

Видове різноманіття *Charales* (*Charophyta*) Закарпатської області (Україна)

Борисова О.В.¹ (<https://orcid.org/0000-0002-0941-5099>)

Громакова А.Б.² (<https://orcid.org/0000-0001-8007-9174>)

Бурова О.В.¹ (<https://orcid.org/0000-0002-4300-8075>)

¹Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України,

вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна

oborysova17@gmail.com

²Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

пл. Свободи 4, Харків 61022, Україна

alla.gromakova@karazin.ua

Реферат. Наведено результати дослідження харальних водоростей (*Charales*, *Charophyta*) різнотипних водойм Закарпатської обл., здійсненого впродовж 2016–2023 рр., а також критичного опрацювання гербарного матеріалу, зібраного в 1961–2013 рр., та літературних джерел. Встановлено та проаналізовано видове різноманіття *Charales* Закарпатської обл., представлене сімома видами (78% загальної кількості видів флори *Charales* Українських Карпат) родів *Chara* L. (*C. braunii* C.C. Gmelin, *C. contraria* A. Braun ex Kütz., *C. globularis* Thuill., *C. virgata* Kütz. та *C. vulgaris* L.) і *Nitella* C. Agardh (*N. flexilis* (L.) C. Agardh, *N. mucronata* (A. Braun) Miq.). Серед них новий для Закарпатської обл. вид – *N. mucronata*. За географічним поширенням більшість видів має космополітний, субкосмополітний або голарктичний тип ареалу. Загалом за весь період флористичних досліджень території області виявлено 14 місцезнаходжень цих водоростей. За частотою трапляння види розподілилися на звичайні для Закарпатської обл. (*C. globularis*), нерідкісні (*N. mucronata*), рідкісні (*C. virgata*, *C. vulgaris*, *N. flexilis*) та зникаючі (*C. braunii*, *C. contraria*). Основними чинниками, що впливають на формування видового різноманіття *Charales* Закарпатської обл., є тип водойми та ступінь мінералізації, хімічний склад та активна реакція (рН) води. Порівняння видового різноманіття *Charales* Закарпатської обл. з таким Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей у межах Карпатсько-Дунайської альгофлористичної підпровін-

Надійшла до редакції 11.07.2023. Після доопрацювання 31.07.2023. Підписана до друку 15.08.2023.

Опублікована 20.09.2023

Ц и т у в а н н я : Борисова О.В., Громакова А.Б., Бурова О.В. 2023. Видове різноманіття *Charales* (*Charophyta*) Закарпатської області (Україна). *Альгологія*. 33(3): 213–230. <https://doi.org/10.15407/alg33.03.213>

ції виявило його певну своєрідність у досліджуваних регіонах. Одержані дані суттєво доповнюють інформацію щодо *Charales* Українських Карпат загалом.

Ключові слова: *Charales*, видове різноманіття, *Nitella mucronata*, Закарпатська обл., Українські Карпати

Вступ

Українські Карпати (фізико-географічний край Карпатської гірської країни) є частиною гірської системи Карпат на заході України. Довжина їх становить 280 км, ширина – понад 100 км. Вони займають територію Закарпатської області та значну частину територій Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької областей. Загальна площа разом з Прикарпаттям та Закарпатською низовиною становить 37 тис. км². Гірські хребти, що простягаються з північного заходу на південний схід, розділені поздовжніми улоговинами та розмежовані глибокими поперечними долинами (GEU, 1990).

За альгофлористичним районуванням України територія Українських Карпат відноситься до Європейської альгофлористичної області, Східно-європейської альгофлористичної провінції, Карпатсько-Дунайської альгофлористичної підпровінції Дністровсько-Прутського, Центральнокарпатського та Тисо-Латорицького альгофлористичних округів (Palamar-Mordvintseva, Tsarenko, 2015).

Закарпатська обл. межує з Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Румунією, а також Львівською та Івано-Франківською областями України. Клімат тут помірно континентальний. Середня температура в січні -4 °С, в липні +21 °С. Середньорічна кількість опадів складає від 800 до 900 мм. За рельєфом біля 80% території представлено схилами та передгір'ями з висотами 400–1000 м н.р.м. (Карпати), решта – рівнинним ландшафтом з висотами 100–200 м н.р.м. (Закарпатська низовина). Основними водними об'єктами області є річки басейну р. Тиси (притоки Дунаю), які мають дощове, снігове та ґрунтове живлення, і ставки. Озер, водосховищ та боліт небагато. Гірські озера здебільшого льодовикового та загатного походження, невеликі за розмірами, проте глибоководні. Найбільше з них – оз. Синевир, розташоване на висоті 989 м н.р.м., загальна площа 0,07 км², максимальна глибина до 24 м (GEU, 1990; Marynych, Shishchenko, 2003).

