

ЛАБОРАТОРНЕ ТА ВИРОБНИЧЕ ВИПРОБУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОСТБІОТИКА

М. Д. Кучерук, Л. М. Виговська
kucheruk_md@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

Органічне птахівництво — перспективна галузь тваринництва. Виробництво якісної й безпечної курятини потребує альтернативних профілактичних антибіотикам препаратів, оскільки останні заборонені до використання законодавчо. Метою досліджень було випробування розробленого нами на основі метаболітів симбіотичних бактерій постбіотика in vitro (в умовах мікробіологічної лабораторії) та in vivo (в умовах сертифікованого органічного господарства). Лабораторне тестування препарату щодо бактеріцидної активності проводили у двох концентраціях бактеріоцину нізину — 0,05 та 0,1 г. Використовували тест-культури мікроорганізмів Escherichia coli, Yersinia enterocolitica, Listeria ivanovii, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus. Виробниче випробування препарату стосувалося можливості його застосування курчатам-бройлерам для попередження виникнення захворювань бактеріальної етіології. Встановлено, що випробувані варіанти № 1 і № 2 постбіотика, які містять 0,05 і 0,10 г нізину, відповідно продемонстрували виражений інгібувальний ефект in vitro на ріст тест-культур Escherichia coli ATCC 25922 (F 50), Bacillus subtilis ATCC 6633, Staphylococcus aureus ATCC № 25923. Постбіотичний варіант № 1 був активним стосовно Listeria ivanovii ATCC 19119, варіант № 2 — стосовно Yersinia enterocolitica ATCC 23715. За виробничого випробування постбіотика та вивчення його ефективності in vivo на курчатах-бройлерах встановлено можливість його застосування для профілактики інфекцій, викликаних патогенними бактеріями. За рахунок бактерицидних властивостей препарату відбувається корекція мікробного складу травного каналу, внаслідок чого покращується імунітет, стан здоров'я й продуктивність птиці. Загибель птиці, порівняно з контрольною групою курчат, яким не задавали профілактичного препарату, вдалося зменшити на 31 %. На відміну від антибіотиків, компоненти постбіотика (бактеріоцин нізин й молочна кислота) повністю розщеплюються і виводяться з організму не накопичуючись у залишкових кількостях в організмі птиці.

Ключові слова: КУРЧАТА, ОРГАНІЧНА ПРОДУКЦІЯ, ОРГАНІЧНЕ ПТАХІВНИЦТВО, ПОСТБІОТИК, БАКТЕРІОЦИН, БАКТЕРИЦИДНІ ВЛАСТИВОСТІ

**LABORATORY AND PRODUCTION TESTING
OF THE POSTBIOTIC'S EFFECTIVENESS**

M. Kucheruk, L. Vygowska
kucheruk_md@nubip.edu.ua

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
15 Heroyiv Oborony str., Kyiv 03041, Ukraine

Organic poultry farming is a perspective branch of livestock breeding. The production of high quality and safe chicken meat requires prophylactic alternative to antibiotics, since they are prohibited from using by law. The purpose of the research was to test the developed postbiotics based on metabolites of symbiotic bacteria in vitro (under microbiological laboratory conditions) and in vivo (under certified organic farming). Laboratory testing of the bactericidal activity of the finished product in two concentrations of bacteriucin Nizyn (0.05 and 0.1 g). The test culture of Escherichia coli, Yersinia enterocolitica, Listeria ivanovii, Staphylococcus aureus Bacillus cereus microorganisms was used. The manufacturing test of the drug concerned the use of chicken broilers to prevent the emergence of bacterial etiology. It has been established that test variants no. 1 and no. 2 of postbiotics containing 0.05 g and 0.10 g of Nizyn showed a pronounced inhibitory effect in vitro on growth of test cultures of Escherichia coli ATCC 25922 (F50), Bacillus subtilis ATCC 6633, Staphylococcus aureus ATCC no. 25923, respectively. Postbiotic variant no. 1 was active against Listeria ivanovii ATCC 19119, variant no. 2 with respect to Yersinia enterocolitica ATCC 23715. In the study of production test the postbiotic effect in vivo on chicken broilers, the possibility of its use for the prevention of infections caused by pathogenic bacteria was established. Due to its bactericidal properties, the microbiocenosis of the digestive canal is corrected, and immunity and health and productivity improves. We managed to reduce the death of bird by 31 % compared to the control group of chickens who did not receive prophylactic

drugs. Unlike antibiotics, the components of postbiotics (bacteriocin and lactic acid) are completely cleaved and excreted from the body without accumulation in residual amounts in the body of the bird.

