



Інститут кліматично
орієнтованого сільського
господарства НААН



Institute of
Climate-Smart
Agriculture of
NAAS

ФОТОБІОНІКА: ВОДОРОСТЕВІ ФЕРМИ З ВИРОЩУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ

Абіотичні стреси — системний фактор ризику



Температурні
коливання



Посуха та
дефіцит вологи



Гербіцидне
нав'язання



Засолення
ґрунтів



Комбіновані
стреси



В умовах кліматичної нестабільності абіотичні фактори стали постійною складовою агротехнології.

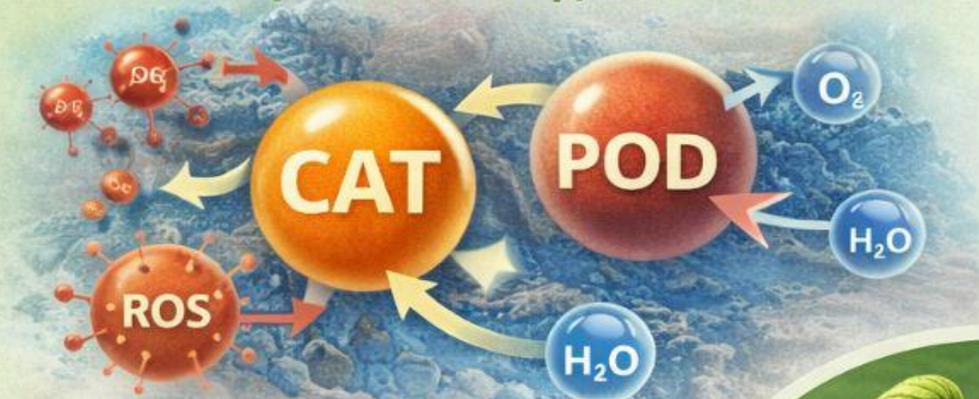
Абіотичні стреси: вплив на рослину



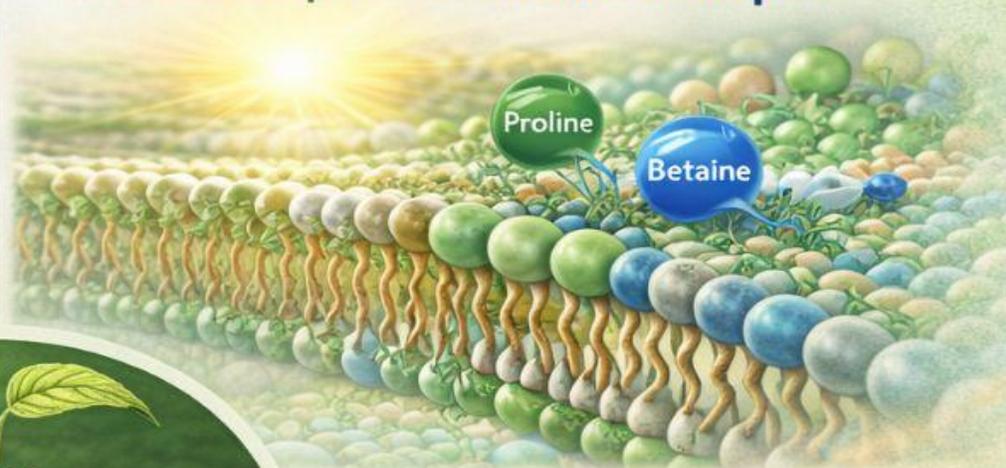
В умовах кліматичної нестабільності абіотичні фактори стали постійною складовою агротехнології.

Біостимулятори: механізми дії

Активация антиоксидантної системи



Стабілізація клітинних мембран



Стимуляція ризогенезу



Полісахариди

Фітогомони



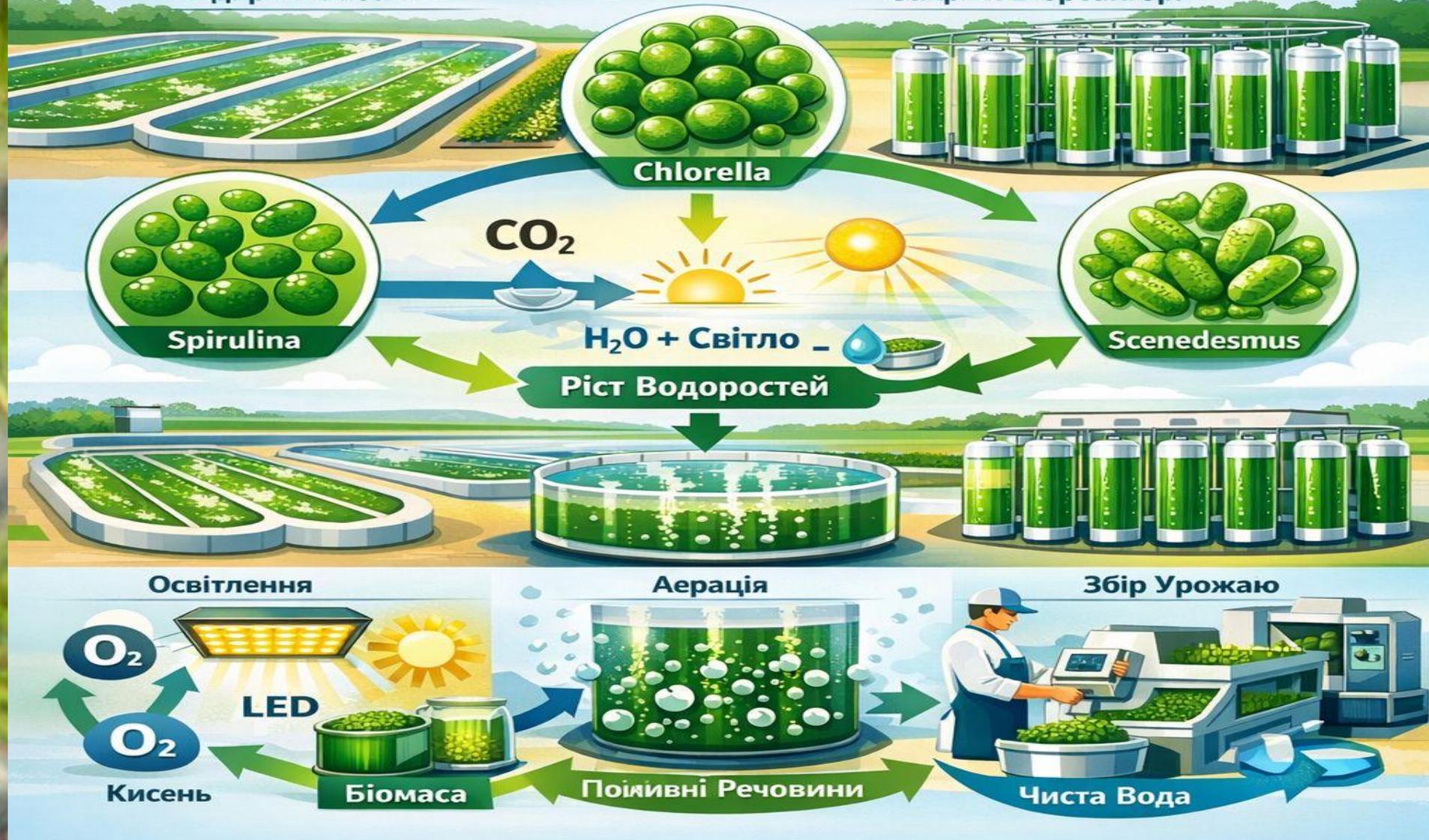
Підвищення засвоєння елементів живлення



ВОДОРОСТЕВЕ ФЕРМЕРСТВО

Відкриті Басейни

Закриті Біореактори



ВОДОРΟΣЛИНИЦТВО В УКРАЇНІ: ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ



Технології вирощування мікроводоростей



Циркулярні рішення: Агровідходи — Біогаз — Добрива



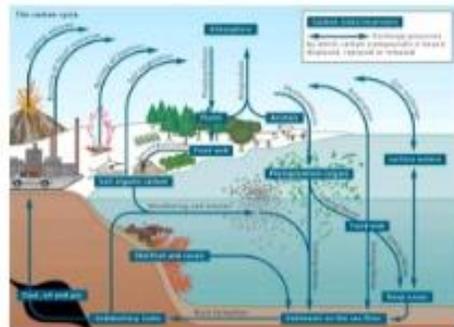
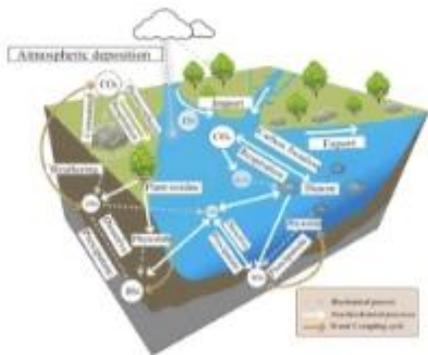
Мікроводорості на полі: Фермерські рішення



РОЛЬ МІКРОВОДОРОСТЕЙ В ПРИРОДІ

✓ Користь

- Асимілюють приблизно 50% CO₂ Землі, при цьому утворюють O₂
- Гетероцистні ціанобактерії відіграють важливу функцію у кругообігу N₂
- Діатомові водорості беруть активну участь в циклі кремнезему
- Є їжею для зоопланктону та риб



× Шкода

- Викликають **цвітіння води** (через евтрофікацію)
- Можуть виділяти **токсини** (забруднення питної води та морських продуктів)



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1642359322000337?via%3Dihub>

<https://worldoceanreview.com/en/wor-8/the-role-of-the-ocean-in-the-global-carbon-cycle/how-the-ocean-absorbs-carbon-dioxide/>

МІКРО- ВОДРОСТІ В СВІТІ ТА УКРАЇНІ

Україна

Ранні етапи розвитку, сфера застосування — харчові добавки. Ключові промислові виробники (спіруліна у порошку, таблетках та функціональних продуктах):

ТОВ «Food Factory» (бренд Spirulina): виробнича потужність — 12 тонн істівної спіруліни на місяць.

«Aquatic Farm» (Дніпропетровська область): виробнича потужність — 1 тону на місяць, відкрита ставкова система.

Інші учасники ринку (МСП): пропонують продукцію на основі спіруліни та хлорели.

Microalgae based Products Market

Microalgae based Products Market, by Region in 2023(%)



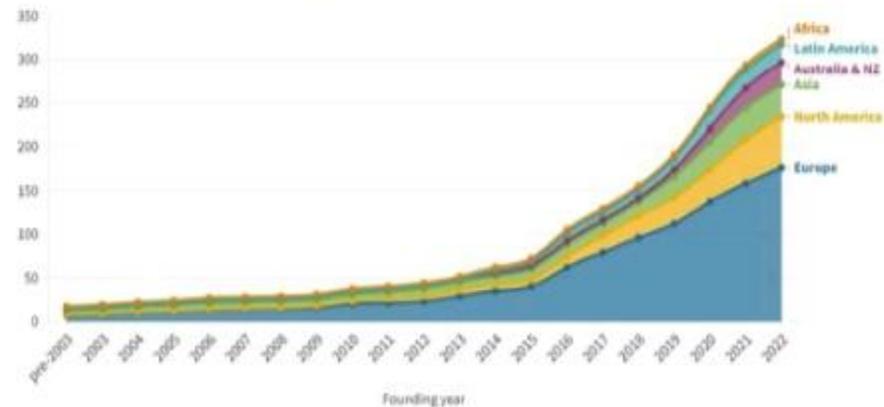
Market Size

Year	Market Size (Billion USD)
2023	USD 13.25
2030	USD 23.01

Market Size in Billion

<https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-microalgae-based-products-market/63970/>

