

УДК. 636.4.03:591.54:504.7(477)
doi 10.37143/2786-7730-2023-1(79)09

НАПРЯМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СВИНИНИ З УРАХУВАННЯМ ПОТЕНЦІЙНИХ ПРОБЛЕМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

Р. Л. Сусол

Одеський державний аграрний університет
вул. Канатна 99, м. Одеса, Україна, 65012

Станом на сьогодні у м'ясному балансі України свинина поступилася з почесного першого місця галузі птахівництва та зайняла буквально протягом останніх 2–3 років почесне друге місце, проте однозначно можна стверджувати, що свинина збереже свої лідируючі позиції у тваринництві і надалі. Таким чином, дві галузі – птахівництво і свинарство завдяки своїм цінним біологічно та господарсько-корисним ознакам є та залишаться лідерами з виробництва м'яса в Україні ще на тривалий час. Зауважимо, що їх об'єднує те, що для успішного виробництва продукції, як від свинарства так і від птахівництва, потрібно використовувати підвищену кількість комбікормів, які в свою чергу складаються із злакових, протеїнових інгредієнтів. Використання підвищеної кількості комбікормів у годівлі свиней та птиці робить ці види тварин конкурентами для людини в плані споживання зерна, круп і т. д, що особливої актуальності набуває в умовах глобального потепління, яке сприятиме зниженню або практично відсутності врожайності зернових та технічних культур. Подальший розвиток свинарства як галузі однозначно потребує наукового підходу з визначенням напрямів оптимізації технологій виробництва свинини з урахуванням різноманітних потенційних проблем (перешкод), одна з яких є глобальне потепління, яке чинить прямий (мікроклімат приміщень) та опосередкований (врожайність сільськогосподарських культур) вплив на галузь. **Мета.** Визначити та узагальнити потенційні напрями оптимізації технологій вітчизняного виробництва продукції свинарства з урахуванням можливих проблем та наслідків глобального потепління. **Методи.** Фактичні розрахунки щодо використання води, виходу гною проведені для ДП «ДГ Андріївське» Білогород-Дністровського району Одеської області на основі довідникових, законодавчих або наукових матеріалів за загальноприйнятими у свинарстві методиками. **Результати.** Наслідками глобального потепління є посухи, повені, засолення ґрунтів, нарощування випадків різноманітних епідемій, що вдарять по сільському господарству, що в свою чергу може призвести до продовольчої кризи та, навіть, зникнення деяких продуктів харчування та представників дикої фауни. Щодо оптимістичного сценарію: температура планети Земля підніметься на критичні 1,5 °С, а надалі земна куля розпочне процес

Сусол Руслан Леонідович, д. с.-г. н., проф. кафедри технологій виробництва і переробки продукції тваринництва,
e-mail: r.susol@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-2395-1282>

охолодження, проте для реалізації такого сценарію людство повинно до 2030 р. відмовитися від спалювання викопних енергоносіїв і припинити вирубувати ліси, що робить цей сценарій малоімовірним. **Висновки.** До можливих сценаріїв оптимізації технологій виробництва продукції свинарства в умовах України на фоні глобального потепління слід віднести:

– більш широке запровадження інтенсивного промислового виробництва свинини, що на відміну від екстенсивного виробництва забезпечує значно менші фінальні витрати кормів та води на одиницю приросту свиней;

– дотримання санітарно-захисної зони на промислових свинарських підприємствах та реалізація заходів з охорони атмосферного повітря, що в значній мірі дозволить зменшити викиди забруднювальних речовин від свинокомплексів та відповідно покращити санітарно-епідеміологічну та екологічну ситуацію поблизу території, що наближена до свинокомплексів;

– повторне використання стоків води для подальшого їх технічного застосування у процесах гноєвидалення для крупнотоварного свинарства;

– поступове нарощування популярності екотехнологій та органічних технологій вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням органічних добрив, що на фоні багаторічних сівозмін дасть змогу одержувати до 1 ц додаткової продукції в перерахунку на зерно.

Ключові слова: глобальне потепління, промислове свинарство, оптимізація технологій, інтенсифікація виробництва, витрати корму, витрати води.

Посилатися на статтю так:

БІБЛІОГРАФІЯ за ДСТУ: Сусол Р. Л. Напрями оптимізації технологій виробництва свинини з урахуванням потенційних проблем глобального потепління. *Свинарство і агропромислове виробництво* : міжвідом. темат. наук. зб. / Ін-т свинарства і АПВ НААН. Полтава, 2023. Вип. 1(79). С. 144–160. doi: 10.37143/2786-7730-2023-1(79)09

REFERENCIS за APA style: Susol, R. L. (2023). Napriamy optymizatsii tekhnolohii vyrobnytstva svynyny z urakhuvanniam potentsiinykh problem hlobalnoho poteplinnia [Directions of the optimization of pork production technologies taking into account potential problems of global warming]. *Svynarstvo i ahropromyslove vyrobnytstvo* [Pig Breeding and Agroindustrial Production]. Poltava, 1(79), 144–160 [in Ukrainian]. doi: 10.37143/2786-7730-2023-1(79)09

Вступ. Галузь свинарства, яка є традиційною та водночас важливою складовою у вітчизняному тваринництві (питома вага свинини у м'ясному балансі України біля 30%), яке в свою чергу займає важливу сходинку аграрного виробництва України, як постачальник сировини для харчової промисловості [1, 2, 19].

Крім того, подальший розвиток галузі свинарства – це створення нових робочих місць: на фермі (комплексах), на підприємствах переробної промисловості, у сегменті компаній з менеджменту ферм на кшталт засобів годівлі або біологічно-активних речовин, різноманітного обладнання для утримання, годівлі, напування, штучного осіменіння, ветеринарного обслуговування; у транспортних та логістичних компаніях і т. д. [14, 16, 20]

Варто відразу відзначити, що подальший розвиток свинарства як галузі однозначно потребує наукового підходу з визначенням напрямів оптимізації технологій виробництва свинини з урахуванням різноманітних потенційних проблем (перешкод), одна з яких є глобальне потепління, яке чинить прямий (мікроклімат приміщень) та опосередкований (врожайність сільськогосподарських культур) вплив на галузь.

