

УДК 639.3.082

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2020.1.6>

СПОСІБ АНАСТЕЗІЇ АФРИКАНСЬКОГО СОМА

Оліфіренко В.В. – к.вет.н., доцент,

Корнієнко В.О. – к.с.-г.н., доцент,

Козичар М.В. – к.с.-г.н., доцент,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»,

pavelolifrenko@gmail.com, frank438@ukr.net, kaf.chemistry@ukr.net

Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) є новим об'єктом аквакультури України. При відтворенні цього виду застосовуються виключно заводські методи, які передбачають знерухомлення плідників, або анестезію. Традиційні методи анестезії складно застосувати як при відтворенні кларієвого сому так і при його забої, зважаючи на його анатомію та фізіологію.

У нашій роботі було досліджено можливість застосування холодної води в якості знерухомлюючого та анестезуючого засобу при заводському відтворенні кларієвого сома. При виконанні досліджень нами було також розглянуто можливість використання крижаної води, як процедури перед забоем сома, що передбачено Європейським регламентом по захисту тварин при забої. Дослідження проводились в умовах експериментальної УЗВ відділу гідробіології Китайсько-Українського науково-дослідного інституту «Наук про життя» (Чжуцзі, КНР), та частково були продовжені у Херсонському державному аграрно-економічному університеті.

Під час експериментальних робіт використовувались плідники кларієвого сома трирічного віку, яких з метою знерухомлення витримували у ваннах з охолодженою водою при різних експозиціях. В ході робіт було досліджено реакцію риби на витримування у охолодженій до $+1 - +2^{\circ}\text{C}$ воді. Були використані чотири експозиції витримування в 5, 10, 15 та 20 хвилин. У плідників під час вилову, транспортування, адаптації та проведення експериментів визначали вміст цукру у крові, як показник можливого стресу. Використання охолодженої води викликало приголомшливий ефект вже після 5-хвилинного витримування. Оптимальною експозицією виявилася тривалість витримування плідників сома у крижаній воді в 10 хвилин. За 8–10 хвилин у всіх без винятку риб наставала втрата орієнтації та різке уповільнення рухів, що дозволяє проводити з ними технологічні операції. При цьому фізіологічний стан плідників суттєво не змінюється і вони швидко виходять із стресової ситуації при поверненні їх в оптимальну температуру води.

Збільшення експозиції витримування плідників кларієвого сома в охолодженій воді до 15–20 хвилин, на наш погляд, є недоречним в практичному рибництві. 15-хвилинна експозиція викликала стан знерухомлення, але призводила до збільшення глюкози у крові, експозиція у 20 хвилин викликала повний наркоз з відсутністю дихальних рухів та призводила різкого збільшення вмісту глюкози у крові, що свідчило про настання глибокого стресу і, в результаті, викликало загибель плідників. Експозиція близько 20 хвилин і більше може використовуватись при забої кларієвого сома.

Ключові слова: анестезія, знерухомлення, сом, риба, кров, наркоз, загибель, експозиція.

Постановка проблеми. Постійно зростаючий вплив антропогенного навантаження на навколишнє середовище в другій половині минулого та на початку XXI століть, інтенсивне використання продукції світового океану в промисловості та медицині, відсутність ефективних ресурсозберігаючих технологій виробництва, зберігання та переробки продукції гідробіонтів призвело до катастрофічного скорочення біомаси промислових риб та нерибних об'єктів промислу, а найбільш цінні види опинилися на межі повного зникнення [1, 2]. Людство зіткнулося з необхідністю вирішити складне завдання – в умовах безпрецедентної за своїми наслідками зміни клімату, деградації навколишнього середовища і ресурсної бази до середини двадцять першого століття забезпечити продовольством і засобами для існування понад дев'ять мільярдів жителів планети [3–5]. У вересні 2015 року в рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку відбувся Саміт ООН зі сталого розвитку та прийняття Порядку денного розвитку після 2015 року, на якому було затверджено нові орієнтири розвитку. Підсумковим документом Саміту «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» було затверджено 17 Цілей Сталого Розвитку та 169 завдань [6]. Другою ціллю Сталого Розвитку стало саме Подолання голоду, розвиток сільського господарства. В межах цієї цілі зростання об'ємів виробництва світової рибної галузі представлено як одна із найбільш перспективних задач забезпечення людства достатньою кількістю цінної білкової продукції.

