

І. А. Мальцева

## РІЗНОМАНІТТЯ ҐРУНТОВИХ ВОДОРОСТЕЙ ЛІСОВИХ РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ ЕКОСИСТЕМ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

*Мелітопольський державний педагогічний університет*

### РІЗНОМАНІТТЯ ҐРУНТОВИХ ВОДОРОСТЕЙ ЛІСОВИХ РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ ЕКОСИСТЕМ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Наведені результати досліджень різноманіття ґрунтових водоростей лісових рекультивацийних насаджень на відвалах гірничодобувної промисловості (Дніпропетровська обл.). Відмічено 173 види водоростей: *Cyanophyta* – 41 (23,7 %), *Eustigmatophyta* – 6 (3,5%), *Xanthophyta* – 30 (17,3 %), *Bacillariophyta* – 9 (5,2%), *Chlorophyta* – 87 (50,3%). Найбільш чисельні види родин *Chlamydomonadaceae* – 24 види (13,9 %), *Pleurochloridaceae*, *Phormidiaceae* – по 15 (по 8,7 %), *Pseudanabaenaceae* – 11 (6,4 %), *Chlorococcaceae*, *Nostocaceae* – по 10 (по 5,8 %), *Chlorellaceae* – 8 (4,6 %), *Protosiphonaceae*, *Stichococcaceae*, *Klebsormidiaceae* – по 5 (по 2,9 %), *Chlorosarcinaceae*, *Bracteacoccaceae* – по 4 (по 2,3 %), *Diadesmidaceae*, *Heterococcaceae* – по 3 (по 1,7 %).

*Ключові слова: ґрунтові водорості, рекультивација, лісові насадження, відвали.*

I. A. Maltseva

*Melitopol State Pedagogical University*

### VARIETY OF SOIL ALGAE RECULTIVATING FOREST PLANTATIONS OF SOUTH UKRAINE

The results researches of variety of soil algal flora forest recultivating plantations on the dumps of mining industry (Dnepropetrovsk region) are resulted. A 173 type of algae is marked: *Cyanophyta* – 41 (23,7 %), *Eustigmatophyta* – 6 (3,5 %), *Xanthophyta* – 30 (17,3 %), *Bacillariophyta* – 9 (5,2 %), *Chlorophyta* – 87 (50,3 %). Among the families prevailing: *Chlamydomonadaceae* – 24 species (13,9 %), *Pleurochloridaceae*, *Phormidiaceae* – in 15 (in 8,7 %), *Pseudanabaenaceae* – 11 (6,4 %), *Chlorococcaceae*, *Nostocaceae* – in 10 (in 5,8 %), *Chlorellaceae* – 8 (4,6 %), *Protosiphonaceae*, *Stichococcaceae*, *Klebsormidiaceae* – in 5 (in 2,9 %), *Chlorosarcinaceae*, *Bracteacoccaceae* – in 4 (in 2,3 %), *Diadesmidaceae*, *Heterococcaceae* – in 3 (in 1,7 %).

*Keywords: soil algae, recultivation, forest plantations, dumps.*

Розвиток промисловості, зростання видобутку корисних копалин і будівництво підприємств з їх переробки, створення великих штучних водосховищ, спорудження гігантських транспортних магістралей і трубопроводів – все це суттєво збільшує навантаження на природні екосистеми, видозмінює і перетворює їх. Частина техногенних ландшафтів, які ще не зазнали катастрофічних змін, здатні до поступового відновлення. Але процес цей, як правило, дуже уповільнений і у господарському відношенні мало ефективний. Прискорення природної регенерації або цілеспрямоване формування екологічно стійких і цінних у господарському, природоохоронному й естетичному відношенні комплексів – головна мета рекультивацийних робіт. Одним із принципів, що лежать в основі розв'язання цієї проблеми, є так званий системний підхід до вивчення природи, започаткований сформульованим А. Тенслі поняттям про екосистему та розвиненим В. М. Сукачовим вченням про біогеоценоз. У цих поняттях знайшли відображення ідеї про єдність сукупності організмів у прояві головної функції – кругообігу речовин і енергії між собою та навколишнім середовищем.

