# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0425U000083

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 13-03-2025

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Дорош Ірина Володимирівна

2. Iryna Dorosh

**Кваліфікація:** 03.00.20

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-2957-7922

**Вид дисертації:** кандидат наук

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 03.00.20

**Назва наукової спеціальності:** Біотехнологія

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 16-04-2025

**Спеціальність за освітою:** біохімія

**Місце роботи здобувача:** Тимчасово не працює

**Код за ЄДРПОУ:** 00000002

**Місцезнаходження:** 0, Київ, 40000, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 26.254.01

**Повне найменування юридичної особи:** Державна установа "Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України"

**Код за ЄДРПОУ:** 02128514

**Місцезнаходження:** вул. Байди-Вишневецького, буд. 2-а, Київ, 04123, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

**Повне найменування юридичної особи:** Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**Код за ЄДРПОУ:** 02071240

**Місцезнаходження:** вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 62.01.99, 34.15.03

**Тема дисертації:**

1. Оптимізація умов культивування біомаси мікроводоростей як джерела комплексу нутрієнтів
2. Optimization of conditions for the cultivation of microalgae biomass as a source of nutrient complex

**Реферат/анотація:**

1. Дисертація присвячена вивченню ефективних методів культивування одноклітинних мікроводоростей Desmodesmus armatus (Chod.) Hegew. та Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko з метою оптимізації їхнього біохімічного складу для потреб аквакультури. Зокрема, досліджуються можливості використання як альтернативного живильного середовища скидних вод із установки замкненого водопостачання та вплив різноманітних стимуляторів на процеси накопичення цільових біологічно активних речовин, таких як каротиноїди. Аналізуються фактори, що впливають на продуктивність та якісний склад біомаси, зокрема концентрації індукторів каротиногенезу та осморегуляторів. Ці дослідження спрямовані на підвищення ефективності аквакультурного виробництва та розробку нових підходів до раціонального використання водних ресурсів. У роботі вперше проведено дослідження, які показали, що при вирощуванні D. armatus та A. dimorphus на скидній воді з УЗВ продуктивність цих водоростей залишалася високою до 40-го дня

експерименту. Таким чином було показано, що скидна вода забезпечує досліджувані види мікроводоростей доступом до основних нутрієнтів, необхідних для їхнього росту, що робить її придатною для застосування в аквакультурі. З метою збільшення вмісту каротиноїдів у біомасі у роботі вперше для досліджуваних культур було використано методи індукції каротиногенезу шляхом введення у живильне середовище під час другої фази культивування на скидній воді з УЗВ спеціальних промоторів вільнорадикального окислення, зокрема суміші $Fe^{2}$□ та H□O□ чи осморегулятора NaCl. У результаті застосування цих речовин рівень вмісту каротиноїдів зріс до 27 мг/г у культурі D. amatus і до 24 мг/г у культурі A. dimorphus, що свідчить про значний стимулюючий ефект цих речовин на процес каротиногенезу в обох видах мікроводоростей. При цьому спостерігалося зниження вмісту первинних каротиноїдів та збільшення частки вторинних каротиноїдів. Таким чином, запропонована методика дозволяє індукувати процес каротиногенезу, забезпечуючи зростання вмісту вторинних каротиноїдів без використання дорогих добавок. Уперше збагачені каротиноїдами культури використовувалися як кормовий субстрат для вирощування зоопланктону, зокрема для Daphnia magna, Semocephalus vetulus та Moina macrocopa. Аналіз результатів експериментів показав, що найбільш ефективною є схема порційного внесення культури мікроводоростей, попередньо збагаченої каротиноїдами шляхом індукції Fe2+ (200 мМ) з H2O2 (10-4 мМ). Також у роботі показано, що отримана біомаса мікроводоростей із підвищеним вмістом каротиноїдів та ліпідів виявилася ефективною для покращення якісних характеристик популяцій зоопланктону, що відкриває можливості для подальшого використання таких методів у біотехнологічних процесах виробництва живих кормів для аквакультури. У рамках дослідження було розроблено математичні моделі балансу для опису динаміки накопичення каротиноїдів та біомаси за різнонаправленої дії субстратів. Для реалізації моделей були створені спеціалізовані прикладні програми у середовищі Wolfram Mathematica, а також за допомогою мови програмування Python, які дозволяють легко модифікувати параметри системи та спостерігати за впливом змін на поведінку культури мікроводоростей. Підходи, що розроблялися у дисертаційній роботі, дозволяють знизити витрати на виробництво, оптимізувати використання водних ресурсів, а також отримати більш збагачені корми для аквакультури, які сприяють покращенню росту, здоров'я та відтворювальних характеристик водних організмів.

