

---

# БІОЛОГІЯ ҐРУНТІВ

---

---

УДК 631.46:582.23

Т. М. Чорневич, В. А. Нікорич

## СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ АЛЬГОЦЕНОЗУ БУРУВАТО-ПІДЗОЛИСТИХ ОГЛЕСНИХ ҐРУНТІВ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

*Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича*

Вивчали ґрунтові водорості бурувато-підзолистих ґрунтів Передкарпаття різних біогеоценозів. Установлено видовий склад, чисельність та біомасу, систематичну структуру, екологічні спектри водоростей. Усього виявлено 104 види водоростей, включаючи 57 (54,8 %) видів *Chlorophyta*, 17 (16,4 %) – *Cyanophyta*, 14 (13,5 %) – *Xanthophyta*, 12 (11,5 %) – *Bacillariophyta*, 4 (3,8 %) – *Eustigmathophyta*. Серед екобіоморф найбільш чисельні Ch-, C- і X-форми.

*Ключові слова: ґрунтові водорості, альгогрупування, едафотоп.*

T. M. Chornevych, V. A. Nikorych

*Chernivtsi Yu. Fedkovych National University*

### STRUCTURE-FUNCTIONAL ALGOCENOSES ORGANIZATION OF BROWN-PODZOLIC GLEIED SOILS OF CISCARPATIA

The soil algae of brown-podzolic gleied Ciscarpation's soils of several biogeocenoses were studied. The species composition, quantity and biomass, taxonomic and ecological structure of algae was determined. 104 species were found including 57 (54,8 %) *Chlorophyta*, *Cyanophyta* – 17 (16,4 %), *Xanthophyta* – 14 (13,5%), *Bacillariophyta* – 12 (11,5 %), *Eustigmathophyta* – 4 (3,8 %). Among the algae life forms Ch-, C- and X-forms are domination.

*Keywords: soil algae, algogrouping, edaphotop.*

Ґрунтові водорості присутні практично в будь-якому ґрунті і є одним з обов'язкових компонентів мікрофлори. Більшість ґрунтових водоростей – фотоавтотрофні мікроскопічні організми, що виконують функції первинних продуцентів. Крім накопичення органічної речовини і нітрогену, варто відмітити роль водоростей у звільненні поживних речовин ґрунту шляхом руйнування первинних і вторинних мінералів. Відмічається здатність діатомових, синьозелених і зелених водоростей (Глазовська, 1950) інтенсивно руйнувати мусковіт, біотит і деякі інші мінерали, а також брати участь у вторинному синтезі та інших процесах педогенезу. Вони підвищують родючість, водотривку здатність та біологічну активність едафотопів, першими колонізують новоутворені субстрати, впливають на кисневий режим ґрунтів. Чутливо реагуючи на будь-які зміни в едафотопі, вони є зручними біоіндикаторами ґрунтових режимів, антропогенного забруднення тощо (Голлербах, 1969; Штина, 1976, 1998; *Shtina*, 1990; Кабиров, 1993, 1995; Мальцева, 2001).

Водорості розповсюджені в ґрунтах на всіх етапах педогенезу. Існування альгофлори в едафотопах, на перший погляд несумісне з основними особливостями цих організмів, у дійсності настільки ж звичайне, як існування їх у водоймищах. Їх кількість у ґрунтах дуже різноманітна в залежності від едафічних умов, наземної рослинності, а в окультурених відмінах – від агротехніки.

Про масштаби та значимість процесів, що відбуваються в ґрунті саме завдяки життєдіяльності водоростей, свідчить їх чисельність, біомаса та функціональна організація. З огляду на наведені факти, вивчення ґрунтових водоростей є актуальним та не-

обхідним. Це стосується і фонових ґрунтів Передкарпаття, біологічні особливості яких на даний момент ще недостатньо вивчені.

## ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

У ході стаціонарних та експедиційних досліджень протягом 2005-2007 рр. вивчалися водорості бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття природних лісових та антропогенно трансформованих біогеоценозів. Збір матеріалу проводили за загальноприйнятою в ґрунтовій альгології методикою (Зенова, 1990) у Вижницькому та Сторожинецькому районах Чернівецької області (околиці с. Іспас, с. Майдан, с. Глибочок та м. Сторожинець). Об'єднані проби відбирались стохастично з поверхні ґрунту пошарово до глибини 15 см, а в ряді екосистем (на стаціонарах в с. Глибочок та м. Сторожинець) – у межах ґрунтового профілю з трьох стінок розрізу і з усіх генетичних горизонтів, формуючи середньозмішаний зразок з 8 індивідуальних проб, відібраних рендомізовано, в межах заданої глибини (Кузяхметов, 2001). Камеральне опрацювання зібраного матеріалу проводили методом ґрунтових культур зі скельцями обростання, які вважають найбільш наближеними до природних умов (Голлербах, 1969). Культури вирощували на кафедрі ґрунтознавства та землевпорядкування Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича. На основі цих культур визначали доміанти, до яких відносили види із зазначеннями рясності 6-7 балів за шкалою Стармаха в модифікації І. Ю. Костикова (1993).

