

УДК 639.3:628.3

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2020.1.8>

## ВИКОРИСТАННЯ ВОДОРОСТЕЙ ВИДУ *CHLOROPHYTA* ЯК БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ

<sup>1</sup>Шарило Ю.Є. – директор,

<sup>1</sup>Деренько О.О. – провідний фахівець,

<sup>2</sup>Дюдяєва О.А. – старший викладач, консультант з експорту,

<sup>1</sup>Бюджетна установа «Методично-технологічний центр з аквакультури»,

<sup>2</sup>ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»,

*egts@ukr.net, dyudyaeva.olga@gmail.com*

Глобалізаційні процеси вимагають від сучасної економіки все більшої гнучкості та ефективності. Сучасні тренди у аквакультурі це активне запровадження сталих практик, взаємодія з іншими сферами економіки, енергозбереження та сучасні біотехнології. Очевидно, що запровадження всіх цих компонентів маю відбуватися гармонійно, адже не існує типових стратегій забезпечення сталого розвитку територій. Симбіоз економіки, екології та соціальної сфери потребує ґрунтовних наукових досліджень та не менш ґрунтовних апробацій. А ще для сталого розвитку аквакультури необхідно залучати органічні компоненти, які будуть гармонійно впливати на екосистему в процесі ведення аквакультури.

Крім того, одним з таких трендів розвитку аквакультури – це необхідність запровадження адаптаційних заходів для зменшення негативного впливу змін клімату та ефективного пристосування до нових умов. Глобальне потепління ми з вами вже спостерігаємо змінює водну флору і фауну, і технологічні процеси в аквакультурі потребують корегування. Зокрема, прогнозоване зменшення об'єму стоку поверхневих вод, що є результатом підвищення температурного режиму, потребує перегляду практик розподілення водних ресурсів серед суб'єктів господарської діяльності, викликані високими температурами зміни в гідробіологічній сфері прогнозовано впливають на якість води у водоймах. Однозначно все це вплине на вітчизняну аквакультуру.

Застосування хлорели у народному господарстві відбувається вже давно і успішно, але в аквакультурі ця водорість може з успіхом застосовуватися в різних якість, зокрема, як біологічний меліоратор, що очищує рібницькі водойми покращує якість води. Розвиток хлорели у водоймі пригнічує розвиток синьо-зелених водоростей, особливо в умовах підвищеної температури води, і це зберігає необхідний для вирощування гідробіонтів кисень у воді та забезпечує її належну кислотність. І це не єдина якість хлорели – дослідження в цьому плані продовжуються.

Для зменшення негативного впливу від наслідків глобального потепління найкраще застосовувати місцеві органічні компоненти – вони найкраще співіснують з екосистемою. Природне середовище за таких обставин не зазнає глибокого впливу, що відповідає принципу сталості та екологічності. Таким чином, запровадження хлорели в аквакультурі для очищення рібницьких ставків від синьо-зелених водоростей влітку є ефективним та таким, що відповідає цілям

сталого розвитку. Крім того, така практика може розглядатися і бути рекомендована аквакультури, як адаптаційна практика щодо збереження якості поверхневих вод в умовах глобального потепління.

Ключові слова: хлорела, мікроводорості, синьо-зелені водорості, біомеліорація, аквакультура, гідробіонти, вища водна рослинність.

---

**Актуальність поставленої задачі.** Засади сталості та дбайливого ставлення до навколишнього природного середовища останнім часом широко впроваджуються у різних галузях вітчизняної економіки, в тому числі в рибництві. Тому розвиток цієї галузі на пряму залежать від використання органічних методів та технологій. Сучасний розвиток вітчизняного рибництва відповідає стратегічним цілям і завданням, які сьогодні стоять перед агропромисловою галуззю України в частині забезпечення продовольчої безпеки та формування конкурентоспроможного сільськогосподарського виробництва. Вітчизняне рибництво має достатній потенціал для збільшення як обсягів виробництва, підвищення рівня внутрішнього споживання населенням рибної продукції, розвитку експортних можливостей галузі. Аквакультура як один із напрямків рибництва є досить перспективною та економічно вигідною сферою розвитку агробізнесу для малих та середніх фермерських господарств, представляє інтерес для інвесторів. Так, за даними проведених досліджень аграрного ринку розвиток рибництва впродовж 2014-2018 рр. супроводжувався загалом тенденціями коливання обсягів добування водних біоресурсів та їх стійким нарощуванням безпосередньо у внутрішніх водних об'єктах [1].

