

УДК 664.95:665.356

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.37>

## ВПЛИВ СПОСОБУ ПРИГОТУВАННЯ ЕМУЛЬСІЇ ГВОЗДИЧНОЇ ОЛІЇ НА ЕФЕКТ АНЕСТЕЗІЇ У КОРОПА І ТИЛЯПІЇ

**Коваленко Б.Ю.** – здобувач наукового ступеня доктора філософії,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Коваленко В.О.** – к.с.-г.н.,  
доцент кафедри аквакультури,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Використання анестезії в аквакультурі набуло популярності з середини ХХ століття. Поява знань про стрес у вищих тварин та зростання вимог до гуманного поводження із тваринами спонукали до пошуку способів запобігання стресу або зменшення його негативних наслідків для здоров'я тварин. Найбільшого поширення у практиці аквакультури набуло використання хімічних препаратів антистресової дії, які не лише запобігають стресу у тварин, а й полегшують умови праці людей. У роботі з рибою здебільшого використовують водні розчини синтетичних анестетиків: MS-222, хінальдіну, феназепаму, пропісцину. Останніми дослідженнями встановлено побічні негативні ефекти від застосування більшості синтетичних препаратів, що спонукало до пошуку альтернативних речовин з анестезуючою дією, бажано – природного походження. Одною з таких речовин виявилася гвоздична олія, при використанні якої не було встановлено ні побічних ефектів для риб, ні токсичного впливу на людей. Поширення практики застосування гвоздичної олії для анестезії риб стримується нестачею інформації щодо способів приготування препарату та ефективних доз для різних видів риб. У Центрі біоресурсів та аквакультури Національного університету біоресурсів і природокористування України експериментальним шляхом оцінено три способи приготування препарату гвоздичної олії для анестезії дволітків коропу і цьоголітків тиліяпії: холодний, гарячий і спиртовий. Експерименти проведено за температурних умов, рекомендованих технологічними нормами для утримання риб: 22 °С для коропу і 28 °С – для тиліяпії. Застосовано наукові методи досліджень, загальноприйнятні у тваринництві і рибництві. Встановлено, що гвоздична олія із робочою концентрацією препарату 0,5 і 1 мг у 10 л води є ефективним анестетиком для коропу і тиліяпії. Кращим варіантом для анестезії коропу і тиліяпії за температури, оптимальної для життєдіяльності риб, визнано спиртовий спосіб приготування препарату із концентрацією гвоздичної олії 1 мг/10 л води. Визнано доцільним продовжити дослідження гвоздичної олії як перспективного анестетика для об'єктів декоративної аквакультури та рідкісних і зникаючих видів риб.

**Ключові слова:** аквакультура, анестезія, гвоздична олія, короп, тиліяпія.

### **Kovalenko B.Yu., Kovalenko V.O. Influence of the method of preparation of clove oil emulsion on the effect of anesthesia in carp and tilapia**

The use of anesthesia in aquaculture has gained popularity since the middle of the 20th century. The emergence of knowledge about stress in higher animals and the growing demands for humane treatment of animals prompted the search for ways to prevent stress or reduce its negative consequences for animal health. The use of anti-stress chemicals, which not only prevent stress in animals, but also ease the working conditions of people, has become the most widespread in the practice of aquaculture. When working with fish, aqueous solutions of synthetic anesthetics are mostly used: MS-222, quinaldine, phenazepam, propiscin. Recent studies have established negative side effects from the use of most synthetic drugs, which prompted the search for alternative substances with an anesthetic effect, preferably of natural origin. One of these substances turned out to be clove oil, when using which neither side effects for fish nor toxic effects on humans were established. The spread of the practice of using clove oil for anesthesia of fish is held back by a lack of information on methods of preparation of the drug and effective doses for different species of fish. In the Center for Bioresources and Aquaculture of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, three methods of preparation of clove oil preparation for anesthesia of two-year-old carp and this-year-old tilapia were experimentally evaluated: cold, hot and alcohol method. The experiments were conducted under the temperature