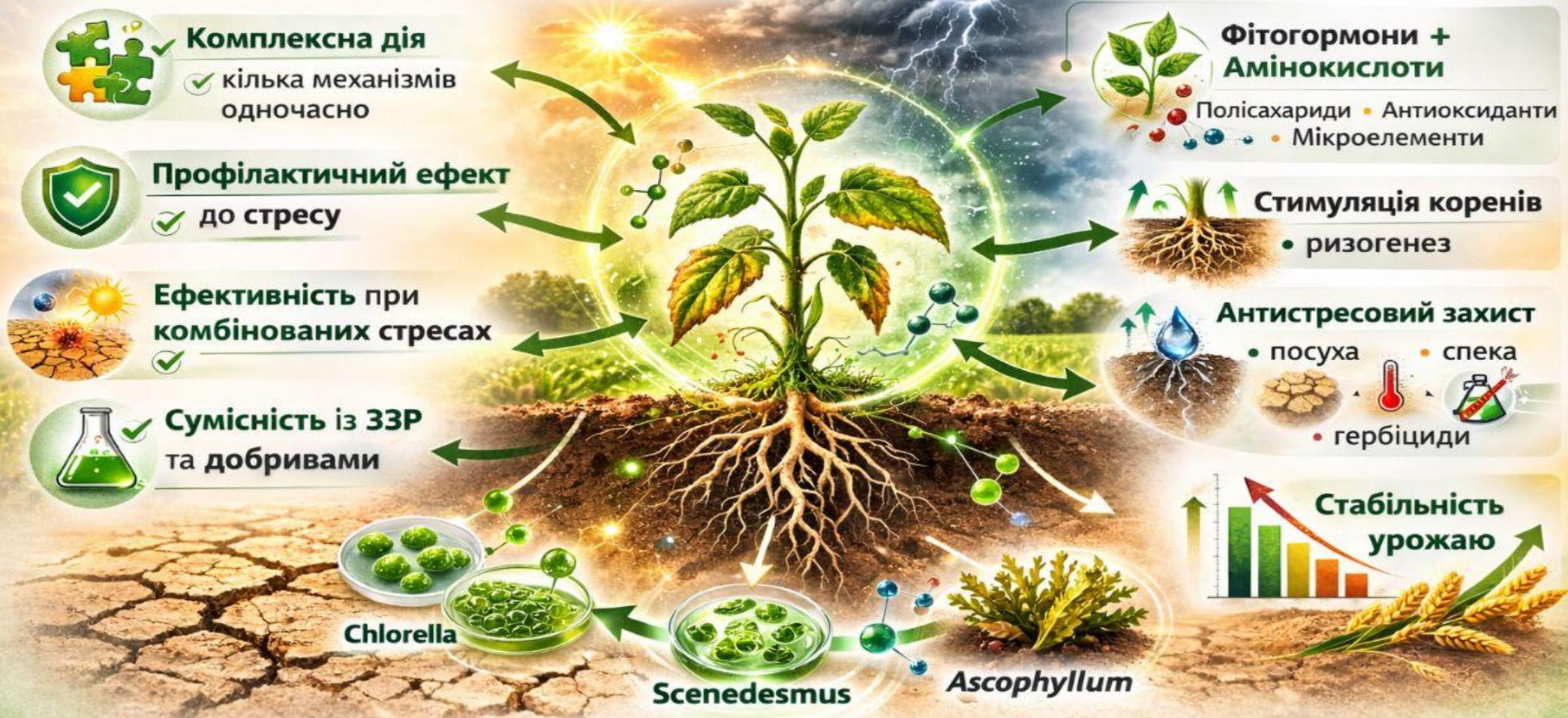
Figure 16: Global development of algae start-ups by founding year, 2003 - 2022



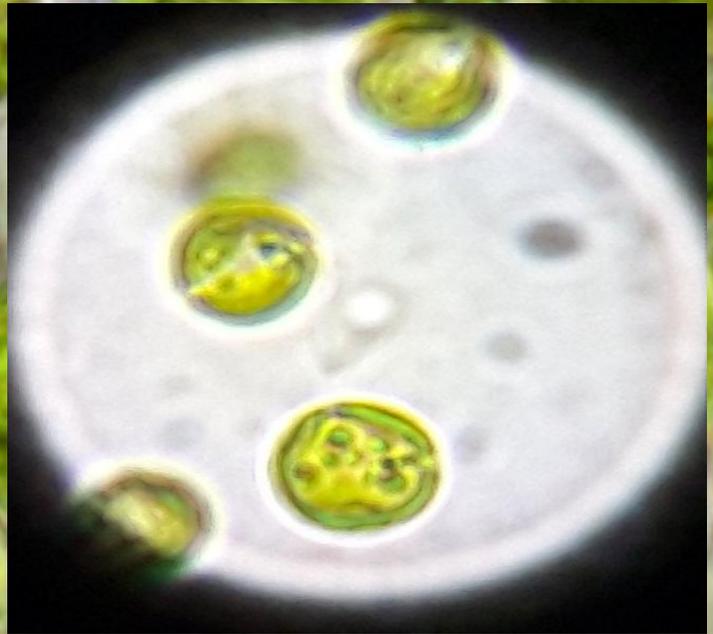
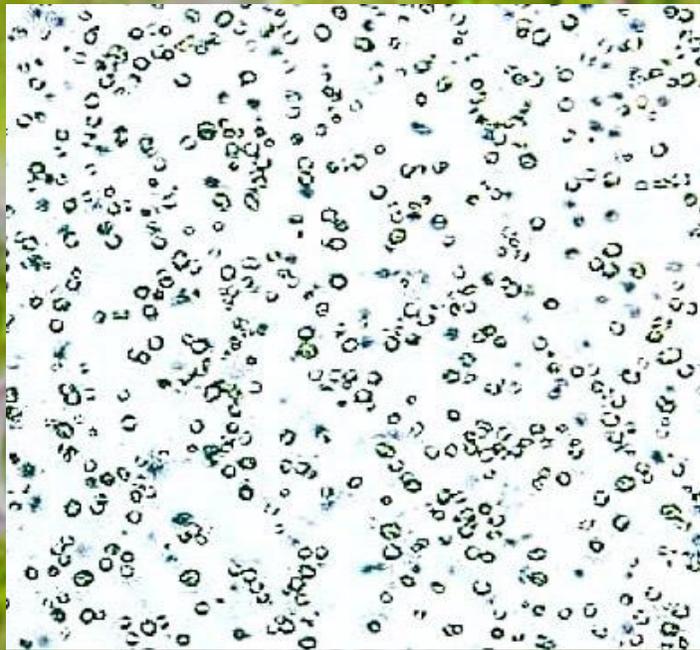
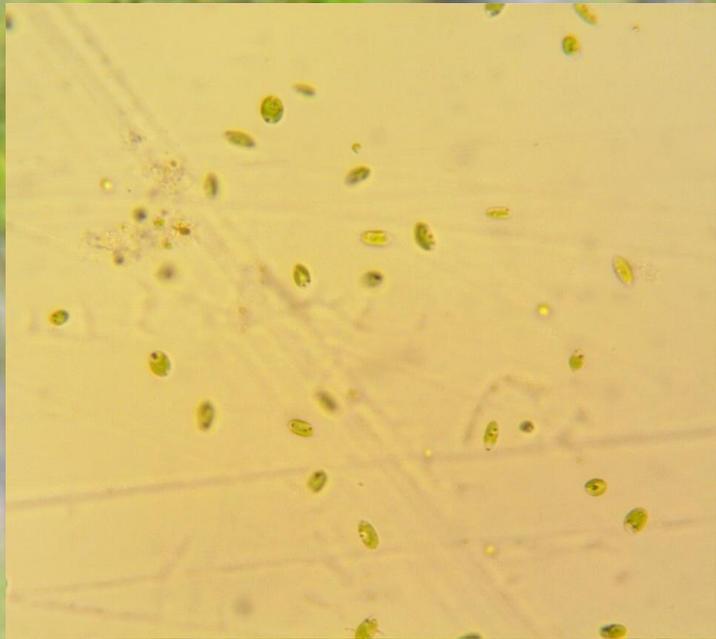
Світові тенденції

Північноамериканський регіон у 2023 році очолив глобальний ринок продукції на основі мікробіодоростей із найбільшою часткою — 32%. Очікується, що регіон зростатиме зі середньорічним темпом (CAGR) 8,6% протягом прогнозованого періоду та збереже лідерство до 2030 року. Основними чинниками зростання визначаються зростання попиту на натуральні харчові барвники, підвищення популярності нутрицевтиків і дієтичних добавок, а також інвестиції в технології.

Переваги універсальних продуктів з мікрководоростями



Стратегія **стабільності** та **адаптації** рослин в умовах змін клімату



Антиоксиданти

Хлорофіл • Бета каротин
Хлорелін (природний антибіотик)

Вітаміни

- A C B1
- B3 B6 B12
- B9 фолієва кислота
- B6 біотин
- D

Фактор росту хлорели (CGF)

Мікро і макроелементи

- K Mg Ca Fe

Клітковина

10%

Амінокислоти

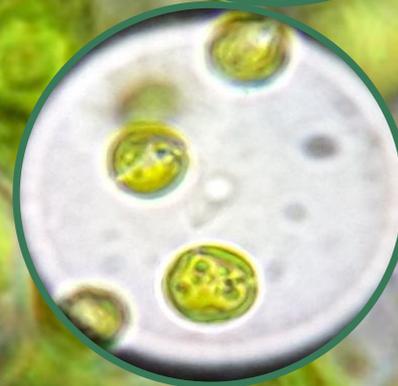
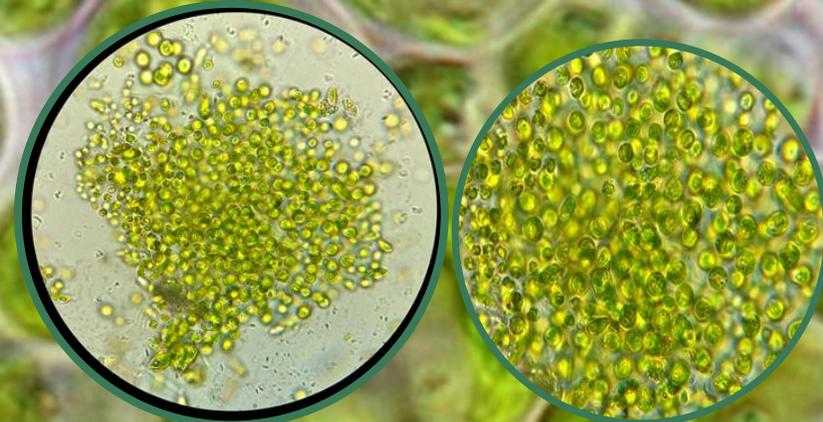
8 незамінних амінокислот

50%

Спорополенін

хлорелін (CGF)
фактор росту

спорополенін



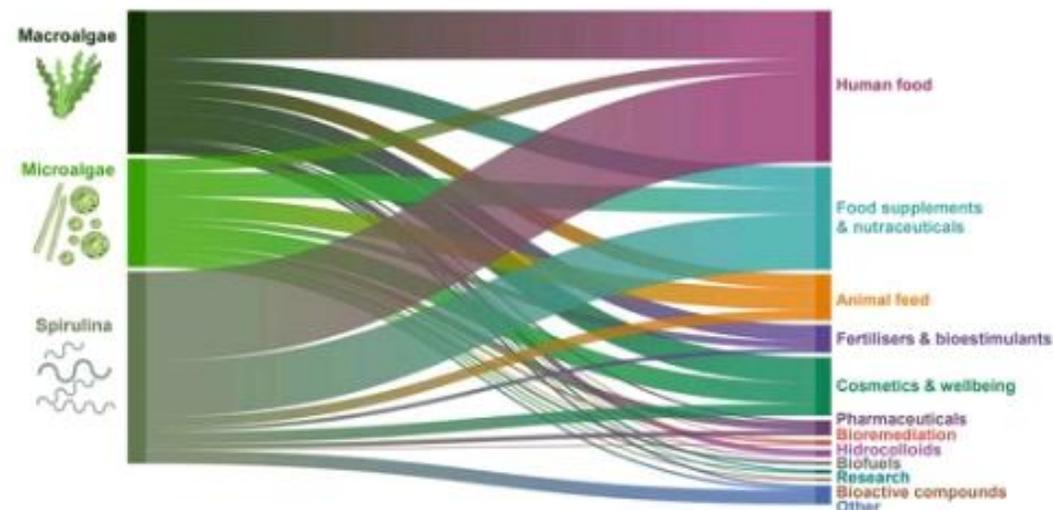
Тренди переробки мікрободоростей

Основні напрями застосування мікрободоростей у 2022 році харчові продукти та добавки — 23%, кормові продукти — 19%, косметика — 19%, фармацевтика — 8%, добрива та біостимулятори — 7%.

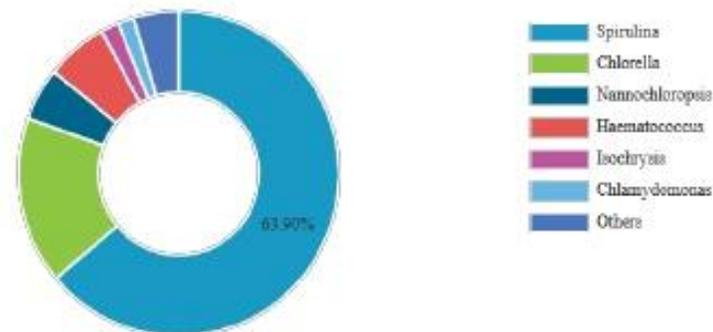
Разом ці напрями становлять 76% загального виробництва в ЄС.

Обмежене використання мікрободоростей для енергетичних цілей зумовлене: високою собівартістю, енергоємними процесами, проблемами масштабування, браком політичної та регуляторної підтримки.