Важливо, щоб органічні, природо-зберігаючі технології, які мають змінювати сучасні високоефективні практики, превалювали в технологічних процесах аквакультури. Запровадження органічних практик суб'єктами аквакультури має бути фінансово обґрунтованим, адже продукція повинна бути конкурентною.

Рациональне використання природних ресурсів та створення ошадливих біотехнологій є пріоритетом розвитку цивілізованих країн світу. Однією з таких практик може стати застосування в аквакультурі надзвичайно корисного представника флори – зелених водоростей.

**Аналіз останніх досліджень.** Одним з представником роду одноклітинних зелених водоростей, які відносяться до відділу *Chlorophyta*, є хлорела. Клітина хлорели має кулясту форму. Різні види хлорели поширені в прісних і солоних водоймах, на зволжених ділянках суходолу (вологий ґрунт, кора дерев). Клітина хлорели не має джгутиків і тому нерухома. У неї також немає вічка. Клітину оточує щільна клітинна оболонка. Хлорела має одне ядро (рис. 1).

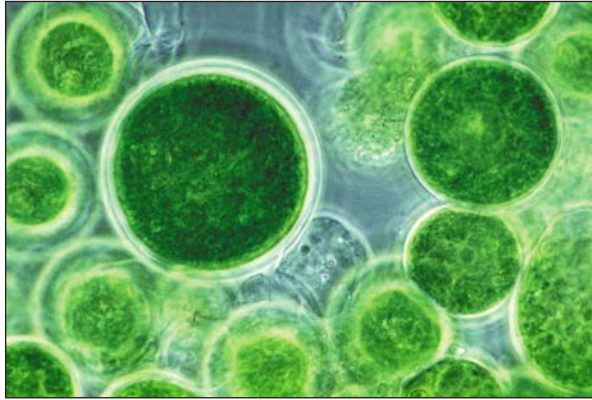


Рис. 1. Хлорела – рід одноклітинних зелених водоростей, відділ *Chlorophyta*

Її хлоропласт зазвичай чашоподібної форми. Живиться хлорела лише завдяки фотосинтезу [2]. Газообмін відбувається через поверхню клітини. Розмножується водорість нестатевим способом нерухомими спорами. Внаслідок поділу вмісту материнської клітини їх утворюється до 8. Спори звільняються через розриви оболонки материнської клітини. За несприятливих умов оболонка клітини хлорели може потовщуватись, у цитоплазмі накопичується багато олії і запасного крохмалю. У такому неактивному стані хлорела може перебувати тривалий час. Завдяки потужній клітинній стінки водорість може пережити багатьох мешканців фауни і флори. При великому скупченні хлорела робить рідину насичено зеленого кольору (рис. 2). Найпоширенішою є *Chlorella vulgaris*. За даними фахівців, їй близько 2-х мільярдів років.

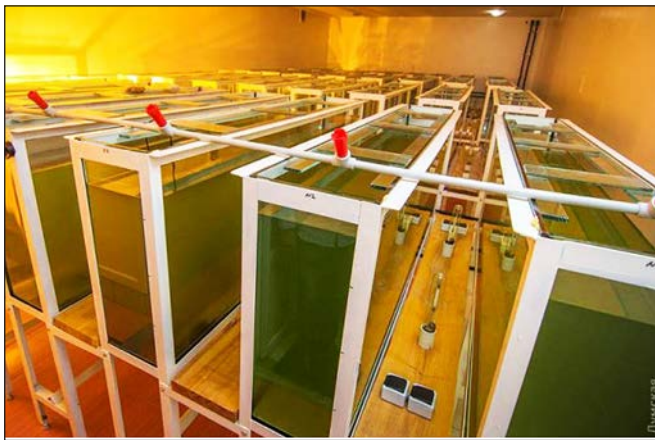


Рис. 2. Вирощування хлорели в лабораторних умовах

Останнім часом раціональне використання водних організмів в аквакультурі вітчизняними фахівцями в рибництві розглядається як один із пріоритетних напрямів розвитку галузі. Досвід використання мікроводоростей налічує декілька тисячоліть, але практичні способи одержання біомаси відомі не так давно. Базові методи культивування мікроводоростей, що розроблені вченими низки країн світу, в тому числі США, Радянського Союзу, покладені в основу сучасних технологій, що використовуються в аквакультурі [3, 4]. Аналізуючи світовий та вітчизняний досвід, фахівці відзначають, що зелені одноклітинні мікроводорості містять унікальний комплекс біологічно активних компонентів.

Зелена водорість хлорела володіє здатністю інтенсивно виробляти кисень, через що вона є невід'ємною частиною життя на підводному човні або космічному кораблі. Так, на Дніпропетровщині роботи велися в лабораторії космічної гідробіології.

