

ВІДГУК

на дисертаційну роботу Григораша Юрія Вікторовича на тему: «Розробка біотехнології біомаси спіруліни із підвищеним вмістом Сульфуру та її застосування за вирощування собак», поданої на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Актуальність дисертаційної роботи. Сульфур є необхідним мінеральним елементом у годівлі тварин, оскільки входить до складу основних сірковмісних амінокислот цистеїну та метіоніну, ферментів, білків, бере участь у синтезі коензимів, вітамінів і гормонів в організмі, і при його нестачі у тварини може порушуватись метаболізм. Джерелом Сульфуру для тварин може виступати біомаса ціанобактерії *Spirulina platensis*, яка здатна акумулювати мінеральні речовини з поживного середовища під час вирощування. Проте до теперішнього часу технологія збагачення біомаси спіруліни Сульфуром не була розроблена.

Також поза увагою дослідників залишалась ефективність використання спіруліни як кормової добавки при вирощуванні молодняка собак. Відомо, що службові собаки, такі як німецька і бельгійська вівчарка, виконують серйозні завдання, пов'язані з безпекою та захистом, зокрема у правоохоронних органах і Збройних силах України, допомагаючи виявляти вибухівку та зброю, проводити пошукові операції, а також можуть супроводжувати людей з інвалідністю і брати участь у реабілітації військових. З початком повномасштабного вторгнення РФ на територію України робота службових собак стала значно складнішою та більш напруженою. З огляду на це, на сьогодні надзвичайно важливими є дослідження, спрямовані на розробку наукових основ удосконалення кормового раціону молодняка службових собак для підтримання їхнього здоров'я та активності.

Отже, актуальність дисертаційної роботи Григораша Юрія Вікторовича, присвяченої розробці біотехнології біомаси спіруліни із підвищеним вмістом Сульфуру та її застосуванню за вирощування собак, не викликає сумніву.

Зв'язок роботи з науковими програмними, планами, темами.

Дисертаційну роботу Ю.В. Григораша виконано в рамках наукової тематики Інституту тваринництва та харчових технологій Білоцерківського НАУ «Розробка біотехнологій амінокислотно-мінеральних добавок із використанням одноклітинної водорості *Spirulina platensis* та личинок *Lucilia sericata* для вирощування телят» (номер держреєстрації 0124U000035).

Мета дисертаційної роботи Григораша Ю.В. – відпрацювання технології збагачення біомаси спіруліни Сульфуром, встановлення її нешкідливості, гострої токсичності та виявлення ефективності використання у складі раціонів за вирощування молодняку собак.

Наукова новизна і практична цінність роботи. Наукова новизна роботи полягає в тому, що автором вперше обґрунтовано оптимальні умови культивування спіруліни для збагачення її біомаси Сульфуром, зокрема, визначено оптимальну концентрацію та джерело Сульфуру, оптимальну температуру та інтенсивність освітлення. Вперше доведено ефективність використання біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, як харчової добавки у складі раціонів для молодняку собак.

Робота має практичне значення, оскільки на основі отриманих даних автором вперше розроблено методичні рекомендації щодо збагачення біомаси спіруліни Сульфуром та використання її в складі кормосуміші під час вирощування молодняку німецьких та бельгійських вівчарок. Встановлено, що додавання до раціонів молодняку собак біомаси *Spirulina platensis*, збагаченої Сульфуром, у кількості 1,0% від маси сприяє статистично достовірному підвищенню ваги цуценят на 3,3% та зниженню витрат корму на 1 кг приросту на 7,0%, що відповідно зменшує витрати під час вирощування цуценят. Прикладна цінність роботи підтверджується актом проведення виробничих випробувань та актом впровадження використання біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, в технологію вирощування молодняка собак, затвердженими директором кінологічного клубу «DOGARM. COMPANY», копії яких представлені в додатках до дисертаційної роботи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Дисертаційна робота Юрія Вікторовича Григораша є завершеною самостійною

науковою працею, у якій обґрунтовано біотехнологію культивування *Spirulina platensis* зі збагаченням її біомаси Сульфуром і оцінено безпеку та ефективність спіруліни як добавки до раціону під час вирощування молодняку собак.