Між кліматом та погодою часто проводять повну аналогію, але ці поняття не є тотожними. Так, погода змінюється щодня: періодично йде дощ, світить сонце, випадає сніг або град, спостерігається туман. Стосовно клімату – це пролонгований періодичний характер погодних умов, що є типовим для значних територій або континентів. Станом на сьогодні людство чітко усвідомило, що за всю історію існування планети Земля клімат зазнавав вже не раз періодичних змін. Науковці однозначно чітко виділяють 7 льодовикових періодів, які змінювалися глобальним потеплінням, що звичайно мало вплив на життя на планеті Земля. Для прикладу навіть і сьогодні на теренах України вчені археологи знаходять кістки або рештки мамонтів, динозаврів, тощо. Доведено, що між першими змінами клімату на планеті Земля проходило до мільйона років і більше, проте в умовах сьогодення з розвитком інноваційних технологій, все частіше відбуваються вже не просто зміни клімату, а фіксуються їх зсуви або навіть кліматичні кризи [6].

Науковцями вже достеменно доведено, що антропогенна діяльність посилює суттєві зміни клімату, яка стає результатом все гірших наслідків в умовах нашої планети. Вчені доводять все більше доказів взаємозв'язку між антропогенною діяльністю та екстремальними погодними явищами на кшталт частих і водночас інтенсивних теплових хвиль, ураганів і тайфунів, танення льодовиків, підняття рівня світового океану, нагрівання та закислення світового океану, тощо. На фоні збільшення глобальної температури кількість випадків стихійних лих зростає. При цьому окремі країни зазнають все сильніших економічних збитків. Так, згідно звіту Всесвітньої метеорологічної організації повідомляється, що за останні 50 років завдяки кліматичним змінам кількість катастроф зросла у 5 разів, що сприяє одержанню збитків на суму \$202 млн щодня, тому з кожним наступним роком кількість країн, які усвідомлюють свою вразливість до кліматичних змін і труднощі регенерації різних секторів економіки по завершенню надзвичайних ситуацій. Так, у 2013 р. у світі з'явився «Варшавський міжнародний механізм» (*Warsaw International Mechanism*), у якому зазначалося, що втрати та збитки, пов'язані з несприятливим впливом зміни клімату, включають ті наслідки, які можна зменшити шляхом адаптації. Однак Варшавський механізм не передбачає відповідальності або компенсації за втрати та збитки, що провокує величезну кількість запитань та подальших дискусій. Крім того, у відомій підписаній у 2015 р. Паризькій угоді також є стаття, яка присвячена втратам та збиткам. У ній країни-підписанти визнають, що важливо запобігати чи мінімізувати втрати та збитки від явищ, спричинених зміною клімату. Під час кліматичних переговорів ще однією перепоною є, що розвинені країни неохоче виділяють фінансування і переживають за те, що це може призвести до юридичної відповідальності за наслідки зміни клімату. У той же час вразливі ж країни наголошують, що їм терміново потрібні гроші на відновлення після стихійних лих. Сейшельські острови, Маршаллові острови, Канарські острови, Федеративні Штати Мікронезії, Французька Полінезія, Філіппіни, Тувалу, Соломонові острови (вже втратили 5 островів через підняття рівня океану). У результаті глобального потепління в світовому масштабі спостерігається нарощування чисельності посух, пилових бурь, тощо. Для прикладу пожежа в Австралії взимку 2019–2020 рр., під час якої постраждало понад 1 млн різноманітної фауни, проте посушлива погода загрожує не лише пожежами, а й пиловими бурями, коли вітер здіймає у повітря пил, переносить

його на десятки кілометрів, що призводить до зниження родючості ґрунтів, спостерігається явище опустелювання і т. д. Науковці доводять, що глобальне потепління виникло через нарощування обсягів парникових газів – надходження вуглекислого газу в повітрі набуло рекордного рівня за останні 14 млн років. За цих умов атмосфера Землі пропускає сонячну енергію з космосу, але вуглекислий газ і метан не дають теплу повернутися назад, що забезпечує небажаний для людства результат – наша планета нагрівається за принципом парника. Науковці ще з 80-х років ХХ ст. забили на сполох щодо загрози кліматичної катастрофи на нашій планеті, а за останні 70–80 років стався так званий дисбаланс, а середня температура планети зросла більш ніж на 1°C та продовжує подальше зростання практично прискореними темпами (рис. 1–2) [7].

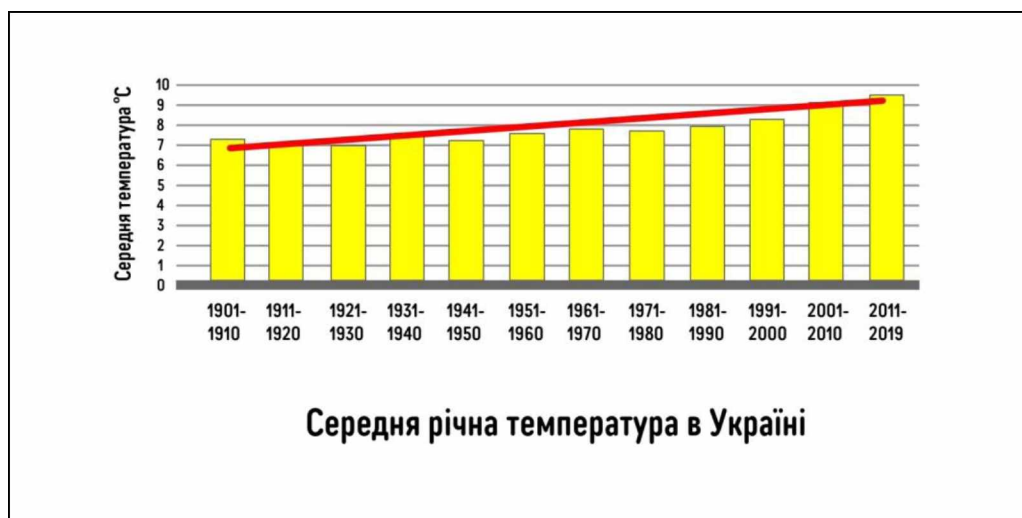


Рис. 1. Середньорічна температура повітря в Україні у період (1901–2019 рр.), за даними Національного інституту стратегічних досліджень.

