

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ


УДК 31:636.6.087.8:579.63.546

Безпечність м'яса перепелів за впоювання суспензії *Chlorella*

Зоценко В.М. , Островський Д.М. ,

Богатко Н.М. , Гришко В.А. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 E-mail: Зоценко В.М. vladimirzotsenko@gmail.com



Зоценко В.М., Островський Д.М., Богатко Н.М., Гришко В.А. Безпечність м'яса перепелів за впоювання суспензії *Chlorella*. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 60–71.

Zotsenko V., Ostrovskiy D., Bogatko N., Grishko V. Safety of quail meat after drinking *Chlorella* suspension. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 60–71.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 23.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-60-71

Зелені водорості *Chlorella* позиціонуються як біологічно активна кормова добавка, до складу якої входять білки, полісахариди, вітаміни, мінерали, глікопротеїни та β-глюкани. Додавання їх незначної кількості до раціону позитивно впливає на здоров'я та добробут тварин і птиці. Однак їх використання у птахівництві потребує аналізу якості і безпечності отриманої продукції для споживача. Мета дослідження – провести оцінювання безпечності м'яса перепелів за впоювання суспензії мікроводорості *Chlorella sorokiniana*.

Об'єктом вивчення були перепели породи Фараон, в добовому віці їх поділили на дві групи: дослідну і контрольну, по 30 голів у кожній. Птицю утримували у клітках за вільного доступу до корму і води. Перепелам дослідної групи у питну воду додавали суспензію хлорели (ДСТУ ЕК ISO 8692:2022 EN). Для впоювання готову суспензію хлорели розбавляли питною водою до концентрації $2 \cdot 10^6$ клітин/мл, вирощену у скляному ферментері.

Зважування перепелів проводили щотижнево починаючи з добового віку. Впоювання суспензії *Chlorella sorokiniana* збільшило живу масу птиці на 13,2 ($p < 0,05$) проти контролю. Передзабійний огляд перепелів обох груп виявив задовільний клінічний стан птиці. Огляд 20 тушок перепелів показав, що їх можна віднести до першого ґатунку. За органолептичними показниками м'ясо перепелів у ветеринарно-санітарному значенні належить до доброякісного. Проведені мікробіологічні дослідження м'яса перепелів свідчать про відсутність впливу мікроводорості *Chlorella sorokiniana* у застосованих дозах на його бактеріальну контамінацію. Хімічні показники м'яса (рН, аміоаміачний азот, леткі жирні кислоти під час зберігання в умовах холодильника (5 діб, $t = 4-5$ °C) мали тенденцію до зростання і знаходились в межах норми для свіжого продукту. Під час мікроскопії м'язової тканини її розпаду у перепелів обох груп не виявлено.

Біологічна цінність м'яса перепелів обох груп була тотожною, а токсичність відсутня. Дегустаційне оцінювання бульйону і м'яса показало, що впоювання мікроводорості *Chlorella sorokiniana* не впливає на досліджувані смакові показники. Отже, м'ясо перепелів, які отримували з водою кормову добавку мікроводорості *Chlorella sorokiniana* за досліджуваними показниками є безпечним, що дозволяє використовувати його в їжу людям без обмежень.

Ключові слова: птиця, мікроводорості, органолептичне оцінювання, мікробна контамінація, біологічна цінність, дегустаційне оцінювання.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Годівля птиці є критично важливим елементом технології сучасного птахівництва, який не лише впливає на здоров'я і добробут птиці, а також на якість одержуваних від них продуктів, таких як м'ясо і яйця. До складу комбікормів входять компоненти рослинного походження (зернові, бобові, трав'яне борошно), мінеральні речовини (органічні та неорганічні) і біологічно активні добавки (природні і синтетичні). Обмеження посівних площ, зміни клімату, дефіцит води для зрошення не дозволяють задовольнити зростаючий попит населення на продукцію тваринництва. Ефективною альтернативою традиційним кормам є мікроводорості [1, 2].

Мікроводорості – це одноклітинні фотосинтезуючі мікроорганізми, багаті макро- та мікроелементами, а також біологічно активними сполуками, такими як пептиди, ліпіди, пігменти, полісахариди, леткі сполуки [3]. Їх прийнято вважати більш стійким джерелом їжі і кормів завдяки здатності перетворювати неорганічні і органічні джерела карбону в багату поживними речовинами біомасу ефективніше ніж наземні рослини і водночас вони потребують менше земельних і водних ресурсів [4].

Серед багатьох видів мікроводоростей перспективними для біотехнології кормів є представники *Chlorella spp.*, зокрема *Chlorella vulgaris* [5]. Назва *Chlorella* походить від грецького *chloros* і латинського *ella*, що означає зелений і дрібний. Крім білків (більше 50 % сухої маси) хлорела синтезує значну кількість дволанцюгових поліненасичених жирних кислот (сімейства W 6 s W 3), вітамінів (А, С, Е, В₁, В₂, В₃, В₅, В₉), незамінні амінокислоти (лізин, лейцин, триптофан, валін), стерини (фітостерин, брасикастерол, ергостирол) [6]. Біомаса *Chlorella vulgaris* також містить набір макро- і мікроелементів, необхідних для повноцінної життєдіяльності організму [7].

Корм збагачений незначною кількістю *Chlorella vulgaris* позитивно впливає на фізіологічні процеси організму, покращуючи імунну відповідь, роботу кишківника, підвищує репродуктивну функцію, конвертацію корму за збільшену масу тіла [8, 9, 10]. Нутрицевтичні компоненти фітопланктону *Chlorella vulgaris* впливають не лише на кількість, а також і якість кінцевого продукту [11]. Такий позитивний ефект на організм пояснюється наявністю у фітопланктону *Chlorella vulgaris* антиоксидантних властивостей і здатністю пригнічувати синтез прозапальних цитокінів [12, 13].

Вміст поживних речовин і біологічно активних субстанцій у біомасі (суспензія, пас-

та, порошок, планктонна культура, гранули) визначається штамом продукуючих культур, періодом вирощування та росту, мінеральним складом поживного середовища. Водночас важливе значення має температура культивування, кількість світла. Тому біологічна активність кінцевого продукту культивування потребує окремої апробації біологічної активності і безпечності [8, 9, 14, 15].

У доступних літературних джерелах повідомляється що в дієтичних добавках, отриманих з *Chlorella vulgaris* токсин (мікроцистин) був відсутній, однак отримані продукти виявили цитотоксичність у клітин A₅₄₉ у людини [16] і дорослих особин рибок *danio* (*Danio rerio*) [17]. Автори відмічають, що причина цього явища невідома. Хлорела здатна продукувати алерген, що індукує тубулоінтерстиціальне ураження нирок [18]. Додатковою проблемою безпеки продуктів отриманих із мікроводоростей є мікробна контамінація. Виявлено наявність ціанобактерій і непатогенних бактерій у таблетках *Chlorella* [19]. Через зареєстровану наявність у дієтичних штамів мікроводоростей поліциклічних ароматичних вуглеводнів є потреба в їх регулярному скринінгу [20].

Конкурентні умови виробництва обумовлюють високі вимоги до якості і безпеки продуктів харчування. Сучасний споживач потребує наявності біологічно повноцінної і нешкідливої для здоров'я їжі, яка б не містила хімічних залишків і не була генетично модифікована. Тому є потреба санітарного контролю якості початкової сировини та умов її зберігання [21]. Особливої ретельності потребує ветеринарно-санітарне оцінювання м'яса тварин і птиці, в раціон яких вводили біологічно активні кормові добавки.

Актуальними є впровадження у виробництво таких кормових добавок, які були економічно доцільними та водночас не мали синтетичного походження і позитивно впливали на організм людини. Таким вимогам відповідають мікроводорості, зокрема субстанції отримані за вирощування *Chlorella vulgaris*. Результати, отримані під час згодовування мікроводоростей свідчать про їх здатність покращувати смакові якості і кількість кінцевої продукції, однак робіт щодо їх впливу на споживчі якості м'яса наразі недостатньо.

Мета дослідження – провести визначення безпечності м'яса перепелів за вживання суспензії *Chlorella sorokiniana*.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження виконано на кафедрі мікробіології і вірусології та ветеринарно-санітарної експер-

тизи та лабораторної діагностики ППНКСВМ Білоцерківського НАУ.

Об'єктом дослідження були перепели породи Фараон, в добовому віці розділені на дві групи: контрольну і дослідну, по 30 голів у кожній. Птицю утримували у клітках за вільного доступу до корму і води. Умови утримання, щільність посадки, параметри мікроклімату, світловий і температурний режими відповідали нормам, рекомендованим для перепелів цієї породи.

Усі втручання та забій тварин проводили з дотриманням вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 18 березня 1996 року) та ухвали першого Наукового Конгресу з біоетики (Київ), 2001.

Перепелам дослідної групи в питну воду додавали суспензію міководорості *Chlorella sorokiniana* (ДСТУ ЕК ISO 8692:2022 EN) починаючи з 15-добового віку до 49-ї доби вирощування. Для випоювання готову суспензію хлорели розбавляли питною водою до концентрації $2 \cdot 10^6$ клітин/мл *ad libitum*. Зважування птиці проводили щотижнево починаючи з добового віку і визначали динаміку росту птиці.

Перед контрольним забоем, який здійснювали на 49-ту добу, проводили огляд поголів'я [22], після забою за зважування визначали масу тушки. До забою птицю не годували 8 годин.

Предметом дослідження слугували тушки перепелів після 24-годинного дозрівання в холодильній камері за температури 5 °С. Облікові показники тушок визначали згідно з РСТ УССР 2002–90 [23]. Відбір проб та органолептичне оцінювання свіжості м'яса проводили згідно з ДСТУ 7982:215 [24].

Динаміку фізико-хімічних показників свіжості м'яса визначали за реакціями на аміак і солі амонію, наявність легких жирних кислот (ЛЖК), та величиною рН екстракту м'язів відповідно до ДСТУ 8253:215 [25], ДСТУ ISO 2971–2001 [26]. Мікроскопію м'яса проводили згідно з [27].

Рівень бактеріологічної контамінації м'яса перепелів визначали за кількістю мезофільно-аеробних і факультивно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) за ДСТУ 8446:2015 [28], ДСТУ 8381:2015 [29], *Salmonella* – за ДСТУ EN 12824:204 [30], *Staphylococcus aureus* – за ДСТУ ISO 6888–203 [31], бактерій роду *Proteus* – за ДСТУ 744–213 [32], *Clostridium perfringens* – за ДСТУ і 907937–2006 [33], *Listeria monocytogenes* – за ДСТУ ISO 11290–1.–2003 [34].

Біологічну цінність і токсичність м'яса визначали на тест-об'єктах інфузоріях *Tetrachimena piriformis* [35].

Токсичність досліджуваних зразків визначали за наявністю інфузорій, що змінили форму, особливості руху, мали пригнічений ріст або відмічали повну чи часткову загибель тетрахімени. Наявність мертвих або деформованих клітин, зміна руху, пригнічення росту і розмноження інфузорій, порівняно з контролем, є ознакою токсичності досліджуваних проб.

Відсутність загибелі інфузорій або інших патологічних змін у клітинах за 24 год свідчить про нетоксичність м'яса.

Біологічну цінність м'яса перепелів визначали за інтенсивністю розмноження інфузорій на живильному субстраті, що містить як джерело білка, так і стимулятори росту досліджуваних зразків. Показником біологічної цінності є кількість інфузорій (виражена у відсотках), що виростили за 3 доби на досліджуваному зразку відносно кількості клітин, що виростили на контрольному. Для оцінювання біологічної цінності використовували наступні показники: біологічна цінність (БЦ) – відношення кількості клітин, що виростили на середовищі із досліджуваного продукту (А) до кількості інфузорій на середовищі із контрольних проб (Б):

$$БЦ = \frac{А}{В} \times 100,$$

де А – кількість клітин, що виростили на середовищі із досліджуваного зразка;

В – кількість клітин, що виростили на середовищі із контрольних зразків.

Дегустаційне оцінювання бульйону та м'яса проводили за 5-бальною системою, оцінюючи кожний із показників за шкалою ступенів якості, виражених у балах згідно з ДСТУ 4823.2:2007 [36].

Біометричне оброблення одержаних даних проводили за допомогою програмного забезпечення MS EXCEL 2016, за трьох рівнів статистичної значущості: * P<0,005; ** P<0,01; *** P<0,001.

Результати дослідження. Показником повноцінності раціону молодняка птиці є їх жива маса. Результати зважування свідчать, що додавання в питну суспензії хлорели позитивно впливає на м'ясну продуктивність поголів'я (табл. 1). Зокрема, на початок дослідження, в добовому віці середня жива маса перепілок дослідної і контрольної груп була тотожною і коливалась в межах 9,1–9,2 г.

Починаючи з 21-ї доби вирощування, у перепелів дослідної групи жива маса була більшою на 5,5 г (P<0,05), на 28-, 35-, 42- і 49-ту добу збільшилась відповідно на 10,2 г (P<0,01), 13,2 г (P<0,01), 15,1 г (P<0,01), 5,2 г (P<0,05), порів-

няно з аналогічними показниками перепелів контрольної групи. Валовий приріст живої маси за дослід становив у контрольній групі 253,4±1,09, дослідній – 266,1±1,17, що на 13,1 г вище (P<0,05).

Передзабійний огляд перепелів дослідної і контрольної груп показав, що вся птиця має гарну вгодованість і клінічно здорова. Перепели активно рухались, реагували на зовнішні подразники, приймали корм і пили воду. Мали природне положення тіла і голови, як у стані спокою так і під час руху. Пір'яний покрив гладенький, блискучий, чистий, рівномірно прилягає до тулуба, забруднення навколо клоаки відсутні. Слизові оболонки очей, ротової порожнини не гіперемійовані, блідо-рожевого кольору, вологі, без пошкоджень. Шкіра блідо-жовтого кольору і має специфічний запах. Кінцівки сухі, без припухань і видимих змін.

Результати огляду 20 тушок перепелів наве-

дено в таблиці 2. Згідно із наявними вимогами [23], тушки перепелів дослідної і контрольної груп можна віднести до першого гатунку.

Післязабійна ветеринарно-санітарна експертиза продуктів забою показала, що розміщення внутрішніх органів у птиці обох груп анатомічно правильне, видимих змін тканин не виявлено, ступінь знекровлення задовільний.