Для водоростей з відділів *Chlorophyta*, *Xanthophyta* та *Eustigmathophyta*, визначення яких можливе тільки при детальному дослідженні життєвого циклу, використовували культури на (1,5 %) агаризованому середовищі Болда з потроєною кількістю азоту (3N BBM) (Ettl, Gartner, 1995). При визначенні водоростей використовували цитохімічну реакцію на крохмаль з розчином Люголя; фарбування слизу здійснювали розчином туші та метиленовим синім.

Дослідження культур водоростей на агарових середовищах проводили за допомогою стереоскопічного мікроскопа «МБС-1». Для визначення видового складу водоростей використовували світловий мікроскоп «Біолам Р-14» (об'єктиви 8×, 20×, 40×, 90×).

Систематичну належність визначали згідно з монографією «Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори)» (Костиков, 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» (1978), «Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen» (1995), «Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*)» (1998).

Провідні родини та роди виділяли, вираховуючи середню кількість видів у родині чи роді відповідно; ті родини та роди, що мали кількість видів вищу від середнього показника, вважали провідними (Романенко, 2002).

Визначення чисельності альгоугруповання проводили у фіксованих зразках шляхом прямого підрахунку за Зеновою та Штіною (1990):

$$X = A \cdot B \cdot 5 \cdot 20,$$

де  $X$  – кількість клітин в 1 г повітряно-сухого ґрунту;  $A$  – число клітин, виявлених при підрахунку;  $B$  – кількість краплин в 1 мл;  $1/5$  – частина розглянутого предметного скла;  $20$  – розведення, мл.

Визначення біомаси ґрунтових водоростей проводили об'ємно-розрахунковим методом, враховуючи число клітин, їх об'єми та щільність (Мальцева, 2001):

$$P = V \cdot n \cdot \rho,$$

де  $P$  – вага водоростей в одному грамі ґрунту, г;  $V$  – об'єм однієї клітини,  $\text{см}^3$ ;  $n$  – число клітин в 1 г ґрунту;  $\rho$  – щільність водоростей,  $\text{г}/\text{см}^3$ .

Життєві форми (екобіоморфи) видів водоростей установлювали на основі класифікації Є. А. Штіни із співавторами (Штіна, 1976; Алексахина, 1984).

Коефіцієнт мезофільності розраховували за формулою

$$KM = X + H + C + B + amph / N,$$

де  $X, H, C, B, amph$  – індекси життєвих форм;  $N$  – загальна кількість видів (Логінова, 2002).

Подібність ґрунтових альгогруповань різних екосистем оцінювали за індексом Жаккара:

$$Kj(\%) = NAB \times 100 / (NA + NB - NAB),$$

де  $Kj$  – індекс Жаккара;  $N_{AB}$  – кількість спільних видів;  $N_A$  та  $N_B$  – кількість видів, знайдених у першому та другому угрупованнях відповідно (Мальцева, 2005).

Хімічні та фізико-хімічні властивості ґрунту (рН водний і сольовий, обмінна та гідролітична кислотність, сума обмінних основ) – за загальноприйнятими методиками. Ємність поглинання і ступінь насиченості основами визначали розрахунково. Загальний уміст гумусу визначали за методом Тюріна в модифікації Симакова, гранулометричний склад – за Качинським (Польчина, 2006).

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досліджуваних ґрунтів характерний низький уміст гумусу. Тип гумусованого профілю – регресивно-аккумулятивний. У верхньому горизонті вміст гумусу в межах 1,7–1,1 %. Бурувато-підзолисті ґрунти є кислими, з високою гідролітичною та обмінною кислотністю, яка обумовлена переважно низьким умістом ввібраних основ та ступенем насиченості ґрунту при середній ємності поглинання (Чорневич, 2006).

Аналіз профільного перерозподілу ґрунтових водоростей у досліджуваних ґрунтах, незалежно від умов використання та періоду досліджень, виявив найвищу заселеність поверхневих генетичних горизонтів ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1

Чисельність домінуючих відділів водоростей досліджуваних ґрунтів, тис./г ґрунту

Генетичний горизонт, глибина, см	Глибина відбору зразка, см	Весняний відбір		Літній відбір		Осінній відбір	
		Chlorophyta і Xanthophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta і Xanthophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta і Xanthophyta	Bacillariophyta
1	2	3	4	5	6	7	8
Агробіогеоценоз							
He (орн.)	2-5	17,62±2,9 4	19,58±4,49	14,07±7,59	3,01±0,01	9,36±0,01	3,12±3,12
	5-10	11,96±2,9 9	15,94±4,57	9,28±3,09	2,06±3,57	8,11±1,75	2,02±1,75
	10-20	8,04±4,61	7,03±3,48	7,28±1,80	1,04±1,80	7,09±1,75	не виявл.
	20-30	6,08±3,04	не виявл.	4,16±1,80	не виявл.	6,08±3,04	не виявл.
E hgl	30-50	3,09±0,00	не виявл.	2,08±1,80	не виявл.	2,09±3,63	не виявл.
Igl	50-100	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
PGI	100-110	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Пасовищний біогеоценоз							
Hd	0-5	9,79 ± 1,69	30,35±4,48	17,23±7,02	28,39±,33	27,73 ± 11,68	36,60 ± 8,80
	5-10	5,92 ± 2,96	20,74±5,92	15,21±3,04	12,16±5,27	13,18 ± 9,77	14,19 ± 7,65
	10-15	3,04 ± 0,01	12,16±5,27	5,11 ± 1,77	8,18±1,77	12,06 ± 7,98	7,03 ± 3,48

