Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003324

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 06-08-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Январьов Єгор Борисович
2. Yehor B. Yanvarov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 162

Назва наукової спеціальності: Біотехнології та біоінженерія

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Біотехнології та біоінженерія

Дата захисту: 07-08-2025

Спеціальність за освітою: 122 комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 10213

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

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

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 34.57

Тема дисертації:

1. Біоінженерні підходи до оптимізації процесів отримання мікробних полімерів та сурфактантів.
2. «Bioengineering approaches to optimize the production of microbial polymers and surfactants»

Реферат:

1. Дисертаційну роботу присвячено розробці біоінженерних підходів до оптимізації процесів мікробного синтезу біосурфактантів і біополімерів, які є перспективними продуктами, але їх промислове виробництво наразі дуже дороге. Біосурфактанти та полігідроксиалканоати (ПГА) мають широкий спектр застосувань – від медицини до сільського господарства – завдяки своїй біодеградабельності, низькій токсичності та стабільності при різних умовах середовища. Водночас ефективне виробництво цих сполук на промисловому рівні потребує точного регулювання умов культивування, що зумовлює необхідність створення надійних математичних моделей і оптимізаційних алгоритмів. Встановлено, що використання сучасних методів машинного навчання та статистичного аналізу дозволяє суттєво покращити точність прогнозування виходу цільових метаболітів. Проведено моделювання процесів біосинтезу із залученням штамів Bacillus subtilis

GSP16, Pseudomonas sp. PS-17 та Rhodococcus ruber UCM Ac-288. Експериментальні дані були зібрані як у лабораторних умовах, так і на виробництві, що забезпечило достовірність та практичну цінність результатів. Досліджено ефективність трьох підходів до побудови моделей: методології поверхні відгуку (RSM), регуляризованої регресії другого порядку (Ridge) та гаусового процесу регресії (GPR). RSM застосовано для моделювання впливу технологічних факторів, зокрема температури, pH, швидкості перемішування, концентрації гліцеролу та дріжджового екстракту, на синтез сурфактину штамом B. subtilis. Модель дозволила візуалізувати поверхні відгуку та отримати зони оптимальних параметрів. Встановлено, що при переході від однокритеріальної до багатокритеріальної оптимізації з урахуванням економічних обмежень можна знизити собівартість середовища на 41%, забезпечуючи високий рівень продуктивності. Проведено також кінетичне моделювання росту біомаси із застосуванням моделей Моно і Халдейна, що дозволило підтвердити наявність субстратного інгібування при високих концентраціях гліцеролу. Для даних без чіткого експериментального дизайну досліджено можливості регуляризованої Ridge-регресії, що враховує наявність взаємозалежностей між компонентами середовища. У результаті побудовано прогностичні моделі для трьох метаболітів: абсолютно сухої біомаси, рамноліпідів та екзополісахаридів. Багатокритеріальна оптимізація, здійснена методом диференціальної еволюції, дозволила знайти умови, за яких рівень цільових продуктів зростав на 22–24% у порівнянні з базовими умовами. Окремо досліджено можливості моделювання синтезу ПГА за допомогою GPR. Незважаючи на обмежений обсяг даних, моделі показали високу точність і здатність виявляти області простору факторів із високою ймовірністю покращення. Встановлено, що застосування GPR-моделей із візуалізацією невизначеності та функції бажаності дозволяє формувати ефективні стратегії планування експериментів. Всі моделі реалізовано у вигляді програмних рішень на мові Python, з використанням відкритих бібліотек машинного навчання, статистичного аналізу та візуалізації, таких як scikit-learn, statsmodels, scipy.optimize, matplotlib і seaborn. Передбачено можливість завантаження експериментальних даних, виконання попередньої обробки, навчання моделей, візуалізацію залежностей та проведення багатокритеріальної оптимізації з урахуванням економічних показників. Створений інструмент є гнучким і масштабованим, придатним до адаптації під різні біотехнологічні процеси, що забезпечує його практичну цінність для виробничих підприємств і дослідницьких лабораторій. Це забезпечує можливість масштабування та адаптації рішень до нових штамів або цільових продуктів. Отримані результати свідчать про доцільність інтеграції біоінженерних підходів для оптимізації процесів біосинтезу. Розроблені підходи можуть бути використані як у промисловій біотехнології, так і в дослідницькій практиці для скорочення числа експериментів та підвищення ефективності біопроцесів.

