

КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 56-71
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.056>
УДК 639.3.043

Received 20.09.2021
Received in revised form 30.09.2021
Accepted 10.10.2021

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГУМАТИВ В АКВАКУЛЬТУРІ (ОГЛЯД)

Н. В. Поліщук, emerald14@ukr.net, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Б. Ю. Коваленко, bogdankovalenko@ukr.net, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

В. О. Коваленко, kovalenko_va_58@i.ua, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Мета. На підставі аналізу джерел науково-технічної інформації і власних експериментальних матеріалів підготувати обґрунтування щодо використання в рибних комбікормах добавки натрієвих і калієвих солей гумінових і фульвокислот (гуматів) як речовин із біологічно активним властивостями.

Результати. Надано комплексну загальну характеристику гумінових речовин, описано механізм біологічно активної дії гуматів на живі організми. Наведено приклади застосування гуматів у рослинництві, медицині, тваринництві та аквакультурі. Представлено результати власних досліджень із використання гуматів в якості кормової добавки для цінних об'єктів рибництва. Окреслено перспективи включення мікродобавок гуматів натрію і калію до складу рибних комбікормів з метою підвищення виживаності риб і засвоюваності кормів.

Наукова новизна. До сьогодні введення гуматів до складу рибних кормів у якості мікродобавок носило експериментальний характер. Аналіз наукових джерел і матеріалів власних досліджень дав підставу для висновку про потребу комплексного детального вивчення механізмів впливу гуматів на риб. Зокрема, викликає інтерес дослідження протекторних властивостей гуматів від накопичення важких металів в організмі риби за використання мікродобавок цих речовин в рибних комбікормах.

Практична значимість. Використання кормової добавки гуматів в аквакультурі сприятиме вирішенню таких актуальних завдань, як запобігання наднормативним втратам біологічного матеріалу об'єктів культивування, зменшення кормових витрат, покращення споживчих характеристик харчової продукції. Гумати, як речовини природного походження із протекторною та імуномодулюючою дією, можуть стати заміниками деяких синтетичних лікувально-профілактичних препаратів.

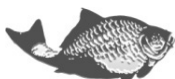
Ключові слова: аквакультура, гумати, комбікорм, кормова добавка, швидкість росту, виживаність, засвоєння корму.

RATIONALE FOR THE USE OF HUMATS IN AQUACULTURE (A REVIEW)

N. Polischuk, emerald14@ukr.net, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

B. Kovalenko, bogdankovalenko@ukr.net, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

© Н. В. Поліщук, Б. Ю. Коваленко, В. О. Коваленко, 2021



V. Kovalenko, kovalenko_va_58@i.ua, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Purpose. To prepare a justification for the use of sodium and potassium salts of humic and fulvic acids (humates) as substances with biologically active properties in fish feeds based on the analysis of sources of scientific and technical information and own experimental materials,

Findings. A complex general characteristic of humic substances was provided, the mechanism of biologically active action of humates on living organisms was described. Examples of the use of humates in crop production, medicine, animal husbandry and aquaculture were given. The results of our own studies on the use of humates as a feed additive for valuable objects of aquaculture were presented. Prospects for the inclusion of micro-additives of sodium and potassium humates in the composition of fish feed in order to increase fish survival and digestibility of feed were outlined.

Originality. To date, the introduction of humates into fish feed as micronutrients was experimental. The analysis of scientific sources and materials of own studies gave the basis for the conclusion about the need of complex detailed studying of mechanisms of effects of humates on fish. In particular, it is of interest to study the protective properties of humates from the accumulation of heavy metals in the body of fish for the use of micronutrients of these substances in fish feeds.

Practical value. The use of humate feed additives in aquaculture will help to solve such urgent problems as the prevention of excessive losses of biological material of cultivated objects, reduction of feed costs, improvement of consumer characteristics of food products. Humates, as substances of natural origin with protective and immunomodulatory action, can become substitutes for some synthetic therapeutic and prophylactic drugs.

Key words: aquaculture, humates, compound feed, feed additive, growth rate, survival, feed assimilation.

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМАТОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ (ОБЗОР)

Н. В. Полищук, emerald14@ukr.net, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

Б. Ю. Коваленко, bogdankovalenko@ukr.net, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

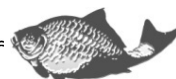
В. А. Коваленко, kovalenko_va_58@i.ua, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

Цель. На основании анализа источников научно-технической информации и собственных экспериментальных материалов подготовить обоснование использования в рыбных комбикормах добавки натриевых и калиевых солей гуминовых и фульвокислот (гуматов) как веществ с биологически активными свойствами.

Результаты. Дана комплексная общая характеристика гуминовых веществ, описан механизм биологически активного действия гуматов на живые организмы. Приведены примеры применения гуматов в растениеводстве, медицине, животноводстве и аквакультуре. Представлены результаты собственных исследований использования гуматов в качестве кормовой добавки для ценных объектов рыбоводства. Очерчены перспективы включения микродобавок гуматов натрия и калия в состав рыбных комбикормов с целью повышения выживаемости рыб и усвояемости кормов.

Научная новизна. До сегодняшнего дня введение гуматов в состав рыбных кормов в качестве микродобавок носило экспериментальный характер. Анализ научных источников и материалов собственных исследований дал основание для заключения о целесообразности введения гуматов в состав рыбных комбикормов в промышленных масштабах.

Сделан вывод о необходимости дальнейших исследований протекторных свойств



гуматов в составе рыбных комбикормов, в частности, защиты организма рыб от накопления тяжелых металлов.

Практическая значимость. Использование гуматов в составе комбикормов будет способствовать решению таких актуальных задач аквакультуры, как предотвращение сверхнормативных потерь биологического материала объектов культивирования, уменьшение кормовых затрат, улучшение потребительских характеристик пищевой продукции. Гуматы, как вещества природного происхождения с протекторным и иммуномодулирующим действием, могут стать заменой некоторых синтетических лечебно-профилактических препаратов.

