

УДК 636.09: 611.018-091: 636.028.084.3/.087.7

О. М. ЯКУБЧАК, доктор ветеринарних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування
України, м. Київ,

О. С. БОЛГОВА, кандидат технічних наук, молодший науковий
співробітник,
Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН
України, м. Київ,

Т. В. ТАРАН, кандидат ветеринарних наук, доцент,

Ю. В. ГРИБ, кандидат ветеринарних наук, асистент,
Національний університет біоресурсів і природокористування
України, м. Київ

E-mail: olga.yakubchak@gmail.com

ГЕМАТОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ за застосування пробітичних бактерій *B.Licheniformis* та *B.Subtilis*

Анотація. Пошук нових методів очищення води та забезпечення її безпечності як для людей, так і тварин (птиці у тому числі) є актуальним і важливим питанням. Мета роботи – дослідити вплив випоювання питної води з використанням пробітичних бактерій *B.licheniformis* та *B.subtilis* на організм щурів. Досліди проводили на білих нелінійних лабораторних щурах самцях тримісячного віку з середньою масою тіла $153,9 \pm 2,4$ г. У дослідній і контрольній групах було по 15 щурів. Упродовж 3 місяців щурів контрольної групи напували водою, взятою зі свердловини ("б'ювета"), щурів дослідної групи напували цією ж водою, але пропущеною через фільтр з іммобілізованими пробітичними бактеріями *Bacillus licheniformis* УКМ-5514 та *Bacillus subtilis* УКМ В-5007. Визначено, що пробітичні бактерії пригнічують іншу мікробіоту води. Встановлено позитивний вплив випоювання щурів води з пробітичними бактеріями. У щурів дослідної групи вже через 1 місяць вживання води з пробітичними бактеріями покращився апетит та стан шерсті, яка стала густішою та більш блискучою, порівняно з контролем. Відзначали збільшення їх живої маси у дослідній групі через 2 місяці на 9%, через 3 – на 12% порівняно з контролем. У дослідних щурів підвищився вміст гемоглобіну, загального білка та лужної фосфатази. За результатами патолого-анатомічних і гістологічних досліджень контрольні та дослідні тварини не відрізнялися між собою. Наукова новизна досліджень полягає в тому, що запропоновано "українську модифікацію" "англійських фільтрів", яка полягає у створенні на загрузках (піску, вугіллі тощо) біоплівки з пробітичних бактерій. Практична значущість: такий спосіб обробки води позбавляє її від наявних мікроорганізмів та збагачує профільтовану воду пробітичними бактеріями, що може бути використано у тваринництві, птахівництві для очистки водопровідної питної води.

Ключові слова: вода, фільтри, *B. subtilis*, *B. licheniformis*, щури

Низка авторів стверджують, що у складі біоплівки піщаних і вугільних фільтрів часто присутні найрізноманітніші мікроорганізми, зокрема й ті, які є небезпечними для здоров'я людини та тварин (Ху, 2020; Jeon, 2020). У цьому зв'язку, вдосконалення технології фільтрування води питної якості є важливим та актуальним питанням.

Вода є найважливішою складовою організму людини та тварин (і птиці у тому числі). Будучи ваговою частиною лімфи та крові, вона виконує транспортну й інші функції. В організм вода надходить з їжею або кормом та в якості питної води. За умови дефіциту води відбувається ряд змін в організмі, зокрема, життєва активність та обмін речовин значно знижуються, пригнічуються окиснювальні процеси, затримуються в організмі шкідливі хімічні речовини, сповільнюється кровообіг, кров стає більш в'язкою, відбувається прискорення пульсу, підвищення температури тіла, почервоніння шкіри, з'являється в'ялість та м'язова слабкість.

Контроль безпечності та якості води – важлива вимога сьогодення. Питна вода як для людини, так і для тварин повинна бути чистою, свіжою, безпечною та якісною. Через недостатньо очищену питну воду можуть передаватися *Hepatitis E*, діареї у людей. Є повідомлення про зараження працівників бойні на лептоспіроз через питну воду з колодязя, питна вода може стати причиною виникнення токсикоінфекцій, зокрема, спричинених *Campilobacter jejuni* (Mohammadi-Barzelighi et al., 2019).

Сучасні технології знезараження та очищення води питної якості спрямовані на її очищення від продуктів техногенного та антропогенного походження (Abu Hasan et al., 2020).

Є чимала кількість різноманітних методів знезараження та очищення води питної якості, які забезпечують її нормативні органолептичні, хімічні й епідемічні показники (Arenas et al., 2022; Ma et al., 2020). Поліпшення властивостей води можливе за допомогою окиснювачів аміаку, які використовують у швидкісних піщаних фільтрах (Hu, 2020), наночасток металів і різних синтетичних речовин (Ghosh et al., 2018), за допомогою біоплівки для деградації *Microcystin-LR*, який є токсичним (Kumar et al., 2020), піску, покритого оксидом графену, підготовленого за допомогою простого термічного методу (Vu et al., 2020) та інших інноваційних технологій.