Хлорела використовується в якості біологічно активної добавки, так як містить мікро- і макроелементи. В медицині та косметології водорість використовується через значний вміст хлорофілу. За поживністю вона перевершує пшеницю і знаходиться майже на одному місці з м'ясом, тому активно використовується в системі дотримання здорового способу життя.

**Постановка завдання.** Висока продуктивність зелених одноклітинних мікроводоростей щодо рівня енергетичного обміну, який пропорційний площі поверхні організмів, високий рівень мінерального обміну порівняно з вищими рослинами, інші особливості водоростей визначають найбільш перспективні галузі їх використання.

Хлорела – органічний високоефективний природний біостимулятор росту рослин, що прискорює коренеутворення, ріст, розвиток і цвітіння.

Для тваринництва та птахівництва хлорела є альтернативним джерелом білка, вітамінів та амінокислот. Вона містить 40–55% білка і перевищує за цим показником навіть люцерну. В перерахунку на 1 га, водорості дають 20-30 т чистого білка, а люцерна – 2-3,5 т.

Хлорела підвищує захисні властивості рослин, антистресову стійкість при несприятливих зовнішніх впливах, включаючи посуху, акліматизацію, пересадку.

Очищення стічних вод. Сільськогосподарський стік забруднений, як правило, лише біогенами, що робить його ідеальним живильним середовищем для зелених мікроводоростей, які дуже ефективно усувають забруднення із води. Тому, у рибництві хлорелу використовують для очищення ставків та збагачення води киснем. Це актуально в період спеки, коли рівень кисню у воді різко знижується і риба гине.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Із середини ХХ сторіччя хлорелу використовують для очищення води та поновлення складу повітря на космічних станціях і підводних човнах. Виявилося, що ця водо-

рість багата на різні вітаміни та необхідні для організму людини хімічні елементи (фосфор, кальцій, калій, магній, залізо, мідь, сірка, йод). За вмістом цих елементів вона перевищує всі відомі культурні рослини.

Клітини хлорели містять хлорофілу більше, ніж клітини будь-яких інших рослин. Хлорофіл добре відомий своїми антибактеріальними властивостями, стимулює процеси кровотворення, роботу серцево-судинної, травної систем. Речовини, які входять до складу клітинної стінки хлорели, сприяють виведенню з організму людини отруйних речовин: агрохімікатів, важких металів, захищають від небезпечного впливу радіації. Хлорела стимулює імунну систему людини. Тому хлорелу використовують для виробництва різноманітних препаратів та вітамінів.

Крім того, суспензія хлорели являється органічним, екологічно безпечним добривом (рис. 3), до складу якого входять елементи у збалансованому стані, – вітаміни (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>12</sub>, С, D, Е, К, РР); мінерали та мікроелементи (Са, N, Р, Mg, К, Cu, Fe, S, Zn, Со, Mn, Zr, Rb, I); рослинний білок високої якості, який переважає всі відомі рослинні білки за кількістю амінокислот (більше 40), у тому числі 20 основних альфа-амінокислот, що беруть участь у всіх життєвих процесах (глутамінова кислота, аспаргінова кислота, лейцин, аланін, валін, гліцин, тренин).

Культуральне середовище хлорели містить широкую кількість фізіологічно активних речовин, серед яких: регулятори росту та розвитку (ауксини і гиббереліни, фенольні сполуки, природні стероїди, вітаміни, амінокислоти); активатори клітинного ділення (цитокініни); природний антибіотик «хлорелин», що знищує патогенну мікрофлору (рис. 4).

Численні дослідження, в тому числі авторів статті, виявили широкий спектр позитивних ефектів від застосування суспензії мікроводоростей у рослинництві. Під дією обробок стимулюється стійкість до біотичного та абіотичного стресу, коренеутворення, поліпшується цвітіння, плодо-



*Рис. 3. Внесення суспензії хлорели у водойми*



*Рис. 4. Культуральне середовище хлорели містить велику кількість фізіологічно активних речовин*

ношення та якість продукції, термін зберігання та транспортабельність плодів, що в цілому позначається на підвищенні врожайності.

Завдяки особливим властивостям хлорела широко використовується в медицині. Форми використання хлорели у вигляді суспензій, порошку та таблеток, але найбільш широко використовується суспензія, яка містить живі клітини мікроорганізму і весь спектр водорозчинних метаболітів.