Органолептичні характеристики м'яса перепелів наведено в таблиці 3. Згідно з отриманими даними, за зовнішнім виглядом, запахом, консистенцією, станом жиру, сухожилок і серозних оболонок м'ясо має властивості характерні для птиці цього виду. Бульйон отриманий в процесі варіння м'яса був прозорий приємного смаку, що вказує на нормальний перебіг процесів дозрівання м'яса. Отже, за органолептичними показниками м'ясо птиці дослідної і контрольної груп у ветеринарно-санітарному значенні належить до доброякісного.

Таблиця 1 – Динаміка живої маси перепілок, г (M±m, n = 30)

Вік, діб	Група		± до контролю, г
	контрольна	дослідна	
1	9,1±0,11	9,2±0,14	+0,1
7	15,4±0,22	15,4±0,30	0,0
14	42,2±0,30	41,8±0,50	+0,4
21	95,0±0,55	100,5±0,48*	+5,5
28	135,4±0,58	150,5±0,70**	+10,2
35	185,0±0,78	198,2±0,94**	+13,2
42	235,4±1,11	250,5±1,40**	+15,1
49	253,4±1,29	266,6±1,36	+13,2
Валовий приріст за дослід	244,3±1,29	257,0±1,19*	+13,1
% до контролю	100	105,2	+5,2

Примітка. **P<0,01 порівняно з контролем.

Таблиця 2 – Вгодованість і якість обробки тушок

Показник	Вимоги нормативних документів	Висновок про відповідність вимогам	
		дослідна група	контрольна група
Вгодованість (стан м'язової системи і наявність жирових відкладень) – нижня межа	Мускулатура розвинута добре. Відкладення підшкірного жиру на грудях і животі	Відповідає	Відповідає
Маса тушки не менше	85 г	Відповідає	Відповідає
Ступінь зняття оперення	Повністю видалено, колосоподібне перо і пеньки відсутні	Відповідає	Відповідає
Стан шкіри	Чиста, без показних плям, розрізів і крововиливів	Відповідає	Відповідає
Колір шкіри	Блідо-жовтий	Відповідає	Відповідає
Стан кісток	Без переломів і деформації	Відповідає	Відповідає

Таблиця 3 – Результати органолептичної оцінки м'яса перепелів

Показник	Вимоги нормативних документів	Висновок про відповідність вимогам		
		дослідна група	контрольна група	
Зовнішній вигляд м'яса	Наявність кірочки підсихання, блідо-рожевий колір	Відповідає	Відповідає	
Запах (духмяність)	Специфічний характерний свіжому м'ясу перепела	Відповідає	Відповідає	
Консистенція	Щільна, туга	Відповідає	Відповідає	
Стан жиру	Щільний, блідо-жовтого кольору, без стороннього запаху	Відповідає	Відповідає	
Стан сухожилок	Тугі, щільні, поверхні суглобів гладенькі, бліді	Відповідає	Відповідає	
Серозні оболонки грудно-черевної порожнини	Вологі помірно, блискучі, без патологічних змін	Відповідає	Відповідає	
Стан розрізу м'ясу	Тушок	Відповідає	Відповідає	
	Вологість поверхні	Помірно волога, на фільтрі визначаються межі відбитка, частини м'язового волокна відсутні	Відповідає	Відповідає
Бульйон	Духмяність	Виражена, приємна	Відповідає	Відповідає
	Прозорість	Прозорий	Відповідає	Відповідає
	Наявність крапель жиру	Добре визначаються, середнього і великого розміру, зокрема у товщі бульйону	Відповідає	Відповідає

Проведені дослідження бактеріальної контамінації м'яса перепелів дослідної і контрольної груп у разі випоювання суспензії *Chlorella sorokiniana* показали, що кількість МАФАНМ не перевищувала максимально допустимого рівня (табл. 4). Вміст мікроорганізмів інших груп не залежав від наявності у питній воді суспензії *Chlorella sorokiniana*,

зокрема БГКП, сульфїтредукуючі кластридії, бактерії роду *Proteus*, *Salmonella*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* не виявлено в досліджуваних зразках. Отже, проведені мікробіологічні дослідження м'яса перепелів свідчать про відсутність впливу суспензії *Chlorella sorokiniana* у застосованих дозах на його бактеріальне забруднення.

Таблиця 4 – Мікробіологічні показники нешкідливості м'яса згідно з ДСТУ 4531.2006

Показник	Норма	Вміст	
		контрольна група	дослідна група
КУО в 1 г продукту, не більше	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
БГКП	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Сульфїтредукуючі кластридії в 0,1 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Бактерії роду <i>Proteus</i> в 0,1 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> в г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема роду: <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено

Водночас були проведені дослідження щодо впливу впоювання суспензії *Chlorella sorokiniana* на біохімічні показники м'яса під час зберігання в умовах холодильника (5 діб, $t = 4-5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Контроль свіжості м'яса проводили на 1-шу добу, потім на 3-тю і 5-ту добу (табл. 5).

У процесі зберігання досліджувані біохімічні показники м'яса мали тенденцію до зростання. Зокрема наприкінці першої доби рівень рН м'яса перепелів дослідної і контрольної груп становив $5,49 \pm 0,03$ і $5,47 \pm 0,02$ відповідно. На останню добу зберігання (п'ята) рівень рН у м'ясі дослідної групи підвищився і становив $5,98 \pm 0,12$, контрольній – $5,95 \pm 0,13$. Вміст аміноаміачного азоту у м'ясі перепелів обох груп варіював від 0,82 до 0,89 мг%. Кількість ЛЖК знаходилась в межах норми і коливалась від 1,31 до 2,47 мгКОН/г.

Під час мікроскопії в мазках-відбитках отриманих з глибоких шарів м'язів, на другу добу зберігання виявляли поодинокі мікроорганізми кокової групи. Наприкінці дослідження на 5-ту добу у м'ясі перепелів обох груп виявляли по 6–8 мікроорганізмів. У м'ясі перепелів дослідної і контрольної груп не було виявлено ознак розпаду м'язової тканини. Аналіз

отриманих результатів вказує, що досліджувані показники у перепелів обох груп вірогідно не відрізнялись і знаходились в межах норми для свіжого м'яса.

Важливим критерієм оцінювання поживних характеристик м'яса перепелів є його біологічна цінність і токсичність (табл. 6).

За даними таблиці 6, досліджувані зразки м'яса обох груп не впливали на інтенсивність росту інфузорій. Вірогідна відмінність між показниками біологічної цінності м'яса дослідної і контрольної груп відсутня. Досліджувані зразки м'яса не були токсичними для тетрахімени. Зокрема, кількість патологічних форм клітин становила в дослідній групі $0,5 \pm 0,07$ і $0,4 \pm 0,06$ – в контрольній (культивування інфузорій впродовж 24 год зумовлює за норми зміни від 0,1 до 1 % клітин). Отже, суспензія *Chlorella sorokiniana* в застосованих дозах не впливає на біологічну цінність м'яса і його токсичність.

Особливо важливе значення для споживача мають смакові властивості м'яса. Дегустаційне оцінювання бульйону показало, що суспензія *Chlorella sorokiniana* не впливає на показники якості бульйону (табл. 7).