Ключевые слова: аквакультура, гуматы, комбикорм, кормовая добавка, скорость роста, выживаемость, усвоение корма.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Стагнація обсягів світового промислового вилову гідробіонтів як явище, що спостерігається протягом останніх трьох десятиліть [1], зумовлена обмеженістю природних запасів промислових видів водних організмів на тлі стрімких кліматичних змін та значного антропогенного навантаження на природні екосистеми. Постійне зростання попиту на товарну рибу і морепродукти є дієвим стимулом для нарощування обсягів виробництва продукції аквакультури, як єдиної альтернативи промислового способу отримання корисної продукції гідробіонтів.

Вирощування водних організмів у контрольованих умовах має низку безперечних переваг над видобутком гідробіонтів з природних водойм. Технології виробництва продукції аквакультури побудовані на глибоких знаннях біології об'єктів культивування і на сучасних технічних можливостях, які постійно удосконалюються. Одним із найбільш перспективних напрямків досліджень в аквакультурі, зокрема — у рибництві, є удосконалення складу штучних кормів і методів годівлі риб, з метою зменшення рівня кормових витрат і одночасного забезпечення високої якості рибної продукції.

Предметом постійного удосконалення є рецептура рибних комбикормів, задля забезпечення повноцінності і збалансованості їхнього складу. Відомо, що поживні характеристики штучних кормів прямо впливають на продуктивні і якісні характеристики рибної продукції і значною мірою зумовлюють економічний ефект [2].

Одним із шляхів підвищення якості штучних кормів є введення до їхнього складу кормових добавок з біологічно активними властивостями. У рибництві існує багато перевірених часом кормових добавок різного спектру впливу на організм, зокрема — вітаміни, мікроелементи, пробіотики, ферментні препарати, тощо [3]. Для покращення привабливості корму використовують смакові і ароматичні добавки — атрактанти. В окремих випадках, для надання кормам лікувально-профілактичних властивостей, до їх складу вводять кормові антибіотики або інші ветеринарні препарати [4].

Протягом останнього часу в аквакультурі виник інтерес до використання гуматів, як кормових добавок природного походження, що мають біологічно активний вплив на об'єкти культивування.



МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Матеріалом для аналітичного огляду слугували джерела науково-технічної інформації щодо гумінових речовин, можливостей використання біологічно активних властивостей гуматів у різних сферах людської діяльності, зокрема — в аквакультури, а також результати власних досліджень із вивчення рибогосподарського ефекту від годівлі цінних об'єктів рибництва комбікормами з мікродобавками гуматів.

Методи досліджень — загальнонаукові: аналіз, синтез та узагальнення.

АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ І РЕЗУЛЬТАТІВ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відкриття гумінових речовин. Гумінові речовини (від лат. humus — земля, ґрунт) були відкриті понад двісті років тому. Вперше виділив їх з торфу і описав німецький хімік Франц Карл Ахард у 1786 р. Німецькі дослідники першими ввели і сам термін — «гумінові речовини», а також розробили схеми виділення та класифікації гуматів [5]. Багато уваги гуміновим речовинам приділяв великий шведський хімік Йєнс Якоб Берцеліус, який присвятив цим речовинам кілька розділів у своїй книзі «Підручник хімії» [6].

З часом обсяг інформації про гумати поступово збільшувався, а властивості цих речовин вивчало багато науковців у всьому світі. Через двісті років після відкриття гумінових речовин, у 1981 р., було створено «Міжнародне товариство з вивчення гумінових речовин» (International Humic Substances Society – IHSS), а в 1983 р., за участю провідних вчених різних країн, у Денвері (штат Колорадо, США), була проведена Перша міжнародна конференція цього товариства. Відтоді такі конференції відбуваються регулярно [7].

Загальна характеристика гуматів. Гумати — це водорозчинні натрієві і калієві солі гумінових речовин, які є високомолекулярними органічними сполуками мікробіологічного, вегетативного та тваринного походження, характеризуються високою стійкістю і полідисперсністю [5, 8, 9].

Гумінові кислоти утворюються в результаті мікробіологічного розкладу органічних речовин (гуміфікації). Цей процес починається після відмирання живих організмів і триває довгий час під дією різноманітних чинників навколишнього середовища. Біохімічні реакції, що проходять за участі мікроорганізмів, перетворюють мертву органічну речовину на високополімерні сполуки — гумінові речовини. Існує декілька гіпотез утворення гумінових кислот, серед яких найбільш популярними є полімеризаційна, або конденсаційна, та гіпотеза окиснювального кислотоутворення [5, 8].

Гумінові речовини знаходяться у ґрунті, природній воді і різноманітних наземних та водних середовищах. Їх утворення відбувається в результаті безперервних хімічних реакцій гуміфікації за принципом природного відбору — залишаються найбільш стійкі до біологічного розкладу структури. В результаті виникає випадкова суміш молекул, в якій немає жодної однакової. Таким чином, гумінові сполуки — це складна суміш природних сполук, яких немає в живих організмах [8, 9].

Група гумінових речовин може бути розділена на три компоненти, що



ґрунтуються на їх розчинності: фульвокислоти, гумінові кислоти та гумін. Кислі фульвінові та гумінові кислоти являють собою розчинні луги, а гумусові фрагменти і гумін — нерозчинний залишок [5, 8, 10].

Молекулярна маса гумінових сполук може відрізнятись в десятки і сотні разів. Різноманітність будови цих речовин визначає їхню поліфункціональність. При цьому будова, а відповідно, активність і спрямованість дії гумінових кислот, виділених з різних видів сировини, можуть істотно відрізнятись. Так, у бурому вугіллі містяться в основному високомолекулярні фракції з великим ароматичним каркасом, а в торфі і сапропелі, поряд із високомолекулярними, є велика кількість низькомолекулярних сполук із високою активністю функціональних груп, а також фульвокислоти, деяка кількість амінокислот і низькомолекулярних карбонових кислот [8–11].

Гумінові речовини є органічними макромолекулами зі складною структурою, щодо ступеня складності якої у науковців досі немає одноставної думки, і докладаються великі зусилля, щоби це з'ясувати.

Методи промислового отримання гуматів. Гумінові сполуки (гумінові кислоти, фульвокислоти, гуміни) входять до складу бурого вугілля, торфу, сапропелю і ґрунту. Їх виділяють різними методами. Найбільш поширеним є метод вилучення гуматів з торфу та бурого гумусового вугілля слабкими водними розчинами лугів [12].

