

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА
І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ
ТВАРИННИЦТВА**

Збірник наукових праць

№ 1 (202) 2026

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва = Animal Husbandry Products Production and Processing: збірник наукових праць. № 1 (202) 2026. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2026. 156 с. DOI 10.33245

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 3 від 19.05.2026 р.)

«Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» («Animal Husbandry Products Production and Processing») – збірник наукових праць є фаховим виданням, який включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019 р.) і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Google Scholar, Crossref.

Головний редактор – **Ставецька Р.В.**, д-р с.-г. наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна, Н2 «Тваринництво»

Заступник головного редактора – **Ластовська І.О.**, канд. с.-г. наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна, Н2 «Тваринництво»

Члени редколегії:

Бабенко О.І., канд. с.-г. наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна, Н2 «Тваринництво»

Борщ О.О., д-р с.-г. наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна, Н2 «Тваринництво»

Гриневиц Н.Є., д-р вет. наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна, Н5 «Водні біоресурси та аквакультура»

Лихач А.В., д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна, Н2 «Тваринництво»

Луговий С.І., д-р с.-г. наук, професор, Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв, Україна, Н2 «Тваринництво»

Мерзлов С.В., д-р с.-г. наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна, Н2 «Тваринництво»

Ніколова Л., доктор наук, професор, Аграрний університет, Пловдив, Болгарія, Н5 «Водні біоресурси та аквакультура»

Попова М., доктор філософії, головний асистент (Chief Assistant Professor), Аграрний університет, Пловдив, Болгарія, Н2 «Тваринництво»

Світельський М.М., канд. с.-г. наук, доцент, Житомирський державний університет ім. Івана Франка, Житомир, Україна, Н5 «Водні біоресурси та аквакультура»

Уманець Д.П., канд. с.-г. наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна, Н2 «Тваринництво»

Цехмістренко С.І., д-р с.-г. наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна, Н2 «Тваринництво»

Черненко О.М., д-р с.-г. наук, професор, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна, Н2 «Тваринництво»

Editorial Board

Editor in chief – **Stavetska R.**, D. Sc., Professor, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Deputy Editor in chief – **Lastovska I.**, Candidate of Agricultural Sciences, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine.

Editorial Board Members:

Babenko O., Candidate of Agricultural Sciences, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Borshch O., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Grynevych N.Ye., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Lykhach A.V., D. Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Luhovyi S.I., D. Sc., Prof., Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

Merzlov S.V., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Nikolova L., PhD, Ass. Prof., Agrarian University, Plovdiv, Bulgaria

Popova M., PhD, Chief Assistant Professor, Agricultural University – Plovdiv, Bulgaria

Svitelskyi M., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine;

Umanets D., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, National University of Life

Tsekhmistrenko S.I., D. Sc., Professor, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Chernenko O., D. Sc., Professor, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1,
м. Біла Церква, 09117, Україна, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

ЗМІСТ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ
ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

Бітюцький В.С., Цехмістренко С.І., Харчишин В.М., Тимошок Н.О., Мельниченко О.М., Веред П.І., Мельниченко Ю.О. Вплив «зелених» наночастинок селену на концентрацію гормонів щитоподібної залози у курчат-бройлерів	6
Гетья А.А., Матвеев М.А., Борщ О.В., Борщ О.О., Гришко В.А. Закономірності змін молочної продуктивності упродовж лактації корів та її прогнозування	14
Джус В.М., Бондаренко Л.В. Вплив інсектної біомаси личинок <i>Hermetia illucens</i> на морфологічні та біохімічні показники крові фазанів	24
Крук О.П., Угнівенко А.М., Антонюк Т.А. Якісні ознаки яловичини 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за різної конформації туш	32
Лавринюк О.О., Нестерук М.С., Пилипчук О.В., Сіхневич К.Й. Вплив рівнів інтенсивності годівлі на продуктивність і тривалість завершальної відгодівлі бугайців	40
Микитюк В.В., Мокдат Санаа Я.А. Використання гранульованого корму в годівлі молодняка овець та його вплив на перетравність поживних речовин та інтенсивність росту ..	49
Процайло Я.С., Кирилів Я.І. Вплив соєвої олії і ферментованого водорозчинного комплексу ліпідів на продуктивність та якість яєць курей-несучок	61
Прудніков В.Г., Колісник О.І., Михальченко С.А., Батир Р.Ю., Дидикіна А.І. Відтворювальна здатність корів швіцької породи при утриманні на відкритих вигульних майданчиках	70
Сенчук М.М. Каскадна біотехнологія культивування спіруліни	80
Титарьова О.М., Ставецька Р.В., Гирич Д.С. Продуктивність поросят за використання престаартерних комбікормів із добавками, які володіють протимікробними властивостями ..	91
Федорович Є.І., Федорович В.В., Стецишин М.С. Мінливість ознак відтворювальної здатності корів залежно від різних чинників	100

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Коваленко В.О., Гриневич Н.Є., Ільчук І.І., Новохатко О.В., Коваленко Б.Ю., Слюсаренко А.О., Шваб В.С., Присяжнюк Н.М. Розторопша плямиста (<i>Silybum marianum</i>) у раціоні риби: застосування силімарину для підвищення продуктивності та стійкості кларієвого сома (<i>Clarias gariepinus</i>)	111
Ковальський Ю.В., Жмур В.В. Вплив протеїнового живлення та амінокислотного складу раціону на розвиток воскової залози у медоносних бджіл <i>Apis mellifera</i> L.	123
Маріуца А., Борисенко Н., Димань Т. Генетичне профілювання антонінсько-зозуленецьких внутрішньопородних типів української лускатої та рамчастої порід коропа з використанням ISSR-маркерів	135
Портянник С.В., Маменко О.М., Царенюк О.М., Онищенко А.О. Акумуляція важких металів кадмію та свинцю у внутрішніх органах і тканинах продуктивних тварин в умовах техногенного навантаження на агроєкосистеми	144