Видове різноманіття *Charales* (*Charophyta*) Українських Карпат досить добре досліджено у різнотипних водоймах Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей, але значно менше на території Закарпатської обл. (Hollerbach, Palamar-Mordvintseva, 1991; Borysova, Iakushenko, 2015; Borysova et al., 2016).

Перші відомості щодо *Charales* Закарпатської обл. були отримані Г.М. Паламар-Мордвинцевою на основі опрацювання гербарних зразків, зібраних Н.О. Мошковою та Н.В. Кондратьєвою в 1961–1962 рр. під час досліджень прісноводної альгофлори Українських Карпат, та частково опубліковані в монографії «Визначник прісноводних водоростей України. Харові водорості (*Charophyta*)» (Hollerbach, Palamar-Mordvintseva, 1991) з вказівкою про наявність на досліджуваній території трьох видів роду *Chara* L., а саме: *C. braunii* C.C. Gmelin, *C. globularis* Thuill. (= *C. fragilis* Desv.) та *C. virgata* Kütz. (= *C. delicatula* C. Agardh). Пізніше завдяки важливим, але нечисленным знахідкам українських ботаніків видовий список *Charales* Закарпатської обл. поповнено *C. vulgaris* L. та *Nitella flexilis* (L.) C. Agardh. (Algae of Ukraine, 2014). Однак на сьогодні практично відсутні дані щодо наявності харальних водоростей на території Закарпатської низовини. Тому продовження цілеспрямованих досліджень є актуальним. Вони сприятимуть уточненню видового складу, особливостей поширення та розподілу харальних водоростей у водних екосистемах Закарпатської обл. та Українських Карпат в цілому.

Мета роботи – проведення критичного аналізу видового різноманіття *Charales* (*Charophyta*) Закарпатської обл. на підставі вивчення нових зборів водоростей цієї групи та дослідження матеріалів гербарного фонду Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України.

Матеріали та методи

Матеріалом для досліджень слугували 18 зразків *Charales*, зібраних у 2016, 2018 та 2023 рр. у мілководних природних озерах та штучних кар'єрних водоймах на території Закарпатської низовини (м. Берегове та околиці с. Кидьош Берегівського р-ну), а також у річці Уж на території м. Ужгород. У місцях відбору харальних водоростей визначали глибину, на якій вони зростали, характер донних відкладів, температуру води, а також активну реакцію середовища. Обробка та ідентифікація гербарних і фіксованих 4%-ним розчином формальдегіду зразків проведена за визначниками харових водоростей України (Hollerbach, Palamar-Mordvintseva, 1991) та Європи (Krause, 1997). Морфологію та стан розвитку рослин вивчали за допомогою світлового мікроскопа Amplival Carl Zeiss, Jena (10 × 10; 10 × 20; 10 × 40). Ідентифіковані гербарні та фіксовані зразки зберігаються в колекціях Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW) та Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (CWU).

Крім того, проведено критичний перегляд гербарного фонду KW та опрацьовано 14 зразків харальних водоростей, зібраних у гірських

водоймах і водотоках Закарпатської обл. Великобerezнянського, Тячівського, Хустського та Ужгородського районів у попередні роки (1961–2013). Перевірено та уточнено відомості щодо 56 зразків харальних водоростей, зібраних у 2003–2016 рр. у різнотипних водоймах Українських Карпат на території Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей (32 локалітети). Автори зборів: Борсукевич Л.М., Буджак В.В., Волиця О.Д., Дідух Я.П., Чоплан Т., Чорней І.І., Токарюк А.І.

Назви видів наведено за Міжнародним електронним каталогом *AlgaeBase* (Guiry, Guiry, 2023).