Крім екстракції, існує ультразвукова технологія перетворення торфу та іншої органо-мінеральної сировини в акустичних реакторах із газоструменевими генераторами. Цей метод дозволяє проводити фізико-хімічні перетворення органіки на гумінові препарати в ультразвуковому полі з інтенсивністю понад 10 Вт/см² [13].

Синтегичні гумати, або лігногумати, отримують з лігнінвмісних відходів целюлозно-паперового виробництва, з використанням методу рідкофазного окиснення у присутності лужних агентів за температури 170–200°C і тиску 0,5–3,0 МПа. Такі гумати, через підвищений вміст сірки і важких металів, мають меншу активність, у порівнянні з природними гуміновими препаратами [14].

В залежності від сировини і ступеня очищення отримують баластні і безбаластні гумати. Останні, вільні від механічних домішок сировини, використовують в якості стимуляторів росту рослин, кормових добавок у тваринництві, детоксикантів забрудненого ґрунту [5, 9, 10, 15].

Механізм біологічно активного впливу гумінових речовин на живі організми. Гумати, як розчинні похідні гумінових кислот, є багатофункціональними сполуками, що мають різноманітні хімічні та біологічні властивості: імуностимулятора, пребіотика, адсорбента токсинів, стимулятора травлення і росту [5, 9, 10, 15, 16].

На даний час у складі гумінових речовин знайдено більше десяти кисень-, азот- і сірковмісних функціональних груп, які зумовлюють широкий спектр властивостей цих речовин [12, 13]. Відомо, що ці функціональні групи включають карбонові, фенолові, карбонільні, гідроксильні, амінові, амідні та аліфатичні фракції, серед інших. Через таку поліфункціональність гумінові речовини є одними з найпотужніших хелатних агентів серед природних органічних речовин [9, 16].



Крім утворення хелатних сполук з мінералами і мікроелементами, гумати забезпечують зв'язування і виведення з організму багатьох токсичних речовин, а саме: радіонуклідів, важких металів, мікотоксинів, хлорорганічних сполук, пестицидів та нафтових вуглеводнів.

Встановлено, що гумати не здатні накопичуватися в тваринному організмі, не забруднюють навколишнє середовище при виведенні їх з організму, а метаболізуються, впливаючи на процеси формування біопродукції [17, 18]. Однак, деякі дослідники вважають застосування гумінових речовин в інших, ніж у рослинництві, господарсько корисних цілях екзотичним і ризикованим, через велику гетерогенність структури цих речовин і, відповідно, широкий спектр властивостей та неспецифічність дії [8].

Використання гуматів у промисловості. Ще в середині ХХ ст. гумати широко використовували в різних галузях промисловості, зокрема як стабілізатори глинистих розчинників при бурінні нафтових свердловин, а також в процесі виготовлення барвників для деревини. Гумінові кислоти, завдяки поверхнево активним властивостям, застосовують в акумуляторній промисловості, як розширювачі позитивних пластин акумулятора [12].

Властивість гумінових речовин зв'язувати різноманітні токсиканти успішно використовують при очищенні ґрунтів, прибережних смуг, залізничних шляхів та промислових площадок від важких металів і нафтопродуктів, в якості розчинів-сорбентів на водоочисних спорудах.

Використання гуматів у рослинництві. На сьогодні найбільш масштабне використання гумінових речовин у вигляді розчинних гуматів відбувається у рослинництві. Ці речовини здатні адсорбувати і утримувати на собі поживні речовини, макро- й мікроелементи ґрунту. Адсорбовані гуміновими кислотами поживні речовини не зв'язуються ґрунтовими мінералами і не вимиваються водою, перебуваючи у доступному для рослин стані. Разом із тим, гумінові кислоти позитивно впливають на розмноження мікроорганізмів у ґрунті [10].

Здатність гумінових кислот утворювати хелатні комплекси з мінералами і мікроелементами приводить до поліпшення засвоюваності цих речовин живими організмами, завдяки чому гумінові речовини і похідні від них (гумати) використовують у якості природних добрив та біологічних стимуляторів обмінних процесів у рослинах [19–21].

Найбільш поширеними видами органо-мінеральних добрив є гумати натрію, калію або амонію [15, 20, 21]. Завдяки водорозчинності гумати доступні для кореневої системи рослин, а як біополімери — забезпечують високу ємність катіонного і аніонного обмінів, хелатну здатність, можуть стимулювати ріст і підтримувати азотне та зольне живлення рослин [15, 19, 22].

Використання гуматів в фармації та медицині. Продукти гумінових речовин мають унікальні хімічні властивості, що дозволяють їх застосовувати в біомедицині. Так, в медичній літературі міститься ряд повідомлень про те, що гумінові кислоти та їх солі (гумати) мають комплексоутворюючі та дезінтоксикаційні, протизапальні, антибактеріальні, антиоксидантні властивості та виявляють низки інших потенційно корисних ефектів [23–27].

Однак інформація про фармакологічні властивості гумінових речовин



недостатньо систематизована і не дозволяє обґрунтовано виявити найбільш перспективні джерела, які могли б виступити в якості фармацевтичних субстанцій для розробки нових лікарських препаратів [28].

Використання гуматів у тваринництві. Застосовувати гумінові речовини при виробництві продукції тваринництва розпочали значно пізніше, ніж у рослинництві. Відповідно, науково-технічна інформація про такий напрям використання гуматів порівняно обмежена.

Дослідження вчених різних країн показали, що гумінові речовини в організмі тварин, як і в рослинах, працюють на клітинному та субклітинному рівні. Вони проникають у клітину та беруть участь в обмінних процесах, оптимізуючи їх, полегшують проходження через стінки кишечника неорганічних іонів і сприяють засвоєнню необхідних мінеральних речовин. Тим самим виявляється стимувальний вплив гумінових речовин на окремі системи та організм у цілому [15, 17, 29].

Гумінові препарати, які отримують з різних природних матеріалів, успішно випробовували в різних галузях тваринництва (скотарство, свинарство, птахівництво, звірівництво тощо) [18, 30–33].