Keywords: CHICKENS, ORGANIC PRODUCE, ORGANIC POULTRY FARMING, POSTBIOTIC, BACTERIOCIN, BACTERICIDAL PROPERTIES

ЛАБОРАТОРНОЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИСПЫТАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСТБИОТИКА

М. Д. Кучерук, Л. Н. Выговская
kucheruk_md@nubip.edu.ua

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
ул. Героев Оборона, 15, г. Киев, 03041, Украина

*Органическое птицеводство — перспективная отрасль животноводства. Производство качественной и безопасной курятины требует препаратов, альтернативных профилактическим антибиотикам, поскольку последние запрещены к использованию законодательно. Целью исследований было испытание разработанного нами постбиотика на основе метаболитов симбиотических бактерий *in vitro* (в условиях микробиологической лаборатории) и *in vivo* (в условиях сертифицированного органического хозяйства). Лабораторное тестирование препарата по бактерицидной активности проводили в двух концентрациях бактериоцина низина (0,05 и 0,1 г). Использовали тест-культуры микроорганизмов *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria ivanovii*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*. Производственное испытание касалось возможности применения препарата цыплятам-бройлерам для предупреждения возникновения заболеваний бактериальной этиологии. Установлено, что испытываемые варианты № 1 и № 2 постбиотиков, содержащих 0,05 и 0,10 г низина, продемонстрировали выраженный ингибирующий эффект *in vitro* на рост тест-культур *Escherichia coli* ATCC 25922 (F 50), *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC № 25923. Вариант постбиотика № 1 был активным по отношению к *Listeria ivanovii* ATCC 19119, вариант № 2 — к *Yersinia enterocolitica* ATCC 23715. При производственном тестировании и изучении эффекта постбиотика *in vivo* на цыплятах-бройлерах установлена возможность его применения для профилактики инфекций, вызванных патогенными бактериями. За счет его бактерицидных свойств происходит коррекция микробиоценоза пищеварительного тракта, улучшается иммунитет, здоровье и продуктивность птицы. Гибель птицы в опытной группе цыплят-бройлеров удалось уменьшить на 31 % по сравнению с контрольной группой. В отличие от антибиотиков, компоненты постбиотика (бактериоцин и молочная кислота) полностью расщепляются и выводятся из организма, не накапливаясь в остаточных количествах в организме птицы.*

Ключевые слова: ЦЫПЛЯТА, ОРГАНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ, ОРГАНИЧЕСКОЕ ПТИЦЕВОДСТВО, ПОСТБИОТИК, БАКТЕРИОЦИН, БАКТЕРИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА

Органічне сільське господарство в Україні і світі розвивається досить динамічно [8]. Проте органічне тваринництво і птахівництво зокрема сьогодні ще потребує інтелектуальних та фінансових інвестицій для раціонального поєднання традиційних та інноваційних технологій, відпрацювання дієвої методики господарювання.

Розведення та утримання птиці завжди було пріоритетним у виробників тваринницької продукції, особливо з появою високопродуктивних кросів зі швидкими темпами росту. Сучасні інтенсивні системи вирощування тварин мають на меті за мінімальний

термін отримати максимальний прибуток. Та заради вигоди не повинна страждати якість та безпечність отриманої продукції.

Питання неблагополуччя птиці за інтенсифікації виробництва досить гостро обговорюється серед громадськості та в ЗМІ. Птиця на великих підприємствах вирощується під впливом постійних технологічних стресів, негативної дії скупченого утримання. Як наслідок, пригнічується імунітет, а отже, захворюваність і смертність зростають. Для запобігання втратам додають ще й лікувальні та лікувально-профілактичні антибіотики [6, 9]. Загальновідомо, що антибіотики порушують

бактеріальний баланс в організмі, отож виникає загроза розвитку дисбактеріозів [1, 5]. Залишкові кількості антибіотиків у продуктах тваринництва при споживанні можуть спричиняти в людей алергічні та мутагенні реакції, а також існує небезпека утворення антибіотикостійких штамів мікроорганізмів [3]. М'ясо, яйця та інша продукція, отримувана внаслідок такого господарювання, містить у небезпечному поєднанні повний перелік алергенів, мутагенів, ГМО, токсичних речовин, гормонів стресу та страху, антибіотикорезистентних мікроорганізмів тощо.