Всі форми використовуються в різних сферах, включаючи:

- гастроентерологію – для поліпшення травлення;
- стоматологію – для зняття запалення на м'яких яснах, зміцнення кісткової тканини;
- отоларингологію – знижує частоту астматичних і алергічних нападів;
- біотехнологію – для стимуляції росту тварин і птахів, з метою попередження цвітіння води у водосховищах;
- онкологію – перешкоди для регенерації ракових клітин;
- кардіології – для зміцнення судинних стінок, нормалізації тиску, запобігання утворення тромбів;
- імунологію – для боротьби з вірусними та інфекційними захворюваннями;
- косметологію – для поліпшення здоров'я шкіри, продовження її молодості, насичення киснем;
- дієтологію – для виведення токсинів і боротьби із зайвою вагою.

Водорість є частиною різних систем годівлі і напування тварин, використовується при виробництві гранульованих комбикормів для кролів, птахів, собак і кішок. Завдяки здатності активно виробляти кисень, мікроорганізми застосовуються для виробництва кисню в замкнених екосистемах. Хлорела є ефективним органічним засобом боротьби з синьо-зеленими водоростями, що спрямований на поліпшення якості водного середовища, що є актуальним у рибництві, а саме в аквакультурі.

Аналіз структури добування водних біоресурсів за рибальськими регіонами промислу, показав, що у 2018 році найбільшу питому вагу

займали внутрішні водні об'єкти – 54,3% і досить вагоме місце належало аквакультури – 15,7%. На думку експертів з економічних питань, аквакультура останніми роками стала одним із важливих та досить помітних трендів розвитку вітчизняного рибництва [1].

Аквакультура – один із динамічних та рентабельних видів рибництва, що має низький бар'єр для входження у цей напрям агробізнесу та гарантує швидке повернення вкладених інвестицій і достатньо високий прибуток.

В аквакультури зелені мікродорості можуть використовуватися з різними цілями.

Прикладом ефективної біомеліорації водойм є комплекс робіт, що включає в себе зариблення водних об'єктів рослиноїдними видами риб (наприклад, білий товстолобик) та вселення у водойму хлорели. Цей спосіб покращує якість води, насичає воду киснем, пригнічує розвиток синьо-зелених водоростей і сприяє стабілізації екосистеми. Як показує практика, біомеліорація із застосування хлорели є одним з найдешевших дієвих методів очищення водойм від надмірної рослинності [5]. Пошук ефективних рішень змушує орендарів водних об'єктів її застосовувати хлорелу для створення оптимальних умов та швидкого зростання товарної риби. Хлорела також є гарною кормовою базою для коропа, товстолобиків, білого амура та раків [6].

Сучасний екологічний стан природних водойм України, вплив на них багаторічного скиду частково очищених скидних вод поступово призводить до екологічної катастрофи. На початку XXI сторіччя екологічна ситуація, в якій опинилися водойми України, викликає серйозну занепокоєність. Однією з основних проблем є біологічне забруднення вод природних водоймищ патогенними та умовно-патогенними мікроорганізмами, яке відбувається в результаті надходження в них стічних вод з прибережних населених пунктів, промислових вод, багатих на органічні сполуки з поживними речовинами для мікроорганізмів. У процесі евтрофікації надлишок поживних речовин у водоймах викликає надмірне розмноження водоростей. Основними ознаками евтрофікації водойм є збільшення біомаси фітопланктону або інших автотрофних організмів, масовий розвиток водоростей до рівня «цвітіння» води, зменшення концентрації розчиненого кисню на заключному етапі вегетації – при масовому відмиранні водоростей.

«Цвітіння» води це гідробіологічний процес, зумовлений евтрофікацією. Найбільше значення в розвитку фітопланктону до рівня «цвітіння» води мають синьо-зелені водорості. Забруднення водойм внаслідок розкладання великих накопичень маси водоростей характеризується як біологічне самозабруднення. Період домінування синьо-зелених водоростей

пов'язаний із пригніченням усіх інших компонентів фітопланктону внаслідок затемнення, перехоплення біогенних елементів і впливу токсичних виділень на інші планктонні види. Під час «цвітіння» води у водоймах поряд з продуктами розкладання синьо-зелених водоростей відбувається активний розвиток патогенних бактерій, що призводить до посилення загальної токсичності водного середовища та загострення епідеміологічної ситуації у водоймі.

Вирішення проблеми збереження та відновлення природних ресурсів України можливе шляхом розробки і подальшої реалізації науково обґрунтованих планів водного та екологічного менеджменту із застосуванням біологічних способів боротьби зі шкідливими видами, в яких застосовують інші організми, що є їхніми природними ворогами. Ці способи повинні враховувати не тільки сучасні умови формування гідроекологічного режиму природних водойм, але й їх зміни, що очікуються внаслідок впливу антропогенної діяльності та впливу кліматичних чинників.