Препарати на основі гуматів, завдяки своїй в'язучій, антирезорбційній, протизапальній, антибактеріальній і протівірусній дії, добре підходять для терапії захворювань органів травлення і порушень обміну речовин [29, 34, 35].

У тваринництві деяких країн світу використання гуматів доволі поширене. Так, у штаті Техас (США) використання солей гумінових кислот як кормової добавки для великої рогатої худоби протягом від 22 до 42 діб призвело до скорочення витрат кормів на 12%. Гематологічний аналіз показав зростання рівня гемоглобіну і антиоксидантних ензимів в крові [18]. Також встановлено профілактичний ефект від включення гуматів до раціону корів дійного стада: кількість випадків маститу зменшилася з 3–4 на добу до 4 на місяць [32].

За результатами «молочного тесту», проведеного на 500 високопродуктивних коровах, було встановлено: тварини, яким протягом 28-денного періоду згодовували корми з добавкою гуматів, щодня давали додатково по 1,9 фунтів молока. У той же час споживання корму знизилося з 38 до 36 фунтів на добу. Слід відмітити, що після закінчення періоду випробувань рівень споживання кормів повернувся до 38 фунтів. Тобто, перетравлюваність корму зросла, разом з цим збільшивши виробництво молока. Крім того, гумати справляли заспокійливу дію на тварин, знижували агресивність протягом прийому корму та зменшували вплив теплових навантажень, викликаних літньою температурою. Відмічено зменшення запаху аміаку у відходах та обсягів гною, що призводять до меншої кількості проявів хвороб, спричинених комахами [33].

Найбільш перспективним способом використання корисних властивостей гуматів у тваринництві є їхнє введення до складу корму для тварин (до 1 г/кг корму). Завдяки водорозчинності, це просто. Їхня присутність у кормі в мікродозах не викликає побічних негативних наслідків у об'єктів вирощування, а, навпаки, веде до прояву наступних ефектів:

- стимулювання процесів метаболізму в організмі тварин;



- скорочення непродуктивних втрат біологічного матеріалу (смертності);
- збільшення маси тіла;
- зміцнення імунітету;
- підвищення стресостійкості;
- сприяння переносу еритроцитами більшої кількості кисню;
- швидшого відновлення після отриманих травм [17, 18, 30–32].

Лікувально-профілактичні властивості гуматів базуються на їх здатності до активації імунобіологічної реактивності організму, зокрема — до стимулювання клітинного і гуморального імунітету. Використання гуматів у ветеринарній практиці призводить до підвищення опірності до інфекцій, стресів, скорочує відновний період після лікування [36]. Гумати, в основному, не проникають глибоко в організм, а діють в просвіті шлунково-кишкового тракту і на стінці кишечника [30].

Патогістологічним та гістохімічним дослідженнями доведено, що гумати нешкідливі для крові, серцево-судинної і ендокринної систем та інших життєво важливих органів тварин, не викликають алергічних реакцій, анафілаксії (несподіваної реакції) на інші ліки, не мають ембріотоксичних властивостей [30, 36, 37].

Відсутність залишків гумінових кислот в тваринних продуктах багаторазово доводилася сучасними методами аналізу, наприклад, радіоізотопним маркуванням [18, 34].

Використання гуматів в аквакультурі. В аквакультурі, як і у тваринництві, найбільш перспективним вбачається використання гуматів у якості кормових добавок при вирощуванні різних видів риб.

Зустрічаються розрізнені відомості про дослідження впливу добавок гуматів в кормах на організм різних видів риб, які, як правило, не носять системного характеру. Так, єгипетські вчені, при вивченні впливу гумінових кислот на рівень неспецифічного імунітету і опору хворобам у звичайного коропа, дійшли висновку, що використання гуматів викликало посилення специфічних та вроджених імунних реакцій і прискорення швидкості росту риб в експерименті [38].

Дослідженнями біохімічного ефекту від додавання солей гумінових кислот до кормів для райдужній форелі було встановлено зниження вмісту важкого металу кадмію в зябрах і м'язах дослідних риб, в порівнянні з групою контролю. Відмічено, що гумати не знижують токсичного впливу кадмію, але зменшують його концентрацію, завдяки чому зростає якість товарної продукції [39].

Індонезійські вчені досліджували ефект від додавання добавки гумінових речовин до корму для молоді азійського морського окуня *Lates calcarifer*. Встановлено, що добавка гуматів запобігає потраплянню кадмію в печінку, нирки і м'ясо риби та покращує ріст дослідного матеріалу, засвоюваність корму, хімічний склад крові та вміст кальцію у кістках, порівняно з контролем [40].

Українські науковці також зробили певний внесок у дослідження ефекту від



дії гуматів на організм різних видів риб. Так, М. К. Неронін з колегами вивчав вплив різних концентрацій добавки гумату натрію, як в комплексі з сіллю кобальту, так і окремо, на темп росту і ефективність використання корму у канального сома. Найвище зростання продуктивних показників було отримано за концентрації 0,3 г гумату натрію і 3,0 г кобальту в 1 кг корму [41].

Науковці Інституту рибного господарства НААН і Дніпропетровського державного університету ім. Олеся Гончара досліджували вплив кормової добавки «Торфовіт», яка містить гумати, на біохімічний склад тканин канального сома і коропа. У канального сома було встановлено залежність між дозою препарату в кормах і збільшенням сухої речовини у м'язах. У коропа така залежність стала недостовірною лише за високої дози препарату — 2 мл на 1 кг корму. «Торфовіт» достовірно не вплинув на вміст білків і жирів в м'язах коропа. У канального сома вміст білків позитивно корелював з дозою препарату, а вміст жиру мав зворотну залежність [42].

Ці ж науковці займалися дослідженнями впливу гуматів на ікру і личинок при штучному відтворенні канального сома. Після оброблення ікри препаратом «Торфовіт» на 10% зменшився прояв аномалій у розвитку ембріонів і підвищилася виживаність постембріонів. Введення препарату за концентрації 0,1 г/кг корму до раціону личинок сприяло зростанню швидкості їх росту [43].

У дослідженнях Н. В. Свечкової, М. А. Сидорова і А. П. Стадника щодо впливу на плодючість та ріст різновікових груп канального сома кормових добавок гумату натрію і гумату калію у комплексі з препаратом «Вітатон» було встановлено зростання на 16–25% виживаності личинок і на 26–63% — середньодобового приросту маси [44].

Вивчення ефекту від використання кормової добавки гуматів у годівлі цінного об'єкта товарного осетрівництва — стерляді — у 2016 році розпочали науковці Національного університету біоресурсів і природокористування України. Зокрема, Л. В. Гаріян досліджувала можливість використання протектних властивостей мікродобавки гумату калію з метою виведення важких металів з організму дво- і тріліток стерляді при вирощуванні в рибницьких садках. У шкірі і м'язах дослідної групи риб, порівняно із контролем, встановлено зниження вмісту хрому у 8 разів, цинку — у 4 рази, марганцю і заліза — в 2 рази [45].

У дослідженнях В. О. Коваленка і Н. В. Поліщук спостерігали позитивний вплив мікродобавок гумату калію і гумату натрію на виживаність і швидкість росту цьоголіток і тріліток стерляді в садках [46–48].

Враховуючи отримані результати і тенденції розвитку вітчизняного рибництва, дослідники визнали за доцільне — продовжити дослідження ефектів впливу гуматів на ріст та розвиток риб в умовах замкнених рециркуляційних аквасистем, зокрема — на захист від накопичення важких металів в органах і тканинах.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

За результатами аналізу наукових джерел можна констатувати, що гумінові речовини є унікальними природними сполуками з комплексним характером



біологічно активної дії на живі організми. Ці властивості давно і широко використовуються у рослинництві, знаходять застосування у тваринництві та викликають зацікавленість у медиків і фармацевтів.

В аквакультурі інтерес до використання гуматів як біологічно активних речовин поки що низький, у першу чергу, через відсутність достатнього обсягу наукової інформації про їхній вплив на продуктивні показники і якість продукції. Разом із тим, в умовах подальшої «індустріалізації» технологій рибництва, зумовленої зростанням рівня антропогенного навантаження на природні ресурси і потреби у забезпеченні населення якісною харчовою продукцією, актуальність застосування у рибництві імуномодуючих, адсорбуючих і ростостимулюючих властивостей гумінових речовин стає все більш очевидною.

Вбачається перспективним продовжити і поглибити дослідження впливу гуматів на виживаність і швидкість росту об'єктів культивування, засвоюваність штучних кормів та харчову цінність і безпечність рибної продукції, з метою підготовки практичних рекомендацій з використання гумінових речовин в аквакультурі.

ЛІТЕРАТУРА

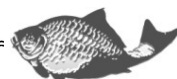
1. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/The%20State%20of%20World%20Fisheries%20and%20Aquaculture%202020.%20In%20brief.pdf>.
2. Биоэнергетика и рост рыб / ред. Хоар У., Рендолл Д., Бретта Дж. Москва : Лёгкая и пищевая промышленность, 1983. 408 с.
3. Гамыгин Е. А., Щербина М. А., Передня А. А. Итоги работы по созданию новых кормов для ценных объектов аквакультуры // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та. 2004. № 2 (21). С. 55—60.
4. Молнар Калман, Секели Чаба, Ланг Мария. Практическое руководство по заболеваниям тепловодных рыб в Центральной и Восточной Европе, на Кавказе и в Центральной Азии : информ. бюллетень ФАО ООН по рыболовству и аквакультуре. 2020. № 1182. 113 с.
5. Попов А. И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / ред. Е. И. Ермакова. Санкт-Петербург : С.-Петерб. ун-т, 2004. 248 с.
6. Ваксман С. А. Гумус. Происхождение, химический состав и значение его в природе. Москва : Сельхозгиз, 1937. 470 с.
7. International Humic Substances Society. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/International_Humic_Substances_Society.
8. Перминова И. В. Гуминовые вещества — вызов химикам XXI века // Химия и жизнь. 2008. № 1. С. 50—55.
9. Schnitzer M., Khan S. U. (1972). Humic Substances in the Environment. New York: Marcel Dekker, Inc., 327 p.
10. Горовая А. И., Орлов Д. С., Щербенко О. В. Гуминовые вещества. Строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль. Киев : Наукова думка, 1995. 302 с.
11. Милановский Е. Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. Москва : ГЕОС, 2009. 188 с.



12. Смольянинова Н. М., Хорошко С. И., Москальчук А. Н. Технология получения растворимых гуматов из торфа // Известия Томского Ордена Трудового Красного Знамени политех. ин-та им. С. М. Кирова. 1969. Т. 178. С. 158—161.
13. Гапон В. В., Аникин В. С. Устройство акустической обработки жидких потоков с органо-минеральными дисперсными системами : пат. Украина № 95269 ; 10.12.2014.
14. Результаты чешско-российских исследований по применению лингогуматов и хелатов в картофелеводстве / Чепл Я. и др. // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 4. С. 36—39.
15. Humic substances – compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine // J. Appl. Biomed. 2005. Vol. 3. 13.24.
16. Veeken A. H. M., Hamelers B. V. M. The Role of Humic Substances in the Ecosystems and in Environmental Protection // PTSH. Wroclaw (Poland). 1997. 779 p.
17. Effects of Humic Acid on Animals and Humans. An Overview of Literature and a Review of Current Research. / USA. URL : https://www.vetservis.sk/media/object/433/effects_of_humic_acid_on_animals_and_humans.pdf
18. Islam K. M. S., Schuhmacher A., Gropp J. M. Humic acid substances in animal agriculture // Pakistan Journal of nutrition. 2005. Vol. 4(3). P. 126—134. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1086.8724&rep=rep1&type=pdf>.
19. Гуминовые кислоты: Связь между поверхностной активностью и стимуляцией роста растений / Вахмистров Д. Б. и др. // Докл. АН СССР. 1987. Т. 293, № 5. С. 1277—1280.
20. Лучник Н. А., Иванов А. Е., Меркулов А. И. Гумати натрію на посівах зернових культур // Химия в сельском хозяйстве. 1997. № 2. С. 28—30.
21. Розроблення препаратів на основі гуматів та їх композицій з поверхнево-активними рамноліпідами для рослинництва / Семенюк І. та ін. // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». 2016. Т. 816. С. 222—227.
22. Malik K. A., Azam F. Effect of humic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling growth // Environmental and Experimental Botany. 1985. Vol. 25 (3). P. 245—252.
23. Сухих А. С., Кузнецов П. В. Перспективы применения гуминовых и гуминоподобных кислот в медицине и фармации // Медицина в Кузбассе. 2009. № 1. С. 10—14.
24. Исмагова Р. Р., Зиганшин А. У. Перспективы использования в медицине гумата натрия, выделенного из торфа Томской области // Эфферентная терапия. 2007. Т. 13, № 4. С. 45—47.
25. Аввакумова Н. П., Герчиков А. Я., Хайруллина В. Р. Антиоксидантные свойства гуминовых веществ пелоидов // Химико-фармацевтический журнал. 2011. Т. 45, № 3. С. 50—51.
26. Юбицкая Н. С., Иванов Е. М. Использование гумата натрия в лечении больных остеоартрозом // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2009. Т. 1. С. 25—28.