*conditions recommended by technological standards for keeping fish: 22 °C for carp and 28 °C for tilapia. Scientific research methods generally accepted in animal husbandry and fish farming were applied. It has been established that clove oil with a working concentration of the drug of 0.5 and 1 mg in 10 liters of water is an effective anesthetic for carp and tilapia. The best option for anesthetizing carp and tilapia at a temperature optimal for the fish's vital activity is the alcohol preparation method with a concentration of clove oil of 1 mg/10 l of water. It is considered appropriate to continue research on clove oil as a promising anesthetic for ornamental aquaculture facilities and rare and endangered fish species.*

**Key words:** aquaculture, anesthesia, clove oil, carp, tilapia.

**Постановка проблеми.** Інтенсифікація виробництва продукції рибництва супроводжується підвищенням тиску стрес-факторів на організм риб. Протягом процесу вирощування риба часто піддається різним технологічним маніпуляціям: вилученню із води для зважування, сортування, вакцинації, взяттю біологічного матеріалу для аналізів та статевих продуктів (ікри і сперми) для потреб штучного відтворення, транспортуванню, тощо [18, с. 1057; 20, с. 3208]. Негативними наслідками впливу стрес-факторів є зниження резистентності організму до збудників захворювань і виникнення у риб хвороб, пов'язаних зі стресом [19, с. 68].

Для попередження появи або зменшення інтенсивності стресу все більшої популярності у практиці аквакультури набуває застосування анестезії риб. Також розширюється асортимент хімічних речовин, що використовуються для анестезії [1, с. 5]. За цих умов актуальними проблемами для спеціалістів аквакультури стали підбір потрібного анестетика, вибір ефективної дози та способу приготування препарату для анестезії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Анестетики – це речовини, що запобігають прояву стресу під час неінвазійного впливу на живий організм (ефект седації) або зменшують біль при хірургічному втручанні (наркоз) [14, с. 344; 17, с. 417]. Анестетики потрапляють в організм риби через зябра, шкіру або травний тракт, по кров'яному руслу транспортуються до нервових волокон і блокують проведення імпульсів до центральної нервової системи. Для виведення з стану анестезії рибу занурюють в чисту воду, де діюча речовина виводиться з організму через шкіру та зябра [17, с. 418].

Ефективність анестетиків оцінюють за кількома критеріями, які включають можливість використання низьких дозувань із запасом безпечної дози, вхід у стан наркозу – до 5 хвилин, швидкий вихід із цього стану, простота у приготуванні та використанні препарату для анестезії, відсутність побічних токсичних ефектів, доступна ціна [17, с. 418].

На швидкість досягнення ефекту анестезії впливають як внутрішні, так і зовнішні фактори. До внутрішніх факторів відносяться видова приналежність, вік, розміри і маса риби, фізіологічний стан організму. Зовнішні фактори – це вид анестетика та концентрація діючої речовини у препараті, температура, рН та солоність води, у якій утримують рибу під час процедури анестезії. Всі ці фактори, як правило, комбіновано впливають на час входження в стан наркозу та виходу організму із цього стану.

За походженням анестетики бувають синтетичними і природного походження. Існує велика кількість синтетичних анестетиків, таких як хінальдин, феназепам, MS-222, пропісцин та ін. [1, с. 7]. Недоліками більшості з них є тривалий період розпаду в організмі риби (наприклад, MS-222 – до трьох тижнів), токсичність продуктів розпаду, які можуть отруювати воду (хінальдин), приналежність до групи препаратів седативної дії, використання яких обмежується законом

(феназепам) [1, с. 8; 4, с. 91; 16, с. 554]. Також не всі анестетики у достатній мірі запобігають появі стресу у риб, а деякі з них, за певних умов, можуть стати стрес-фактором для організму [19, с. 69].