«Цвітіння» води може бути спричинене масовим розмноженням водоростей та ціанобактерій. Для боротьби із «цвітінням» води було надано рекомендацію застосовувати біологічний спосіб боротьби (рішення Всеукраїнської науково-практичної конференції «Річки та лимани Причорномор'я на початку XXI сторіччя», Одеський державний екологічний університет, 17-18.10.2019 р.).

Використання хлорели з метою очищення води започатковано ще в середині XX сторіччя. На сучасному етапі інноваційним підходом, який значно дозволяє знизити рівень забруднення водойм та покращити органолептичні властивості води, є біоремедіація водойм суспензією хлорели, яка оснований на альголізації водойм планктонними штамми зеленої мікродорості *Chlorella vulgaris*. Технологія заснована на біологічних властивостях живої планктонної хлорели пригнічувати дію синьо-зелених водоростей (ціанобактерій). Хлорела проявляє природну конкуренцію та здатна впливати на витіснення синьо-зелених водоростей з водойм, а також ліквідує наслідки «цвітіння»: очищує воду, насичує її киснем, відновлює популяцію фіто- та зоопланктону. Таким чином, забезпечує рибу природною кормовою базою та в цілому підвищує імунітет рибного стада.

Важливу роль у самоочищенні водного середовища відіграють водорості та вищі водні рослини. Очищуючи водне середовище від біогенних елементів (N і P), водні рослини ще й стримують «цвітіння» води синьо-зеленими водоростями. Перспективним напрямком зниження евтрофікації вод і захисту їх від забруднення може бути фітомеліорація, тобто культивування вищої водної рослинності в прибережних зонах для затримки біогенних елементів, що надходять із полів, тваринницьких ферм і населених пунктів. Однією з численних екологічних проблем сучасної цивілізації



є утилізація промислових, господарсько-побутових стоків, рідких стоків ставків тваринницьких і птахівничих комплексів, міських водойм, озер, малих річок, ставків в зонах відпочинку.

Альголізація водойм хлорелою вже кілька років поспіль з успіхом використовується такими вітчизняними рибоводними господарствами, як Візирський ставок № 2 КП «Візирське джерело», Рекреаційний комплекс «Три Карасі».

Штам мікроорганізму має здатність «вільного» і рівномірного розподілу в середовищі. Потрапляючи у водойму, планктонна Хлорела не осідає на дно і не прилипає до вищої рослинності, а знаходиться і розвивається у верхньому (до 40–100 сантиметрів) шарі води, інтенсивно фото синтезується та ділиться. Це пов'язано з високою швидкістю поділу клітин. За кілька днів хлорела стає домінуючою мікробіодорістю в зазначеному шарі води, насичуючи його киснем і видаляючи з нього надлишки вуглекислого газу, органічних і неорганічних речовин. При цьому знищується вся патогенна мікрофлора.

Оскільки хлорела є найкращим кормом для зоопланктону, то чисельність його у водоймі збільшується в рази. Метод внесення до водойми зеленої водорості хлорели крім вирішення основного поставленого завдання – ліквідація «цвітіння» синьо-зелених водоростей, забезпечує значне поліпшення якості води за концентрацією хімічних елементів; істотне зниження бактеріального обсіменіння води патогенною мікрофлорою; збільшення кількості розчиненого кисню у воді до норми протягом всього вегетативного періоду; збільшення кормових ресурсів фауни водойм; відмова від застосування вапнування рибоводних ставків і інших способів пригнічення фіто- і зоопланктону.

У результаті біологічної меліорації забруднених водойм і стічних вод поліпшуються гідробіологічні умови, створюються сприятливі умови для проживання риб. Використання штаму *Chlorella vulgaris* BIN з закладеними в ньому принципово новими можливостями біологічної реабілітації забруднених водойм і стічних вод дозволяє змінити екологічну обстановку і створити надійну систему оздоровлення навколишнього середовища.

Впроваджені штами хлорели, на відміну від аборигенних, постійно присутніх в кожній водоймі, володіють добре вираженими планктонними властивостями і пригнічують розвиток синьо-зелених водоростей, тим самим запобігаючи «цвітіння» води.

Хлорела – це унікальна водорість, харчова добавка, яка вже давно створила серйозну конкуренцію спіруліні і навіть перевершує її за деякими показниками. Хлорелу є ідеальним інгредієнтом для підгодівлі рослиноїдних акваріумних риб. Вже існує велика кількість застосувань хлорели в акваріумістиці, серед яких годування риб і ракоподібних, очищення водойм, підгодівля для рослин і багато іншого.