2. The dissertation is devoted to the development of bioengineering approaches for optimizing microbial synthesis processes of biosurfactants and biopolymers – products with high potential but currently burdened by high industrial production costs. Biosurfactants and polyhydroxyalkanoates (PHAs) possess a broad spectrum of applications – from medicine to agriculture – due to their biodegradability, low toxicity, and stability under varying environmental conditions. At the same time, effective large-scale production of these compounds requires precise control over cultivation parameters, necessitating the development of robust mathematical models and optimization algorithms. It has been established that the application of modern machine learning techniques and statistical analysis significantly improves the accuracy of predicting the yields of target metabolites. The biosynthetic processes were modeled using strains Bacillus subtilis GSP16, Pseudomonas sp. PS-17, and Rhodococcus ruber UCM Ac-288. Experimental data were collected under both laboratory and industrial conditions, which ensured the reliability and practical relevance of the findings. The study investigated the effectiveness of three modeling approaches: response surface methodology (RSM), second-order ridge regression, and Gaussian process regression (GPR). RSM was applied to model the influence of technological factors – including temperature, pH, agitation rate, glycerol concentration, and yeast extract – on surfactin synthesis by B. subtilis. The model enabled visualization of response surfaces and identification of optimal parameter regions. It was determined that shifting from single-objective to multi-objective optimization while incorporating economic constraints can reduce medium cost by up to 41%, while maintaining high productivity levels. Kinetic modeling of biomass growth was also conducted using Monod and Haldane equations, which confirmed the presence of

substrate inhibition at high glycerol concentrations. For datasets lacking structured experimental design, the potential of regularized ridge regression was explored, accounting for interdependencies among medium components. As a result, predictive models were constructed for three key microbial metabolites: biomass, rhamnolipids, and exopolysaccharides. Multi-objective optimization, implemented through differential evolution, made it possible to identify cultivation conditions that increased target product yields by 22–24% compared to baseline conditions. Separately, the capabilities of GPR for modeling PHA synthesis were investigated. Despite the limited volume of data, the models demonstrated high predictive accuracy and the ability to identify promising regions in the factor space with a high probability of performance improvement. It was found that combining GPR models with uncertainty visualization and desirability functions enables the design of effective experimental planning strategies. All models were implemented as software tools in Python, utilizing open-source libraries for machine learning, statistical analysis, and visualization, including scikit-learn, statsmodels, scipy.optimize, matplotlib, and seaborn. The software supports importing experimental datasets, preprocessing, model training, dependency visualization, and performing multi-objective optimization while taking economic parameters into account. The developed tool is flexible and scalable, suitable for adaptation to various biotechnological processes, which ensures its practical applicability in both industrial production and academic research. The modular structure also allows easy extension of the solution to new strains or target products. The results obtained clearly demonstrate the feasibility of integrating bioengineering methodologies for optimizing biosynthesis processes. The proposed approaches can be effectively utilized in both industrial biotechnology and research environments to reduce the number of required experiments and enhance the overall efficiency of bioprocesses.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

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

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Yanvarov Y. B., Havryliak V. V. Biosurfactants: structure, functions and productions // Biotechnologia Acta. – 2022. – Vol. 15, No 6. – P. 26-35.
- 2. Yanvarov Y. B., Havryliak V. V. MODELING OF BIOSURFACTANT SYNTHESIS USING BACILLUS SPP // Chemistry, Technology and Application of Substances. – 2024. – Vol. 7, No. 1. – P. 177-182.
- 3. Yanvarov Ye. B., Havryliak V. V. MARKET ANALYSIS OF MICROBIAL SURFACTANTS // Biotechnologia Acta. – 2024. – Vol. 17, No 5. – P. 5-13.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гавриляк Вікторія Василівна

2. Victoria Havrylak

Кваліфікація: д. б. н., с.н.с., 03.00.04

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Галкін Олександр Юрійович

2. A. Y. Galkin

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

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

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

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ключко Олена Михайлівна

2. O. M. Klyuchko

Кваліфікація: к.б.н., доц., 03.00.02

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Семенюк Наталія Богданівна
2. Nataliya Semenyuk

Кваліфікація: к. т. н., с.н.с., 05.17.06

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Марінцова Наталія Генадіївна
2. Nataliya Marintsova

Кваліфікація: к. х. н., доц., 02.00.03

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Лубенець Віра Ільківна
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Лубенець Віра Ільківна
Відповідальний за підготовку облікових документів	Кричковська Аеліта Миронівна
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна