої концентрації поголів'я та інших факторів – організм тварин часто потерпає і повинен асимілюватись у процесі онтогенезу [26].

Темпи зміни кліматичних факторів можуть випереджати можливості тварин адаптуватися до змінених умов середовища, що проявиться як прямий вплив – втрата продуктивності, тобто фізіологічний стрес, а непрямий, пов'язаний зі змінами в доступності і якості кормів, води [17]. Особливо актуальними ці питання виявилися в останні роки, коли технологія ведення свинарства змінюється так швидко, що виникає невідповідність між біологічною природою, фізіологічними можливостями організму та зовнішнім середовищем [11, 240].

Аналізами досліджень науковців свідчать: щоб пом'якшити вплив зміни клімату, потрібно розробляти, удосконалювати селекційно-генетичні та технологічні методи для застосування в галузі тваринництва [25, 30].

Заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу зміни клімату та вирішення проблем, що пов'язані з цим можна впроваджувати двома способами:

1) Пом'якшення наслідків зміни клімату зменшенням впливу діяльності людини на тварин. Останніх необхідно пристосовувати до нових кліматичних умов за допомогою різноманітних селекційних програм та технологій, що передбачають попередження виникнення і поширення захворювань тварин, розповсюдження шкідників, а працюватимуть на збільшення продуктивності тварин, завдяки доступності і якості кормової бази.

2) Адаптація – пристосування до фактичних чи очікуваних впливів зміни клімату з тим, щоб використовувати переваги від зміни клімату. Адаптація дає змогу знизити рівень шкідливості фактору, використати всі наявні для цього можливості і також передбачає розробку відповідних стратегій реагування. Одним із методів адаптації у тваринництві є застосування технологій, які зменшують чутливість до мінливості погодних умов [1]. У зв'язку з чим проводяться відповідні дослідження для визначення основних стратегій адаптації для подальшого використання фермерами у відповідь на кліматичні шоки. В результаті частина фермерів вносить певні корективи у свої фермерські практики, маючи при цьому вибір стратегій адаптації [35].

У літературі запропоновано низку гіпотез, у яких зроблено спроби дати наукове пояснення окремим наслідкам зміни клімату через підвищення температури. Як наслідок, акліматизація свиней до постійної високої температури навколишнього середовища відбувається за двофазним процесом. У першій фазі збільшується внутрішня температура, більші теплові втрати тіла і зниження тепловиробництва, пов'язане зі зменшенням споживання корму. У другій – відзначається зниження метаболічного виробництва тепла за допомогою об'єднання низького вивільнення гормонів щитовидної залози і кортизолу, що надходять до кровообігу. Потрібно намагатися прилаштуватися і зменшити негативні впливи прогнозованих кліматичних змін, і, за можливості, найбільш ефективно використовувати вигоду від них [28].

Більш теплі зими сприятливі для тварин, водночас час влітку тепловий стрес має низку негативних наслідків, пов'язаних зі зниженням споживання кормів і продуктивності, скороченням темпів відтворення і росту, показників смертності. Тепловий стрес також знижує резистентність тварин до патогенних організмів, паразитів. Численні чинники стресу серйозно позначаються на виробництві продукції тваринництва, відтворенні та імунному статусі тварин. Тому необхідно використовувати нові біомаркери стресу у свиней, які утримуються за умови високої щільності [34, 42].

На зміни навколишнього середовища тварини відповідають певною реакцією, пов'язаною зі включенням своєї фізіологічної функції. Ці функції – результат дії відповідних генів чи блоків, які починають діяти залежно від зміни факторів середовища [22]. Вплив різних факторів навколишнього середовища на організм виявляється у формі змін основних його фізіологічних процесів: кровообігу, дихання, травлення, газообміну, обміну речовин і т. д. У літературі є дані, які свідчать, що продуктивність свиней на 87 % визначається умовами навколишнього середовища і на 13% генетичними ознаками [7].

У сучасних умовах головним фактором зростання продуктивності тварин насамперед є впровадження інтенсивних технологій вирощування великої рогатої худоби, свиней і птиці, де здійснюється

підтримка певного мікроклімату, а вплив негативних температур можна послабити за наявності відповідних приміщень для їх утримання при достатніх енергозберігаючих ресурсах [8, 13].