Менш чисельною є група анестетиків природного походження. До переваг цих препаратів відносять відсутність токсичної післядії та продуктів розпаду, які негативно впливають на якість харчової продукції і зовнішнє середовище [8; 9]. Крім того, більшість таких анестетиків мають антибактеріальну та антиоксидантну дію [6, с. 479; 21, с. 591].

Найбільш відомими природними анестетиками є ромашкова олія, ментол, гвоздична олія [7; 10, с. 729; 11, с. 737]. Остання набула широкого поширення в аквакультурі, як засіб для анестезії риб. Для її виробництва використовують листя та квіткові бруньки гвоздичного дерева [15, с. 145]. Діюча речовина гвоздичної олії, еugenol (4-аліл-2-метоксифенол), не має токсичного впливу на риб, людей та навколишнє середовище [12, с. 266].

Дослідники не сформувавши єдиної думки щодо найбільш ефективного способу приготування препарату гвоздичної олії для анестезії. З наукових джерел відомо про три способи приготування цього препарату: спиртовий, гарячий і холодний. Кожен із цих способів має як переваги, так і недоліки. За спиртового способу маточний розчин гвоздичної олії готують на етиловому спирті (95%), що забезпечує рівномірне розподілення діючої речовини при робочому розведенні перед використанням препарату для анестезії. Однак, довготривале зберігання цього розчину є неприпустимим [8]. Гарячий спосіб включає двоетапне приготування гвоздичної олії: спочатку препарат перемішують до утворення дрібнодисперсної водної емульсії у невеликій кількості води, нагрітої до +50 °С, а потім виливають у ємність та доводять до робочої концентрації, додаючи воду потрібної для анестезії температури. Холодний спосіб є найбільш простим для використання у виробничих умовах та не вимагає попереднього підігріву води або використання спеціальних розчинників олії [2, с. 273]. Однак, за цього способу перемішування гвоздичної олії з водою займає більше часу, ніж за гарячого, адже процес утворення водної емульсії у холодній воді триває довше. З огляду на це, порівняльна оцінка різних способів приготування препарату гвоздичної олії для анестезії риб матиме практичне значення.

**Постановка завдання.** Метою роботи є оцінка ефективності застосування різних способів приготування препарату гвоздичної олії для анестезії євразійського коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) та нільської тиліяпії (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758).

Об'єкти дослідження – дволітки коропа з індивідуальною масою тіла у межах 400–600 г і цьоголітки тиліяпії масою від 5 до 41 г. Загальна кількість риб, використаних в експериментах, становила 30 екз. коропа і 60 екз. тиліяпій. До початку експериментів кожен вид риби утримували у 400-літровому акваріумі протягом однієї доби без годівлі.

Препарат для анестезії готували на основі гвоздичної олії ТМ «Ароматика» (Україна), яку купляли в аптеках м. Києва.

Дослідження проведено у Центрі водних біоресурсів та аквакультури Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ) у два етапи. На першому етапі експериментальним шляхом визначали більш ефективну концентрацію гвоздичної олії у препараті для анестезії з двох (0,5 мл і 1,0 мл на 10 л води), визнаних перспективними за результатами попереднього дослідження [3, с. 63]. Цю концентрацію у подальшому використали на

етапі порівняльної оцінки різних способів приготування препарату гвоздичної олії за ефектом анестезуючого впливу на риб.

Порядок приготування препарату гвоздичної олії за трьома способами:

1. Холодний спосіб:

– з аптечного флакона шприцом набирали потрібний об'єм гвоздичної олії і вливали у ємність, заповнену 10 мл відстояної водопровідної води кімнатної температури, після чого закривали ємність кришкою та протягом 30 секунд збовтували вручну, до утворення дрібнодисперсної емульсії;

– підготовлену водну емульсію вливали у ємність для анестезії риб (30-літровий акваріум), заповнену 10-ма літрами відстояної водопровідної води з оптимальною технологічною температурою для вирощування коропа і тиляпії: +22 та + 28 °С, відповідно. За допомогою скляної палички перемішували емульсію з водою, для рівномірного розподілу препарату у воді.