Виробники органічної курятини також прагнуть, щоб птиця не хворіла, однак превентивні антибіотики заборонені до використання органічним законодавством. Натомість варто звернути увагу на забезпечення санітарно-гігієнічних норм щодо параметрів мікроклімату пташників, які не завжди відповідають нормативним, через що птиця хворіє. Крім того, існує низка сучасних наукових розробок щодо використання як профілактичних засобів натуральних, безпечних біологічно активних речовин мікробного й рослинного походження [2, 9]. Основна вимога до таких препаратів — не містити ГМО (генетично модифікованих організмів).

У зв'язку з цим перспективним є застосування постбіотиків — синергічне поєднання корисних для організму тварин метаболітів лактобактерій. До складу розробленого нами, постбіотика входять такі метаболіти, як 1) кислота органічна молочна і 2) бактеріоцин нізин, який на сьогодні вже є в промисловому виробництві, отриманий природним способом з біомаси пробіотичних бактерій. На відміну від антибіотиків, бактеріоцин, який входить до складу постбіотика, ефективно діє на резистентні до антибіотиків штами мікроорганізмів, а також повністю розщеплюється і виводиться з організму. ФАО вважає абсолютно безпечним його щоденне споживання в дозі 70 мг для кожної людини [3]. Застосування ж антибіотиків, на жаль, нерідко загрожує для людини негативними наслідками.

Молочна кислота ефективно пригнічує зростання патогенної мікрофлори за рахунок створення несприятливого середовища для па-

тогенів з підвищенням кислотності корму [7]. Оскільки патогенні бактерії здебільшого віддають перевагу рН, близькому до нейтрального значення (рН 6,5–7,5), тоді як симбіотичні бактерії — такі, як *Lactobacilli* і *Bifidobacteria*, — можуть витримувати більш кисле середовище [4]. Отже, комплексна дія бактеріоцину та молочної кислоти сприятиме розвитку власної симбіотичної мікрофлори та пригнічення умовно патогенної, яка постійно надходить з зовнішнього середовища — з кормом, водою тощо.

На жаль, на сьогодні ринок безпечної продукції тваринництва в Україні представлений досить малою кількістю органічних виробників. Висока вартість таких «органічних» продуктів, зумовлена витратами на виробництво, стримує багатьох споживачів. Однак навіть за таких цін рентабельність господарств не завжди позитивна через низку ризиків і втрат, пов'язаних зі свідомою відмовою від хімізації виробництва. Для підвищення конкурентоспроможності підприємств галузі птахівництва та його екологізації, на противагу ризикам, наука може підказати алгоритм застосування альтернативних речовин для успішного ведення органічного тваринництва, зокрема птахівництва.

Метою досліджень було випробувати у лабораторних та виробничих умовах (органічна ферма) профілактичний препарат — постбіотик для курчат-бройлерів як безпечну заміну антибіотикам.

Матеріали і методи

Лабораторні випробування *in vitro* проводили в Українській лабораторії якості і безпеки продукції АПК НУБіП України, яка акредитована згідно зі стандартом ДСТУ ISO/IEC 17025:2006.

Випробували ефективність нового препарату в двох варіантах з різною концентрацією діючої речовини щодо мікроорганізмів різних груп: грамнегативні палички, представники родини *Enterobacteriaceae* — *Escherichia coli* (у концентраціях $4,3 \times 10^9$ КУО/см³, $4,3 \times 10^8$ КУО/см³, $4,3 \times 10^7$ КУО/см³), *Yersinia enterocolitica* (у концентрації 9×10^8 КУО/см³), грампозитивні неспороутворювальні палички — *Listeria ivanovii*

(у концентрації 5×10^8 КУО/см³), грампозитивні коки — *Staphylococcus aureus* (у концентраціях $5,5 \times 10^9$ КУО/см³, $5,5 \times 10^8$ КУО/см³, $5,5 \times 10^7$ КУО/см³), грампозитивні спороутворювальні палички — *Bacillus cereus* (у концентраціях $3,5 \times 10^9$ КУО/см³, $3,5 \times 10^8$ КУО/см³, $3,5 \times 10^7$ КУО/см³).