Є велика кількість причин звернути увагу на цей унікальний продукт. Так як хлорела є природним антибіотиком, вона має лікувально-профілактичну дію з бактеріальними, інфекційними та іншими захворюваннями у риб, сприяє швидкому загоєнню ран і повному відновленню організму і шкіри після хвороб.

Як продукт суспензія хлорели поставляється в рідкому вигляді, транспортується і зберігається в каністрах для харчової продукції ємністю, зручною для використання споживачем. Увесь період з моменту отримання суспензії від виробника до її споживання, хлорелу не можна заморожувати. Зберігатися каністри з суспензією хлорели повинні в приміщеннях з температурою не нижче 5°C. Придатність хлорели для підживлення рослин становить 90 днів. Однак після 14 днів з моменту її відвантаження ефективність починає знижуватися, може з'явитись осад, тому продукт необхідно збовтати перед використанням.



*Рис. 5. Ємності з хлорелою придатною для споживання*

Природу бізнесу на водоростях легко пояснити. Ми завжди намагалися брати необхідні речовини через риб'ячий жир. Це продукція з великих риб, їх важко дістати, дорого. Але хижаки їдять дрібнішу рибу, а вона харчується водоростями. Хіба не логічніше звернутися до початку ланцюга? Ось і перспективність.

Користь водоростей та способи застосування досліджувались Самвелом Мкртчяном, керівником першої в Україні науково-виробничої компанії «Algalive», яка спеціалізується на культивуванні живих мікрowodоростей, таких як хлорела. У селі Мирне (17 км від м. Одеси) знаходиться незвичайна водоростева ферма, на якій з 2015 року вирощують одноклітинну зелену водорість хлорелу. Крім того, багато років тому Самвелом Мкртчяном було створено Фермерське господарство «У Самвела» (рис. 6).

Самвел Мкртчян знайшов альтернативу традиційних методів виробництва сільгосппродукції – у вигляді найвідомішої одноклітинної водорості. Все геніальне просте!

За словами пана Самвела, це справжня вітамінна бомба, джерело поживних речовин, незамінних амінокислот з практично чудодійними властивостями. Девізом фермера є гасло «Більше органічних продуктів – здоровіша нація!». Досвід підприємця є чудовим прикладом розвитку органічного виробництва в Україні, що засноване на принципах сталості, ресурсоощадності, екологізації виробництва.



Рис. 6. Самвел Мкртчян – засновник фермерського господарства «У Самвела»

У ФГ «У Самвела» займаються культивуванням мікроводорості штаму *Chlorella vulgaris* ІФР № С-111 (марка А, ТУ У 03.0-37613791-001:2017) та *Chlorella vulgaris* ВІН. За органолептичними, фізико-хімічними показниками та токсичністю суспензії хлорели повинна відповідати вимогам технічних умов ТУ У 03.0-37613791-001:2017, які пройшли обов'язкову державну санітарно-епідеміологічну експертизу в Інституті медицини праці ім. Ю.І.Кундієва Національної академії медичних наук України [7–9].

Якість та безпеку продукції з метою використання її в органічному сільському господарстві згідно зі Стандартом Міжнародних Акредитованих Органів Сертифікації з органічного виробництва і переробки, що еквівалентний регламентом Європейського Союзу №834/2007 та 889/2008 підтверджено органом з органічної сертифікації ТОВ «Органік стандарт» [10].

Харчові добавки з хлорели використовуються фермерським господарством «У Самвела» в кулінарії (випічка хліба), приготуванні м'яса, птиці, риби, супів та інших страв у власних ресторанах міста Одеси «Арарат» та «У Самвела». Тобто весь шлях «Від лану до ресторану!» пан Самвел турбується про якість продукції!

Підтвердженням унікальності та користі хлорели культивованої Фермерським господарством «У Самвела» стали звіти наукових досліджень, сертифікати, висновки, а також результати впровадження у власне виробництво, застосування у сільському господарстві, в тому числі аквакультурі [11].

**Висновки та пропозиції.** Раціональне використання природних ресурсів та створення ощадливих біотехнологій є пріоритетом розвитку цивілізованих країн світу. Однією з таких практик може стати застосування в аквакультурі зелених мікроводоростей.

Хлорела проявляє природну конкуренцію в водоймі та здатна впливати на витіснення синьо-зелених водоростей, а також ліквідує наслідки «цвітіння»: очищує воду, насичує її киснем, відновлює популяцію фіто- та зоопланктону.

Запровадження хлорели в аквакультурі для очищення рибницьких ставків від синьо-зелених водоростей влітку є ефективним та таким, що відповідає цілям сталого розвитку. Крім того, така практика може розглядатися і бути рекомендована, як адаптаційна практика щодо збереження якості поверхневих вод в умовах глобального потепління.