Таблиця 5 – Динаміка біохімічних показників м'яса перепелів ($M \pm m$, $n = 10$)

Група	Терміни проведення досліджень, діб		
	1-ша	3-тя	5-та
РН			
Контрольна	$5,47 \pm 0,02$	$5,68 \pm 0,05$	$5,95 \pm 0,13$
Дослідна	$5,49 \pm 0,03$	$5,70 \pm 0,08$	$5,98 \pm 0,12$
Аміноаміачний азот, мг %			
Контрольна	$0,81 \pm 0,06$	$0,83 \pm 0,09$	$0,86 \pm 0,05$
Дослідна	$0,80 \pm 0,16$	$0,82 \pm 0,03$	$0,85 \pm 0,04$
Леткі жирні кислоти, мг КОН/г			
Контрольна	$1,30 \pm 0,15$	$1,88 \pm 0,30$	$2,20 \pm 0,51$
Дослідна	$1,32 \pm 0,14$	$1,89 \pm 0,28$	$2,10 \pm 0,42$

Таблиця 6 – Біологічна цінність і токсичність м'яса перепелів ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Дослідна група		Контрольна група	
	кількість клітин	%	кількість клітин	%
Біологічна цінність	$199,5 \pm 5,1$	100	$200,4 \pm 4,6$	100,45
Токсичність, % патологічних форм клітин	$0,5 \pm 0,07$		$0,4 \pm 0,06$	

Таблиця 7 – Результати проведення дегустації м'ясного бульйону ($M \pm m$, $n=10$), бал

Показник	Група	
	дослідна	контрольна
Запах	$4,7 \pm 0,25$	$4,7 \pm 0,25$
Смак	$4,7 \pm 0,25$	$4,7 \pm 0,25$
Прозорість і колір	$4,7 \pm 0,25$	$4,5 \pm 0,25$
Міцність (наваристість)	$4,8 \pm 0,25$	$4,8 \pm 0,22$
Загальна оцінка	$4,7 \pm 0,23$	$4,7 \pm 0,22$

Загальна оцінка смакових характеристик в дослідній і контрольній групах була однаковою і не мала вірогідних відмінностей. Дегустатори відмічали приємну духмяність бульйону, відносну прозорість, виражену наваристість (добре відчувався м'ясний смак).

Дегустаційне оцінювання м'яса (табл. 8) дозволяє визначити його ніжність і соковитість, що неможливо встановити в бульйоні. Варене м'ясо перепелів має світло-сірий колір, соковите (відчувається наявність м'ясного соку під час пережовування), ніжне (характеризувалось рихлою, м'якою структурою), мало насичений смак. Сторонніх запахів не виявлено. М'ясо перепелів дослідної і контрольної груп мало однакову загальну дегустаційну оцінку – $4,7 \pm 0,21$ бала, що вказує на відсутність негативного впливу суспензії *Chlorella sorokiniana* на смакові характеристики м'яса.

Таблиця 8 – Результати проведення дегустації м'яса ($M \pm m$, $n=10$), бал

Показник	Група	
	дослідна	контрольна
Запах	$4,4 \pm 0,25$	$4,4 \pm 0,25$
Смак	$4,8 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,2$
Консистенція (ніжність/жорсткість)	$4,8 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,2$
Соковитість	$4,8 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,2$
Загальна оцінка	$4,7 \pm 0,21$	$4,7 \pm 0,21$

Обговорення. Хлорелу здавна вважали джерелом білка і використовували для годівлі багатьох видів тварин (кішок, собак, птиці, коней, корів) [37].

Випоювання суспензії мікроводорості *Chlorella sorokiniana* перепілкам у досліді сприяло збільшенню маси на 5,2 %. Збільшення маси тіла за згодовування хлорели спостерігали у бройлерів [38] і свиней [39]. Включення хлорели в раціон перепілок позитивно вплинуло на яйцекладку [40].

Сприятливий вплив хлорели на ріст не можна пояснити лише її кормовою цінністю. Окрім значного вмісту первинних метаболітів (білка, вуглеводів, поліненасичених жирних кислот) мікроводорості синтезують вторинні метаболіти – поживні сполуки (пігменти, каротиноїди, фенольні речовини), що утворюються як захисні агенти від дії стресових чинників навколишнього середовища [41]. Ці сполуки виявляють антиоксидантну, антимікробну і протизапальну активність [42]. Суміш вторинних метаболітів синтезованих розглядають як “фактор росту” [43].

Проведена оцінка безпечності м'яса перепелів дослідної і контрольної груп не виявила відмінностей між ними. Це свідчить про те, що суспензія хлорели отримана в біореакторі за контрольованих умов не має негативного впливу на продукти отримані від птиці, в раціон яких її було включено. Безпечність використання *Chlorella* як їжі підтверджується її наявністю у Регламенті (ЄС) № 258/7, котрий дозволяє використовувати мікроводорості як їжу [44]. У США *Chlorella* і продукти отримані з неї дозволені для споживання людиною і мають статус “GRAS” (загальнобезпечні) [37].

Висновок. Отримані результати досліджень свідчать, що м'ясо перепелів, які отримували разом з питною водою суспензію мікроводорості *Chlorella sorokiniana*, за органолептичними, бактеріологічними та біохімічними показниками, біологічною цінністю, а також дегустаційними характеристиками не має суттєвих відмінностей від м'яса птиці контрольної групи, а тому може використовуватись у харчуванні людей без обмежень.

Зважаючи на отримані позитивні результати доцільно дослідити вплив *Chlorella sorokiniana* на показник якості м'яса перепелів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Camacho F., Macedo A., Malcata F. Potential industrial applications and commercialization of microalgae in the functional food and feed industries: a short review. *Mar Drugs*. 2019. 17 (6). 312 p. DOI:10.3390/md17060312
2. Chlorella and spirulina microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview / L.M. Andrade et al. *MOJ Food Process Technol*. 2018. 6 (1). P. 45–58. DOI:10.15406/mojfpt.2018.06.00144
3. Microalgae as feed ingredients for livestock production and aquaculture / L.M.P. Valente et al. *Microalgae*. Cambridge, MA: Academic Press. 2021. P. 239–312.
4. Current status of the algae production industry in Europe: an emerging sector of the blue bioeconomy / R. Araújo et al. *Front Mar Sci*. 2021. 7:626389. DOI: 10.3389/fmars.2020.626389
5. Tibbetts S.M. The potential for ‘next-generation’, microalgae-based feed ingredients for sal-

