

## ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ СИНЬО-ЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ БУРУВАТО-ПІДЗОЛИСТИХ ОГЛЕЄНИХ ҐРУНТІВ ПІВДЕННОГО ПЕРЕДКАРПАТТЯ

*Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича*

Вивчали ґрунтові водорості бурувато-підзолистих ґрунтів Передкарпаття різних екосистем. Встановлено видовий склад, систематичну структуру, екологічні спектри синьо-зелених водоростей. Виявлено 17 видів синьо-зелених водоростей з 1 класу, 2 порядків, 4 родин, 5 родів. Серед екобіоморф найбільш чисельні Р- та Cf-форми.

*Ключові слова: синьо-зелені водорості, екосистема, екобіоморфи.*

В. А. Нікорич, Т. М. Чорневич

*Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича*

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ БУРОВАТО- ПОДЗОЛИСТЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРЕДКАРПАТЯ

Изучали почвенные водоросли бурувато-подзолистых почв Предкарпаття различных экосистем. Определен видовой состав, систематическая структура, экологические спектры сине-зеленых водорослей. Обнаружено 17 видов сине-зеленых водорослей из 1 класса, 2 порядков, 4 семейств, 5 родов. Среди екобіоморф наиболее многочисленны Р- и Cf-формы.

*Ключевые слова: сине-зеленые водоросли, экосистема, екобіоморфы.*

V. A. Nikorych, T. M. Chornevych

*Chernivtsi Yu. Fedkovych National University*

## THE SPECIES COMPOSITION OF BLUE-GREEN ALGAE OF BROWN-PODZOLIC GLEIED SOILS OF SOUTHERN CISCARPATIA

The soil algae of brown-podzolic Ciscarpation's soils of different ecosystems were studied. The species composition, taxonomic and ecological structure of blue-green algae was determined. 17 species were found from 1 classes, 2 orders, 4 families, 5 genera. Among the algae life forms P- and Cf-forms are domination.

*Keywords: blue-green algae, ecosystem, ecobiomorph.*

Синьо-зелені водорості відносяться до постійного та досить важливого компоненту ґрунтової альгофлори. На відміну від представників інших відділів водоростей гетероцистні синьозелені водорості здатні поєднувати процес оксигенного фотосинтезу з фіксацією молекулярного азоту.

В локусах масового розвитку, автотрофні за карбоном і нітрогеном синьозелені водорості виявляють вплив на ґрунтову біоту, а через неї і на родючість ґрунту (Панкратова, 1989). Також показано, що нітроген, накопичений синьозеленими водоростями, може утилізуватись вищими рослинами, таким чином частково задовольняючи їх потребу в цьому дефіцитному елементі (Панкратова, 1987).

Варто відмітити протиерозійні властивості нитчастих форм синьозелених водоростей, слизисті речовини клітинних оболонок яких склеюють ґрунтові частинки, а переплетені нитки механічно скріплюють їх (Костіков, 1990).

Крім накопичення органічної речовини і нітрогену, а також стимулюючої дії, встановлена провідна роль водоростей у звільненні поживних речовин ґрунту шляхом руйнування первинних і вторинних мінералів. Так, Вентакараман і Гойал (1971) наводять дані про здатність 17 штамів і видів з родів *Nostoc* і *Anabaena* переводити в розчинний стан  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Відмічається здатність діатомових, синьозелених і зелених водоростей активно руйнувати мусковіт, біотит і деякі інші мінерали, а також брати участь у вторинному синтезі (Глазовская, 1950).

## ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

У ході стаціонарних та експедиційних досліджень вивчались синьо-зелені водорості бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття природних лісових та антропогенно-трансформованих біогеоценозів. Було опрацьовано 170 об'єднаних проб та закладено 8 реперних розрізів по території південного Передкарпаття.

*Розріз 1.* Бурувато-підзолистий оглеєний середньосуглинковий, окультурений на елювіально-делювіальному суглинку. Не орн. + Ehgl + Igl + PGI.

*Розріз 2.* Бурувато-підзолистий оглеєний середньосуглинковий на елювіальному суглинку. Но + Не + Egl + Egl + Igl + PGI.

*Розріз 3.* Бурувато-підзолистий середньосуглинковий на елювіально-делювіальному суглинку. Нл + Не + Eh + Ie + Im + Pmq.

*Розріз 4.* Бурувато-підзолистий оглеєний середньосуглинковий на елювіально-делювіальному суглинку. Hd + He/gl + Egl + Igl + Pgl.

*Розріз 5.* Бурувато-середньопідзолистий оглеєний малогумусний важкосуглинковий ґрунт на елювіально-делювіальному суглинку. Нл + Hegl + Ehgl + + Egl + Igl + Pgl.