27. Beer A. M., Sagorchev P., Lukanov J. The influence of the initial humidity of balneological peat on its pharmacological features// Biomed Tech (Berl). 2005. Vol. 50, № 11. P. 366—370.
28. Бузлама А. В. Экспериментальное изучение фармакологических свойств солей гуминовых кислот : дис. ... доктора наук. Москва : Первый Московский гос. мед. университет им. И. М. Сеченова. 2015. 410 с.
29. Степченко Л. М., Грибан В. А. Щодо механізму дії препаратів гумусової природи на організм тварин та птиці // Ветеринарна медицина України. 1997. Вип. 7. С. 34.
30. Безуглова О. С., Зинченко В. Е. Применение гуминовых препаратов в животноводстве (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 89—93.
31. Степченко Л. М. Опыт и перспективы использования препаратов гуминовой природы в птицеводстве // Наукове забезпечення епізоотичного благополуччя тваринництва : VII (XX) наук.-вироб. конф., 5 серпня 2003 р. : матер. Дніпропетровськ, 2003. С. 110—112.
32. Mosley R. Field trials of dairy cattle. Non-published research // Enviromate, Inc. 1996. August.
33. Parker D., Auvermann B., Greene W. Effect of chemical treatments, ration composition and feeding strategies on gaseous emissions and odor potential of cattle feedyards. Pre-publication Texas & Extension Service. 2001. December.
34. Effects of bovipro on performance and serum metabolite concentrations of beef steers / Chirase N. et al. // Amer. Soc. of Animal Sci. Proceedings; West Section. 2000. No. 51. URL : <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=109127>.
35. Гумат натрия в рационах молодняка крупного рогатого скота / Радчикова Г. Н. и др. // Ученые записки УО ВГАВМ. 2015. Т. 51. Вып. 1. Ч. 1. С. 115—119.
36. Ратных О. А. Лечебная эффективность гумата калия при гепатозе лактирующих коров и телят молочного периода : дис. ... канд. вет. наук. Воронеж : ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 2018. 193 с.
37. Самотин А. М., Беляев В. И., Богословский В.Н. Агротехнологии будущего. Книга II. Применение гуминовых препаратов в животноводстве и ветеринарии / ред. Левинский Б. В. Москва : Грин, 2006. 85 с.
38. Effects of Humic Acid as Feed Additive in Improvement of Nonspecific Immune Response and Disease Resistance in Common Carp (*Cyprinus carpio*) // Egyptian Journal for Aquaculture. 2012. Vol. 2, No.1 URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-Humic-Acid-as-Feed-Additive-in-of-Immune-Abdel-Wahab-El-Refae/f2360f273afe74d88d496dcf0f28739906e72b92>.
39. Histopathological and Biochemical Effects of Humic Acid Against Cadmium Toxicity in Brown Trout Gills and Muscles / Gonca Alak et al. (2013) // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2013. Vol. 13. P. 315—320.
40. Dietary Supplementation of humic acid in the Feed of juvenile asian seabass, Lates calcarifer to counteract possible negative effects of Cadmium Accumulation on Growth and Fish Well-being when Green Mussel (*Perna viridis*) is used as a Feed ingredient / Rasidi R. et al. // Aquaculture Research. 2021. Vol. 52(6). P. 2550—2568.
41. Способ приготовления корма для рыб : а. с. 1614773 ; № от 12.08.1990.



42. Сидоров Н. А., Сазанова Н. Н., Невеселая О. А. Влияние препарата «Торфовит» на рост и выживаемость личинок канального сома // Рыбогосподарська наука України. 2009. № 1. С. 60—63.
43. Вплив біологічно активної добавки «Торфовіт» на біохімічні показники тканин різних видів риб / Сидоров М. А. та ін. // Рыбогосподарська наука України. 2009. № 3. С. 91—95.
44. Свечкова Н. В., Сидоров М. А., Стадник А. П. Вплив біологічно активних добавок на плодючість канального сома (*Ictalurus punctatus*) // Агроекологічний журнал. 2006. № 3. С. 104—110.
45. Гаріян Л.В. Використання солей гумінових кислот для виведення важких металів з організму риб // Біологія тварин. 2016. Т. 18, № 4. С. 127.
46. Поліщук Н. В., Коваленко В. О. Вплив гумату калію на темп росту і виживаність стерляді // Сучасні технології у тваринництві та рибористві: навколишнє середовище — виробництво продукції — екологічні проблеми : 72 Всеукр. наук.-практ. конф., 3-4 квіт. 2018 р. : зб. матер. Київ : НУБіП України, 2018. С. 79—80.
47. Коваленко В. О., Поліщук Н. В. Вплив гумату калію на темп росту і виживаність стерляді // Наук. вісник НУБіП України. 2018. Вип. 289. С. 95—102. (Серія : Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва).
48. Левадній В. Г., Поліщук Н. В., Коваленко В. О. Вплив кормової добавки «гумат натрію» на продуктивні показники цьоголітків стерляді за садкового методу вирощування // Сучасні технології у тваринництві та рибористві. Навколишнє середовище – Виробництво продукції – Екологічні проблеми : 73 Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, 03-04 квіт. 2019 р., НУБіП України, м. Київ : матер. Київ : НУБіП України, 2019. С. 63—64.