На сьогоднішній день у світовій рибній галузі переважають два напрями розвитку, спрямовані на створення стійкості в розвитку світового рибного господарства. Перший – прийняття нових міжнародних правових документів (конвенцій, кодексів, угод і т. д.), що мають обов'язковий або рекомендаційний характер для всіх держав, що здійснюють використання морських живих ресурсів як у своїй 200-мильній економічній зоні, так і у відкритих районах Світового океану. Другий – прискорений розвиток аквакультури як у прісноводних системах, так і в морському середовищі. [1, 7]. Аквакультура в плані досягнення Цілей Сталого Розвитку представлена як система заходів зі штучного розведення та вирощування водних живих ресурсів з метою їх охорони, відтворення та одержання товарної продукції в спеціалізованих господарствах внутрішніх водойм та прибережній смузі морів. Цей дуже перспективний напрям дозволить створити стійке надходження рибної продукції, морепродуктів і цілого ряду інших водних живих ресурсів, включаючи водорості, як на національний, так і на світовий ринок [8, 9] Світовий об'єм виробництва риби, ракоподібних, молюсків, включаючи аквакультуру і водорості, за період з 92,8 млн т. у 1988 році до 170,9 млн т. у 2016 році, при чому на долю аквакультури припадало 80,0 млн т. [6].

При аналізі видового складу світової аквакультури необхідно зауважити, що на національному, регіональному і глобальному рівнях обсяги виробництва аквакультури визначаються обмеженим числом «основних» видів чи груп видів. У рибористві – субсекторі, де спостерігається найбільша різноманітність – понад 90% обсягу продукції припадає на 27 видів і груп видів кісткових риб, причому 84,2% загального обсягу забезпечують 20 найбільш широко використовуваних видів [6, 7]. У межах водойм різного походження та цільового призначення нашої держави видовий склад водних живих ресурсів, що використовуються рибною галуззю України для забезпечення потреб населення ще менший [10].

Саме тому аквакультура все частіше використовує нові види риб для виробництва продуктів харчування і знаходиться у постійному пошуку перспективних об'єктів. Одним із таких перспективних для усієї світової аквакультури є кларієвий сом, об'єми виробництва продукції якого у 2016 році за статистикою ФАО перевищили 976 тис. т/рік [6]. У своєму природному ареалі розповсюдження африканський або кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) мешкає в невеликих, в основному мілководних ставках, утворюючи часто доволі великі щільності популяції. Сом демонструє унікально низькі вимоги до екологічних параметрів середовища мешкання. Завдяки низьким вимогам до якості води та вмісту кисню, високі темпи набору іхтіомаси, цей вид риб особливо підходить для тепловодної аквакультури. Тому не дивно, що африканський сом активно культивується в установках замкненого водопостачання (УЗВ) протягом приблизно 30 років. Утримання і відтворення цих риб в установках замкненого водопостачання є відносно нескладними в порівнянні з іншими видами риб, оскільки риба може вирощуватися при високих щільностях посадки та невибаглива до вмісту кисню у воді. Тим не менш, поведінкові реакції сома утруднюють роботу по заводському відтворенню, особливо при отриманні статевих продуктів, особливо у самців, відбір статевих продуктів у яких вимагає анестезії плідників під час роботи із ними. На фоні цього живучість сома, його здатність тривалий час обходитись без води, суперечить високим вимогам, які передбачено Європейським регламентом по захисту тварин при проведенні із ними технологічних операцій та забої [11]. Саме це представляє труднощі для виробників кларієвого сома та його переробників.