Дисертантом проведено детальний огляд українських та зарубіжних літературних джерел з даної проблематики. Основні положення дисертаційної роботи, висновки та пропозиції виробництву сформульовані в результаті опрацювання великого масиву експериментальних даних, їх глибокого аналізу та узагальнення.

Висвітлення результатів у наукових публікаціях. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 5 наукових праць, у тому числі три статті у фахових виданнях, одні матеріали наукової конференції та одні методичні рекомендації виробництву.

Аналіз структури дисертації та результатів наукових досліджень. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, пропозицій для виробництва, списку використаних джерел (165 найменувань, з яких 122 – іншомовні), та додатків. Загальний обсяг дисертації – 158 сторінок комп'ютерного тексту. Дисертаційна робота ілюстрована 6 рисунками і 39 таблицями.

Вступ (6 с.). У Вступі обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету й завдання дослідження, розкрито наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, перераховано методи дослідження, наведено інформацію щодо зв'язку роботи з науковою тематикою Інституту тваринництва та харчових технологій Білоцерківського НАУ, публікацій, апробації роботи та особистого внеску здобувача.

Вступ повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р., із змінами, внесеними згідно з постановами КМ № 341 від 21.03.2022 р., № 502 від 19.05.2023 р., № 507 від 03.05.2024 р.) та сучасним вимогам до оформлення дисертацій (Наказ Міністерства

освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40, із змінами, внесеними згідно з Наказом МОН № 759 від 31.05.2019 р.).

У той же час, зауважу:

1. Дещо дискусійним є наведене формулювання об'єкта і предмета дослідження. Відповідно до Вимог до оформлення дисертацій, опублікованих у Бюлетені ВАК України, № 9–10, 2011, об'єкт дослідження – це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію й обране для дослідження. Предмет дослідження міститься в межах об'єкта і змістовно визначає тему (назву) дисертаційної роботи. Отже, об'єктом дослідження даної роботи скоріше є «процеси накопичення Сульфуру в біомасі спіруліни та її вплив на організм тварин», а предметом дослідження – «розробка технології збагачення біомаси спіруліни Сульфуром, її ефективність та безпека як кормової добавки у складі раціонів молодняку собак».

2. У тексті зустрічається декілька технічних помилок, зокрема пропущені коми на с. 20, 21, 23.

3. На сьогодні більш поширеним варіантом написання терміну синьозелені водорості є написання разом без дефісу, а в сучасній іноземній літературі частіше використовується термін ціанобактерії.

Розділ 1. Огляд літератури (23 с.). На підставі ґрунтовного аналізу українських та іншомовних літературних джерел охарактеризовано значення Сульфуру для живих організмів, шляхи надходження Сульфуру в організм рослин і тварин, описано морфологію, біологічні та екологічні особливості спіруліни, способи її культивування. Також наведено інформацію щодо використання біомаси спіруліни як харчової, дієтичної та кормової добавки. Підсумовуючи підрозділи огляду літератури, автор наголошує на тому, що на сьогодні недостатньо даних щодо технології збагачення біомаси спіруліни Сульфуром. Крім того, в науковій літературі відсутня інформація щодо використання збагаченої Сульфуром біомаси спіруліни у годівлі молодняку собак, що і зумовлює актуальність даної дисертаційної роботи.