Інноваційні дослідження вчених доводять, що кожного року мінімум 5 млн. чоловік у світі помирають із-за високої температури в результаті глобального потепління. Крім того, у зв'язку із-за проблеми глобального потепління значна частина людей та представників тваринного світу із різних регіонів поповнюють лави вимушених «кліматичних біженців», а промислове тваринництво для створення тваринам комфортного мікроклімату потребують збільшення витрат енергоресурсів та води. За попередньою оцінкою низки експертів ООН кількість «кліматичних біженців» до 2050 р. на Землі може досягнути до 1 млрд. Так, за умови фактичного збільшення середньої температури на планеті лише 1°C «хвилі спеки» почастішали в п'ять разів, то за умови подальшого підвищення температури на 4°C «хвилі спеки» будуть відбуватися щорічно або в 40 разів частіше. Результатом всього цього буде і зміна течії в короткостроковій перспективі, що висушить Європу, нажаль [6].



Рис. 2. Абсолютний максимум температури повітря, зареєстрований в областях України за даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України

Зауважимо, що фатальним результатом глобального потепління є танення льодовиків. Так, протягом останніх 10–15 років втрати льодовиків зросли до п'яти разів, що, звичайно, безпосередньо впливає на рівень світового океану. При цьому вода піднімається сьогодні в 2,5 рази вище, ніж це спостерігалось 10 років тому. Згідно прогнозів саме через дані проблеми до 2050 р. у світі певна кількість території та населених пунктів зокрема буде змито водою або стануть повністю затоплені [7].

Крім того, новими наслідками змін клімату стають нові епідемії у тому числі *зооантропонози* (група інфекційних хвороб, які передаються від тварини до людини), оскільки, на думку науковців, глобальне потепління може «пробудити» доісторичні віруси, які є в льодовиках, що, в свою чергу, може призвести до наслідків, що перевищуватимуть у тисячі разів результати пандемії Covid-19, пташиного або свинячого грипу тощо [6].

Отже, наслідками глобального потепління є посухи, повені, засолення ґрунтів, нарощування випадків різноманітних епідемій, що вдарять по сільському господарству, що в свою чергу може призвести до продовольчої кризи та, навіть, зникнення деяких продуктів. Так, наприклад, до 2080 р. може повністю зникнути кавове дерево та деякі представники дикої фауни, і не тільки.

Але є й оптимістичний сценарій: температура планети Земля підніметься на критичні 1,5 °С, а надалі земна куля розпочне процес охолодження, проте для реалізації такого сценарію людство повинно до 2030 р. відмовитися від спалювання викопних енергоносіїв і припинити вирубувати ліси, що робить цей сценарій малоімовірним [7].

Станом на сьогодні у м'ясному балансі України свинина поступила з почесного першого місця галузі птахівництва та зайняла буквально протягом останніх 2–3 років почесне друге місце [1], проте однозначно можна стверджувати, що свинина збереже свої лідируючі позиції у тваринництві і на далі. Звісно це обумовлено важливими біологічними особливостями свиней на

кшталт: висока плодючість, відносно ранній вік досягнення статевої зрілості, короткий термін вагітності, скоростиглість молодняка, хороша адаптація, тощо.

Таким чином, дві галузі – птахівництво і свинарство завдяки своїм цінним біологічно та господарсько-корисним ознакам є та залишаються лідерами з виробництва м'яса в Україні ще на тривалий час. Зауважимо, що їх об'єднує те, що для успішного виробництва продукції, як для свинарства так і для птахівництва потрібно використовувати підвищену кількість комбікормів, які в свою чергу складаються зі злакових, протеїнових інгредієнтів та містять широкий спектр біологічно-активних речовин на кшталт вітамінів, мінералів (макро-, мікроелементів). Використання підвищеної кількості комбікормів у годівлі свиней та птиці робить ці види тварин конкурентами для людини в плані споживання зерна, круп і т. д, що особливої актуальності набуває в умовах глобального потепління, яке сприятиме зниженню або практично відсутності врожайності зернових та технічних культур. Такі приклади відомі, коли у посушливий 2020 р. на півдні Одеської області збирати врожай зернових через низький врожай не було економічної доцільності.

На початку 2021 р. NASA та низка екологічних організацій і наукових установ повідомили, що 2020 р. став найспекотнішим в історії метеоспостережень, а останні двадцять років демонструють стійку тенденцію до зростання середньорічної температури. Генсек ООН повідомив, що 2020 рік став «черговим безпрецедентним періодом екстремальних погодних та кліматичних катастроф». Як доказ того він зазначив, що концентрація вуглекислого газу піднялася до рівня, що на 148 % вищий від доіндустріального і додав: «Ми на краю прірви». Тим часом в Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів повідомили, що Україна переходить до зони надвисоких температур і погодних катаклізмів через кліматичні зміни, що загрожує опустелюванням значних територій вже у найближчі 30 – 50 років, тому кліматичні зміни зачеплять майже всі сфери життя, у тому числі сільське господарство та тваринництво зокрема, водні ресурси, промисловість та енергетичний сектор. Людству слід очікувати на явище аридизації (зменшення кількості опадів). Відомо, що волога – це так званий «акумулятор», який нівелює температурні перепади. За умови дефіциту або практично повної відсутності вологи і відсутності можливості нівелювати температурні контрасти відбувається процес спустелення. Звичайно, що критичним наслідком кліматичних змін буде дефіцит води та падіння її якості. Так, зокрема, за оцінками Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, 70 % сільськогосподарських угідь України за кілька років будуть потребувати додаткового поливу, що на 30 % більше, ніж зараз. Це може призвести до падіння врожаю зернових на 40 – 60% [7], а це в свою чергу призведе до питання чим годувати промислове тваринництво, що вимагають певної кількості комбікорму для досягнення успішних результатів на кшталт досягнення молодняком забійної живої маси свиней 100 кг за 154 – 164 дні і менше, курчатами-бройлерами – 2,2–2,5 кг за 36–42 дні.

За спостереженнями низки екологів кліматичні зміни в Україні набули більш помітного статусу за останні 10-15 років. Так на фоні цього зазнали змін й межі пір року, коли весна настає дещо пізніше та має низьку середньодобову температуру (наприклад це яскраво виражено у 2022 та 2023 рр.), осінь також

приходить із запізненням, а протягом першого місяця зими (грудня) сніжний покрив рідке явище [6, 7].

Мета даної роботи – визначити та узагальнити потенційні напрями оптимізації технологій вітчизняного виробництва продукції свинарства з урахуванням можливих проблем та наслідків глобального потепління.

Матеріали та методи досліджень. Фактичні розрахунки щодо використання води, виходу гною проведені для ДП «ДГ Андріївське» Білогород-Дністровського району Одеської області на основі довідникових, законодавчих [8, 9] або наукових матеріалів [13, 14] за загальноприйнятими у свинарстві методиками.