Сільськогосподарським тваринам з питною водою та кормом практикують задавати пробіотики. Ці препарати широко використовують з лікувальною та профілактичною метою, особливо після заборони у 2006 році в Європі використання антибіотиків у тваринництві.

Недостатньо очищена вода є джерелом низки захворювань як людей, так і тварин в усьому світі. За умови виникнення захворювань, пов'язаних зі вживанням неякісної води доводиться знову повертатися до вживання антибіотиків, які мають ряд негативних наслідків. Дослідники доводять можливість заміни кормових антибіотиків пробіотиками, які є безпечними для людини, тварин і навколишнього середовища та економічно ефективні (Bayer et al., 2017a; Bayer et al., 2017b). Нині постійно вдосконалюють технології очистки води, зокрема, питної. Особливу ува-



гу приділяють мікробіологічним дослідженням води, яку фільтрують через піщані та вугільні фільтри, що можуть у процесі експлуатації забруднюватися небезпечною мікрофлорою (Sharma et al., 2018). У цьому зв'язку, вдосконалення процесу фільтрування води питної якості є важливою та актуальною темою сучасних досліджень.

Мета дослідження – дослідження впливу пробіотичних бактерій *B. licheniformis* та *B. subtilis*, які надходять до організму лабораторних щурів з питною водою. Для досягнення мети необхідно було провести дослідження щодо впливу даної води на загальний стан організму тварин, стан шерсті, вплив на прирости маси тіла, патоморфологічні показники.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у Національному університеті біоресурсів і природокористування України, Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України. Зразки крові за гематологічними та біохімічними показниками досліджували в клініці Інституту онкології АМН України.

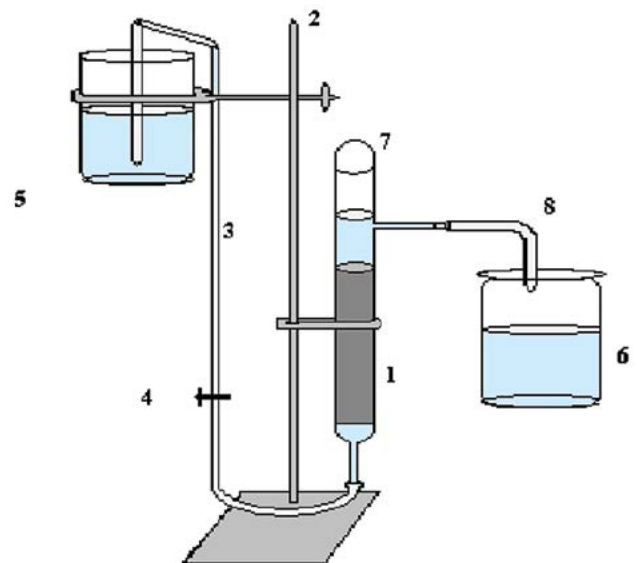


Рис. 1. Фільтр для збагачення води пробіотиками:

1 – колонка-фільтр, 2 – штатив для закріплення конструкції фільтра, 3 – сифон, 4 – кран, 5 – вода не збагачена пробіотиками, 6 – вода збагачена пробіотиками, 7 – вихід а, 8 – вихід б.



У досліджах використовували білих нелінійних лабораторних щурів (самців 3 місяців однакової маси тіла $153,9 \pm 2,4$ г). Приміщення виварію, де утримували щурів відповідало вимогам щодо освітлення, вентиляції, мало постійну температуру повітря ($20-22$ °C) та вологість $40-45\%$. Тварин утримували у пластмасових клітках з сіткою з нержавіючої сталі, що легко миються та дезінфікуються, використовували підстилку – тирсу, яку замінювали за необхідності. Клітки мили та дезінфікували двічі на місяць. Годували щурів спеціальним комбікормом, що має поживні властивості відповідно до фізіологічних потреб щурів. У контрольній та дослідній групах було по 15 щурів, які були на одному стандартному раціоні та відрізнялися якістю питної води, яку пили щурі. Зважування тварин проводили на вагах зі шкалою 500 г. Кров відбирали шляхом пункції хвостової вени.

Дослідження тривали три місяці. Щури контрольна групи вживали воду зі свердловини, а дослідної – ту ж воду, але з пробіотиками *Bacillus subtilis* УКМ В-5007 та *Bacillus licheniformis* УКМ-5514. Воду для напування дослідної групи щурів отримували шляхом пропускання

води зі свердловини через фільтр з іммобілізованими пробіотичними бактеріями.

