

НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ



ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
«МЕТОДИЧНО-
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
ЦЕНТР З АКВАКУЛЬТУРИ»



Присвячується 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України та 10-річчю створення Державної установи «Методично-технологічний центр з аквакультури»

Методичні рекомендації

з використання гвоздичної олії

для анестезії риб через призму впливу формування пропозиції на агропродовольчу продукцію на ринку

Схвалено Науково-технічною радою
Державного агентства меліорації та рибного господарства України
(протокол № 02 від 21.06.2023 р.)

Рекомендовано до друку науковою радою економічного факультету
Національного університету біоресурсів і природокористування України
(протокол № 10 від 15.06.2023 р.)

Схвалено ДУ «Методично-технологічний центр з аквакультури»
Державного агентства меліорації та рибного господарства України
(протокол № 22 від 15.06.2023 р.)

Рецензенти:

Графонова О. І., доктор економічних наук, професор, кафедри менеджменту
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»

Кичко І. І., д.е.н., доцент, завідувач кафедри управління персоналом та
бізнес-технологій Національного університету «Чернігівська політехніка»

Шевченко П. Г., кандидат біологічних наук, доцент кафедри гідробіології та
іхтіології, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Світельський М. М., кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач
кафедри біоресурсів, аквакультури та природничих наук Поліського національного
університету

Методичні рекомендації з використання гвоздичної олії для анестезії риб
через призму впливу формування пропозиції на агропродовольчу продукцію на
ринку. Київ: НУБіП України. 2023. 30 с.

Укладачі: Коваленко Б. Ю., Вдовенко Н. М., Плічко В. Ф., Коваленко В. О.,
Шарило Ю. Є., Тишечко А. В., Дмитришин Р. А., Коваль В. В., Павленко Н. Г.

У методичних рекомендаціях наведено базові підходи до використання гвоздичної олії для
анестезії риб через призму впливу формування пропозиції на агропродовольчу продукцію на
ринку. Доведено, що перед тим, як вивести продукцію на ринок, необхідно провести
дослідження та аналіз, щоб з'ясувати потреби споживачів, конкурентну ситуацію та
тенденції розвитку. Це допоможе визначити ніші та можливості для інноваційних продуктів.
Після цього настає етап виробництва, де важливо враховувати високі стандарти якості риби.
Піднято актуальне питання щодо удосконалення методів забою водних тварин в галузі
аквакультури, яке спрямоване на досягнення якості товарного продукту, ефективності
процесу переробки продукції і безпеки виробництва з урахуванням етичного аспекту
вирішення цього завдання з використанням анестетиків для отримання максимальних
прибутків і позитивного фінансового результату від господарської та економічної діяльності.

Розраховано на працівників сільського та рибного господарства, слухачів курсів підвищення
кваліфікації, науково-педагогічних працівників, аспірантів, магістрів, фахівців галузей аграрного
сектору економіки України.

Передрукування заборонено

© НУБіП України, ДУ «МТЦ з аквакультури», 2023

© Колектив авторів, 2023

ЗМІСТ

Передмова.....	4
1. Нормативно-правове регулювання проблеми забезпечення добробуту тварин у світі в аспекті формування пропозиції на рибну продукцію на ринку.....	5
2. Вплив способів забою риби на якість продукції для поставки на агропродовольчий ринок.....	9
3. Досягнення якості товарного продукту через анестезію для отримання прибутків від господарської та економічної діяльності..	11
4. Характеристика і напрямки застосування гвоздичної олії.....	13
5. Реалізація базових підходів до використання гвоздичної олії в аквакультурі риб	15
6. Способи приготування і рекомендовані дози препарату гвоздичної олії для анестезії риб	16
7. Ефективність анестезуючого впливу гвоздичної олії на риб.....	18
8. Економічні результати від використання анестезії при формуванні пропозиції на агропродовольчу продукцію для виходу на ринок....	18
Список рекомендованої літератури.....	19

ПЕРЕДМОВА

Формування пропозиції на агропродовольчу продукцію на ринку є складним процесом, що вимагає уваги до багатьох факторів. Цей процес включає в себе розробку різних продуктів, їх виробництво, управління якістю, логістику та маркетинг. Перед тим, як вивести продукцію на ринок, необхідно провести дослідження та аналіз, щоб з'ясувати потреби споживачів, конкурентну ситуацію та тенденції ринку. Вказане допоможе визначити асортимент нішевих інноваційних продуктів. Після цього настає етап виробництва, де важливо враховувати високі стандарти якості риби, ефективність виробничих процесів і додержання норм безпеки харчових продуктів. Тому застосування новітніх економічно ефективних технологій та навчання персоналу є ключовими факторами успішного виробництва. Після виробництва настає час забезпечення ефективної логістики, щоб рибна продукція досягла цільових ринків у свіжому та якісному стані. Важливо розробити оптимальні маршрути, використовувати належну упаковку та забезпечити вчасну доставку до споживачів якісного продукту.

Тому удосконалення методів забою риб в аквакультурі, переважно, спрямоване на досягнення якості товарного продукту, ефективності процесу переробки продукції і безпеки виробництва для отримання максимальних прибутків і позитивного фінансового результату від господарської та економічної діяльності. Останнім часом усе більшого значення набуває етичний аспект вирішення цього завдання. Тому гуманні методи забою побудовані на принципі вимушеного позбавлення життя тварин із максимальною швидкістю, мінімальним страхом й болем. Для лабораторних тварин такими методами вважаються передозування анестетика, удар електричним струмом або ж вирішення проблеми забезпечення взаємозв'язку добробуту тварин у контексті імплементація Україною Угоди про асоціацію з Європейським Союзом.

1. Нормативно-правове регулювання проблеми забезпечення добробуту тварин у світі в аспекті формування пропозиції на рибну продукцію на ринку

В Україні сьогодні існує низка невирішених проблем щодо забезпечення гуманного поводження з тваринами. Разом із цим, імплементація Україною Угоди про асоціацію з Європейським Союзом вимагає приведення вітчизняної нормативно-правової бази у відповідність з європейськими нормами законодавства, у тому числі тими, які стосуються добробуту тварин.

Проблему добробуту тварин в Європі почали вирішувати на законодавчому рівні в 60–90-ті роки 20 століття. Протягом цього періоду було прийнято низку Європейських конвенцій: «Європейська конвенція про захист тварин під час міжнародних перевезень» (1968 р.) [86], «Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (1986 р.) [35], «Про захист тварин, що утримуються для сільськогосподарських цілей (що утримуються на фермах)» (1987 р.) [32], «Про захист домашніх тварин» (1992 р.) [87], в основу яких покладено принципи гуманного поводження з тваринами, поваги права на життя кожної тварини, її здатності страждати та пам'ятати біль (Зубченко, 2016) [75]. Для дотримання цих принципів було розроблено низку рекомендацій щодо гуманного поводження із тваринами. Зокрема, у положеннях Європейської конвенції «Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» [35] вказується про обов'язковість застосування для піддослідних тварин методів загальної або місцевої анестезії, а також методів анальгії, що призначені для максимально можливого усунення довготривалих пошкоджень, болю, страждань або тривоги. Україна приєдналася до даної Європейської конвенції з 02.05.2017 року [89].