Аналіз досліджень та публікацій. Методи застосування анестезії при роботах із плідниками риб є досить поширеними в практичному рибористві. Вони спрямовані на полегшення стресів у риб під час технологічних операцій, що сприяє збереженню біологічного матеріалу і підвищенню економічної ефективності виробництва продукції рибориства [12]. При цьому ідеальний анестетик повинен швидко вводити рибу в стан анестезії (1–5 хв.) та дозволяти їй швидко відновлюватися (<5 хв.), препарат мусить

бути нетоксичним для риб і користувачів, простий в застосуванні; повинен не мати стійкого впливу на фізіологію і поведінку риб, швидко виводитися з організму, має бути легко доступним для користувачів [13, 14].

В практиці рибництва широко використовуються з'єднання ефіру, похідні барбітуратової кислоти, альдегідів, моноуридів, уретанів та інших хімічних з'єднань, зокрема: MS-222 Sandoz, хінальдін, бензокаїн, барбітал, метамідат, кетамін, іхтіокалм, пропоксат, феназепам, трикаїнметансульфат, гвоздична олія та ін. [15–18].

Крім того, для зрощення зябр можливо використовувати 0,1% спиртовий розчин етомідату, 0,5% розчин кетаміну, бензакоїн (0,3 г/л) з дозою 0,06 г, лідокаїн (0,4г/л) з дозою 0,08 г, новакоїн (0,4г/л) з дозою 0,1-0,2 г, ксилозин 0,5%, із розрахунку 1 см³ на особини та інш. [19–22].

Існують методи знерухомлення плідників окремих видів риб в градієнтному температурному полі [23].

Постановка завдання. Не зважаючи на велику кількість методів анестезії та знерухомлення плідників риб, більшість з них не можуть бути застосовані в практиці штучного відтворення кларієвого сома внаслідок специфіки його біології і відсутності адекватної реакції плідників на різного роду анестезуючі речовини при їх застосуванні як у вигляді «ванн» та і при зрощенні зябер. Регламент Європейського Союзу Ради ЄС про захист тварин при забої дозволяє в тому числі і електро-приголомшення для забою знерухомлення риби. У окремих випадках, вплив вуглекислого газу розчиненого у воді також допускається для анестезії. Як показують дослідження, плідники кларієвого сома проявляють значний опір електричній анестезії, тому на практиці не представляється можливим викликати стан знерухомлення для проведення рибоводних операцій, або міцного наркозу для забою електро-приголомшенням [11].

Анатомічні структури черепа ефективно захищають мозок від електро-приголомшення і проводять більшу частину електричного струму навколо мозку. Саме це і може бути причиною незадовільної ефективності електро-приголомшення у африканських сомів в практичних умовах. Труднощі в анестезії за допомогою механічного приголомшення також обумовлені анатомією африканського сома. Голова риби покрита дуже компактною і товстою кістковою пластиною яка ефективно захищає мозок від механічних ушкоджень, що діють ззовні.

На теперішній час не існує єдиної думки що до надійного методу знерухомлення кларієвого сома. Для того, щоб домогтися простого, безпечного і, перш за все надійного знерухомлення африканського сома перед проведенням рибоводних операцій, або перед забоєм, нами було проведено експериментальні роботи по вивченню приголомшувачої дії на них крижаної води. Утримання плідників у крижаній воді мало на меті забезпе-

чення в подальшому стабільного несвідомого стану для виконання подальших технологічних операцій.

Матеріали і методи досліджень. Спеціальні дослідження із впливу наднизьких температур на можливість знерухомлення плідників кларієвого сома проводилися в лабораторних умовах, на експериментальній УЗВ відділу гідробіології Китайсько-Українського науково-дослідного інституту наук про життя (Чжуцзі, КНР). Матеріалом слугували трирічки кларієвого сома у кількості 18 екз., базою експерименту виступали 18 акваріумів об'ємом 100 літрів кожен, забезпечені незалежною системою контролю температури води. При формуванні експериментальних груп були використані загальноприйняті у рибництві методи досліджень. Було проведено чотири серії експериментів із експозицією витримування матеріалу в крижаній воді в 5, 10, 15 та 20 хвилин. Температура води для анестезії знаходилась в межах $+1 - +2^{\circ}\text{C}$. Під час експерименту було проведено ретельну оцінку поведінкових реакцій плідників сома у крижаній воді. Кров для дослідження відбирали пастерівською піпеткою з судин гермального каналу хвостового стебла. Для оперативного визначення рівня цукру у крові використовувався глюкометр One Touch Select.