Водночас культивування мікрободоростей на дигестаті біометанових заводів в Україні може суттєво знизити витрати та підвищити ефективність

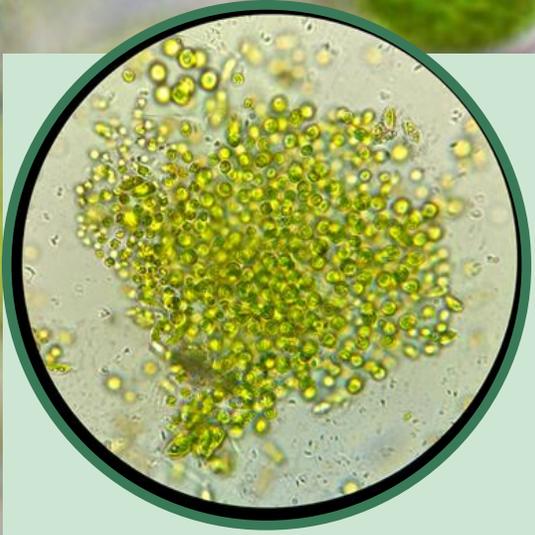


<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6af868a1-4071-11ed-92ed-01aa75ed73a1/language-en>



www.fortunebusinessinsights.com

Global microalgae market by microalgae type in 2024



НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ХЛОРЕЛИ



Сільське господарство

- Виробництво добрив
- Підвищення родючості ґрунтів
- Рослинництво
- Тваринництво
- Аквакультура
- Бджільництво

Фармакологія і медицина

- Виробництво лікарських засобів
- Виробництво БАД
- Санаторно-курортне лікування

Косметологія

- Виробництво косметичних засобів
- SPA процедури

Харчова промисловість

Виробництво пігментів

Виробництва біопалива

Утилізація органічних відходів

Мікроелементи на полі: Фермерські рішення



Відмінне добриво та стимулятор росту для рослин



ФХ "У Самвела"

Виробництво органічних біодобрих на основі мікроводостей!

- Основним напрямом використання водоростей є виробництво їх основі добрив.
- *Одним із інноваційних шляхів отримання продукції рослинництва корисними мікронутрієнтами в Україні є використання екологічно безпечних методів землеробства, використання симбіотичних багатокомпонентних спеціальних біодинамічних препаратів.*





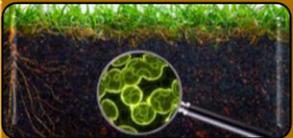
БІОЖИВЛЕННЯ СУСПЕНЗІЄЮ МІКРОВОДОРОСТЕЙ ЗАБЕЗПЕЧУЄ:



накопичення органічної речовини (включаючи фіксацію молекулярного азоту)



зміна фізико-хімічних властивостей ґрунтів



стимуляція мікробіологічної активності ґрунтів



позитивний вплив мікроводоростей на ріст вищих рослин (завдяки виділенню водоростями фізіологічно активних речовин)



індикатори стану ґрунтів



приймають участь у біологічному регулюванні порушених ґрунтів



Мікроелементи в рослинництві

- Для обробки ґрунту з метою збагачення корисними елементами;
 - Для передпосівної обробки насіння;
 - Для внесення в рядок, фертигація;
 - Для обприскування рослин під час вегетації.
- Кореневе та позакореневе живлення проводять у період вегетації у критичні фази росту та розвитку рослин.



Органік
Стандарт



Organic Standard  Органік Стандарт

**CONFIRMATION
ПІДТВЕРДЖЕННЯ**

№ 23-1088-05

OPERATOR: **SAMVEL'S, FE**
КІРИВЬКА СИТІ, 3, МІСЬКЕ ПІСЬКО, ПІЛІСЬКИЙ РАЙОН, СІМЕОНІВКА, 67652, УКРАЇНА

OPERATOR: **ФГ «У САМВЕЛА»**
вул. Хмельницька, 3, с. Мирне, Білозірський р-н, Сидирівка с/пгт, 67652, Україна

MANUFACTURER: **SAMVEL'S, FE**
КІРИВЬКА СИТІ, 3, МІСЬКЕ ПІСЬКО, ПІЛІСЬКИЙ РАЙОН, СІМЕОНІВКА, 67652, УКРАЇНА

MANUFACTURER: **ФГ «У САМВЕЛА»**
вул. Хмельницька, 3, с. Мирне, Білозірський р-н, Сидирівка с/пгт, 67652, Україна

According to: **STANDARD FOR PRODUCTION AND DISTRIBUTION OF INPUTS FOR ORGANIC AGRICULTURAL PRODUCTION AND FOOD/FEED PROCESSING**
(ACCORDING TO THE INTERNATIONAL ACCREDITED CERTIFICATION BODY EQUIVALENT TO EUROPEAN UNION ORGANIC PRODUCTION & PROCESSING STANDARDS FOR THE COMPLETE RANGE OF PRODUCTS IN THE CATEGORY OF ORGANIC PRODUCTION & PROCESSING)
СТАНДАРТ З ВИРОБНИЦТВА ТА РОЗПОДІЛУ ДОПОМОЖНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ОРГАНІЧНОМУ СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ ТА ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ І КОРМІВ
(У ЗІСНУВАННІ З ІНШИМИ СТАНДАРТАМИ МІЖРОДНИХ АСЕРТИФІКОВАНИХ ОРГАНІЗМІВ СЕРТИФІКАЦІЇ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА І РОЗПОДІЛУ ДОПОМОЖНИХ ПРОДУКТІВ ТА РОЗПОДІЛУ ОРГАНІЧНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ І КОРМІВ)

Based on direct control and analysis of product characteristics from the official Organic Standard Ltd website confirms that the mentioned product is suitable for organic production & processing intended for the category which is equivalent to the EU Regulation No 853/2007 and 854/2008.

На основі безпосереднього контролю та аналізу характеристик продукту з офіційного веб-сайту Органік Стандарт Ltd підтверджує, що зазначений продукт є придатним для органічного виробництва та обробки, що відповідає категорії продукції, яка еквівалентна до Регламенту № 853/2007 та № 854/2008.

Product:	CHLORELA VILGARIS	Fertiliser
Продукт:	СУСПЕНЗИЯ ХЛОРЕЛЛИ	Добриво
Quality:	Approved for the use in organic agriculture according to the International Accredited Certification Bodies Equivalent Production & Processing standards for the complete range of products in the category which is equivalent to the EU Regulation No 853/2007 and 854/2008.	
Якість:	Допускається для використання в органічному сільському господарстві згідно зі Стандартами Органік Стандарт. Допускається виробництво та розподіл продукції, що еквівалентна до Регламенту № 853/2007 та № 854/2008.	

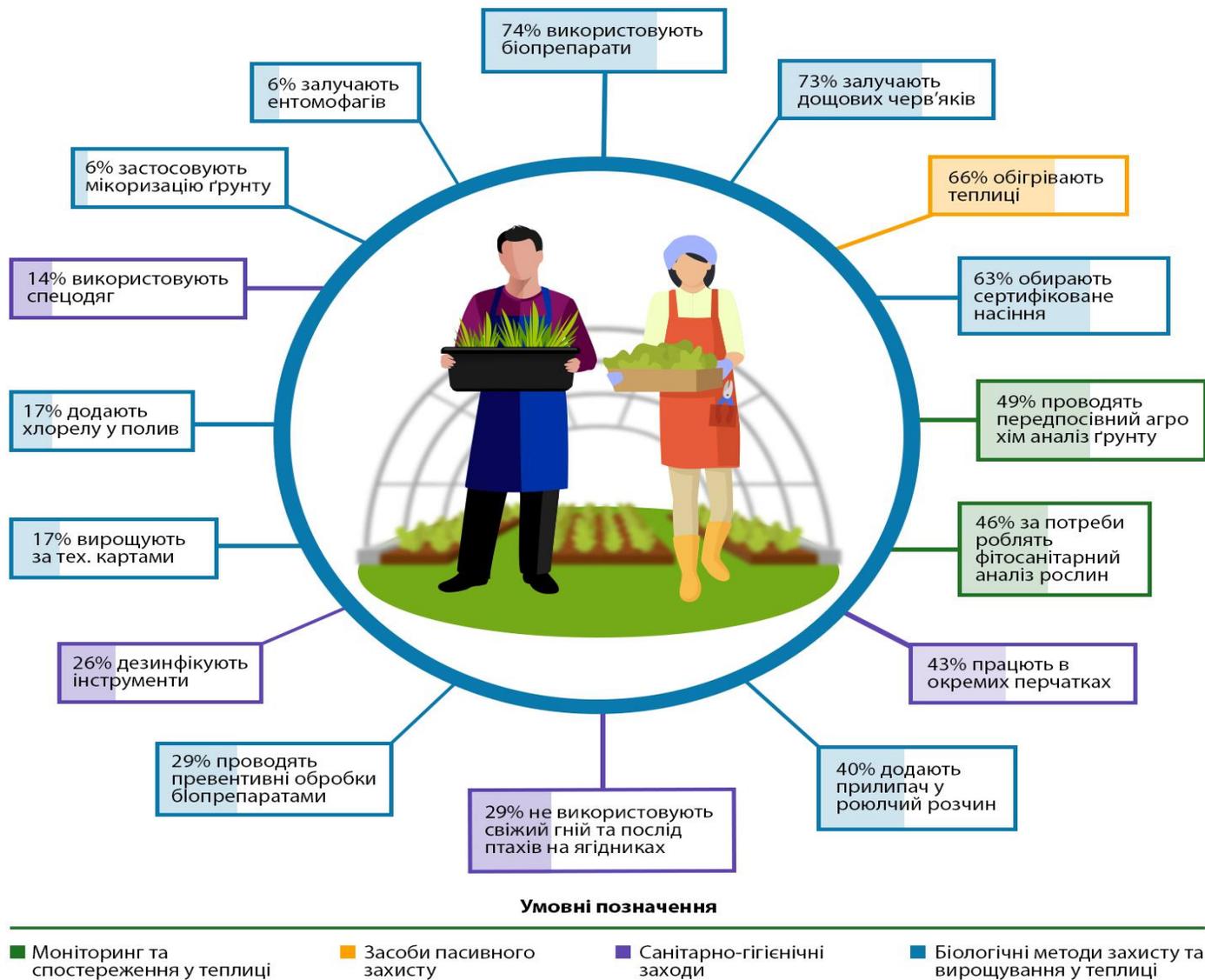
Date of application: **02.02.2023**
Дата застосування: **02.02.2023**

Date and place of issuing of Confirmation: **02.02.2023, Kyiv, Ukraine**
Дата та місце видачі Підтвердження: **02.02.2023, Київ, Україна**

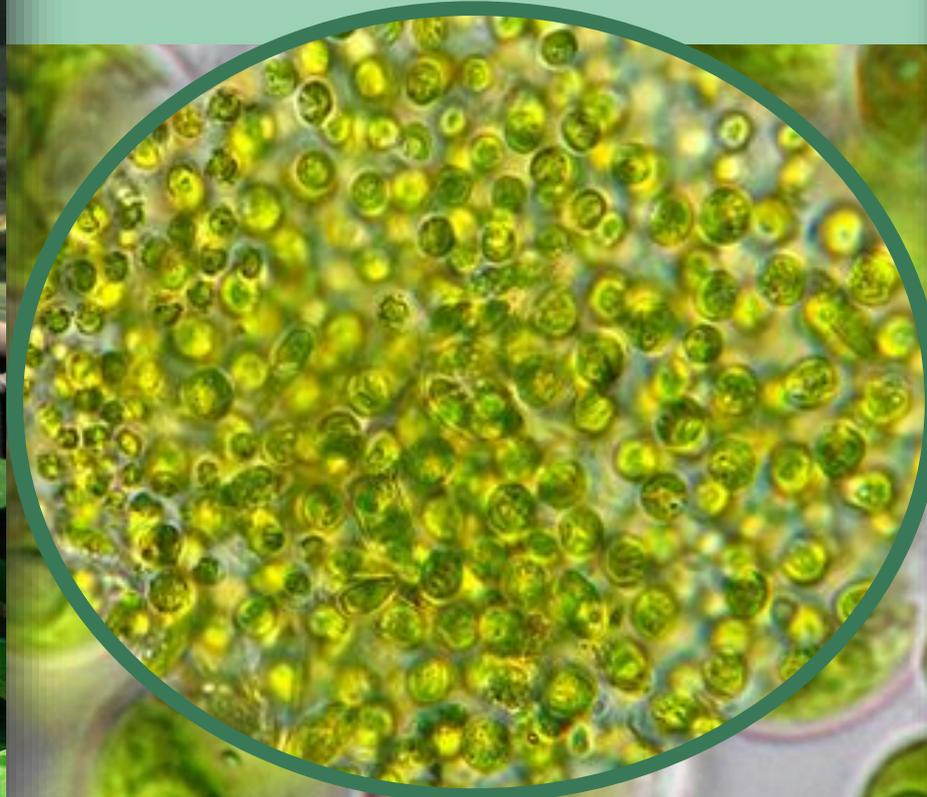
Validity: **02.02.2023 - 02.02.2024**
Термін дії: **02.02.2023 - 02.02.2024**

On behalf of General Manager: **Максима Черненко**
На ім'я керівника організації: **Максима Черненко**

 **Organic Standard Ltd**
33-B, Velyka Vasylkivska str., office 20, Kyiv city, 01024, Ukraine
вул. Велика Васильківська, 33-Б, офіс 20, м. Київ, 01024, Україна
tel./fax: +380 44 200 62 16
www.organicstandard.ua, office@organicstandard.ua