Результати дослідження та їх обговорення. Варто нагадати, що на виробництво 1 кг яловичини витрачається 10 кг корму та біля 15 л води, 1 кг баранини – 10 кг корму біля 8 л води, 1 кг свинини – 4 кг корму біля 6 л води, м'яса водоплавної птиці – 3 кг корму біля 5 л води, 1 кг курятини – 2 кг корму біля 4 л води [3].

Виходячи з вищенаведених розрахунків на відгодівлю 1 голови молодняку свиней за інтенсивної технології виробництва буде використано 300 кг повноцінного комбікорму та 450 л води, тоді як за екстенсивної технології – 1000 кг зерноsumіші та 1500 л води, що обумовлено збільшеною тривалістю життя тварини та щоденних перевитратах корму за рахунок потреб у підтримуючому кормі. Як результат кожен кілограм корму потребує певну кількість води. Звідси, інтенсивне промислове виробництво є не лише більш економічно доцільним за рахунок кращої конверсії корму, яка, як правило, у 2,5–3,0 рази менша аналогічного показника за екстенсивного виробництва, а такі технології забезпечують менші фінальні витрати води на одиницю приросту.

Вода є край критичною мінеральною сировиною для усіх біологічних організмів та свиней зокрема. Без води у тварин летальні випадки настають вже через кілька днів. Найбільш важливі функції води в організмі тварин: транспортний засіб для поживних речовин, гормонів, продуктів метаболізму, приймає участь у процесі терморегуляції та балансу амінокислот, утворює змазку для суглобів і є невід'ємним компонентом багатьох хімічних реакцій. В умовах виробництва зустрічається ситуація, коли саме порушення у технології напування є найголовнішим чинником. Тут варто говорити не лише про питну воду або ту, яку додають у кормові суміші за умови системи «вологої годівлі». Вода використовується для миття верстатів та іншого обладнання, для роботи системи охолодження: розбризкування води з повітряною підтримкою, «плакучі» панелі, капілярні терморегулювальні плити, а також функціонуючі системи гноєвидалення. Отже, ефективний менеджмент води – це один із способів заощадження, що особливо актуально на фоні можливих проблем пов'язаних із глобальним потеплінням та можливим збільшенням прибутковості бізнесу з виробництва свинини [9].

Тому, варто зупинитися на питаннях витрат води на обслуговування крупнотоварних свинарських підприємств, які складають для молодняку на відгодівлі до 100 % від витрат на напування тварин, тобто співвідношення 1 : 1, що в абсолютній величині становить 4,0–4,5 л. За таких витрат води на миття годівниць, прибирання приміщень варто задуматися над повторним використанням стоків води для подальшого їх технічного застосування [13, 18].

У той же час функціонування свинарської ферми потужністю лише 100 голів основних свиноматок потребує і певну кількість води для напування тварин та технологічних потреб ферми на миття обладнання, прибирання приміщень, гноєвидалення, тощо (табл. 1).

Таблиця 1. Потреба у воді в перерахунку на діючу свиноферму з повним виробничим циклом на 100 голів свиноматок (21-денний ритм, 2,4 опороси на основну свиноматку за рік, штучне осіменіння, інтенсивне виробництво)

Статевікова група свиней	Одночасне поголів'я, голів,	Добова потреба у воді на 1 голову, л			Загальна потреба у воді, м ³ за рік
		всього	у тому числі		
			питна	технічна	
Кнури-плідники	2	25,0	10,0	15,0	18,3
Холості та умовно поросні свиноматки	28	25,0	12,0	13,0	255,5
Поросні свиноматки	53	25,0	12,0	13,0	483,6
Підсисні свиноматки	19	60,0	20,0	40,0	438,0
Молодняк у віці:					
– 1 – 42 дні	154	2,3	0,8	1,5	129,3
– 43 – 60 днів	148	5,0	2,0	3,0	270,1
– 60 – 106 днів	324	6,0	3,0	3,0	709,6
Молодняк на відгодівлі живою масою, кг					
– до 70 кг	165	16,0	8,0	8,0	963,6
– 70 кг і >	220	20,5	11,5	9,0	1646,2
Ремонтний молодняк	8	20,5	11,5	9,0	59,9
Разом	1121	–	–	–	4974,1

Дійсно вторинна вода у аграрному виробництві дозволяє заощаджувати на витратах водних ресурсів. Так, споживання води в агрозоотехнічній сфері істотно перевищує споживання в цивільній сфері і промисловості. Для прикладу в Італії це співвідношення складає відповідно 60 %, 15 % і 25 %. На виконання європейського регламенту (визнання чинними положень Європейської Директиви 91/271) станом на сьогодні перевага віддається вторинній воді, а підключення до магістрального водопроводу – якщо вода не призначена для питних цілей або іхтіогенної сфери – може використовуватись, коли немає можливості відокремити очищені стічні води або за умови відсутності економічної доцільності. Стічні води відпускаються безкоштовно, а капітальні витрати на організацію очисних систем мінусуються з оподаткованої бази. Слід враховувати, що використання вторинної води в сільському господарстві можливо далеко не завжди, а тільки за умови, що сільськогосподарські угіддя, де передбачається застосування такої технології, розташовані в дуже віддаленому районі або на нижньому висотному рівні. Не можна використовувати стічні води, коли їх хімічний склад несумісний з сільським господарством (перевищення вмісту натрію і кальцію в порівнянні з калієм і магнієм, тощо). Варто зауважити, що відносно низькі поточні ціни на звичайну

водопровідну воду, що використовується для зрошення (яка визначається вартістю ліцензії на підключення до джерела або буріння свердловини) не сприяє переходу на використання з цією метою очищених стічних вод.

Технологія очищення стічних вод для агровиробництва диференціюється залежно від видів культур, для яких вони призначені. Так, для зрошення культур, призначених для харчування людини в сирому вигляді, вода повинна пройти процеси освітлення, фільтрації та дезінфекції. Для зрошення садів і пасовищ – достатньо освітлення флокуляцією (або біологічне відстоювання) та дезінфекції, для зрошення полів з нехарчовими культурами – біологічне відстоювання [4].

У свинарстві повторне використання стоків води для подальшого їх технічного застосування у процесах гноєвидалення в Україні може мати неабиякий сенс.