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
He/gI	15-33	1,02 ± 1,77	7,15±1,77	3,12±0,01	1,04±1,80	5,98 ± 2,99	7,97 ± 4,56
Egl	33-47	не виявл.	1,02±1,77	2,08 ±1,80	2,08±3,60	1,005 ± 1,74	1,005 ± 1,74
Igl	47-105	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Pgl	>105	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Хвойний лісовий біогеоценоз							
H <sub>0</sub>	0-3	11,91±1,88	36,83±13,13	7,76±1,92	19,96±0,01	13,95±1,73	58,80±15,05
He(gI)	3-22	7,46±3,69	19,18±6,40	5,20±1,80	4,16±1,80	7,62±6,60	11,44±4,95
Egl	22-33	4,09±3,54	9,20±3,07	не виявл.	не виявл.	4,81±3,33	9,62±4,41
EIgl	33-60	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	2,06±3,57	не виявл.
Igl	60-100	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
PGI	>100	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Широколистяний лісовий біогеоценоз							
Hл	0-2	11,23±0,1	2,48±4,29	10,92±7,28	2,42±2,10	12,9±5,58	2,14±1,86
He	5-10	5,72±3,69	2,29±1,98	3,38±0,00	2,25±3,90	7,03±1,74	1,01±1,74
	10-15	3,43±0,00	1,14±1,98	2,08±1,80	1,04±1,80	5,02±1,74	не виявл.
	15-20	2,2±1,91	не виявл.	1,04±1,80	1,04±1,80	2,99±2,99	не виявл.
Eh	20-36	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Ie	40-50	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Im	50-70	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Pmq	> 70	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.

Профільний перерозподіл ґрунтових водоростей носив специфічний характер. Найбільшу активність водорості проявляли у верхніх шарах ґрунту, тут відбувалось наростання їх біомаси як облігатно автотрофних організмів (табл. 1). Нами встановлене профільне переміщення цих організмів. Незначна частина альгосинузії мігрує в підповерхневі горизонти з водними низхідними потоками та з тонкодисперсною ґрунтовою масою.

Так, у горизонті H<sub>d</sub> зосереджувалась основна спільнота представників відділів *Chlorophyta* і *Xanthophyta* та *Bacillariophyta*, причому максимальне заселення виявлене в шарі 0–5 см (пасовище) та 2–5 см (рілля) цього горизонту. З глибиною чисельність альгоценозу різко зменшувалась, формуючи чіткий регресивний ґрунтовий альгопрофіль. В ілювіальному горизонті та материнській породі водорості не виявлялись.

Сезонна динаміка альгосинузії на пасовищі виявила тенденцію до зростання заселеності ґрунту водоростями з весни до осені, що спостерігалось також у хвойній та широколистяній лісових екосистемах. Якщо у весняний відбір кількість особин з відділів *Chlorophyta* і *Xanthophyta* не перевищували в середньому по профілю 3,96 тис./г ґрунту (табл. 1), то вже через три місяці їх кількість була у 1,6 рази, а восени у 3 рази вищою. Аналіз сезонного перерозподілу представників цих відділів окремо по горизонтах виявляли подібну тенденцію. Деякі інші часові зміни встановлені для середньо-профільного перерозподілу представників відділу *Bacillariophyta*, чисельність якого влітку зменшилась у 2 рази, вийшовши на вихідний рівень лише восени. Проте порівнюючи амплітудні значення чисельності зелених та жовто-зелених та заселеність ґрунту діатомовими водоростями, варто визнати, що саме останні формують домінуючий комплекс на початку вегетаційного періоду.

На відміну від пасовищних та лісових екосистем, сезонна динаміка альгосинузій на ріллі виявила дещо іншу тенденцію: зменшення заселеності ґрунту водоростями з весни до осені. На нашу думку, динаміка параметричних характеристик альгоценозу в агробіогеоценозі носила специфічний характер з огляду на особливості сільськогосподарського використання. У 2005 році на ріллі вирощувалась озима пшениця, а в 2006 році поле залишилось під зайнятий природною рослинністю пар, на ньому почалися поступово формуватись природні фітоценози.

Чисельність та біомаса водоростей – дуже динамічні показники. Причини, які визначають динаміку чисельності водоростей у ґрунті, складні і взаємопов'язані. Кількість водоростей у момент відбору проб детермінується сукупністю різних факторів: змін температури, вологості, освітлення, фізико-хімічних властивостей, активності ґрунтових мікроорганізмів і безхребетних, а також від внутрішніх закономірностей розвитку водоростевих популяцій (Алексашина, 1984; Мальцева, 2001, 2006).

Показники біомаси зберігали в цілому закономірності, характерні для чисельності водоростей (табл. 2). Лише слід зазначити, що високі значення чисельності не завжди супроводжуються відповідними показниками біомаси і навпаки. Це пов'язано з розмірними характеристиками клітин, які формують біомасу. Установлено, що найбільш різниться розмір клітин діатомових водоростей.