*Розріз 6.* Бурувато-середньопідзолистий оглеєний малогумусний важкосуглинковий ґрунт на елювіально-делювіальному суглинку. Но + Не + Ehgl + + Egl + Igl + Pgl.

*Розріз 7.* Бурувато-середньопідзолистий оглеєний малогумусний середньосуглинковий ґрунт на елювіально-делювіальному суглинку. Hd + Hegl + Ehgl + + Egl + Igl + Pgl.

*Розріз 8.* Бурувато-середньопідзолистий оглеєний малогумусний середньосуглинковий, високоокультурений ґрунт на елювіально-делювіальному суглинку. Норн. + Ehgl + Egl + Igl + Pgl.

За загальноживаною методикою зразки ґрунту відбирались у паперові конверти, попередньо прожарені у сушильній шафі при температурі 130–150 °С протягом 1 год (Голлербах, 1969). Проби відбирали в межах ґрунтового профілю по трьох стінках з усіх генетичних горизонтів (Кузяхметов, 2001), додатково розділивши верхні горизонти на шари. Змішаний зразок складався з восьми індивідуальних проб, відібраних стохастично в межах необхідної глибини.

Ґрунтові проби обробляли в три етапи:

- методами ґрунтових культур зі скельцями обростань;
- методом накопичувальних культур на агаризованому середовищі;
- методом чистих культур (Водорості..., 2001).

Життєві форми (екобіоморфи) видів водоростей встановлювали на основі класифікації Е. А. Штіни із співавторами (Алексахина, 1984; Штіна, 1976). Визначали показник ступеню відносної біотопічної приуроченості (СБП) виду (Песенко, 1982), розраховували частоту зустрітваності виду (ЧТ) (Андреюк, 1992). Флористичний аналіз проведено за методами, розробленими для вищих рослин (Шмидт, 1984; Юрцев, 1991).

Дослідження культур водоростей на агарових середовищах проводили за допомогою стереомікроскопії. Систематичну належність визначали згідно монографії «Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори)» (2001).

Ідентифікацію водоростей проводили за вітчизняними та зарубіжними визначниками із серій: «Определитель пресноводных водорослей СССР» (1986), «Süßwasserflora von Mitteleuropa» (1983), «Визначник прісноводних водоростей Української РСР» (1968), «Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen» (1995), «Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales)» (1998).

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Встановлення видового складу водоростей є першим кроком при проведенні альгофлористичних досліджень певної території. На основі даних про склад ґрунтових водоростей базуються подальші дослідження впливу різних факторів середовища на їх розвиток.

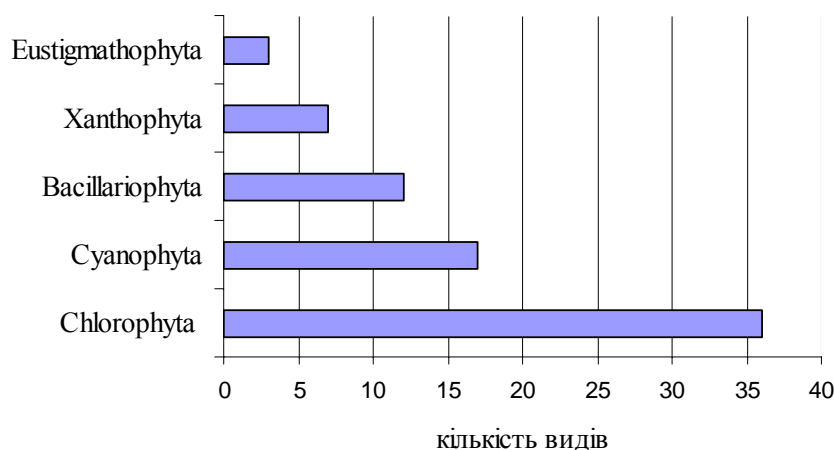
За даними наших досліджень альгофлора бурувато-підзолистих ґрунтів південного Передкарпаття включає 17 видів синьозелених водоростей з 1 класу, 2 порядків, 4 родин, 5 родів. З усіх досліджуваних екосистем ці водорості були виявлені в антропогенно-трансформованих екосистемах, в природних лісових – вони не виявлялись (табл. 1).