При виробництві добрив
використовують
високоякісну сировину
отриману з живих клітин
мікроводоростей





ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НААН УКРАЇНИ

- Технологія застосування суспензії на основі живих клітин *мікродоростей* досліджена в польових умовах більш ніж на 80 різних культурах у різних ґрунтово-кліматичних умовах таких країн як Україна, Вірменія, Киргизстан, Узбекистан, Туреччина. Наукові дослідження проходять під егідою Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України

Підвищення стресостійкості



Стимуляція розвитку кореневої системи



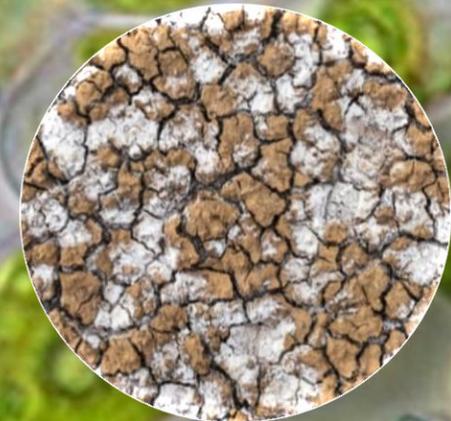
Покращення якості продукції рослинництва та урожайності



РЕКОМЕНДОВАНО
НАУКОЮ



Підвищення родючості ґрунтів



Боротьба із засоленістю ґрунтів

ПІСЛЯДІЯ ВІД ГЕРБІЦИДІВ НА ПОСІВАХ КОРІАНДРУ



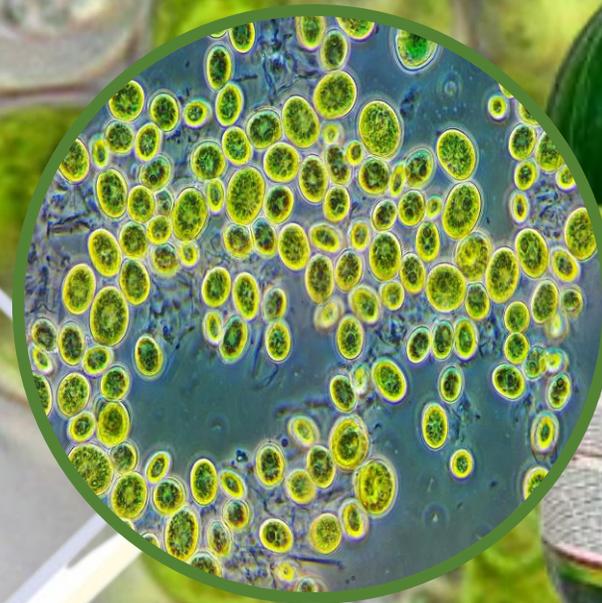
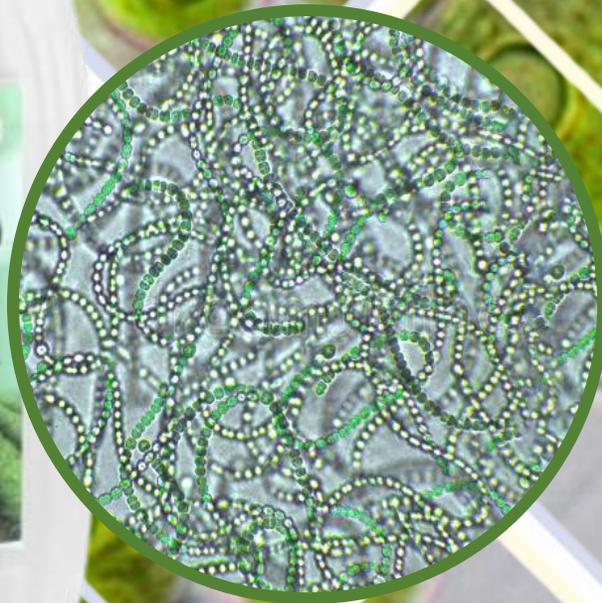
ПІСЛЯДІЯ ВІД ГЕРБИЦИДІВ НА ПОСІВАХ КОРІАНДРУ



**Біостимулятори росту, які були використані
дослідженні**



Nostoc-M



Суспензія «Хлорела»

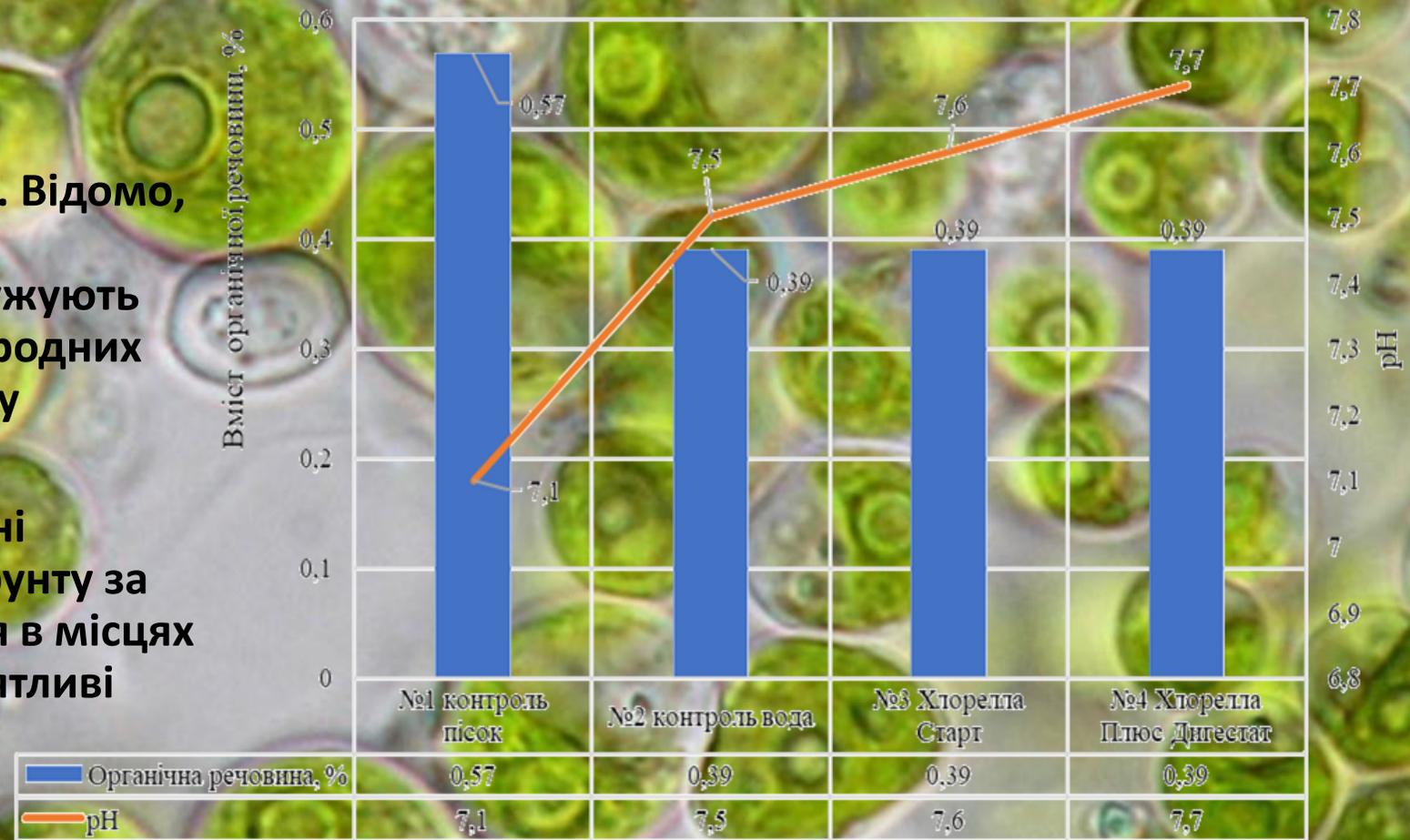


ЗНИЖЕННЯ ФІТОТОКСИЧНОЇ ПІСЛЯДІЇ ГЕРБИЦИДІВ ШЛЯХОМ ОБРОБКИ
КОРІАНДРУ ПОСІВНОГО МІКРОВОДОРОСТЯМИ *CHLORELLA VULGARIS*



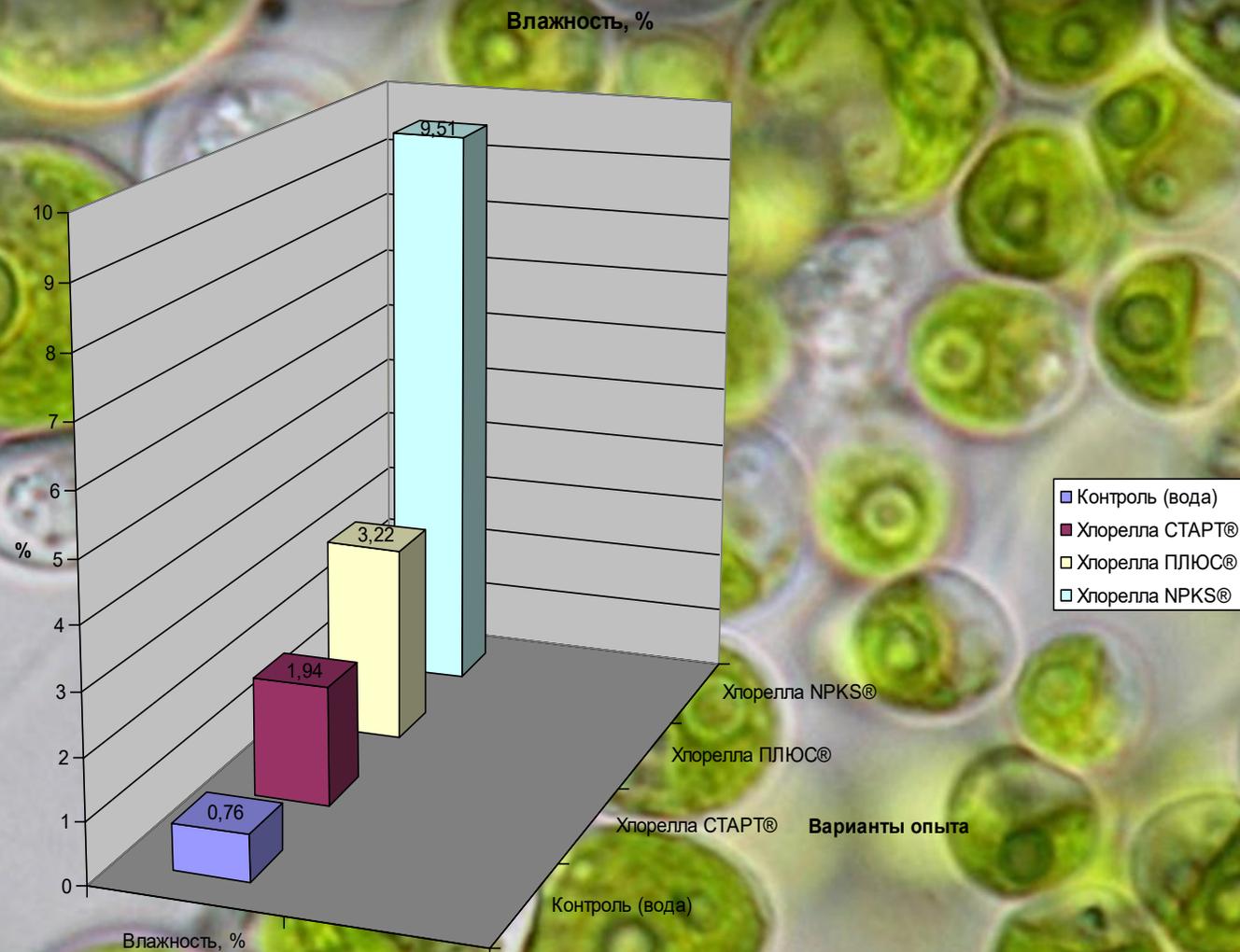
Зміна рН ґрунту під впливом мікробіододатків

- Вплив обробки суспензійною культурою живих клітин мікробіододатків *Chlorella vulgaris* на зміну вмісту рН та органічної речовини, %. Протокол досліджень внесення мікробіододатків Хлорели №395 від 07.09.2022 р. Одеської філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Дослідницький центр, Україна.
- Ще однією формою хімічної дії мікробіододатків на ґрунт є зміни її рН. Відомо, що водорості, асимілюючи в процесі життєдіяльності вуглекислий газ, підлужують середовище, що спостерігається в природних водоймах, в умовах культури, а також у ґрунтах.
- Так як у ґрунті мікробіододатки розподілені нерівномірно, **істотне підлужування** ґрунту за рахунок мікробіододатків відбувається в місцях їх скупчення, де умови особливо сприятливі для їх розвитку.



Вологість, %.