Воду, що використовували для контрольної групи тварин, досліджували в Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського за показниками: рН; мутність (по коаліну), мг/дм³; жорсткість, мг-екв/дм³; сухий залишок, мг/дм³; лужність, мг-екв/дм³; загальний органічний вуглець, мг/дм³; залізо (загальне), мг/дм³; бікарбонати, мг/дм³; магній, мг/дм³; кальцій, мг/дм³; нітрити, мг/дм³; нітрати, мг/дм³; хлориди, мг/дм³; сульфати, мг/дм³.

Використовували фільтри для води, де на загрузці (вугіллі) створювали біоплівку з пробіотиків, використовуючи як основу препарат "Біоспорин-Біофарма", виробник якого ЗАТ "Трудовий колектив Київського підприємства по виробництву бактерійних препаратів "Біофарма". Препарат являє собою кристалічну або пористу ліофілізовану масу живих клітин *Bacillus subtilis* УКМ В-5007 та *Bacillus licheniformis* УКМ-5514 світло-сірого, бежевого чи темно-сірого кольору, зі специфічним запахом та солодкуватим смаком. У дозі препарату "Біоспорин-Біофарма" міститься живих мікробних клітин *B. subtilis* УКМ В-5007: $1 \times 10^9 - 8 \times 10^9$, *B. licheniformis* УКМ-5514: $1 \times 10^8 - 2 \times 10^9$. Згідно інструкції з використання препарат має антагоністичну активність відносно умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів, впливає на мікроорганізми, що є представниками нормальної мікробіоти, сприяє синтезу комплексу ферментів, що регулюють і стимулюють травлення, а також позитивно впливають на засвоєння їжі. Показаннями для застосування даного препарату є гострі кишкові інфекції, які спричинені умовно-патогенними і патогенними мікроорганізмами (ентеропатогенними *E. coli*, *Candida spp.*, *Shigella spp.*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Proteus spp.*).

Загрузки фільтрів для води попередньо стерилізували, іммобілізували на них живі мікробні клітини *B. subtilis* та *B. licheniformis*, у режимі повільного фільтрування пропускали через них воду. Отримували таким чином воду, збагачену цими пробіотичними бактеріями.

Фільтр, який змонтували в Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського представлено на *рисунку 1*.

Стерильний крупнофракційний пісок, який отримали з Дніпровської водозабірної станції, служив завантаженням фільтру, на нього іммобілізували живі пробіотичні бактерії *B. subtilis* та *B. licheniformis*.

Завдяки сифону вода, відібрана зі свердловини надходила у фільтраційну колонку, де міститься крупнофракційний пісок із живими бактеріями. Через фільтр проходить повільно вода (швидкість 140 крапель/хв.), далі вона виходить з виходу б. Дана вода використовувалася з метою напування тварин дослідної групи.

Мікробіологічні дослідження води проводили згідно загальноприйнятих методик, посіви на чашки Петрі здійснювали методом Дригальського.

Після трьох місяців випоювання лабораторним щурам питної води, збагаченої пробіотичними бактеріями *Bacillus licheniformis* УКМ-5514 та *Bacillus subtilis* УКМ В-5007, їм проводили евтаназію за допомогою хлороформу з дотриманням правил біоетики, патолого-анатомічний розтин і патоморфологічні дослідження. Подібним чином прове-

1. Маса тіла щурів упродовж досліджу (М $\pm$ m), n=15

Показник живої маси щурів	Вік щурів, місяців	Групи	
		контрольна	дослідна
На початку досліджу, г	3	$153,5 \pm 2,5$	$153,9 \pm 2,4$
На другий місяць досліджу, г	5	$240,6 \pm 1,4$	$265,2^* \pm 2,4$
У кінці досліджу, г	6	$284,3 \pm 1,5$	$319,4^* \pm 2,5$

Примітка: * – $P \leq 0,05$

дено дослідження контрольних тварин. Гістологічні зрізи досліджували під збільшенням мікроскопу x80.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили загальноприйнятими методами варіаційної статистики. Вірогідність отриманих показників визначали за t-критерієм Ст'юдента.

Результати досліджень. Встановлено, що вода, котра використовувалася у дослідженнях відповідає вимогам чинних нормативно-правових актів ДСТУ 4808:2007 "Джерела централізованого водопостачання" та ДСанПіН № 383 "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання".

Мікробіологічні дослідження вхідної води, отриманої зі свердловини показали ріст різноманітної мікробіоти. Результати посівів на м'ясо-пептонний агар води, яка пропускала через фільтри, збагачені пробіотиками свідчать про те, що вода збагачувалася ними. В даному випадку відзначали рясний ріст гладеньких колоній, які властиві *B. licheniformis* УКМ-5514 і *B. subtilis* УКМ В-5007, що свідчить про витіснення пробіотичними бактеріями мікробіоти води, отриманої зі свердловини.