В умовах глобального потепління питання врожайності сільськогосподарських культур набуватиме ще більшої актуальності. Врожайність залежить від багатьох чинників, основними з яких є якість селекційного матеріалу, кількість опадів, дотримання сівозмін, використання добрив з акцентом на органічні добрива. За таких умов можуть набувати популярності екотехнології або навіть органічні технології вирощування культур [14, 17].

На сьогодні в умовах аграрного сектору України недооціненим чинником збільшення врожайності наших полів є органічні добрива, правильне використання яких активізує ґрунтову мікрофлору, а по завершенню процесів мінералізації відбувається насичення ґрунту поживними речовинами, які вже використовують рослини. Тривалість процесу мінералізації гною відбувається протягом 3 – 4 років, що позитивно впливає на родючість ґрунту. Відомо, що 1 т використаного на полях гною у вигляді цінного органічного добрива під час його дії в багаторічних сівозмінах дає змогу одержувати до 1 ц додаткової продукції в перерахунку на зерно [5], що в свою чергу нівелюватиме проблему «конкуренції між людиною та тваринами за зернові інгредієнти».

Таким чином, гній свиней є цінним органічним добривом (вміст загального азоту 6,0 %, фосфору (P_2O_5) – 3,2 %, калію (K_2O) – 2,5 % від сухої речовини) за його правильного компостування, його кількість і властивості цілком залежать від віку, типу і раціону годівлі, від прийнятої технології утримання свиней в умовах господарства, від того чи використовують за прийнятої технології підстилку або ні. В цілому добовий вихід гною визначається безпосередньо щодобовою кількістю екскрементів в результаті життєдіяльності свиней, об'ємом води, що надходить до системи гноєвидалення, кількістю фізичних (механічних) домішок, що видаляються з приміщень разом з екскрементами [11].

Розрахунковий вихід гною від свиноферми на 100 та 1000 голів свиноматок згідно існуючих норм виходу, вологості екскрементів [8] на свинарських підприємствах за умови використання повноцінних комбікормів представлено в таблиці 2, аналіз даних якої доводить, що функціонування свиноферми з повним виробничим циклом лише на 100 голів свиноматок за 21-денного ритму при 2,4 опоросах на основну свиноматку за рік за інтенсивного виробництва дозволяє мати 1121 голову одночасного поголів'я

свиней і при цьому одержати 1512 т гною за рік, який після його правильного компостування (підготовки) можна використати як цінне органічне добриво.

Таблиця 2. Розрахунковий вихід гною в перерахунку на діючу свиноферму з повним виробничим циклом на 100 голів свиноматок (21-денний ритм, 2,4 опороси на основну свиноматку за рік, штучне осіменіння, інтенсивне виробництво), кг

Статевікова група свиней	Вихід екскрементів та їх склад від 1 голови						Одночасне поголів'я, голів	Вихід гною, кг за добу/т за рік
	всього		у тому числі					
	маса, кг	вологість, %	кал		сеча			
			маса, кг	вологість, %	маса, кг	вологість, %		
Кнури-плідники	11,0	89,4	3,8	75,0	7,24	97,0	2	22/ 8
Холості та умовно поросні свиноматки	8,8	90,0	2,46	73,8	6,34	97,5	28	246/90
Поросні свиноматки	10,0	91,0	2,60	73,1	7,40	97,3	53	530/193
Підсисні свиноматки	15,3	9,01	4,30	73,1	11,0	96,8	19	291/106
Молодняк у віці:								
–26–42 дні	0,4	90,0	0,10	70,0	0,30	96,7	154	62/ 22
–43–60 днів	0,7	86,0	0,30	71,0	0,40	96,0	148	104/ 38
–60–106 днів	1,8	86,1	0,70	71,4	1,10	96,3	324	583/213
Молодняк на відгодівлі живою масою, кг								
–до 70 кг	5,0	87,0	2,05	73,0	2,95	96,7	165	825/301
–70 кг і >	6,5	87,5	2,70	74,7	3,80	96,9	220	1430/522
Ремонтний молодняк	6,5	87,5	2,70	74,7	3,80	96,9	8	52/19
Разом	–	–	–	–	–	–	1121	4145/1512
Вихід біогазу на 1 кг органічної речовини, м ³	–	–	–	–	–	–	–	1103,8
Вміст метану, %	–	–	–	–	–	–	–	55–78

За умови можливого використання біогазових установок [8] в результаті функціонування ферми з одночасним поголів'ям 1121 голів свиней вихід біогазу складе 1103,8 м³/ рік, проте варто зауважити, що біогазові установки мають кращу окупність саме на потужних свинокомплексах із поголів'ям свиноматок понад 500 голів.

Потужні та промислові виробники з виробництва свинини, які адаптувались до нових ринкових умов роботи в Україні поступово займають нішу, яка звільняється на ринку від «малопотужних» та «неефективних» підприємств, нарощуючи поголів'я та свою питому вагу на вітчизняному ринку. За результатами 2019-го 15 найбільших підприємств галузі утримували 57 % поголів'я промислових свиноматок та забезпечували понад половину промислової пропозиції живих свиней забійних кондицій [10].

Оцінюючи ситуацію в Україні, станом на початок 2020 р., є достатня кількість підприємств, поголів'я яких складає більше 5000 голів, тобто поголів'я основних свиноматок тут близько 250–350 голів основних свиноматок. За останні роки біля 70 % від усього поголів'я свиней нашої держави зосереджено на промислових підприємствах з поголів'ям більше 5000 голів свиней в рік (рис. 3). Зрозуміло, що функціонування таких потужних підприємств має свої переваги та недоліки. До основних переваг варто віднести: високотехнологічне виробництво, використання якісного селекційного матеріалу та ефективних схем гібридизації, низька собівартість виробництва, високий рівень механізації, автоматизації, застосування ІТ-технологій у виробничих процесах, проте часто на таких потужних підприємствах виникають питання екологічного характеру [12, 14, 17], які потрібно вирішувати із використанням інноваційних рішень.