Температура повітря одночасно виступає як важливий параметр мікроклімату та основний подразник організму свиней, що впливає на його теплообмін. Незадовільний стан мікроклімату тваринницьких приміщень веде до збільшення відходу поголів'я в середньому на 7–10 %, а у деяких випадках і до 30–40 %, зменшенню продуктивності до 15 % з одночасним збільшенням витрат кормів на 10–15 % і більше, прирости живої маси відгодівельного молодняка на 40–50 % та приплоду – на 25–30 % [10].

Теплообмін між твариною та його оточенням відображає тепловий вплив навколишнього середовища на організм. Свині здатні підтримувати стабільну внутрішню температуру тіла 38,5–39,5 °С незалежно від зовнішнього впливу. Однак недорозвиненні потові залози, невелика поверхня легенів, та інші особливості будови призводять до обмеження фізіологічних можливостей охолодження за рахунок випаровування вологи і робить їх більш чутливими до теплового стресу [21].

Потрібно зазначити, що через відсутність потовиділення свині більш чутливі до жарких, ніж холодних умов утримання [32]. Головним продуцентом тепла в організмі є м'язи, а шар підшкірного жиру ізолює їх та обмежує передачу тепла до зовнішнього середовища. Особливо небезпечні різкі коливання температури у свинарниках (наприклад, перепади між денною та нічною температурою), оскільки виникають протяги шкідливі для поросят [15]. Встановлено, що зниження температури навколишнього середовища нижче оптимального підвищує потребу свиней в обмінній енергії у поросят від 20 до 45 кг живої маси в середньому на 17 кДж/кг на 1 °С, у 45–85 кг – на 15 кДж/кг/1 °С, у 86–120 кг – на 13–15 кДж/кг/1 °С [12].

Належний мікроклімат у приміщенні позитивно впливає на обмінні процеси в організмі свиней, це дає змогу при аналогічній кількості кормів одержувати прирости до 25% більше, ніж у контролі. За спостереженнями, проведеними у кліматичних камерах, визначено, що оптимальна температура для молодняка свиней різного віку становить 15–23 °С, температури за межею теплової байдужості (27–35 °С і вище) негативно впливає на життєздатність організму. У тварин спостерігається теплове перенапруження, яке супроводжується зниженням рівня окисних процесів, погіршенням апетиту і споживання кормів [4].

Оптимальний мікроклімат при інтенсивному використанні тварин на свинарських підприємствах здатен забезпечити підвищення продуктивності свиноматок на 18–20 %, знизити захворюваність і відхід поросят [6].

При зниженні температури повітря з + 25 до –5 °С втрати тепла у 3-ох місячних свиней підвищуються на 4 ккал/м²/год. на кожний градус зниження температури. Як відомо шкірні судини розширюються при температурі 25–30 °С. Випаровування поту з поверхні шкіри в кількості 8–10 г/м²/год. при температурі від –5 до 25 °С, а при температурі 30–35 °С кількість виділеного тепла коливалась у межах 24–39 г/м²/год. [14].

На величину рН шлункового соку впливають температура, корми та приміщення. Утримання свиней за умов високої температури уповільнює утворення кислот у шлунку, підвищує концентрацію аскорбінової кислоти у тканинах надниркових залоз. Найнижча ферментативна здатність шлункового соку відзначається при дачі тваринам корму температурою 5–10 і 15–20 °С. При температурі у приміщенні 16–20 і 10–20 °С перетравна здатність шлункового соку вища, ніж при температурі 20–25 °С [2].

Утримання новонароджених поросят за температури нижче 28–30 °С, приводить до її зниження на рівень 35–36 °С через 30 хв. При температурі повітря у свинарнику не нижче +12 °С, відновлення температури тіла до 38 °С відбувається через 24 год., а за нижчої – через 6–8 діб [16].

Підсвинки масою 20 кг максимально споживали корм при температурі повітря 19–25 °С. При її підвищенні від 25 до 33 °С споживання корму зменшується, а при температурі вище 33 °С – істотне зниження споживання корму. Свині в термонейтральному середовищі витратили більше часу на споживання корму, ніж свині при дії теплового стресу – 5,9 проти 3,9 хвилин. Ця зміна свідчить про те, що верхня межа теплової зони комфорту для свиней вагою 20 кг становить 25 °С [29].

При підвищенні температури від 20 до 30 °С відгодівельним молодняком живою масою 25 кг, 50 кг і 75 кг споживання корму зменшується відповідно на 9 г, 32 г і 55 г, що свідчить про більший вплив високої температури на тварин з вищою живою масою [40]. Втрати в 1 кг маси тіла протягом 6-денного періоду теплового стресу (33 °С) у молодих свиней (20–30 кг). Навіть під час добового теплового стресу спостерігалось зниження приросту маси тіла 16,3 % проти тварин, розміщених у термонейтральній зоні [36].