На м'ясо-пептонному агарі *B. subtilis* УКМ В-5007 утворювали дрібні колонії з рівними краями, але сильно порізаними, круглої форми, з максимальним діаметром 2,0 мм. Колонії гладенькі, гомогенні, матові, плоскі, вросли в агар, тому важко відокремлюються від нього. На першу добу розвитку колонії мали сіруватий колір, на другу – жовтуватий.

B. licheniformis УКМ-5514 на м'ясо-пептонному агарі давали рясний ріст протягом 24-48 год., колонії були неправильної форми з піднятим центром, непрозорі, гладенькі, з максимальним діаметром – 13 мм, кремового кольору на початку росту, рожевого – у кінці.

Після завершення дослідів, який тривав упродовж 3 місяців було проведено клінічні дослідження лабораторних тварин дослідної та контрольної груп.

За результатами визначення габітусу всі тварини мали природне положення тіла у просторі, середню вгодованість, жвавий темперамент, добрий апетит. У дослідних щурів на кінець дослідів шерсть добре прилягала до тіла, міцно зафіксована у шкірі, була густою, блискучою у дослідних тварин та дещо тьмяною – у контрольних. У тварин обох груп шкіра була еластична, блідо-рожевого кольору, з непорушеною цілісністю, запахом, властивим даному виду тварин. Кігті були твердої консистенції, недеформовані. Слизова оболонка носової та ротової порожнин блідо-рожевого кольору, блискуча, секретія збережена. Серцевий поштовх помірної сили, частий, дихання не ускладнене. Акт сечовиділення не ускладнений. Акт дефекації регулярний, калові маси темно-коричневі, сформовані. Суттєвих змін поведінки та зовнішнього вигляду тварин не виявляли. В межах норми також були такі фізіологічні показники тварин: температура тіла – 37-38 °С, пульс – 300-500 уд./хв., частота дихання – 85-90 дихальних рухів/хв. У щурів дослідної групи відзначали покращення апетиту та стану шерстного покриву, який мав більшу густину та блиск.

Результати змін маси тіла лабораторних щурів під час дослідів наведено в таблиці 1.

2. Гематологічні показники щурів за випоювання пробіотика ($M \pm m$, $n=15$)

Показник	Норма	Групи	
		контрольна	дослідна
Лейкоцити, $10^9/\text{л}$	4-17	18,5±0,1	13,3±0,1
Еритроцити, $10^{12}/\text{л}$	6-9	7,0±1,0	7,0±1,0
Гемоглобін, г/л	110-170	111,0±1,8	136,0±1,4*
Тромбоцити, $10^9/\text{л}$	800-1400	1220,0±5,8	1200,0±5,5
Гематокрит, %	38-50	38,0±2,0	49,0±2,5

Примітка: * – $P \leq 0,05$ порівняно з контролем

На початку дослідів щури були практично з однаковою масою тіла.

Відзначено, що пробіотичні бактерії *B. licheniformis* та *B. subtilis* позитивно впливають на організм щурів не тільки покращенням стану шерсті, а й збільшенням маси тіла. Через 2 місяці дослідів щури, яким випоювали воду з пробіотичними бактеріями мали на 9% більшу масу тіла, порівняно з контрольними. Через 3 місяці дослідів маса тіла щурів збільшилася на 12% порівняно з контролем.

Це підтверджує дані, наведені в інструкції до пробіотичного препарату, яким збагачували фільтр для води.

3. Біохімічні показники щурів за випоювання пробіотика ($M \pm m$, $n=15$)

Показник	Норма	Групи	
		контрольна	дослідна
Загальний білок, г/л	50-80	58,4±1,8	67,6±2,5*
Глюкоза, ммоль/л	3,89-12,21	5,5±0,4	5,5±0,2
Сечовина, ммоль/л	4,28-11,48	8,1±0,5	8,4±1,0
Тригліцериди, ммоль/л	0,56-2,23	2,0±0,02	2,1±0,04
Холестерин, ммоль/л	0,51-2,82	2,5±0,05	2,0±0,05
АсАТ, Од./л	20-143	56,0±2,0	55,0±2,0
АлАТ, Од./л	10-80	63,0±1,5	64,0±2,0
Лужна фосфатаза, Од./л	70-450	270,0±3,5	325,0±3,0*
Креатинкіназа, Од./л	50-650	493,0±2,5	500,0±2,5
ЛДГ, Од./л	50-700	307,0±3,0	315,0±2,0

Примітка: * – $P \leq 0,05$ порівняно з контролем

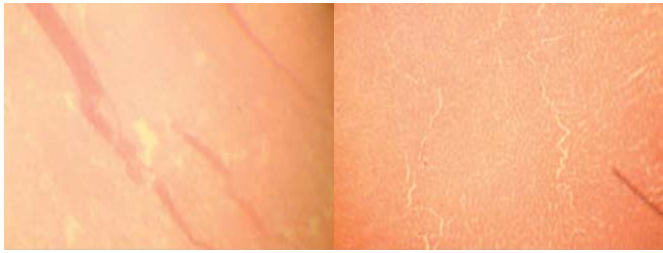


Рис. 2.