2. Гарячий спосіб (використовували на другому етапі дослідження). Порядок дій аналогічний холодному способу, за відмінністю того, що приготування маточної емульсії гвоздичної олії відбувається у 10 мл води з температурою +50 °С.

3. Спиртовий спосіб (використовували на другому етапі дослідження). На відміну від двох попередніх способів, гвоздичну олію спочатку розчиняли у 10 мл 95%-го етилового спирту. Потім маточний розчин вливали у ємність з водою для анестезії і перемішували.

Для виведення риби із стану анестезії використовували другий акваріум, заповнений відстояною водопровідною водою (10 л) з оптимальною температурою: для коропа – +22 °С, для тиляпії – + 28 °С. Другий акваріум, на відміну від першого, що призначався для анестезії риб, був оснащений аератором для збагачення води киснем, з метою імітації проточності води.

Хід експерименту:

– з 400-літрового акваріума за допомогою сачка виловлювали по 1-му екземпляру риби, поміщали у 30-літровий акваріум, заповнений підготовленою водою з препаратом для анестезії;

– спостерігали за змінами стану риби: фіксували час настання етапів наркозу: припинення активних рухів, перевертання догори черевом, уповільнення руху зябрових кришок до ледь помітного;

– знерухомлену рибу діставали з акваріума, зважували на лабораторних вагах і поміщали в акваріум з чистою аерованою водою;

– спостерігали за змінами у стані риби : фіксували час виходу з наркозу за ознаками активації дихання, відновлення руху тіла, повернення у положення «спиною догори».

Результати експериментів обробили за загальноприйнятими методами варіаційної статистики [5, с. 11-13]. Для оцінки результатів другого етапу експерименту було використано однофакторний дисперсійний аналіз [5, с. 38].

Оцінювання ефективності різних концентрацій і способів приготування препарату гвоздичної олії проводили за тривалістю введення риби у стан наркозу і часом виведення її з цього стану: чим швидше, тим краще – для обох показників, із пріоритетністю значень першого показника.

Пошук зв'язку між індивідуальною масою тіла риби і тривалістю етапів анестезії риб провели з використанням кореляційного аналізу [5, с. 25].

**Результати досліджень.** Дані першого етапу досліджень представлено у таблиці (див. табл. 1).

Таблиця 1

**Оцінка ефекту анестезії для риб за різних концентрацій препарату  
гвоздичної олії**

Показник	Концентрація гвоздичної олії	
	0,5 мл/10 л води	1 мл/10 л води
Короп		
Кількість риб, екз.	10	10
Середня маса риб, г	545,0±24,10	525,0±20,07
Тривалість входу у стан наркозу, с	187,5±14,38*	143,0±11,24
Тривалість виходу з наркозу, с	170,5±10,92**	291,0±10,16
Тіляпія		
Кількість риб, екз.	20	20
Середня маса риб, г	22,3±1,05	21,2±1,72
Тривалість входу у стан наркозу, с	139,2±4,64**	94,7±9,66
Тривалість виходу з наркозу, с	189,4±6,67**	250,2±16,77

Примітки: \* –  $p \leq 0,05$ ; \*\* –  $p \leq 0,001$ .

Як видно з таблиці, обидва варіанти концентрації гвоздичної олії продемонстрували анестезуючий вплив на риб. Оптимальну тривалість процесів входу в стан наркозу і виходу із цього стану як коропа, так і тіляпії, спостерігали у варіанті з концентрацією 1 мл гвоздичної олії на 10 л води.

Оцінка результатів експерименту за однофакторним дисперсійним аналізом показала значущий вплив концентрації гвоздичної олії на тривалість введення риб у стан наркозу ( $p \leq 0,05$  для коропа і  $p \leq 0,05$  – для тіляпії) і виведення риби обох видів із цього стану ( $p \leq 0,001$ ). Так, у експерименті з тіляпією ступінь впливу концентрації препарату на тривалість входу риби у стан наркозу і виходу з цього стану становив 64,5% і 54,4%, відповідно.