За даними наших досліджень, альгофлора бурувато-підзолистих ґрунтів різних екосистем Передкарпаття включає 104 види водоростей з 5 відділів, 8 класів, 18 порядків, 34 родин, 44 родів: *Chlorophyta* – 57 (54,8 %), *Cyanophyta* – 17 (16,4 %), *Xanthophyta* – 14 (13,5 %), *Bacillariophyta* – 12 (11,5 %), *Eustigmaphyta* – 4 (3,8 %) (табл. 1). При цьому в досліджуваних ґрунтах пасовищних екосистем – 48 видів водоростей: *Chlorophyta* – 26 (54,2 %), *Bacillariophyta* – 10 (20,8 %), *Cyanophyta* – 7 (14,6 %), *Eustigmaphyta* – 3 (6,2 %), *Xanthophyta* – 2 (4,2 %). У ґрунтах агробіогеоценозу – 46 видів водоростей: *Chlorophyta* – 20 (43,4 %), *Cyanophyta* – 15 (32,6 %), *Xanthophyta* – 5 (10,9 %), *Bacillariophyta* – 5 (10,9 %), *Eustigmaphyta* – 1 (2,2 %). У широколистяній лісовій екосистемі – 36 видів: *Chlorophyta* – 24 (66,7 %), *Xanthophyta* – 7 (19,4 %), *Bacillariophyta* – 3 (8,3 %), *Eustigmaphyta* – 2 (5,6 %). У хвойній лісовій екосистемі – 32 види: *Chlorophyta* – 22 (68,7 %), *Xanthophyta* – 5 (15,6 %), *Eustigmaphyta* – 3 (9,4 %), *Bacillariophyta* – 2 (6,3 %).

Таблиця 2

Біомаса ґрунтових водоростей досліджуваних ґрунтів,  $n \cdot 10^6$  мг/г ґрунту

Генетичний го- ризонт, глибина, см	Глибина відбору зразка, см	Весняний відбір		Літній відбір		Осінній відбір	
		<i>Chlorophyta</i> і <i>Xanthophyta</i>	<i>Bacillariophyta</i>	<i>Chlorophyta</i> і <i>Xanthophyta</i>	<i>Bacillariophyta</i>	<i>Chlorophyta</i> і <i>Xanthophyta</i>	<i>Bacillariophyta</i>
1	2	3	4	5	6	7	8
Агробіогеоценоз							
He (орн.)	2-5	45,75±31, 22	18,7±8,01	27,73±25, 06	0,18±0,13	16,99±10, 21	1,02±1,30
	5-10	19,04±10, 45	12,1±3,99	15,66±5, 96	0,52±0,91	10,16±8,8 3	0,28±0,43
	10-20	13±16,29	2,9±2,42	13,22±7, 46	0,05±0,10	2,77±1,84	не виявл.
	20-30	4,36±4,59	не виявл.	5,61±2,4 3	не виявл.	4,6±3,17	не виявл.
E hgl	30-50	0,34±0,41	не виявл.	1,48±1,4 1	не виявл.	0,77±1,33	не виявл.
Igl	50- 100	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
PGI	>100	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.

1	2	3	4	5	6	7	8
Пасовищний біогеоценоз							
Hd	0-5	31,55±17,05	22,55±6,68	8,44±1,81	27,56±17,73	236,67±20,00	60,23±24,82
	5-10	11,83±9,21	12,37±7,34	16,86±10,14	5,50±4,76	45,04±64,60	7,33±5,26
	10-15	1,14±0,85	4,14±1,88	3,59±2,40	1,94±0,49	64,85±1,03	2,65±1,92
He/gl	15-33	0,34±0,58	1,24±0,26	1,55±1,31	0,05±0,09	4,43±2,66	2,58±2,11
Egl	33-47	не виявл.	0,05±0,10	0,55±0,48	0,60±1,04	0,31±0,54	0,11±0,19
Igl	47-105	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Pgl	>105	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Хвойний лісовий біогеоценоз							
H <sub>0</sub>	0-3	10,26±8,83	27,28±18,94	9,91±1,86	19,05±4,18	24,81±19,42	132,96±74,4
He(gl)	3-22	6,99±5,03	7,55±7,01	12,17±13,26	1,00±0,93	10,69±11,50	7,09±5,68
Egl	22-33	5,32±4,67	1,02±0,81	не виявл.	не виявл.	3,56±1,30	5,40±5,47
EIgl	33-60	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	2,27±3,94	не виявл.
Igl	60-100	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
PGl	>100	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Широколистяний лісовий біогеоценоз							
Hл	0-2	12,99±5,58	0,63±1,10	17,40±20,93	0,12±0,11	20,31±23,31	0,33±0,30
He	5-10	4,27±5,80	0,12±0,20	0,85±0,45	0,27±0,47	5,09±0,27	0,19±0,34
	10-15	1,50±0,50	0,01±0,01	0,39±0,41	0,06±0,10	3,69±2,84	не виявл.
	15-20	0,33±0,48	не виявл.	0,27±0,48	0,20±0,34	2,17±2,99	не виявл.
Eh	20-36	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Ie	40-50	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Im	50-70	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Pmq	> 70	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.