- monid aquaculture in context of the blue revolution. *Microalgal Biotechnology*. 2018. DOI:10.5772/intechopen.73551
6. Villarruel-López A., Ascencio F., Nuño K. Microalgae, a potential natural functional food source – a review. *Pol J Food Nutr Sci*. 2017. 67 (4). P. 251–263. DOI:10.1515/pjfn-2017-0017
7. Costa M.M., Spinola M.P., Prates J.A.M. Microalgae as an alternative mineral source in poultry nutrition. *Vet Sci*. 2024. 11 (1). 44 p. DOI:10.3390/vetsci11010044
8. Emerging prospects of macro- and microalgae as prebiotic / Patel A.K. et al. *Microb Cell Fact*. 2021. 20 (1). 112 p. DOI:10.1186/s12934-021-01601-7
9. Yan L., Kim I.H. Effects of dietary ω -3 fatty acid-enriched microalgae supplementation on growth performance, blood profiles, meat quality, and fatty acid composition of meat in broilers. *J. Appl. Anim. Res.* 2013. 41 (4). P. 392–397. DOI:10.1080/09712119.2013.787361
10. Microalgae as feed ingredients for livestock production and meat quality: a review / M.S. Madeira et al. *Livest. Sci*. 2017. Vol. 205. P. 111–121. DOI:10.1016/j.livsci.2017.09.020
11. De Jesus Raposo, M.F., De Morais, A.M.M.B., De Morais, R.M.S.C. Emergent sources of prebiotics: seaweeds and microalgae. *Mar. Drugs*. 2016. 14 (2). 27 p. DOI:10.3390/md14020027
12. Kotrbáček V., Doubek J., Doucha J. The chlorococcalean alga chlorella in animal nutrition: a review. *J. Appl. Phycol*. 2015. Vol. 27. P. 2173–2180. DOI:10.1007/s10811-014-0516-y
13. Microalgae (*Chlorella vulgaris*) attenuates aflatoxin-associated renal injury / A. Abdeen et al. *Front Pharmacol*. 2023. 27. 14:1291965. DOI:10.3389/fphar.2023.1291965. PMID: 38205372; PMCID: PMC10777483
14. Microalgal-based feed: promising alternative feedstocks for livestock and poultry production / I. Saadaoui et al. *J Anim Sci Biotechnol*. 2021. 17. 12 (1). 76 p. DOI:10.1186/s40104-021-00593-z
15. Barkia I., Saari N., Manning S.R. Microalgae for high-value products towards human health and nutrition. *Mar Drugs*. 2019. 24. 17 (5). 304 p. DOI:10.3390/md17050304
16. Toxin content and cytotoxicity of algal dietary supplements / A.H. Heussner et al. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2012. 1. 265 (2). P. 263–271. DOI:10.1016/j.taap.2012.10.005
17. Polymethoxy-1-alkenes screening of chlorella and spirulina food supplements coupled with in vivo toxicity studies / E. Henaou et al. *Toxins (Basel)*. 2020. 10. 12 (2). 111 p. DOI:10.3390/toxins12020111
18. Acute tubulointerstitial nephritis following ingestion of Chlorella tablets / H.E. Yim et al. *Pediatr Nephrol*. 2007. 22 (6). P. 887–888. DOI:10.1007/s00467-006-0420-z
19. Quality analysis of commercial chlorella products used as dietary supplement in human nutrition / M. Görs et al. *J. Appl. Phycol*. 2009. 22 (3). P. 265–276. DOI:10.1007/s10811-009-9455-4
20. High variability in nutritional value and safety of commercially available chlorella and spirulina biomass indicates the need for smart production Strategies / M. Muys et al. *Bioresour. Technol*. 2019. Vol. 275. P. 247–257. DOI:10.1016/j.biortech.2018.12.059
21. Богатко Н.М. Санітарно-гігієнічний стан холодильних камер та об'єктів за зберігання м'яса забійних тварин на потужностях з їх виробництва та обігу. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С.З. Гжицького. *Ветеринарні науки*. 2020. Т. 22. С. 8–19. DOI:10.32718/nvlvet9902
22. Правила передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів, затв. наказом Голови Держдепартаменту ветеринарної медицини за № 28 від 7.06.2002 р. та зареєстровані в Мін'юсті України 21.06.2002 за № 524/6812. Київ, 2002. 27 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
23. РСТ УСССР 2002–90. М'ясо перепелів. Технічні умови. [Чинний від 1991–01–01]. Вид. офіц. Київ, 1991. 9 с. URL: <http://csm.kiev.ua>
24. ДСТУ 7992:2015. М'ясо та м'ясна сировина. Методи відбирання проб та органолептичного оцінювання свіжості [Чинний від 2017–01–01]. Вид. офіц. Київ, 2015. 10 с. URL: <http://csm.kiev.ua>
25. ДСТУ ISO 2917–2001. М'ясо та м'ясні продукти. Визначення РН (контрольний метод) (ISO 2917:1974, ІДТ) [Чинний від 2003–01–01]. Вид. офіц. Київ, 2001. 10 с. URL: <http://csm.kiev.ua>
26. ДСТУ 8253:2015. М'ясо птиці. Методи хімічного аналізування свіжості. [Чинний від 07.–01.–2017]. Вид. офіц. Київ, 2015. 17 с. URL: <http://csm.kiev.ua>
27. Спосіб бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння м'яса птиці мікроорганізмами: пат. 97931. Україна: МПК G01N 33/12 (2006.01). № u201411787; заявл. 31.10.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. №7. 4 с. Спосіб бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння м'яса птиці мікроорганізмами – UA 9793. URL: <https://uapatents.com>
28. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. [Чинний від 2017–07–01]. Вид. офіц. Київ, 2017. 16 с. URL: <http://csm.kiev.ua>
29. ДСТУ 8381:2015. М'ясо та м'ясні продукти. Організація та методи мікробіологічних досліджень. [Чинний від 01.07.2017]. Вид. офіц. Київ, 2017. 48 с. URL: <http://csm.kiev.ua>
30. ДСТУ EN 12824:2004. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonell*. [Чинний 2005–07–01]. Вид. офіц. Київ, 2004. 24 с. URL: <http://csm.kiev.ua>
31. ДСТУ ISO 6888–1:2003. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування коагулазопозитивних стафілококів (*Staphylococcus aureus* та інших видів). Частина 1. Метод з використанням агарового середовища Беару-Паркера. [Чинний від 2004–10–01]. Вид. офіц. Київ, 2004. 14 с. URL: <http://csm.kiev.ua>

32. ДСТУ 7444–2013. Продукти харчові. Методи виявлення бактерій родів *Proteus*, *Morganella*, *Providencia* [Чинний від 2014–07–01]. Вид. офіц. Київ, 2013. 19 с. URL:<http://csm.kiev.ua>

33. ДСТУ ISO 7937–2006. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод визначення кількості *Clostridium perfringens*. Техніка підрахування колоній. [Чинний 2007–10–01] Вид. офіц. Київ, 2006. 18 с. URL:<http://csm.kiev.ua>

34. ДСТУ ISO 11290–1:2003. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення. [Чинний від 2004–10–01]. Вид. офіц. Київ, 2003. 22 с. URL:<http://csm.kiev.ua>

35. Методичні вказівки щодо використання інфузорії Тетрахімена піріформіс (мікрометод) для токсикоз-біологічної оцінки сільськогосподарських продуктів та води / П.В. Микитюк та ін. Біла Церква, 2004. 22 с.

36. ДСТУ 4823.2:2007. Продукти м'ясні органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги. [Чинний від 2009–01–01]. Вид. офіц. Київ, 2008. 14 с. URL:<http://csm.kiev.ua>

37. García L.J., de Vicente M., Galán B. Microalgae have been used for centuries to provide nourishment to humans and animals, only very recently they have become much more widely cultured and harvested at large industrial scale. *Microbial Biotechnology*. 2017. Vol. 10. Issue. 5. P. 1017–1024. DOI:10.1111/1751-7915.12800

38. Influence of dietary *Chlorella vulgaris* and carbohydrate-active enzymes on growth performance, meat quality and lipid composition of broiler chickens / C.M. Alfaia et al. *Poult. Sci.* 2021. Vol. 100. P. 926–937. DOI:10.1016/j.psj.2020.11.034

39. Effects of dietary supplementation with freshwater microalgae on growth performance, nutrient digestibility and gut health in weaned piglets / H. Furbeyre et al. *Animal*. 2017. Vol. 11. P. 183–192. DOI:10.1017/S1751731116001543

40. Anjalai K. Effect of dietary supplementation of *Chlorella vulgaris* (green microalgae) on egg quality characteristics of Japanese quail. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2020. Vol. 24. P. 51–55.

41. Microalgae as source of functional ingredients in new-generation foods: challenges, technological effects, biological activity, and regulatory issues / V.P. Barros de Medeiros et al. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022. Vol. 62 (18). P. 4929–4950. DOI:10.1080/10408398.2021.1879729

42. Effects of microalgae, with or without xylanase supplementation, on growth performance, organs development, and gut health parameters of broiler chickens / P. Mishra et al. *Poultry Science*, 2023. Vol. 102 (11). 103056 p. DOI:10.1016/j.psj.2023.103056

43. Algae as an alternative source of protein in poultry diets for sustainable production and disease resistance: present status and future considerations / A.A.A. Abdel-Wareth et al. *J. Front Vet Sci*. 2024. Vol. 11:1382163. DOI:10.3389/fvets.2024.1382163

44. What is in store for eps microalgae in the next decade? / G. Pierre et al. *Molecules*. 2019. 24 (23). 4296 p. DOI:10.3390/molecules24234296

REFERENCES

1. Camacho, F., Macedo, A., Malcata, F. (2019). Potential industrial applications and commercialization of microalgae in the functional food and feed industries: a short review. *Mar Drugs*. Vol. 17 (6), 312 p. DOI:10.3390/md17060312

2. Andrade, L.M., Andrade, C.J., Dias, M., Nascimento, C.A.O., Mendes, M.A. (2018). *Chlorella* and *spirulina* microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview. *MOJ Food Process Technol*. Vol. 6 (1), pp. 45–58. DOI:10.15406/mojfpt.2018.06.00144

3. Valente, L.M.P., Cabrita, A.R.J., Maia, M.R.G., Valente, I.M., Engrola, S., Fonseca, A.J.M. (2021) Microalgae as feed ingredients for livestock production and aquaculture. *Microalgae*. Cambridge, MA: Academic Press, pp. 239–312.

4. Araújo, R., Calderón, F., López, J., Azevedo, I., Bruhn, A., Fluch, S. (2021). Current status of the algae production industry in Europe: an emerging sector of the blue bioeconomy. *Front Mar Sci*. Vol. 7:626389. DOI:10.3389/fmars.2020.626389

5. Tibbetts, S.M. (2018). The potential for 'next-generation', microalgae-based feed ingredients for salmonid aquaculture in context of the blue revolution. *Microalgal Biotechnology*. DOI:10.5772/intechopen.73551

6. Villarruel-López, A., Ascencio, F., Nuño, K. (2017). Microalgae, a potential natural functional food source – a review. *Pol J Food Nutr Sci*, Vol. 67 (4), pp. 251–263. DOI:10.1515/pjfn-2017-0017

7. Costa, M.M., Spínola, M.P., Prates, J.A.M. (2024). Microalgae as an Alternative Mineral Source in Poultry Nutrition. *Vet Sci*. Vol. 20, 11 (1), 44 p. DOI:10.3390/vetsci11010044

8. Patel, A.K., Singhanian, R.R., Awasthi, M.K., Varjani, S., Bhatia, S.K., Tsai, M.L., Hsieh, S.L., Chen, C.W., Dong, C.D. (2021). Emerging prospects of macro- and microalgae as prebiotic. *Microb Cell Fact*. Vol. 5, 20 (1), 112 p. DOI:10.1186/s12934-021-01601-7

9. Yan, L., Kim, I.H. (2013). Effects of dietary ω-3 fatty acid-enriched microalgae supplementation on growth performance, blood profiles, meat quality, and fatty acid composition of meat in broilers. *J. Appl. Anim. Res.*, Vol. 41, pp. 392–397. DOI:10.1080/09712119.2013.787361

10. Madeira, M.S., Cardoso, C., Lopes, P.A., Coelho, D., Afonso, C., Bandarra, N.M., Prates, J.A.M. (2017). Microalgae as feed ingredients for livestock production and meat quality: a review. *Livest. Sci*. Vol. 205, pp. 111–121. DOI:10.1016/j.livsci.2017.09.020

11. De Jesus Raposo, M.F., De Moraes, A.M.M.B., De Moraes, R.M.S.C. (2016). Emergent sources of prebiotics: Seaweeds and microalgae. *Mar. Drugs*. Vol. 14, 27 p. DOI:10.3390/md14020027

12. Kotrbáček, V., Doubek, J., Doucha, J. (2015). The chlorococcalean alga *chlorella* in animal nutrition: a review. *J. Appl. Phycol*, Vol. 27, pp. 2173–2180. DOI:10.1007/s10811-014-0516-y

13. Abdeen, A., Elsabagh, R., Elbasuni, S.S., Said, A.M., Abdelkader, A., El-Far, A.H., Ibrahim, S.F., Mihaela, O., Fericean, L., Abdelfattah, A.M., El-He-

