


original article | UDC 636.4.083 | doi: 10.31210/visnyk2020.02.18

HEAT STABILITY OF DIFFERENT PIG BREEDS


V. Ye. Usachova^{1*}

ORCID  [0000-0002-5866-7006](https://orcid.org/0000-0002-5866-7006)


V. M. Gyria²

ORCID  [0000-0002-6643-5790](https://orcid.org/0000-0002-6643-5790)


T. M. Rak¹

ORCID  [0000-0003-2156-2304](https://orcid.org/0000-0003-2156-2304)

A. S. Siabro¹

ORCID  [0000-0001-6808-2223](https://orcid.org/0000-0001-6808-2223)

I. V. Pavlova¹

ORCID  [0000-0002-8905-8879](https://orcid.org/0000-0002-8905-8879)

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

² Institute of Pig Breeding and agroindustrial production of NAAS, Shvedska Mohyla St., 1, Poltava, 36013, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: valentyina.usachova@gmail.com

How to Cite

Usachova, V. Ye., Gyria, V. M., Rak, T. M., Siabro, A. S., & Pavlova, I. V. (2020). Heat stability of different pig breeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 149–155. doi: 10.31210/visnyk2020.02.18

Heat stress limits animal productivity, negatively affects their well-being, influences production, and causes considerable losses. The aim of the studies was to conduct index evaluation of heat stability and thermal stress sensitivity of various pig genotypes, which to some extent disclose their adaptive ability at using different methodical approaches. It has been established that according to the index of adaptive ability (I_a), fattening young animals of Red White-Belted (RWB) breed have higher index in comparison with Landrace pig breed by 29.5 % and Pietrain – by 53.3 %. According to heat sensitivity index (HSI), it has been found that the given genotype was the least affected by heat action, which exceeded reliably ($P \leq 0.1$) the analogs of Pietrain and Landrace breeds by 12.4 and 15.3 %, respectively. The animals of this breed also had higher fattening indicators among all experimental groups. As to the age of reaching 100 kg of live weight they exceeded Pietrain and Landrace breeds by 11 (5.7 %, $P \leq 0.05$) and 4 days (2.7 %), respectively; according to the average daily weight gain – by 73.7 g (9.9 %, $P \leq 0.01$) and 12 g (1.5 %); as to feed consumption per 1 kg of gain - by 0.22 feed units (5.8 %, $P \leq 0.01$) and 0.08 feed units. Animals' estimation using the index of thermal stress tolerance (I_{TST}), developed by us, has shown that the majority of RWB breed gilts (71.1 %) had the status of thermal stress neutral ($I_{TST}=4.3$) in correlation of 2.5:1 to thermal stress tolerant animals ($I_{TST}=15.94$) and complete absence of heat stress sensitive gilts. In the experimental group of Pietrain pig breed the level of thermal stress neutral animals ($I_{TST}=3.95$) made 57.1 % and was by 14.2 % less than of thermal stress sensitive animals ($I_{TST}=1.73$), and thermal stress tolerant animals were absent. Among fattening gilts of Landrace breed, the same level (42.9 %) of thermal stress neutral ($I_{TST}=2.31$) and thermal stress sensitive animals ($I_{TST}=1.63$) was registered; as to the index of thermal stress tolerance, ($I_{TST}=17.42$) they somewhat differed from RWB breed. On the average, depending on genotypes, thermal stress sensitive young animals had reliably ($P \leq 0.01$) higher body temperature and heart rate. It has been revealed that all thermal stress sensitive pig genotypes are characterized by high heart contraction rate during fixation – 214.8–220.2 heart beats/min, which was 79.9 – 82.0 heart beats/min more than heart rate of thermal stress tolerant gilts of the same age ($P \leq 0.001$). At the same time, thermal stress neutral animals had by 27.1 % reliably lower indices of heat beat in comparison with thermal stress sensitive animals. In our research no correlation between the index of thermal stress sensitivity (I_{TST}) of animals and their fattening qualities was revealed.

Key words: breed, index of thermal stress sensitivity, adaptive ability, heat stability, productivity.