У 2010 році у ЄС була прийнята директива «Про охорону тварин, які використовуються у наукових цілях» (Directive, E. (2010). 63/EU) [88]. У документі

прописано, як потрібно утримувати, проводити дослідження та, за потреби, умертвляти піддослідних тварин гуманними методами. В статті 14, пункт 1, дослівно говориться таке: «Держави-члени Європейського Союзу гарантують, за винятком випадків, коли це недоцільно, що процедури проводитимуться під загальним наркозом або місцевою анестезією, і щоб аналгезія чи інший відповідний метод застосовувалися для того, щоби біль, муки, страждання та інші наслідки спричиненої шкоди були мінімальними. Процедури, що включають серйозні травми, які можуть спричинити жорстокий біль, не повинні проводитися без анестезії» (Directive, E. (2010). 63/EU) [88]. Також в директиві вказано підстави для позбавлення життя тварин. Зокрема: «Тварина позбавляється життя, якщо, ймовірно, вона продовжуватиме відчувати помірний або жорстокий біль, муки, страждання та інші наслідки заподіяної шкоди» [88]. У дослідженнях з рибою дозволено використовувати лише два способи позбавлення життя: сильний удар струмом або евтаназія за допомогою передозування препарату анестетика. Відсічення голови чи руйнування мозку дозволяються і вважаються гуманним, якщо до цього рибу було піддано удару струмом або введено у стан глибокої анестезії (Directive, E. (2010) 63/EU) [88].

У різних куточках світу до захисту тварин, зокрема – риб, та забезпечення їх добробуту відносяться по різному: в одних країнах прийнято відповідні закони, в інших ще готуються до запровадження нових норм. Так, у країнах Європи риби потрапляють під захист на стадії розвитку, коли отримують здатність до самостійного харчування. Наприклад, у рибки даніо реріо (*Danio rerio*) таке відбувається через 120 годин від запліднення, за температури води 28,5°C (Sneddon, 2020) [43]. У Сполучених Штатах Америки риби не включені до переліку тварин, які знаходяться під захистом, як теплокровні тварини, за винятком пацюків (рід *Rattus*) та мишей (рід *Mus*). В Австралії та Південно-Африканській Республіці під захист потрапляють хребетні тварини і головоногі молюски на всіх стадіях розвитку. Водночас у Китаї та Індії поводження із тваринами, включаючи безхребетних, прописане лише у експериментальних

етичних рекомендаціях (Sneddon et al. 2018) [90]. Рада з добробуту сільськогосподарських тварин Великобританії (The Farm Animal Welfare Council of the UK) повідомила, що рибогосподарський сектор економіки країни добровільно прийняв належну практику добробуту водних тварин, та порадила останньому поводитися з рибою так, ніби риба відчуває біль протягом вирощування (FAWC 2014a) [100] та під час забою (FAWC 2014b) [101], як це було встановлено в результаті наукових досліджень. Враховуючи різні контексти, у яких використовують рибу, було вказано на важливість з моральної та етичної точки зору розуміння здатності риб відчувати біль (Sneddon, 2020) [43, С. 229–249].

В Україні законодавство, що має забезпечувати добробут тварин, знаходиться на початковому етапі розвитку. Окрім ратифікації ряду вищезазначених нормативно-правових актів ЄС у цій сфері, в національному законодавстві з'явилися закони «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2006 р.) [91] та «Про ветеринарну медицину» (2021 р.) [92].

У статті 21 першого із названих законів, вказано: «Під час проведення таврування, біркування, біостерилізації, обрізання частини дзьоба, видалення або обрізання рогів й інших болісних процедур обов'язково застосовують методи знеболення» (Про захист тварин від жорстокого поводження) [91]. Що стосується прав тварин, як частини концепції прав природи, то тварини не можуть мати рівних прав із людиною. Також права тварин, як і права людини, не є абсолютними та за вагомої моральної аргументації можуть порушуватися. Однак, на думку провідних науковців у сфері екологічної етики, слід прагнути до максимальної реалізації захисної функції прав тварин.

До 2002 року більшість дослідників заперечували можливість риби відчувати біль, поки на емпіричних даних було доказано протилежне (Rose, 2002) [93]. На сьогодні думка більшості дослідників схиляється до того, що тварини, в тому числі і риби, відчувають біль, так як у них є ноцицептивна система (Braithwaite, V. A., & Boulcott, P. 2007) [94], хоч і механізм відчуття рибою болю відрізняється від

такого у наземних тварин (Neiffer, D. L., & Stamper, 2009 [64]; Sneddon, 2015 [23]; Ladwig, 2023 [3]; Kristiansen, 2020 [33]). Відчуваючи біль, риби проявляють фізіологічні реакції, як і на інші загрозливі фактори (стресори) для свого організму. Загальна фізіологічна реакція на такі фактори називається стресом (Schreck, C. B., & Tort, L. 2016 [76, С. 1–34]; Selye, 1950 [74]).

Реакція на стрес у риб виникає майже одразу після сприйняття стресора і проявляється у формі нейро-гуморальної відповіді, яка має адаптувати організм до несприятливих умов (рис. 1).

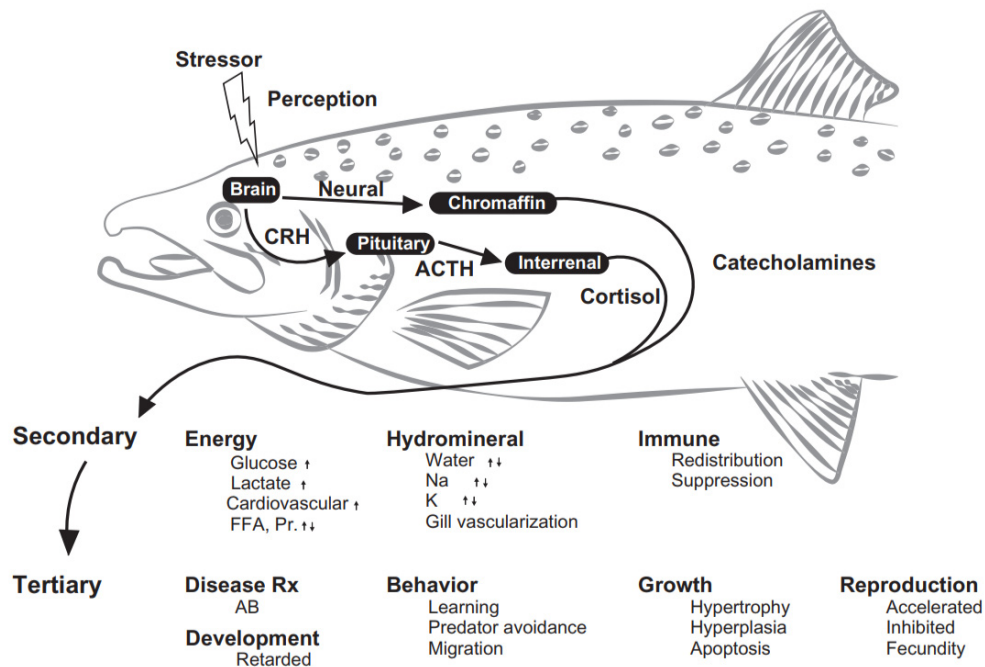


Рисунок 1 – Механізм запуску і розвитку стресу в організмі риб

Джерело: Schreck, C. B., & Tort, L. 2016 (в оригіналі) [76, С. 1–34]

Риба, яку вирощують в аквакультурі чи утримують у наукових лабораторіях як біологічний об'єкт для досліджень, часто піддається вилову, зважуванню, сортуванню, міченню, біопсії тканин, відбору зрілих статевих продуктів (ікри і сперми) та різним хірургічним втручанням (Aydın, 2020 [78]; Maricchiolo, G., & Genovese, L. (2011) [77]). Наслідки таких маніпуляцій об'єднують під загальним терміном «handling stress» (Barton, 1998) [18, С. 355].