Варіант № 1 препарату. Постбіотик (0,05 г нізину + 10 мл 40 % молочної кислоти + 89,95 мл дистильованої води).

Варіант № 2 препарату. Постбіотик (0,10 г нізину + 10 мл 40 % молочної кислоти + 89,90 мл дистильованої води).

Ефективність випробовуваних варіантів препарату визначали в нативному стані та у послідовних десятикратних розведеннях від 1:100 до 1:1000000 (табл. 2, 3).

Виробничі дослідження проводили у сертифікованому органічному господарстві Житомирської області. За домовленістю, в господарстві було створено експериментальний майданчик для вирощування курчат-бройлерів. Було збудовано будиночки з вигулом та відкриті, з рослинністю, майданчики для моціону. За принципом аналогів з добових курчат-бройлерів кросу Кобб-500 було сформовано дві групи курчат-бройлерів (контрольна і дослідна) по 50 особин у кожній (табл. 1).

Таблиця 1

Схема застосування препаратів
Scheme of drug use

Група птиці Group	Випробовувані препарати, годівля Drugs, feeding
Д (дослідна / experimental)	Постбіотик + ОР (органічний основний раціон) Postbiotic + organic feeding
К (контрольна / control)	ОР (органічний основний раціон) Organic feeding

Для годівлі курчат використовували комбікорм власного приготування в господарстві з органічних інгредієнтів. Випробовували створений нами профілактичний препарат — постбіотик (розчин суміші 4 % молочної кислоти і бактеріоцина нізину в кількості 0,05 г/кг корму). Корм обробляли препаратом безпосередньо перед згодовуванням методом дрібнодисперсного аерозольного розпилення.

Результати й обговорення

Лабораторні випробування in vitro показали ефективність нативного розчину варіанту № 1 постбіотика стосовно тест-культур; розведення препарату інгібувальної дії щодо тестових культур не проявляли. Спостерігали незначну залежність концентрації посівної дози тест-культури *E. coli* (табл. 2) на ефективність випробовуваного препарату: за поступового десятикратного зниження концентрації посівної дози культури збільшувалися діаметри інгібіції росту культур навколо аплікації препарату. Діаметри інгібіції росту тест-культури *E. coli* за посівної дози $4,3 \times 10^9$ КУО/см³ навколо зони аплікації препарату (варіант № 1) становили 8 мм; за посівної дози $4,3 \times 10^8$ КУО/см³ — 8–15 мм; за посівної дози $4,3 \times 10^7$ КУО/см³ — 15 мм.

У тест-культур *B. cereus* та *S. aureus* залежності впливу концентрації посівної дози на дію препарату не спостерігали, діаметри інгібіції росту культур були стабільними. Діаметри інгібіції росту тест-культури *B. cereus* (табл. 3) за посівних доз $3,5 \times 10^9$, $3,5 \times 10^8$, $3,5 \times 10^7$ КУО/см³ навколо зон аплікації препарату варіант № 1 становили 15 мм. За десятикратного розведення спостерігали незначну затримку зони росту в концентраціях $3,5 \times 10^8$, $3,5 \times 10^7$.

Діаметри інгібіції росту тест-культури *S. aureus* (табл. 4) за посівних доз $5,5 \times 10^9$, $5,5 \times 10^8$, $5,5 \times 10^7$ КУО/см³ навколо зон аплікації препарату варіант № 1 становили 18 мм. Встановлено також наявність зон затримки росту навколо зон аплікації препарату в його десятикратному розведенні у розмірі 2 та 3 мм за концентрацій *Bacillus cereus* $3,5 \times 10^8$ КУО/см³ та $3,5 \times 10^7$ КУО/см³ відповідно.