Для оцінки та проведення порівняльного аналізу видового різноманіття *Charales* різних регіонів Українських Карпат використовували схему районування території України за максимальними величинами мінералізації води, розробленою Г.Д. Коненко зі співавт. (Konenko et al., 1965) на підставі експериментальних досліджень закономірностей формування гідрохімічного та гідрологічного режимів ставків України. За даними цих досліджень, на території України виокремлено шість районів за величинами мінералізації води: перший район – 100 мг/л, другий – 100–300, третій – 300–500, четвертий – 500–1000, п'ятий – 1000–5000, шостий – понад 5000 мг/л.

У статі використано такі скорочення: КпДнАП – Карпатсько-Дунайська, ПпДсАП – Прип'ятсько-Деснянська, СДпАП – Середньодніпровська, ДпПчАП – Дніпровсько-Причорноморська альгофлористичні підпровінції; ДнПрАО – Дністровсько-Прутський, ЦКпАО – Центральнокарпатський та ТсЛтАО – Тисо-Латорицький альгофлористичні округи; СвАР – Світязький, УБСЛАР – Убортсько-Словетчанський райони.

Результати та обговорення

За результатами аналізу літературних даних, досліджень власних зборів, критичного перегляду та опрацювання гербарних матеріалів нами складено анотований список видів *Charales* Закарпатської обл. зі вказівкою точних місцезнаходжень, екології та біології, загального поширення, созологічного статусу, а також акронімів гербаріїв, де зберігаються зразки.

Chara braunii C.C. Gmelin

Досліджені зразки: Великобerezнянський р-н, по дорозі на смт Великий Березний (на території теперішнього Ужанського національного природного парку (НПП), ефемерна водойма на вологому лузі, 48°58'28.2"N, 22°34'57.0"E (№ 1, тут і далі нумерація локалітетів на рис. 1), 28.07.1961, Н.О. Мошкова (KW). Зразки відповідають діагнозу у

визначниках (Hollerbach, Palamar-Mordvintseva, 1991; Krause, 1997); рослини фертильні, однодомні, кора повністю відсутня, прилистки в однорядному віночку, прямостоячі, добре розвинуті, загострені, ооспори еліпсоїдно-циліндричні, чорні.



Рис. 1. Карта-схема поширення харових водоростей в межах Карпатсько-Дунайської альгофлористичної підпровінції. Позначення областей: I – Закарпатська, II – Львівська, III – Івано-Франківська, IV – Чернівецька. Пунктирною лінією позначена межа Українських Карпат. Нумерація місцезнаходжень у межах Закарпатської обл. відповідає такій у тексті статті

Космополіт, проте в Євразії трапляється спорадично. В Україні відомо лише п'ять місцезнаходжень, переважна більшість яких не підтверджена гербарними зразками (Borysova et al., 2016); включений до Червоної книги України (Red Book..., 2009). Мешкає в мілководних прісних природних або штучних мезо- та евтрофних водоймах, світлолюбний, тяжіє до теплих, м'яких вод з рН 6,5–7,5 до 9, чутливий до збільшення трофності; однорічник (Hollerbach, Palamar-Mordvintseva, 1991; Urbaniak, 2007; Gąbka, 2009; Mouronval et al., 2015).

***Chara contraria* A. Braun ex Kütz.**

Досліджені зразки: Ужгородський р-н, окол. м. Чоп, заплава р. Латориця, ставок, спільно з *C. globularis*, 48°26'43.4"N, 22°13'08.0"E (№ 2), 0.08.1962, Н.В. Кондратьєва (KW). Зразки відповідають діагнозу у визначниках (Hollerbach, Palamar-Mordvintseva, 1991; Krause, 1997); рослини фертильні, однодомні, кора правильна, двотрубчаста з первинними коровими трубками, які виступають дужче за вторинні, шипи поодинокі у вигляді кулястих клітин, ооспори еліпсоїдні, чорні.

Космополіт. Широко поширений в Україні вид, але найчастіше трапляється в озерах Українського Полісся (ПпДсАП) (Волинська обл., Шацький р-н, Шацький НПП) (Borysova et al., 2016). Мешкає також у ставках, озероподібних водоймах, струмках та невеликих річках, на різних ґрунтах, найчастіше на невеликій глибині (до 1 м), алкаліфільний, чутливий до евтрофування; однорічник у мілководних водоймах і багаторічник – у глибоких (Langangen, 2007; Gąbka, 2009; Mouronval et al., 2015).