Результати досліджень. В ході експерименту проводилась ретельна реєстрація поведінкових реакцій, оскільки саме поведінка тварин була об'єктом дослідження, та надавала інформацію що до можливості використання крижаної води в якості анестетика. Отримані дані дали цікаву інформацію що до процедури знерухомлення методом, що досліджувався. Особливу увагу приділили визначенню рухальної активності, наприклад визначали, чи викликає холодна вода збудження центральної нервової системи, чи навпаки пригнічує її діяльність.

З метою визначення загальної реакції плідників кларієвого сома на крижану воду було проведено тест на рухальну активність. Для цього рибу занурили на 5 хвилин у басейн з крижаною водою. Після занурення 10 плідників у ємність з крижаною водою, фіксували рухи плідників у трьох просторових осях, та кількість активних рухів. У крижаній воді вісім з десяти плідників кларієвого сома продемонстрували різке пригнічення активності руху. Тільки два сома плавали безперервно. Жорсткі оборонні рухи або стрибки з крижаної води не спостерігалися. В цілому, досліджена температура та експозиція, діяли заспокійливо на кларієвого сома. Зміни вмісту цукру у крові риб не спостерігалися. Рівень цукру у крові не вийшов за середні значення і складав близько 6 ммоль/л. Було встановлено загальну заспокійливу та пригнічуючу дію крижаної води на кларієвого сома. По закінченню експерименту рибу повернули до басейнів УЗВ, де поступово піднімали температуру води до 25°C і протягом години всі плідники повернулись до нормальної життєдіяльності.

У подальшому в експериментальних роботах були задіяні всі 18 плідників, яких піддали впливу крижаної води при експозиції 10 хвилин. Експеримент показав, що більшість плідників не виявили незалежних рухів вже після 8 хвилин експозиції у крижаній воді. У плідників спостерігалась повна атаксія, вони, на нашу думку, можуть бути використані у такому стані для проведення операцій по риборозведенню. Рівень цукру у крові при дослідженій експозиції дещо підвищився, знаходячись у середніх значеннях 10 ммоль/л, що може вказувати на початок стресу. По закінченню експерименту риба швидко повернулась до норми, активно жила.

Статистично значущих відмінностей у поведінці плідників по закінченню двох серій експерименту не було.

В наступній серії експериментальних робіт експозиція витримування плідників кларієвого сома в крижаній воді була збільшена до 15 хвилин. Витримування плідників за такої експозиції показало, що риба отримує значний стрес, що супроводжується триразовим підвищенням рівня цукру у крові, глибокою анестезією та знерухомлення протягом тривалого часу, навіть після закінчення дії низьких температур на організм. Два екземпляра плідників по закінченню експерименту не прийшли до норми і загинули протягом чотирьох діб. В подальших дослідках їх не використовували.

В останній серії експериментальних робіт були задіяні 16 плідників, експозиція витримування плідників кларієвого сома в крижаній воді була збільшена до максимальних в експерименті величин. Дослідження показали, що експозиція у 20 хвилин не тільки викликає глибокий наркоз, стрес, що підтверджується різкою гіперглікемією, показники якої перевищували можливості вимірювання приладу – 33 ммоль/л, а й призводить до загибелі більшості риб, задіяних у експерименті. Така експозиція на нашу думку може використовуватись як передзабійна.