ТЕПЛОСТІЙКІСТЬ СВИНЕЙ РІЗНИХ ПОРІД

*В. Є. Усачова*¹, *В. М. Гиря*², *Т. М. Рак*¹, *А. С. Сябро*¹, *І. В. Павлова*¹

¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

² Інститут свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

Тепловий стрес обмежує продуктивність тварин, негативно діє на їхній добробут, впливає на виробництво і завдає значних збитків. Метою досліджень було провести індексну оцінку теплостійкості та стрестермочутливості свиней різних генотипів, які певною мірою розкривають їх адаптаційну здатність за умови використання різних методичних підходів. Встановлено, що за індексом адаптаційної здатності (I_a) відгодівельний молодняк червоно-білопоясої м'ясної (ЧБП) породи має вищий показник порівняно з тваринами породи ландрас на 29,5 % і п'єтрен – на 53,3 %. За коефіцієнтом теплової уразливості (КТУ) виявлено, що цей генотип найменше піддавався тепловій дії, який достовірно ($P \leq 0,1$) переважав аналогів порід п'єтрен і ландрас, відповідно, на 12,4 і 15,3 %. Тварини цієї породи також мали вищі відгодівельні показники серед дослідних груп. За віком досягнення живої маси 100 кг вони перевершували породи п'єтрен і ландрас відповідно на 11 днів (5,7 %, $P \leq 0,05$) і на 4 дні (2,7 %), за середньодобовим приростом на 73,7 г (9,9 %, $P \leq 0,01$) і 12 г (1,5 %), за витратами корму на 1 кг приросту на 0,22 корм. од. (5,8 %, $P \leq 0,01$) та 0,08 корм. одиниць. Проведена оцінка тварин за розробленим індексним показником стрестермостійкості (I_{st}) показала, що підсвинки ЧБП породи щонайбільше (71,1 %) мали статус стрестермонеїтральних ($I_{st}=4,3$) у співвідношенні 2,5 : 1 до стрестермостійких ($I_{st}=15,94$) за повної відсутності стрестермочутливих тварин. У дослідній групі свиней породи п'єтрен рівень стрестермонеїтральних ($I_{st}=3,95$) складав 57,1 % і був на 14,2 % менший, ніж стрестермочутливих ($I_{st}=1,73$), а стрестермостійкі тварини були відсутні. Серед відгодівельного молодняку породи ландрас зафіксовано однаковий рівень (42,9 %) стрестермонеїтральних ($I_{st}=2,31$) і стрестермочутливих ($I_{st}=1,63$), а за індексом стрестермостійкості ($I_{st}=17,42$) вони децю відрізнялися від ЧБП породи. В середньому за генотипами стрестермочутливий молодняк порівняно зі стрестермостійким достовірно ($P \leq 0,01$) мав вищу температуру тіла і частоту серцевого скорочення. Виявлено, що усім стрестермочутливим генотипам характерна висока частота скорочення серця під час дії фіксації – 214,8–220,2 ударів/хв., що на 79,9–82,0 ударів/хв. більше від їх стрестермостійких ровесників ($P \leq 0,001$). Водночас стрестермонеїтральні тварини мали достовірно нижчі показники серцебиття порівняно зі стрестермочутливими на 27,1 %. У наших дослідженнях не виявлено взаємозв'язку індексу стрестермочутливості тварин (I_{st}) з їх відгодівельними якостями.

Ключові слова: порода, індекс стрестермочутливості, адаптаційна здатність, теплостійкість, продуктивність.

ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ СВИНЕЙ РАЗНЫХ ПОРОД

*В. Е. Усачева*¹, *В. Н. Гиря*², *Т. М. Рак*¹, *А. С. Сябро*¹, *И. В. Павлова*¹

¹ Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

² Институт свиноводства и АПП НААН, г. Полтава, Украина

Использованы разные методические подходы индексной оценки теплостойкости и стрестермочувствительности свиней различных генотипов. Установлено, что откормочный молодняк красной белопоясой породы по сравнению со своими аналогами пород п'єтрен и ландрас имел лучшие показатели по индексу адаптационной способности (I_a) и коэффициенту тепловой уязвимости (КТУ), а также продемонстрировал превосходство по откормочным качествам. Проведенная оценка животных по разработанному нами индексному показателю стрестермостойкости (I_{st}) показала, что свиньи красной белопоясой породы в большинстве (71,1 %) имели статус стрестермонеїтральных ($I_{st}=4,3$). В группе свиней породы п'єтрен уровень стрестермонеїтральных ($I_{st}=3,95$) составлял 57,1 % и был на 14,2 % меньше, чем стрестермочувствительных ($I_{st}=1,73$). У молодняка породы ландрас зафиксирован одинаковый уровень (42,9 %) стрестермонеїтральных ($I_{st}=2,31$) и стрестермочувствительных ($I_{st}=1,63$) животных. Выявлено, что всем стрестермочувствительным генотипам во время фиксации характерна частота сокращения сердца – 214,8–220,2 ударов/мин.

Ключевые слова: порода, индекс стрестермочувствительности, адаптационная способность, теплостойкость, производительность.

Вступ

Останніми десятиріччями потепління стало світовою глобальною проблемою. Це насамперед стосується країн, де головними галузями економіки є сільське господарство, зокрема України [5]. Як наслідок – тепловий стрес, який обмежує продуктивність тварин та негативно діє на їх добробут, істотно впливає на виробництво і завдає значних збитків. У галузі свинарства такі втрати пов'язані зі зниженням росту, ефективності відгодівлі, погіршенням якості туш та репродуктивної здатності маточного поголів'я [23]. Економічні втрати у відгодівельного молодняка свиней при погіршенні температурних меж їх зони теплового комфорту оцінюються в розмірі від 299 до 316 млн дол. США щорічно [27].

Дослідження направлені на пом'якшення впливу теплового стресу, ведуться здавна [20]. Сучасні стратегії та рішення нівелювання наслідків зміни клімату мають декілька напрямів. По-перше, вони пов'язані зі створенням оптимальних умов утримання і характеризуються системою механічної вентиляції, оптимальною щільністю тварин та спеціалізованими приміщеннями. Ефективність таких заходів досить велика, однак більшість рішень технічно і економічно складно реалізувати. На думку дослідників [21, 29] економічна ефективність із потеплінням у свиней дуже мала і зводиться до мінімуму за рахунок додаткових експлуатаційних витрат. Експериментальні дослідження [26] вказують на те, що лише оцінені протягом тривалого часу адаптаційні заходи з використанням імітаційної моделі клімату можуть знизити теплове навантаження до 100 %, тоді як інші заходи менш ефективні. По-друге, фізична модифікація навколишнього середовища виступає як основна всесвітня стратегія боротьби із забрудненням навколишнього середовища [8]. Інші підходи включають харчове регулювання [9, 16] та генетичне покращення тварин, спрямоване на підвищення їх продуктивності. Дослідження ряду авторів [22, 24] показують, що чутливість до тепла є спадковою рисою у свиней, а генетичні дослідження можуть підказати стратегію удосконалення виробництва свинини у спекотний період року.

На нашу думку, генетичний відбір для поліпшення екологічної адаптації у свинарстві є найбільш багатобічним варіантом у тривалій перспективі. Крім того, він дає змогу виробникам свинини мати вибір порід у відповідь на зміни клімату, особливо це стосується тих товаровиробників, які не у змозі фінансово впровадити охолоджуючі системи.

Метою досліджень було визначити вплив теплового стресу у приміщенні на продуктивні якості відгодівельного молодняка окремих порід свиней у господарстві, яке працює за традиційною технологією в типових приміщеннях із природною вентиляцією з сучасною системою годівлі та напування в агрокліматичній зоні Полтавської області в найспекотніший літній період.

Завданням наших досліджень було оцінити різні генотипи свиней на предмет їх адаптаційної здатності та стрестермочутливості у спекотний період року.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили в умовах експериментальної бази Інституту свинарства і АПВ НААН України, де сформували три групи по 10 голів різних порід – аналогів за віком, фізіологічним станом. У досліді використано підсвинків порід – п'єтрен, ландрас і червоно-білопоясої м'ясної (ЧБП).

Для оцінки свиней за їх теплостійкістю використано різні методичні підходи індексної оцінки, які певною мірою розкривають адаптаційну здатність тварин [6, 12, 30].

Для визначення ступеня стійкості (адаптації) організму тварин до температурного стресу використовували коефіцієнт теплової уразливості КТУ, який включає такі показники: середньоденна ректальна температура тварин; середньоденна частота серцевого скорочення тварин; температура тіла (°C) і частота серцевого скорочення (ударів в 1 хвилину) при оптимальних умовах утримання тварин [1].

Показники теплостійкості визначали за умови фіксації температури тварин в 4-місячному віці протягом 5 днів уранці (6.00–7.00) і вдень (14.00–15.00). Робилися заміри температури повітря і температури тіла (ректально медичним електротермометом типу МТ 300), а частоту серцебиття (ударів в 1 хвилину) – за допомогою стетофонендоскопа.

Для визначення стрестермостійких тварин пропонуємо розроблену формулу, яка друкується вперше:

$$I_{st} = \frac{SSR_{tij} + H_{rij}}{dR_{tij} - 38.7 + dH_{rij} - 140} ,$$

де I_{st} – index of stress resistance;

SR_{tij} – середньоденна ректальна температура тварин, °C;

SH_{rij} – середньоденна частота серцевого скорочення тварин, ударів/хв;

$dR_{t_{ij}} - 38,7$ – сумарна різниця між температурою тіла свиней уранці і вдень та оптимальною температурою тіла тварин ($38,7\text{ }^{\circ}\text{C}$);

$dH_{t_{ij}} - 140$ – сумарна різниця між частотою серцевого скорочення вранці і вдень та оптимальним показником серцевого скорочення (140 ударів/хв.).

Оцінка відгодівельних якостей молодняку різних порід проводилась згідно із загальноприйнятими методиками [2, 7].

Біометричну обробку одержаних даних проведено методом варіаційної статистики за М. О. Плохинським [4] з використанням персонального комп'ютера та програми Statistica 5.0 [11]. За результатами біометричної обробки даних визначали середню арифметичну величину (M) та її похибку (m), вірогідність різниці між порівнюваними даними – за критерієм Стю'дента (td), рівень ймовірності (P).

Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що на зміни навколишнього середовища тварини мають відповідну реакцію, з дією відповідних генів чи блоків, які спрацьовують залежно від зміни факторів середовища [10].

Результати досліджень показують, що температурний гомеостаз тварин різних генотипів не порушувався і відповідав фізіологічним нормативам (табл. 1). Так, ректальна температура тіла вранці у підсвинків перебувала в межах $38,62\text{--}38,69\text{ }^{\circ}\text{C}$. В денний час температура тіла свиней підвищилася в середньому на $0,27\text{--}0,37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Достовірна різниця між ректальною температурою вранці та вдень виявлено у підсвинків червоно-білопоясої м'ясної породи ($P\leq 0,05$) і ландрас ($P\leq 0,001$). Відгодівельний молодняк порід ландрас і п'єтрен мали на $0,12\text{--}0,13\text{ }^{\circ}\text{C}$ вищу денну температуру тіла порівняно з тваринами ЧБП породи.

Частоту серцевого скорочення у свиней ЧБП породи зафіксовано на рівні $140,0\text{--}165,9$ ударів за хвилину, тоді як у їх ровесників породи ландрас і п'єтрен вона була більшою на $47,2$ і $52,0$ ударів/хв. ($P\leq 0,01$) вранці і на $23,4$ і $35,2$ ударів/хв ($P\leq 0,05$) вдень.

У наших дослідженнях індексні показники теплостійкості в розрізі порід розраховані за методом Раушенбах Ю. О. [6] та Zaruba, R. N. [30] і мали різницю на рівні $0,06\text{--}0,21$, що дещо нівелює достовірність отриманих результатів. Диференціація свиней за індексом адаптаційної здатності продемонструвала суттєву різницю I_a між породами. За індексом адаптаційної здатності (I_a) відгодівельний молодняк ЧБП породи має вищий показник порівняно з тваринами породи ландрас на $29,5\%$ і п'єтрен – на $53,3\%$.

На відміну від існуючого коефіцієнта теплової уразливості P . Бенезра [17], де використовуються показники ректальної температури тіла та частоти дихання, встановлений КТУ [1] демонструє, що найменше теплової дії піддається відгодівельний молодняк ЧБП породи, який переважав генотипи порід п'єтрен і ландрас, відповідно, на $12,4$ і $15,3$ відсотків.

Варто зазначити, що молодняк цієї породи мав найкращі відгодівельні показники серед дослідних груп. За віком досягнення живої маси 100 кг він перевершив породу п'єтрен і ландрас на 11 днів ($5,7\%$, $P\leq 0,05$) і на 4 дні ($2,7\%$), за середньодобовим приростом на $73,7\text{ г}$ ($9,9\%$, $P\leq 0,01$) і 12 г ($1,5\%$), за витратами корму на 1 кг приросту на $0,22$ корм. од. ($5,8\%$, $P\leq 0,01$) та $0,08$ корм. од. ($2,2\%$).

До екологічно несприятливих стресових факторів, що впливають на ріст, розвиток, продуктивність та адаптивні здібності сільськогосподарських тварин відносять і підвищення зовнішніх температур вище комфортних. Відомо, що довготривала чи сильна дія технологічних стресів може призвести до порушення нормального функціонування організму, виключаючи в ньому стресреакцію [19].

Однак частина тварин при цьому у змозі адаптуватися до постійних змін навколишнього середовища через посилення та мобілізацію найважливіших систем організму до дії факторів навколишнього середовища. Надмірний стрес призводить до різних функціональних порушень і захворювань [3]. У більшості досліджень для виявлення теплонапружених тварин використовуються показники ректальної температури тіла та показник варіабельності серцевого ритму (ANS) щодо стресових реакцій і добробуту [18]. Відмічено, що частота серцевих скорочень зростає у тварин з активним типом стресорної реакції на відміну від неактивних. Тому прижиттєве визначення схильних до стресу свиней є важливим і необхідним заходом як з метою добору на плем'я стресчутливих особин, так і для відокремлення таких, що перебувають у стані стресу, для проведення спеціальних профілактичних заходів [25].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Теплостійкість та відгодівельні якості свиней різних порід

Показники	Піддослідні групи		
	ЧБП	ландрас	п'єтрен
<i>Ректальна температура тіла, °C</i>			
Вранці	38,62±0,07	38,65±0,05	38,69±0,14
Вдень	38,89±0,08	39,02±0,05	39,01±0,11
Середньоденна	38,76±0,07	38,83±0,04	38,84±0,11
<i>Частота серцевого скорочення, ударів/хв.</i>			
Вранці	140,0±7,68	192,0±13,52*	187,2±11,06*
Вдень	165,9±11,87	201,1±12,91	189,3±9,90
Середньоденна	152,9±8,76	196,5±12,70	188,2±9,27
<i>Індексна оцінка</i>			
За Ю.О. Раушенбахом	53,24±0,14	53,45±0,12	53,39±0,18
За Р.Н. Зарубою	48,68±0,13	48,89±0,12	48,83±0,18
I _a	10,27±3,18	7,74±1,99	7,25±1,92
КТУ	2,09±0,06	2,41±0,09	2,35±0,07
<i>Відгодівельні якості</i>			
Вік досягнення живої маси 100 кг, днів	193,6±2,0	204,6±2,21*	197,8±2,8
Середньодобовий приріст, г	811,8±15,7	738,1±8,10**	799,8±22,5
Витрати корму на 1 кг приросту, кг	3,56±0,05	3,78±0,02**	3,64±0,07

Примітки: * – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001.

Проте простих і надійних експрес-методів для виявлення в ранньому віці стресчутливих тварин нині недостатньо, тому в наших дослідженнях проведена оцінка стрестермостійких тварин за розробленою формулою (1). При цьому за індексним показником піддослідних свиней розподіляли до стрестермостійких – 7,0 і вище; стрестермонеїтральних – 2,1–6,9; стрестермосчутливих – 2,0 і нижче.

