

## ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНІ ПРОЦЕСИ В ОРГАНІЗМІ ПОРОСЯТ ЗА ДІЇ МУРАШИНОЇ КИСЛОТИ ТА ГУМІНОВОЇ ДОБАВКИ

О. М. Бучко, А. З. Пилипець  
buchko\_oksana@ukr.net

Інститут біології тварин НААН,  
вул. Стуса 38, м. Львів, 79034, Україна

*Стаття присвячена актуальному питанню підвищення адаптаційної здатності організму молодняку високопродуктивних тварин за допомогою біологічно активних речовин в умовах інтенсивних технологій вирощування під час одного з критичних періодів розвитку — відлучення від матерів. З цією метою досліджували вплив мурашиної кислоти та біологічно активної кормової добавки «Гумілід» на показники вільнорадикального окиснення і системи антиоксидантного захисту організму поросят впродовж перших 40 днів життя.*

*Встановлено, що при додаванні до стандартного раціону протягом місяця з 10- і до 40-добового віку (18 днів до і 12 днів після відлучення від свиноматок) як самої органічної кислоти (друга дослідна група), так і її комплексу з гуміновою добавкою (перша дослідна група), в крові тварин знижується концентрація продуктів оксидативного стресу. У плазмі поросят обох дослідних груп виявлено зменшення вмісту ТБК-активних продуктів, гідропероксидів ліпідів і карбонільних груп протеїнів. В еритроцитах тварин першої дослідної групи за комплексного додавання до раціону досліджуваних добавок встановлено зростання показників системи антиоксидантного захисту організму — активності супероксиддисмутази та каталази стосовно контролю. Органічна кислота і гумінова добавка, підсилюючи та доповнюючи позитивну дію одна одної, найбільш ефективно проявляли свій антиоксидантний вплив у крові поросят під час критичних для них періодів — 20-добовий вік і 2-а доба після відлучення від свиноматок (30-й день життя).*

*Зроблено висновок про те, що комплекс біологічно активної кормової добавки «Гумілід» і мурашиної кислоти рекомендується додавати до стандартного раціону для активації адаптаційного потенціалу організму та зниження дії стресових чинників на тварин у критичні періоди онтогенезу.*

**Ключові слова:** ПОРОСЯТА, АНТИОКСИДАНТНА СИСТЕМА, «ГУМІЛІД», МУРАШИНА КИСЛОТА, ВІДЛУЧЕННЯ, ВІЛЬНОРАДИКАЛЬНІ ПРОЦЕСИ

## PROOXIDANT-ANTIOXIDANT PROCESSES IN THE PIGLET'S ORGANISM UNDER A FORMIC ACID AND HUMIC SUPPLEMENT

O. Buchko, A. Pylypets  
buchko\_oksana@ukr.net

Institute of Animal Biology NAAS,  
38 V. Stus str., Lviv 79034, Ukraine

*The article is devoted to the problem of improving the adaptive capacity of young highly productive animals using biologically active substances under intensive technologies during one of the critical periods of their development — weaning from sows. For this purpose, the effect of formic acid and dietary feed supplement “Humilid” on the free radical processes and antioxidant defense system of the piglet's organism during the first 40 days from the birth was studied.*

*It was found that the addition of formic acid (2<sup>nd</sup> experimental group) and its complex with humic supplement (1<sup>st</sup> experimental group) to the standard ration for a month from 10- to 40-day age (18 days before and 12 days after weaning from sows) is accompanied by reducing the concentration of oxidative stress products. A reduction of the content of TBA-active products, lipid hydroperoxides and carbonyl groups of proteins in the animals of the experimental group was observed. It was established an increase of the parameters of antioxidant defense system in the piglet's organism — the activity of superoxide dismutase and catalase in erythrocytes of the animals of the first experimental group under the administration of the complex additives. Therefore, combined action of organic acid and humic supplement most effectively manifested their antioxidant effect in the blood of piglets during critical periods of their life — 20 days of life and 2 days after weaning from sows (30 days of life).*