В аквакультурі досить поширеною є практика мічення риб підрізанням плавців. Така інвазивна процедура викликає стрес у риб. Нещодавнє дослідження з використанням рибок даніо реріо (*Danio rerio*) продемонструвало, що підрізання хвостових плавців у риб призвело до аномальної поведінки та фізіологічних змін, які були пом'якшені аспірином і лідокаїном. Стрес-реакція призводить до збільшення вмісту у крові риб гормону кортизолу та глюкози, прискорення дихання, погіршення споживання кормів (Kreiberg, 2000 [46]; Гриб, 2011 [28]; Sadoul, 2019 [4]). У дослідженнях це може спричинити викривлення результатів експериментів (Krejszeff, 2013 [2]; Soldatov, 2021 [25]). Крім того, застосування інвазивних процедур в роботі з рибою може стати причиною серйозного травмування як самого об'єкту впливу, так і працівника, що проводить маніпуляції з крупною рибою.

2. Вплив способів забою риби на якість продукції для поставки на агропродовольчий ринок

Існує безліч способів позбавити рибу життя, але більшість з них не відповідають вимогам гуманного забою. Зокрема:

Штучна задуха на повітрі. У світовій практиці це найбільш поширений спосіб, яким вбивають рибу. Але в той же час цей спосіб вважається найбільш негуманним.

Перерізання зябер. Передбачає знекровлення риби через переріз зябрових кровоносних судин, без попереднього оглушення тварини. Ознакою негуманності такого способу забою є те, що риба тривалий час залишається живою, поки «стікає» кров'ю, що спричиняє їй страждання (Van De Vis et al. 2003) [95].

Оглушення. Один з найбільш поширених способів забою риби. Передбачає сильний удар металевим або дерев'яним предметом по голові риби, на ділянці, під якою знаходиться довгастий мозок, що порушує роботу нервової системи, і риба втрачає координацію та чутливість. Різновидом даного способу є пошкодження довгастого мозку за допомогою гострого предмету. Такий спосіб

інколи застосовують у домашніх умовах і використовують в лабораторіях фахівці, які добре знаються на анатомії риб. Недоліком способу є потреба нанести сильний та точний удар у потрібне місце, що може зробити не кожна людина. Також слід врахувати, що для різних видів риби потрібна різна сила удару. Наприклад, лососеві риби мають хрящовий череп, а кларієві соми – міцний кістяний, який добре захищає мозок від удару [Van De Vis at al., 2003] [95]. Слабкий або неточний удар може спричинити тільки струс мозку, що викликатиме у риби больові відчуття і страждання. У покращеному варіанті даного способу для нанесення сильного і точного удару для забою теплокровних тварин використовують пневматичний пістолет [Robb at al, 2000] [81].

Використання вуглекислого газу. Проводять у воді з рН 5, насиченій вуглекислим газом. Рибу поміщають у підготовлену воду, щонайменше, на 4 хв., після чого виймають знерухомлених особин і перерізають їм зябра.

За результатами досліджень даний спосіб також не вважається гуманним (Poli, 2005 [79] Robb at al, 2000 [81]).

Удар електричним струмом. Такий спосіб оглушення риби до її забою можна вважати гуманним за умови, якщо рибу вб'ють до того, як вона відійде від отриманого шоку.

Недоліком способу є те, що від удару електричним струмом у риби виникає судорожне скорочення м'язів і, навіть, розрив частини м'язових волокон, що негативно впливає на харчову якість рибної продукції (Rey, 2019) [82].

Охолодження у крижаній воді. Рибу перед забоєм висаджують в ємність, заповнену льодом і водою у співвідношенні 1:1. Зниження температури тіла у пойкилотермних тварин, зокрема – риб, нижче критичної величини призводить до зупинки життєвих функцій організму, заціпеніння та загибелі. Однак, даний спосіб передзабійної підготовки не вважається гуманним через те, що багато видів риб, зокрема і кларієвий сом, не зважаючи на відсутність прояву зовнішніх ознак активності, залишаються живими у такій воді тривалий час і відчувають біль.

Обезголовлення. На підприємствах аквакультури такий спосіб забою риб

використовують не часто, через відсутність спеціальних механізмів і відповідних санітарно-гігієнічних умов. Застосування даного способу можна зустріти на спеціалізованих рибопереробних підприємствах та у мережі роздрібної торгівлі. Даний спосіб не вважають гуманним при забої деяких видів риб: наприклад, більшість видів вугрів залишаються живими протягом 8 годин після обезголовлення (Verheijen, 1997) [68].

Введення у стан анестезії. Використовують для введення риби перед забоєм у стан наркозу. При цьому анестетик має бути дозволений до використання у харчовій промисловості. До числа таких речовин відносяться, зокрема, препарати на основі евгенолу (гвоздична олія, AQU1-S™).

Для кожного виду і розмірної групи риб, перед введенням їх в стан наркозу, обирають ефективну дозу препарату, після чого рибу, яка перебуває у стані загальної анестезії, вбивають у той чи інший спосіб.

На переваги використання хімічних анестетиків перед забоєм риби вказують дослідження з використання AQU1-S™ на каналному сомі. Під дією препарату риба втрачала рух і чутливість, її м'язи розслаблювалися.

Якість м'яса риб, введених перед забоєм у стан наркозу, була вищою, ніж у риб, яких забили без використання анестетика [Bosworth, 2007] [27].

Певним недоліком цього способу можна вважати те, що м'ясо риб, яких піддавали дії евгенолу, може деякий час утримувати запах даної сполуки [Robb & Kestin, 2002] [83].

3. Досягнення якості товарного продукту через анестезію для отримання прибутків від господарської та економічної діяльності

Анестезію визначають як зменшення чутливості будь-якої області тіла або органу, аж до повної її втрати. Штучна анестезія викликається через застосування різних засобів для знеболювання, наприклад при хірургічних операціях або інших больових маніпуляціях. Наркоз або загальна анестезія – це штучно викликаний стан гальмування центральної нервової системи, що супроводжується втратою

свідомості, сном, амнезією, знеболенням, розслабленням скелетних рефлексів при введенні одного або кількох загальних анестетиків. У медичній практиці оптимальна доза та комбінація таких анестетиків підбирається лікарем-анестезіологом, з урахуванням індивідуальних особливостей конкретного об'єкта та залежно від типу процедури (Poberezhny, 2018) [22]. Седація – це стан відсутності або зниження рівня свідомості організму, пригнічення рефлексів та зниження больової чутливості, який викликається застосуванням седативних медикаментів, переважно для полегшення проведення медичної процедури (Brown, 2005) [66]. Всі три стани викликаються під дією хімічних препаратів, які називають анестетиками.

За походженням анестетики розділяють на синтетичні та природні. Серед синтетичних препаратів, поширених у практиці аквакультури, варто виділити MS-222, 2-феноксіетанол, хінальдін, феназепам (Коваленко та ін., 2022) [12].

Найбільш поширеними природними анестетиками є гвоздична олія (Griffiths, S. P. 2000) [53], олія ромашки (Ak et al., 2022) [63] і евкالیптова олія (Bodur, 2018) [80]. До хімічних методів анестезії риб також відноситься застосування вуглекислого газу.

Окрім анестезії хімічними препаратами, використовують фізичні методи впливу, що включають застосування електричного струму та використання гіпотермії (впливу низьких температур) (Корнієнко, 2020 [1]; Ross, L. G., & Ross, 2009 [26]). Такі методи не спричиняють загальної анестезії, але гіпотермію можна використовувати для перевезення риби, а електрострум – для заспокоєння риби при лабораторних дослідженнях. При використанні фізичних методів анестезії зберігається біохімічний склад крові, який може змінюватись при використанні хімічних препаратів (Zujkov, 1989) [40]. Недоліками цих методів є технічна складність та неможливість використовувати їх за межами лабораторії, аби дотриматися певного рівня безпечності для рибогосподарських виробників.