REFERENCES

1. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/The%20State%20of%20World%20Fisheries%20and%20Aquaculture%202020.%20In%20brief.pdf>
2. *Bioenergetika i rost ryb* (1983). Hoara, U., Rendolla, D., & Bretta, Dzh. (Eds.). Moskva: Ljogkaja i pishhevaja prom-st'.
3. Gamygin, E. A., Shherbina, M. A., & Perednja, A. A. (2004). Itogi raboty po sozdaniju novyh kormov dlja cennyh ob'ektov akvakul'tury. *Vestnik Astrahanskogo gos. teh. un-ta*, 2 (21), 55-60.
4. Kalman, Molnar, Chaba, Sekeli, & Marija, Lang. (2020). Prakticheskoe rukovodstvo po zabojevanijam teplovodnyh ryb v Central'noj i Vostochnoj Evrope, na Kavkaze i v Central'noj Azii. *Inform. bjulleten' FAO OON po rybolovstvu i akvakul'ture*, 1182.
5. Popov, A. I. (2004). *Guminovye veshhestva: svojstva, stroenie, obrazovanie*. Sankt-Peterburg: S.-Peterb. un-t.
6. Vaksman, S. A. (1937). *Gumus. Proishozhdenie, himicheskij sostav i znachenie ego v prirode*. Moskva: Sel'hozgid.
7. International Humic Substances Society. *en.wikipedia.org*. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/International_Humic_Substances_Society.
8. Perminova, I. V. (2008). Guminovye veshhestva — vyzov himikam XXI veka. *Himija i zhizn*, 1, 50-55.



9. Schnitzer, M., and Khan, S. U. (1972). *Humic Substances in the Environment*. New York: Marcel Dekker, Inc.
10. Gorovaja, A. I., Orlov, D. S., & Shherbenko, O. V. (1995). *Guminovye veshhestva. Stroenie, funkcii, mehanizm dejstvija, protektornye svojstva, jekologicheskaja rol'*. Kiev: Naukova dumka.
11. Milanovskij, E. Ju. (2009). *Gumusovye veshhestva pochv kak prirodnye gidrofobno-gidrofil'nye soedinenija*. Moskva: GEOS.
12. Smol'janinova, N. M., Horoshko, S. I., & Moskal'chuk, A. N. (1969). Tehnologija poluchenija rastvorimyh gumatov iz torfa. *Izvestija Tomskogo Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni politeh. in-ta im. S. M. Kirova*, 178, 158-161.
13. Gapon, V. V., & Anikin, V. S. (2014). Ustrojstvo akusticheskoy obrabotki zhidkih potokov s organo-mineral'nymi dispersnymi sistemami. *Patent of Ukraine*. № 95269.
14. Chepl, Ja., Kasal, P., Korshunov, A., Klimanov, B., Mitjushkin, A., & Rahimov, R. (2011). Rezultaty cheshsko-rossijskih issledovanij po primeneniju lingogumatov i helatov v kartofelevodstve. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 4, 36-39.
15. Humic substances – compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine (2005). *J. Appl. Biomed.*, 3, 13.24, ISSN 1214–0287.
16. Veeken, A. H. M., & Hamelers, B. V. M. (1997). The Role of Humic Substances in the Ecosystems and in Environmental Protection. *PTSH*. Wroclaw (Poland).
17. Effects of Humic Acid on Animals and Humans. An Overview of Literature and a Review of Current Research. / USA. *vetservis.sk*. Retrieved from: https://www.vetservis.sk/media/object/433/effects_of_humic_acid_on_animals_and_humans.pdf.
18. Islam, K. M. S., Schuhmacher, A., & Gropp, J. M. (2005). Humic acid substances in animal agriculture. *Pakistan Journal of nutrition*, 4(3), 126-134. Retrieved from: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1086.8724&rep=rep1&type=pdf>.
19. Vahmistrov, D. B., Zverkova, O. A., Debeec, S. Ju., & Mishustina, N. E. (1987). Guminovye kisloty: Svjaz' mezhdju poverhnostnoj aktivnost'ju i stimuljaciej rosta rastenij. *Dokl. AN SSSR*, 293, 5, 1277-1280.
20. Luchnyk, N. A., Ivanov, A. E., & Merkulov, A. I. (1997). Humaty natriiu na posivakh zernovykh kultur. *Khymija v selskom khoziaistve*, 2, 28-30.
21. Semeniuk, I., Bania, A., Karpenko, I., Midiana, H., Karpenko, V., & Lubenets, V. (2016). Rozroblennia preparativ na osnovi humativ ta yikh kompozytsii z poverkhnevo-aktyvnymy ramnolipidamy dlja roslynyntstva. *Visnyk Nats. un-tu «Lvivska politekhnik»*, 816, 222-227.
22. Malik, K. A., & Azam, F. (1985). Effect of humic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling growth. *Environmental and Experimental Botany*, 25 (3), 245-252.
23. Suhiih, A. C., & Kuznecov, P. V. (2009). Perspektivy primenenija guminovyh i guminopodobnyh kislot v medicine i farmacii. *Medicina v Kuzbasse*, 1, 10-14.
24. Ismatova, R. R., & Ziganshin, A. U. (2007). Perspektivy ispol'zovanija v medicine gumata natrija, vydelennogo iz torfa Tomskoj oblasti, *Jefferentnaja terapija*, 13, 4, 45-47.
25. Avvakumova, N. P., Gerchikov, A. Ja., & Hajrullina, V. R. (2011). Antioksidantnye svojstva guminovyh veshhestv peloidov. *Himiko-farmaceuticheskij zhurnal*, 45, 3, 50-51.