## **THE USAGE OF ALGAE OF THE SPECIES *CHLOROPHYTA* AS A BIOLOGICAL METHOD OF WATER TREATMENT**

<sup>1</sup>*Sharylo Yu. Ye. – director,*

<sup>1</sup>*Derenko O.O. – leading specialist*

<sup>2</sup>*Dyudyaeva O.A. – Senior Lecturer, Certified Export Consultant,*

<sup>1</sup>*Budgetary institution “Methodical and technological center for aquaculture”*

<sup>2</sup>*Kherson State Agrarian University,*

*egts@ukr.net, dyudyaeva.olga@gmail.com*

Globalization processes demand more and more flexibility and efficiency from the modern economy. Current trends in aquaculture are the active introduction of sustainable practices, interaction with other areas of the economy, energy saving and state-of-the art biotechnology. Obviously, the implementation of all these components should be coherent, because there is a lack of uniform approaches to elaborate of the sustainable development plans for certain area. Social sphere coherent development of economic, environment and social pillars requires thorough scientific research. And for

the sustainable development of aquaculture it is necessary to involve natural components that will harmoniously affect the ecosystem in the process of aquaculture.

In addition, one of such trends in the development of aquaculture is the need to introduce adaptation measures to reduce the negative impact of climate change and effective adaptation to new conditions. Global warming we are already seeing shifts aquatic flora and fauna, and technological processes in aquaculture need to be adjusted. In particular, the projected reduction in surface water runoff as a result of rising temperatures requires a review of water distribution practices among economic entities, caused by high temperatures, changes in the in natural conditions which in reservoirs. Undoubtedly, all these matters changes will affect aquaculture.

The use of *Chlorella* spp. in the national economy has been going on for a long time and successfully but in aquaculture, this alga can be successfully used in various capacities, in particular, as a facilitates that cleaning of fish ponds and improves water quality. The development of *Chlorella* spp. in the reservoirs inhibits the development of Cyanobacteria, especially in conditions of elevated water temperature, and this saves the oxygen necessary for the cultivation of aquatic organisms in the water and ensures its proper acidity. And this is not the only quality of *Chlorella* spp - research in this regard continues.

To reduce the negative effects of global warming, it is to use local natural components - they better. The natural environment in such circumstances is not deeply affected, which corresponds to the principle of sustainability and environmental friendliness. Thus, the introduction of *Chlorella* in aquaculture to clean fish ponds from algae in the summer is effective and in line with sustainable development goals. In addition, this practice can be considered and recommended to aquaculture as an adaptive practice for maintaining surface water quality in the context of global warming.

Keywords: chlorella, microalgae, algae, bio-amelioration, aquaculture, aquatic organisms, higher aquatic vegetation.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кернасюк Ю. Рибництво: стан і перспективи розвитку. *Економічний гектар*. 19.06.2019 р. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichniy-hektar/item/14164-rybnystvo-stan-i-perspektyvy-rozvytku.html>
2. Шарило Ю., Деренько О. Хлорела – органічний метод очищення рибогосподарських водойм. Сайт Управління Державного агентства рибного господарства у м. Києві та Київській області. 17.01.2020. URL: [https://kv.darg.gov.ua/\\_hlorela\\_organichnij\\_metod\\_0\\_0\\_0\\_1099\\_1.html](https://kv.darg.gov.ua/_hlorela_organichnij_metod_0_0_0_1099_1.html)
3. Онищенко О.М., Дворецький А.І. Мікроводорості як віновлювальний біологічний ресурс для потреб сільського господарства. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. Біологічні науки. 2013. № 2 (32). С. 48–50.
4. Боднар О.І. Біотехнологічні перспективи використання мікроводоростей: основні напрями (огляд). *Наукові записки Тернопільського національного пед. університету*. Серія: Біологія. 2017. № 1 (68). С. 138–146.
5. Мелиорация водоемов. *Мегалодон*. Інформаційно-аналітична платформа розвитку рибного господарства. 11.03.2020. URL: <http://fishindustry.com.ua/melioraciya-vodoyomov/>