Враховуючи велику кількість препаратів для введення риби в анестезію, способи подання в організм анестезуючої речовини поділяють на оральні,

ін'єкційні та інгаляційні, які є найбільш поширеними. Оральна анестезія в аквакультурі використовується не часто. Суть даного методу полягає в тому, що анестетик (наприклад, діазепам) вводять у корм, який риба поїдає та через деякий час входить у стан анестезії. Позитивною рисою використання способу є те, що рибу не потрібно тривожити перед введенням в анестезію. Недоліком цього способу є складність забезпечити рівномірність введення препарату до складу корму та споживання рибами (Murai, 1979) [84].

Ін'єкційна анестезія використовується частіше, як місцеве знеболення перед проведенням хірургічного втручання. Часто використовуваним препаратом є кетамін. Недоліком цього способу введення анестетика великим риbam є те, що перед ін'єкціями їх доводиться попередньо заспокоювати за допомогою інгаляційного способу (Ross, L. G., & Ross, 2009) [26].

Інгаляційний спосіб полягає у введенні анестетика через органи дихання. Оскільки дихання у переважної більшості видів риб відбувається у воді, доводиться вносити анестетик у водне середовище, в якому перебуває об'єкт впливу. І лише для невеликих груп дводишних видів риб анестезію можна проводити поза водою (Ross, L. G., & Ross, 2009) [26].

4. Характеристика і напрямки застосування гвоздичної олії

Гвоздична олія – речовина масляниста, коричнева або жовта рідина із запахом гвоздики та пекучим смаком, що добувається зі стебел, листя, бруньок гвоздичного дерева (*Syzygium aromaticum*), що росте в тропічних широтах. Діюча речовина в олії – евгенол. Хімічний склад гвоздичної олії може відрізнитись та залежати від сировини, з якої її зроблено, від місця збору сировини або від виробника продукції. Найкращу олію отримують з бруньок квітів, а найгіршу – з листя дерева. Основні компоненти гвоздичної олії: евгенол – 70–95 %, евгенол-ацетат – близько 17 %, каріофілен – до 12 % (Nowak et. al. 2012 [51]; Mikodina et al., 2011 [49]). Співвідношення різних речовин залежить від сировини, з якої

отримали олію. Щільність гвоздичної олії становить 1,040 – 1,067 г/мл (см³) (Góra J., Lis, 2005) [96]. Специфічного запаху та смаку гвоздичній олії надають терпеноїди (Mikodina et al., 2011 [49]; Huang, 2013 [69]).

Детальний склад гвоздичної олії наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Склад гвоздичної олії в залежності від походження сировини (Nowak et. al. 2012) [51]

Компонент	Вміст, %					
	Мадагаскар	Занзібар	Індонезія	Індія	Коморські острови	Європа*
Гептан-2-он	0,01	0,01	0,05	0,05	0,03	tr**
α-копеан + α-іланген	0,08	0,29	1,70	0,84	0,08	tr
Каріофіллен	0,08	0,29	1,70	0,84	0,08	tr
α-гумулен	0,47	0,52	2,10	1,06	0,44	1,40
δ-кадінен	0,19	0,33	5,30	0,54	0,18	tr
Каламенен	0,30	0,20	0,49	Tr	1,14	tr
Евгенол	73,80	70,00	36,00	77,13	63,80	84,80
Евгенол-ацетат	14,20	11,00	11,70	5,04	21,80	0,30

Примітки: * представлений склад гвоздичної олії для препаратів, що надходять до торговельних мереж; ** tr – лише слідова кількість.

Ефірну олію гвоздики використовують як засіб ароматерапії для попередження інфекційних захворювань, при погіршенні пам'яті, диспепсії, бродінні в шлунку, проносах, накопиченні газів, легеневої невралгії, кишкових паразитах. Зовнішньо препарат застосовують при виразках, інфекційних ранах, гнійних і вугрових ураженнях шкіри (US National Institutes of Health, 2020) [71].

Знеболююча, антисептична та заспокійлива дія гвоздичної олії знаходять використання у стоматології, косметології (Huang, 2013) [69], ароматичні властивості – у харчових технологіях (Sanuja, 2014) [70], завдяки тому, що для людини цей препарат не є токсичним і швидко виводиться з організму.

Так, перевагами гвоздичної олії є легка доступність, низька ринкова вартість, безпечність для риби і людини, відсутність наркотичної дії і екологічність, зокрема через відсутність негативного впливу на довкілля та більшості побічних ефектів, властивих синтетичним препаратам.

5. Реалізація базових підходів до використання гвоздичної олії в аквакультурі риб

Досить поширеним методом анестезії в аквакультурі риб є застосування хімічних препаратів-анестетиків. Науковці дослідили ряд препаратів, що здатні викликати ефект анестезії. Однак, враховуючи значне розмаїття видів риб і пов'язані з цим екологічні та фізіологічні вимоги, слід дотримуватися обережності при виборі анестетика. Важливими є попередній вибір препарату і визначення правильної дози, оскільки на дію анестетика впливають багато факторів, включаючи температуру води, розмір тіла та фізіологічний стан риби.

Крім того, з урахуванням зростаючих ринкових вимог до якості товарної продукції, кількість анестетиків, які дозволено використовувати у харчовій промисловості, є обмеженою. Маємо відмітити, що до числа дозволених препаратів відноситься також і гвоздична олія. Природні анестезуючі властивості гвоздичної олії у прісноводній аквакультурі розпочали використовувати відносно нещодавно – із другої половини 20 ст., при штучному відтворенні та для перевезення деяких видів риб. Наявні також окремі публікації відносно морських риб. За оцінками науковців, гвоздична олія майже повністю відповідає критеріям ідеального анестетика для риб (Endo et al., 1972 [72]; Marking L. L. & Meyer, 1985 [73]).

Разом із тим, потенціальні можливості використання гвоздичної олії, як у світовій, так і у вітчизняній аквакультурі, є більш широкими. Так, під час проведення бонітування бестера різних порід, із анестезією риб за допомогою гвоздичної олії, було виявлено новий, невідомий раніше ефект впливу цього препарату на тварин. За результатами, препарат гвоздичної олії знерухомлював не тільки хребетних (осетрових), а й безхребетних, а саме черв'яків, – дигенетичних сисунів (рід *Diclybothrium*) і моногенетичних (рід *Dactylogyrus*), що часто паразитують на зябрових пелюстках багатьох видів риб. Під час перебування риб у ванні з анестетиком паразитичні хробаки відділялися від покривів риби, опали на дно ємкості і гинули. Виходячи з цього, можна

рекомендувати гвоздикову олію не тільки як препарат для анестезії риб, але і як лікувальний засіб для їх звільнення від паразитичних зябрових сисунів.

У роботі з деякими поширеними об'єктами вітчизняної аквакультури риб анестезію традиційно не застосовують, нехтуючи реакцією риб на технологічні стрес-фактори. До числа таких видів риб, зокрема, відносяться стерлядь, білий товстолоб, короп, кларієвий сом і тиляпія. На думку авторів розробки, така практика є непродуктивною і призводить до надмірних втрат біологічного матеріалу, що особливо відчутно впливає на виживаність племінного матеріалу і результати селекційно-племінної роботи, в цілому. Недостатньо добре досліджено перспективи використання гвоздичної олії в процесі передзабійної підготовки риб, що очікувано покращило би якість харчової товарної продукції.