2. The dissertation is devoted to the study of effective methods of cultivation of unicellular microalgae Desmodesmus armatus (Chod.) Hegew. and Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko in order to optimize their chemical composition for aquaculture. In particular, the possibilities of using wastewater from recirculation aquatic systems (RAS) as an alternative nutrient medium and the effect of various stimulants on the processes of accumulation of target biologically active substances, such as carotenoids, are investigated. The factors affecting the productivity and quality composition of biomass, in particular the concentration of carotenogenesis inducers and osmoregulators, are analyzed. These studies are aimed at improving the efficiency of aquaculture production and developing new approaches to the rational use of water resources. The study was the first to show that when D. armatus and A. dimorphus were grown on wastewater from the RAS, the productivity of these algae remained high until day 40 of the experiment. Thus, it was shown that the wastewater provides the studied microalgae species with access to the main nutrients necessary for their growth, which makes it suitable for use in aquaculture. In order to increase the content of carotenoids in biomass, for the first time, the methods of induction of carotenogenesis were used for the studied cultures by introducing special promoters of free radical oxidation, in particular a mixture of $Fe^{2}$□ and H□O□ or osmoregulator NaCl, into the culture medium during the second phase of cultivation on the waste water from RAS. As a result of the use of these substances, the level of carotenoids increased to 27 mg/g in the culture of D. amatus and to 24 mg/g in the culture of A. dimorphus, which indicates a significant stimulating effect of these substances on the process of carotenogenesis in both microalgae types. At the same time, a decrease of primary carotenoids and an increase in the proportion of secondary carotenoids were observed. Thus, the proposed method allows inducing the process of carotenogenesis, providing an increase of secondary carotenoid concentration without the use of expensive additives. For the first time, carotenoid-enriched cultures were used as a feed substrate for the cultivation of zooplankton, in particular for Daphnia magna, Semocephalus vetulus and Moina macrocopa. The analysis of the experimental results showed

that the most effective scheme is the batch introduction of microalgae culture pre-enriched with carotenoids by using Fe2+ (200 mM) with H2O2 (10-4 mM). The work also shows that the obtained microalgal biomass with a high level carotenoid and lipids was efficient in improving the quality characteristics of zooplankton populations, which opens up opportunities for further use of such methods in biotechnological processes of live feed production for aquaculture. As part of the study, mathematical balance models were developed to describe the dynamics of carotenoid and biomass accumulation under the multidirectional action of substrates. To implement the models, specialized software applications were created using Wolfram Mathematica environment, as well as Python programming language, which allow for easy modification of system parameters and observation of the impact of changes on the behavior of microalgae culture. The approaches developed in this thesis help to reduce production costs, optimize the use of water resources, and produce more enriched aquaculture feeds that improve the growth, health and reproductive characteristics of aquatic organisms.

### Державний реєстраційний номер ДіР:

### Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Раціональне природокористування

### Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

### Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

### Публікації:


- Marchenko, M.M., Dorosh, I.V. & Cheban, L.M. (2019). Induction of carotenogenesis in Desmodesmus armatus (Chod.) Hegew cultivated on the closed waterside from recirculating aquaculture. Biotechnologia Acta, 12 (2), 46-55. https://doi.org/10.15407/biotech12.02.046
- Cheban, L., Grynko, O. & Dorosh, I. (2018). Co-cultivation of Daphnia magna (Straus) and Desmodesmus armatus (chod.) Hegew. in recirculating aquaculture system wastewater. Archives of Polish Fisheries, 26, 57 – 64. https://sciendo.com/downloadpdf/journals/aopf/26/1/article-p57.pdf
- Cheban, L.M., Dorosh, I.V. & Marchenko, M.M. (2018). Reaction of Cells Desmodesmus armatus (Chod.) Hegew. on the Induction of Carotynogenesis. International Letters of Natural Sciences, 72, 21-27. https://doi.org/10.56431/p-exxa5m
- Khudyi, O., Marchenko, M., Cheban, L., Khuda, L., Kushniryk, O. & Malishchuk, I. (2016). Recirculating aquaculture systems waste water as a medium for increase of phytoplankton and zooplankton biomass. International Letters of Natural Sciences, 54, 1-7. https://doi.org/10.56431/p-w7i7rc
- Cheban, L., Malischuk, I. & Marchenko, M. (2015). Cultivating Desmodesmus armatus (Chod.) Hegew. in recirculating aquaculture systems (RAS) waste water. Archives of Polish Fisheries, 23(3), 155 – 162. https://doi.org/10.1515/aopf-2015-0018
- Чебан, Л.М., Маліщук, І.В., Гринько, О.Е. & Марченко, М.М. (2015). Вміст нутрієнтів у біомасі Desmodesmus armatus (Chod.) Hegew. та Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko, культивованій на скидній воді із УЗВ. Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи), 7(2), 171–176. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchu_biol_2015_7_2_7
- Маліщук, І.В., Чебан, Л.М. & Марченко, М.М. (2015). Продуктивність монокультури Clorella vulgaris Beijerinck, культивованої на скидній воді із установки замкнутого водопостачання. Вісник Одеського національного університету, 20, 1(36), 121–128. http://visbio.onu.edu.ua/article/view/56917
- Маліщук, І.В., Чебан, Л.М. & Марченко, М.М. (2015). Особливості культивування Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko на скидній воді із рибоводної установки замкнутого водопостачання. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія, 3-4 (64), 428-432. http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/5858
- Чебан, Л.М., Маліщук, І.В., Лисак, В.Р. & Марченко, М.М. (2014). Ефективність вирощування Anabaena hassalii (kutz.) Wittr. за різних умов культивування. Науковий вісник Чернівецького університету.

Біологія (Біологічні системи), 6 (2), 145-149. http://ibhb.chnu.edu.ua/uploads/files/vb/BS_T6_V2_2014.pdf