CONTENT

TECHNOLOGY OF MANUFACTURE AND PROCESSING PRODUCTION OF ANIMALS

Bityutskyy V., Tsekhmistrenko S., Kharchyshyn, V., Tymoshok N., Melnychenko O., Onyshchenko L., Melnychenko Yu. The effect of «green» selenium nanoparticles on thyroid hormone concentrations in broiler chickens	6
Getya A., Matvieiev M., Borshch O., Borshch O., Grishko V. Patterns of milk productivity formation and changes throughout cow lactation and methods for its prediction	14
Dzhus V., Bondarenko L. The effect of <i>Hermetia illucens</i> larval biomass on the morphological and biochemical parameters of pheasant blood	24
Kruk O., Ugnivenko A., Antoniuk T. Qualitative characteristics of beef from 21-month-old Ukrainian black-and-white dairy young bulls with different carcass conformation classes	32
Lavrynyuk O., Nesteruk M., Pylipchuk O., Sikhnevich K. Impact of feeding intensity levels on productivity and duration of the finishing period in young bulls	40
Mykytiuk V., Mokdad Sanaa Y. The use of granulated feed in feeding young sheep and its effect on nutrient digestibility and growth rate	49
Protsaylo Ya., Kyrlyiv Ya. Influence of soybean oil and fermented algae-soluble lipid complex on productivity and quality of laying hen eggs	61
Prudnikov V., Kolisnyk O., Mikhalchenko S., Batyr R., Didykina A. Reproductive performance of Brown Swiss cows under open-air housing conditions	70
Senchuk M.M. Cascade biotechnology for spirulina cultivation	80
Tytariova O., Stavetska R., Hyrych D. Growth performance of piglets fed prestarter compound feeds with antimicrobial additives	91
Fedorovych Ye., Fedorovych V., Stetsyshyn M. Variability of reproductive performance traits in cows depending on various factors	100

AQUATIC BIORESOURCES AND AQUACULTURE


Kovalenko V., Hrynevych N., Ilchuk I., Novokhatko O., Kovalenko B., Sliusarenko A., Shvab V. Milk thistle (<i>Silybum marianum</i>) in fish feed: scientific rationale for the use of bioactive flavonolignans to enhance fish productivity and resilience	111
Kovalskyy I., Zhmur V. Effect of protein nutrition level and amino acid composition of the diet on the wax glands development in honey bees <i>Apis mellifera L.</i>	123
Mariutsa A., Borysenko N., Dyman T. Genetic profiling of the Antoniny–Zozulenets intrabreed type of Ukrainian leather and scaly carp using ISSR markers	135
Portiannyk S., Mamenko O., Tsereniuk O., Onyshchenko A. Accumulation of heavy metals cadmium and lead in the internal organs and tissues of productive animals under conditions of technogenic load on agroecosystems	144

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 636.4.053.084:615.32

**Продуктивність поросят
за використання престаартерних комбікормів із добавками,
які володіють протимікробними властивостями**Титарьова О.М. , Ставецька Р.В. , Гирич Д.С. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Титарьова О.М. E-mail: olenakosyanenko@gmail.com

Титарьова О.М., Ставецька Р.В., Гирич Д.С.
Продуктивність поросят за використання престаартерних комбікормів із добавками, які володіють протимікробними властивостями. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2026. № 1. С. 91–99.

Tytariova O., Stavetska R., Hyrych D.
Growth performance of piglets fed prestarter compound feeds with antimicrobial additives. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2026. № 1. PP. 91–99.

Рукопис отримано: 23.02.2026 р.

Прийнято: 09.03.2026 р.

Затверджено до друку: 19.05.2026 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2026-202-1-91-99

ISSN 2310-9289

У статті досліджено вплив кормових добавок – підкислювача та фітобіотика – на продуктивність і стан здоров'я свиней у ранньому віці. Метою експерименту було оцінити ефективність зазначених кормових засобів щодо підвищення приростів живої маси, поліпшення конверсії корму та зниження частоти виникнення діареї.

Для реалізації поставленої мети сформовано три групи тварин: контрольну, яка отримувала стандартний раціон, і дві дослідні, до раціону яких додатково вводили відповідно підкислювач і фітобіотик. Спостереження проводили у вікові періоди 22–28 та 29–35 діб, тобто протягом одного тижня до відлучення та одного тижня після нього.

Результати дослідження засвідчили, що у віці 22–28 діб середньодобові прирости живої маси у тварин контрольної групи становили 254 г, тоді як у свиней, які споживали підкислювач, – 305 г, а фітобіотик – 320 г. У період 29–35 діб (після відлучення) встановлено подальше підвищення інтенсивності росту: середньодобові прирости живої маси тіла становили відповідно 274 г у контрольній групі, 326 г – у групі з підкислювачем і 369 г – у групі з фітобіотиком.

Встановлено, що споживання корму тваринами дослідних груп перевищувало аналогічний показник контрольної групи на 18–27 г у віці 22–28 діб і на 67–69 г у період 29–35 діб. Витрати корму на 1 г приросту живої маси у контрольній групі становили 1,51 г/г, тоді як у групі з використанням підкислювача цей показник знижувався до 1,48 г/г, а при застосуванні фітобіотика – до 1,30 г/г, що свідчить про підвищення ефективності використання корму.

Найбільш виражені відмінності між групами встановлено за показником частоти виникнення діареї: у тварин контрольної групи він досягав 37,5 %, тоді як у групі із застосуванням підкислювача знижувався до 10,1 %, а у групі з фітобіотиком – до 8,3 %.

Таким чином, результати проведеного дослідження підтвердили, що застосування підкислювача та фітобіотика у складі раціону сприяє підвищенню інтенсивності росту свиней, збільшенню споживання корму та поліпшенню його конверсії, а також зниженню частоти виникнення діареї.