У цілому для альгоугруповань досліджених територій властиве переважання зелених водоростей із суттєвим різноманіттям жовтозелених, синьозелених і діатомових (табл. 3). Варто відмітити особливу роль, яку відіграють синьозелені та діатомові водорості в антропогенно-трансформованих біогеоценозах. Іноді вони можуть по видовому різноманіттю виходити на перше місце (Алексахина, 1984). Проте нами встановлена відсутність синьозелених та збіднення видового багатства діатомових водоростей у природних лісових екосистемах. Отримані результати корелюють з дослідженнями П. О. Романенка (2002), який відмічав незначну роль синьозелених та діатомових водоростей у ґрунтах різних типів лісу Українських Карпат.

Основними за кількістю видів є 8 родин, рівень видового різноманіття яких вищий за середній показник (табл. 4). У комплекс провідних родин увійшли *Chlamydomonadaceae*, *Chlorococcaceae* (по 14 видів), *Pleurochloridaceae* (9 видів), *Nostocaceae*, *Neosporangiococcaceae* (по 7 видів), *Pseudanabaenaceae* (5 видів), *Phormidiaceae*, *Vacillariaceae* (по 4 види). Усього провідні родини об'єднали 64 види (61,5%).

Таблиця 3

**Систематична структура ґрунтової альгофлори досліджуваних едафотопів на рівні відділів**

Відділ	Кількість видів, од. (% від загальної кількості)				
	Усього	Біогеоценоз			
		пасовищний	агробіо-геоценоз	широко-листяний лісовий	хвойний лісовий
Cyanophyta	17 (16,4)	7 (14,6)	15 (32,6)	-	-
Eustigmathophyta	4 (3,8)	3 (6,2)	1 (2,2)	2 (5,6)	3 (9,4)
Xanthophyta	14 (13,5)	2 (4,2)	5 (10,9)	7 (19,4)	5 (15,6)
Bacillariophyta	12 (11,5)	10 (20,8)	5 (10,9)	3 (8,3)	2 (6,3)
Chlorophyta	57 (54,8)	26 (54,2)	20 (43,4)	24 (66,7)	22 (68,7)
Усього	104 (100)	48 (100)	46 (100)	36 (100)	32 (100)

Найбільшим видовим різноманіттям характеризувались 9 родів (табл. 5), у яких рівень видового багатства був вищий від середнього показника – 2,4. Це: *Chlamydomonas* (14 видів), *Chlorococcum* (10 видів), *Neosporangiococcum* (7 видів), *Nostoc* (6 видів), *Leptolyngbya* (5 видів), *Phormidium*, *Tetracystis* (по 4 види), *Nitzschia*, *Klebsormidium* (по 3 види). До провідних родів увійшло 56 видів (53,8 %).

Таблиця 4

**Провідні родини ґрунтової альгофлори в досліджуваних едафотопіях**

Місце	Родина	Кількість видів	
		загальна	відносна, %
1-2	Chlamydomonadaceae	14	13,5
1-2	Chlorococcaceae	14	13,5
3	Pleurochloridaceae	9	8,7
4-5	Nostocaceae	7	6,7
4-5	Neosporangiococcaceae	7	6,7
6	Pseudanabaenaceae	5	4,8
7-8	Phormidiaceae	4	3,8
7-8	Bacillariaceae	4	3,8
Середня кількість видів у родині		3,1	
Усього видів у провідних родин		64	61,5
Усього видів		104	100

Таблиця 5

**Систематична структура ґрунтової альгофлори на рівні провідних родів у досліджуваних едафотопіях**

Місце	Рід	Кількість видів	
		загальна	відносна, %
1	Chlamydomonas	14	13,5
2	Chlorococcum	10	9,6
3	Neosporangiococcum	7	6,7
4	Nostoc	6	5,8
5	Leptolyngbya	5	4,8
6-7	Phormidium	4	3,8
6-7	Tetracystis	4	3,8
8-9	Nitzschia	3	2,9
8-9	Klebsormidium	3	2,9
Середня кількість видів у роді		2,4	
Усього видів у провідних родах		56	53,8
Усього видів		104	100

Певні відміни простежувалися на рівні провідних родин у різних екосистемах досліджуваних територій. У комплекс провідних родин пасовищних екосистем увійшли *Chlorococcaceae* (6 видів), *Chlamydomonadaceae* (5 видів), *Neosporangiococcaceae*

(4 види), *Pseudanabaenaceae*, *Nostocaceae*, *Bacillariaceae* (по 3 види). Усього провідні родини об'єднали 24 видів (50,0 %). У ґрунтах агробіогеоценозу основу ґрунтової альгофлори склали 7 родин, у яких рівень видового багатства вищий від середнього показника (2,3), це: *Nostocaceae* (6 видів), *Chlorococcaceae* (5 видів), *Phormidiaceae*, *Pseudanabaenaceae*, *Chlamydomonadaceae* (по 4 види), *Bacillariaceae*, *Pleurochloridaceae* (по 3 види).