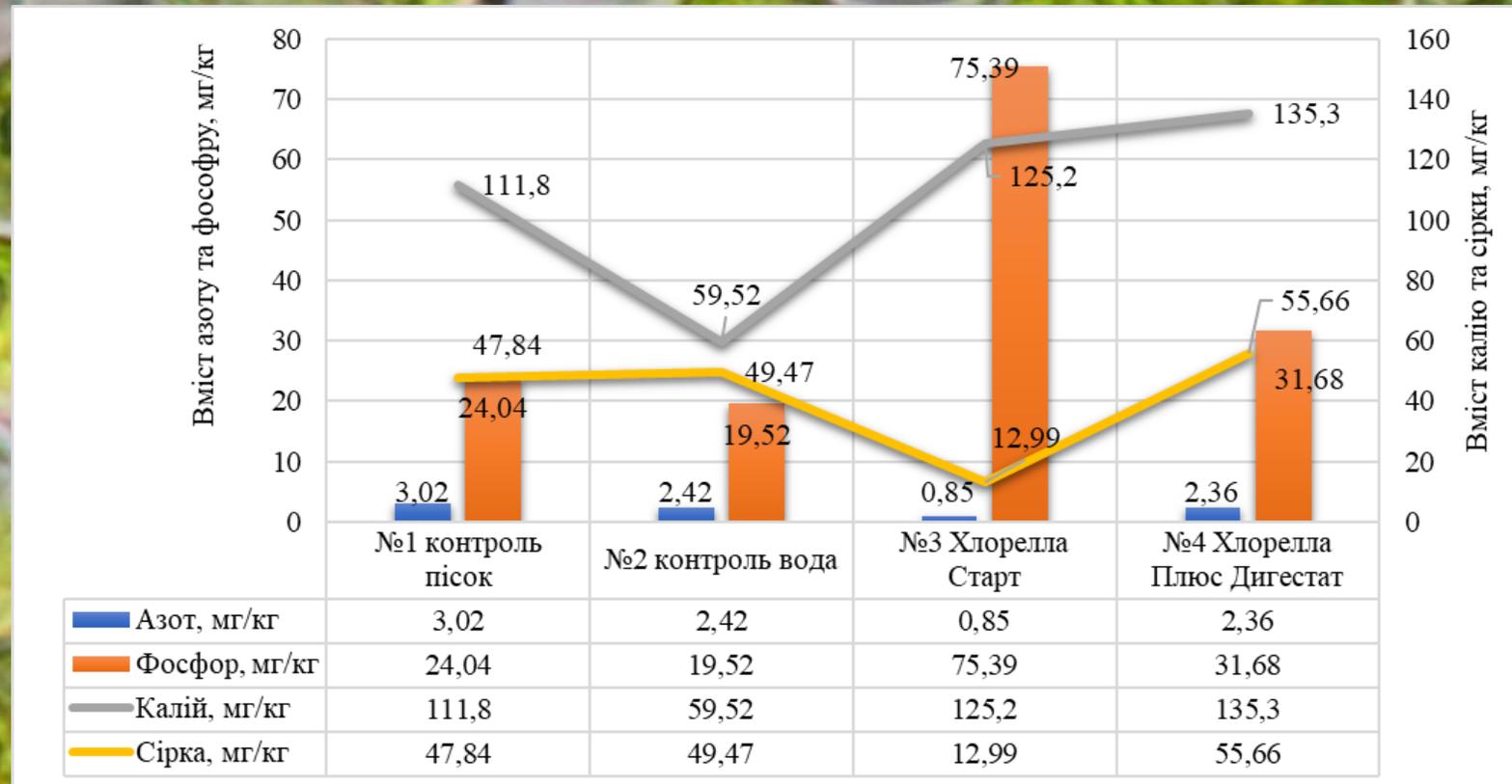
- Слизові покриви зелених мікроводоростей у присутності вологи здатні абсорбувати її та утримувати якийсь час після настання сухого періоду.
- Завдяки цьому вологість ґрунту під водоростевими плівками зазвичай вища, ніж там, де вони відсутні. Показано, що після застосування мікроводостей, **воду**тримуюча здатність ґрунту зростала на **10-15%**, а в деяких випадках до **40%**.



Протокол досліджень внесення мікроводоростей Хлорели №395 від 07.09.2022 р. Одеська філія Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» Дослідницький центр, Україна

АЗОТФІКСАЦІЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ

- Одним із важливих факторів підвищення ґрунтової родючості є біологічна фіксація атмосферного азоту. Провідна роль цьому процесі належить зеленим мікроводоростям, які, на відміну гетеротрофних азотфіксаторов, не вимагають засвоєння молекулярного азоту готового органічного речовини, а самі привносять їх у ґрунт.
- **Внесок мікроводоростей в економіку азоту ґрунтів становить 1044,2 тис. т на рік.**



Вплив обробки суспензійною культурою живих клітин мікроводоростей *Chlorella vulgaris* на зміну вмісту азоту, фосфору, калію та сірки в обробленому піску, мг/кг. Протокол досліджень внесення мікроводоростей Хлорели №395 від 07.09.2022 р. Одеської філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Дослідницький центр, Україна

АЛЬГАЛІЗАЦІЯ ҐРУНТУ

- Ефективним виявляється альгалізація ґрунту – внесення живих культур мікроводоростей у ґрунт, особливо в умовах зрошуваного землеробства. Її проводять до сівби або при сівбі разом з насінням (наприклад, з бавовником).
- Біомаса водоростей сприймається як органічне добриво, причому вигідно відрізняється від традиційних видів, оскільки містить ні патогенної мікрофлори, ні залишків бур'янів, ні шкідників.

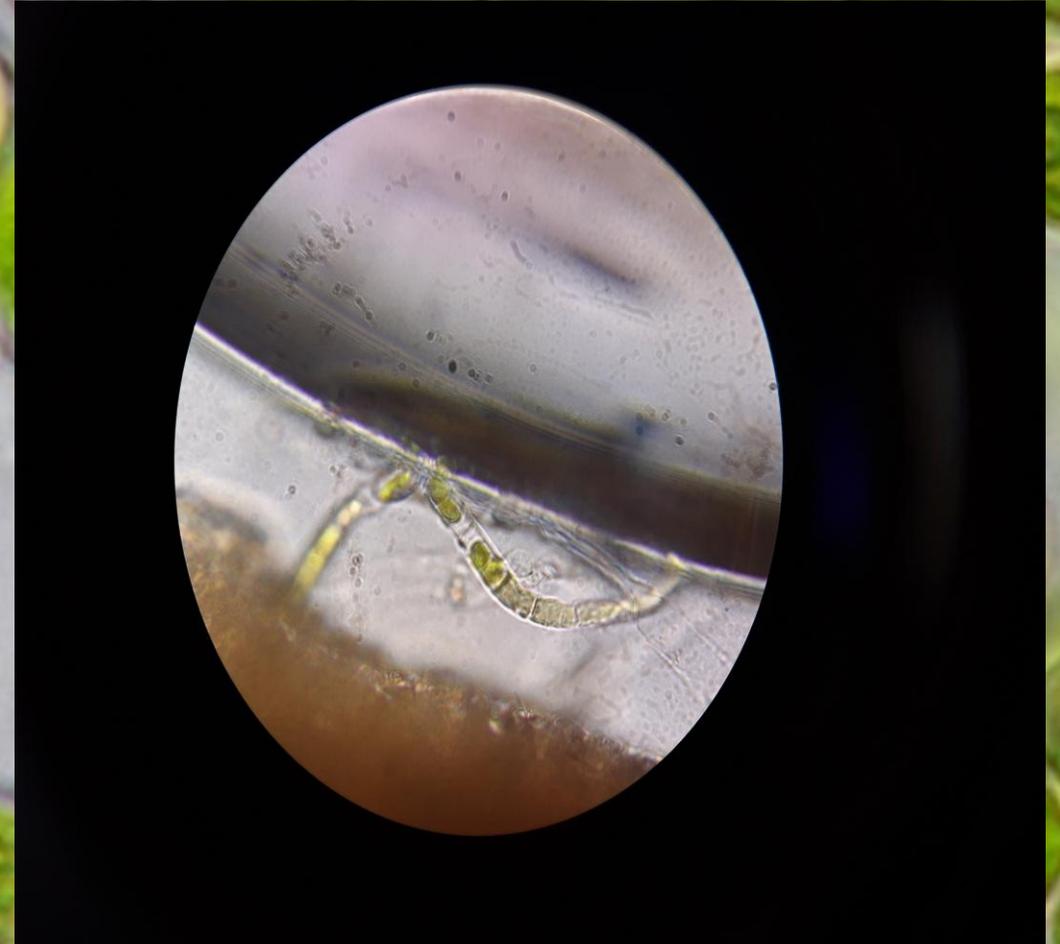


СОЛЬОВИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ

- Крім того, плівки мікроводоростей зменшують водопроникність ґрунту та уповільнюють випаровування води, що впливає на сольовий режим ґрунту.
- Зменшується вимивання легкорозчинних солей, їх вміст під макророзростаннями мікроводоростей вищий, ніж на інших ділянках.
- У той самий час уповільнюється надходження солей із глибших горизонтів ґрунту. Ця властивість мікроводоростей стала причиною припущення про можливість знищення засолення ґрунту шляхом інтродукції мікроводоростей.



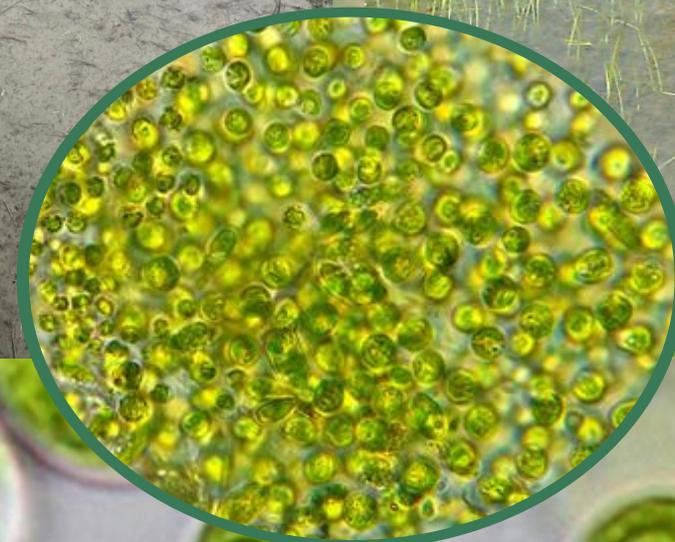
Післядія після внесення Суспензії мікроводоростей в ґрунт на посівах сої в 2021 році. Ґрунтова витяжка під мікроскопом показує наявність в ґрунті ґрунтових водоростей, 2022 рік (Івано-Франківська обл.)



ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Мікробіодорості успішно використовуються для підвищення родючості ґрунтів, для поповнення запасів органічної речовини, що сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур.

З цією метою застосовують зелені мікробіодорості - *Ch. Vulgaris*. Це широко використовується при вирощуванні рису, де в чеках живе велика кількість зелених водоростей, серед яких багато азотфіксаторів.



ЗЕЛЕНІ ВОДОРОСТІ ЗДАВНА ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ НА РИСОВИХ ПОЛЯХ ЯК БІОДОБРИВА!

- Представники роду *Chlorella vulgaris* здатні за сезон пов'язати до 60 кг/га азоту, а також є цінним джерелом органічної речовини, що покращує родючість ґрунту.
- При цьому мікрководорості є відновлюваним ресурсом, на відміну від промислового виробництва азотних добрив.



Підвищення родючості ґрунтів у рисових полях, Киргизстан, Узген, Ділянка Боштобе.

- Мікробіододатки успішно використовуються для підвищення родючості ґрунтів, для поповнення запасів органічної речовини, що сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. З цією метою застосовують зелені мікробіододатки - *Ch. Vulgaris*. Водорості вносять після сівби, що особливо ефективно на рисових полях!
- Це широко використовується при вирощуванні рису, де в чеках живе велика кількість зелених водоростей, серед яких багато азотфіксаторів. Сприятливі умови у розвиток зелених мікробіододаток створюються в затоплених ґрунтах рисових полів.
- Азотонакопичення в ґрунтах рисових полів становить 15-90 кг/га на рік.