Наявність різних способів приготування робочого препарату гвоздичної олії спонукає до проведення порівняльної оцінки їх ефективності при використанні у різних виробничих умовах. Результати досліджень науковців в навчально-науково-виробничій лабораторії «Водні біоресурси та аквакультура» Національного університету біоресурсів і природокористування України, проведені у вище вказаних напрямках, було використано при підготовці даних рекомендацій [97] (<https://nubip.edu.ua/node/1118/9>).

6. Способи приготування і рекомендовані дози препарату гвоздичної олії для анестезії риб

Маточний розчин гвоздичної олії для приготування анестезуючого препарату можна приготувати одним із трьох способів: гарячим, холодним або спиртовим. Послідовність дій, у розрахунку на підготовку 10 л води за робочої концентрації препарату 0,1 мл/л, є наступною:

1. Гарячий спосіб (Mikodina et al., 2011 [49]; Коваленко & Коваленко, 2023 [31]; Kovalenko et al., 2023 [65]): з флакона з гвоздичною олією набрати шприцом 1 мл препарату і влити у ємність для рідини (скляна банка з кришкою об'ємом 0,2 л); за допомогою шприца додати у ємність 10 мл води, підігрітої до

температури +50 °С; ємність закрити кришкою та протягом 30 секунд збовтувати вручну, до утворення дрібнодисперсної емульсії.

2. Холодний спосіб (Поплавська та ін. 2016 [98]; Коваленко & Коваленко, 2023 [31]; Kovalenko at. al., 2023 [65]): з флакона з гвоздичною олією набрати шприцом 1 мл препарату і влити у ємність для рідини; за допомогою шприца додати у ємність 10 мл води кімнатної температури; ємність закрити кришкою та протягом 30 секунд збовтувати вручну, до утворення дрібнодисперсної емульсії.

3. Спиртовий спосіб (Anderson, 1997 [85]; Коваленко & Коваленко, 2023 [31]; Kovalenko at al., 2023 [65]): з флакона з гвоздичною олією набрати шприцом 1 мл препарату і влити в ємність для рідини; за допомогою шприца додати у ємність 10 мл 95 %-го етилового спирту; ємність закрити кришкою та протягом 30 секунд збовтувати вручну, для кращого розчинення олії у спирті.

Маточний препарат гвоздичної олії, підготовлений будь-яким із трьох способів, вливають у ємність для анестезії риб і додають необхідну кількість води, щоби досягти потрібної концентрації гвоздичної олії.

Після введення у стан наркозу рибу вилучають із ємності з анестетиком і проводять необхідні маніпуляції (зважування, вимірювання розмірів, взяття проб біоматеріалу, тощо), потім поміщають в іншу ємність, з водою, збагаченою киснем до 90–95 % насичення за допомогою повітряного компресора із розпилювачем.

Дози гвоздичної олії для анестезії різних видів риб, рекомендовані за результатами досліджень, представлено у таблиці (табл. 2).

Таблиця 2 – Рекомендовані дози гвоздичної олії для приготування водного розчину в залежності від умов використання і виду риб, см³/дм³

Умови використання препарату	Вид риби				
	стерлядь	білий товстолобик	короп	кларієвий сом	тиляпія
Короткотривала (до 10-15 хв.) анестезія риб за різної температури води	0,1-0,15 (при 7-10 °С) 0,05-0,1 (вище 10 °С)	0,08-0,1 (при 21-24 °С)	0,05-0,1 (при 18-24 °С)	0,1 (при 24-30 °С)	0,05-0,1 (при 24-30 °С)
Передзабійна підготовка риб				0,05-0,1 (при 26 °С)	

7. Ефективність анестезуючого впливу гвоздичної олії на риб

Ефективність анестезуючого впливу гвоздичної олії на риб оцінюють за даними хронометражу тривалості окремих стадій анестезії і виведення риби зі стану наркозу. Для визначення цих стадій користуються загальноживаними у рибогосподарських дослідженнях протоколами індукції анестезії [Zahl et al., 2012] [59], в яких прописано візуально видимі поведінкові зміни у риб: модель плавання, частота дихання, наявність і характер реакції на зовнішні подразники (рис. 2).

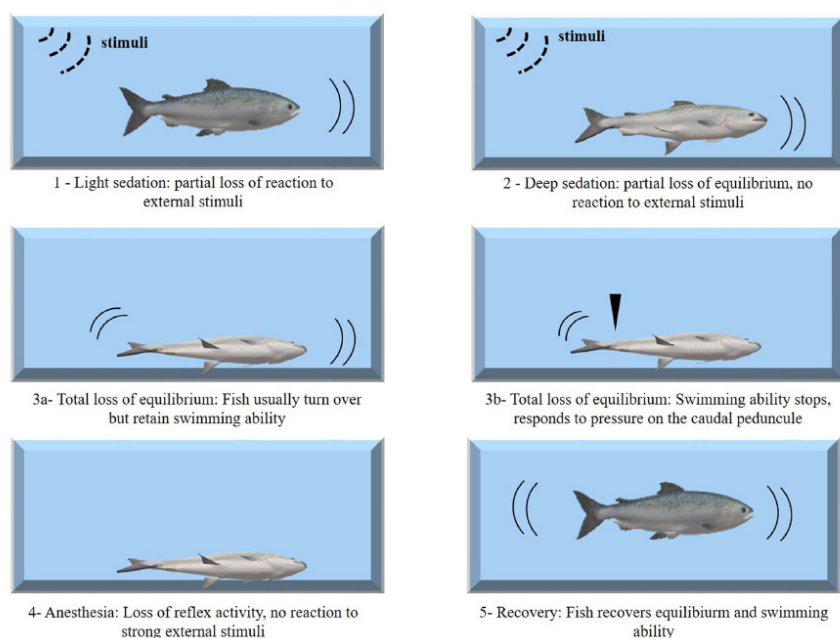


Рисунок 2 – Ефективність анестезуючого впливу гвоздичної олії на риб

8. Економічні результати від використання анестезії при формуванні пропозиції на агропродовольчу продукцію для виходу на ринок

Економічний ефект від використання анестезії, зокрема, в роботі зі стерляддю, досягається завдяки подовженню строків репродуктивного використання племінного матеріалу об'єктів аквакультури. Водночас, очікується зменшення рівня загибелі плідників стерляді при штучному відтворенні з фактичних 10 % до нормативних 5 % [59, С. 201–218; 99, С. 767–781].

Ефективність використання анестезії в роботі з білим і строкатим товстолобиками та білим амуром досягається завдяки подовженню строків використання племінного матеріалу об'єктів аквакультури та створення можливості для проведення повноцінних заходів із бонітування цих великих і сильних риб, після попереднього знерухомлення їх під дією анестетика, що підвищить ефективність селекційно-племінної роботи з рослиноїдними рибами. Очікується зменшення непродуктивних втрат плідників білого товстолобика при штучному відтворенні з нормативних 30 % до 10 %, що забезпечить виживання і більш тривале репродуктивне використання племінного поголів'я.

Застосування гвоздичної олії для анестезії риб у передзабійній підготовці, дасть змогу зробити процес забою риби гуманним. Очікується, що якість харчової товарної продукції, отриманої від такого способу, буде вищою у порівнянні із забоем риби без попереднього використання анестезії з урахуванням інструментарію формування пропозиції на агропродовольчу продукцію на ринку.