Відокремлений В. М. Сукачовим (1964) на основі мікроскопічних розмірів тіла своїх представників в окрему групу світ мікроорганізмів, є надзвичайно різноманітним за складом і функціональною діяльністю у загальній системі біогеоценозу. Особливу позицію серед них займають водорості, які у своїй більшості здатні до оксигенного фотосинтезу, а деякі – до азотфіксації. На промислових відвалах різного походження водорості часто оселяються першими, накопичують органічну речовину і є активними учасниками процесів сингенезу і первинного ґрунтоутворення.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Особливості формування водоростевих угруповань досліджувались нами у лісових насадженнях на експериментально-виробничих ділянках (ЕВД) лісової рекультивациі із насипними ґрунтами різної стратифікації (м. Павлоград Дніпропетровської обл.) та на відвалах Ганнівського кар'єру Криворізького Північного гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК) (м. Кривий Ріг) і Олександрівського та Запорізького кар'єрів Орджонікідзевського ГЗК (м. Орджонікідзе) без насипних ґрунтів у період 1990–1993, 1998–2003 рр.

ЕВД № 1 розташована у зоні шахтних полів шахти «Павлоградська», має прямокутну форму 157×200 м із нахилом 1,5° на північний схід. У 1975 р. тут було створено 5 варіантів штучного едафотопу розмірами 157х40 м різної потужності насипного шару поверх фундаменту із шахтних порід. У 1976 р. на ділянці було висаджено 18 деревних і кущових порід, які перетинають 5 варіантів насипки. Дослідження проводили на двох варіантах едафотопу. Варіант – А: лесоподібний суглинок (0,4–0,6 м), пісок (0,4–0,6 м); варіант Б: суглинистий чорнозем (0,4–0,6 м), пісок (0,9–1,1 м), лесовидний суглинок (0,4–0,6 м) (стратиграфія дана зверху вниз). Ґрунтово-альгологічні проби відбирали у насадженні берези бородавчастої (*Betula pendula* Roth), білої акації (*Robinia pseudoacacia* L.), сосни кримської (*Pinus palassiana* D. Don), клена гостролистого (*Acer platanoides* L.), дуба звичайного (*Quercus robur* L.), ялівця віргінського (*Juniperus virginiana* L.). Також нами досліджувались ґрунтові водорості у насадженні обліпихи крушиновидної (*Hippophaë rhamnoides* L.) на нанесеному поверх шахтної породи супіску потужністю 130 см на ЕВД № 2, розташованій на териконі шахти «Благодатна» на північному сході відносно ЕВД № 1.

Відвали Олександрівського і Запорізького кар'єрів Орджонікідзевського ГЗК (Нікопольський марганцеворудний басейн) за складом характеризуються значною гетерогенністю, включаючи червоно-бурі і лесоподібні суглинки, червоно-бурі і сіро-зелені глини. У 1966 р. на відвалах почали створювати лісові насадження. Висаджування деревних культур проводилось без нанесення шару родючих ґрунтів. Нами були досліджені ґрунтові водорості в насадженнях *Robinia pseudoacacia* на відвалі Запорізького кар'єру, *Robinia pseudoacacia*, *Pinus silvestris* L. із *P. palassiana* – на відвалі Олександрівського кар'єру.

У Криворізькому залізорудному басейні дослідження проводили на заліснених відвалах Ганнівського кар'єру Криворізького Північного ГЗК у насадженнях *Robinia pseudoacacia* і *Populus nigra*. Відвал кар'єру складається із суміші лесоподібних суглинків, червоно-бурих і сіро-зелених глин із уламками скельних порід.

Усього було досліджено 18 типів насаджень, в яких для вивчення ґрунтової альгофлори були відібрані зразки підстилки і ґрунту до глибини 15 см.

Видовий склад водоростей установлювали на основі ґрунтових культур із скельцями обростання, водних культур на середовищі Брістоль і агарових на середовищі Болда (3 N BBM) (Голлербах, 1969; Ettl, Gärtner, 1995); систематичну структуру – за системою І. Ю. Костікова із співавторами (Водорості ..., 2001), екологічну – за класифікацією Е. А. Штини і М. М. Голлербаха (Штина, 1976). На основі ґрунтових культур, які вважаються найбільш наближеними до природних умов, за допомогою шкали Стармаха в модифікації І. Ю. Костікова (1993) виділяли домінанти. До домінуючих відносили види, які мали показники чисельності 7 і 6 балів, до субдомінуючих – 5 і 4.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Усього при дослідженні ґрунтових водоростей лісових рекультивацийних насаджень нами було знайдено 173 види водоростей: *Cyanophyta* – 41 (23,7 %), *Eustigmatophyta* – 6 (3,5 %), *Xanthophyta* – 30 (17,3 %), *Bacillariophyta* – 9 (5,2 %), *Chlorophyta* – 87 (50,3 %). На основі аналізу літературних джерел та власних досліджень встановлено, що 40 із відмічених видів трапляються переважно або тільки в лісових фітоценозах, стільки ж видів є широко розповсюдженими ґрунтовими водоростями у різних типах фітоценозів, 11 видів – більш властиві степовим, лучно-степовим, лучним фітоценозам та агроценозам, хоча і трапляються зрідка у