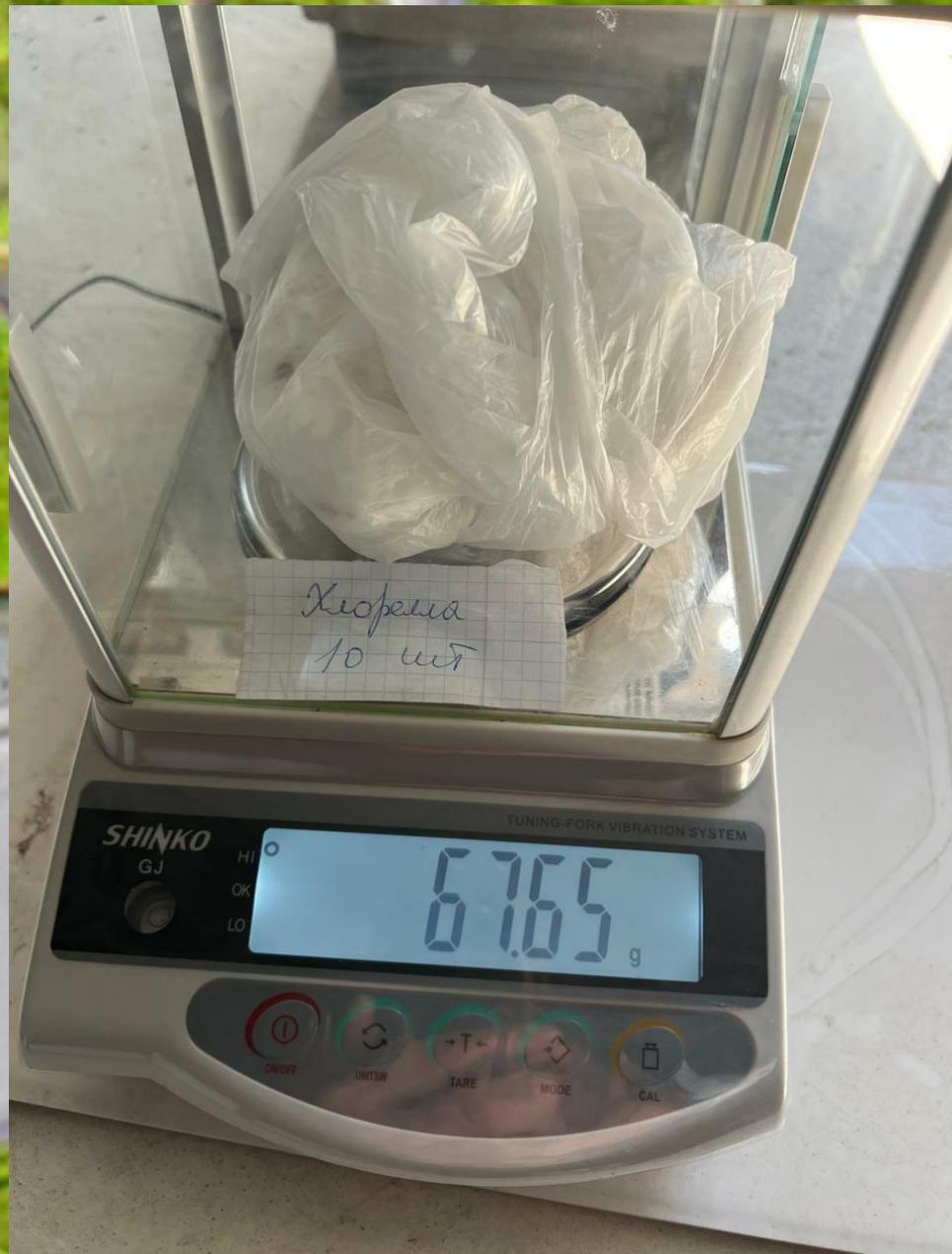
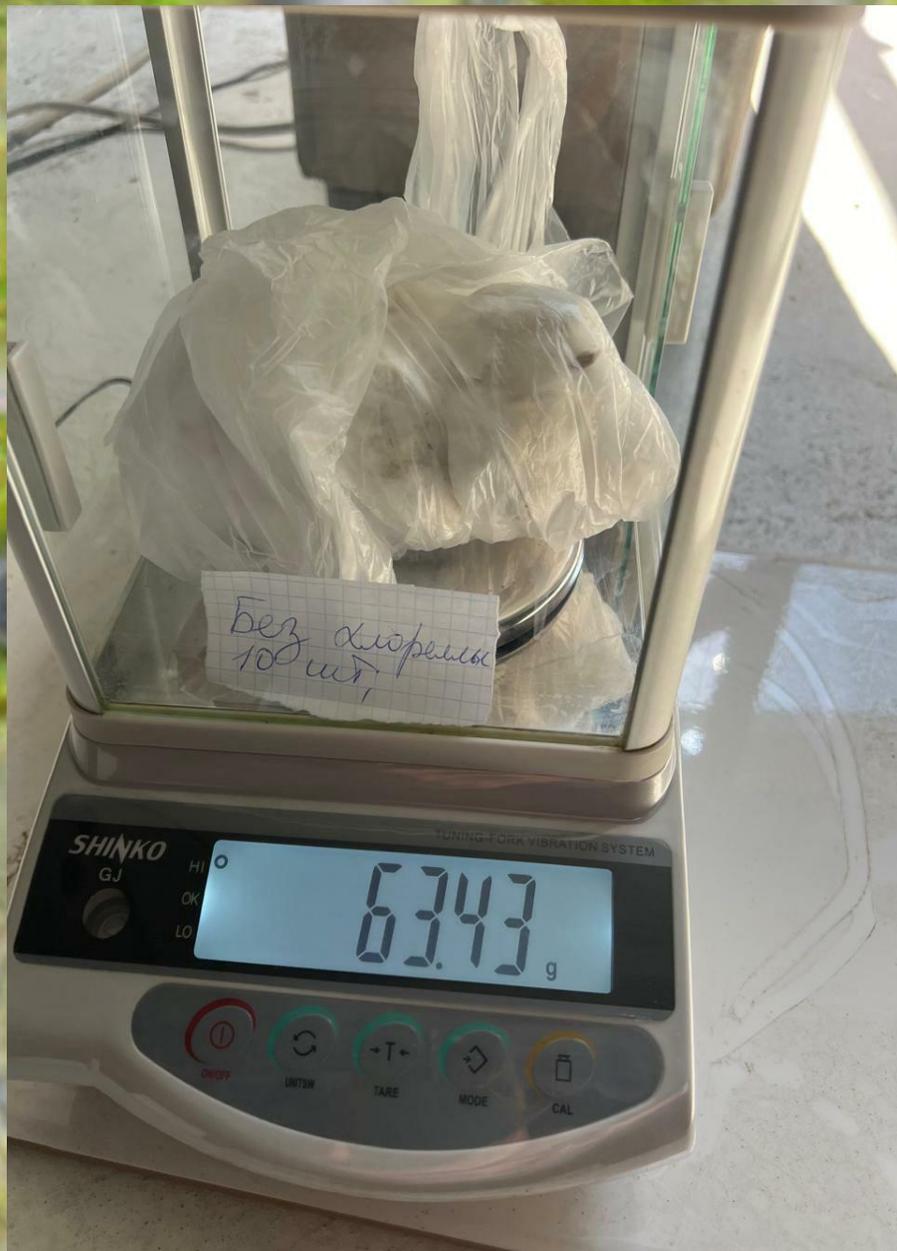


ЖИВАЯ ХЛОРЕЛЛА









Переваги універсальних продуктів з мікрowodоростями



Комплексна дія
на кілька рівнів



Профілактичний ефект
за будь-яких умов



Ефективність при комбінованих стресах
посуха + температура + гербіцид



Природні фітогормони,
амінокислоти,
антиоксиданти



Сумісність із ЗЗР
та добривами



Стабільність врожайності
в умовах стресу



Стратегія **стабільності** врожаю



На дигестаті



На свиначому гної



На куриному посліді







Плюс якісні біоорганічні добрива

Результатом роботи біогазової станції є виробництво біогазу та органічних біодобрив, які ще називають дегістатом. Тобто, біогазова станція – безвідходне виробництво. Біодобрива після біогазової станції давно зарекомендували себе, що цілком зрозуміло, адже вони легко засвоюються рослинами, мають корисну мікрофлору тощо



Робоча поїздка до водоростевої ферми членів Global 100% RE Ukraine

Виробництво передового біометану

з мікроводоростей вирощених на дигестаті біогазових станцій в Україні

АНАЛІТИЧНА
ЗАПИСКА № 3

Георгій Гелетуха
Мар'яна Гивель
Микола Сидоренко
Володимир Крамар
Петро Кучерук

Innovate Ukraine : ЛАБОРАТОРНА СТАДІЯ 2025 р

UABIO



Плоско-панельний
фотобіореактор з полікарбонату

Chlorella
10 g/L

Плоский
фотобіореактор

Трубний
фотобіореактор



Замовник:
The Energy Community

Виконавець:
ГС "БІОЕНЕРГЕТИЧНА
АСОЦІАЦІЯ УКРАЇНИ" (UABIO)

Контракт:
PN01-2025_Ukrainian Biomethane
Sector Development

09/2025



UABIO



AD БАТЧ-ТЕСТИ



Технології вирощування мікробіодоростей



ФОТОБІОРЕАКТОРИ

Фотобіореактор - це складна репродуктивна система, в якій вирощують фотосинтезуючі організми, використовуючи світло і різні поживні речовини.

Біопродуктивність хлорели та її ліпідний склад залежить від багатьох факторів, насамперед від інтенсивності опромінення (освітленості) води у фотобіореакторі, тривалості опромінення, прозорості води у фотобіореакторі (яка інтенсивно змінюється у процесі вирощування водоростей), від біохімічного складу води у фотобіореакторі і від інших фізико-хімічних факторів.

Існують два типи фотобіореакторів: відкритого типу, а друга — закритого типу.



На схемі приведені основні типи фотобіореакторів, які використовуються для вирощування хлорели.

Системи для вирощування мікроводоростей

ФБР	Переваги	Недоліки	Продуктивність біомаси, г/(л·добу)
Відкриті ставки	<ul style="list-style-type: none"> Економічність Легке очищення Низьке енергоспоживання Легко масштабуються Низькі витрати на обслуговування 	<ul style="list-style-type: none"> Складно контролювати параметри Низька продуктивність біомаси Можливість контамінації Потребує великої площі Неефективне змішування 	0,03-0,2
Вертикальні ФБР (аерифуни та колонії)	<ul style="list-style-type: none"> Відмінна продуктивність біомаси Висока ефективність фотосинтезу Обмеження фотоінгібіції та фотоокислення Невелика площа для будівництва Підходить для вирощування на відкритому повітрі Низький ризик контамінації Низьке енергоспоживання Невисока вартість, компактні та легкі в обслуговуванні 	<ul style="list-style-type: none"> Можливий механічний стрес клітин Низьке освітлення та мала площа освітлення Схильність до обростання стінок реактора 	0,5-10
Горизонтальні трубчасті ФБР	<ul style="list-style-type: none"> Велика освітлювана площа Підходить для розміщення на відкритому повітрі Хороша продуктивність Відносно недорогі Масштабовані Легкий контроль Однорідне змішування Добрий контроль температури 	<ul style="list-style-type: none"> рН-градієнт Вирати Обростання стінок Потребує значної площі Гідродинамічний стрес Можливий низький газообмін 	0,35-1,5
Плоскі ФБР	<ul style="list-style-type: none"> Максимальне сонячне освітлення Високе співвідношення площі до об'єму Підходить для відкритого культивування Висока продуктивність біомаси Добре розподілене освітлення Відносно низька вартість Легко будувати, очищати та обслуговувати Висока ефективність фотосинтезу Низька концентрація розчиненого кисню 	<ul style="list-style-type: none"> Складність масштабування Складність культивування Регулювання температури Можливе обростання Можливий гідродинамічний стрес клітин 	1,5-28

В ЄС мікроводорості вирощують використовуючи :
Фотобіореактори 71%, відкриті ставки 19%, ферментери 10%.