Висновки та перспективи. Проведені дослідження показали, що використання охолодженої води (температура води не більше +1 – +2°C) викликало ефект знерухомлення плідників кларієвого сома вже після 5-хвилинного витримування. В той же час присутність в експериментальних групах не менше 10% плідників, що активно рухалися не може вказувати на достатність такої експозиції для ефективного знерухомлення плідників сома. Оптимальною експозицією виявилася тривалість витримування плідників сома у крижаній воді в 10 хвилин. За 8–10 хвилин у всіх без винятку риб наставала втрата орієнтації та різке уповільнення рухів, що дозволяє проводити з ними технологічні операції. При цьому фізіологічний стан плідників суттєво не змінюється і вони швидко виходять із стресової ситуації при поверненні їх в оптимальну температуру води.

Збільшення експозиції витримування плідників кларієвого сома в охолодженій воді до 15–20 хвилин, на наш погляд, є недоречним

в практичному рибництві. Такі експозиції витримування викликали не тільки стан знерухомлення, але призводили до різкого збільшення вмісту глюкози у крові, що свідчило про настання глибокого стресу. При цьому плідники частково або повністю не виходили із стану стресу, що в подальшому викликало їх загибель.

В цілому, проведені дослідження показали, що анестезія плідників кларієвого сома охолодженою водою може з успіхом використовуватись під час його заводського відтворення при експозиціях до 15 хвилин. Експозиція близько 20 хвилин і більше може використовуватись при заборі кларієвого сома.

METHOD OF ANESTHESIA AN AFRICAN CATFISH

*Olifrenko V.V. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,
Kornienko V.O. – Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,
Kozychar M.V. – Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,
Kherson state agricultural university,
pavelolifrenko@gmail.com, frank438@ukr.net, kaf.chemistry@ukr.net*

Clarias gariepinus is a new object of aquaculture of Ukraine. When reproducing this species, exclusively factory methods are used, involving the immobilization of male and female fish, or anesthesia. Traditional methods of anesthesia are difficult to apply both in the reproduction of catfish and in its slaughter, given its anatomy and physiology. In our work, the possibility of the use of cold water as an immobilization and an anesthetic agent in the factory reproducing of a catfish was investigated. In the performance of research we were also considered the amazing possibilities of ice water as a procedure before slaughter catfish, provided by European regulations for the protection of animals in the slaughter. The research were conducted under the experimental RAS in the Department of Hydrobiology of the China-Ukrainian Scientific Research Institute of Sciences of Life (Zhuji, PRC), and were partly extended at the Kherson state Agrarian and Economic University. During the experimental works, the catfishes of three-year-olds were used, which for the purpose of immobilization were withstood in baths with chilled water at different expositions. During the work, the reaction of fish on the withstand in chilled to +1- +2 °C water was investigated. There were withstand of expositions - 5, 10, 15 and 20 minutes. In males and females of catfish, during the capture, transportation, adaptation and conduct of experiments, the blood sugar content was determined as an indicator of possible stress. The use of chilled water caused an effect after 5 minutes. The optimal duration was keeping males and females of catfish in ice water for 10 minutes. Within 8-10 minutes, all fish without exception had a loss of orientation and a sharp slowdown in movements. This allows you to carry out technological operations with them. In this case, the physiological state of fish does not change significantly. Fish quickly get out of a stressful situation when they return to the optimum water temperature.

An increase in the time of keeping male and female catfish in chilled water up to 15-20 minutes, in our opinion, is inappropriate in practical fish farming. Exposure for 15 minutes caused a state of immobilization, but led to an increase in blood glucose and

the death of several fish. Exposure for 20 minutes caused complete anesthesia with no respiratory movements and led to a sharp increase in blood glucose. This indicates the onset of deep stress. As a result, keeping the fish in cold water for 20 minutes caused the death of all males and females. Exposure of about 20 minutes or more can be used when slaughtering catfish.

Keywords: anesthesia, immobilization, catfish, fish, blood, anesthesia, death, exposure.