*It was concluded that it is recommended to add the complex of bioactive feed supplement "Humilid" and formic acid to the standard diet of piglets to activate their adaptive capacity and reduce stress factors in animals in the critical periods of their ontogenesis.*

**Keywords:** PIGLETS, ANTIOXIDANT SYSTEM, "HUMILID", FORMIC ACID, WEANING, FREE RADICAL PROCESSES

## ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ ПОРОСЯТ ПОД ВЛИЯНИЕМ МУРАВЬИНОЙ КИСЛОТЫ И ГУМИНОВОЙ ДОБАВКИ

О. М. Бучко, А. З. Пилипец  
buchko\_oksana@ukr.net

Институт биологии животных НААН,  
ул. Стуса 38, г. Львов, 79034, Украина

*Статья посвящена актуальному вопросу повышения адаптационной возможности организма молодняка высокопродуктивных животных при помощи биологически активных веществ в условиях интенсивных технологий выращивания в один из критических периодов развития — отъема от матерей. С этой целью исследовали влияние муравьиной кислоты и биологически активной кормовой добавки «Гумилид» на показатели свободнорадикальных процессов и системы антиоксидантной защиты организма поросят на протяжении первых 40 суток жизни.*

*Установлено, что при прибавлении к стандартному рациону с 10- и до 40-суточного возраста (18 суток до и 12 суток после отъема от свиноматок) как самой органической кислоты (вторая опытная группа), так и ее комплекса с гуминовой добавкой (первая опытная группа), в крови животных уменьшается концентрация продуктов оксидативного стресса. В плазме поросят обеих опытных групп установлено снижение количества ТБК-активных продуктов, гидропероксидов липидов и карбонильных групп протеинов. В эритроцитах животных первой опытной группы при комплексном прибавлении к рациону исследованных добавок установлено увеличение показателей системы антиоксидантной защиты организма — активности супероксиддисмутазы и каталазы относительно контроля. Органическая кислота и гуминовая добавка, усиливая и дополняя взаимное позитивное действие, наиболее эффективно проявляли антиоксидантное влияние в крови поросят в критические для них периоды — 20-суточный возраст и 2 сутки после отъема от свиноматок (30-й день жизни).*

*Сделано заключение о том, что комплекс биологически активной кормовой добавки «Гумилид» и муравьиной кислоты рекомендуется прибавлять к стандартному рациону для активации адаптационного потенциала организма и снижения действия стрессовых факторов на животных в критические периоды онтогенеза.*

**Ключевые слова:** ПОРОСЯТА, АНТИОКСИДАНТНАЯ СИСТЕМА, «ГУМИЛИД», МУРАВЬИНАЯ КИСЛОТА, ОТЪЕМ, СВОБОДНОРАДИКАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

У сільськогосподарському виробництві широкое розповсюдження отримало використання в раціонах високопродуктивних тварин і птиці органічних кислот та їх солей. Кислоти мають консервуючу дію, оскільки гальмують або пригнічують розмноження небажаних мікробів (патогенних бактерій, мікроскопічних грибів) в кормах, їм притаманні виражені бактерицидна й антисептична властивості. Завдяки своїм позитивним властивостям органічні кислоти або підкислювачі розглядають як заміну антибіотикам, що застосовуються як стимулятори росту і з 2006 р. заборонені для викорис-

тання у країнах ЄС. Органічні кислоти, які використовують при годівлі (лимонна, мурашина, оцтова, пропіонова), для організму є звичними, адже утворюються у травному тракті та в процесі обміну речовин [1, 12, 18].

У літературі є дані про те, що додавання органічних кислот та їх солей до раціону сільськогосподарських тварин і птиці забезпечує поліпшення смакових якостей корму; зменшення бактеріальної забрудненості кормів; зниження буферної ємності кормосуміші; зниження рН шлунково-кишкового тракту; покращення дії травних ферментів; загибель або пригнічен-

ня розвитку шкідливих мікроорганізмів у травному тракті; стимуляцію корисної мікрофлори та імунної системи організму [5, 7, 10, 15].