Найбільш виражений ефект відзначено у групі тварин, які отримували фітобіотик: середньодобові прирости були вищими на 67–95 г, витрати корму на 1 г приросту – нижчими на

0,09–0,21 г/г, а частота діареї зменшувалася майже на 30 % порівняно з контрольною групою

Отримані результати свідчать про доцільність і перспективність використання фітобіотики як ефективного кормового засобу для підвищення продуктивності та збереження здоров'я свиней у ранньому віці.

Ключові слова: поросята-сисуні, відлучення, підкислювач, фітобіотик, середньодобові прирости, споживання корму, конверсія корму, діарея.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сучасне свинарство є однією з провідних галузей аграрного виробництва, що забезпечує населення високоякісною білковою продукцією та формує вагому частку економіки багатьох країн світу. Інтенсивний розвиток галузі супроводжується постійним удосконаленням технологій утримання і годівлі тварин, спрямованих на підвищення продуктивності, зниження собівартості продукції та забезпечення її стабільної якості. Водночас поряд із досягненнями сучасного свинарства загострюється проблема надмірного та часто неконтрольованого використання антибіотиків у годівлі свиней [4, 20].

Антибіотики почали широко застосовувати у тваринництві з 1950-х років, насамперед як стимулятори росту. У 1970-1980-х роках практика їхнього використання набула глобального поширення, і антибактеріальні препарати фактично стали невід'ємним елементом інтенсивних технологій вирощування, забезпечуючи підвищення середньодобових приростів, поліпшення конверсії корму та зниження рівня падежу тварин [8, 12].

Зазначена практика зумовила формування глобальної проблеми – антибіотикорезистентності, яка становить загрозу як для ветеринарної медицини, так і для охорони здоров'я людини. Наявність залишків антибіотиків у продукції тваринництва, їхній вплив на кишкову мікробіоту та довкілля стали предметом численних наукових досліджень і міжнародних регуляторних обмежень [4, 20]. Перші обмеження щодо використання антибіотиків як стимуляторів росту були запроваджені у Швеції у 1986 році [22]. У подальшому Європейський Союз повністю заборонив метою у 2006 році [18], а у США така практика була офіційно припинена у 2017 році [18]. В Україні відповідні обмеження набули чинності у березні 2026 року. Водночас у низці країн, зокрема Китаї, Індії, В'єтнамі, Бразилії, Аргентині, Мексиці та багатьох країнах Африки антибіотики як стимулятори росту й надалі широко

застосовуються, що ускладнює глобальні зусилля щодо подолання антибіотикорезистентності.

У цьому контексті актуальним завданням є пошук безпечних і ефективних альтернатив, здатних забезпечити стабільну продуктивність свиней. Одним із перспективних напрямів є використання фітобіотиків – природних біологічно активних речовин рослинного походження, що характеризуються широким спектром біологічної дії.

Фітобіотики – це група біологічно активних природних сполук рослинного походження, що синтезуються рослинами та проявляють різноманітну біологічну дію. До них належать ефірні олії, екстракти лікарських рослин, вторинні метаболіти, поліфенольні та інші сполуки. Вони характеризуються антибактеріальною, антиоксидантною, проти-запальною та імуномодельючою активністю, що зумовлює їхній потенціал як перспективної альтернативи антибіотикам у тваринництві та харчовій промисловості [14].

Фітобіотики визначаються як група біологічно активних рослинних метаболітів, здатних впливати на мікробіоту, обмін речовин та імунну систему організму. Ефірні олії та полі фенольні сполуки характеризуються широким спектром антимікробної активності щодо харчових патогенів, зокрема *Escherichia coli* та *Salmonella spp.*, що зумовлено їхньою здатністю порушувати цілісність клітинних мембран бактерій та інгібувати ключові ферментні системи. Окрім пригнічення розвитку патогенів, фітобіотики також можуть стимулювати секрецію травних ферментів, сприяючи покращенню засвоєння поживних речовин і оптимізації загального метаболізму.

Ефірні олії – це леткі ароматичні сполуки рослинного походження, що містяться в таких рослинах, як орегано (*Origanum vulgare*), чебрець (*Thymus vulgaris*), розмарин (*Rosmarinus officinalis*), гвоздика (*Syzygium aromaticum*), кориця (*Cinnamomum verum*) та інших. Основними біологічно активними компонентами ефірних олій є тимол,

карвакрол, евгенол і циннамальдегід. Ці сполуки проявляють антимікробну активність, порушуючи цілісність клітинних мембран бактерій, інгібуючи їхній метаболізм і забезпечуючи виражений антимікробний ефект [9, 10].

Поліфеноли та флавоноїди – це природні антиоксидантні сполуки, що широко представлені у зеленому чаї (*Camellia sinensis*), винограді (*Vitis vinifera*), гранаті (*Punica granatum*) та яблуках (*Malus domestica*). До основних представників цих класів належать кверцетин, катехіни та таніни. Вони проявляють антиоксидантну активність шляхом нейтралізації вільних радикалів, зниження оксидативного стресу та захисту клітин від структурних і функціональних ушкоджень.

Алкалоїди – це азотовмісні біологічно активні сполуки рослинного походження, які характеризуються імуномодулюючими, протизапальними властивостями, а також здатністю впливати на функціонування нервової системи. До рослин, що містять алкалоїди або алкалоїдоподібні сполуки, відносять женьшень (*Panax ginseng*), солодку голу (*Glycyrrhiza glabra*), мак снодійний (*Papaver somniferum*), а також різні види перцю. У чорному перці (*Piper nigrum*) основною біологічно активною речовиною є піперин, який стимулює секрецію травних ферментів, покращує засвоєння поживних речовин, проявляє антибактеріальну активність і підвищує біодоступність інших сполук. У червоному перці (*Capsicum annuum*) ключовим біоактивним компонентом є капсаїцин, що характеризується вираженими протизапальними, антиоксидантними та антимікробними властивостями. Завдяки комплексній дії цих сполук перець розглядається як один із ефективних природних фітобіотиків, який поєднує різні механізми дії – від пригнічення патогенних мікроорганізмів до модуляції імунної системи.