ЛІТЕРАТУРА

1. Качний О.С. Стан і тенденції розвитку світового рибного господарства і його роль у продовольчому забезпеченні населення. *Агросвіт*. № 12. 2009. С. 11–15.
2. Цілі Сталого Розвитку: Україна. Національна доповідь. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, Київ, 2017. 174 с.
3. Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrip-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G.-I. & Williams, M. (2015). Feeding 9 billion by 2050 – putting fish back on the menu. *Food Security*, 7: 261–274.
4. Blanchard, J.L., Watson, R.A., Fulton, E.A., Cottrell, R.S., Nash, K.L., Bryndum-Buchholz, A., Büchner, M., Carozza, D.A., Cheung, W.W.L., Elliot, J., Davidson, L.N.K., Dulvy, N.K., Dunne, J.P., Eddy, T.D., Galbraith, E., Lotze, H.K., Maury, O., Müller, C., Tittensor, D.P. & Jennings, S. (2017). Linked sustainability challenges and trade-offs among fisheries, aquaculture and agriculture. *Nature Ecology and Evolution*, 1: 1240–1249. doi: 10.1038/s41559-017-0258-8.
5. Cheung, W.W.L., Froelicher, T.L., Asch, R.G., Jones, M.C., Pinsky, M.L., Reygondeau, G., Rodgers, K.B., Rykaczewski, R.R., Sarmiento, J.L., Stock, C. & Watson, J.R. (2016). Building confidence in projections of the responses of living marine resources to climate change. *ICES Journal of Marine Science*, 73: 1283–1296.
6. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 – Достижение целей устойчивого развития. Рим. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. ФАО. 2018.
7. Грициняк І.І. Наукове забезпечення розвитку аквакультури та підвищення ефективності використання водних біоресурсів внутрішніх водойм України. *Рибогосподарська наука України*. 2010. № 1. С. 4–13.
8. Clark, M. & Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters*, 12(6). URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa6cd5/meta>.
9. De Silva, S.S. & Soto, D. 2009. Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto & T. Bahri, eds. *Climate change implications for fisheries and aquaculture*:

- overview of current scientific knowledge, pp. 151–212. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. no. 530. Rome, FAO.
10. Водні біоресурси і аквакультура. За ред. І.І. Грициняка, М.В. Гринжевського, О.М. Третяка. К.: ДІА, 2010. 400 с.
 11. Регламент (ЕС) № 1099/2009 Совета ЕС о защите животных при умерщвлении. Брюссель, 24 сентября 2009 года. URL: <https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/laws/eu/2009-1099.pdf>.
 12. Коваленко В.О., Шумова В.М., Поплавська О.С. Удосконалення технології відтворення об'єктів рибництва (на прикладі стерляді і білого товстолоба). Мат-ли доповідей на наук.-практ. семінарі «FishExpo-2015» в рамках Міжнародної виставки-ярмарку Агро-2015. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. С. 82–89.
 13. Brown, L. (2011). Anaesthesia for fish. *Vietfish*, 8, 68–70.
 14. Поплавська О.С., Шумова В.М., Коваленко В.О. Досвід використання природних анестетиків для зменшення впливу стрес-факторів на риб в аквакультурі. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VIII Міжнар. наук. конф. (21-23 грудня 2015 р.). Дніпропетровськ: Ліра, 2015. С. 134–136.
 15. Никоноров С. И. Перспективы применения нейротропных веществ в рыбоводстве. *Рыбное хозяйство*, 1984. № 4. С. 72–73.
 16. Кулясова О.В., Мельников А.В., Смирнов О.В. Анестезия рыб. *Ветеринария*. 2001. № 1. С. 21.
 17. Давыдов О.Н., Абрамов А.В., Куровская Л.Я., Темниханов Ю.Д., Неборачек С.И. Биологические препараты и химические вещества в аквакультуре. К.: Логос, 2009. 307 с.
 18. Подушка С.Б. Прижизненное получение икры у осетровых рыб. Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири: Всерос. науч.-практ. конф., Тюмень, 1996 г.: тезисы докл. Тюмень, 1996. С. 115–116.
 19. Голованова Т.С., Климонов В.О., Дубов В.Е., Никонов С.И. Действие анестетиков каиновой группы на молодь и производителей русского осетра (*A. Gueldenstaedtii*). Материалы докладов III Междунар. Науч.-практ. конф. Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Астрахань: Нова, 2004. С. 162–168.
 20. Чебанов М.С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Анкара: ФОООН, 2010. 325 с.
 21. Шевченко В.Ю., Оліфіренко В.В., Корнієнко В.О., Плугатарьов В.А. Спосіб застосування препарату ХІА для анестезії плідників осетрових в процесі штучного відтворення. Патент № 117105 від 2017.06.12.
 22. Шерман І.М., Козій М.В., Корнієнко В.О., Шевченко В.Ю. Осетрівництво: підручник, 2-е вид. доп. Херсон: «ОЛДІ-ПЛЮС», 2018. 463 с.