Raul Muñoz & Cristina Gonzalez Fernandez Microalgal-gas Based Biofuels and Bioproducts (Enhanced Edition) From Feedstock Cultivation to End-Products, United Kingdom Elsevier Science, 2017, P. 540
 (PDF) Combined effects of Light Intensity, Light Path and Culture Density on Output Rate of *Spirulina platensis* (Cyanobacteria)

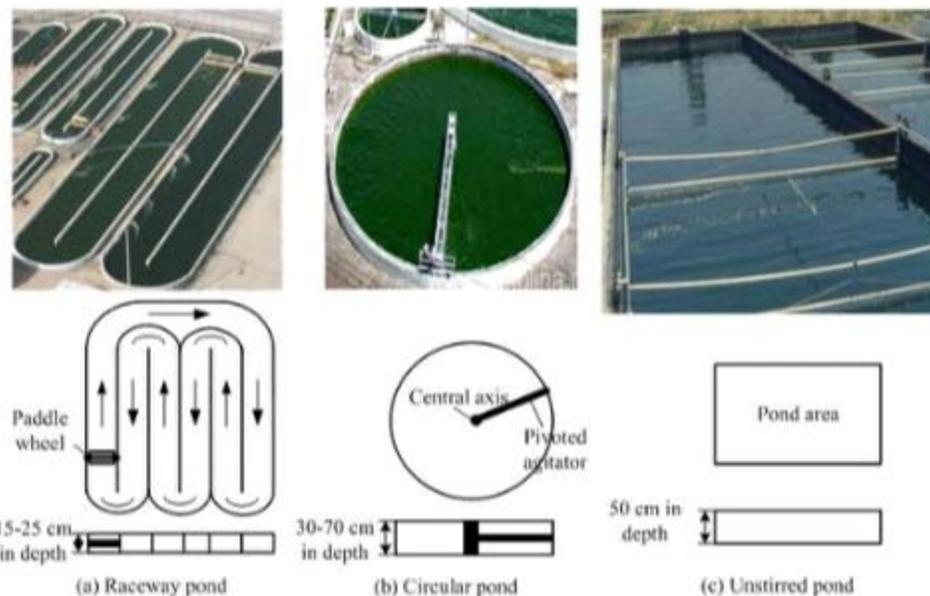
ВІДКРИТІ СИСТЕМИ

Переваги

- ⑩ Низькі капітальні вкладення
- ⑩ Простота експлуатації
- ⑩ Потенціал масштабованості

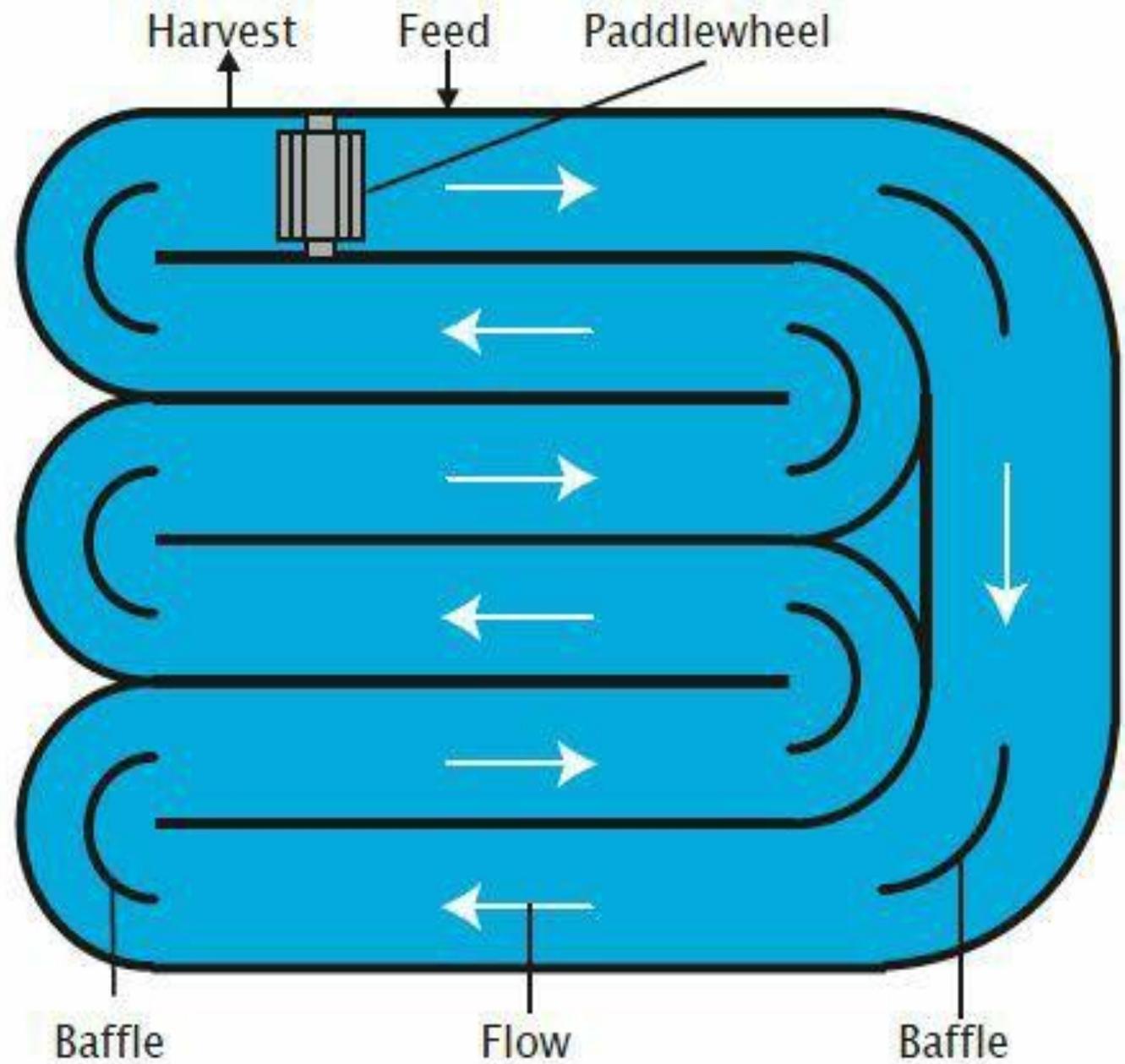
Недоліки

- Сезонні коливання продуктивності
- Випаровування води та втрати CO₂
- Високий ризик контамінації
- Обмежений контроль над факторами навколишнього середовища
- Високі витрати на збирання врожаю через низьку концентрацію біомаси



Система культивування	Розмір [м]	Об'єм [л]	Площа [м ²]	V/S [л/м ²]	Продуктивність біомаси [г/(л·день)]
Відкритий ставок (h = 1 м)	100×100×1	10 млн	10 000	1 000	0,2
Відкритий ставок (h = 0.1 м)	100×100×0,1	1 млн	10 000	100	0,55
Відкритий ставок (h = 0.01 м)	100×100×0,01	100 000	10 000	10	6

<https://doi.org/10.3390/pr12061104>





Фотобіореактори закритого типу

- *Вирощування хлорели для харчової промисловості або для тваринництва найбільш доцільно здійснювати у фотобіореакторах закритого типу, де достатньо легко забезпечити необхідний рівень стерильності води, живильного розчину та готового продукту, а також підтримувати необхідні умови для її вирощування (температуру, рівень освітлення, кислотно-лужний баланс тощо).*
- *Конкретна конструкція фотобіореактора вибирається з врахуванням багатьох факторів, таких як: продуктивність, умови розміщення фотобіореактора на місці його експлуатації, наявність джерел води, тепла, електрики тощо.*
- *Крім того необхідно мати кваліфікований обслуговуючий персонал, який здатний обслуговувати фотобіореактори та забезпечити дотримання технологічного процесу вирощування хлорели.*

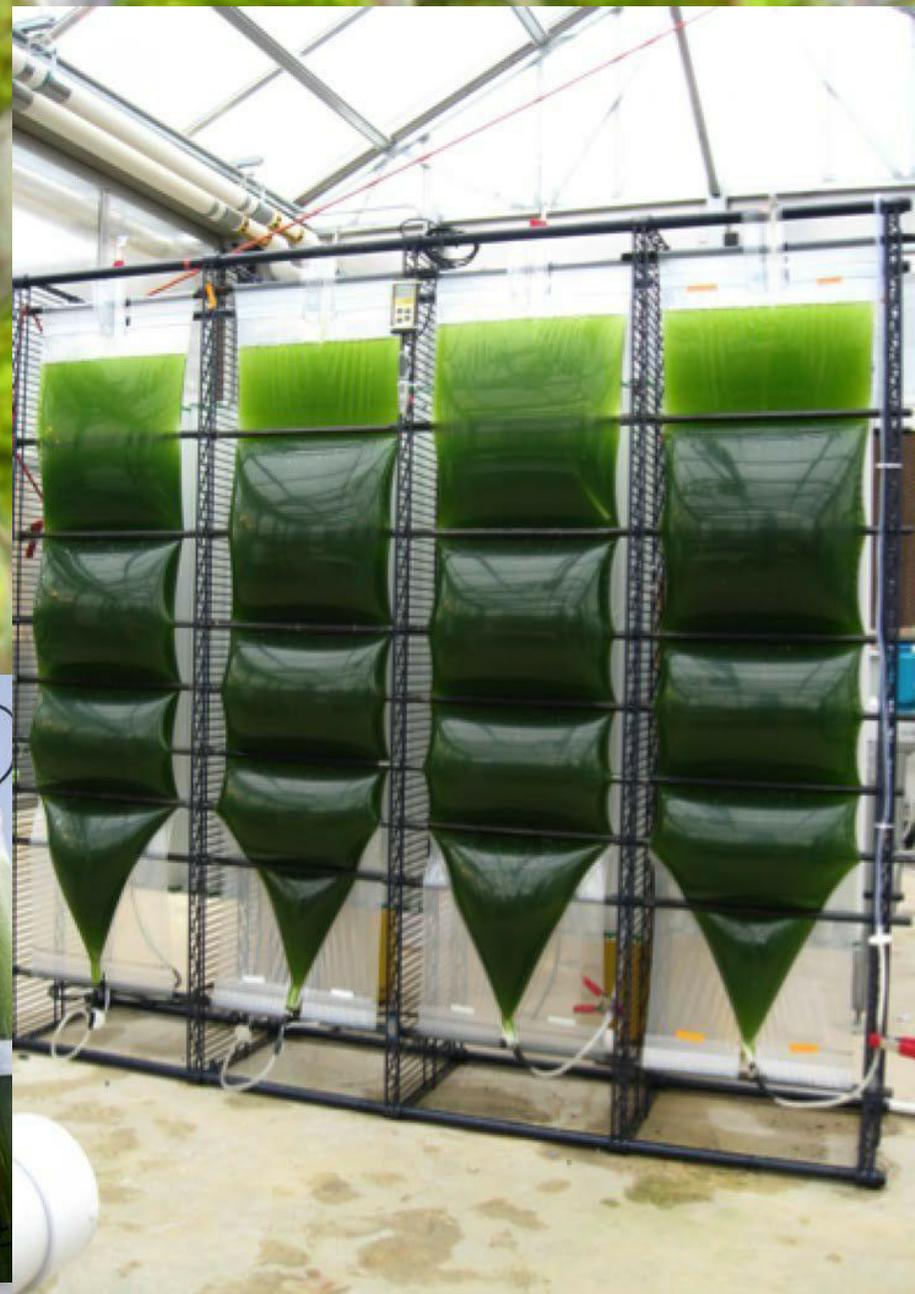
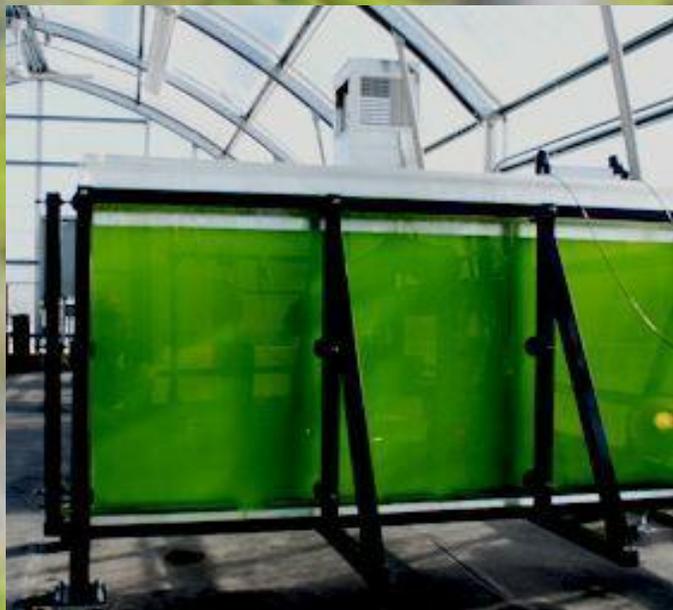


ЗАКРИТІ СИСТЕМИ (ФБР)

Тип ФБР	Переваги	Недоліки	Продуктивність, [г/л/день]
Трубчастий	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Менша потреба в освітленні ✓ Найбільша продуктивність ✓ Утилізація CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Залежність від освітлення ✗ Може потребувати стерилізації ✗ Ефект самозатінення ✗ Затінення від субстрату 	0,35 - 1,5
Плоскопанельний	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Відносно просте обслуговування ✓ Легке масштабування ✓ Короткий світловий шлях ✓ Високе співвідношення поверхні до об'єму 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Важко підтримувати рівномірну температуру ✗ Необхідне постійне очищення панелей ✗ Можливість біобростання ✗ Можливість гідродинамічного стресу 	0,21 - 1,38
Колонковий	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ефективна аерація та перемішування ✓ Легко масштабується ✓ Нзкий ризик контамінації ✓ Низькі енергоємності ✓ Відносно невеликий розмір та легкість обслуговування 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Може нерівномірно освітлюватись ✗ Потребує обережного контролю подачі газу 	0,5 - 1,2







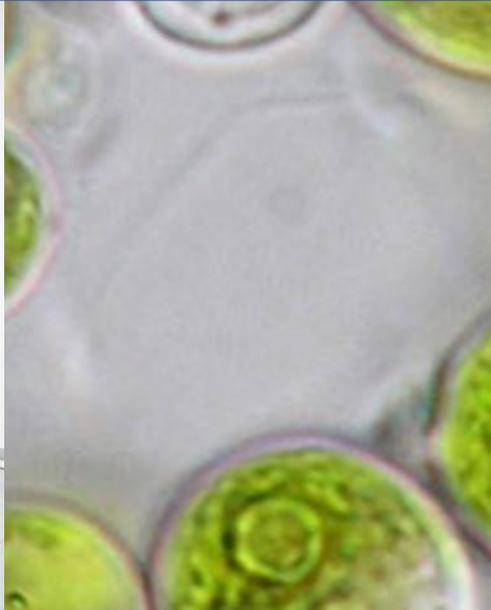
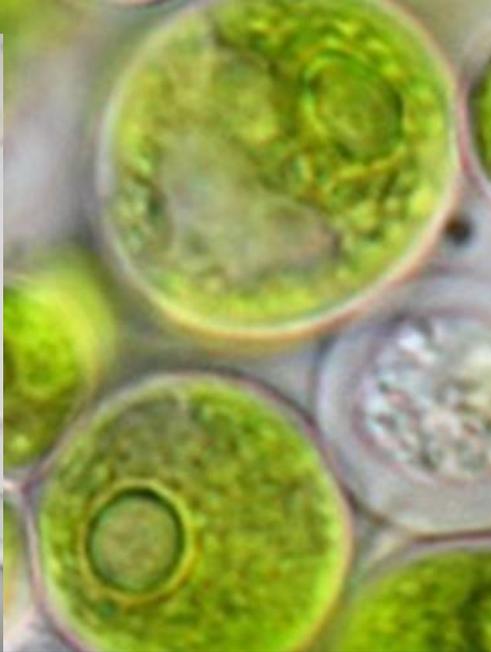


Схема культивування мікроводоростей

Для забезпечення нормальних умов життєдіяльності мікроводоростей *Chlorella vulgaris* в процесі культивування біомаси клітин необхідна підтримка наступних умов:

- оптимальна концентрація мікро- та макроелементів;
- рівень освітленості;
- рівень рН;
- температура;
- концентрація CO₂.