Сапоніни та глікозиди — це біологічно активні сполуки рослинного походження, що містяться у бобових культурах, зокрема сої (*Glycine max*), люцерні посівній (*Medicago sativa*) та женьшені (*Panax ginseng*). Вони характеризуються поверхнево-активними властивостями, здатністю модулювати імунну відповідь організму та проявляти антимікробну дію, зокрема пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів [3, 16, 21].

Механізм дії фітобіотиків можна узагальнити за кількома ключовими напрямками. По-перше, антибактеріальна активність, яка реалізується через порушення клітин-

них мембран мікроорганізмів, інгібування синтезу білків і пригнічення ключових метаболітичних процесів патогенів. По-друге, антиоксидантна дія, що полягає у нейтралізації вільних радикалів, зниженні рівня оксидативного стресу та стабілізації клітинних структур. По-третє, протизапальний ефект, який проявляється у зменшенні продукції прозапальних цитокінів. І, нарешті, імуномодулюючий вплив, що характеризується стимуляцією проліферації лімфоцитів, активацією макрофагів і підвищенням рівня імунoglobulinів, що в сукупності забезпечує більш ефективну імунну відповідь організму.

Мета дослідження полягала у визначенні впливу кормових добавок, зокрема підкислювача та фітобіотика, на продуктивність і стан здоров'я поросят у післявідлучний період.

Матеріал і методи дослідження. Для проведення науково-господарського дослідження було відібрано 6 гнізд по 12 поросят у кожному. Тварин розподілили на три групи: одну контрольну та дві дослідні, по 24 голови в кожній (табл. 1). Поросята була аналогами за віком (14 діб), живою масою (близько 4,5 кг), статтю (у кожній групі – 12 кнурців і 12 свинок) та походженням (трипородні гібриди). При формуванні груп також враховували продуктивність свиноматок, оскільки початок експерименту та формування груп припадали на підсисний період.

Для оцінки продуктивності щоденно проводили зважування тварин за допомогою електронних ваг «Smart DT-809», що давало змогу визначити середньодобові прирости живої маси. Кормову активність оцінювали за показниками середньодобового споживання корму, а ефективність його використання – за витратами корму на одиницю приросту (формула 1) [1].

$$Q = \frac{C}{P}, \quad (1)$$

де Q – витрати корму на одиницю приросту (г/г);
C – кількість спожитого корму (г);
P – приріст живої маси (г).

Стан травної системи контролювали шляхом реєстрації випадків діареї у кожній групі з подальшим визначенням їхньої частоти у відсотках від загальної кількості тварин (формула 2) [2].

$$F = \frac{Nd}{N} \times 100, \quad (2)$$

де F – частота виникнення діареї, %;
Nd – кількість тварин, у яких зафіксовано діарею, голів;
N – загальна кількість тварин у групі, голів.

Таблиця 1 – Схема науково-господарського досліджу

Група	Умови годівлі:	
	зрівняльний період	основний період
1 – контрольна	ПК	ПК
2 – дослідна	ПК	ПК + підкислювач 2 кг/т (з підкислювачем на 1 т комбікорму додають мурашиної кислоти 780г/т, молочної кислоти 220 г/т, пропіонової кислота 190 г/т)
3 – дослідна	ПК	ПК + кормова добавка 0,5 кг/т (з кормовою добавкою на 1 т комбікорму додають <i>Allium sativum</i> (часник) 7,88 г, <i>Thymus vulgaris</i> (чебрець) 5,0 г, <i>Origanum vulgare</i> (орегано) 5,5 г)

Усі отримані дані піддавали статистичній обробці з визначенням середніх значень і стандартних похибок, що забезпечувало об'єктивність порівняння між групами та дало змогу оцінити ефективність застосованих кормових добавок.

Таким чином, методи досліджень ґрунтувалися на комплексному підході, що включав контроль продуктивності, споживання та конверсії корму, а також моніторинг стану здоров'я тварин. Це дало змогу всебічно оцінити вплив підкислювача та фітобіотика на фізіологічні та продуктивні показники поросят.

Результати дослідження та обговорення. Для годівлі тварин усіх груп використовували повнораціонний комбікорм-передстартер, до складу якого включали 26% зерна пшениці, 23% зерна ячменю, 22% зерна кукурудзи, 15% БВМД, 4% сухої сироватки та 3% рослинної олії. Поживність зазначеного комбікорму відповідала рекомендованим нормам годівлі свиней відповідного віку.

Одним із важливих показників продуктивності молодняку свиней є жива маса (табл. 2).

На початку та наприкінці зрівняльного періоду свині контрольної і дослідних груп незначно відрізнялися за живою масою. Так, у віці 14 діб різниця між групами за цим по-

казником становила 7,5 г, або 0,2 %. Водночас внутрішньогрупова варіабельність маси тіла не перевищувала 400 г, або 10 %, що відповідає вимогам до формування груп у науково-господарських дослідках на молодняку свиней.

Через сім діб застосування досліджуваних кормових добавок різниця між поросятами дослідних і контрольної груп суттєво змінилася. Починаючи з 28-ї доби, свині, які отримували підкислювач, за живою масою перевищували контрольних аналогів на 357,62 г, або 4,5 %, тоді як у групі, що отримувала фітобіотик, цей показник був вищим на 467,33 г, або 5,8 % порівняно з контролем. Слід зазначити, що виявлена різниця була статистично значущою.

На 35-ту добу різниця між групами стала ще більш вираженою, що, ймовірно, пов'язано зі стресом, зумовленим відлученням поросят. Встановлено, що у групі тварин, які отримували підкислювач у складі комбікорму, жива маса перевищувала контрольний показник на 724,54 г, або 7,3 %. У той же час у групі, раціон якої містив фітобіотик, жива маса була більшою порівняно з контролем на 1133,21 г, або 11,4 %. При порівнянні дослідних груп між собою на 35-ту добу різниця становила 408,67 г, або 3,8 %.