Список рекомендованої літератури

1. Корнієнко В. О., Оліфіренко В. В., Козичар М. В. Спосіб анестезії африканського сома. Водні біоресурси та аквакультура. 2020. № 1. С. 61–72.
2. Krejszeff, S., Żarski, D., Palińska-Żarska, K., Trąbska, I., Kupren, K., Targońska, K., Bowszys, M. & Kucharczyk, D. Procedure for harmless estimation of fish larvae weight. *Italian Journal of Animal Science*. 2013. № 12 (2). 44 p.
3. Ladwig, B. Do Animals Have Rights? *Animals* 2023. № 13 (7). P. 1220. <https://doi.org/10.3390/ani13071220>
4. Sadoul, B., & Geffroy, B. Measuring cortisol, the major stress hormone in fishes. *Journal of Fish Biology*. 2019. № 94 (4). P. 540–555. doi:10.1111/jfb.13904
5. Purbosari, N., Warsiki, E., Syamsu, K. Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A review. *Aquaculture and Fisheries*. 2019. № 4 (4). P. 129–133.

6. Сучасна аквакультура: від теорії до практики. Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М., Герасимчук В. Г., Федоренко М. О., Небога Г. І., Деренько О. О. та інші. К.: Простобук. 2016. 150 с.

7. Коваленко Б. Ю., Вдовенко Н. М., Коваленко В. О., Шарило Д. Ю. Спосіб використання препарату «гвоздична олія» для анестезії кларієвого сома. Патент України. Номер заявки u202007891. Патент України на корисну модель № 147549 від 19.05.2021. Бюлетень № 20/2021. Детальніше: <http://surl.li/ksgzi>

8. Коваленко Б. Ю., Вдовенко Н. М., Шарило Д. Ю., Боярчук С. В., Дмитришин Р. А., Климковецький А. А., Коваленко В. О. Покращення способу забою риби. Номер заявки u202203298. Патент України на корисну модель № 153007 від 11.05.2023. Бюлетень № 19/2023. Детальніше: <https://cutt.ly/sMiGZqh>

9. Коваленко Б. Ю., Шарило Д. Ю., Вдовенко Н. М., Коваленко В. О., Поплавська О. С., Шумова В. М., Яцун А. Г. Спосіб анестезії стерляді за допомогою гвоздичної олії. Патент України. Номер заявки u202102799 Патент України на корисну модель № 149136 від 20.10.2021. Бюлетень № 41/2021. МПК (2021.01). 2021. Детальніше: <https://cutt.ly/5R1NVYk>

10. Шарило Д. Ю., Вдовенко Н. М., Коваленко Б. Ю., Халтурин М. Б., Боярчук С. В., Коваленко В. О., Дмитришин Р. А., Коваль В. В. Спосіб використання глюкози ($C_6P_{12}O_6$) для стимуляції процесів гетеротрофної нітрифікації у біофільтрах рециркуляційних аквакультурних систем. Номер заявки u2022 03097. Патент України на корисну модель № 152444 від 01.02.2023. Бюлетень № 5/2023. Детальніше: <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1720695/> <https://cutt.ly/PMiFzJI>

11. Коваленко В. О., Шарило Д. Ю., Вдовенко Н. М., Коваленко Б. Ю. Спосіб відновлення високопористих наповнювачів для біофільтрів. Патент України. Номер заявки u202005651. Патент України на корисну модель № 147363 від 05.05.2021. Бюлетень № 18/2021. Детальніше: <https://cutt.ly/3nf8XYj>

12. Коваленко Б. Ю., Коваленко В. О., Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Макаренко А. А. Дослідження анестезуючого впливу препарату гвоздична олія

на кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Водні біоресурси та аквакультура. 2022. № 1. С. 63–72. <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.5>

13. Коваленко Б. Ю., Шарило Д. Ю., Коваленко В. О. Анестезія для риб та її значення для боротьби зі стресом. 75-та Всеукраїнської науково-практична конференція з міжнародною участю «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми», м. Київ, 25–26 березня 2021 р. С. 24–26.

14. Коваленко Б. Ю., Кисельова О. М., Рудаков Д. А. Транспортування риби в стані анестезії. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво, м. Біла Церква, 20 жовтня 2022 р. С. 18–20.

15. Kovalenko B., Kovalenko V. Humane slaughter of fish as an element of animal welfare. Animal science: «Sustainable livestock production and animal welfare». Kyiv-Stockholm, 17–18 January 2023. P. 57.

16. Коваленко Б. Ю., Коваленко В. О. Забій риби з використанням гвоздичної олії. Таврійський науковий вісник. 2022. № 126. С. 270–275. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.37>

17. Коваленко Б. Ю., Шарило Д. Ю., Вдовенко Н. М., Коваленко В. О., Поплавська О. С., Шумова В. М., Яцун А. Г. Спосіб анестезії рослиноїдних риб білого амуру та товстолобика за допомогою гвоздичної олії. Патент України. Номер заявки u202102798. Патент України на корисну модель № 147549 від 13.10.2021. Бюлетень № 42/2021. МПК А01К61/00. 2021. Детальніше: <https://cutt.ly/jR11cYM>

18. Barton, B. A., Rahn, A. B., Feist, G. et al. Physiological stress responses of the freshwater chondrosteian paddlefish (*Polyodon spathula*) to acute physical disturbances. *Comp. Biochem. Physiol.* 1998. P. 355. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(98\)10036-3](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(98)10036-3)

19. Tan, N., Gao, Y., Wang, Y., Deng, S., Yuan, P. The Influence of Hypothermia Hibernation Combined with CO₂ Anesthesia on Life and Storage Quality of Large Yellow Croaker (*Pseudosciaena crocea*). *Foods*. 2022. № 11 (4). P. 514.

20. Кваша С. М., Вдовенко Н. М. Аквакультурне виробництво: від наукових експериментів до промислових масштабів. Інвестиції практика та досвід. 2011. № 20. С. 7–11.

21. Vdovenko N. M., Nakonechna K. V., Pavlenko M. M. Methodical component of the performance of state support producers mechanism. Науковий вісник Полісся. 2017. № 4 (12). Ч. 1. С. 22–27. DOI: 10.25140/2410-9576-2017-1-4(12)-22-27

22. Poberezhny, V. I., Logvinov, A. S., & Dmytriiev, D. V. To the issues of history and formalization of the concept of anesthesia. Perioperaciina Medicina. 2018. № 1 (1). P. 4–9.

23. Sneddon, L. U. Pain in aquatic animals. The Journal of experimental biology. 2015. № 218 (7). P. 967–976.

24. Вдовенко Н. М. Глобальні пріоритети сталого виробництва сільськогосподарської продукції. Innovative solutions in modern science. 2016. № 4 (4). С. 3–17.

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

26. Ross, L. G., & Ross, B. Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals. John Wiley & Sons. 2009.

27. Bosworth, B. G., Small, B. C., Gregory, D., Kim, J., Black, S., Jerrett, A. Effects of rested-harvest using the anesthetic AQUI-S™ on channel catfish, *Ictalurus punctatus*, physiology and fillet quality. Aquaculture. 2007. № 262. P. 302–318.

28. Гриб Й. В. Деякі аспекти взаємозв'язку стресових чинників та адаптації гідробіонтів у порушених водних екосистемах. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. 2011. № 2 (47). С. 15–22.