Дослідження генотипів за індексним показником стрестермочутливості (Ist) показало, що тварини ЧБП найбільше (71,1 %) мали статус стрестермонеїтральних (Ist=4,3) у співвідношенні 2,5 : 1 до стрестермостійких (Ist=15,94) при повній відсутності стрестермочутливих тварин. Дещо іншою виявилась реакція підсвинків породи п'єтрен: рівень стрестермонеїтральних (Ist=3,95) в цій дослідній групі складав 57,1 % і був на 14,2 % менший, ніж у стрестермочутливих (Ist=1,73), а стрестермостійкі тварини були відсутні. У дослідній групі породи ландрас зафіксовано однаковий рівень (42,9 %) стрестермонеїтральних (Ist=2,31) і стрестермочутливих (Ist=1,63), а за індексом стрестермостійкості (Ist=17,42) вони дещо відрізнялися від червоно-білопоясої м'ясної породи. В середньому за генотипами стрестермочутливий молодняк порівняно з стрестермостійким достовірно (P≤0,01) мав вищу температуру тіла і частоту серцевого скорочення. Варто зазначити, що усім стрестермочутливим генотипам характерна висока частота скорочення серця під час дії фіксації – 214,8–220,2 ударів/хв., що на 79,9–82,0 ударів/хв. більше від їх стрестермостійких ровесників (P≤0,001). Водночас стрестермонеїтральні тварини мали достовірно нижчі показники серцебиття порівняно зі стрестермочутливими на 27,1 %. У наших дослідженнях не виявлено взаємозв'язку індекса стрестермочутливості тварин (Ist) з їх відгодівельними якостями. На думку Ф. І. Фурдуй (1986, 990) [13, 14] в організмі тварин під впливом надмірних стресових чинників спочатку виникають стресові реакції на рівні метаболізму й фізіологічних функцій, які надалі (за фазами) адаптуються до дії стрес-факторів. У експериментах Schaubeger, G., Mikovits, S., Zollitsch, W. (2019) [28], проведених на різних генотипах також доведено, що при одночасній дії декількох стресфакторів протягом 14 днів, один з яких є тепловий, порода свиней не впливала на фізіологічні реакції, а подовжений термін дії стресора можливо спричиняє зниження чутливості навіть і звикання, особливо в молодих свиней.

Аналізуючи показник частоти серцевого скорочення в межах порід, потрібно відмітити його майже нормальне значення, характерне для всіх тварин ЧБП породи – 135,9–159,7 ударів на хвилину. Водночас навіть стрестермонеїтральні тварини порід ландрас і п'єтрен перевищували своїх ровесників ЧБП породи за частотою серцевого скорочення на 19,8 та 7,3 %, що відповідало значенню 191,3 та 171,3 ударів на хвилину. У стрестермочутливих підсвинків порід ландрас і п'єтрен частота скорочен-

ня серця мала значення $222,5 \pm 13,2$ та $212,2 \pm 2,48$, що відповідно на 63 та 56,37 % ($P \leq 0,001$) частіше, ніж у стрестермостійких тварин породи ЧБП.

Аналогічні спостереження зафіксовані в дослідженнях Ярошко М. [15], які пояснюють тривалу дію підвищених температур $+24$ – $+27$ °С тепловим ударом, що своєю чергою підсилює в частини тварин інтенсивність дихання в 1,5 раза, а пульсу на 20–30 ударів на хвилину і нервово-м'язову збудливість.

Висновки

Кращою теплостійкістю за даними індексної оцінки адаптаційної здатності I_a характеризувався відгодівельний молодняк червоно-білопоясої м'ясної породи, який мав вищий показник порівняно з тваринами породи ландрас на 29,5 % і п'єтрен – на 53,3 %. Коефіцієнт теплової уразливості КТУ також підтверджує, що найменше тепловій дії піддаються підсвинки червоно-білопоясої м'ясної породи, які достовірно ($P \leq 0,1$) переважали генотипи порід п'єтрен і ландрас, відповідно, на 12,4 і 15,3 %. Тварини цієї породи також мали вищі відгодівельні показники серед дослідних груп. За індексним показником стрестермочутливості (I_{st}) тварини червоно-білопоясої м'ясної породи найбільше (71,1 %) мали статус стрестермонеутральних ($I_{st}=4,3$) у співвідношенні 2,5 : 1 до стрестермостійких.