Мурашина або метанова кислота — це найпростіша одноосновна карбонова кислота, що відіграє велику роль у проміжному обміні речовин у тварин, рослин і мікроорганізмів. У процесі метаболізму в тваринному організмі вуглець мурашиної кислоти використовується для синтезу пуринових основ, нуклеїнових кислот, порфіринів, метіоніну, холіну й інших біологічно активних речовин. Згадана кислота ефективніше від інших органічних кислот знижує рН корму і буферну ємність лужних його компонентів (крейда, трикальційфосфат тощо), покращує засвоєння організмом Нітрогену, Кальцію і Фосфору [4, 6, 8]. Ще одна позитивна властивість мурашиної кислоти — її виражена протидія розвитку в просвіті шлунково-кишкового тракту дріжджів і бактерій, особливо колиформ і сальмонел. За низької концентрації мурашина кислота має місцево подразнювальні, анестезуючі та протизапальні властивості. У харчовій промисловості її використовують як консервант при виробництві безалкогольних напоїв, консервованих овочів, у кондитерських виробках, а також при заготівлі корму в сільськогосподарській промисловості [9, 10, 16].

Одним з найбільш перспективних напрямів профілактики негативних наслідків стресу й підвищення адаптаційної здатності організму є вживання біологічно активних речовин гумінової природи. Висока екологічна безпека гумінових речовин, що становлять основу витяжок з торфу, та унікальна здатність покращувати обмінні процеси, підвищувати енергетику клітин і проявляти імуномодуючі властивості позитивно впливає на живі організми. На думку багатьох науковців, однією з унікальних властивостей гуматів є їх відносна нейтральність до процесів, що відбуваються в нормі, і ефективна корегуюча дія за різноманітних відхилень, які виникають в організмі, сприяючи відновленню фізіологічних функцій при патологічних станах і в екстремальних ситуаціях [2, 17]. Гумати здатні іммобілізувати сполуки неорганічної і органічної природи, проявляючи властивості хелатних лігандів та вступаючи у процеси комплексоутворення. Як біологічно

активні сполуки, гумінові речовини при специфічній в кожному конкретному випадку обробці можуть бути джерелом нових різноманітних біологічно активних речовин, що використовуються науковцями для виготовлення на їхній основі препаратів різноманітного спектру дії [3, 11, 13, 21].

Дослідження, які стосуються властивостей мурашиної кислоти, переважно обмежуються її позитивним впливом на зниження рН шлунку, бактерицидною і консервуючою дією та пригніченням росту патогенних мікроорганізмів. Однак даних щодо впливу згаданої органічної кислоти та її комплексу з БАР на обмін речовин в організмі тварин і людини мало. Тому метою досліджень було вивчити вплив мурашиної кислоти та її комплексу з біологічно активною кормовою добавкою «Гумілід» на процеси вільнорадикального окиснення (ВРО) та стан системи антиоксидантного захисту (САЗ) у крові поросят у період відлучення від свиноматок.

### Матеріали і методи

Дослід проведено на свинофермі приватного підприємства «Глиняни-Агро» Золочівського району Львівської області, на поросятах великої білої породи, яких утримували за стандартних умов. Маніпуляції з тваринами проводили відповідно до правил Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986). Було сформовано 3 групи тварин 10-добового віку — контрольна і 2 дослідні по 8–10 голів у гнізді, живою масою 3–4 кг. Поросят утримували під свиноматками. Після відлучення, яке проводили в 28-добовому віці, тварин залишали у маточних клітках по 8–10 голів (кожна група окремо). Годівлю проводили кормами стандартного раціону вволю, з вільним доступом до кормів і води, з використанням преміксу фірми «Sano» для поросят періоду відлучення («Ferkengold Forte») та вилученням з його складу добавки «SanoЦід» (65 % мурашиної кислоти на носії кремнієвої кислоти).