29. Vdovenko N. M., Bohach L. V. Scientific substantiation of the reduction of import dependence in the markets of agricultural products. Науковий вісник Полісся. 2017. № 2 (10). С. 13–17. DOI:10.25140/2410-9576-2017-1-2(10)-13-17

30. Fan, X., Zhao, M. M., Guan, W. L., Liu, T. T., & Chen, D. W. Carbon dioxide anesthesia: A potential application to improve the air exposure duration of tilapia. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 2022. № 21 (1). P. 82–92.
31. Коваленко Б. Ю., Коваленко В. О. Вплив способу приготування емульсії гвоздичної олії на ефект анестезії у коропа і тиляпії. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 285–292. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.37>
32. European Convention for the Protection of Animals kept for Farming Purposes CETS No.: 087. Official site of Council of Europe. 1976. URL: <http://surl.li/ksgzi>
33. Kristiansen, T. S., Fernö, A., Pavlidis, M. A., & Van de Vis, H. (Eds.). *The welfare of fish*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing. 2020. Vol. 20.
34. Vdovenko N. M., Korobova N. M., Kurmaiev P. Yu., Pavlenko I. I. Formation of the organizational mechanism for fisheries regulation. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2019. № 3 (19). P. 202–212. 2019.
35. de l'Europe, C. European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. *Convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques: (1986)*. [Strasbourg, 18. III. 1986]. URL: <https://rm.coe.int/168007a67b>
36. Вдовенко Н. М., Наконечна К. В. Особливості структурних змін в економіці України. *Економіка АПК*. 2018. № 9. С. 56–61.
37. Vdovenko N. M. Mechanisms of regulatory policy application in agriculture. *Economic Annals-XXI*. 2015. № 5–6. DOI: <http://dx.doi.org/10.21003/ea>
38. Abrosimova A. M. Role of Sense Organs in Orientation of Carp-Bream, Zope, Roach and White Bream in the Kiev Reservoir. *Zoodiversity*. 1976. № 3. P 40.
39. Vdovenko N. M., Korobova N. M. Methods of state regulation of agricultural sector in terms of the orientation of the economy to safety and quality standards. *Wspolraca Europejska*. 2015. № 3 (3). Vol. 3. С. 68–80.
40. Zujkov, A. Yu. Fish Anesthesia Method. *Rybnoe hozyajstvo*. 1986. № 5. 57p.

41. Sehdev, H. S., McBride, J. R. and Fagerlund, U.H.M., 2-Phenoxyethanol as a general anaesthetic for Sockeye Salmon, *J. Fish. Res. Board Can.* 1963. № 20. P. 1435–1440.
42. Ruiz, P., Vidal, J. M., Sepúlveda, D., Torres, C., Villouta, G., Carrasco, C., Ruiz-Tagle, N., Urrutia, H. Overview and future perspectives of nitrifying bacteria on biofilters for recirculating aquaculture systems. *Reviews in Aquaculture.* 2020. № 12 (3). P. 1478–1494. doi:10.1111/raq.12392
43. Sneddon L. U. Can Fish Experience Pain? The welfare of fish. 2020. P. 229–249.
44. Зіньковський О. Г., Зіньковський В. Г., Потрохов А. С. Спосіб анестезії риб № 4916134; заяв. 04.03.91; опубліковано 27.12.1994. Бюлетень № 6/1994.
45. Рубан С. Ю., Даншин, В. О., Литвиненко Т. В., Борщ О. О., Мітіогло М., Дмитрович І., & Матвеев М. А. 2020. Сучасні методи селекції у тваринництві.
46. Kreiberg, H. Stress and Anesthesia. *The Laboratory Fish.* 2000. P. 503–511. doi:10.1016/b978-012529650-2/50038-x
47. Catalog number: ARG81162. Human Cortisol ELISA Kit. Competitive Enzyme Immunoassay for the quantification of human Cortisol in serum and plasma (EDTA).
48. Sladky, K. K., Swanson, C. R., Stoskopf, M. K., Loomis, M. R., & Lewbart, G. A. Comparative efficacy of tricaine methanesulfonate and clove oil for use as anesthetics in red pacu (*Piaractus brachypomus*). *American journal of veterinary research.* 2021. № 62 (3). P. 337–342.
49. Mikodina E. V., Sedova M. A., P'yanova S. V., Kourzhil Y. A., Gamachkova J. Guidelines for the use of the anesthetic «clove oil» in aquaculture. 2011. 58 p.
50. Федоренко М. О., Вдовенко Н. М., Павлюк С. С., Дюдяєва О. А. Базові засади розвитку рибальства та аквакультури в умовах трансформаційних процесів. *Водні біоресурси та аквакультура.* 2020. Вип. 2. С. 47–57.
51. Nowak, K., Ogonowski, J., Jaworska, M., & Grzesik, K. Clove oil – Properties and applications. *Chemik.* 2012. № 66 (2). P. 145–152.
52. Mak, K. K., Kamal, M. B., Ayuba, S. B., Sakirolla, R., Kang, Y. B., Mohandas, K., Balijepalli, M. K., Ahmad, S. H., Pichika, M. R. A comprehensive

review on eugenol's antimicrobial properties and industry applications: A transformation from ethnomedicine to industry. *Phcog. Rev.* 2019. № 13. P. 1–9.

53. Griffiths, S. P. The use of clove oil as an anaesthetic and method for sampling intertidal rockpool fishes. *Journal of Fish Biology.* 2000. № 57, P. 1453–1464.

54. Keys, A. B., & Wells, N. A. Amytal anesthesia in fishes. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics.* 1930. № 40 (1). P. 115–128.

55. Coelho, M. E. G., Pedrazzani, A. S., Quintiliano, M. H., Bolfe, F., & Molento, C. F. M. Fish slaughter practices in Brazilian aquaculture and their consequences for animal welfare. *Animal Welfare.* 2022. № 31 (2). P. 187–192.

56. Bressler, K., & Ron, B. Effect of anesthetics on stress and the innate immune system of gilthead seabream. (*Sparus surata*). *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh.* № 56. 2004.

57. Hale, W. Variations in the toxicity of chloroform for anesthesia. *Archives of Internal Medicine.* 1915. № 15 (6). P. 945–954.

58. Detar, J. E., & Mattingly, H. T. Response of southern redbelly dace to clove oil and MS-222: Effects of anesthetic concentration and water temperature. *Proc Ann Con Southeastern Assoc Fish Wildl Agen.* 2004. № 58. P. 219–227.

59. Zahl, I. H., Samuelsen, O., & Kiessling, A. Anaesthesia of farmed fish: implications for welfare. *Fish physiology and biochemistry.* 2012. № 38. P. 201–218.

60. Coyle, S. D., Durborow, R. M., & Tidwell, J. H. Anesthetics in aquaculture. Texas: Southern Regional Aquaculture Center. 2004. №. 3900.

61. Hyldgaard, M., Mygind, T., Meyer, R. L. Essential oils in food preservation: Mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Front. Microbiol.* 2012. № 3. P. 1–24.

62. Javahery, S., Nekoubin, H., & Moradlu, A. H. (2012). Effect of anaesthesia with clove oil in fish (review). *Fish Physiology and Biochemistry.* 2012. № 38 (6). P. 1545–1552.

63. 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. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738742>

64. Neiffer, D. L., & Stamper, M. A. Fish sedation, anesthesia, analgesia, and euthanasia: considerations, methods, and types of drugs. *ILAR Journal*. 2009. № 50 (4). P. 343–360.

65. Kovalenko B., Kovalenko V., Kononenko R., Klymkovetskyi A., Matvieiev M. Influence of the method of preparation of clove oil emulsion on the anaesthetic effect in fish (on the example of *Clarias gariepinus*). *Animal Science and Food Technology*. 2023. № 4. P. 30–38.

66. Brown, T. B., Lovato, L. M., & Parker, D. Procedural sedation in the acute care setting. *American family physician*. 2005. № 71 (1). P. 85–90.

67. Park, I. S. The anesthetic effects of clove oil and MS-222 on Far Eastern catfish, *Silurus asotus*. *Development & Reproduction*. 2019. № 23 (2). P. 183.