Перспективи подальших досліджень будуть направлені на оцінку теплостійкості та стрестермочутливості кнурів плідників різних генотипів.

References

1. Girya, V. M., Voloshuk, M. V., Usacheva, V. E. (2018). Teplostojkost svinej raznyh genotipov pri tradicijnoj i intensivnoj tehnologiyah proizvodstva. *Zootehnicheskaya Nauka Belarusi*, 53 (2), 142–151 [In Russian].
2. GOST 103–86. *Metod kontrolnogo otkorma. Sistema standartov v svinovodstve*. (1988). VO Agropromizdat, 3–9 [In Ukrainian].
3. Mager, S. N., Popov, Yu. P., & Safronova, S. E. (2013). *Metodicheskie rekomendacii po ocenke sostoyaniya zdorovya krupnogo rogatogo skota*. Novosibirsk: NGAU [In Russian].
4. Plohinskij, N. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlya zootehnikov*. Moskva: Kolos [In Russian].
5. Prokopenko, K. O., & Udova, L. O. (2017). Silske gospodarstvo Ukraini: vikliki i shlyahi rozvitku v umovah zmini klimatu. *Ekonomika i Prognozuvannya*, 1, 92–107 [In Ukrainian].
6. Raushenbah, Yu. O. (1975). *Teplo- i holodoustojchivost domashnih zivotnyh. Ekologo-geneticheskaya priroda razlichij*. Novosibirsk: Nauka [In Russian].
7. Ribalko, V. P., Berezovskij, M. D., & Bogdanov, G. A. (2005). *Suchasni metodiki doslidzhen u svinarstvi*. Poltava: Institut svinarstva im. O. V. Kvasnickogo UAAN [In Ukrainian].
8. Shikova, L. V., & Yacenko, V. M. (2019). Klimatichna adaptaciya silskogo gospodarstva v Ukraini. *Vpliv klimatichnih zmin na prostorovij rozvitok teritorij Zemli: naslidki ta shlyahi virishennya: Zbirnik naukovih prac II Mizhnarodnoyi nauково-praktichnoyi konferenciji* [In Ukrainian].
9. Shostya, A. M., Pavlova, I. V., Chuhlib, Ye. V., Kuzmenko, L. M., Kodak, T. S., Bereznickij, V. I., & Shaferivskij, B. S. (2020). Vpliv gumativ na prooksidantno–antioksidantnij gomeostaz u knuriv-plidnikiv pid chas teplovogo stresu. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 114–120. doi: 10.31210/visnyk2020.01. [In Ukrainian].
10. Timofeev, V. A. (1991). Prichinno–sledstvennyj analiz adaptativnogo potenciala parazitov selskohozyajstvennyh zivotnyh. *Selskohozyajstvennaya Biologiya, Biologiya Zivotnyh*, 4, 166–171 [In Russian].
11. Tsarenko, O. M., Zlobin, Yu. A., Sklyar, V. G., & Panchenko, S. M. (2000). *Komp'yuterni metodi v silskomu gospodarstvi ta biologiyi*. Vidavnicтво "Universitetska kniga" [In Ukrainian].
12. Usachova, V. E., Voloshuk, M. V., & Girya, V. N. (2018). Indeksna ocinka teplostijkosti svinej pri intensivnij tehnologiyi virobnictv. *Tezi dopovidej Mizhnarodnoyi nauково-praktichnoyi internet-konferenciji «Innovacijni rishennya efekтивного virobnictva u tvarinnictvi»* [In Ukrainian].
13. Furduj, F. I. (1990). Sostoyanie i perspektivy issledovaniy problemy stressa i adaptacii v promyshlennom zivotnovodstve. *Selskohozyajstvennaya Biologiya*, 2, 11–12 [In Russian].
14. Furduj, F. I. (1986). *Fiziologicheskie mehanizmy stressa i adaptacii pri ostrom dejstvii stress-faktora*. Kishinev [In Russian].
15. Yaroshko, M. (2012). Efektivne oholodzhennya svinarnikov. *Pributkove Svinarstvo*, 4 (10), 70–73 [In Ukrainian].
16. Babinszky, L., Halas, V., & Verstegen, M. W. (2011). Impacts of climate change on animal production and quality of animal food products. In: Blanco J, Kheradmand H, editor. *Climate change*

socioeconomic effects. Rijeka: InTech, 165–190. doi: 10.5772 / 23840.