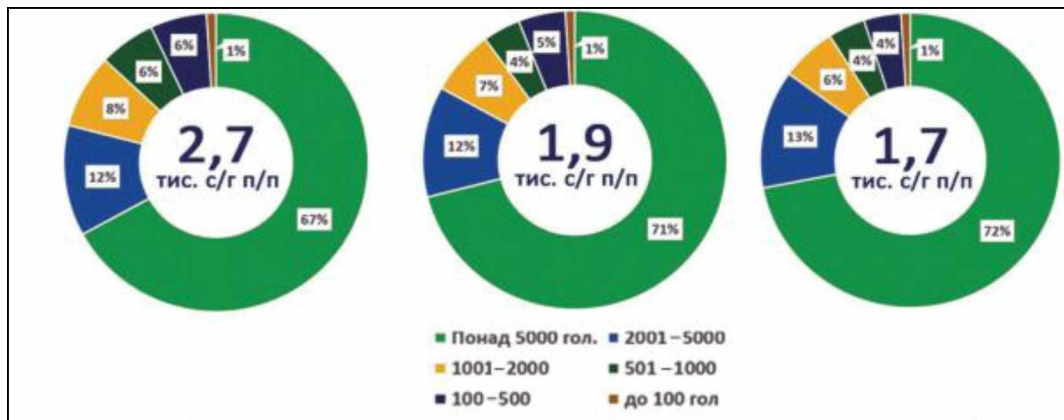


Рис. 3. Групування промислового поголів'я свиней за розмірами промислових свиного господарств у динаміці останніх років [10].

У результаті експлуатації свинокомплексів в атмосферне повітря потрапляє відносно суттєва кількість забруднюючих речовин на кшталт метану, сірководню, вуглекислого газу, аміаку, пилу, оксиду азоту, метилмеркаптану, диметиламіну, диметилсульфіду, що призводить до появи смороду від свинарських підприємств та стає небезпечним для здоров'я населення. Крім негативного впливу на людину, викиди від свинокомплексів завдають значної шкоди і атмосферному повітрю, адже викиди від тваринницьких комплексів становлять 18 % від усіх викидів парникових газів, що пов'язано з питанням

глобального потепління. Відомо, що з 1 т гною викидається до 52 м³ біогазу, 60 % якого складає метан, який і належить до парникових газів [11].

Досвід провідних країн ЄС вказує на низку ефективних заходів з метою зменшення негативного функціонування свинокомплексів на атмосферне повітря [12]:

- організація належної обробки, підготовки, зберігання і використання гною;

- розподіл твердої та рідкої фракції відходів, проведення сепарації, що суттєво скорочує викиди забруднюючих речовин. За таких умов рідка фракція не містить зважених частинок і припиняється процес розкладання твердих частинок гною, а звідси різко скорочується утворення неприємних запахів;

- задля зменшення виділення аміаку з рідкої фракції свинячого гною проведення підкислення (зниження рівня рН), що зв'язує аміак сірчаною кислотою. Для зберігання рідкої фракції гною будують закриті сховища (накопичувачі) з щільною кришкою або тентом. Забезпечення герметизації для мінімізації повітрообміну тут важливо, проте мінімальна вентиляція потрібна для профілактики накопичення горючих газів на кшталт метану;

- накривання твердого гною або гноєсховища спеціальним матеріалом (торф, дерев'яна тирса, тощо) для забезпечення фізичного бар'єру, знижуючи вивільнення аміаку до 50 % з гною в повітря та профілактики стікання дощової води;

- запровадження багатофазного режиму годівлі свиней. Крім того, використовуються спеціальні кормові добавки з метою зменшення кількості гною (ферменти) та ті, що зв'язують аміак в сечі (моноолігосахариди, тощо);

- використання спеціальних фільтрів у системах припливно-витяжної вентиляції приміщень для утримання свиней та приміщень для зберігання та обробки кормів;

- для очистки забрудненого повітря застосування мокрих скрубєрів, біофільтрів та багатоетапних систем очистки повітря. При цьому досягається значне зменшення викидів аміаку в повітря, відбувається очищення від пилу. Біофільтри застосовують, як правило, для приміщень, де немає підстилки, а сухі фільтри – для зменшення викидів пилу.

Важливим моментом щодо оптимізації технології виробництва свинини за глобального потепління залишається породний склад свиней. Так, станом на сьогодні популярними є буквально 4 – 5 порід, що поширені у промисловому свинарстві. Щодо низки вітчизняних порід, створених на початку ХХ ст. української степової білої, у середині ХХ ст. – миргородської, української степової рябої й наприкінці ХХ ст. – української та полтавської м'ясних порід, та, в решті-решт, для створеної на початку ХХІ ст. червоної білопоясої породи м'ясних свиней, ситуація, складається не на користь вітчизняного селекційного матеріалу, на жаль [15]. Ці породи з успіхом можуть мати місце для успішного їх розведення в умовах органічного виробництва за прикладом країн ЄС і бути адаптовані до умов глобального потепління.

Висновки. Наслідками глобального потепління є посухи, повені, засолення ґрунтів, нарощування випадків різноманітних епідемій, що вдарять по сільському господарству, що в свою чергу може призвести до продовольчої кризи та, навіть, зникнення деяких продуктів харчування та представників дикої фауни.

До можливих сценаріїв оптимізації технологій виробництва продукції свинарства в умовах України на фоні глобального потепління слід віднести:

- більш широке запровадження інтенсивного промислового виробництва свинини, що на відміну від екстенсивного виробництва забезпечує значно менші фінальні витрати кормів та води на одиницю приросту свиней;
- дотримання санітарно-захисної зони на промислових свинарських підприємствах та реалізація заходів з охорони атмосферного повітря, що в значній мірі дозволить зменшити викиди забруднювальних речовин від свинокомплексів та відповідно покращити санітарно-епідеміологічну та екологічну ситуацію поблизу території, що наближена до свинокомплексів;
- повторне використання стоків води для подальшого їх технічного застосування у процесах гноєвидалення для крупнотоварного свинарства;
- поступове нарощування популярності екотехнологій та органічних технологій вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням органічних добрив, що на фоні багаторічних сівозмін дасть змогу одержувати до 1 ц додаткової продукції в перерахунку на зерно.