Результати другого етапу досліджень наведено у таблиці (див. табл. 2).

Таблиця 2

**Оцінка ефекту анестезії для риб за різних способів приготування препарату  
з концентрацією 1 мг гвоздичної олії на 10 л води**

Показник	Спосіб приготування препарату		
	холодний*	гарячий	спиртовий
Короп			
Кількість риб, екз.	10	10	10
Середня маса риб, г	525,0±20,07	530,0±22,61	545,0±24,10
Тривалість входу у стан наркозу, с	143,0±11,24	123,0±9,89	72,5±5,34
Тривалість виходу з наркозу, с	291,0±10,16	279,0±10,90	308,0±8,00
Тіляпія			
Кількість риб, екз.	20	20	20
Середня маса риб, г	21,2±1,72	20,9±1,84	23,7±1,79
Тривалість входу у стан наркозу, с	94,7±9,66	68,2±4,98	59,3±4,19
Тривалість виходу з наркозу, с	250,2±16,77	234,3±18,15	273,2±15,19

Примітка: \* – використано результати першого етапу дослідження для варіанту.

За даними таблиці, найбільш інтенсивний анестезуючий вплив на коропа і тилапію встановлено у варіанті з спиртовим способом приготування препарату гвоздичної олії. Так, тривалість входу дволітків коропа у стан наркозу була меншою у порівнянні з гарячим способом на 41,1%, у порівнянні з холодним способом – на 49,3%, цьоголітків тилапії – на 14,1% і 37,4%, відповідно. Одночасно, тривалість виходу коропа із стану наркозу за спиртового способу приготування препарату виявилася довшою у порівнянні з гарячим способом на 10,4%, у порівнянні з холодним способом – на 6,8%, тилапії – на 16,6% і 9,2%, відповідно. Другим за силою анестезуючого впливу на риб виявився препарат гарячого способу приготування. Найменшу інтенсивність анестезуючого впливу на риб демонстрував препарат гвоздичної олії, приготовлений холодним способом. При цьому різниця між тривалістю входу риб у стан наркозу та виходу із цього стану між холодним та гарячим способами була меншою, ніж гарячим та спиртовим способами.

Встановлено значущий ( $p \leq 0,001$ ) вплив способу приготування препарату для анестезії на тривалість введення коропа у стан наркозу, із ступенем впливу 53,7%, та не значущий вплив цього фактору на швидкість виходу риби із наркозу (ступінь впливу – 14,2%). Подібний результат було отримано і в експерименті з тилапією: значущий ( $p \leq 0,001$ ) вплив способу приготування на швидкість досягнення рибою стану наркозу (ступінь впливу – 20,8%), та не значущий вплив цього фактору на швидкість виведення риби із стану наркозу (ступінь впливу – 4,6%).

Результати пошуків кореляційного зв'язку між показниками експериментів зведено до таблиці (див. табл. 3).

Таблиця 3

**Коефіцієнти кореляції між масою риб та тривалістю етапів наркозу**

Пари показників	Спосіб приготування препарату		
	холодний	гарячий	спиртовий
Короп (n=10)			
Маса тіла – Тривалість входу в стан наркозу	-0,172	0,278	-0,097
Маса тіла – Тривалість виходу з наркозу	0,150	-0,009	-0,179
Тривалість входу в стан наркозу – Тривалість виходу з наркозу	-0,514	-0,244	0,130
Тилапія (n=20)			
Маса тіла – Тривалість входу в стан наркозу	0,415	0,199	0,223
Маса тіла – Тривалість виходу з наркозу	-0,501*	-0,725*	-0,260
Тривалість входу в стан наркозу – Тривалість виходу з наркозу	-0,276	-0,235	-0,097

Примітки: \* –  $p \leq 0,001$ .