Таблиця 2 – Динаміка живої маси свиней, г

Вік свиней, діб	Група тварин		
	1-ша контрольна	2-га дослідна	3-тя дослідна
14	4497,79±24,638	4490,38±25,111	4495,00±23,895
21	6262,67±25,850	6261,08±27,053	6263,08±25,536
28	8038,13±28,087	8395,75±22,221 ³	8505,46±28,782 ³
35	9956,42±34,975	10680,96±27,881 ³	11089,63±31,500 ³

Примітка: *** - $P < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Таким чином, обидві кормові добавки позитивно впливали на приріст живої маси поросят, однак застосування фітобіотики забезпечувало більш виражений ефект, особливо у післявідлучний період.

Для наочності динаміки росту свиней у різних групах було розраховано абсолютні прирости живої маси за період із 14-ї по 35-ту доби, що дає змогу порівняти ефективність застосування підкислювача та фітобіотики відносно контрольної групи, а також між собою (табл. 3).

У період від 14 до 21 доби істотних відмінностей між групами не спостерігалось, що зумовлено однаковими умовами годівлі. У період 22-28 днів абсолютні прирости живої маси суттєво зросли, що пов'язано з активізацією споживання кормів. Свині 2-ї дослідної групи, які отримували підкислювач, перевищували контрольних тварин за цим показником на 359,21 г, або 20,2 %. Поросята 3-ї дослідної групи, у раціоні яких застосовували фітобіотик, мали вищий абсолютний приріст живої маси порівняно з контролем на 466,92 г, або 26,3 %. Виявлена різниця між дослідними та контрольними групами у цьому віковому періоді була статистично значущою.

У віці 29–35 днів різниця між дослідними та контрольними тваринами також залишалася суттєвою, що пов'язано з різною реакцією

поросят на стрес після відлучення. За умов споживання підкислювача абсолютний приріст живої маси перевищував контрольний показник на 366,92 г, або 19,1 %, тоді як у групі, що отримувала фітобіотик, цей показник був вищим на 665,88 г, або 34,7 %.

За весь період з 22-ї по 35-ту добу абсолютний приріст живої маси свиней 2-ї дослідної групи (з використанням підкислювача у складі комбікорму) перевищував контрольні показники на 726,13 г, або 19,7 %, тоді як у поросят 3-ї дослідної групи (фітобіотик у комбікормі) цей показник був вищим на 1132,79 г, або 30,7 %. У зазначений період виявлена різниця була статистично значущою.

Таким чином, обидві досліджувані кормові добавки позитивно впливали на прирости живої маси поросят, однак застосування фітобіотики забезпечувало більш виражений ефект, особливо у післявідлучний період.

Показник середньодобових приростів живої маси є важливим критерієм оцінки інтенсивності росту тварин, оскільки дає змогу простежити зміни продуктивності у різні вікові періоди та визначити вплив підкислювача і фітобіотики на темпи приросту маси тіла порівняно з контрольною групою (табл. 4).

У період від 14 до 21 доби істотних відмінностей за середньодобовими приростами живої маси між групами не встановлено.

Таблиця 3 – Динаміка абсолютних приростів живої маси свиней, г

Вік свиней, днів	Група тварин		
	1-ша контрольна	2-га дослідна	3-тя дослідна
14–21	1764,88±6,354	1770,71±7,138	1768,08±5,818
22–28	1775,46±8,959	2134,67±15,299***	2242,38±10,390***
29–35	1918,29±16,924	2285,21±19,161***	2584,17±26,110***
22–35	3693,75±19,200	4419,88±25,479***	4826,54±24,411***

Примітка: *** - $P < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Таблиця 4 – Динаміка середньодобових приростів живої маси свиней, г

Вік свиней, днів	Група тварин		
	1-ша контрольна	2-га дослідна	3-тя дослідна
14–21	252,13±0,908	252,96±1,021	252,58±0,831
22–28	253,64±1,280	304,95±2,186***	320,34±1,484***
29–35	274,04±2,417	326,46±2,737***	369,17±3,729***
22–35	263,84±1,372	315,71±1,821***	344,75±1,743***

Примітка: *** - $P < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Починаючи з 22–28 діб, у тварин, які отримували підкислювач, середньодобові прирости перевищували контрольні показники приблизно на 51 мг, або 20 %, тоді як у групі з фітобіотиком – на понад 66 г, або 26 %.

У віці 29–35 діб різниця стала ще більш вираженою. Застосування підкислювача забезпечило підвищення середньодобового приросту більш ніж на 52 г, або 19 %, тоді як у групі, що отримувала фітобіотик, приріст був вищим на понад 95 г, або 35 % порівняно з контролем.

За весь період з 22-ї по 35-ту добу середньодобові прирости живої маси у групі, що отримувала підкислювач, були вищими приблизно на 52 г, або 20 %, тоді як у групі з фітобіотиком – на понад 81 г, або 31 % порівняно з контролем.

Різниця за середньодобовими приростами живої маси між тваринами контрольної та дослідних груп була статистично значущою протягом усього основного періоду експерименту.

Середньодобове споживання корму є показником, що відображає рівень апетиту та інтенсивність росту свиней, а його аналіз дає змогу оцінити вплив підкислювача та фітобіотика на кормову активність тварин у різні вікові періоди (табл. 5).

У віці 29–35 діб різниця стала ще більш вираженою: підкислювач забезпечував збільшення середньодобового споживання корму на 69 г, або 17 %, а фітобіотик – на 67 г, або 16 % порівняно з контролем. За весь період з 22-ї по 35-ту добу середньодобове споживання корму у групі з підкислювачем перевищувало контрольний рівень на 44 г, або 17 %, тоді як у групі з фітобіотиком – на 47 г, або 19 %.