1 – гістопрепарат печінки (контроль). Фарбування гематоксилін-еозином ($\times 80$);
2 – гістопрепарат печінки (дослід). Фарбування гематоксилін-еозином ($\times 80$).



Рис. 3.

1 – гістопрепарат нирки (контроль). Фарбування гематоксилін-еозином ($\times 80$);
2 – гістопрепарат нирки (дослід). Фарбування гематоксилін-еозином ($\times 80$).

Також нами було досліджено гематологічні та біохімічні показники сироватки крові щурів (табл. 2).

Дані, що наведені у таблицях 2 і 3 свідчать про те, що гематологічні та біохімічні показники крові тварин контрольної і дослідної груп були в межах фізіологічної норми.

Крім того, можна зробити висновок, що вживання води з пробіотичними бактеріями *B. subtilis* і *B. licheniformis* позитивно впливає на гематологічні та біохімічні показники крові. Було встановлено, що вміст гемоглобіну в дослідних щурів був більшим на 11 г/л, порівняно з контрольними, хоча й знаходився у межах норми. Ймовірно вода з вмістом пробіотичних бактерій покращує засвоєння заліза з корму, як й інших поживних речовин. Верхній межі норми відповідав показник креатинінази у тварин обох груп, що можна пояснити малорухливим способом життя щурів в умовах віварію. У крові дослідної групи тварин також підвищився вміст загального білка, що свідчить про поліпшення білкового обміну в організмі та лужної фосфатази, оскільки бактерії *B. subtilis* та *B. licheniformis* мають здатність його синтезувати.

За результатами патологоанатомічного розтину встановлено, що будова тіла щурів пропорційна, вони мають середню вгодованість (контроль) і добру вгодованість (дослід), симетричну грудну клітку. Витікань з носової та ротової порожнин немає, слизові оболонки губ та ясен блискучі, гладенькі, блідо-рожевого кольору, язик має природне положення, знаходиться у ротовій порожнині, слизова оболонка ротової порожнини блідо-рожевого кольору, волога, без ознак набряку, має гладеньку поверхню, блискуча. Зовнішній слуховий прохід вільний, без новоутворень. Анус без витікань, закритий, ділянка навколо нього чиста.

Волосяний покрив контрольних тварин у міру густий, дещо тьмяний, є незначні ознаки випадіння шерсті, дещо здиблена. У дослідних тварин – шерсть густа, немає ознак випадіння, блискуча, не здиблена. У тварин обох груп шкіра без ознак порушення цілісності, еластична, блідо-рожевого кольору, з притаманним даному виду тварин запахом, кігті щільної консистенції, звичайної форми.

У щурів обох груп не відрізнявся стан скелетних м'язів, кісток, суглобів, сухожилок. Скелетні м'язи були слабкорозвинуті, пружні, рожеві, волокнистої будови.

Кістки твердої консистенції, нормальної форми з гладеньким окістям, блискучі, сірого кольору. Суглоби нормальної форми, рухливі, синовіальна оболонка мала білий колір, а синовіальна рідина була прозора та рідкої консистенції. Сухожилки були блискучими, гладенькими, мали щільну консистенцію.

Порожнина носа, гортань, трахея мали добру прохідність, слизові оболонки блискучі, вологі, блідо-рожевого та сіро-рожевого кольору відповідно. Легені не зміненої форми та розмірів, синьо-червоного кольору.

Слизова оболонка ротової порожнини блідо-рожева, без ознак набряку, волога, гладенька, блискуча. Язик має пружну консистенцію, типове розташування та колір. Глотка та стравохід зі збереженою прохідністю, без вмістимого, має типовий колір слизової оболонки. Шлунок та кишечник анатомічно правильно розміщені, нормальних форми та розміру.

Також за результатами огляду порожнин тіла та внутрішніх органів тварин обох груп суттєвих відмінностей не виявлено. Огляд черевної порожнини тіла усіх тварин показав правильне анатомічне положення органів, без рідини, очеревина була блискучою, вологою, гладенькою, мала сірий колір. Серозні оболонки блискучі, вологі, сірі. Сальник і брижа не жирні з помірно наповненими судинами. Селезінка мала природні форму та розмір (вузька та плоска), без ознак напруження капсули з округлими краями, мала м'яку консистенцію, була блискучою та гладенькою. На розрізі пульпа не виходить за краї капсули, бурого кольору, поверхня розрізу гладенька, рисунок виражений.