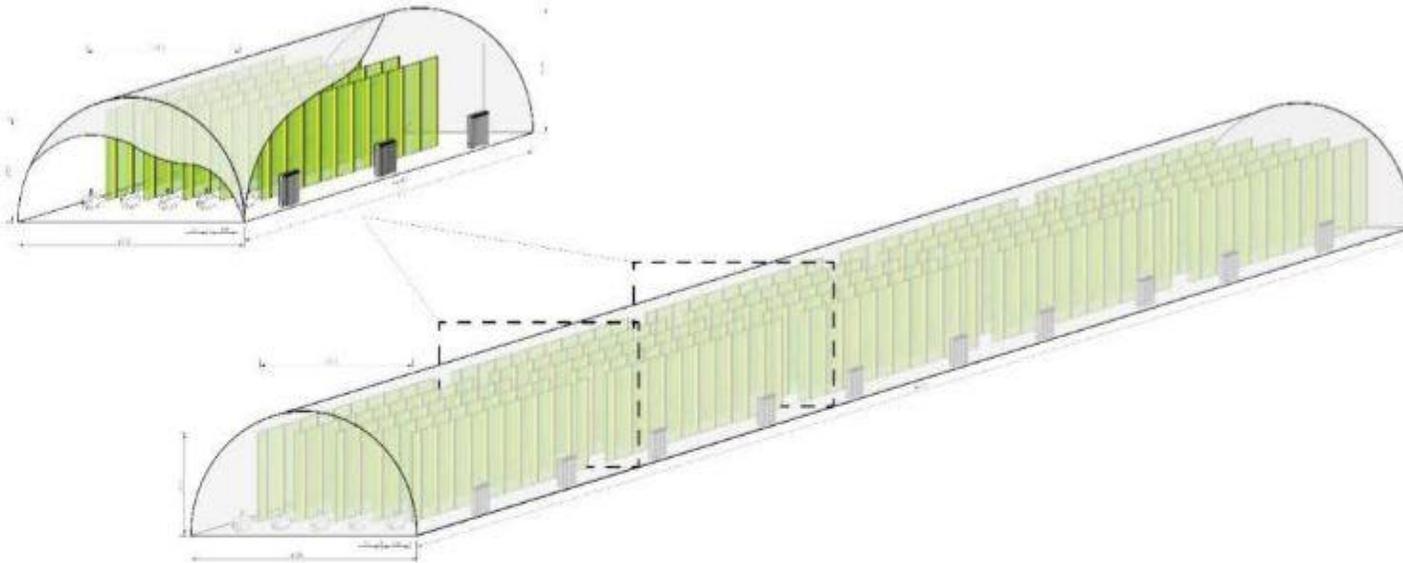
Оптимізований процес культивування мікробіодоростей у трубчатих і плоских фотобіореакторах (PBRs)



Конкурс InnovateUkraine фінансується UK International Development та організований Посольством Великої Британії в Києві

Збірна теплиця з фотобіореактором для вирощування мікрководоростей

Поперечний розріз теплиці



Джерело: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.09.005>

Фотобіореактори типу "Green Wall Panel-II" (GWP® -II)



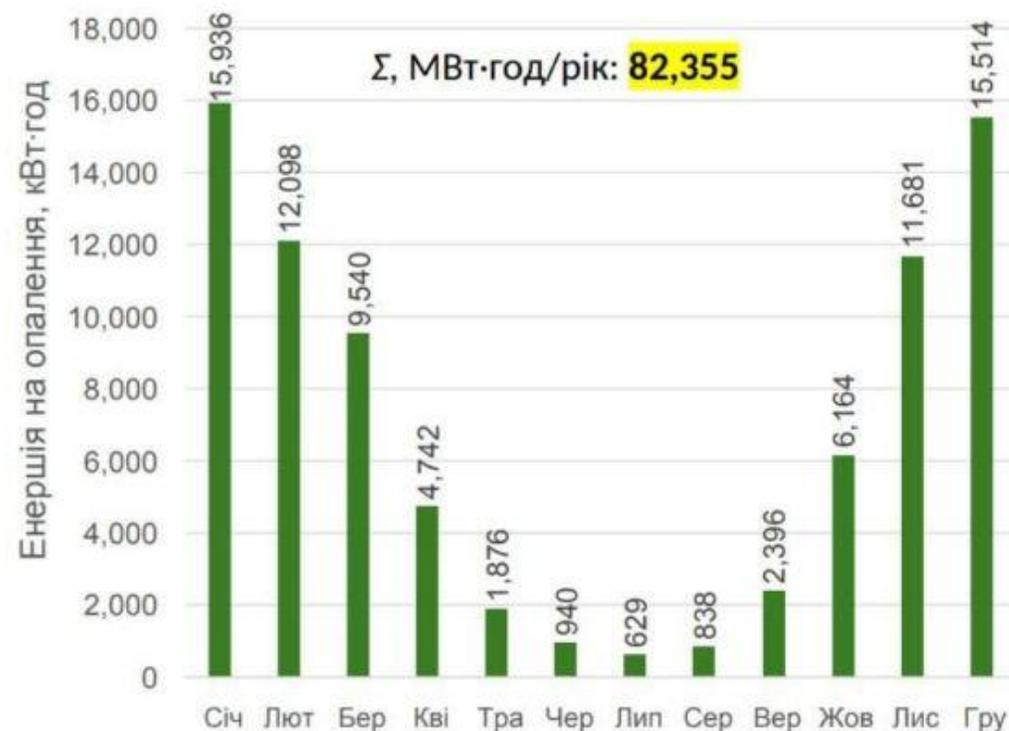
Параметри	Значення
Довжина, м	34
Ширина, м	6
Висота, м	3
Довжина секції ФБР, м	6
Кількість рядів (ФБР+LED)	5
Відстань від ФБР до світлодіодної панелі, м	0,03
Відстань між рядами ФБР, м	0,5
Загальний об'єм ФБР у теплиці, м ³	6,4
Загальна площа ФБР у теплиці, м ²	318,20
Питома потужність штучного освітлення, Вт/м	7,2
Кількість світлодіодних стрічок на м ² ФБР, стрічок/м ²	4
Щільність потоку штучного освітлення, Вт/м ²	28,8
Поверхня освітлення ФБР на ряд, м ²	63,64
Потужність освітлення на ряд, Вт	1833
Потужність освітлення на теплицю, кВт	9,2
* ФБР - фотобіореактор	

Потреби в енергії для вирощування мікроводоростей (1 теплиця)

Потреби в електричній енергії

Сезон (середній день середнього місяця)	Споживання е/е на штучне освітлення, кВт·год/кг	Сумарна питома потреба в електроенергії, кВт·год/кг	Повне споживання е/е на культивувацію, МВт·год
Літо (15 липня)	0,14	2,92	1,67
Осінь (15 жовтня)	4,41	7,20	4,10
Зима (15 січня)	6,28	9,06	5,12
Весна (15 квітня)	2,14	4,93	2,82
Середньорічне	3,24	6,03	3,43
Сума за рік	-	-	13,72

Потреби в тепловій енергії



CASE STUDY : ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЦЕНТР ALGAE BIOGAS (СЛОВЕНІЯ)



Main pond with paddlewheel



Демонстраційний центр складається з двох ставків для водоростей (основний ставок площею 100 м² та інокуляційний ставок площею 10 м²), розташованих у теплиці для забезпечення оптимальних умов роботи та зменшення сезонних коливань. Дигестат із біогазової установки подається в основний ставок.

Проект AlgaeBioGas демонструє високий рівень інтеграції технологій біогазових установок і біоремедіації з використанням мікрководоростей, забезпечуючи:

- глибоке очищення дигестату,
- утворення додаткової біомаси,
- значне скорочення викидів CO₂ (1 100 т CO₂/рік),
- економію землі для вирощування кормових культур — 9–27 гектарів (замість 335 гектарів, необхідних для силосу).

ALG-AD Велика Британія, Франція, Бельгія

Проект ALG-AD реалізовувався в рамках програми Interreg North-West Europe з метою інтеграції систем анаеробного зброджування (AD) із культивуванням мікродоростей.

- Основним завданням було знайти ефективне рішення для **переробки надлишкового дигестату**, збагаченого поживними речовинами, **який не можна вносити на поля як добриво через екологічні обмеження в ЄС.**

Проект реалізували на трьох пілотних майданчиках: Велика Британія (Суонсі), Франція (Бретань), Бельгія (Фландрія).

- На цих майданчиках використовували різні типи субстратів для анаеробного зброджування (харчові та сільськогосподарські відходи), а також різні конфігурації фотобіореакторів для оцінки ефективності культивування водоростей на попередньо обробленому дигестаті.

 Langage AD,
Plymouth



 Cooperl,
Lamballe



 Innolab,
Ghent



• ГІДРОПОННИЙ ЗЕЛЕНИЙ КОРМ



1. Замочування (0 доба)

2. Проростання (1-2 доба)

3. Ріст (3-6 доба)

4. 7 доба –
ГОТОВИЙ корм



5. Збір урожаю (7 доба)

6. Корови їдять

7. Вівці їдять



Цикл – 7 діб



Вихід: 6-8 кг зеленої маси
з 1 кг насіння

- ✓ Білок – 15-18%
- ✓ Вітаміни • Мінерали
- ✓ Цілорічне виробництво



Гідропонний зелений корм з мікродоростями (Chlorella, Scenedesmus)



- ✓ + амінокислоти і фітогормони
- ✓ + стимуляція росту та коріння
- ✓ + покращення складу корму







algative™

Вирощено та вироблено в Україні

ЖИВА ХЛОРЕЛЛА™

**ПРИИМАННЯ ВАНН
ІЗ СУСПЕНЗІЄЮ МІКРОВОДОРОСТІ
«ЖИВА ХЛОРЕЛА»
ПРОТЯГОМ 7-10 ДІБ ЗАБЕЗПЕЧУЄ:**

- здоровий сяючий вигляд шкіри за рахунок насичення її біологічно активними речовинами;
- підвищення вмісту вологи у шкірі;

...ОК ЗА РАХУНОК
...ЕЛАСТИНУ;
...НАСИЩЕННЯ
...РЕЧОВИНАМИ.

ПОЛЕЗНЫХ ВЕЩЕСТВ

40

АМИНОКИСЛОТ





alg@live[™]
Вирощено та вироблено в Україні

ЖИВАЯ ХЛОРЕЛЛА™



[Жива хлорела](#) [Для людини](#) [Для рослин](#) [Для тварин](#) [Для бджіл](#) [Довкілля](#) [Новини](#) [Про компанію](#) [Контакти](#)

**Ми вирощуємо хлорелу
для того, щоб зробити
цей світ кращим!**





ТЕ, ЩО МИ РОБИМО СЬОГОДНІ, ВИЗНАЧАЄ НАШЕ МАЙБУТНЄ



*Ми впевнені, що наші розробки дозволять вирішити багато питань, які пов'язані з вирощуванням птиці.
І забезпечать новий рівень якості і прибутку на Вашому підприємстві.*



*Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
Україна, 67667, Одеська обл., Одеський р-н, с-ще
Хлібодарське, вул. Маяцька дорога, 24, +380(50)9791239,
+380973462897, icsanaas@ukr.net, <https://icsanaas.com.ua>*

*ТОВ "ХАРКІВСЬКА ІНЖЕНЕРНА КОМПАНІЯ",
проспект НАУКИ, 60, м. ХАРКІВ, УКРАЇНА, 61072,
+380675760170, +380573405555
info@waterlight.pro, <https://waterlight.pro>, <https://uv-system.kh.ua>*