Показник витрат корму на приріст живої маси свиней характеризує ефективність використання поживних речовин (табл. 6).

У віці 29–35 діб у тварин, що отримували підкислювач, витрати корму на приріст живої маси були меншими на 0,03 г/г, або 2 % порівняно з контролем, тоді як у групі з фітобіотиком – на 0,21 г/г, або 14 %.

За весь період основного дослідження (22–35 діб) включення підкислювача до складу комбікорму сприяло зниженню витрат корму на приріст на 0,02 г/г, або 2 %, тоді як застосування фітобіотика – на 0,09 г/г, або 9 % порівняно з контролем.

Частота випадків діареї є показником стану травної системи та загального здоров'я свиней, що дає змогу оцінити профілактичний ефект кормових добавок (табл. 7).

Таблиця 5 – Споживання корму за добу, г

Вік свиней, діб	Група тварин		
	1-ша контрольна	2-га дослідна	3-тя дослідна
14–21	51,5	51,1	51,7
22–28	92,6	110,7	119,4
29–35	413,8	482,9	481,1
22–35	253,2	296,8	300,3

Таблиця 6 – Витрати корму на приріст, г/г

Вік свиней, діб	Група тварин		
	1-ша контрольна	2-га дослідна	3-тя дослідна
29–35	1,51	1,48	1,30
22–35	0,96	0,94	0,87

У період від 14 до 21 доби споживання корму у всіх групах залишалося однаковим. У період 22–28 діб тварини, які отримували підкислювач, споживали на 18 г, або 19 % більше корму за добу порівняно з контролем, тоді як у групі з фітобіотиком цей показник був вищим майже на 27 г, або 29 %.

Частота випадків діареї є показником стану травної системи свиней. У період 22–28 діб у тварин дослідних груп частота діареї знизилася на 2,3 % порівняно з контролем, при цьому показники у групах із підкислювачем і фітобіотиком були однаковими. Найбільш виражені відмінності спостерігалися

у віці 29–35 діб, тобто після відлучення. У контрольній групі випадки діареї у свиней реєструвалися значно частіше, тоді як у тварин, які отримували підкислювач, цей показник був нижчим на 27,4 %, а у групі з фітобіотиком – на 29,2 %. Отримані результати свідчать, що обидві кормові добавки ефективно знижували ризик виникнення діареї, при цьому фітобіотик проявляв дещо більш виражений захисний ефект.

Таким чином, фітобіотики – це багатокомпонентні рослинні сполуки з комплексною біологічною дією, що включає антибактеріальні, антиоксидантні, протизапальні та імуномодулюючі ефекти. Їхнє застосування відкриває нові можливості для оптимізації тваринництва, зменшуючи залежність від синтетичних антибіотиків і відповідаючи сучасним вимогам безпечності та сталого розвитку [13, 19].

Таблиця 7 – Частота випадків діареї, %

Вік свиней, діб	Група тварин		
	1-ша контрольна	2-га дослідна	3-тя дослідна
14–21	6,5	7,1	7,7
22–28	6,5	4,2	4,2
29–35	37,5	10,1	8,3

Узагальнюючи результати досліджень, слід відзначити, що застосування підкислювача та фітобіотика позитивно впливало на продуктивні показники свиней. Обидві кормові добавки забезпечували підвищення абсолютних і середньодобових приростів живої маси, стимулювали споживання корму та покращували ефективність його конверсії. Найбільш виражений ефект спостерігався у групі, що отримувала фітобіотик: тварини демонстрували вищі прирости живої маси, ефективніше використовували корм і рідше хворіли на діарею, особливо у критичний період 29–35 діб після відлучення. Це свідчить про те, що фітобіотик є результативнішим засобом для підвищення інтенсивності росту та підтримання здоров'я свиней порівняно з підкислювачем.

Таким чином, обидві кормові добавки сприяли підвищенню інтенсивності росту, збільшенню споживання корму, покращенню його використання та зниженню частоти випадків діареї. Найбільш виражений ефект відзначено у групі, що отримувала фітобіотик.

Сучасні дослідження підтверджують, що фітобіотики мають потенціал не лише як альтернативи антибіотикам, а й як функціональні кормові добавки, здатні покращувати якість продукції та підвищувати її безпечність. Вони поєднують властивості природних консервантів, стимуляторів травлення та імуномодуляторів, що робить їх перспективним інструментом у тваринництві та харчовій промисловості.

У науковій літературі наводяться конкретні приклади застосування різних фітобіотиків у годівлі свиней, що мають доведений вплив на стан їхнього здоров'я та продуктивність.

Зокрема, застосування ефірної олії орегано у дозі 0,25 % у раціонах свиней у період транспортного стресу сприяло зниженню рівня кортизолу в сироватці на 38%, малондіальдегіду в печінці – на 43,9 %, а також підвищенню активності супероксиддисмутази на 22 %. Використання інкапсульованої олії орегано (0,05 %) призводило до збільшення висоти ворсинок тонкого кишківника на 6,3 % та підвищення середньодобових приростів на 15 %. В іншому дослідженні встановлено, що застосування цієї добавки також покращувало конверсію корму на 3 %.

Використання водних екстрактів орегано та чебрецю (0,02 %) сприяло зниженню рН кишкового вмісту на 8 %, підвищенню середньодобових приростів на 25 % та покращенню ефективності використання корму на 15 %.

Комбінація екстрактів орегано, кориці та червоного перцю (*Capsicum annuum*) у раціоні поросят сприяла зниженню активності печінкових ферментів: аланін амінотрансферази – на 32,4 %, аспаргатамінотрансферази – на 29,1 %, лужної фосфатази – на 40 % та гамаглутамілтранспептидази – на 27,5 %. Це свідчить про виражений гепатопротекторний ефект зазначеної суміші [5, 11, 15].