У грудній порожнині органи знаходились також у правильному анатомічному положенні, порожнина не містила рідини, плевра була блискучою, гладенькою, вологою, сірою. Серцева сумка була блідо-сірого кольору, прозорою, вологою, блискучою, гладенькою. Перикард, ендокард темно-вишневого кольору, були вологими, блискучими, гладенькими. Серце не збільшене, епікард блідо-червоний, гладенький, вологий. Клітковина під епікардом мала незначну кількість жиру. Передсердя були з кров'ю. Співвідношення лівого та правого шлуночків становило 1:3. Міокард та ендокард були вишневого кольору, вологі, блискучі, гладенькі. Клапанний апарат серця нормальної консистенції.

Печінка блискуча, має типову форму, пружну консистенцію, бурий колір, гладеньку поверхню, типове

анатомічне розміщення, чотири частка з чітким поділом.

Нирки розташовані анатомічно правильно, темно-червоні, мають типовий розмір, гладеньку поверхню, бобовидну форму, пружну консистенцію. На розрізі ззовні чітко виражена світла зона кіркової речовини та внутрішня темна зона мозкової речовини. Слизова оболонка сечового міхура сіра, гладенька, волога, блискуча.

За результатами патолого-анатомічного дослідження відмінностей між контролем і дослідом не виявлено.

Наступним етапом нашої роботи стало проведення гістологічних досліджень печінки та нирок дослідних і контрольних щурів. У гістологічних препаратах печінки тварин обох груп печінкові часточки мали типову будову: гепатоцити округлі, цитопlasма еозинофільна з базофільним ядром. У центральній частині кожної часточки є центральна вена з печінковими балками радіально від неї, між балками розташовані синусоїдні капіляри. Поміж часточками відзначали сполучну тканину. Судини були помірно кровонаповнені (рис. 2).

Дослідження гістологічних зрізів нирок тварин обох груп також не виявило будь-яких патологічних змін. Кожна нирка складається з великої кількості нефронів. Ниркове тільце нефрону складалося з судинного клубка, навколо якого виявляли капсулу бокалоподібної форми. Відзначали також наявність порожнини капсули, звивистих канальців першого та другого порядків, збирних трубочок, які зливаючись, утворювали протоки, які ведуть у ниркову миску. Обидві стінки капсули та стінки канальця мають один шар епітеліальних клітин (рис. 3).

Таким чином, отримані результати досліджень гісто-зрізів печінки та нирок тварин контрольної й дослідної груп свідчать про те, що функціонування даних органів відповідає нормі.

Отже, за результатами проведених досліджень можна пропонувати використовувати фільтри для води з іммобілізованими пробіотиками – *B. subtilis* та *B. licheniformis* в якості сучасного методу очистки води для використання людиною як у птахівництві, так і у тваринництві загалом.

ВИСНОВКИ

1. Мікробіологічними дослідженнями води, збагаченої пробіотичними бактеріями *B. licheniformis* та *B. subtilis*, виявлено підвищений вміст пробіотичних мікроорганізмів, що пригнічують іншу мікробіоту води.
2. Вживання дослідними лабораторними тваринами пробіотичної води сприяє покращенню їх апетиту та стану шерсті.
3. Випоювання щурів води з вмістом пробіотиків позитивно впливає на прирости їх маси тіла. Через 2 місяці вона збільшилася на 9%, порівняно з контролем, а через 3 – на 12%.
4. Випоювання щурів води з пробіотичними бактеріями *B. subtilis* та *B. licheniformis* сприяє підвищенню вмісту гемоглобіну, загального білка та лужної фосфатази крові, не виходячи за межі норми.
5. Випоювання лабораторним щурів упродовж трьох місяців питної води, збагаченої пробіотичними бактеріями, як і води зі свердловини не викликає патолого-анатомічних та гістологічних змін в організмі.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу питної води, збагаченої пробіотичними бактеріями на стан здоров'я птиці, приростів живої маси та якості м'яса, можливості відмови від кормових антибіотиків. ■

O. M. YAKUBCHAK, Doctor of Veterinary Sciences, Professor,

The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv,

O. S. BOLGOVA, Candidate of Technical Sciences, Junior Research Fellow,

A. V. Dumanskyi Institute of Colloidal and Water Chemistry NAS of Ukraine, Kyiv,

T. V. TARAN, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,

Yu. V. HRYB, Candidate of Veterinary Sciences, Assistant Professor,

The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

E-mail: olga.yakubchak@gmail.com

Hematological and biochemical indicators of laboratory rats using probiotic bacteria *V. Licheniformis* and *V. Subtilis*