Таблиця 1

**Систематична структура синьо-зелених водоростей антропогенно-трансформованих екосистем**

Класи	Порядки	Родини	Кількість	
			родів	видів
Cyanophyceae	Oscillatoriales	Schizotrichaceae	1	1
		Phormidiaceae	1	4
	Nostocales	Nostocaceae	2	7
		Pseudanabaenaceae	1	5

З огляду на факт присутності синьо-зелених водоростей в ґрунтах лише антропогенно-трансформованих екосистем, наведемо систематичну структуру альгофлори едафотопів цих біогеоценозів. Всього виявлено 74 види водоростей з 5 відділів, 6 класів, 16 порядків, 30 родин, 38 родів: *Chlorophyta* – 36 (48,6%), *Cyanophyta* – 17 (22,9%), *Xanthophyta* – 7 (9,5%), *Bacillariophyta* – 12 (16,2%), *Eustigmathophyta* – 3 (4,1%) (рисунок).



**Систематична структура ґрунтових водоростей бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів антропогенно-трансформованих екосистем на рівні відділів**

Провідними за кількістю видів на пасовищі є *Chlorophyta* – 36 видів, що в цілому відповідає альгоугрупованню кислих ґрунтів. Серед зелених водоростей домінантами виявилися види *Chlamydomonas lobulata* Ettl (ЧТ=45,2), *Heterotetracystis akinetos* Cox et Deason (ЧТ=19,0) та з високим ступенем відносної біотопічної приуроченості, *Chlorococcum pulchrum* Archibald et Bol – не приурочений до даної екосистеми вид, *Scotiellopsis rubescens* Vinatz з високим значенням частоти зустріваності (ЧТ=35,7), *Stichococcus minor* Näg. (ЧТ=26,2) не приурочений до даного типу екосистеми, *Klebsormidium nitens* (Meneghini in Kützing) Lokhorst (ЧТ=16,7) та з високим ступенем відносної біотопічної приуроченості.

Значна частка в альгоугрупованні пасовищ діатомових водоростей – 10 видів. Такі види, як: *Navicula pelliculosa* (ЧТ=35,7) та не приурочений вид, *Stauroneis anceps* (23,81 та високий ступінь відносної біотопічної приуроченості), *Hantzschia amphioxys*

(ЧТ=28,6), *Nitzschia frustulum*, *Nitzschia palea* (ЧТ=30,9) з високим ступенем біотопічної приуроченості – увійшли до домінуючого комплексу.

Дещо поступаються за кількістю видів синьо-зелені водорості – 7 видів. Серед них домінантом є: *Nostoc punctiforme* (ЧТ=19,0) з високим ступенем біотопічної приуроченості. З відділу Eustigmatophyta виявлено 3 види: *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd, *Vischeria stellata* (Chodat ex Poulton) Pascher, *Monodopsis subterranea* (B. Petersen) Hibberd. З них тільки один вид є домінантом: *Monodopsis subterranean* (ЧТ=57,1). Відділ Xanthophyta нараховує 2 види: *Pleurochloris commutata* Pascher, *Nephrodiella phaseolus* Pascher, останній – домінуючий вид, який характеризується високим ступенем біотопічної приуроченості та значенням частоти трапляння.

Вертикальне розселення водоростей є важливою характеристикою альгогруповань. Відмічено поступове зменшення кількості видів, починаючи з поверхневих горизонтів. Встановлено, що різні види водоростей характеризуються відповідним профільним перерозподілом. Так, діатомові водорості розвиваються переважно в поверхневих горизонтах, вниз по профілю зустрічаються епізодично і тільки у вигляді пустих панцирів.

Така ж приуроченість до поверхневих горизонтів характерна і для синьозелених водоростей: *Phormidium retzii* (Agardh) Gomont, *Nostoc linkia* (Roth) Bornet et Flahault f. *calcicola* (Brebisson) Elenkin, *Nostoc paludosum* Kützing, *Nostoc punctiforme* (Kützing) Hariot, *Leptolyngbya frigida* (Fritsch) Anagnostidis et Komarek, *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komarek, *Leptolyngbya tenuis* (Gomont) Anagnostidis et Komarek.

В найбільш глибоких горизонтах (Igl) зустрічаються переважно одноклітинні зелені водорості – *Chlorella vulgaris* Beijerinck var. *vulgaris*, *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Meneghini, *Chlorococcum costatozygotum* Ettl et Gärtner, *Chlorococcum lobatum* (Korschikov) Fritsch et John, а також *Stichococcus minor* Nägeli в одноклітинному стані. Серед еустигматофітових водоростей, на значних глибинах, виявлені *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd та *Monodopsis subterranea* (B. Petersen) Hibberd.

Провідними на ріллі за кількістю видів є *Chlorophyta* – 20 видів, з них домінантами виявилися види: *Chlamydomonas inepta* із значенням частоти трапляння (ЧТ= 28,6) та з високим ступенем відносної біотопічної приуроченості, *Myrmecia incisa* з високим значенням частоти трапляння (ЧТ=59,5), не приурочений вид для даної екосистеми.