Протягом 18 діб до та 12 діб після відлучення поросят першої дослідної групи (Д1)

до раціону додавали 1 % розчин біологічно активної кормової добавки «Гумілід» (ТУ У 15.7-00493675-004:2009) з розрахунку 0,5 мл/кг живої маси (період згодовування — 30 діб) та мурашину кислоту з розрахунку 950 г/т комбікорму (період згодовування — 30 діб). Поросят другої дослідної групи (Д2) протягом 18 діб до та 12 діб після відлучення до раціону додавали мурашину кислоту з розрахунку 950 г/т комбікорму (період згодовування — 30 діб). Поросята контрольної групи (К) утримувались на стандартному раціоні.

Матеріалом для дослідження слугувала кров поросят, отримана з передньої порожнистої вени на 10-у, 20-у, 30-у (2-а доба після відлучення) і 40-у (12-а доба після відлучення) доби життя. У плазмі крові тварин визначали концентрацію ТБК-активних продуктів, карбонільних груп протеїнів (КГП) і гідропероксидів ліпідів (ГПЛ). В еритроцитах крові визначали активність супероксиддисмутази (СОД) та каталази (КАТ) [19]. Статистичний аналіз отриманих результатів проводили за *t*-критерієм Стьюдента у програмі *Microsoft Excel*. Відмінності вважали вірогідними за  $P < 0,05$ .

### Результати й обговорення

Як зазначають науковці і практики, головною причиною ускладнень, що виникають у поросят під час відлучення, є вікова специфіка розвитку шлунково-кишкового тракту. У цей період травний тракт у них недорозвинутий. Через недостатню секрецію соляної кислоти в шлунку перетравлення протеїнів проходить не до кінця [5, 12, 22]. Неперетравлені рештки створюють сприятливе середовище для росту патогенних мікроорганізмів у кишечнику. Переїдання в молодих тварин також призводить до неперетравності корму, який, своєю чергою, слугує субстратом для патогенної кишкової мікрофлори. Токсини, які виробляються мікроорганізмами, пошкоджують епітелій кишечника, через що знижується його здатність до всмоктування. Згадані токсини, своєю чергою, викликають зростання в організмі кількості продуктів вільнорадикальних реакцій. Наслідком всіх вищезгаданих процесів стає діарея [14, 23, 24]. За таких умов зростає біологічне значення

гумінових сполук та мурашиної кислоти як речовин профілактичної, антибактеріальної та антиоксидантної дії.

У результаті досліджень було встановлено, що введення до основного раціону поросят добавки «Гумілід» і мурашиної кислоти викликало зниження в крові тварин продуктів кисневого пошкодження як ліпідних, так і протеїнових молекул. Особливо ефективно досліджувані добавки впливали на вміст карбонільних груп протеїнів (КГП) у крові поросят обох дослідних груп. Так, впродовж всього періоду досліджень встановлено вірогідне зниження концентрації згаданих метаболітів вільнорадикальних процесів стосовно контрольної групи від 1,2 разу в 20-добових поросят групи Д1 і до 2,4 разу у тварин цієї ж групи на 12-у добу після відлучення. У тварин групи Д2 вміст КГП знижувався в 1,4 разу на 20-у добу життя; в 1,5 разу — на 30-у добу та 1,9 разу — у плазмі 40-добових поросят (рис. 1).

Вміст початкових продуктів кисневого пошкодження ліпідних компонентів клітини — ГПЛ вірогідно знижувався стосовно контролю за дії досліджуваних кормових добавок у крові поросят групи Д2 протягом всього періоду досліджень від 1,4 разу в 20-добовому віці і до 1,9 разу на 12-у добу після відлучення. У тварин групи Д1 концентрація досліджуваних сполук спадала в 20-добовому віці в 1,6 разу, а на 12-у добу після відлучення — в 1,3 разу (рис. 2).

Щодо кінцевих метаболітів ПОЛ — ТБК-активних продуктів, то вірогідне зниження їх концентрації спостерігалось у крові поросят групи Д1 стосовно контролю на 19 % у 20-добовому віці та на 7 % — на 2-у і 12-у доби після відлучення від матерів. У крові 20-добових тварин групи Д2 вміст згаданих речовин був нижчим в 1,3 разу (рис. 3).