Abstract. The search of new methods for water treatment and ensuring its safety for both humans and animals (including a bird) is an urgent and important problem today. The purpose of the work is to investigate the effect of drinking water with the use of probiotic bacteria *B. licheniformis* and *B. subtilis* on the rats. Experiments were conducted on three-month-old male non-linear laboratory rats with an average body weight of 153.9 ± 2.4 g. There were 15 rats each in the experimental and control groups. For 3 months, the rats of the control group were fed with water taken from a well ("buvette"), the rats of the experimental group were fed with the same water, but passed through a filter with immobilized probiotic bacteria *Bacillus licheniformis* UKM-5514 and *Bacillus subtilis* UKM B-5007. Probiotic bacteria have been found to suppress other water microbiota. The positive effect of drinking water with probiotic bacteria in rats was established. In the rats of the research group, already after 1 month of drinking water with probiotic bacteria, the appetite and the condition of the fur, which became thicker and more shiny, compared to the control, improved. An increase in their mass was noted in the experimental group after 2 months by 9%, after 3 – by 12% compared to the control. The content of hemoglobin, total protein

and alkaline phosphatase increased in experimental rats. According to the results of pathological-anatomical and histological studies, the control and experimental animals did not differ from each other. Scientific novelty. A "Ukrainian modification" of "English filters" is proposed, which consists in creating a biofilm of probiotic bacteria on sludge (sand, coal, etc.). This method of water treatment rids it of existing

microorganisms and enriches the filtered water with probiotic bacteria, which can be used in animal husbandry, poultry farming, and for the purification of tap drinking water.

Key words: water, filters, *B. subtilis*, *B. licheniformis*, rats

Література

- Байер О. В., Новожицька Ю. М., Шевченко Л. В., Михальська В. М. Моніторинг залишків ветеринарних препаратів у харчових продуктах. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017a. № 7 (3). С. 251-257. doi:10.15421/2017_76
- Байер О. В., Новожицька Ю. М., Шевченко Л. В., Михальська В. М. Визначення вмісту антибіотиків та сульфаніламідних препаратів у молоці скринінговим методом. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017b. № 7(4). С. 576-582. doi: 10.15421/2017_163.
- Abu Hasan H., Muhammad M. H., Ismail N. I. A review of biological drinking water treatment technologies for contaminants removal from polluted water resources. *Journal of Water Process Engineering*. 2020. № 33. Стаття № 101035 doi:10.1016/j.jwpe.2019.101035
- Arenas L. R., Gentile S. R., Zimmermann S., Stoll S. Fate and removal efficiency of polystyrene nanoplastics in a pilot drinking water treatment plant. *Science of the Total Environment*. 2022. № 813. Стаття № 152623 doi:10.1016/j.scitotenv.2021.152623
- Ghosh B. K., Ghosh N. N. Applications of Metal Nanoparticles as Catalysts in Cleaning Dyes Containing Industrial Effluents: A Review. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. 2018. № 18(6). С. 3735-3758. doi:10.1166/jnn.2018.15345
- Hu J. J., Zhao Y. X., Yang W. L., Wang J. Q., Liu H., Zheng P., Hu B. L. Surface ammonium loading rate shifts ammonia-oxidizing communities in surface water-fed rapid sand filters. *Fems Microbiology Ecology*. 2020. № 96(10). P. 1-9. doi:10.1093/femsec/fiaa179.
- Jeon Y., Li L., Calvillo J., Ryu H., Domingo J. W. S., Choi O., Seo Y. Impact of algal organic matter on the performance, cyanotoxin removal, and biofilms of biologically-active filtration systems. *Water Research*. 2020. № 184. Стаття № 116120. doi:10.1016/j.watres.2020.116120
- Kumar P., Hegde K., Brar S. K., Cledon M., Kermanshahi-pour A., Roy-Lachapelle A., Galvez-Cloutier R. Co-culturing of native bacteria from drinking water treatment plant with known degraders to accelerate microcystin-LR removal using biofilter. *Chemical Engineering Journal*. 2020. № 383. Стаття № 123090. doi:10.1016/j.cej.2019.123090
- Ma B., LaPara T. M., Hozalski R. M. Microbiome of Drinking Water Biofilters is Influenced by Environmental Factors and Engineering Decisions but has Little Influence on the Microbiome of the Filtrate. *Environmental Science & Technology*. 2020. № 54(18). P. 11526-11535. doi:10.1021/acs.est.0c01730
- Mohammadi-Barzelighi H., Nasr-Esfahani B., Bakhshi B., Daraei B., Moghim S., Fazeli H. Analysis of antibacterial and antibiofilm activity of purified recombinant Azurin from *Pseudomonas aeruginosa*. *Iranian Journal of Microbiology*, (2019). № 11(2). P. 166-176.
- Vu C. T., Wu T. T. Enhanced Slow Sand Filtration for the Removal of Micropollutants from Groundwater. *Science of the Total Environment*. 2022. № 809. Стаття № 152161. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.152161
- Sharma D., Taylor-Edmonds L., Andrews R. C. Comparative assessment of ceramic media for drinking water biofiltration. *Water Research*. 2018. № 128. P. 1-9. doi:10.1016/j.watres.2017.10.019.
- Xu L. K., Campos L. C., Canales M., Ciric L. Drinking water biofiltration: Behaviour of antibiotic resistance genes and the association with bacterial community. *Water Research*. 2020. № 182. Стаття № 115954 doi:10.1016/j.watres.2020.115954.