Додавання часнику та кореня кульбаби (0,5 % і 5 % відповідно) сприяло зниженню вмісту жиру та холестерину у спинному салі,

м'язовій тканині та печінці, а також збільшенню площі «м'язового вічка» і виходу м'яса на 7,2 % та 12,2 % відповідно. Окрім того, середньодобові прирости живої маси підвищувалися на 7 %, а конверсія корму покращувалася на 6 %.

Застосування рослинних поліфенолів (0,8 %) сприяло збільшенню чисельності корисної мікрофлори кишківника, зокрема представників родини *Lactobacillaceae*, *Peptostreptococcaceae*, *Veillonellaceae*, а також зниженню кількості патогенних мікроорганізмів *Streptococcaceae* та *Erysipelotrichaceae*. Це свідчить про позитивний вплив поліфенолів на мікробіоту кишківника.

Додавання екстракту часнику (0,02 %) сприяло підвищенню середньодобових приростів живої маси на 13 % та покращенню ефективності використання корму на 10 %.

Використання суміші тимолю та карвакролу (0,05 %) у раціонах поросят сприяло збільшенню висоти ворсинок тонкого кишківника на 6,6 %. Це супроводжувалося підвищенням середньодобових приростів живої маси на 14 %, збільшенням споживання корму на 7 % та покращенням конверсії корму на 5 %.

Суміш екстрактів гіркого цитрусу, тимолю, карвакролу, виноградних кісточок, зеленого чаю та хмелю (0,1 %) підвищувала коефіцієнт засвоєння енергії на 2,5 %, висоту ворсинок тонкого кишківника – на 8,4 %, а також середньодобові прирости живої маси – на 11%. Використання комбінації цикорію, екстрактів плоду ріжкового дерева та пажитника (0,1 %) сприяло збільшенню чисельності *Bifidobacterium* та *Lactobacillus*, зниженню *Campylobacteraceae* на 8,6 % та підвищенню середньодобових приростів на 3 % [6, 7, 17].

Таким чином, наведені дані свідчать, що окремі фітобіотики – орегано, чебрець, кориця, перець, часник, кульбаба, поліфеноли, екстракти цитрусових, цикорію та інші – мають доведений позитивний вплив на стан здоров'я та продуктивність свиней. Вони сприяють зниженню стресових показників, покращенню морфології кишківника, модулюванню мікробіоти та підвищенню приростів живої маси.

Висновки. Встановлено, що застосування підкислювача та фітобіотика позитивно впливало на продуктивність свиней. Обидві кормові добавки забезпечували підвищення середньодобових приростів живої маси, стимулювали споживання корму та покращували його конверсію. Найбільш виражений ефект відзначено при використанні фітобіотика у годівлі поросят.

REFERENCES

1. Vlizlo, V.V., Fedoruk, R.S., Ratych, I.B., Vishchur, O.I., Sheremeta, V.I., Vushchan, V.V., Gunchak, Yu.P., Kotsiumbas, I.Yu., Levytskyi, T.R., Snitynskyi, V.V. (2012). Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine: Reference book. Lviv: SPOLOM, 764 p. (In Ukrainian).
2. Sobolyev, O.I., Nedashkivs'kyi, V.M., Petryshak, R.A., Sobolieva, S., Petryshak, O., Liskovych, V., Kuzmenko, P. (2022). Methodology and organization of scientific research in animal husbandry. Bila Tserkva: LLC "Bilotserkivdruk", 256 p. (In Ukrainian).
3. Alghirani, M.M., Chung, E.L.T., Jesse, F.F.A. (2021). Could Phytobiotics replace Antibiotics as Feed Additives to Stimulate Production Performance and Health Status in Poultry? An Overview. Journal of Advanced Veterinary Research, Vol. 11, Issue 4, pp. 254–265.
4. Ghimpețeanu, O.M., Pogurschi, E.N., Popa, D.C., Dragomir, N., Drăgoteiu, T., Mihai, O.D., Petcu, C.D. (2022). Antibiotic use in livestock and residues in food – A public health threat: a review. Foods. Vol. 11, Issue 10, 1430 p. DOI:10.3390/foods11101430
5. Biswas, S., Ahn, J.M., Kim, I.H. (2024). Assessing the potential of phytogenic feed additives: A comprehensive review on their effectiveness as a potent dietary enhancement for nonruminant in swine and poultry. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Vol. 108, pp. 711–723. DOI:10.1111/jpn.13922
6. Caicedo, W., Chinque, D.M., Grefa, V.J. (2022). Phytobiotic additives and their effect on the productive performance of pigs. Cuban Journal of Agricultural Science, Vol. 56, Issue 2, pp. 1–15.
7. Pandey, S., Kim, E.S., Cho, J.H., Song, M., Doo, H., Kim, S., Keum, G.B., Kwak, J., Ryu, S., Choi, Y., Kang, J., Choe, J., Kim, H.B. (2023). Cutting-edge knowledge on the roles of phytobiotics and their proposed modes of action in swine. Frontiers in Veterinary Science, Vol. 10. DOI:10.3389/fvets.2023.1265689
8. Peng, C., Ghanbari, M., May, A., Abeel T. (2024) Effects of antibiotic growth promoter and its natural alternative on poultry cecum ecosystem: an integrated analysis of gut microbiota and host expression. Frontiers in Microbiology, Vol. 15. DOI:10.3389/fmicb.2024.1492270
9. Ali, S.S., Al-Tohamy, R., Al-Zahrani, M., Badr, A., Sun, J. (2025). Essential oils and plant-derived bioactive compounds: a comprehensive review of their therapeutic potential, mechanisms of action, and advances in extraction technologies. Phytochemistry Reviews, Vol. 25, pp. 223–271. DOI:10.1007/s11101-025-10123-8
10. de Sousa, D.P., Damasceno, R.O.S., Amorati, R., Elshabrawy, H.A., de Castro, R.D., Bezerra, D.P., Nunes, V.R.V., Gomes, R.C., Lima, T.C. (2023). Essential Oils: Chemistry and Pharmacological Activities. Biomolecules, Vol. 13, Issue 7, 1144 p. DOI:10.3390/biom13071144
11. Garavito-Duarte, Ye., Deng, Z., Kim, S.W. (2025). Literature review: opportunities with phytobiotics for health and growth of pigs. Annals of