лісах. Це синьо-зелені із роду *Phormidium*, *Leptolyngbya* та діатомові із роду *Luticola*. Інші види мали незначне розповсюдження у ґрунтах України, а вид *Gloeosphaeridium firmum* Pascher виявлений на території України вперше. *Gloeosphaeridium firmum* був описаний А. Пашером за природним матеріалом, де він був присутній разом із іншими водоростями. Згодом цей вид був знайдений у ґрунтах Далмації (1979 р., Югославія), Верхньої Савої (2005 р., Франція) (Романенко, 2005).

Найбільш різноманітні за видовим складом альгогрупування формувались у деревних насадженнях на рекультивованих шахтних відвалах, де використовувались насипні ґрунти (ЕВД № 1 і ЕВД № 2). Кількість видів в альгогрупуваннях коливалась у межах 11-35 видів. Основну роль відігравали зелені водорості. Найбільш чисельними були *Chlamydomonadaceae* (таблиця). За час, що минув між двома етапами досліджень, у структурі альгогрупувань відмічені певні перебудови. Найбільш змінилась кількість і видовий склад синьо-зелених водоростей (коефіцієнт спільності Жаккара між дослідженнями 1990–1993 і 1998–2003 рр. становив 17,1 %), а більш стабільним є склад жовто-зелених ( $K_{ж} = 44,8$  %). Досить помітна тенденція зменшення числа видів синьо-зелених водоростей, особливо з родів *Phormidium* Kützing ex Gomont, *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont, *Leptolyngbya* Anagnostidis et Komarek, *Jaaginema* Anagnostidis et Komarek і зростання відносної частки зелених водоростей в альгогрупуваннях. Як відомо, переважання зелених водоростей є характерним для лісових біогеоценозів і тому дану тенденцію слід вважати позитивною.

Серед домінантних видів альгогрупувань різних лісових насаджень ЕВД № 1 переважають види зелених і жовто-зелених водоростей. Найбільш часто серед домінантів відмічені *Xanthonema bristolinum* (Pascher) Silva, *Vischeria helvetica* (Vischer et Pascher) Hibberd, *Chlorosarcinopsis minor* Herndon, *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd, *Tetracystis aggregata* Brown et Bold, *Botrydiopsis eriensis* Snow, *Macrochloris multinucleata* (Reisigl) Ettl et Gärtner, *Stichococcus minor* Nägeli, *Chlamydomonas chlorococcoides* Ettl et Schwarz, *Leptosira terrestris* (Frisch et John) Printz, *Heterococcus viridis* Chodat.

Домінантами обліпихового насадження ЕВД № 2 є: *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komarek, *L. fragilis* (Gomont) Anagnostidis et Komarek, *Eustigmatos magnus*, *Bracteacoccus minor*.

У насадженнях досліджених відвалів Криворізького і Нікопольського басейнів кількість видів водоростей в альгогрупуваннях обмежувалась 9–17 видами. Переважали зелені водорості, а серед родин найбільшу кількість видів об'єднували *Pleurochloridaceae*, *Stichococcaceae*, *Klebsormidiaceae*, *Pseudanabaenaceae* у насадженнях Запорізького і Олександрівського відвалів (відвали Орджонікідзевського ГЗК) і *Pleurochloridaceae* та *Diadesmidaceae* – у насадженнях Ганнівського відвалу (Криворізький Північний ГЗК) (таблиця).