Перспективи подальших досліджень. Проведення моніторингу щодо фактичних обсягів інвестицій на обладнання для повторного використання стоків води задля подальшого їх технічного застосування у процесах гноєвидалення в умовах низки конкретних підприємств з виробництва свинини.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Сільське господарство України 2020: стат. зб. Київ: Держкомстат України, 2021. 231 с.
2. Сусол Р., Решетніченко О., Кірович Н., Різничук І. Сучасний стан промислової технології виробництва племінної та товарної продукції свинарства в Україні. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2021. Вип. 101. С.59–66.
3. Food + Water Required to Produce 1 kg of Meat. URL: https://www.pinterest.com/pin/654851602071352145/feedback/?invite_code=c7cd7dfc21da401b8c9438101da33e3f&sender_id=1121466882117896343 (дата звернення 08.05.23).
4. Повторне використання стічних вод. URL: https://energain.com.ua/rain_water/tpost/4u4u0n1go1-povtorne-vikoristannya-stchnih-vod (дата звернення 08.05.23).
5. Антоненко Семен Свиридонович життєвий шлях та його система органічного землеробства / В. М. Писаренко, А. С. Антоненко, Г. В. Лук'яненко, П. В. Писаренко. П., 2023. С.172.
6. Наслідки глобального потепління. URL: <https://www.bsmu.edu.ua/blog/naslidky-globalnogo-poteplinnya/> (дата звернення 08.05.23).
7. Прищепя Я. Посухи та зсув природних зон. Як глобальні зміни клімату вплинуть на Україну. URL: <https://suspilne.media/133665-posuhi-ta-zsuv-prirodnih-zon-ak-globalni-zmini-klimatu-vplinut-na-ukrainu/> (дата звернення 08.05.23).
8. Відомчі норми технологічного проектування. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. ВНТП-АПК-09.06. (Мінагрополітики України. Київ 2006. URL: <https://zakon.isu.net.ua>. (дата звернення 08.05.23).

9. Вода для свиней: наскільки важливими є обсяги та якість URL: <https://pigua.info/uk/post/voda-dla-svinej-naskilki-vazlivimi-e-obsagi-ta-akist-uk> (дата звернення 08.05.23).
10. Повод М. Г., Андреева Д. М., Лихач А. В., Дещенко О. С., Лихач В. Я., Резніченко В. І., Бондарська О. М. Передвоєнний стан вітчизняного свинарства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2022. № 2. С.175–185.
11. Викиди від свинокомплексів. URL: <http://epl.org.ua/human-posts/vykydy-vid-svynokompleksiv/> (дата звернення 08.05.23).
12. Прес-реліз: чому все можна власникам свиноферми в с. Гряда? URL: <http://epl.org.ua/announces/pres-reliz-chomu-vse-mozhna-vlasnykam-svynofermu-v-s-gryada/> (дата звернення 08.05.23).
13. Лінник М. К., Сенчук М. М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив. Київ, 2012. 330 с.
14. Башенко М. І., Волощук В. М., Небелиця М. С. та ін. Технологія органічного виробництва свинини. ІС і АПВ НААН. Полтава : ТОВ «Фірма «Техсервіс», 2017. 399 с.
15. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2018 рік / С. В. Прийма та ін. Київ, 2019. Т. II. 204 с.
16. Лихач В. Я., Лихач А. В. Технологічні інновації у свинарстві : монографія. Київ: НУБіП України, 2020. 290 с.
17. Мазанько М. О. Розробка технології виробництва свинини підвищеної харчової цінності з застосуванням ощадних екологічно-безпечних ресурсів : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.04 / Ін-т свинарства і АПВ НААН Полтава, 2015. 19 с.
18. Свинарство: монографія / Волощук В. М. та ін. Київ: Аграрна наука, 2014. 592 с.
19. Лихач В. Я., Лихач А. В., Фаустов Р. В., Кучер О. О. Сучасний стан та перспективи розвитку вітчизняного свинарства. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. Суми, 2021. Вип. 1 (44). С. 69–80.
20. Козир В. С., Халак В. І., Зельдін В. Ф., Майстренко А. Н. Сучасні селекційно-генетичні та технологічні аспекти інтенсифікації свинарства в степовій зоні України. Дніпро: Нова ідеологія, 2021. 190 с.

REFERENCES

1. *Silske gospodarstvo Ukrainy 2020* [Agriculture of Ukraine 2020]. (2021). Kyiv: Derzhkomstat of Ukraine [in Ukrainian].
2. Susol, R., Reshetnichenko, O., Kirovych, N., Riznychuk, I. (2021). Suchasnyi stan promyslovoi tekhnologii vyrobnytstva plemynnoi ta tovarnoi produktsii svynarstva v Ukraini. [The current state of industrial technology for the production of breeding and commodity products of pig breeding in Ukraine]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria* [Agrarian Bulletin of the Black Sea Region]. Odesa, 101, 59–66 [in Ukrainian].
3. Food + Water Required to Produce 1 kg of Meat. URL: https://www.pinterest.com/pin/654851602071352145/feedback/?invite_code=c7cd7dfc21da401b8c9438101da33e3f&sender_id=1121466882117896343 (date of access 08.05.23).

4. Reuse of wastewater. URL: https://energain.com.ua/rain_water/tpost/4u4u0n1go1-povtorne-vikoristannya-stchnih-vod (date of access 08.05.23).
5. Antonets, S. S., Pysarenko, V. M., Lukianenko, G. V., Pysarenko, P. V. (2023). *Antonets Semen Svyrydonovych zhyttyevyy shlyakh ta yoho systema orhanichnoho zemlerobstva*. [Antonets Semen Svyrydonovych life path and its system of organic farming] [in Ukrainian].
6. Naslidky hlobal'noho poteplinnia [Consequences of global warming]. URL: <https://www.bsmu.edu.ua/blog/naslidky-globalnogo-poteplinnia/> (date of access 08.05.23).
7. Pryshchepa, Ya. Posukhy ta zsum pryrodnykh zon. Yak hlobal'ni zminy klimatu vplynut' na Ukrainu [Droughts and shifts in natural zones. How global climate change will affect Ukraine]. URL: <https://susplne.media/133665-posuhi-ta-zsum-prirodnykh-zon-ak-globalni-zmini-klimatu-vplynut-na-ukrainu/> (date of application 08.05.23).
8. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia. Systemy vydalennia, obrobky, pidhotovky ta vykorystannia hnoiu. VNTP-APK-09.06. (Minahropolityky Ukrayiny) [Departmental norms of technological design. Systems of removal, treatment, preparation and use of manure. VNTP-APK-09.06. (Ministry of Agricultural Policy of Ukraine)]. Kyiv 2006. URL: <https://zakon.isu.net.ua>. (date of access 05.08.23).
9. Voda dlia svynei: naskil'ky vazhlyvymy ye obsiahy ta yakist [Water for pigs: how important volumes and quality are] URL: <https://pigua.info/uk/post/voda-dla-svinei-naskilki-vazlivimi-e-obsagi-ta-akist-uk> (date of application 08.05.23) [in Ukrainian].
10. Povod, M. H., Andrieieva, D. M., Lykhach, A. V., Deshchenko, O. S., Lykhach, V. YA., Rieznichenko, & V. I., Bondars'ka, O. M. (2022). Peredvoiennyi stan vitchyznianoho svynarstva [Pre-war state of domestic pig farming]. *Visnyk Poltavs'koi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of the Poltava State Agrarian]. Poltava, 2, 175-185 [in Ukrainian].
11. Vykydy vid svynokompleksiv [Emissions from pig farms.]. URL: <http://epl.org.ua/human-posts/vykydy-vid-svynokompleksiv/> (date of application 08.05.23) [in Ukrainian].
12. Pres-reliz: chomu vse mozhna vlasnykam svynofерmy v s. Hriada? [Press release: why everything is possible for pig farm owners in the village Hriada?]. URL: <http://epl.org.ua/announces/pres-reliz-chomu-vse-mozhna-vlasnykam-svynofерmy-v-s-gryada/> (date of access 08.05.23).
13. Linnyk, M. K., Senchuk, M. M. (2012). *Tekhnolohii i tekhnichni zasoby vyrobnytstva ta vykorystannia orhanichnykh dobryv* [Technologies and technical means of production and use of organic fertilizers]. Kyiv [in Ukrainian].
14. Bashchenko, M. I., Voloshchuk, V. M., Nebelytsia, M. S. ta in. (2017). *Tekhnolohiia orhanichnoho vyrobnytstva svynyny*. [Technology of organic pork production]. IS i APV NAAN [Institute of Pig Breeding and AIP NAAS]. Poltava: TOV "Firma "Tekhservis" [in Ukrainian].
15. Pryma, S. V. (2019). Derzhavnyi reiestr subiektiv plemynnoi spravy u tvarynnytstvi za 2018 rik [State register of breeding subjects in animal husbandry for 2018]. Part II. Kyiv [in Ukrainian].