Значна частка в альгогрупованні ріллі синьозелених водоростей – 15 видів. Такі види, як: *Phormidium autumnale*, *Phormidium boryanum*, *Cylindrospermum muscicola*, *Nostoc edaphicum*, *Nostoc paludosum* – увійшли до домінуючого комплексу, які характеризуються високим ступенем відносної біотопічної приуроченості та високим значенням трапляння, крім останнього виду, не приуроченого до даного типу екосистеми.

Поступаються за кількістю видів жовтозелені та діатомові водорості, кількість яких в 3 рази менша у порівнянні з синьозеленими водоростями. Відділ *Eustigmatophyta* представлений одним видом: *Eustigmatos magnus*, який виявився домінантом з високим значенням трапляння.

На відміну від пасовища, на ріллі діатомові водорості розселяються до ілювіально-глейового горизонту, це види – *Nitzschia palea* (Сторожинець) та *Cavinula cocconeiformis* (Іспас); в материнській породі ці види не виявлені.

З представників еустигматофітових в материнській породі знайдений вид *Eustigmatos magnus*. З відділу жовтозелених водоростей на глибині глибше 100 см (PGI) виявлені види *Botrydiopsis eriensis* та *Monodus unipapilla*. З представників зелених водоростей в підповерхневих горизонтах виявлені: *Chlamydomonas actinochloris*, *Chlamydomonas inepta*, *Chlorococcum lobatum* та *Myrmecia incisa*.

Синьозелені водорості в підповерхневих горизонтах представлені видами: *Phormidium autumnale*, *Phormidium retzii*, *Cylindrospermum muscicola*, *Nostoc linkia*, *Nostoc paludosum*.

Важливою характеристикою альгоугруповань досліджуваних ґрунтів є їх екологічна структура. Серед виявлених видів водоростей переважають едафотільні види. Розташувачи індекси життєвих форм у порядку зменшення числа видів, отримали загальний спектр життєвих форм (екобіоморф) синьозелених водоростей для бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів різних екосистем Передкарпаття: P<sub>9</sub>Cf<sub>6</sub>M<sub>1</sub>Nf<sub>1</sub>(17), де нижніми індексами позначена кількість видів кожної окремої життєвої форми, а у дужках указана загальна кількість видів (табл. 2).

Екобіоморфи характеризують екологічні особливості водоростей, незалежно від систематичної приналежності (Штина, 1976; Алексахина, 1984). Великого різноманіття набувають види Р-форм (53%). Види М- та Nf-форм займають по 6 % загального спектру екобіоморф.

Таблиця 2

**Екологічна структура ґрунтових водоростей**

Екобіоморфи (життєві форми)	Опис екобіоморф
Р-форма	нитчасті синьо-зелені, які не утворюють значного слизу; розсіяні в товщі ґрунту серед ґрунтових частинок або утворюють на поверхні ґрунту тонкі шкрясті плівки; типові ксерофіти
Cf-форма	мікроскопічні азотфіксуючі синьо-зелені водорості, які здатні формувати слизисті розростання на поверхні ґрунту
М-форма	синьозелені у вигляді більш-менш слизистих ниток, які утворюють макроскопічні помітні кірочки на поверхні ґрунту. Відрізняються виключною посухостійкістю та теплостійкістю
Nf-форма	види роду <i>Nostoc</i> , які утворюють наземні макроскопічні таломі. Світлолюбні та посухостійкі

Варто відмітити, що на другому місці у спектрі життєвих форм стоять види Cf-форм (35 %), мікроскопічні азотфіксуючі синьо-зелені водорості: *Nostoc linkia*, *Nostoc paludosum*, *Nostoc punctiforme*, *Cylindrospermum muscicola*, *Nostoc edaphicum*, *Nostoc microscopicum*. Чотири види з них, а саме, *Nostoc punctiforme*, *Cylindrospermum muscicola*, *Nostoc edaphicum* та *Nostoc paludosum* – входять до домінантного комплексу.

Отже, виявлено, що для альгоугруповань антропогенно-трансформованих екосистем властиве домінування зелених водоростей із суттєвим різноманіттям синьозелених. Що, на нашу думку пов'язано, із кращим водно-повітряним, оптимальним поживним режимом. Так, згідно літературних даних, синьозелені водорості, які в природних лісових екосистемах нами не були виявлені, є кальцієфільними видами, на відміну від жовтозелених і зелених водоростей (більшість з них ацидофільні види), і з цим пов'язують відсутність *Cyanophyta* у кислих ґрунтах.