Провідні родини ґрунтової альгофлори лісових рекультиваційних насаджень

Родина	Кількість видів, од.			
	ЕВД № 1	ЕВД № 2	Запорізький і Олександрівський відвали	Ганнівський відвал
1	2	3	4	5
Chlamydomonadaceae	24	4	–	–
Pleurochloridaceae	15	–	4	4
Phormidiaceae	15	2	–	–
Pseudanabaenaceae	11	3	2	–
Chlorococcaceae	10	2	–	–
Nostocaceae	10	–	–	–
Chlorellaceae	8	–	–	–
Stichococcaceae	5	–	2	–
Klebsormidiaceae	5	–	2	–

Закінчення табл.

1	2	3	4	5
Xanthonemataceae	5	–	–	–
Protosiphonaceae	5	–	–	–
Chlorosarcinaceae	4	–	–	–
Bracteacoccaceae	4	2	–	–
Heterococcaceae	3	–	–	–
Eustigmataceae	3	–	–	–
Diadesmidaceae	3	–	–	3
Neosporangiococcaceae	3	–	–	–

На відвалах Орджонікідзевського ГЗК основу альгогруповань становили зелені і синьо-зелені водорості. Домінантами і субдомінантами в насадженні сосни були: *Nostoc paludosum* Kützing, *Phormidium (Leptolyngbya) henningsii* Lemmermann, *Eustigmatos magnus*, *Choricystis minor* (Skuja) Fott, в насадженнях білої акації: *Phormidium autumnale* (Agardh) Gomont, *Nostoc paludosum*, *Bracteacoccus minor*, *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve et Grunow, *Stichococcus chodatii* (Bialosuknia) Heering.

У білоакацієвому насадженні на відвалі Ганнівського кар'єру Криворізького Північного ГЗК основу альгогруповань складали зелені і жовто-зелені водорості, а у тополевому крім них різноманітними були і діатомові водорості. Домінанти білоакацієвого насадження: *Nostoc paludosum*, *Eustigmatos magnus*, *Bracteacoccus minor*, тополевого – *Eustigmatos magnus*, *Bracteacoccus minor*, *Monodus dactylococcoides* Pascher, *Luticola mutica* (Kützing) Mann in Round et al., *L. nivalis* Mann in Round et al.

Як свідчить цілий ряд проведених досліджень (Тарчевський, 1967; Липницькая, 1974; Липницькая, 1982; Чайка, 1983; Ласкавец, 1987; Мартынова, 1989 та ін.), для техногенних екосистем характерним є швидке формування піонерних угруповань водоростевого населення на початку сукцесії. За умов природного відновлення ґрунтового і рослинного покриву відвалів формуються комплекси водоростей, подібні до зональних.

Видовий склад альгогруповань лісових рекультиваційних насаджень, розподіл видів за відділами, провідними родинами, склад домінантів свідчать, що вони поєднують у собі риси альгогруповань лісових і степових фітоценозів і у цілому подібні до тих, що характерні для штучних лісових біогеоценозів привододільно-балкового ландшафту степової зони (Мальцева, 2003, 2004а, 2004б, 2004в, 2004г).

На шахтних відвалах, перекритих насипними чорноземними ґрунтами, з урахуванням тенденцій розвитку альгогруповань для створення лісових насаджень можна рекомендувати такі перспективні деревні рослини: *Juniperus virginiana*, *Robinia pseudoacacia*, *Betula verrucosa*, *Acer platanoides*, *Quercus robur*, *Pinus pallasiana*. На насипних лесовидних суглинках культури *Juniperus virginiana*, *Robinia pseudoacacia*, *Betula verrucosa* також сприяють формуванню альгогруповань, за своїми ознаками наближених до лісових.

У насадженнях відвалів Орджонікідзевського та Криворізького Північного ГЗК видове різноманіття водоростей незначне. Альгогруповання переважно сформовані видами широко розповсюдженими у різних типах біогеоценозів, а також видами, які часто трапляються при природному заростанні промислових відвалів і є стійкими до дії екстремальних значень різних чинників середовища.