23. Hellmann, J., Hönig, W., Lübke, M., Steinhagen, D. Betäubungsverfahren für Afrikanische Welse (*Clarias gariiepinus*) (2015): Fischgesundheit und Fischerei im Wandel der Zeit. XV. Gemeinschaftstagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizer Sektion der European Association of Fish Pathologists (EAFP), 8. 10 Oktober 2014 an der LfL in Starnberg.: 79–86.

REFERENCES

1. Kachnij O.S. (2009). *Stan i tendenciyi rozvitku svitovogo ribnogo gospodarstva i jogo rol u prodovolchomu zabezpechenni naseleण्या* [The state and trends of the development of the world fisheries and its role in the food supply of the population]. *Agrosvit*. № 12. pp. 11–15. [in Ukrainian].
2. Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine (2017). Sustainable Development Goals: Ukraine. National report., Kyiv. [in Ukrainian].
3. Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrip-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G.-I. & Williams, M. (2015). Feeding 9 billion by 2050 – putting fish back on the menu. *Food Security*, 7: 261–274.
4. Blanchard, J.L., Watson, R.A., Fulton, E.A., Cottrell, R.S., Nash, K.L., Bryndum-Buchholz, A., Büchner, M., Carozza, D.A., Cheung, W.W.L., Elliot, J., Davidson, L.N.K., Dulvy, N.K., Dunne, J.P., Eddy, T.D., Galbraith, E., Lotze, H.K., Maury, O., Müller, C., Tittensor, D.P. & Jennings, S. (2017). Linked sustainability challenges and trade-offs among fisheries, aquaculture and agriculture. *Nature Ecology and Evolution*, 1: 1240–1249. doi: 10.1038/s41559-017-0258-8.
5. Cheung, W.W.L., Froelicher, T.L., Asch, R.G., Jones, M.C., Pinsky, M.L., Reygondeau, G., Rodgers, K.B., Rykaczewski, R.R., Sarmiento, J.L., Stock, C. & Watson, J.R. (2016). Building confidence in projections of the responses of living marine resources to climate change. *ICES Journal of Marine Science*, 73: 1283–1296.
6. FAO. (2018). The state of world fisheries and aquaculture. In brief. Meeting the sustainable development goals. (This work is available under a CC BY-NC-SA 3.0 IGO licence). Rim.
7. Gricinyak I.I. (2010). *Naukove zabezpechennya rozvitku akvakulturi ta pidvishennya efektyvnosti vikoristannya vodnih bioresursiv vnutrishnih vodojm Ukraini* [Scientific support for the development of aquaculture and increasing the efficiency of use of aquatic bioresources of inland water bodies of Ukraine]. *Ribogospodarska nauka Ukraini*. no. 1. pp. 4–13. [in Ukrainian].
8. Clark, M. & Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters*, 12(6). URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa6cd5/meta>.