- waity, M., Elbarbary, N., Kadah, A.Y., Ibrahim, S.S. (2023). Microalgae (*Chlorella vulgaris*) attenuates aflatoxin-associated renal injury. *Front Pharmacol*. Vol. 14:1291965. DOI:10.3389/fphar.2023.1291965. PMID: 38205372; PMCID: PMC10777483.
14. Saadaoui, I., Rasheed, R., Aguilar, A., Cherif, M., Al Jabri, H., Sayadi, S., Manning, S.R. (2021). Microalgal-based feed: promising alternative feedstocks for livestock and poultry production. *J Anim Sci Biotechnol*, Vol. 12 (1), 76 p. DOI:10.1186/s40104-021-00593-z
15. Barkia, I., Saari, N., Manning, S.R. (2019). Microalgae for high-value products towards human health and nutrition. *Mar Drugs*. Vol. 17 (5), 304 p. DOI:10.3390/md17050304
16. Heussner, A.H., Mazija, L., Fastner, J., Dietrich, D.R. (2012). Toxin content and cytotoxicity of algal dietary supplements. *Toxicol Appl Pharmacol*. Vol. 265 (2), pp. 263–271. DOI:10.1016/j.taap.2012.10.005
17. Henao, E., Murphy, P.J., Falfushynska, H., Horyn, O., Evans, D.M., Klimaszuk, P., Rzymiski, P. (2020). Polymethoxy-1-alkenes screening of chlorella and spirulina food supplements coupled with in vivo toxicity studies. *Toxins (Basel)*. Vol. 12 (2), 111 p. DOI:10.3390/toxins12020111
18. Yim, H.E., Yoo, K.H., Seo, W.H., Won, N.H., Hong, Y.S., Lee, J.W. (2007). Acute tubulointerstitial nephritis following ingestion of Chlorella tablets. *Pediatr Nephrol*. Vol. 22 (6), pp. 887–888. DOI:10.1007/s00467-006-0420-z
19. Görs, M., Schumann, R., Hepperle, D., Karsten, U. (2010). Quality analysis of commercial chlorella products used as dietary supplement in human nutrition. *J. Appl. Phycol.*, Vol. 22, pp. 265–276. DOI:10.1007/s10811-009-9455-4
20. Muys, M., Sui, Y., Schwaiger, B., Lesueur, C., Vandenhoeve, D., Vermeir, P., Vlaeminck, S.E. (2019). High Variability in Nutritional Value and Safety of Commercially Available Chlorella and Spirulina Biomass Indicates the Need for Smart Production Strategies. *Bioresour. Technol*. Vol. 275, pp. 247–257. DOI:10.1016/j.biortech.2018.12.059
21. Bogatko, N.M. (2020). Sanitarno-gigijennyj stan holodyl'nyh kamer ta ob'ektiv za zberigannja m'jasa zabijnyh tvaryn na potuzhnostjah z ih vyrobnytva ta obigu [Sanitary and hygienic condition of refrigerating chambers and facilities for storing meat of slaughtered animals at facilities for their production and circulation]. *Naukovyj visnyk L'viv'skogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotekhnologii' im. S.Z. Gzhye'kogo* [Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzytsky]. *Veterynarni nauky [Veterinary sciences]*. Vol. 22, pp. 8–19. DOI:10.32718/nvlvet9902 (In Ukrainian).
22. Pravyla peredzabijnogo veterynarnogo ogljadu tvaryn i veterynarno-sanitarnoi' ekspertyzy m'jasa ta m'jasnyh produktiv, zatverdzeni nakazom Golovy Derzhdepartamentu veterynarnoi' medycyny za № 28 vid 7.06.2002 r. ta zarejestrovani v Minjusti Ukrainy 21.06.2002 za № 524/6812. Pro zatverdzhennja Pravyl peredzabi...vid 07.06.2002 № 28 [Rules of pre-slaughter veterinary inspection of animals and veterinary-sanitary examination of meat and meat products, approved by the order of the Chairman of the State Department of Veterinary Medicine for № 28 from 7.06.2002 and registered in the Ministry of Justice of Ukraine on 21.06.2002 for № 524/6812. About the statement of Rules of pre - order ... from 07.06.2002 № 28.]. Kyiv, 2002, 27 p. Available at: <https://rada.gov.ua> (In Ukrainian).
23. RST USSR 2002–90. M'jaso perepeliv. Tehnichni umovy. [Chynnyj vid 1991–01–01] Vyd. ofic. Kyi'v [PCT of the Ukrainian SSR 2002–90. Quail meat. Specifications. [Effective from 1991–01–01]. Kind. officer. Kyiv, 1991, 9 p. Available at: <http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
24. DSTU 7992:2015. M'jaso ta m'jasna syrovyna. Metody vidbyrannja prob ta organoleptychnogo ocinjuvannja svizhosti [Chynnyj 2017–01–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 7992: 2015. Meat and raw meat. Methods of sampling and organoleptic evaluation of freshness [Current 2017-01-01]. Kind. officer. Kyiv, 2015, 10 p. Available at: <http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
25. DSTU ISO 2917–2001. M'jaso ta m'jasni produkti. Vyznachennja RN (kontrol'nij metod) (ISO 2917:1974, IDT) [Chinnij vid 2003–01–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU ISO 2917–2001. Meat and meat products. Determination of PH (control method) (ISO 2917: 1974, IDT) [Effective from 2003-01-01]. Kind. officer Kyiv, 10 p. Available at: <http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
26. DSTU 8253:2015. M'jaso ptyci. Metody himichnogo analizuvannja svizhosti. [Chynnyj vid 07.–01.–2017] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 8253: 2015. Poultry meat. Methods of chemical analysis of freshness. [Valid from 07. – 01. – 2017]. Kind. officer. Kyiv, 2015, 17 p. Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
27. Bogatko, N.M., Bukalova, N.V., Prilipko, T.M., Gruba, G.M., Bogatko, D.L. Sposib bakterioskopichnogo ocinjuvannja stupenja obsimeninnja m'jasa ptyci mikroorganizmamy: pat. 97931 Ukrai'ny, MPK G01N 33/12 (2006.01). № u 2014 11787; zajavl. 31.10.2014; opubl. 10.04.2015, Bjul. № 7. 4 s. Sposib bakterioskopichnogo ocinjuvannja stupenja obsimeninnja m'jasa ptyci mikroorganizmamy – UA 9793 [Method for bacterioscopic assessment of the degree of contamination of poultry meat with microorganisms: pat. 97931 Ukraine, IPC G01N 33/12 (2006.01). № in 2014 11787; declared 31.10.2014; publ. 10.04.2015, Bull. № 7. 4 p. Method of bacterioscopic assessment of the degree of contamination of poultry meat with microorganisms – UA 9793]. Available at: <http://uapatents.com> (In Ukrainian).
28. DSTU 8446:2015. Produkty harchovi. Metody vyznachennja kil'kosti mezofil'nyh aerobnyh ta fakultatyvno-anaerobnyh mikroorganizmiv. [chynnyj vid 2017–07–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 8446: 2015. Food products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms. [Effective from 2017-07-01]. Kind. officer. Kyiv, 2017, 16 p. Available at: <http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).