У цілому, оцінюю цей розділ позитивно, проте є декілька запитань і зауважень:

1. У підрозділі «1.1. Значення Сульфур у біооб'єктів» автор детально описує роль Сульфур у життєдіяльності наземних вищих рослин, зокрема сільськогосподарських, і тварин, і в підсумку розділу зазначає, що на сьогодні вплив Сульфур на нарощування біомаси спіруліни вивчений недостатньо. З огляду, виникає запитання, чи є в літературі дані щодо значення Сульфур для водоростей будь-яких таксономічних груп (чи проводились такі дослідження), а також чи відрізняється метаболізм Сульфур у прокаріотичних організмів, до яких належить спіруліна, та еукаріотичних організмів?

2. На с. 40 автор зазначає, що «У природних умовах спіруліна інтенсивно росте та розвивається у водоймах з рН 12,0–13,0. Такі водойми локалізовані в Південній Америці та Африці». Проте представники роду *Spirulina* мешкають по всій земній кулі у різнотипних водних об'єктах зі значно ширшим діапазоном рН, наприклад, під час наших досліджень зустрічались у Дніпровських водосховищах і допливах Дніпра.

3. У тексті розділу є деякі технічні помилки та невдалі формулювання. Зокрема, «звертання білка» замість «згортання білка» (с. 37); «знижують серцево-судинні захворювання, діабет...» замість «знижують ризик серцево-судинних захворювань, діабету...» (с. 37); «христоцвіти» замість «хрестоцвіті» (с. 39); «розмноження біомаси» замість «накопичення біомаси» (с. 40).

Розділ II. Матеріали і методи дослідження (10 с.). У розділі описано методи експериментальних досліджень за темою дисертаційної роботи, проведених автором на базі Інституту тваринництва та харчових технологій Білоцерківського НАУ та кінологічного клубу «DOGARM. COMPANY». Наукова робота включала три етапи. На першому етапі було відпрацьовано біотехнологію культивування біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, вивчено вплив різних джерел і доз елемента на акумулювання його в клітинах і приріст біомаси водорості, а також визначено вплив різних режимів температури, освітлення, інтенсивності перемішування поживного середовища на накопичення біомаси спіруліни. На другому етапі на основі експериментів за участю лабораторних тварин оцінено токсичність, нешкідливість та подразнювальну дію спіруліни, збагаченої Сульфуром. На третьому етапі було

проведено дослідження ефективності використання різних доз біомаси збагаченої Сульфуром спіруліни як кормової добавки при вирощуванні собак.

Робота виконана у відповідності до принципів біоетики. Наукові дослідження за участю лабораторних тварин та собак проводили згідно з вимогами Європейської конвенції про захист хребетних тварин та Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження». Отримані дані статистично опрацьовані.

Вважаю, що застосовані методи повною мірою відповідають меті і завданням дослідження і оцінюю цей розділ позитивно, проте необхідні деякі уточнення:

1. На першому етапі експерименту в I та II серіях дослідів автор вивчав вплив невисоких доз Сульфуру на показники росту *Spirulina platensis*. При цьому у I серії дослідів (внесення аліментарної очищеної сірки) у I дослідній групі концентрацію Сульфуру у поживному середовищі збільшували на 6,6% порівняно до контролю ($212,0 \text{ мг/дм}^3$), що дорівнює $212,0 : 100 \times 6,6 + 212,0 = 226,0 \text{ мг/дм}^3$. У той же час, у II серії дослідів (внесення глауберової солі) у I дослідній групі вміст Сульфуру збільшували не до $226,0 \text{ мг/дм}^3$, а до $250,0 \text{ мг/дм}^3$. Чим обґрунтована така різниця?

2. У даному розділі необхідно уточнити, чим відрізнялись III та IV серії дослідів з вивчення впливу високих доз Сульфуру на показники росту спіруліни. Хоча надалі з опису результатів досліджень (Розділ 3) стає зрозуміло, що відмінність полягала в різних джерелах Сульфуру (глауберова сіль чи очищена сірка), але цю інформацію потрібно продублювати і в «Матеріалах і методах».

3. На с. 51 в абзаці перед таблицею 2.1 технічна помилка – замість $3500,0 \text{ мг/дм}^3$ має бути $350,0 \text{ мг/дм}^3$.