6. Кононенко Р.В., Шевченко П.Г., Кондратюк В.М., Кононенко І.С. Інтенсивні технології в аквакультурі: навчальний посібник. К. : «Центр учбової літератури», 2016. 410 с.
7. Суспензія хлорели. Технічні умови. ТУ У 03.0-37613791-001:2017. Дата надання чинності з 24.04.2017 р. Чинні до 24.04.2027 р.
8. Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи на ТУ У 20.4-376113791-002:2018. Протокол експертизи № 25693 від 26.10.2018. Державна установа «Інститут медицини праці ім. Ю.І. Кундієва» Національної академії медичних наук України.
9. Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи ТУ У 20.4-376113791-003:2018. Протокол експертизи № 1201 від 30.07.2018. Державна установа «Інститут медицини праці ім. Ю.І. Кундієва» Національної академії медичних наук України.
10. Орган сертифікації ТОВ «Органік стандарт». Підтвердження № 18-1088-01. Щодо придатності для використання в органічному сільському господарстві згідно зі Стандартом Міжнародних Акредитованих Органів Сертифікації з органічного виробництва і переробки, що еквівалентний регламентом Європейського Союзу № 834/2007 та 889/2008.
11. Звіт про «Дослідження впливу хлорели на шкіру при прийманні ванн» згідно договору № 6/19 від 11.02.2019 р. Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ) Міністерства освіти і науки України.

#### REFERENCES

1. Kernasjuk Ju. (2019). *Rybnyctvo: stan i perspektyvy rozvytku* [The fisheries: state and prospects of development]. *Ekonomichnyj hektar*. 19.06.2019. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichni-hektar/item/14164-rybnytstvo-stan-i-perspektyvy-rozvytku.html> [in Ukrainian].
2. Sharylo Ju., Deren'ko O. (2020). *Hlorela – organichnyj metod ochyshhennja rybogospodars'kyh vodojm* [Chlorella is an organic method of cleaning fish ponds]. Sajt Upravlinnja Derzhavnogo agentstva rybnogo gospodarstva u m. Kyjevi ta Kyi'vs'kij oblasti. 17.01.2020. URL: [https://kv.darg.gov.ua/\\_hlorela\\_organichnij\\_metod\\_0\\_0\\_0\\_1099\\_1.html](https://kv.darg.gov.ua/_hlorela_organichnij_metod_0_0_0_1099_1.html) [in Ukrainian].
3. Onyshhenko O.M., Dvorec'kyj A.I. (2013). *Mikrovodorosti jak vinovljudvalnyj biologichnyj resurs dlja potreb sil's'kogo gospodarstva* [Microalgae as a renewable biological resource for the agriculture needs]. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo derzhavnogo agrarnogo universytetu*. Biologichni nauky. no. 2 (32). pp. 48–50. [in Ukrainian].
4. Bodnar O.I. (2017). *Biotehnologichni perspektyvy vykorystannja mikrovodorostej: osnovni naprjamy (ogljad)* [Biotechnological prospect applying of microalgae: main trends (review)]. *Naukovi zapysky*

- Ternopil's'kogo nacional'nogo ped. universytetu*. Serija: Biologija. no.1 (68). pp. 138–146. [in Ukrainian].
5. Melyoracija vodoemov. (2020). *Megalodon*. Informacijno-analitychna platforma rozvytku rybnogo gospodarstva. 11.03.2020. URL: <http://fishindustry.com.ua/melioracija-vodoyomov/> [in Russian].
  6. Kononenko R.V., Shevchenko P.G., Kondratjuk V.M., Kononenko I.S. (2016). *Intensyvni tehnologii' v akvakul'turi* [Intensive technologies in aquaculture]. Kyiv : «Centr uchbovoi' literatury». [in Ukrainian].
  7. *Chlorella suspension. Specifications*. (2017). TU U 03.0-37613791-001: 2017. From 24.04.2017. Valid until 24.04.2027. [in Ukrainian].
  8. The conclusion of the state sanitary-epidemiological examination on TU U 20.4-376113791-002: 2018. Examination protocol № 25693 dated 26.10.2018. State Institution «Institute of Occupational Medicine Yu.I. Kundieva», National Academy of Medical Sciences of Ukraine. [in Ukrainian].
  9. The conclusion of the state sanitary-epidemiological examination of TU U 20.4-376113791-003: 2018. Examination protocol № 2011201 dated 30.07.2018. State Institution «Institute of Occupational Medicine Yu.I. Kundieva», National Academy of Medical Sciences of Ukraine. [in Ukrainian].
  10. Confirmation № 18-1088-01, approved by Organic Standard LLC for use in organic agriculture in accordance with the Standard of International Accredited Certification Bodies for Organic Production and Processing, which is equivalent to the European Union Regulations № 834 / 2007 and 889/2008.
  11. Research of the effect of chlorella on the skin when taking baths. Report according to the contract № 6/19 dated 11.02.2019. Odessa National Academy of Food Technologies (ONAFТ), Ministry of Education and Science of Ukraine. [in Ukrainian].