Як видно з таблиці, встановлено вірогідний ( $p \leq 0,001$ ) високий негативний зв'язок між середньою масою тіла цьоголітків тилапії та тривалістю входу риб у стан наркозу. Аналогічний показник у варіанті з коропом також має ознаку високого негативного зв'язку, але не є вірогідним. Решта показників вказують на відсутність кореляції між показниками.

**Висновки та пропозиції.** За результатами дослідження встановлено:

1. Гвоздична олія у концентрації 0, 5 і 1 мл/10 л води є ефективним анестетиком для коропа і нільської тиляпії.
2. Для анестезії коропа і тиляпії за температури, оптимальної для життєдіяльності риб, рекомендовано спиртовий спосіб приготування препарату, із концентрацією 1 мг гвоздичної олії на 10 л води.
3. Подальші дослідження варто спрямувати на перевірку можливостей застосування гвоздичної олії для анестезії об'єктів декоративної аквакультури та рідкісних і зникаючих видів риб.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Зиньковский, О. Г., Потрохов, А. С., Евтушенко, Н. Ю. Применение анти-стрессовых и обездвиживающих веществ в промышленном рыбоводстве и при экспериментальной работе с рыбами. Киев: *Ин-т гидробиологии НАН Украины*, 2000. 72 с.
2. Коваленко Б. Ю., Коваленко В. О. Забій риби з використанням гвоздичної олії. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 126. С. 270–275.
3. Коваленко Б. Ю., Коваленко В. О., Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Макаренко А. А. Дослідження анестезуючого впливу препарату гвоздичної олії на кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). *Водні біоресурси та аквакультура*. 2022. № 1. Р. 63–73.
4. Про затвердження переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів. Постанова Кабінет Міністрів України від 6 травня 2000 р. № 770. *Офіційний вісник України*. 2000. № 19. с. 91.
5. Сучасні методи селекції у тваринництві: навчальний посібник з методів аналізу даних / С. Ю. Рубан, В. О. Даншин, Т. В. Литвиненко та ін. Київ. 2020. 212 с.
6. Abdelkhalek, N. K., Risha, E., Mohamed, A., Salama, M. F., & Dawood, M. A. Antibacterial and antioxidant activity of clove oil against *Streptococcus iniae* infection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its effect on hepatic hepcidin expression. *Fish & shellfish immunology*. 2020. № 104. Р. 478–488.
7. Ak, K., Minaz, M., Er, A., & Aslankoç, R. The using potential of a new natural anesthetic agent on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Chamomile oil (*Matricaria chamomilla*). *Aquaculture*. 2022. № 561, 738742.
8. Aydın, B., Barbas, L. A. L. Sedative and anesthetic properties of essential oils and their active compounds in fish: A review. *Aquaculture*. 2020. № 520, 734999.
9. Boaventura, T. P., Souza, C. F., Ferreira, A. L., Favero, G. C., Baldissera, M. D., Heinzmann, B. M., Luz, R. K.. Essential oil of *Ocimum gratissimum* (Linnaeus, 1753) as anesthetic for *Lophiosilurus alexandri*: induction, recovery, hematology, biochemistry and oxidative stress. *Aquaculture*. 2020. № 529, 735676.
10. da Cunha L., Geraldo A. M. R. da Silva, V. C. dos Santos Cardoso, M., Tamajusuku, A. S. K., & Hoshiba, M. A. Clove oil as anesthetic for guppy. *Boletim do Instituto Pesca Sao Paulo*. 2015. № 41. Р. 729–735.
11. Hoshiba, M. A., Dias, R. M. S., Moreira, K. M. F., Cunha, L. D., Geraldo, A. M. R., & Tamajusuku, A. S. K. Clove oil and menthol as anesthetic for platy. *Boletim do Instituto de Pesca*. 2015. № 41. Р. 737–742.
12. Kildea M. A., Allan G. L., Kearney R. E. Accumulation and clearance of the anaesthetics clove oil and AQUI-ST<sup>TM</sup> from the edible tissue of silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture* 2004. № 232. Р. 265–277.
13. Matin S., Hossain M., Hashim M. Clove oil anaesthesia in singhi (*Heteropneustes fossilis*) and lata (*Channa punctatus*) fish. *Bangladesh Vet*. 2009. № 26. Р. 68–73.
14. Neiffer, D. L., and M. A. Stamper. Fish sedation, anesthesia, analgesia, and euthanasia: considerations, methods, and types of drugs. *J. Inst. Lab. Anim. Res*. 2009. № 50. Р. 343–360.