Проведені дослідження показали, що зниження в крові поросят кількості продуктів ПОЛ (ГПЛ та ТБК-активних продуктів) та окисної модифікації протеїнів (КГП) за дії мурашиної кислоти може бути підтвердженням її антиоксидантних властивостей, оскільки відомі її властивості відновника. Комплексне згодовування гумінової добавки та мурашиної кислоти свідчить про підсилювальну дію обох речовин, які здатні безпосередньо діяти як ан-

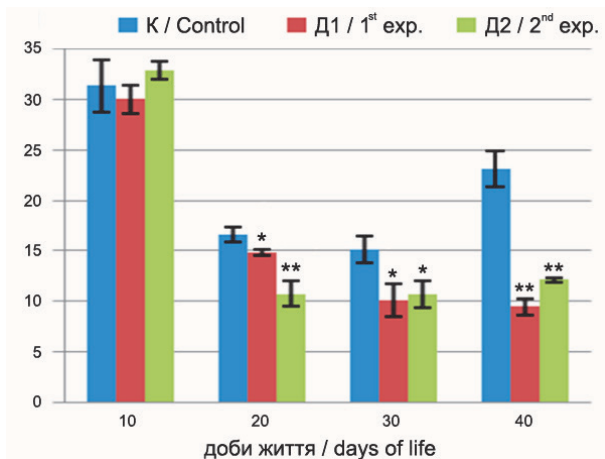


Рис. 1. Вміст КГП в плазмі поросят (нмоль/мг прот.;  $M \pm m$ ;  $n=5$ )

Fig. 1. The content of CP in the plasma of piglets (nmol/mg prot.;  $M \pm m$ ;  $n=5$ )

Примітка: тут і далі статистично вірогідна різниця щодо показників контролю: \*—\*\*\* —  $P<0,05$ – $P<0,001$ .  
 Note: here and further the statistically significant difference compared to control is: \*—\*\*\* —  $P<0,05$ – $P<0,001$ .

тиоксиданти, а саме бути донорами електронів для вільних радикалів, відновлюючи їх і обриваючи цим самим ланцюг вільнорадикальних реакцій.

Встановлений в ході досліджень підвищений рівень продуктів ПОЛ (ТБК-активних продуктів та ГПЛ) у крові 20-добових поросят, особливо контрольної групи, стосовно інших періодів досліджень (рис. 2, 3), є підтвердженням стресового стану, в якому перебуває молодняк цього віку в зв'язку з фізіологічним припиненням молокоутворення в свиноматок і переходом поросят на самостійне живлення комбікормом. Тому саме в підсисний період і особливо при підгодовуванні новонароджених заміниками молока, а також в момент до і після відлучення поросят від матерів, коли шлунковий сік у тварин синтезується ще не на достатньому рівні і є загроза виникнення розладу функцій системи травлення, найкраще проявляється додавання органічних кислот або їх солей в раціони тварин [6, 20].

Комплексне введення добавки «Гумілід» разом з мурашиною кислотою позитивно вплинуло на ензими першої лінії антиоксидантного захисту від супероксиданіонрадикалів (СОД) і пероксиду водню (КАТ).

Так, в крові поросят групи Д1 на 20-у добу життя та на 2-у добу після відлучення встановлено вірогідне зростання активності

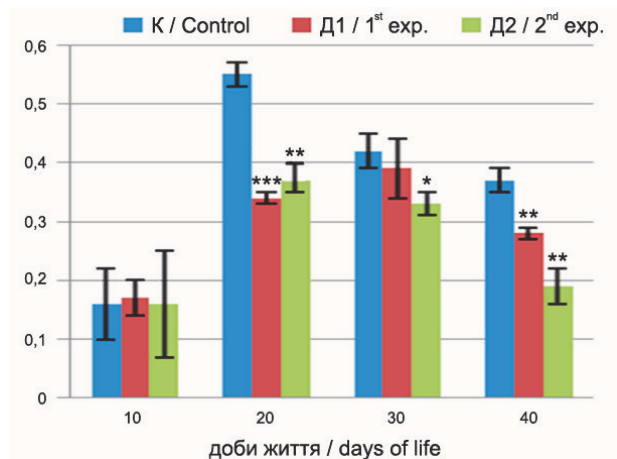


Рис. 2. Вміст ГПЛ в плазмі поросят (ум.од./мл;  $M \pm m$ ;  $n=5$ )