Культуру *L. ivanovii* (табл. 5) випробовували у концентрації 5×10^8 КУО/см³, зони пригнічення препаратом становили 36 мм; культуру *Y. enterocolitica* випробовували у концентрації посівної дози 9×10^8 КУО/см³, зони пригнічення становили 13 мм. У десятикратному розведенні препарат в дозі № 1 проявив свої бактерицидні властивості тільки стосовно *Staphylococcus aureus* ($5,5 \times 10^7$ КУО/см³). Зона затримки росту становила 3 мм.

При застосуванні варіанту № 2 препарату стосовно тест-культур реєстрували

Таблиця 2

Бактерицидна дія постбіотика в концентрації № 1 на різні титри *Escherichia coli*
The bactericidal effect of postbiotics in concentration no. 1 on different titers of *Escherichia coli*

<i>Escherichia coli</i> ($4,3 \times 10^9$ КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	8 мм	–
<i>Escherichia coli</i> ($4,3 \times 10^8$ КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	8–15 мм	–
<i>Escherichia coli</i> ($4,3 \times 10^7$ КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	15 мм	–

Таблиця 3

Бактерицидна дія постбіотика в концентрації № 1 на різні титри *Bacillus cereus*
Bactericidal effect of postbiotic in concentration no. 1 on different titers of *Bacillus cereus*

<i>Bacillus cereus</i> ($3,5 \times 10^9$ КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	15 мм	2 мм
<i>Bacillus cereus</i> ($3,5 \times 10^8$ КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	15 мм	3 мм
<i>Bacillus cereus</i> ($3,5 \times 10^7$ КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	16 мм	–

Таблиця 4

Бактерицидна дія постбіотика в концентрації № 1 на різні титри *Staphylococcus aureus*
Bactericidal effect of postbiotics in concentration no. 1 on different titers of *Staphylococcus aureus*

<i>Staphylococcus aureus</i> ($5,5 \times 10^9$ КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	18	–
<i>Staphylococcus aureus</i> ($5,5 \times 10^8$ КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	18	3 мм
<i>Staphylococcus aureus</i> ($5,5 \times 10^7$ КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	18 мм	2 мм

Таблиця 5

Бактерицидна дія постбіотика в концентрації № 1 на *Listeria ivanovii* та *Yersinia enterocolitica*
Bactericidal effect of postbiotics in concentration no. 1 on *Listeria ivanovii* and *Yersinia enterocolitica*

<i>Listeria ivanovii</i> (5×10^8 КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	36 мм	8 мм
<i>Yersinia enterocolitica</i> (9×10^8 КУО/см ³)		
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	13 мм	–

Таблиця 6

Бактерицидна дія постбіотика в концентрації № 2 на різні титри *Escherichia coli*
Bactericidal effect of postbiotics in concentration no. 2 on different titers of *Escherichia coli*

<i>Escherichia coli</i> ($4,3 \times 10^9$ КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	<5 мм	–	–
<i>Escherichia coli</i> ($4,3 \times 10^8$ КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	≈15 мм	–	–
<i>Escherichia coli</i> ($4,3 \times 10^7$ КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	>15 мм	2 мм	–

Таблиця 7

Бактерицидна дія постбіотика в концентрації № 2 на різні титри *Bacillus cereus*
Bactericidal effect of postbiotics in concentration no. 2 on different titers of *Bacillus cereus*

<i>Bacillus cereus</i> ($3,5 \times 10^9$ КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	13 мм	–	–
<i>Bacillus cereus</i> ($3,5 \times 10^8$ КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	>13 мм	–	–
<i>Bacillus cereus</i> ($3,5 \times 10^7$ КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	20 мм	4 мм	–

Таблиця 8

Бактерицидна дія постбіотика в концентрації № 2 на різні титри *Staphylococcus aureus*
Bactericidal effect of postbiotics in concentration no. 2 on different titers of *Staphylococcus aureus*

<i>Staphylococcus aureus</i> ($5,5 \times 10^9$ КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	12 мм	–	–
<i>Staphylococcus aureus</i> ($5,5 \times 10^8$ КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	15 мм	–	–
<i>Staphylococcus aureus</i> ($5,5 \times 10^7$ КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	17 мм	1–2 мм	–

Таблиця 9

Бактерицидна дія постбіотика в концентрації № 2 на *Listeria ivanovii* та *Yersinia enterocolitica*
Bactericidal effect of postbiotics in concentration no. 2 on *Listeria ivanovii* and *Yersinia enterocolitica*

<i>Listeria ivanovii</i> (5×10^8 КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	13 мм	–	–
<i>Yersinia enterocolitica</i> (9×10^8 КУО/см ³)			
Концентрація речовини / Concentration	натив / native	1:10	1:100
Зона інгібування росту культури, мм / Inhibition zone of culture growth, mm	22 мм	5 мм	–

аналогічні результати: ефективним виявився нативний зразок препарату, його десятикратні розведення інгібувальної дії стосовно тестових культур не проявляли (табл. 6–9). Також реєстрували певну залежність між концентрацією посівної дози тест-культур *E. coli*, *B. cereus*, *S. aureus* та ефективністю випробуваного зразку препарату: за поступового десятикратного зниження концентрації посівної дози культур збільшувалися діаметри інгібуння росту культур навколо аплікації препарату.

Діаметри інгібуння росту тест-культури *E. coli* (табл. 6) за посівної дози $4,3 \times 10^9$ КУО/см³ навколо зони аплікації препарату (варіант № 2) становили <5 мм; за посівної дози $4,3 \times 10^8$ КУО/см³ — ≈ 15 мм; за посівної дози $4,3 \times 10^7$ КУО/см³ — >15 мм. За десятикратного розведення препарату спостерігали наявність зони затримки росту лише за концентрації *E. coli* $4,3 \times 10^7$ КУО/см³ — 2 мм.

B. cereus (табл. 7) за посівної дози $3,5 \times 10^9$ КУО/см³ навколо зони аплікації препарату (варіант № 2) становили 13 мм; за посівної дози $3,5 \times 10^8$ КУО/см³ — >13 мм; за посівної дози $3,5 \times 10^7$ КУО/см³ — 20 мм.

У десятикратному розведенні препарат варіанту № 2 проявив бактерицидну дію, створивши зону затримки росту в 4 мм при концентрації *Bacillus cereus* ($3,5 \times 10^7$ КУО/см³). Діаметри інгібуння росту тест-культури *S. aureus* (табл. 8) за посівної дози $5,5 \times 10^9$ КУО/см³ навколо зони аплікації препарату (варіант № 1) становили 12 мм; за посівної дози $3,5 \times 10^8$ КУО/см³ — 15 мм; за посівної дози $3,5 \times 10^7$ КУО/см³ — 17 мм. Незначно проявилася дія препарату в десятикратному розведенні — 1–2 мм за найнижчої посівної дози *S. aureus*.

Культуру *L. ivanovii* (табл. 9) випробували лише у концентрації 5×10^8 КУО/см³, зона пригнічення препаратом становила 13 мм; культуру *Y. enterocolitica* випробували у концентрації посівної дози 9×10^8 КУО/см³, зони пригнічення становили 22 мм.

Порівнюючи дію варіанту № 1 та № 2 випробуваного препарату, необхідно зазначити, що стосовно тест-культур *E. coli*, *B. cereus*, *S. aureus* ефективність варіантів проявлялася приблизно на однаковому рівні (рис.).

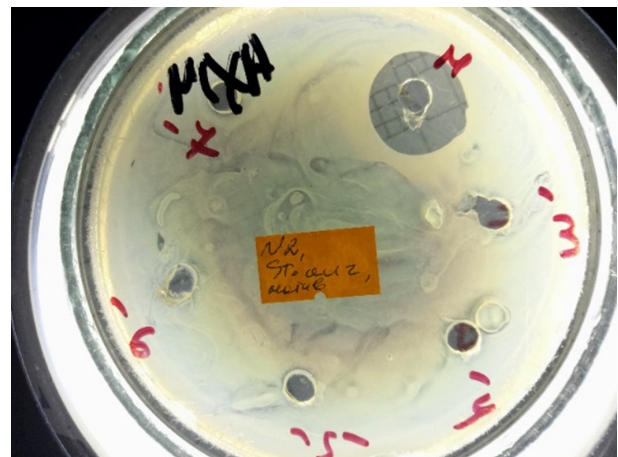
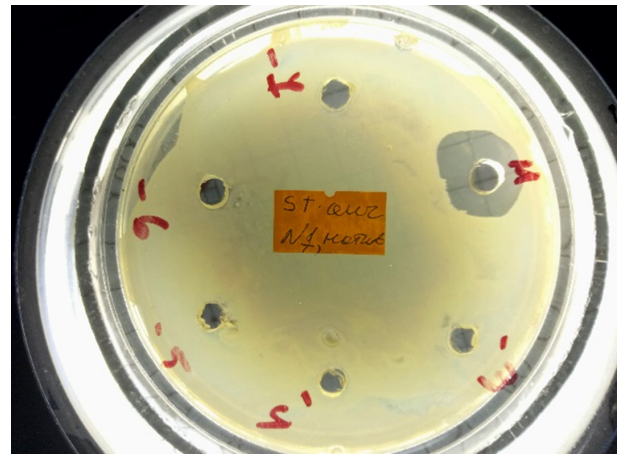