9. De Silva, S.S. & Soto, D. (2009). Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto & T. Bahri, eds. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. Rome, FAO. no. 530. pp. 151–212.
10. Gricinyaka I.I., Grinzhevskogo M.V., Tretyaka O.M. (2010). Vodni bioresursi i akvakultura [Water bioresources and aquaculture]. Kiyiv: DIA. [in Ukrainian].
11. Council Regulation (EC) No 1099/2009 of 24 September 2009 on the protection of animals at the time of killing. URL: <https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/laws/eu/2009-1099.pdf>.
12. Kovalenko V.O., Shumova V.M., Poplavska O.S. (2015). *Udoskonalennja tehnologii' vidtvorennja ob'ektiv rybnyctva (na prykladi sterljadi i bilogo tovstoloba)*. [Improving the technology of reproduction objects fish farming (for example, sterlet and white carp)]. Proceedings of the reports on nauk. and practical. seminar «Fish Expo-2015» at the International exhibition-yarmarka Agro-2015. Kiev. pp. 82–89. [in Ukrainian].
13. Brown, L. (2011). Anaesthesia for fish. *Vietfish*, 8, 68–70.
14. Poplavska O.S., Shumova V.M., Kovalenko V.O. (2015). *Dosvid vykorystannia pryrodnykh anestetikov dlia zmenshennia vplyvu stres-faktoriv na ryb v akvakulturi* [Experience the use of natural anesthetics to reduce the impact of stress factors on fish in aquaculture]. Biodiversity and Role of Animals in Ecosystems: Extended Abstracts. VIII International Conference. Dnipropetrovsk. Ukraine: Lira. pp. 134–136. [in Ukrainian].
15. Nikonorov S.I. (1984). *Perspektivy primeneniya neyrotropnykh veshchestv v rybovodstve* [Prospects application of neurotrophic substances in fish farming]. *Fish industry*. no. 4. pp. 72–73. [in Russian].
16. Kulyasova O.V., Mel'nikov A.V., Smirnov N.M. (2001). *Anesteziya ryb* [Anesthesia fish]. *Veterinary science*. no. 1. P. 21. [in Russian].
17. Davyidov O.N., Abramov A.V., Kurovskaya L.Ya., Temnihanov Yu.D., Neborachek S.I. (2009). *Biologicheskie preparaty i khimicheskie veshchestva v akvakul'ture* [Biological preparations and chemical substances in aquaculture]. Kyiv. Ukraine: Logos. [in Ukrainian].
18. Podushka S.B. (1996). *Prizhiznennoe poluchenie ikry u osetrovyykh ryb* [Lifetime obtaining caviar from of sturgeon fish]. Biologicheskije resursi i problem razvitiya akvakul'turi na vodojomakh Urala i Zapadnoy Sibiri: Vseros. nauch.-prakt. konf.: tezisi dokl. Tjumen. pp. 115–116. [in Russian].
19. Golovanova T.S., Klimonov V.O., Dubov V.E. i Nikonov S.I. (2004). *Dejstvie anestetikov kainovoj gruppy na molod i proizvoditelej russkogo osetra (A. Gueldenstaedtii)*. Materialy dokladov III Mezhdunar. Nauk.-prakt. konf.

- Akvakultura osetrovyyh ryb: dostizheniya i perspektivy razvitiya. Astrahan: Nova. pp. 162–168. [in Russian].
20. Chebanov M.S. (2010). *Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovyyih ryib* [Guidelines for the Methods of mathematical modeling in ecology artificial reproduction of sturgeons]. Ankara: FAO. [in Turkey].
 21. Shevchenko V.Yu., Olifirenko V.V., Korniyenko V.O., Plugatirov V.A. (2017). Sposib zastosuvannya preparatu XILA dlya anesteziyi plidnikiv osetrovih v procesi shtuchnogo vidtvorennya. Patent № 117105 vid 2017.06.01. [in Ukrainian].
 22. Sherman I.M., Shevchenko V.Yu., Korniienko V.O., Ignatov O.V. (2009). *Ekoloho-tekhnologichni osnovy vidtvorennia i vyroshchuvannia molodi osetropodibnykh* [Ecological-technological bases of reproduction and cultivation of young sturgeon]. Kherson: Oldi-Plius [in Ukrainian].
 23. Hellmann, J., Hönig, W., Lübke, M., Steinhagen, D. (2014). Betäubungsverfahren für Afrikanische Welse (*Clarias gariepinus*). (2015): Fischgesundheit und Fischerei im Wandel der Zeit. XV. Gemeinschaftstagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizer Sektion der European Association of Fish Pathologists (EAFP), 8. 10 Oktober 2014 an der LfL in Starnberg.: 79–86.