Дослідження свідчать, що утримання свиней за умов зниження температури повітря до 10–13 °С негативно відображається на статусі їх природної резистентності. Тварини, які мали гірші резистентні показники, поступалися аналогам на 4,0–6,3 % за енергією росту й абсолютними приростами [3].

У свинарнику-відгодівельнику зниження температури повітря до 3–6 °C спричинило збільшення витрат кормів на 0,86–1,12 корм. од. на 1 кг приросту, або на 13,6–30,7 %. Середньодобовий приріст живої маси при цьому зменшився з 600–642 до 491–534 г, або на 13,1–22,3 %. Так само підвищення температури повітря у приміщенні до 27–30 °C сприяє зниженню приросту живої маси на 20–30 % порівняно з утримуваними тваринами при температурі 15–17 °C. На кожен градус зниження температури повітря з 19 до 5 °C спостерігається зниження приросту маси тварин у середньому на 2 % [7, с. 67].

Зменшення розміру прийому їжі, а також кількість прийомів їжі в день допомагає нівелювати вплив високих температур навколишнього середовища за рахунок зниження фізичної та метаболічної активності. Nienaber J.A. (1996) та інші [37] виявили близько 26 % зниження споживання корму при 33 °C у відгодівельного молодняка (40–100 кг) і приблизно на 2,6–3,4 % на кожне збільшення на 1 °C [39].

Відгодівля свиней живою масою 100 кг при температурі на 5 °C менше комфортної буде використовувати на 195 г більше корму, ніж при утриманні в нормальних умовах. На ділянці 2400 голів ця надбавка становитиме в додаткові 3,28 т корму в тиждень. При цьому середньодобовий приріст не збільшується – додаткові калорії йдуть виключно на підтримку комфортної температури тіла [5].

Умови навколишнього середовища значно впливають на зміну якості м'яса після забою тварин. При утриманні свиней перед забоєм в умовах високої відносної вологості і температури (20 °C і вище) у них погіршується якість м'яса. Змінюється величина рН м'яса, утримання в ньому води і міоглобіну. У свиней, які утримуються перед забоєм за низької вологості і температури повітря (3 °C), негативної дії на зміну якості м'яса не відмічалось [7, 69].

Зменшення споживання корму при тепловому стресі може бути спричинене також деякими кормовими інгредієнтами. За спостереженнями [41], високий вміст клітковини в раціоні збільшує вплив теплового стресу, водночас як жири мають найменшу дію – жири сприяють приросту тепла на 15 %, білок – на 36 % і вуглеводи – на 22 %.

Температура навколишнього середовища вище критичної температури у підсисних свиноматок призводить до зниження споживання корму, молочності, репродуктивної здатності та швидкості росту поросят. Загалом тепловий стрес негативно впливає на межу фітнесу, тобто здатності тварин до відтворення: запліднюваність їх знижується на 30 % і більше порівняно з тими, що утримувалися при температурі 14–16 °C, а кількість ембріонів на 25-й день поросності зменшилася через їх розсмоктування на 17 % [27].

Тепловий стрес під час поросності шкідливий для синтезу білка у зростаючих плодах. Поросята, які отримали в утробі тепловий стрес, мали 95% збільшення ліпиду до швидкості акреції білка в завершальній фазі. В утробі тепловий стрес впливає на поживний обмін речовин незалежно від постнатального впливу навколишнього середовища [33].

Утримання кнурів протягом 6 тижнів при температурі 34 °C зменшує кількість спермопродукції та якість сперми, рухливість сперми уповільнюється на 50 %, спостерігається аутоаглоїтинація живчиків, зменшується їх виживаність. Використання кнурів-плідників, підданих тепловому стресу, призведе до зниження запліднювальної здатності та кількості поросят при народженні [2, с. 207].

У період підвищення середньодобових температур (24–26 °C) з другої декади червня до третьої декади серпня кількість мертвих спермій в еякуляті збільшується до 20–25 %. Виживання їх у розрізненій спермі 21,3 % еякулятів, одержаних у цей період, становила 48 годин, а показники запліднюваності свиноматок були найнижчими [23].