Розділ 3. Результати власних досліджень (61 с.). Дисертаційна робота базується на великому масиві експериментальних даних. Безперечним здобутком Ю.В. Григораша є комплексний підхід, який охоплював різнопланові дослідження: альгологічні, фізіологічні, біохімічні, етологічні, науково-господарські тощо.

Дисертантом доведено, що внесення додаткових доз Сульфуру до складу стандартного поживного середовища позитивно впливає на накопичення біомаси *Spirulina platensis*. Також встановлено, що спіруліна здатна акумулювати Сульфур у

своїх клітинах, оскільки із збільшенням вмісту Сульфур у поживному середовищі вміст останнього у біомасі спіруліни зростає.

Значний науковий інтерес становлять дані щодо біохімічних показників спіруліни. Автором показано, що за культивування на поживному середовищі з внесенням додаткових доз Сульфур у біомасі спіруліни збільшується вміст хлорофілу, білків та амінокислот.

Важливим є висновок автора про те, що оптимальним вмістом Сульфур у поживному середовищі є $700,0 \text{ мг/дм}^3$, у той же час за більших доз елемента прискорюється старіння клітин спіруліни. Також дисертантом експериментально доведено, що глауберова сіль є більш ефективною як джерело Сульфур для нарощування біомаси спіруліни, синтезу амінокислот і білків, ніж аліментарна очищена сірка.

Особливої уваги варті результати дослідів щодо впливу абіотичних чинників (температури, інтенсивності освітлення, товщини поживного середовища) на ріст спіруліни. Дисертантом доведено, що біомаса спіруліни найшвидше росте за температури $37,0^\circ\text{C}$, проте доцільно рекомендувати температуру $35,0^\circ\text{C}$, оскільки статистично достовірних відмінностей у нарощуванні біомаси за температури $37,0^\circ\text{C}$ і $35,0^\circ\text{C}$ немає. Також детально вивчено умови освітлення для максимального накопичення біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром. До завершення етапу адаптації (1–4 доба) інтенсивність освітлення необхідно підтримувати на рівні 1700 люкс, у першу фазу інтенсивного нарощування (5–7 доба) – 2700 люкс, до 9-ї доби культивування – 3700 люкс, на завершальному етапі – 5000 люкс. Крім того, із 5-ї доби рекомендовано зменшувати товщину поживного середовища у фітореакторах до 5 см з метою зменшення витрат на освітлення.

Значну наукову і практичну цінність мають результати науково-господарських дослідів з оцінки ефективності використання біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, у складі раціонів для молодняка німецької і бельгійської вівчарки. Дисертантом доведено, що у цуценят, які споживали раціон з додаванням 1,0–1,5% біомаси спіруліни, приріст маси тіла був достовірно більшим, ніж у цуценят з контрольної групи. Окрім того, встановлено, що споживання молодняком вівчарок

1–1,5% біомаси спіруліни в складі кормосуміші приводить до достовірного підвищення вмісту гемоглобіну у їх крові на 8–9% ($p \leq 0,05$) у порівнянні із контролем. Автор пояснює таке явище збільшенням вмісту у раціоні HS-груп, які сприяють всмоктуванню Феруму в кишківнику. Це дає науково-обґрунтовані підстави рекомендувати біомасу спіруліни, збагаченої Сульфуром, як кормову добавку для годування молодняка собак.

У цілому, даний розділ безумовно заслуговує на високу оцінку, проте є декілька запитань і зауважень:

1. Слід уточнити, за якої дози Сульфуру проводили оцінку впливу товщини поживного середовища на ріст спіруліни.

2. Чи є в науковій літературі дані щодо добової потреби собак у різних макроелементах, зокрема Сульфурі? Чи не може тривале споживання збагаченої Сульфуром спіруліни призводити до перевищення добової потреби у Сульфурі та бути шкідливим для собак?