Fig. 2. The content of LHP in the plasma of piglets (SU/ml;  $M \pm m$ ;  $n=5$ )

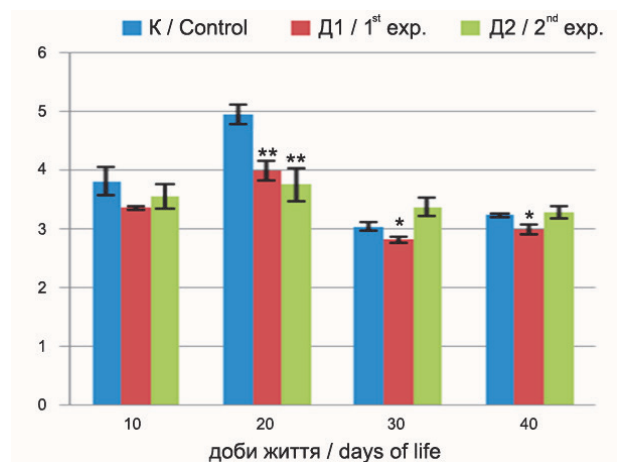


Рис. 3. Вміст ТБК-активних продуктів у плазмі поросят (нмоль/мл;  $M \pm m$ ;  $n=5$ )

Fig. 3. The content of TBARS in the plasma of piglets (nmol/ml;  $M \pm m$ ;  $n=5$ )

СОД в 1,2 разу стосовно контрольних тварин (рис. 4). Активність ще одного ензиму САЗ організму — каталази в еритроцитах 20-добових поросят цієї ж групи також вірогідно підвищувалась щодо контролю у 1,4 разу і в 1,2 разу на 12-у добу після відлучення (рис. 5). Додавання до стандартного раціону поросят тільки мурашиної кислоти суттєво не впливало на активність згаданих ензимів.

Отже, у ході досліджень встановлено, що мурашина кислота і «Гумілід», підсилюючи та доповнюючи дію одне одного, найбільш ефективно проявляли свій антиоксидантний

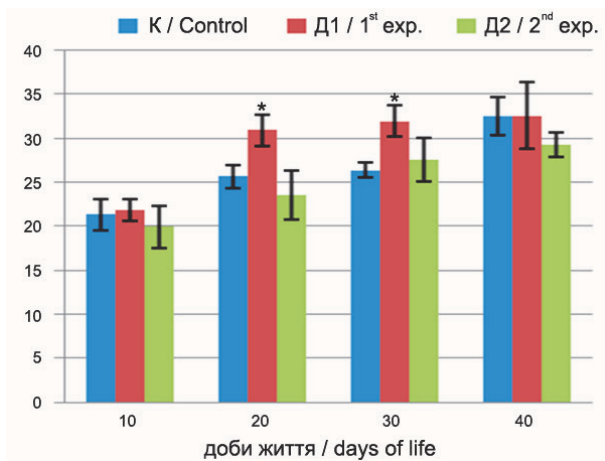


Рис. 4. Активність СОД в еритроцитах поросят (ум.од./мг прот.;  $M \pm m$ ;  $n=5$ )

Fig. 4. The activity of SOD in the erythrocytes of piglets (SU/mg prot.;  $M \pm m$ ;  $n=5$ )