Найбільшим видовим різноманіттям пасовищних екосистем характеризувались 10 родів, у яких рівень видового багатства був вищий від середнього показника – 1,7. Це: *Chlamydomonas*, *Chlorococcum* (по 5 видів), *Neosporangiococcum* (4 види), *Nostoc* та *Leptolyngbya* (по 3 види), *Luticola*, *Pinnularia*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Klebsormidium* (по 2 види). До провідних родів увійшло 30 видів (62,5 %). Комплекс провідних родів агробіогеоценозу сформували *Nostoc*, *Leptolyngbya*, *Chlorococcum* (по 5 видів), *Phormidium*, *Chlamydomonas* (по 4 види), *Hantzschia* (3 види).

Основу ґрунтової альгофлори широколистяних лісів Передкарпаття склали 4 родини, у яких рівень видового багатства вищий від середнього показника (2,0), це: *Chlamydomonadaceae* (7 видів), *Chlorococcaceae* (6 видів), *Pleurochloridaceae* (4 види), *Neosporangiococcaceae* (3 види). Найбільшим різноманіттям характеризувались 7 родів, у яких рівень багатства був вищий від середнього показника (1,8 види), це: *Chlamydomonas* (7 видів), *Chlorococcum* (4 види), *Monodopsis*, *Neosporangiococcum* (по 3 види), *Xanthonema*, *Tetracystis*, *Myrmeclia* (по 2 види). Усього провідні роди об'єднали 63,8 % (23 види) виявлених водоростей.

Найбільшим видовим різноманіттям хвойної лісової екосистеми характеризувались 7 родин, у яких рівень видового багатства вищий від середнього показника (1,8 види), це: *Chlamydomonadaceae* (6 видів), *Chlorococcaceae* (5 види), *Pleurochloridaceae* (3 види), *Eustigmataceae*, *Neosporangiococcaceae*, *Myrmeclia*, *Hormotellopsidaceae* (по 2 види). У комплекс провідних родів увійшли *Chlamydomonas* (6 видів), *Tetracystis* (3 види), *Chlorococcum*, *Neosporangiococcum*, *Planophila* (по 2 види). До провідних родів увійшли 15 видів (46,8 % виявлених водоростей). Таким чином, спектр провідних родин та родів досить специфічний для кожного типу екосистеми.

Індекс подібності Жаккара підтвердив самотність видового складу альгоугруповань різних екосистем (табл. 6).

Таблиця 6

**Матриця подібності видового складу ґрунтових водоростей буровато-підзолистих ґрунтів різних екосистем Передкарпаття**

Екосистема	Пасовищна екосистема	Агрокультур-біогеоценоз	Широко-листяна лісова екосистема	Хвойна лісова екосистема
Пасовищна екосистема	48	19	13	15
Агрокультур-біогеоценоз	25,3	46	8	12
Широко-листяна лісова екосистема	19,4	11,4	32	21
Хвойна лісова екосистема	21,7	17,1	44,6	36

**Примітка.** По діагоналі – число видів в альгоугрупованнях, які порівнювались; над діагоналлю – число спільних видів для пар альгоугруповань, які порівнювались; під діагоналлю – значення індексу Жаккара (Kj).



Важливою характеристикою альгогруповань досліджуваних ґрунтів є їх екологічна структура. Екобіоморфи характеризують екологічні особливості водоростей, незалежно від систематичної приналежності (Штина, 1976). Серед ідентифікованих видів водоростей переважають едафофіли. Розташувавши індекси життєвих форм у порядку зменшення числа видів, отримали загальний спектр для бурувато-підзолистих ґрунтів різних екосистем Передкарпаття (табл. 7), який описується формулою:  $Ch_{31}C_{19}X_{19}P_9V_8H_6Cf_6M_1Nf_1amph_1hydr_3$ . Отже, ядро спектра життєвих форм сформоване вологолюбними і тіньовитривалими едафофільними видами.

Для альгогруповань досліджуваних ґрунтів пасовищних екосистем спектр екобіоморф складає:  $Ch_{14}C_8V_8X_7P_4Cf_3H_2amph_1hydr_1$ . Для даної екосистеми характерна переважана кількість видів Ch-форм, до якої відносяться одноклітинні і колоніальні зелені і жовтозелені водорості, які живуть у товщі ґрунту і відрізняються виключною витривалістю до різних екстремальних умов і звичайно позначаються як види-убіквісти. На другому та третьому місцях стоять види C- та V-форм. C-форма – це одноклітинні, колоніальні або нитчасті організми, які можуть утворювати слиз і є вологолюбними. Види V-форми – це рухливі клітини, які живуть у поверхневих горизонтах ґрунту або у слизі інших водоростей, і теж характеризуються вологолюбністю.