Рис. Дія постбіотика № 1 та № 2 на *Staphylococcus aureus*

Fig. Effects of Postbiotics no. 1 and no. 2 on *Staphylococcus aureus*

Стосовно тест-культури *L. ivanovii* значно ефективнішим виявився варіант № 1 препарату; стосовно тест-культури *Y. enterocolitica* — варіант № 2.

Встановлено, що випробувані варіанти № 1 та № 2 постбіотика з вмістом 0,05 та 0,10 г нізину відповідно проявляли виражену інгібувальну дію *in vitro* на ріст тестових культур *E. coli*, *B. cereus*, *S. aureus*; варіант постбіотика № 1 виявився активним стосовно *L. ivanovii*, варіант №2 — стосовно *Y. enterocolitica*.

Отримані результати вказують на перспективність подальшого вивчення дії постбіотиків *in vivo* з метою застосування їх для профілактики інфекцій, викликаних патогенними бактеріями, у тому числі, з набутою полірезистентністю до антибіотиків. Отже вищі результати бактерицидної активності було виявлено в наслідок дії препарату постбіотику варіант №2 (0,1 г нізину, 10 мл 40 % мо-

лочної кислоти, 89,9 мл дистильованої води). Він є ефективнішим щодо більшості тестових мікроорганізмів й може бути випробуваний в умовах органічного господарства, для профілактики захворювань при вирощування курей. Його було взято за основу для подальших досліджень.

Виробниче випробування постбіотика.

Проведений науково-господарський дослід встановив недоцільність використання традиційних високопродуктивних кросів зі швидкими темпами росту в органічному птахівництві. Внаслідок того, що курчата-бройлери — штучно виведений гібрид, за своєю генетичною схильністю вони дуже чутливі до найменших відхилень у технології як щодо утримання, так і щодо годівлі. Збереженість курчат-бройлерів за органічного вирощування в дослідній груп була незадовільною (82 %), але значно вищою, ніж у контрольній (51 %). Найбільші втрати поголів'я під час спеки також стосувалися курчат із контрольної групи. Слабкий імунітет курчат і неспроможність адаптуватися до умов зовнішнього середовища призвели до загибелі. Таких втрат не спостерігали в дослідній групі.

Профілактичні антибіотики в інтенсивному птахівництві маскують субоптимальні умови мікроклімату приміщень, зокрема їхнє надмірне бактеріальне забруднення, неналежне виконання санітарно-гігієнічних норм та правил. Відмовившись від превентивного застосування антибіотиків, органічне тваринництво не може обійтись без профілактичних препаратів, оскільки в органічному виробництві за меншої щільності поголів'я та регулярного прибирання й заміни підстилкового матеріалу існує низка інших ризиків, пов'язаних з бактеріальною загрозою. Зокрема це вигульні майданчики, контаміновані патогенною мікрофлорою, яку заносять комахи, тварини (гризуни), синантропні й перелітні птахи. Запропонований натуральний бактерицидний препарат-постбіотик природним чином й ефективно діє проти патогенних мікроорганізмів як на рівні корму, так і в травному каналі птиці. За додавання до корму постбіотик проявляє свою дію як консервант, що дозволяє триваліше зберігання приготованих кормів. А в кишечнику проявляється ще й його під-

киснювальна дія, що сприяє кращому перетравлюванню та засвоюванню кормів.