3. На рис. 3.1 (с. 60), 3.2 (с. 62), 3.3 (с. 64), 3.4 (с. 66), 3.5 (с. 88) відсутні назви осей абсцис та ординат. Також на рисунках бажано навести планки похибок (стандартні помилки середніх величин), тим більше, що досліди проводились у трьох повтореннях.

4. У розділі є деякі технічні помилки. Зокрема, останній абзац на с. 88 – пропущені слова «в першу добу». У табл. 3.29 (с. 113) – « $9,0 \pm 57$ » замість « $9,0 \pm 0,57$ ».

Розділ 4. Аналіз та узагальнення результатів досліджень (10 с.). У розділі обговорюються й узагальнюються результати досліджень та проводиться їх порівняння з сучасними вітчизняними та зарубіжними літературними даними, зокрема щодо метаболізму Сульфуру у рослин, технології вирощування біомаси спіруліни, токсичної та подразнювальної дії спіруліни, впливу спіруліни як кормової добавки на організм тварин. У цілому, оцінюю даний розділ позитивно, без зауважень.

Висновки (2 с). Викладені 8 висновків впливають з одержаних результатів, відображають основні положення дисертаційної роботи, чітко та логічно сформульовані.

У якості зауваження зазначу:

1. До висновку 3 необхідно було б внести правку граматичного характеру: замість «у біомасі підвищується вміст загального білка... та зниження фенілаланіну на 6,8%» слід написати «у біомасі підвищується вміст загального білка... та знижується вміст фенілаланіну на 6,8%».

Пропозиції виробництву (1 с.). На основі проведених досліджень автором сформульовано практичні рекомендації для одержання біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, і для збільшення приростів маси тіла цуценят. Оцінюю даний розділ позитивно, проте є одне зауваження:

1. Пропозиції виробництву слід доповнити рекомендаціями щодо оптимального режиму освітлення та товщини поживного середовища для вирощування спіруліни, збагаченої Сульфуром.

Список використаних джерел (18 с.) містить 165 найменувань, більшість із яких (122) – іншомовні і в цілому відповідає встановленим вимогам. Проте є зауваження:

У джерелі 4 не зазначено рік видання.

У цілому, дисертаційна робота характеризується актуальністю, науковою новизною експериментальних результатів, основні її положення науково обґрунтовані та відповідають темі дисертації. Поставлені завдання виконані на високому науковому та методичному рівні, а викладені у відгуку зауваження жодною мірою не знижують теоретичної і практичної цінності дисертаційної роботи.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Аналіз тексту дисертації свідчить про відсутність порушення автором вимог академічної доброчесності. Використані ідеї і результати інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Права співавторів публікацій при написанні дисертації не порушені.

Вважаю, що дисертаційна робота на тему: «Розробка біотехнології біомаси спіруліни із підвищеним вмістом Сульфуру та її застосування за вирощування собак» повною мірою відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора

філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р., із змінами, внесеними згідно з постановами Кабінету Міністрів України № 341 від 21.03.2022 р., № 502 від 19.05.2023 р., № 507 від 03.05.2024 р.); «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)» (постанова Кабінету Міністрів України № 261 від 23.03.2016 р. із змінами, внесеними згідно з постановами Кабінету Міністрів України № 283 від 03.04.2019 р., № 502 від 19.05.2023 р., № 507 від 03.05.2024 р.), та сучасним вимогам до оформлення дисертацій (Наказ Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40, із змінами, внесеними згідно з Наказом МОН № 759 від 31.05.2019 р.) і є цінним внеском у розвиток сучасної науки, а її автор, Григораш Юрій Вікторович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство».

Офіційний опонент

доктор біологічних наук,

старший дослідник,

старший науковий співробітник відділу

санітарної гідробіології та гідропаразитології

Інституту гідробіології НАН України

02.05.2025 р.



Наталія СЕМЕНЮК