Вивчення оптимального температурного режиму для ремонтного молодняка м'ясного напрямку продуктивності показало його оптимум у діапазоні 20–24 °C, який сприяє збільшенню на 8 % числа ремонтних свинок, що прийшли в охоту, а їх продуктивності – на 3 %. Визначено, що свиноматки м'ясного напрямку продуктивності комфортніше почувають себе при температурі 17–23 °C: вони на 4 % приходили краще в охоту проти тварин, що утримуються при температурі 13–19 °C [24].

Добове підвищення температури у приміщенні спричинює тепловий стрес у тварин незалежно від породної приналежності. Технологічною зміною умов утримання: поліпшення мікроклімату за умови налагодження системи вентиляції приміщень, налаштування діапазону температури утримання до значень, близьких до комфортних, вдалося зменшити рівень теплового стресу, підвищити рівень теплової стійкості тварин та поліпшити їх самопочуття, що візуально проявлялось у зміні поведінкових реакцій [6, с. 142–150].

Зміни в термогенезі нині розглядаються як потенційні причини протидіяти ожирінню. Проте необхідність тварин захищати температуру тіла означає, що температура навколишнього середовища істотно впливає на результати метаболічних процесів. Свиням, яких вирощують у холодних умовах, притаманна здатність до теплозбереження. Тривалий вплив холоду сприяє відкладанню шпиків, шкіра стає товстішою, а ще-

тина густішою [11, с. 183]. Знаходження при температурі 35 °С протягом 24 годин завдає значної шкоди захисній функції шлунково-кишкового тракту та підвищує рівень ендотоксинів у плазмі. Це може призвести до збільшення шансів зараження тварин патогенними мікроорганізмами [38].

Регулювання умов навколишнього середовища в середині приміщень може значно допомогти у вирішенні цієї проблеми. Тепловий стрес можна мінімізувати за допомогою регулювання температури в приміщенні, комплексної складової мікроклімату – це системи вентилявання, опалення та охолодження, надходження свіжого повітря і системи розприскування води.

Висновки

Встановлено, що отримання високих показників продуктивності свиней пов'язано зі створенням комфортних умов утримання шляхом забезпечення у свинарських приміщеннях якісного мікроклімату. Визначено перспективні методи регулювання теплостійкості свиней, пов'язані із використанням направлених селекційних програм, нових біомаркерів стресу та іновативних технологій вирощування. Чимала роль у нівелюванні впливу високих температур навколишнього середовища відводиться використанню більш насичених рецептів кормів зі зменшеним рівнем сирого протеїну та клітковини в раціоні, коригуванню порцій корму – періодична годівля меншими порціями протягом дня.

Перспективи подальших досліджень. В Україні проведено численні дослідження з вивчення різних породних поєднань як при схрещуванні, так і при породно-лінійній гібридизації свиней порід великої білої, ландрас, п'єтрен і термінальних кнурів імпортного походження. Однак питання теплостійкості цих генотипів до цього часу висвітлені недостатньо, і подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення термостійкості та стресчутливості свиней.