Таблиця 7

Екологічна структура ґрунтової альгофлори бурувато-підзолистих ґрунтів різних екосистем Передкарпаття

Життєві форми	Кількість видів, од. (%)				
	Зальний спектр життєвих форм	Пасовищна екосистема	Агробіогеоценоз	Широколистяна лісова екосистема	Хвойна лісова екосистема
Ch	31 (29,8)	14 (29,2)	13 (28,3)	13 (36,1)	10 (31,2)
C	19 (18,3)	8 (16,6)	4 (8,7)	7 (19,4)	9 (28,1)
X	19 (18,3)	7 (14,6)	7 (15,2)	9(25,0)	9 (28,1)
P	9 (8,7)	4 (8,3)	8 (17,4)	–	–
V	8 (7,7)	8 (16,6)	3 (6,5)	3 (8,4)	2 (6,3)
H	6 (5,8)	2 (4,2)	2 (4,3)	4 (11,1)	2 (6,3)
Cf	6 (5,8)	3 (6,3)	5 (10,9)	–	–
M	1 (0,9)	–	1 (2,2)	–	–
Nf	1 (0,9)	–	1 (2,2)	–	–
Amph	1 (0,9)	1 (2,1)	–	–	–
Hydr	3 (2,9)	1 (2,1)	2 (4,3)	–	–
Разом	104 (100)	48 (100)	46 (100)	36 (100)	32 (100)
Коефіцієнт мезофільності, Км	0,51	0,54	0,34	0,63	0,68

Спектр життєвих форм для бурувато-підзолистих ґрунтів агробіогеоценозу описується формулою  $Ch_{13}P_8X_7Cf_3C_4H_2V_3hydr_2M_1Nf_1$ . На відміну від пасовища під ріллею на провідні ролі виходять життєві P- та X-форм. P-форма – нитчасті синьо-зелені, які не утворюють значного слизу. Види X-форми – одноклітинні жовтозелені і багато зелених, тіньовитривалих, але не стійких проти посухи та екстремальних температур організмів.

Найбіднішим спектром екобіоморф досліджуваних едафотопів характеризувалися лісові екосистеми:  $Ch_{13}X_9C_7H_4B_3$  (широколистяна) та  $Ch_{10}X_9C_9B_2H_2$  (хвойна).

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз профільного перерозподілу ґрунтових водоростей виявив найвищу заселеність та наростання біомаси в поверхневих генетичних горизонтах ґрунту незалежно від періоду досліджень. Чисельність водоростей суттєво змінюється протягом року. Максимуми відповідають осінньо-весняному періоду.

2. Установлено, що альгофлора бурувато-підзолистих ґрунтів різних екосистем Передкарпаття включає 104 види водоростей з 5 відділів, 8 класів, 18 порядків, 34 родин, 44 родів: *Chlorophyta* – 57 (54,8 %), *Cyanophyta* – 17 (16,4 %), *Xanthophyta* – 14 (13,5 %), *Bacillariophyta* – 12 (11,5 %), *Eustigmaphyta* – 4 (3,8 %) (табл. 1).

3. Виявлено в ґрунтах пасовищних екосистем – 48 видів водоростей: *Chlorophyta* – 26 (54,2 %), *Bacillariophyta* – 10 (20,8 %), *Cyanophyta* – 7 (14,6 %), *Eustigmaphyta* – 3 (6,2 %), *Xanthophyta* – 2 (4,2 %). У ґрунтах агрокультур біогеоценозу – 46 видів водоростей: *Chlorophyta* – 20 (43,4 %), *Cyanophyta* – 15 (32,6 %), *Xanthophyta* – 5 (10,9 %), *Bacillariophyta* – 5 (10,9 %), *Eustigmaphyta* – 1 (2,2 %). У широколистяній лісовій екосистемі – 36 видів: *Chlorophyta* – 24 (66,7 %), *Xanthophyta* – 7 (19,4 %), *Bacillariophyta* – 3 (8,3 %), *Eustigmaphyta* – 2 (5,6 %). У хвойній лісовій екосистемі – 32 види: *Chlorophyta* – 22 (68,7 %), *Xanthophyta* – 5 (15,6 %), *Eustigmaphyta* – 3 (9,4 %), *Bacillariophyta* – 2 (6,3 %).

4. Загальне ядро спектра життєвих форм (екобіоморф) складають вологолюбні і тіньовитривалі едафотрофні види. Екологічна структура водоростей у загальному описується формулою  $Ch_{14}C_8B_8X_7P_4Cf_3H_2amph_1hydr_1$ .