16. Lykhach, V. Ya. Lykhach, A. V. (2020). *Tekhnolohichni innovatsii u svynarstvi* [Technological innovations in pig breeding]. Kyiv: NUBiP Ukrayiny [in Ukrainian].
17. Mazan'ko, M. O. (2015). *Rozrobka tekhnolohii vyrobnytstva svynyny pidvyshchenoi kharchovoi tsinnosti z zastosuvanniam oshchadnykh ekolohichno-bezpechnykh resursiv* [Development of technology for the production of pork of increased nutritional value with the use of eco-friendly and safe resources]. (Extended abstract of candidate's thesis). Poltava: Instytut svynarstva i APV NAAN [in Ukrainian].
18. Voloshchuk, V. M. & other. (2014). *Svynarstvo* [Pig Breeding]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
19. Lykhach, V. Ya., Lykhach, A. V., Faustov, R. V., Kucher, O. O. (2021). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku vitchyznianoho svynarstva. Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu [Current state and prospects for the development of domestic pig farming.]. *Seriia «Tvarynnytstvo»* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University. "Livestock" series.]. Sumy, 1(44), 69–80 [in Ukrainian].
20. Kozyr, V. S., Khalak, V. I., Zel'din, V. F., Maistrenko, A. N. (2021). *Suchasni selektsiino-henetychni ta tekhnolohichni aspekty intensyfikatsii svynarstva v stepovii zoni Ukrayiny* [Modern breeding-genetic and technological aspects of pig breeding intensification in the steppe zone of Ukraine]. Dnipro: Nova ideolohiia [in Ukrainian].

DIRECTIONS OF THE OPTIMIZATION OF PORK PRODUCTION TECHNOLOGIES TAKING INTO ACCOUNT POTENTIAL PROBLEMS OF GLOBAL WARMING

R. L. Susol

*Odessa State Agrarian University
Kanatna Str., 99, Odesa, Ukraine, 65012*

As of today, in the meat balance of Ukraine, pork has ceded the honorable first place to the poultry industry and has taken an honorable second place literally over the past 2-3 years, but it can be unequivocally stated that pork will retain its leading position in animal husbandry in the future. Thus, two industries - poultry breeding and pig breeding, due to their valuable biologically and economically beneficial characteristics, are and will remain the leaders of meat production in Ukraine for a long time to come. They are united by the fact that successful production of both pig and poultry products requires the use of increased amounts of mixed fodder, which in turn consists of cereal and protein ingredients. The use of increased amounts of compound feed in feeding pigs and poultry makes these species of animals compete with humans in terms of grain, cereals, etc., which is especially important in the context of global warming, which will reduce or even eliminate the yield of grain and industrial crops. The further development of pig breeding as an industry clearly requires a scientific approach to determine the direction of optimization of pork production technologies, taking into account various potential problems (obstacles), one of which is global warming, which has a direct (indoor microclimate) and

*indirect (crop yields) impact on the industry. **The purpose** of this work is to identify and summarize potential areas for optimizing technologies for domestic pig production, taking into account possible problems and consequences of global warming. **Methods.** Actual calculations on water use and manure output were carried out for the State Enterprise "Andriivske" of the Bilohorod-Dnistrovskiyi district of Odesa region on the basis of reference, legislative or scientific materials according to generally accepted methods in pig production. **Research results and discussion.** The consequences of global warming are droughts, floods, soil salinization, increasing cases of various epidemics that will affect agriculture, which in turn can lead to a food crisis and even the disappearance of some products and wildlife. As for the optimistic scenario: the temperature of the planet Earth will rise by a critical 1.5°C, and then the globe will begin to cool, but to implement this scenario, humanity must stop burning fossil fuels and stop deforestation by 2030, which makes this scenario unlikely. **Conclusions.** Possible scenarios for optimizing pig production technologies in Ukraine against the background of global warming include:*

- wider introduction of intensive industrial pork production, which, unlike extensive production, provides significantly lower final feed and water consumption per unit of growth;

- only if the sanitary protection zone is observed and air protection measures are implemented, it is possible to significantly reduce pollutant emissions from pig farms and, accordingly, improve the sanitary, epidemiological and environmental situation in the vicinity of pig farms;

- reuse of water effluents for their further technical use in manure removal processes for large-scale pig production in Ukraine should be developed as a priority;

- gradual increase in the popularity of eco-technologies or even organic technologies for growing crops with the use of organic fertilizers, which, against the background of long-term crop rotations, allows to obtain up to 1 tone of additional production in terms of grain.

Keywords: *global warming, industrial pig production, technology optimisation, production intensification, feed consumption, water consumption.*

Отримано 14.05.2023

Отримано після доопрацювання 01.06.2023

Затверджено до видання 20.16.2023