Reference

1. Adaptatsiia do zminy klimatu. Karpatskyi Instytut Rozvytku. Ahentstvo spriannia stalomu rozvytku Karpatskoho rehionu «FORZA» (2015). Retrieved from: http://www.forza.org.ua/sites/default/files/adaptation_climate_change_brochure_ua_screen_final.pdf [In Ukrainian].
2. Bazhov, G. M. (1989). *Byotekhnolohiia yntensyvnoho svynovodstva*. Moscow: Rosagropromizdat [In Russian].
3. Belozborova, N. O. (2014). Vplyv seredovyshcha ta inovatsiinykh tekhnolohii utrymanna shcho dokorinno (tsilespriamovano) vplyvaiut na stan produktyvnosti ta zhyttiezdatsnosti svynei. *Naukovyi Visnyk LNUIMBT im. Hzhyskoho*, 16, 3 (60), 270 [In Ukrainian].
4. Bugaevsky, V. M., Ostapenko, A. M., & Danilchuk, M. I. (2009). Vplyv mikroklimatu na efektyvnist vyroshchuvannya svynei. *Ahrarnyk*, 12, 12–13 [In Ukrainian].
5. Vlyaniye temperatury na proyzvodytelnost y zdorove svynei [po materyalam kompanyy «HOG SLAT Ukrayna»] (2014). *Tvarynnytstvo sohodni*, 1, 20–23 [In Ukrainian].
6. Hyria, V. M., Voloshchuk, M. V., & Usacheva, V. E. (2018). Teplostoikost svynei raznykh henotypov pry tradytsyonnoi y yntensyvnoi tekhnolohiyakh proyzvodstva. *Zootekhnycheskaia nauka Belarusy*, 53, (2), 142–150 [In Russian].
7. Golosov, I. M., Kuznecov, A. F., & Goldinshtejn, R. S. (1982). *Gigiena sodержaniya svinej na fermah i kompleksah*. Leningrad.: Kolos [In Russian].
8. Demchuk, M. V., Chornyi, M. V., Zakharenko, M. O., & Vysokos, M. P. (2006). *Hihiiena tvaryn* (2 vydannia). Kharkiv: Espada [In Ukrainian].
9. Demyanenko, S., & Butko, V. (2012). Strategiia adaptacii agrarnykh predpriyatij Ukrainy k globalnym izmeneniyam klimata. *Ekonomika Ukrainy*, 6, 66–72 [In Russian].
10. Kochisha, I. I. (Ed.). (2008). *Zoogigiena*. SPb.: Izdatelstvo «Lan» [In Russian].
11. Ivanov, V. O., & Voloshchuk, V. M. (2009). *Biolohiia svynei: navch. posibn*. Kyiv: Nichlava [In Ukrainian].
12. Ignatkin, I. Yu. & Kuryachij, M. G. (2012). Sistemy ventilyacii i vliyanie parametrov mikroklimata na produktyvnost svinej. *Vestnik NGIEI.*, 10, 16–34 [In Russian].
13. Ikalchuk M.I., & Tonkonoh D. V. (2018). Vprovadzhenia novykh tekhnolohii u tvarynnytstvi. *Ahrarna nauka ta osvita v KhKhI stolitti: problemy, perspektyvy ta innovatsii Ukrainy: Zb. naukovykh-prats*. Nizhyn [In Ukrainian].
14. Kabanov, V. D. (1983). *Povyshenie produktyvnosti svinej*. Moskva: Kolos [In Russian].
15. Kok de, F. (2013). Optimalnyj mikroklimat – vysokaya produktyvnost porosyat. *Kombikorma*, 10, 54 [In Russian].
16. Kucuhan, M., Syntu, I., Kozmuce, V., & Enake, A. (1973). *Mikroklimat svinarnikov v promyshlennyh*

kompleksah. Proizvodstvo svininy v promyshlennykh kompleksah. Moskva [In Russian].

17. Lopatynska, A. Yu. (2011). Ochikuvani naslidky zminy klimatu. *Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Seriya «Ekonomika»*, 5 (2), 29 [In Ukrainian].

18. *Pidvyshchennia stiikosti do zminy klimatu silskohospodarskoho sektoru Pivdnia Ukrainy.* (2015). Sentendre, Uhorschchyna: Regional Environmental Center Zhovten 40. Retrieved from: <http://documents.rec.org/publications/ClimateResilienceUkraine.pdf> [In Ukrainian].

19. Prykhodko, M. (2014). Prychyny, naslidky i shliakhy protydiv zmini klimatu. *Fizychna heohrafiia. Naukovi zapysky*, 1, 35–43 [In Ukrainian].

20. Rabota FAO v oblasti izmeneniya klimata. *Konferenciya OON po izmeneniyu klimata 2016 g.* (2016). Rim: FAO [In Russian].

21. Suraj, P. F., & Fotina, T. I. (2013). Fiziologicheskie mehanizmy i prakticheskie priemy snizheniya otricatelnogo vliyaniya teplovogo stressa v svinovodstve. *Svinarstvo Ukrayini*, 6 (25), 13–15 [In Russian].

22. Timofeev, V. A. (1991). Prichinno-sledstvennyy analiz adaptativnogo potentsiala parazitov selskohozyajstvennykh zhivotnyh. *Selskohozyajstvennaya biologiya, Ser. Biologiya zhivotnyh*, 4, 166–171 [In Russian].

23. Folomeyev, V. Z. (1975) Vplyv deyakih pokaznikov mikroklimatu na yakist spermi ta yiyi zaplidnyuyuchu zdatnist v umovah promislovogo kompleksu. *Svinarstvo*, 23, 93 171 [In Russian].

24. Hodosovskij, D. N. (2017). Mikroklimat v zdaniyah dlya remontnyh svinok i svinomatok myasnogo napravleniya produktivnosti. *RUP «Nauchno-prakticheskij centr Nacionalnoj akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu»*, 52 (2), 223–228 [In Russian].