26. Jubickaja, N. S., & Ivanov, E. M. (2009). Ispol'zovanie gumata natrija v lechenii bol'nyh osteoartrozom. *Fizioterapija, bal'neologija i reabilitacija*, 1, 25-28.
27. Beer, A. M., Sagorchev, P., & Lukanov, J. (2005). The influence of the initial humidity of balneological peat on its pharmacological features. *Biomed Tech (Berl)*, 50, 11, 366-370.
28. Buzlama, A. V. (2015). Jeksperimental'noe izuchenie farmakologicheskikh svojstv solej guminovyh kislot. *Doctor's thesis*. Moskva.
29. Stepchenko, L. M., & Hryban, V. A. (1997). Shchodo mekhanizmu dii preparativ humusovoi pryrody na orhanizm tvaryn ta ptytsi. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 7, 34.
30. Bezuglova, O. S., & Zinchenko, V. E. (2016). Primenenie guminovyh preparatov v zhivotnovodstve (obzor). *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 30, 2, 89-93.
31. Stepchenko, L. M. (2003). Opyt i perspektivy ispol'zovanija preparatov guminovoi pryrody v pticevodstve. *Naukove zabezpechennja epizootichnogo blagopoluchchja tvarinnictva: Materiali VII (HH) nauk.-virob. konf., 5 serpnja 2003*. Dnipropetrovs'k, 110-112.
32. Mosley, R. (1996). Field trials of dairy cattle. *Non-published research. Enviromate, Inc., August*.
33. Parker, D., Auvermann, B., & Greene, W. (2001). *Effect of chemical treatments, ration composition and feeding strategies on gaseous emissions and odor potential of cattle feedyards. Pre-publication Texas A&M Extension Service*. TAMU Ag Research and Extension Ctr. Amarillo, Tx.
34. Chirase, N., et al. (2000). Effects of bovipro on performance and serum metabolite concentrations of beef steers. *Amer. Soc. of Animal Sci. Proceedings; West Section*, 51. Retrieved from: <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=109127>.
35. Radchikova, G. N., Caj, V. P., Kot, A. N., Sapsaleva, T. L., Vozmitel', L. A., & Ljundyshev, V. A. (2015). Gumat natrija v racionah molodnjaka krupnogo rogatogo skota. *Uchenye zapiski UO VGAV*, 51, 1, 115-119.
36. Ratnyh, O. A. (2018). Lechebnaja jeffektivnost' gumata kalija pri gepatoze laktirujushhih korov i teljat molochnogo perioda. *Doctor's thesis*. Voronezh.
37. Samotin, A. M., Beljaev, V. I., & Bogoslovskij, V. N. (2006). *Agrotehnologii budushhego. Kniga II. Primenenie guminovyh preparatov v zhivotnovodstve i veterinarii*. Moskva: RPK Grin.
38. Effects of Humic Acid as Feed Additive in Improvement of Nonspecific Immune Response and Disease Resistance in Common Carp (*Cyprinus carpio*). (2012). *Egyptian Journal for Aquaculture*, 2, 1. [semanticscholar.org](https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-Humic-Acid-as-Feed-Additive-in-of-Immune-Abdel-Wahab-El-Refae/f2360f273afe74d88d496dcf0f28739906e72b92). Retrieved from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-Humic-Acid-as-Feed-Additive-in-of-Immune-Abdel-Wahab-El-Refae/f2360f273afe74d88d496dcf0f28739906e72b92>.
39. Gonca, Alak, Muhammed, Atamanalp, Ahmet Topal, Harun Arslan, Ertan Oruç, Serdar Altun (2013). Histopathological and Biochemical Effects of Humic Acid Against Cadmium Toxicity in Brown Trout Gills and Muscles. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 315-320.
40. Rasidi, R., Jusadi, D., Setiawati, M., Yuhana, M., Zairin Jr, M., & Sugama, K. (2021). Dietary Supplementation of humic acid in the Feed of juvenile asian seabass, *Lates calcarifer* to counteract possible negative effects of Cadmium Accumulation on Growth and Fish Well-being when Green Mussel (*Perna viridis*) is used as a Feed ingredient. *Aquaculture Research*, 52 (6), 2550-2568.



41. Neronin, N. K., Neronina, M. N., Ampilov, V. A., & Kovalenko, V. A. (1990). *Sposob prigotovlenija korma dlja ryb*. Patent of USSR.
42. Sidorov, N. A., Sazanova, N. N., & Neveselaja, O. A. (2009). Vlijanie preparata «Torfovit» na rost i vyzhivaemost' lichinok kanal'nogo soma. *Ribogospodars'ka nauka Ukrainy, 1*, 60-63.
43. Sydorov, M. A., Nevesela, O. O., Sazanova, N. M., & Bezkrivna, N. I. (2009). Vplyv biolohichno aktyvnoi dobavky «Torfovit» na biokhimichni pokaznyky tkanyn riznykh vydiv ryb. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 3*, 91-95.
44. Svechkova, N. V., Sydorov, M. A., & Stadnyk, A. P. (2006). Vplyv biolohichno aktyvnykh dobavok na plodiuchist kanalnoho soma (*Ictalurus punctatus*). *Ahroekolohichni zhurnal, 3*, 104-110.
45. Hariian, L. V. (2016). Vykorystannia solei huminovykh kyslot dlja vyvedennia vazhkykh metaliv z orhanizmu ryb. *Biolohiia tvaryn, 18, 4*, 127.
46. Polishchuk, N. V., & Kovalenko, V. O. (2018). Vplyv humatu kaliuu na temp rostu i vyzhyvanist sterliadi. *Suchasni tekhnologii u tvarynnytstvi ta rybnytstvi: navkolyshnie seredovyshche — vyrobnytstvo produktsii — ekolohichni problem: 72-yi Vseukr. nauk.-prakt. konf.* Kyiv, 79-80.
47. Kovalenko, V. O., & Polishchuk, N. V. (2018). Vplyv humatu kaliuu na temp rostu i vyzhyvanist sterliadi. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy: seriia «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva»*, 289, 95-102.
48. Levadnii, V. H., Polishchuk, N. V., & Kovalenko, V. O. (2019). Vplyv kormovoi dobavky «humat natriuu» na produktyvni pokaznyky tsoholitkiv sterliadi za sadkovoho metodu vyroshchuvannia. *73-yi Vseukr. nauk.-prakt. konf. z mizhnar. uchastiu «Suchasni tekhnologii u tvarynnytstvi ta rybnytstvi. Navkolyshnie seredovyshche — Vyrobnytstvo produktsii — Ekolohichni problemy»*. Kyiv, 63-64.