5. Установлена відсутність синьозелених та збіднення видового багатства діатомових водоростей у природних лісових екосистемах. Досліджено, що для альгоугруповань антропогенно-трансформованих біогеоценозів властиве домінування зелених водоростей із суттєвим різноманіттям жовтозелених, синьозелених і діатомових.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Алексахина Т. И. Почвенные водоросли лесных биogeоценозов / Т. И. Алексахина, Э. А. Штина. – М.: Наука, 1984. – 152 с.
- Андреева В. М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta*: *Tetrasporales*, *Chlorococcales*, *Chlorosarcinales*). – СПб.: Наука, 1998. – 352 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.
- Гайсина Л. А. Влияние тяжелых металлов на морфологию почвенной водоросли *Xanthonema Silva* / Л. А. Гайсина, Л. С. Хайбуллина // Почвоведение. – 2007. – № 3. – С. 343-347.
- Глазовская М. А. Влияние микроорганизмов на процессы выветривания первичных минералов. – Изв. АН КазССР. – 1950. – № 6. – С. 79-100.
- Голлербах М. М. Почвенные водоросли / М. М. Голлербах, Э. А. Штина. – Л.: Наука, 1969. – 228 с.
- Дедыш С. Н. Специфическая зона вокруг клеток водорослей в почве / С. Н. Дедыш, Г. М. Зенова // Альгология. – 1992. – Т. 2, № 4. – С. 32-38.
- Домрачева Л. И. Оценка биологического состояния почвы по ее «цветению» / Л. И. Домрачева, Е. М. Панкратова, Г. Н. Перминова // Почвоведение. – 1992. – № 12. – С. 71-80.
- Зенова Г. М. Почвенные водоросли: Учеб. пособие / Г. М. Зенова, Э. А. Штина. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 80 с.
- Костиков И. Ю. Водоросли почв широколиственных лесов Правобережной Лесостепи Украины // Альгология. – 1991. – Т. 1, № 3. – С. 42-50.
- Кабиров Р. Р. Развитие почвенно-альгологических исследований на кафедре ботаники Башкирского государственного педагогического университета (Россия) // Альгология. – 2004. – Т. 14, № 4. – С. 459-472.
- Кабиров Р. Р. Альгоиндикация с использованием почвенных водорослей (методические аспекты) // Альгология. – 1993. – Т. 3, № 3. – С. 73-83.
- Костиков И. Ю. Почвенные водоросли Лазовского заповедника (Дальний Восток, Россия) // Альгология. – 1993. – Т. 3, № 1. – С. 62-66.
- Кузяхметов Г. Г. Методы изучения почвенных водорослей / Г. Г. Кузяхметов, И. Е. Дубовик. – Уфа: Изд-во Башк. ун-та, 2001. – 60 с.

- Логинова В. М.** Пространственно-временная структура альгогруппировок разнотравно-злаковых лугов // Сибирский эколог. журн. – 2002. – № 4. – С. 473-476.
- Мальцева І. А.** Ґрунтові водорості байрачних лісів Степової зони України // Екологія та ноосферологія. – 2005. – Т.16, № 3-4. – С. 150-156.
- Мальцева И. А.** Почвенные водоросли как один из дополнительных факторов генерации почвенных процессов в лесных рекультивационных системах Западного Донбаса // Ґрунтознавство. – 2001. – Т. 1, № 1. – С. 81-86.
- Мальцева І. А.** Різноманіття ґрунтових водоростей лісових рекультивационних екосистем півдня України // Екологія та ноосферологія. – 2006. – Т. 17. – № 1-2. – С. 46-50.
- Матвієнко О. М.** Жовтозелені водорості – Xanthophyta / О. М. Матвієнко, Т. В. Догадіна // Визначник прісноводних водоростей Української РСР. – Вип. 10. – К.: Наук. думка, 1978. – 512 с.
- Мошкова Н. О.** Зеленые водоросли. Класс улотриковые. Порядок улотриковые. Chlorophyta: Ulotrichophyceae, Ulotrichales / Н. О. Мошкова, М. М. Голлербах // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вип. 10. – Л.: Наука, 1986. – 360 с.
- Новаковская И. В.** Изменение сообществ почвенных водорослей еловых фитоценозов под влиянием аэротехногенного загрязнения / И. В. Новаковская, Е. Н. Патова // Почвоведение. – 2007. – № 5. – С. 635-642.
- Польчина С. М.** Популярні методи аналізу ґрунтів: Методичні рекомендації до курсових і кваліфікаційних робіт. – Чернівці: Рута, 2006. – 88 с.
- Романенко П. О.** Ґрунтові водорості лісів Українських Карпат: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2002. – 18 с.
- Топачевський А. В.** Діатомові водорості – Bacillariophyta (Diatomeae) / А. В. Топачевський, О. П. Оксіук // Визначник прісноводних водоростей Української РСР. – Вип. 11. – К.: Вид-во АН УРСР, 1960. – 412 с.
- Чорневич Т. М.** Альгоугруповання бурувато-підзолистих ґрунтів основних екосистем Передкарпаття / Т. М. Чорневич, І. А. Мальцева, В. А. Нікорич // Наук. вісник Чернів. ун-ту. – Вип. 298: Біологія. – Чернівці: Рута, 2006. – С. 274-280.
- Штина Э. А.** Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М.: Наука, 1976. – 143 с.
- Штина Э. А.** Почвенные водоросли как экологические индикаторы // Ботан. журн. – 1990. – № 4. – С. 441-452.
- Штина Э. А.** Альгологический мониторинг почв / Э. А. Штина, Г. М. Зенова, Н. А. Манучарова // Почвоведение. – 1998. – № 12. – С. 1449-1461.
- Ettl H.** Chlorophyta I. Phytomonadina. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd.9. – Jena: VEB Gustav Fischer., Verl., 1983. – 807 s.
- Ettl H., Gärtner G.** Syllabus der Boden-, Luft, und Flechtenalgen. – Stuttgart, Jena, New-York: Gustav Fischer Verlag, 1995. – 721 s.
- Shtina E. A.** Algae as indicators in assessment of soil pollution // Bioindications of chemical and radioactive pollution. – М.: Mir Public., 1990. – P. 205-219.

*Надійшла до редколегії 17.07.08*