25. Khomiak, O. A. (2018). Vplyv zminy klimatu na zdorovia ta produktyvnist silskohospodarskykh tvaryn. *Zbirnyk tez mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii za uchastiu FAO «Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity.* Kyiv [In Ukrainian].

26. Bazhov, G. M., & Pogodaev, V. A. (2009). *Svinovodstvo: uchebnyk.* Stavropol': Servisshkola [In Russian].

27. Black, J. L., Mullan, B. P., Lorsch, M. L., & Giles, L. R. (1993). Lactation in the sow during heat stress. *Livestock Production Science*, 35 (1-2), 153–170. doi:10.1016/0301-6226(93)90188-n.

28. Campos, P. H. R. F., Le Floc'h, N., Noblet, J., & Renaudeau, D. (2017). Physiological responses of growing pigs to high ambient temperature and/or inflammatory challenges. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46 (6), 537–544. doi:10.1590/s1806-92902017000600009.

29. Collin, A., Milgent, J. van, & Dividich, J. L. (2001). Modelling the effect of high, constant temperature on food intake in young growing pigs. *Animal Science*, 72 (3), 519–527. doi:10.1017/s1357729800052048.

30. Herrero-Medrano, J. M., Mathur, P. K., Napel, J. ten, Rashidi, H., Alexandri, P., Knol, E. F., & Mulder, H. A. (2015). Estimation of genetic parameters and breeding values across challenged environments to select for robust pigs1. *Journal of Animal Science*, 93 (4), 1494–1502. doi:10.2527/jas.2014-8583.

31. FAO's work on climate change. *United Nations Climate Change Conference 2016.* Retrieved from: <http://www.fao.org/3/a-i6273e>.

32. Ingram, D. L. (1965). Evaporative Cooling in the Pig. *Nature*, 207 (4995), 415–416. doi:10.1038/207415a0.

33. Johnson, J. S., Sanz Fernandez, M. V., Patience, J. F., Ross, J. W., Gabler, N. K., Lucy, M. C., Safranski, T. J., Rhoads, R. P., & Baumgard, L. H. (2015). Effects of in utero heat stress on postnatal body composition in pigs: II. Finishing phase1. *Journal of Animal Science*, 93 (1), 82–92. doi:10.2527/jas.2014-8355.

34. Kumar, B. (2012). Stress and its impact on farm animals. *Frontiers in Bioscience*, E4 (5), 1759–1767. doi:10.2741/e496.

35. Keshavarz, M., Karami, E., & Zibaei, M. (2013). Adaptation of Iranian farmers to climate variability and change. *Regional Environmental Change*, 14 (3), 1163–1174. doi:10.1007/s10113-013-0558-8.

36. Lopez, J., Jesse, G. W., Becker, B. A., & Eilersieck, M. R. (1991). Effects of temperature on the performance of finishing swine: I. Effects of a hot, diurnal temperature on average daily gain, feed intake, and feed efficiency. *Journal of Animal Science*, 69 (5), 1843–1849. doi:10.2527/1991.6951843x.

37. Nienaber, J. A., Hahn, G. L., McDonald, T. P., & Korthals, R. L. (1996). Feeding Patterns and Swine Performance in Hot Environments. *Transactions of the ASAE*, 39 (1), 195–202. doi:10.13031/2013.27498.

38. 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. doi:10.2527/jas.2012-5738.

39. Quiniou, N., Dubois, S., & Noblet, J. (2000). Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-

housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. *Livestock Production Science*, 63 (3), 245–253. doi:10.1016/s0301-6226(99)00135-9.

40. Renaudeau, D., Gourdine, J. L., & St-Pierre, N. R. (2011). A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 89 (7), 2220–2230. doi:10.2527/jas.2010-3329.

41. Schoenherr, W. D., Stahly, T. S., & Cromwell, G. L. (1989). The Effects of Dietary Fat or Fiber Addition on Yield and Composition of Milk from Sows Housed in a Warm or Hot Environment. *Journal of Animal Science*, 67 (2), 482–495. doi:10.2527/jas1989.672482x.

42. Thornton, P. K., Jones, P. G., Alagarwamy, G., & Andresen, J. (2009). Spatial variation of crop yield response to climate change in East Africa. *Global Environmental Change*, 19 (1), 54–65. doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.08.005.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гиря В. М., Усачова В. Є., Мироненко О. І., Слинко В. Г. Температурний комфорт і продуктивність свиней. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 105–112.

© Гиря Володимир Миколайович, Усачова Валентина Євгенівна, Мироненко Олена Іванівна, Слинко Віктор Григорович, 2019