Animal Science, Vol. 25, Issue 4, pp. 1237–1247. DOI:10.2478/aoas-2024-0119

12. Kirchhelle, C. (2018). Pharming animals: a global history of antibiotics in food production (1935–2017). *Palgrave Commun*, Vol. 4, 96 p. DOI:10.1057/s41599-018-0152-2

13. Ntsongota, Z., Ikusika, O., Jaja, I.F. (2025). The role of phytogenic feed additives in growth and immune response in livestock production: a global systematic review. *Frontiers in Animal Science*, Vol. 6. DOI:10.3389/fanim.2025.1703112

14. Cojocariu, L.-C., Usturoi, M.-G., Usturoi, A., Lazăr, M., Balmuş, I.M., Simeanu, D., Radu-Rusu, R.-M. (2026). Phytobiotics as Dietary Natural Growth Promoters in Producing High-Quality and Safe Poultry Products – A Narrative Review. *Agriculture*, Vol. 16, Issue 4, 443 p. DOI:10.3390/agriculture16040443

15. Madesh, M., Yan, J., Jinan, G., Hu, P., Kim, I.H., Liu, H.-Yu., Ennab, W., Jha, R. Cai, D. (2025). Phytogenics in swine nutrition and their effects on growth performance, nutrient utilization, gut health, and meat quality: a review. *Stress Biology*, Vol. 5, 11 p. DOI:10.1007/s44154-024-00209-2

16. Rachwal, K., Gustaw, K. (2025). Plant-Derived Phytobiotics as Emerging Alternatives to Antibiotics Against Foodborne Pathogens. *Applied Sciences*, Vol. 15, Issue 12, 6774 p. DOI:10.3390/app15126774

17. Radzikowski, D., Milczarek, A. (2022). Efficiency of herbs and botanicals in pig feeding. *Animal Science and Genetics*, Vol. 18, Issue 2, pp. 73–87. DOI:10.5604/01.3001.0015.9442

18. Dimuccio, M.M., Conforti, V., Celentano, F.E., Circella, E., Salvaggiulo, A., Bozzo, G., Corrente, M. (2026). Regulation of antibiotic use in livestock: european and international strategies to prevent and control antimicrobial resistance and ensure animal welfare. *Antibiotics*, Vol. 15, Issue 1, 67 p. DOI:10.3390/antibiotics15010067

19. Waqas, M., Waqar, M., Jawhar, S.A., Salman, M., Rahman, A., Hussain, J., Mehmood, S., Nastoh, N.A., Chaijanc, M., Ahmad, S. (2026). Revitalizing rural poultry with phytobiotics: a natural path to sustainability. *World's Poultry Science Journal*, pp. 1–49. DOI:10.1080/00439339.2026.2627510

20. Zheng, S., Li, Y., Chen, C., Wang, N., Yang, F. (2025). Solutions to the Dilemma of Antibiotics Use in Livestock and Poultry Farming: Regulation Policy and Alternatives. *Toxics*, Vol. 13, Issue 5, 348 p. DOI:10.3390/toxics13050348

21. Deminicis, R.G. da S., Meneghetti, C., Oliveira, E.B., de Garcia Júnior, A.A.P., Farias Filho, R.V., Deminicis, B.B. (2021). Systematic review of the use

of phytobiotics in broiler nutrition. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages. Vol. 20, Issue 1, pp. 98–106. DOI:10.5965/223811712012021098.

22. World Health Organization. (2014). *Antimicrobial resistance: global report on surveillance*. Geneva, 256 p.

Growth performance of piglets fed prestarter compound feeds with antimicrobial additives

Tytariova O., Stavetska R., Hyrych D.

The study examines the effect of feed additives (an acidifier and a phytobiotic) on the productivity and health status of young piglets. The aim was to evaluate the effectiveness of these additives in increasing average daily gain, improving feed conversion, and reducing the incidence of diarrhea.

Three groups of animals were formed: a control group receiving a basal diet, and two experimental groups supplemented with an acidifier and a phytobiotic, respectively. Observations were conducted during the age periods of 22–28 and 29–35 days, corresponding to one week before and one week after weaning.

At 22–28 days of age, the average daily gain (ADG) was 254 g in the control group, 305 g in the acidifier group, and 320 g in the phytobiotic group. During the 29–35 day period (post-weaning), ADG increased to 274 g, 326 g, and 369 g, respectively.

Feed intake in the experimental groups exceeded that of the control group by 18–27 g at 22–28 days and by 67–69 g at 29–35 days. The feed conversion ratio (FCR) was 1.51 in the control group, 1.48 in the acidifier group, and 1.30 in the phytobiotic group.

The most pronounced differences were observed in the incidence of diarrhea, which reached 37.5 % in the control group, while decreasing to 10.1 % in the acidifier group and 8.3 % in the phytobiotic group.

Thus, the results confirmed that dietary supplementation with an acidifier and a phytobiotic improves growth performance, increases feed intake, enhances feed efficiency, and reduces diarrhea incidence. The most pronounced effect was observed in the phytobiotic group, where ADG increased by 67–95 g, FCR decreased by 0.09–0.21, and diarrhea incidence was reduced by approximately 30 % compared with the control group. These findings highlight the promising potential of phytobiotics as an effective tool for improving productivity and maintaining pig health during the early post-weaning period.

Keywords: suckling piglets, weaning, acidifier, phytobiotic, average daily gain, feed intake, feed conversion ratio, diarrhea.



Copyright: Титарьова О.М., Ставецька Р.В., Гирич Д.С. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Титарьова О.М.

Ставецька Р.В.

<https://orcid.org/0000-0003-4820-809X>

<https://orcid.org/0000-0003-0149-1908>