15. Nowak, K., Ogonowski, J., Jaworska, M., & Grzesik, K. Clove oil: Properties and applications. *Chemik*. 2012. № 2. P. 145–152.

16. Popovic, N. T., Strunjak-Perovic I., Coz-Rakovac R., Barisic J., Jadan M., Berakovic A. P., Klobucar R. S. Tricaine methane-sulfonate (MS-222) application in fish anaesthesia. *J. Appl. Ichthyol.* 2012. № 28. P. 553–564.

17. Priborsky, J., & Velisek, J. A review of three commonly used fish anesthetics. *Reviews in fisheries science & aquaculture*. 2018. № 4. P. 417–442

18. Roubach R., Gomes L.C. Le'ao Fonseca F.A., Val A.L., 2005. Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquac. Res.* 2005. № 36. P. 1056–1061.

19. Soldatov, A. A. Functional effects of the use of anesthetics on teleostean fishes. *Inland Water Biology*. 2021. Vol. 14, № 1. P. 67–77.

20. Tarkhani R., Imani A., Jamali H., Sarvi Moghanlou K., 2017. Anaesthetic efficacy of eugenol on Flowerhorn (*Amphilophus labiatus* × *Amphilophus trimaculatus*). *Aquaculture Research*. № 48, 6. P. 3207–3215.

21. Yostawonkul J., Kitiyodom S., Kaewmalun S., Suktham K., Nittayasut N., Khongkow M., Yata T. Bifunctional clove oil nanoparticles for anesthesia and anti-bacterial activity in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 2019. № 503. P. 589–595.

УДК 528.94:004.94

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.38>

## КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АГРОЛАНДШАФТІВ ПОЛТАВЩИНИ З ДЕГРАДОВАНИМ ҐРУНТОВИМ ПОКРИВОМ ЗА ДАНИМИ АГРЕГОВАНИХ ТА ІНТЕГРОВАНИХ СКЛАДОВИХ

**Ласло О.О.** – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри землеробства і агрохімії імені В.І. Сазанова,

Полтавський державний аграрний університет

**Чуепило В.В.** – к. держ. упр.,

доцент кафедри землеробства і агрохімії імені В.І. Сазанова,

Полтавський державний аграрний університет

У статті висвітлено глобальну проблему зниження родючості ґрунтів у наслідок деградаційних процесів та зменшення вмісту гумусу, який відіграє основну роль у формуванні цінних агрохімічних властивостей, забезпеченні рослин поживними речовинами.

Важливим елементом досліджень було розроблення шкали оцінки територій за інтегрованим показником деградації агроландшафтів та картографічне моделювання Полтавської області. Одним із шляхів вирішення питання відновлення деградованих агроландшафтів є методи біовідновлення. У статті наведено результати картографічного моделювання територій за шкалою оцінки агроландшафтів на основі запропонованих діапазонів інтегрованого показника стану деградації ґрунтів. Так, для осередків із сприятливим станом агроландшафтів, що зазнали незначного антропогенного впливу рекомендовано вирощування відповідного асортименту агрокультур, що запобігають ерозійним процесам, зменшення відсотку розораності і стабілізації агроєкосистеми. Осередки з ускладненим та напруженим станом агроландшафтів рекомендується перевести у стадію меліоративної сівозміни з вирощуванням ґрунтовідновлювальних рослин та використовувати фіто- та біостимуляцію. Осередки з критичним станом агроландшафтів