17. Benezra, M. V. (1954) A new index for measuring the adaptability of cattle to tropical conditions. *Proc. J. Anim. Sci.*, 13, 1915.

18. Borell, E., Langbein, J., & Despres, G. (2007). Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animal. *Physiol Behav*, 92 (3), 293–316. doi: 10.1016/j.physbeh.2007.01.007.

19. 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.

20. Ingram, D. L. (1977). Adaptations to ambient temperature in growing pigs. *Pflugers Arch*, 367, 257–264. doi: 10.1007/BF00581363.

21. Hoffmann, I. (2010). Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. *Animal Genetics*, 41, 32–46. doi: 10.1111/j.1365-2052.2010.02043.x.

22. Gourdine, J.-L., Mandonnet, N., Giorgi, M., & Renaudeau, D. (2016). Genetic parameters for thermoregulation and production traits in lactating sows reared in tropical climate. *Animal*, 11 (3), 365–374. doi:10.1017/s175173111600135x

23. Gourdine, J. L., & Riquet, J., Rosé, R., & Pouillet, N., Giorgi, M., Billon, Y., Renaudeau, D., & Gilbert, H. (2019). Genotype by environment interactions for performance and thermoregulation responses in growing pigs. *Journal of Animal Science*. 97 (9), 3699–3713. doi: 10.1093/jas/skz245.

24. Mayorga, E. J., Renaudeau, D., Ramirez, B. C., Ross, J. W., & Baumgard, L. H. (2018). Heat stress adaptations in pigs. *Animal Frontiers*, 9 (1), 54–61. doi:10.1093/af/vfy035.

25. Mohr, E., Langbein, J., & Nurnberg, G. (2002). Heart rate variability: a noninvasive approach to measure stress in calves and cows. *Physiol Behav*, 75 (1–2), 251–259. doi: 10.1016/s0031-9384(01)00651-5.

26. Schauburger, G., Mikovits, C., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. J., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringer, M., Knauder, W., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., & Schönhart, M. (2019). Global warming impact on confined livestock in buildings: efficacy of adaptation measures to reduce heat stress for growing-fattening pigs. *Climatic Change*, 156 (4), 567–587. doi: 10.1007/s10584-019-02525-3.

27. St-Pierre, N. R., Cobanov, B., & Schnitkey, G. (2003). Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. *Journal of Dairy Science*, 86, 52–77. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(03)74040-5.

28. Sutherland, M. A., Niekamp, S. R., Rodriguez-Zas, S. L., & Salak-Johnson, J. L. (2006). Impacts of chronic stress and social status on various physiological and performance measures in pigs of different breeds. *Journal of Animal Science*, 84, 588–596. doi: 10.2527/2006.843588.

29. Ume, S. I., Ezeano, C. I., Chukwuigwe, O., & Gbughemobi, B. O. (2018). Effect of climate change on pig production and choice of adaptation strategies by farmers in southeast. *International Journal of Academic Research and Development*, 3, 858–868.

30. Zaruba, R. N. (1975). Produktivnost svinej v zavisimosti ot ikh teploustojchivosti. *Svinovodstvo*, 7, 38–40 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 26.05.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Усачова В. Є., Гиря В. М., Рак Т. М., Сябро А. С., Павлова І. В. Теплостійкість свиней різних порід. *Вісник ПДАА*. 2020. № 2. С. 149–155.

© Усачова Валентина Євгенівна, Гиря Володимир Миколайович,
Рак Тетяна Михайлівна, Сябро Альона Сергіївна, Павлова Інга Володимирівна, 2020