## ВИСНОВКИ

1. Альгофлора бурувато-підзолистих ґрунтів південного Передкарпаття антропогенно-трансформованих екосистем включає 17 видів синьозелених водоростей з 1 класу, 2 порядків, 4 родин, 5 родів.

2. Встановлено відсутність синьозелених водоростей у природних екосистемах.

3. Встановлено, що з усіх виявлених синьозелених водоростей 35 % – азотфіксуючі види.

4. Досліджено екологічну структуру синьозелених водоростей бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття. Розташувачи індекси життєвих форм у порядку зменшення числа видів, отримали загальний спектр екобіоморф синьозелених водоростей: P<sub>9</sub>Cf<sub>6</sub>M<sub>1</sub>Nf<sub>1</sub>(17).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Алексахина Т. И. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов / Т. И. Алексахина, Э. А. Штина. – М. : Наука, 1984. – 150 с.

Андреева В. М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales) / В. М. Андреева. – СПб. : Наука, 1998. – 352 с.

- Андреюк Е. И.** Основы экологии почвенных микроорганизмов / Е. И. Андреюк, Е. В. Валагурова. – К. : Наук. думка, 1992. – 224 с.
- Водорості ґрунтів України** (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / І. Ю. Костіков, П. О. Романенко, Е. М. Демченко та ін. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.
- Глазовская М. А.** Влияние микроорганизмов на процессы выветривания первичных минералов / М. А. Глазовская // Изв. АН КазССР. – 1950. – № 6. – С. 79-100.
- Голлербах М. М.** Почвенные водоросли / М. М. Голлербах, Э. А. Штина. Ленинград : Наука, 1969. – 228 с.
- Кондратьева Н. В.** Синьозелені водорості – Cyanophyta. Ч. 2. Клас Гормогонієві – Hormogoniophyceae. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. I / Н. В. Кондратьева – К. : Вид-во АН УРСР, 1968. – 523 с.
- Костіков І. Ю.** Водорості яруг та їх протиерозійна роль / І. Ю. Костіков // Укр. ботан. журн. – 1990. – 47, № 1. – С. 43-47.
- Кузяхметов Г. Г.** Методы изучения почвенных водорослей : учебное пособие [для студ. высш. уч. зав.] / Г. Г. Кузяхметов, И. Е. Дубовик. – Уфа : Башкирский ун-т, 2001. – 60 с.
- Мошкова Н. О.** Зеленые водоросли. Класс улотриксовые. Порядок улотриксовые. Chlorophyta: Ulotrichophyceae, Ulotrichales. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 10 / Н. О. Мошкова, М. М. Голлербах – Л. : Наука, 1986. – 360 с.
- Панкратова Е. М.** Участие цианобактерий в круговороте азота в почве и создании ее плодородия / Е. М. Панкратова // Успехи микробиологии. – 1987. – Вып. 21 – С. 212-242.
- Панкратова Е. М.** Функционирование цианобактерий на пахотных почвах Нечерноземной зоны / Е. М. Панкратова, Л. И. Домрачева, Е. Н. Резник // Почвоведение. – 1989. – № 4. – С. 75-81.
- Песенко Ю. А.** Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М. : Наука, 1982. – С. 32-52.
- Топачевський А. В.** Діатомові водорості – Bacillariophyta (Diatomeae). Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. XI / А. В. Топачевський, О. П. Оксіюк. – К. : Вид-во АН УРСР, 1960. – 412 с.
- Шмидт В. М.** Математические методы в ботанике : учебн. Пособие / В. М. Шмидт. – Л. : Ленингр. ун-т, 1984. – 288 с.
- Штина Э. А.** Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М. : Наука, 1976 – 143 с.
- Юрцев Б. А.** Изучение биологического разнообразия и сравнительная флористика / Б. А. Юрцев // Бот. журн. – 1991. – Т. 76. – № 3. – С. 305-313.
- Ettl H.** Chlorophyta I. Phytomonadina. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd.9 / H. Ettl. – Jena: VEB Gustav Fischer., Verl., 1983. – 807 s.
- Ettl H.** Syllabus der Boden-, Luft, und Flechtenalgen / H. Ettl, G. Gärtner. – Stuttgart, Jena, New-York: Gustav Fischer Verlag, 1995. – 721 s.
- Venkataraman G. S.** Solubilization of tricalcium phosphate by blue-green algae / Venkataraman G. S., Goyal S. K. // Gur. Sci., 1971. – Vol. 40. – №7 – P. 165-166.

*Надійшла до редколегії 04.07.11*