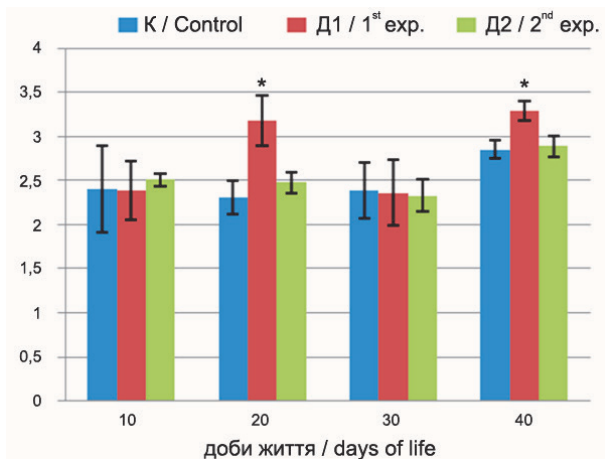


Рис. 5. Активність КАТ в еритроцитах поросят (ммоль/хв×мг прот.;  $M \pm m$ ;  $n=5$ )

Fig. 5. The activity of CAT in the erythrocytes of piglets (mmol/min. × mg prot.;  $M \pm m$ ;  $n=5$ )

ефект у крові поросят першої дослідної групи. Вони спільно активували САЗ організму та інгібували утворення продуктів вільнорадикальних процесів у крові тварин в найбільш критичний для них період — 20-добовий вік і на 2-у добу після відлучення від свиноматок.

## Висновки

Мурашина кислота, яку використовують в годівлі поросят для зниження кислотності шлунково-кишкового тракту, також є постачальником Карбону для багатьох синтезувальних процесів в організмі та проявляє властивості відновника. «Гумілід», посилю-

ючи позитивний вплив органічної кислоти на біохімічні процеси у стресовій ситуації відлучення, стимулює адаптаційні процеси в організмі молодняку гальмуванням вільнорадикальних процесів та активації ензиматичної ланки АОЗ. Відновні властивості мурашиної кислоти та антиоксидантні властивості гумінової добавки вплинули на зниження концентрації продуктів перекисного окиснення протеїнових (КГП) та ліпідних (ГПЛ і ТБК-активні продукти) компонентів мембран.

Комплексне згодовування протягом місяця мурашиної кислоти та добавки «Гумілід» сприяє підвищенню антистресових та адаптаційних можливостей організму поросят і може використовуватись для збалансування їх раціонів під час критичних періодів онтогенезу.

## Перспективи подальших досліджень.

Для кращого розуміння формування адаптаційних процесів в організмі поросят під впливом мурашиної кислоти та гумінових речовин актуальними будуть дослідження різних ланок метаболізму в крові за їх окремої та комплексної дії. Одержані результати будуть використані для розроблення способу підвищення резистентності та адаптаційної здатності організму тварин в умовах інтенсивної технології вирощування за дії БАР різного походження.

1. Ahmed S. T., Hwang J. A., Hoon J. Comparison of Single and Blend Acidifiers as Alternative to Antibiotics on Growth Performance, Fecal Microflora and Humoral Immunity in Weaned Piglets. *Asian-Aust. J. Anim Sci.*, 2014, vol. 27, no. 1, pp. 93–100.

2. Avvakumova N. P. Humin substances — the factor of biosystems protection from ecotoxicogenic substances. *Izv. of the SSC of the RA of Sciences*, 2009, vol. 11, no. 1 (2), pp. 197–201. (in Russian)

3. Bittner M. *Direct effects of humic substances on organisms*. Brno, Czech Republic, 2006, 31 p.

4. Canibe N., Miettinen H., Jensen B. Effect of adding *Lactobacillus plantarum* or a formic acid containing-product to fermented liquid feed on gastrointestinal ecology and growth performance of piglets. *Livest. Sci.*, 2008, vol. 114, pp. 251–262.

5. Dong Yong Kil, Woong Bi Kwon, Beob Gyun Kim. Dietary acidifiers in weanling pig diets: a review. *Colombian journal of animal science and veterinary medicine*, 2011, vol. 24, no. 3, pp. 231–247.

6. Eidelsburger U., Wald C., Portocarero-Khan N. Effect of potassium diformate (*Formi*<sup>®</sup>) inclusion at two different dietary protein levels on performance and health of weaner piglets. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> BOKU*

Symposium Tierernährung, Vienna (Austria), 2007, pp. 248–253.