## ВИСНОВКИ

Установлено, що альгогруповання лісових рекультиваційних насаджень, що створені на шахтних відвалах із перекриттям насипними ґрунтами різної стратиграфії і складу, складені передусім видами *Chlorophyta*, що є характерним для фітоедифону лісових біогеоценозів. У лісових насадженнях на відвалах складених сумішшю червоно-бурих і лесоподібних суглинків, червоно-бурих і сіро-зелених глин у посушливих умовах степової зони України протягом 35 років не розвивається типовий для

лісових вододілів цієї природно-кліматичної зони комплекс ґрунтових водоростей. Незначна кількість видів, характерних для лісових фітоценозів, на обстежених нами відвалах може слугувати надійним показником різких відмінностей лісорослинних умов відвалів від тих, які властиві місцям зростання природних лісів. Угруповання водоростей відвалів Орджонікідзевського та Криворізького Північного ГЗК мають усі риси антропогенних угруповань (бідність видового складу, високий рівень домінування окремих видів, виражена нерівномірність розподілу та ін.).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Водорості ґрунтів України** (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / І. Ю. Костиков, П. О. Романенко, Е. М. Демченко та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.
- Голлербах М. М.** Почвенные водоросли / М. М. Голлербах, Э. А. Штина. – Ленинград: Наука, 1969. – 143 с.
- Костиков И. Ю.** Почвенные водоросли Лазовского заповедника (Дальний Восток, Россия) // Альгология. – 1993. – Т. 3, № 1. – С. 62-66.
- Ласкавец В. В.** Влияние водорослей на физико-химические характеристики техногенных субстратов промышленных отвалов / В. В. Ласкавец, М. М. Доценко // Тез. докл. 1 Всесоюз. конф. «Актуальные проблемы современной альгологии». – К.: Наук. думка, 1987. – С. 167-168.
- Липницкая Г. П.** Про альгофлору породи териконів вугільних шахт Донбасу // Інтродукція та експериментальна екологія рослин. – 1974. – № 3. – С. 63-64.
- Липницкая Г. П.** Альгофлора криворожских черно-рудных отвалов при их рекультивации / Г. П. Липницкая, Е. А. Голубничная, В. Е. Чайка // Тез. докл. 7 съезда УБО. – К.: Наук. думка, 1982. – С. 301-302.
- Мальцева І. А.** Ґрунтові водорості як структурний елемент Великоанадольського культурбіогеоценозу // Ґрунтознавство. – 2003. – Т. 4, № 1-2. – С. 66-72.
- Мальцева І. А.** Ґрунтові водорості Азовського лісового масиву (Донецька область, Україна) // Вісник Запорізького державного університету: Зб. наук. пр. – 2004а. – № 2. – С. 183-188.
- Мальцева І. А.** Ґрунтові водорості Великолепетиського лісництва (Херсонська область) // Вісник Запорізького державного університету: Зб. наук. пр. – 2004б. – № 1. – С. 129-132.
- Мальцева І. А.** Ґрунтові водорості Великомихайлівського лісового масиву (Дніпропетровська обл.) // Ґрунтознавство. – 2004в. – Т. 5, № 1-2. – С. 71-78.
- Мальцева І. А.** Ґрунтові водорості деревних насаджень Старобердянського лісу (Запорізька область) // Вісник ХНАУ. Серія «Біологія». – 2004г. – Вип. 2. – С. 21-26.
- Мартынова Е. А.** Экологические аспекты формирования альгогруппировок на отвалах доломитовых разработок Донбасса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Д., 1989. – 16 с.
- Разнообразие водорослей Украины** / Под ред. С. П. Вассера, П. М. Царенко // Альгология. – 2000. – Т. 10, № 4. – 309 с.
- Романенко П. А.** О редкой и интересной желтозеленой водоросли *Gloeosphaeridium firmum* из почв Франции / П. А. Романенко, А. Бушэ, И. О. Десык, И. Ю. Костиков // Материалы 3 Междунар. конф. «Актуальные проблемы современной альгологии». – Х., 2005. – С. 130-131.
- Сукачев В. Н.** Основы лесной биogeоценологии. – М.: Наука, 1964. – 564 с.
- Тарчевский В. В.** Развитие водорослей на промышленных отвалах / В. В. Тарчевский, Э. А. Штина // Тр. межвуз. конф. «Современное состояние и перспективы изучения почвенных водорослей в СССР». – Киров, 1967. – С. 146-150.
- Штина Э. А.** Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М.: Наука, 1976. – 143 с.
- Чайка В. Е.** Альгофлора железорудных отвалов Криворожского бассейна / В. Е. Чайка, В. В. Ласкавец // Тезисы докл. 7 делегатского съезда ВБО. – Ленинград: Наука, 1983. – С. 99-100.
- Ettl H., Gärtner G.** Syllabus der Boden-, Luft und Flechtenalgen. – Stuttgart–Jena–New York: G. Fischer, 1995. – 721 s.

Надійшла до редколегії 05.07.06