References

- Abu Hasan, H., Muhammad, M. H., & Ismail, N. I. (2020). A review of biological drinking water treatment technologies for contaminants removal from polluted water resources. *Journal of Water Process Engineering*, 33. doi:10.1016/j.jwpe.2019.101035 [in English].
- Arenas, L. R., Gentile, S. R., Zimmermann, S., & Stoll, S. (2022). Fate and removal efficiency of polystyrene nanoplastics in a pilot drinking water treatment plant. *Science of the Total Environment*, 813. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.152623 [in English].
- Bayer, E. V., Novozhitskaya, Yu. N., Shevchenko, L. B., & Mykhalska, V. M. (2017a). Monitoryng zalyshkiv veterinarykh preparativ u kharchovykh produktakh [Monitoring of residues of veterinary preparations in food products]. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (3), 251-257. doi:10.15421/2017_76 [in Ukrainian].
- Bayer, E. V., Novozhitskaya, Yu. N., Shevchenko, L. V., & Mykhalska, V. M. (2017b). Vyznachennia vmistu antybiotykyv ta sulfanilamidnykh preparativ u molotsi skryninhovym metodom [Determination of the content of antibiotics and sulfanilamide drugs in milk by screening method]. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), 576-582.
- Ghosh, B. K., & Ghosh, N. N. (2018). Applications of Metal Nanoparticles as Catalysts in Cleaning Dyes Containing Industrial Effluents: A Review. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 18(6), 3735-3758. doi:10.1166/jnn.2018.15345 [in English].
- Hu, J. J., Zhao, Y. X., Yang, W. L., Wang, J. Q., Liu, H., Zheng, P., & Hu, B. L. (2020). Surface ammonium loading rate shifts ammonia-oxidizing communities in surface water-fed rapid sand filters. *Fems Microbiology Ecology*, 96(10). doi:10.1093/femsec/fiaa179 [in English].
- Jeon, Y., Li, L., Calvillo, J., Ryu, H., Domingo, J. W. S., Choi, O., & Seo, Y. (2020). Impact of algal organic matter on the performance, cyanotoxin removal, and biofilms of biologically-active filtration systems. *Water Research*, 184. doi:10.1016/j.watres.2020.116120 [in English].
- Kumar, P., Hegde, K., Brar, S. K., Cledon, M., Kermanshahi-pour, A., Roy-Lachapelle, A., & Galvez-Cloutier, R. (2020). Co-culturing of native bacteria from drinking water treatment plant with known degraders to accelerate microcystin-LR removal using biofilter. *Chemical Engineering Journal*, 383. doi:10.1016/j.cej.2019.123090 [in English].
- Mohammadi-Barzelighi, H., Nasr-Esfahani, B., Bakhshi, B., Daraei, B., Moghim, S., & Fazeli, H. (2019). Analysis of antibacterial and antibiofilm activity of purified recombinant Azurin from *Pseudomonas aeruginosa*. *Iranian Journal of Microbiology*, 11(2), 166-176. [in English].
- Ma, B., LaPara, T. M., & Hozalski, R. M. (2020). Microbiome of Drinking Water Biofilters is Influenced by Environmental Factors and Engineering Decisions but has Little Influence on the Microbiome of the Filtrate. *Environmental Science & Technology*, 54(18), 11526-11535. doi:10.1021/acs.est.0c01730 [in English].
- Vu, C. T., & Wu, T. T. (2022). Enhanced Slow Sand Filtration for the Removal of Micropollutants from Groundwater. *Science of the Total Environment*, 809. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.152161 [in English].
- Sharma, D., Taylor-Edmonds, L., & Andrews, R. C. (2018). Comparative assessment of ceramic media for drinking water biofiltration. *Water Research*, 128, 1-9. doi:10.1016/j.watres.2017.10.019 [in English].
- Xu, L. K., Campos, L. C., Canales, M., & Ciric, L. (2020). Drinking water biofiltration: Behaviour of antibiotic resistance genes and the association with bacterial community. *Water Research*, 182. doi:10.1016/j.watres.2020.115954 [in English].