- . Марченко, М. М., Чебан, Л. М., Гринько, О. Е., Худий, О. І., Кушнірик, О. В., Худа, Л. В., & Дорош, І. В. (2017). Спосіб вирощування Daphnia magna (Straus, 1820) сумісно з кормовим субстратом (мікроводоростями) (Патент України № 121772). Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. https://uapatents.com/patents/c12n-1-12
- Марченко, М. М., Худий, О. І., Чебан, Л. М., Худа, Л. В., & Маліщук, І. В. (2015). Спосіб культивування фітопланктону (Патент України № 101103). Державна служба інтелектуальної власності України. https://ua.patents.su/7-101103-sposib-kultivuvannya-fitoplanktonu.html
- Dorosh, A., Dorosh, I., Cherevko, M., Marchenko, M. & Cheban, L. (2024). Mathematical modeling of biomass and carotenoid accumulation in microalgae. 2024 International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), 18-21 вересня 2024 р., Чехія, 36–39. https://doi.org/10.1109/ACIT62333.2024.10712487
- Дорош, А. Б., Дорош, І. В. & Перцов, А. С. (2024). Моделювання динаміки накопичення біомаси та каротиноїдів у мікроводоростях. (Тези доповіді). 10-а Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації» пам'яті почесного професора Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, 27 червня 2024 року, Кам'янець-Подільський, 84–85.
- Дорош, І. В. & Чебан, Л. М. (2021). Дослідження можливості використання препарату Дон-1R для отримання кормової біомаси зелених водоростей. (Тези доповіді). XV Всеукраїнська науково-практична конференція «Біотехнологія XXI століття», 23 квітня 2021 року, Київ, 36.
- Чебан, Л. М., Дорош, І. В. & Ситник, М. Б. (2018). Вигодовування Daphnia magna (Straus, 1820) каротинвмісною біомасою Desmodesmus sp. (Тези доповіді). Міжнародна науково-практична конференція «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку», 25-26 жовтня 2018 року, Херсон, 520–524.
- Дорош, І. В., Чебан, Л. М., & Ситник, М. Б. (2018). Вплив глюкози і ацетату натрію на продуктивність та каротиногенез Desmodesmus armatus (Chod.) Hegen. (Тези доповіді). І Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів», 15-17 травня 2018 року, Київ, 102–104.
- Маліщук, І. В., & Марченко, М. М. (2017). Зміни активності каталази, пероксидази та цитохром оксидази Desmodesmus armatus (Chod.) Hegew за індукції каротиногенезу. (Тези доповіді). Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю, присвячена 20-річчю заснування наукового фахового видання України «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія», 20-22 квітня 2017 року, Тернопіль, 202-205.
- Маліщук, І. В. & Чебан, Л. М. (2016). Індукція вторинного каротиногенезу у Desmodesmus armatus (Chod.) Hegew в умовах двостадійного культивування. (Тези доповіді). Актуальні проблеми біохімії та біотехнології. Тези доповідей конференції-конкурсу молодих учених, 26-27 травня 2016 року, Київ, 33.
- Маліщук, І. В., Чебан, Л. М. & Гринько, О. Е. (2016). Видовий склад фітопланктону річки Дністер. (Збірник тез). Біотехнологія: звершення та надії: Збірник тез V Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, 12-13 травня 2016 року, Київ, 204.
- Маліщук, І. В., Гринько, О. Е., & Чебан, Л. М. (2015). Амінокислотний склад Desmodesmus armatus (Chod.) Hegew, культивованого на скидній воді із рибоводної установки замкнутого водопостачання. (Збірник тез). «Біотехнологія XXI століття»: Тези доповідей IX Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 170-річчю від дня народження Іллі Мечникова, 24 квітня 2015 року, Київ, 63.
- Маліщук, І. В., Ситник, М. Б., & Чебан, Л. М. (2015). Хлорофіли та каротиноїди Chlorella vulgaris Beijerinck при культивуванні на скидній воді із УЗВ. (Збірник тез). Біотехнологія: звершення та надії: Збірник тез IV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, 21-22 травня 2015 року, Київ, 150.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** розроблено умови накопичувального культивування мікроводоростей d. armatus та a. dimorphus на скидній воді із узв. показана можливість корекції нутрієнтного складу культур d. armatus та a. dimorphus шляхом внесення у середовища індукторів каротиногенезу або комплексного препарату органічного походження. розроблені схеми кокультивування мікроводоростей як кормового субстрату та культур зоопланктону (moina macrocopa (straus, 1820), simocephalus vetulus (müller, 1776) та daphnia magna (straus, 1820)). розроблено математичну модель та комп'ютерну програму біотехнологічного процесу накопичення каротиноїдів у досліджуваних культурах.

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення стану навколишнього середовища

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впровадження не планується

**Зв'язок з науковими темами:** 0111U002503, 0120U102118

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Марченко Михайло Маркович
2. Mikhail M. Marchenko

**Кваліфікація:** д.б.н., професор, 03.00.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6104-0119

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**Код за ЄДРПОУ:** 02071240

**Місцезнаходження:** вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Дуган Олексій Мартем'янович
2. Olexii Dugan

**Кваліфікація:** д. б. н., професор, 03.00.15, 03.00.20

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5646-917X

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Корховий Віталій Іванович
2. Vitalii I. Korkhovyi

**Кваліфікація:** к. б. н., с.н.с., 03.00.15, 03.00.22

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-4803-9970

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Державна установа "Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України"

**Код за ЄДРПОУ:** 02128514

**Місцезнаходження:** вул. Байди-Вишневецького, буд. 2-а, Київ, 04123, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Ємець Алла Іванівна |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Ємець Алла Іванівна |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | Пастухова Н.Л. |
| **Реєстратор** | УкрІНТЕІ |

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності**




Юрченко Тетяна Анатоліївна