68. Verheijen, F. J., & Flight, W. F. G. Decapitation and brining: experimental tests show that after these commercial methods for slaughtering eel *Anguilla anguilla* (L.), death is not instantaneous. *Aquaculture Research*. 1997. № 28 (5). P. 361–366.

69. Huang X.-w., Feng Y.-c., Huang Y., Li H.-l. Chemical composition, antioxidant and the possible use as skin-care ingredient of clove oil (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry) and citronella oil (*Cymbopogon goeringii*) from China. *J. Essent. Oil Res.* 2013. № 4. P. 315–323.

70. Sanuja, S., Agalya, A., & Umapathy, M.J. Studies on magnesium oxide reinforced chitosan bionanocomposite incorporated with clove oil for active food packaging application. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*. 2014. № 63 (14). P. 733–740.

71. Clove. MedlinePlus, National Library of Medicine. US National Institutes of Health. 24 July 2020. Retrieved 27 September 2020. [Електронний ресурс]. URL: <https://medlineplus.gov/druginfo/natural/251.htm>

72. Endo T., Ogihima K., Tanaka H., Oshima S. Studies on the anaesthetic effect of eugenol in some fresh water fishes. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 1972. № 38. P. 761–767.

73. Marking L. L. & Meyer F.P. Are better anesthetics needed in fisheries? *Fisheries*. 1985. № 10. P. 2–5. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1985\)010<0002:ABANIF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1985)010<0002:ABANIF>2.0.CO;2)

74. Selye, H. Stress and the General Adaptation Syndrome. *BMJ*. 1950. № 1 (4667), P. 1383–1392. doi: 10.1136/bmj.1.4667.1383

75. Зубченко Н. І. Міжнародно-правове співробітництво держав у сфері забезпечення добробуту тварин та їх захисту від жорстокого поводження. Одеса: Фенікс. 2016. 284 с.

76. Schreck C. B., & Tort L. The Concept of Stress in Fish. *Biology of Stress in Fish. Fish Physiology*. 2016. P. 1–34.

77. Maricchiolo, G., & Genovese, L. Some contributions to knowledge of stress response in innovative species with particular focus on the use of the anaesthetics. *The Open Marine Biology Journal*. 2011. № 5 (1).

78. Aydın, B., & Barbas, L. A. L. Sedative and anesthetic properties of essential oils and their active compounds in fish: A review. *Aquaculture*. 2020. № 520. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734999>

79. Poli, B. M., Parisi, G., Scappini, F., & Zampacavallo, G. Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. *Aquaculture International*. 2005. № 13 (1). P. 29–49.

80. Bodur, T., Afonso, J. M., Montero, D., & Navarro, A. Assessment of effective dose of new herbal anesthetics in two marine aquaculture species: *Dicentrarchus labrax* and *Argyrosomus regius*. *Aquaculture*. 2018. № 482. P. 78–82.

81. Robb, D. H. F., Wotton, S. B., McKinstry, J. L., Sørensen, N. K., Kestin, S. C., & Sørensen, N. K. Commercial slaughter methods used on Atlantic salmon: determination of the onset of brain failure by electroencephalography. *Veterinary Record*. 2000. № 147 (11). P. 298–303.

82. Rey, S., Little, D., Ellis, M. *Farmed Fish Welfare Practices: Salmon Farming as a Case Study*; GAA Publishing: London, UK. 2019. 56 p.

83. Robb, D. H. F., Kestin, S. C. *Methods used to kill fish: field observations and literature reviewed*. *Animal welfare*. 2002. № 11(3). P. 269–282.

84. Murai, T., Andrews, J. W. and Muller, J. W., *Fingerling American shad: effect of valium, MS-222, and sodium chloride on handling mortality*, *Prog. Fish Culturist*. 1979. № 41. P. 27–29.

85. Anderson, W. G., McKinley, R. S., & Colavecchia, M. *The Use of Clove Oil as an Anesthetic for Rainbow Trout and Its Effects on Swimming Performance*. *North American Journal of Fisheries Management*. 1997. № 17 (2). P. 301–307.

86. Європейська конвенція про захист тварин під час міжнародних перевезень. 1968. [Електронний ресурс]. URL: <http://rm.coe.int/090000168092adb8>

87. Європейська конвенція про захист домашніх тварин. 1992. [Електронний ресурс]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_a15#Text

88. Council of the European Union. *Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes*. *Official Journal of the European Union*. 2010. L276/33:33–79. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/63/oj>

89. Україна підписала Європейську конвенцію про захист хребетних тварин. 2017. [Електронний ресурс]. URL: <http://surl.li/kshem>

90. Sneddon, L. U. *Comparative Physiology of Nociception and Pain*. *Physiology*. 2018. № 33 (1). P. 63–73. doi:10.1152/physiol.00022.2017

91. Про захист тварин від жорстокого поводження: Закон України від 21.02.2006 № 3447-IV. [Електронний ресурс]. URL: <http://surl.li/kshei>

92. Про ветеринарну медицину: Закон України від 04.02.2021 р. № 1206-IX. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1206-20#Text>

93. Rose, J.D., *The Neurobehavioral Nature of Fishes and the Question of Awareness and Pain*. *Reviews in Fisheries Science*. 2002. № 10:1. P. 1–38. DOI: <https://doi.org/10.1080/20026491051668>

94. Braithwaite, V. A., & Boulcott, P. Pain perception, aversion and fear in fish. *Diseases of aquatic organisms*. 2007. № 75(2), P. 131–138.
95. Van De Vis, H., Kestin, S., Robb, D., Oehlenschläger, J., Lambooij, B., Münkner, W., ... & Nesvadba, P. (2003). Is humane slaughter of fish possible for industry?. *Aquaculture research*. 2003. № 34 (3). P. 211–220. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00804.x>
96. Góra J., Lis A., Gibka J., Wołoszyn A., Wakarecy I. (red.), *Najcenniejsze olejki eteryczne.*, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń. 2005
97. Навчально-науково-виробнича лабораторія рибництва. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nubip.edu.ua/node/1118/9>
98. Поплавська, О. С., Коваленко, В. О., & Шумова, В. М. Дослідження анестезуючого впливу препарату «Гвоздична олія» на стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.). *Тваринництво та технології харчових продуктів*. 2016. № 250. С. 186–195.
99. Rodrigues Brandão, F., de Melo Souza, D. C., de Alexandre Sebastião, F., Maia Chaves, F. C., Ribeiro Bizzo, H., de Almeida O'Sullivan, F. L., & Campos Chagas, E. Essential oils as anaesthetics and sedatives in native Brazilian fish, with a special emphasis on *Colossoma macropomum*: A review. *Aquaculture Research*. 2022. № 53 (3). P. 767–781.
100. Farm Animal Welfare Council (FAWC) 2014a Opinion on the Welfare of Farmed Fish at the Time of Killing. <http://www.defra.gov.uk/fawc/files/Opinion-on-the-welfare-of-farmed-fish-at-the-time-of-killing.pdf>
101. Farm Animal Welfare Council (FAWC) 2014b Opinion on the Welfare of Farmed Fish. URL: <http://surl.li/kshfb>

Наукове видання

**Методичні рекомендації
з використання гвоздичної олії для анестезії риб
через призму впливу формування пропозиції
на агропродовольчу продукцію на ринку**

Укладачі: Коваленко Б. Ю., Вдовенко Н. М., Плічко В. Ф.,
Коваленко В. О., Шарило Ю. Є., Тишечко А. В., Дмитришин Р. А.,
Коваль В. В., Павленко Н. Г.

Підписано до друку 04.09.23
Ум. друк. арк. 3,7
Наклад 10 прим.

Формат 60x84\8

Зам. № 230458

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041
тел.: 527-81-55