Отже, для успішного розвитку цієї галузі і, що найголовніше, для отримання якісної і безпечної продукції необхідний комплексний підхід до підтримання здоров'я тварин, їх годівлі та утримання, систематичний контроль санітарно-гігієнічних норм та використання натуральних профілактичних препаратів, зокрема нізину.

Висновки

1. Випробувані варіанти № 1 і № 2 постбіотика, які містять 0,05 і 0,10 г нізину, відповідно продемонстрували виражений інгібувальний ефект *in vitro* на ріст тест-культур *Escherichia coli* ATCC 25922 (F 50), *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC № 25923.

2. Постбіотичний препарат варіант № 1 був активним стосовно *Listeria ivanovii* ATCC 19119, варіант № 2 — стосовно *Yersinia enterocolitica* ATCC 23715.

3. За вивчення ефекту постбіотика *in vivo* на курчатах-бройлерах встановлено можливість його застосування для профілактики інфекцій, спричинених патогенними бактеріями. За рахунок його бактерицидних властивостей відбувається корекція мікробного складу травного каналу, покращується імунітет, стан здоров'я й продуктивність.

4. Загибель курчат-бройлерів дослідної групи вдалося знизити на 31 % порівняно з контрольною групою курчат, яким не задавали профілактичних препаратів.

5. На відміну від антибіотиків, компоненти постбіотика — бактериоцини й молочна кислота — повністю розщеплюються і виводяться з організму, не накопичуючись у залишкових кількостях в організмі птиці.

Перспективи подальших досліджень.

Буде оцінено вплив постбіотика на гематологічні показники курчат, а також на якість отриманої продукції, зокрема смакові властивості м'яса.

1. Iebba V., Totino V., Gagliardi A., Santangelo F., Cacciotti F., Trancassini M., Mancini C., Cice-

- rone C., Corazziari E., Pantanella F., Schippa S. Eubiosis and dysbiosis: the two sides of the microbiota. *The New Microbiologica: official journal of the Italian Society for Medical Virology (SIVIM)*, 2016, vol. 39, issue 1, pp. 1–12. Available at: https://www.researchgate.net/publication/296481400_Eubiosis_and_Dysbiosis_The_Two_Sides_of_the_Microbiota (accessed Mar 10 2019).
2. Kucheruk M. D. *Sanitary and hygienic aspects of correction of microendocology of intestines of animals*. The World of Science and Innovation “Scientific World”, 2016, vol. 2, issue 10, pp. 32–35. (in Ukrainian)
 3. Kucheruk M. D., Zasekin D.A. *Microendoecology intestines of animals. Nutraceutics*. Kyiv, Scientific-production enterprise “Interservis” LLC, 2013, 344 p. (in Ukrainian)
 4. Liu Y., Yang X., Xin H., Chen S., Yang C., Duan Y., Yang X. Effects of a protected inclusion of organic acids and essential oils as antibiotic growth promoter alternative on growth performance, intestinal morphology and gut microflora in broilers. *Animal Science Journal*, 2017, vol. 88, issue 9, pp. 1414–1424. DOI: 10.1111/asj.12782.
 5. McFarland L. V. Antibiotic-associated diarrhea: epidemiology, trends and treatment. *Future Microbiology*, 2008, vol. 3, issue 5, pp. 563–578. DOI: 10.2217/17460913.3.5.563.
 6. Meghrous J., Euloge R., Junelles A. M., Ballongue J., Petitdemange H. Screening of Bifidobacterium strains for bacteriocin production. *Biotechnology Letters*, 1990, vol. 12, issue 8, pp. 575–580. DOI: 10.1007/BF01030755.
 7. Otchenashko V. V. *Use of lactic acid in livestock*. Kyiv, 2012, 46 p. (in Ukrainian)
 8. Sologub Yu. O. *Organic production as a component of ecological and food safety of Ukraine. Organic production and food safety*. Zhytomyr, ZNAMEU, 2017, pp. 398–401. (in Ukrainian)
 9. Zasekin D., Prus V., Reva O. In the WTO and the EU — without antibiotics in feeds and livestock products! *Veterinary Medicine of Ukraine*, 2006, vol. 4, pp. 30–31. (in Ukrainian)