7. Li Z., Yi G., Yin J. Effects of organic acids on growth performance, gastrointestinal pH, intestinal microbial populations and immune responses of weaned pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 2008, vol. 21, pp. 252–261.

8. Lückstädt C. Effects of dietary potassium diformate on feed intake, weight loss and backfat reduction in sows: pre-farrowing till weaning. *Advances in Animal Biosciences*, 2011, vol. 2, no. 1, pp. 145.

9. Lückstädt C., Mellor S. The use of organic acids in animal nutrition, with special focus on dietary potassium diformate under European and Austral-Asian conditions. *Recent Advances in Animal Nutrition*, 2011, vol. 18, pp. 123–130.

10. Metzler B., Mosenthin R. Effects of organic acids on growth performance and nutrient digestibilities in pigs. *Nottingham University Press, Nottingham (UK); Acidifiers in Animal Nutrition*, 2007, pp. 39–54.

11. Mikhaylenko E., Dyomshina O., Stepchenko L. Antioxidant system of liver in cross *Cobb-500* broilers at additions of natural biologically active supplements based on humic substances. *News of DSAEU*, 2016, no. 4 (42), pp. 120–125. (in Ukrainian)

12. Mroz Z. Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. *Advances in Pork Production*, 2005, vol. 16, pp. 169–182.

13. Nurten G., Umit P., Hakan B. Effects of supplemental humic acid on ruminal fermentation and blood variables in rams. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2010, vol. 9, no. 74, pp. 390–393.

14. Pejsak Z. *Choroby swin*. Poznan, Pol. Wyd. Rol., 2002, 353 p. (in Polish)

15. Ratriyanto A., Eklund M., Jezierny D. Associated effects of betaine, organic acids and inulin on nutrient digestibilities and intestinal microbial fermentation characteristics in piglets. *Proceedings of the 17<sup>th</sup>*

*Intern. Scientific Symposium on Nutrition of Domestic Animals*, 2008, vol. 17, pp. 209–218.

16. Suiyranrayna M. V., Ramana J V. A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2015, pp. 1–11. DOI: 10.1186/s40104-015-0042-z.

17. Trckova M., Matlova L., Hudcova H. Peat as a feed supplement for animals: a review. *Vet. Med.*, 2005, vol. 50, no. 8, pp. 361–377.

18. Upadhaya S. D., Lee K. Y., Kim I. H. Protected Organic Acid Blends as an Alternative to Antibiotics in Finishing Pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 2014, vol. 27, no. 11, pp. 1600–1607.

19. Vlizlo V. V., Fedoruk R. S., Ratych I. B. *Laboratory methods of research in biology, animal husbandry and veterinary medicine*. Lviv, Navy, 2012, 764 p. (in Ukrainian)

20. Vondruskova H., Slamova R., Trckova M. Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhoea in weaned piglets: a review. *Veterinarni Medicina*, 2010, vol. 55, no. 5, pp. 199–224.

21. Weber T. E., van Sambeek D. M., Gabler N. K. Effects of dietary humic and butyric acid on growth performance and response to lipopolysaccharide in young pigs. *J. Anim. Sci.*, 2014, vol. 92, pp. 4172–4179.

22. Yarovan N. I. Biochemical aspects of the evaluation, diagnosis and prevention of technological stress in farm animals. Dr. biol. sci. diss. Moscow, 2008, 41 p. (in Russian)

23. Yin J., Wu M. M., Xiao H., Ren W. K., Duan J. L., Yang G., Li T. J., Yin Y. L. Development of an antioxidant system after early weaning in piglets. *J. Anim. Sci.*, 2014, vol. 92, pp. 612–619.

24. Zhukova I. O. Effect of oxidative stress on animals body. *Scientific Messenger of LNUVMB named after S. Z. Gzhytsky*, 2013, vol. 15, no. 3 (57), pp. 83–87. (in Ukrainian)