29. DSTU 8381:2015. M'jaso ta m'jasni produkti. Organizacija ta metodi mikrobiologichnih doslidzen' [Chinnij vid 01.07.2017] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 8381:2015. Meat and meat products. Organization and methods of microbiological research [Effective from 01.07.2017]. Kind. officer. Kyiv, 2017, 48 p. Available at: <http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
30. DSTU EN 12824:2004. Mikrobiologija harchovih produktiv i kormiv dlja tvarin. Gorizonta'lnij metod vijavlennja Salmonell. [Chinnij 2005–07–01]. Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU EN 12824: 2004. Microbiology of food and animal feed. Horizontal method of Salmonell detection. [Current 2005-07-01]. Kind. officer. Kyiv, 2004, 24 p. Available at: <http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
31. DSTU ISO 6888–1:2003. Mikrobiologija harchovih produktiv i kormiv dlja tvarin. Gorizonta'lnij metod pidrahuvannja koagulazopozytyvnyh stafilokokiv (Staphylococcus aureus ta inshyh vydiv). Chastyna 1. Metod z vykorystannjam agarovogo sere-dovyshha Bearu-Parkera. [Chynnyj vid 2004–10–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU ISO 6888–1: 2003. Microbiology of food and animal feed. Horizontal method of counting coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species). Part 1. Method using Bear-Parker agar medium. [Effective from 2004-10-01]. Kind. officer. Kyiv, 2004, 14 p. Available at: <http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
32. DSTU 7444–2013. Produkty harchovi. Metody vyjavlennja bakterij rodiv Proteus, Morganela, Providencia [Chynnyj vid 2014–07–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 7444–2013. Food products. Methods for detecting bacteria of the genera Proteus, Morganela, Providence [Effective from 2014-07-01]. Kind. officer. Kyiv, 2013, 19 p. Available at: <http://csm.kiev.ua>] DSTU ISO 7937–2006. (In Ukrainian).
33. DSTU ISO 7937–2006. Mikrobiologija harchovih produktiv i kormiv dlja tvarin. Gorizonta'lnij metod vyznachennja kil'kosti Clostridium perfringens. Tehnika pidrahuvannja kolonij. [Chynnyj 2007–10–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU ISO 7937–2006. Microbiology of food and animal feed. Horizontal method for determining the amount of Clostridium perfringens. Colony counting technique. [Current 2007–10–01] Kind. officer. Kyiv, 2006, 18 p. Available at: <http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
34. DSTU ISO 11290–1:2003. Mikrobiologija harchovih produktiv ta kormiv dlja tvarin. Gorizonta'lnij metod vijavlennja ta pidrahuvannja Listeria monocytogenes. Chastina 1. Metod vijavlennja. [Chinnij vid 2004–10–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU ISO 11290–1: 2003. Microbiology of food and animal feed. Horizontal method for detection and counting of Listeria monocytogenes. Part 1. Detection method. [Effective from 2004-10-01]. Kind. officer. Kyiv, 2003, 22 p. Available at: <http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
35. Mikitjuk, P.V. (2004). Metodychni vkazivky shhodo vykorystannja infuzorii' Tetrahymena piriformije (mikrometod) dlja toksykoz-biologichnoi' ocinky sil'skogospodars'kyh produktiv ta vody [Methodological guidelines for the use of Tetrahymena piriformia infusoria (micromethod) for toxicological and biological assessment of agricultural products and water]. Bila Tserkva, 22 p. (In Ukrainian).
36. DSTU 4823.2:2007. Produkti m'jasni organoleptichne ocinjuvannja pokaznikov jakosti. Chastina 2. Zagal'ni vimogi. [Chinnij vid 2009–01–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 4823.2: 2007. Meat products organoleptic evaluation of quality indicators. Part 2. General requirements. [Effective from 2009-01-01]. Kind. officer. Kyiv, 2008, 14 p. Available at: <http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
37. García, J.L., de Vicente, M., Galán, B. (2017). Microalgae have been used for centuries to provide nourishment to humans and animals, only very recently they have become much more widely cultured and harvested at large industrial scale. Microbial Biotechnology. Vol. 10, Issue 5, pp. 1017–1024. DOI:10.1111/1751-7915.12800
38. Alfaia, C.M., Pestana, J.M., Rodrigues, M., Coelho, D., Aires, M.J., Ribeiro, D.M., Major, V.T., Martins, C.F., Santos, H., Lopes, P.A. (2021). Influence of dietary *Chlorella vulgaris* and carbohydrate-active enzymes on growth performance, meat quality and lipid composition of broiler chickens. Poult. Sci. Vol. 100, pp. 926–937. DOI:10.1016/j.psj.2020.11.034
39. Furbeyre, H., Van Milgen, J., Mener, T., Gloaguen, M., Labussière, E. (2017). Effects of dietary supplementation with freshwater microalgae on growth performance, nutrient digestibility and gut health in weaned piglets. Animal. Vol. 11, pp. 183–192. DOI:10.1017/S1751731116001543
40. Anjalai, K. (2020). Effect of dietary supplementation of *Chlorella vulgaris* (green microalgae) on egg quality characteristics of Japanese quail. Annals of the Romanian Society for Cell Biology. Vol. 24, pp. 51–55.
41. Barros de Medeiros, V.P., da Costa, W.K.A., da Silva, R.T., Pimentel, T.C., Magnani, M. (2022). Microalgae as source of functional ingredients in new-generation foods: challenges, technological effects, biological activity, and regulatory issues. Crit Rev Food Sci Nutr. Vol. 62 (18), pp. 4929–4950. DOI:10.1080/10408398.2021.1879729
42. Mishra, P., Das, R., Chaudhary, A., Mishra, B., Jha, R. (2023). Effects of microalgae, with or without xylanase supplementation, on growth performance, organs development, and gut health parameters of broiler chickens. Poultry Science, Vol. 102 (11), 103056 p. DOI:10.1016/j.psj.2023. 103056
43. Abdel-Wareth, A.A.A., Williams, A.N., Salahuddin, M., Gadekar, S., Lohakare, J. (2024). Algae as an alternative source of protein in poultry diets for sustainable production and disease resistance: present status and future considerations. J. Front Vet Sci., Vol. 11:1382163. DOI:10.3389/fvets.2024.1382163
44. Pierre, G., Delattre, C., Dubessay, P., Jubeau, S., Vialleix, C., Cadoret, J.P., Probert, I., Michaud, P. (2019). What is in store for eps microalgae in the next decade? Molecules. Vol. 24 (23), 4296 p. DOI:10.3390/molecules24234296

Safety of quail meat after drinking *Chlorella* suspension

Zotsenko V., Ostrovskiy D., Bogatko N., Grishko V.

Green algae *Chlorella* is positioned as a biologically active feed additive that includes proteins, polysaccharides, vitamins, minerals, glycoproteins and β -glucans. Adding a small amount of them to the diet has a positive effect on the health and welfare of animals and poultry. However, their use in poultry farming requires an analysis of the quality and safety of the obtained products for the consumer. The purpose of the study is to assess the safety and quality of quail meat after drinking a suspension of *Chlorella vulgaris* microalgae. The object of study were quails of the Pharaoh breed, at the age of one day they were divided into two groups: experimental and control, 30 heads in each. The birds were kept in cages with free access to food and water. The quails of the research group were given a *Chlorella* suspension (DSTU EK ISO 8692:2022 EN) in their drinking water. For drinking, the prepared *Chlorella* suspension was diluted with drinking water to a concentration of $2 \cdot 10^6$ cells/ml grown in a glass fermenter.

Weighing of quails was carried out weekly starting from day-old age. Drinking the suspension of *Chlorella vulgaris* increased the live weight of quail by 13.2 ($p < 0.05$) compared to the control. Pre-slaughter exam-

ination of quails of both groups revealed a satisfactory clinical condition of the bird. An examination of 20 quail carcasses showed that they can be attributed to the first grade. According to organoleptic indicators, quail meat in the veterinary and sanitary sense belongs to benign quality. The conducted microbiological studies of quail meat show that there is no effect of the microalgae *Chlorella sorokiniana* in the applied doses on its bacterial contamination. The chemical parameters of the meat (pH, amino ammonia nitrogen, volatile fatty acids) during storage in the refrigerator (5 days, $t = 4-5$ °C) tended to increase and were within the normal range for a fresh product. During microscopy, m ulcer tissue and its disintegration were not detected in quails of both groups. The biological value of quail meat of both groups was identical, and there was no toxicity. The tasting evaluation of the broth and meat showed that drinking the microalgae *Chlorella sorokiniana* does not affect the studied taste indicators. Therefore, the meat of quails that received the microalgae *Chlorella sorokiniana* feed additive with water is of good quality according to the veterinary and sanitary examination, which allows it to be used for human consumption without restrictions.

Key words: poultry, microalgae, organoleptic evaluation, microbial contamination, biological value, tasting evaluation.



Copyright: Зоценко В.М. та ін. © 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:

Зоценко В.М.

<https://orcid.org/0000-0001-8908-6688>

Островський Д.М.

<https://orcid.org/0000-0002-3901-4667>

Богатко Н.М.

<https://orcid.org/0000-0002-1566-1026>

Гришко В.А.

<https://orcid.org/0000-0002-0340-513X>