***Chara globularis* Thuill.**

Досліджені зразки: Берегівський р-н, м. Берегове, колишній кар'єр, масово на глибині, 48°58'28.2"N, 22°34'57.0"E (№ 3), 27.06.2023, О.В. Бузова (KW); Великоберезнянський р-н, по дорозі на смт Великий Березний (на території теперішнього Ужанського НПП), ефемерна водойма на вологому лузі, 48°11'21.5"N, 23°33'24.8"E (№ 4), 28.07.1961, Н.О. Мошкова (KW); рослини фертильні; Тячівський р-н, біля с. Чумальово, заплава р. Тересля, водойма, 48°26'43.4"N, 22°13'08.0"E (№ 5), 25.07.1961, Н.О. Мошкова (KW); Ужгородський р-н, окол. м. Чоп, заплава р. Латориця, ставок, спільно з *C. contraria*, 48°26'43.4"N, 22°13'08.0"E (№ 6), 10.08.1962, Н.В. Кондратьєва (KW); м. Ужгород, на двох ділянках р. Уж, 48°37'23.9"N, 22°17'10.8"E та 48°37'18.9"N, 22°17'10.8"E (№ 7, 8), 12.07.2023 А.Б. Громакова (CWU). Зразки відповідають діагнозу у визначниках (Hollerbach, Palamar-Mordvintseva, 1991; Krause, 1997); рослини фертильні, однодомні, кора правильна, тритрубчаста, прилистки та шипи рудиментарні у вигляді кулястих клітин, ооспори еліпсоїдні, чорні.

Космополіт. Широко поширений в Україні вид, особливо в межах Українського Полісся (ПпДпАО) та лісостепової зони (СДпАП). Мешкає в оліго-, мезо- та евтрофних озерах, ставках, каналах, канавах тощо (Borysova et al., 2016), евритермний, досить стійкий, але страждає від сильного евтрофування, значної мутності та конкуренції з іншими макрофітами, формує монодомінантні ценози; однорічник у мілководних водоймах та багаторічник у глибоких (Krause, 1997; Langangen, 2007; Gąbka, 2009; Mouronval et al., 2015).

***Chara virgata* Kütz. (= *Chara delicatula* C. Agardh)**

Досліджені зразки: Хустський р-н, НПП «Синевир», оз. Синевир, 48°37'00.5"N, 23°41'06.4"E (№ 9), 24.07.1961, Н.О. Мошкова, (KW). Зразки зберігаються в трьох пакетах, вірогідно, зібрані на окремих ділянках озера. Вони відповідають діагнозу у визначниках (Hollerbach, Palamar-Mordvintseva, 1991; Krause, 1997); рослини фертильні, однодомні, кора правильна, тритрубчаста, контрастна, прилистки у подвійному віночку, у верхньому ряду добре розвинуті, дещо загнуті, у нижньому – рудиментарні, шипи у вигляді кулястих клітин, ооспори еліпсоїдні, чорні.

Вид широко поширений у Північній півкулі, але в Україні є рідкісним, відомий з Волинського Полісся (ПпДсАП: СвАР) (Волинська, Ровенська області), зони широколистяних лісів (СДпАП) (Львівська обл.) (Borysova et al., 2016); включений до Червоної книги України (Red Book..., 2009). Мешкає в оліго-, мезо- та евтрофних озерах, меліоративних каналах на піщаних та мулистих ґрунтах, на глибині до 10–12 м, холодостійкий, тяжіє до м'яких, слабо мінералізованих вод; однорічник/багаторічник (Krause, 1997; Langangen, 2007; Gąbka, 2009).

***Chara vulgaris* L.**

Досліджені зразки: Хустський р-н, с. Колочава, НПП «Синевир», заплава р. Теремля, водойма, 48°37'00.5"N, 23°41'06.4"E (№ 10), 09.06.2013 Д.В. Дубина (KW).

Зразки відповідають діагнозу у визначниках (Hollerbach, Palamar-Mordvintseva, 1991; Krause, 1997); рослини фертильні, однодомні, кора правильна, двотрубчаста, вторинні корові трубки дещо більш виступаючі за первинні, прилистки у подвійному віночку, однакові за розміром, коротко циліндричні з заокругленими кінцями, шипи поодинокі різної величини, ооспори еліпсоїдні, коричневі (рис. 2).

Космополіт. Широко поширений в Україні вид, особливо в межах лісостепової (СДпАП) (Львівська, Тернопільська обл.) та степової (ДпПчАП) (Луганська, Одеська, Миколаївська, Харківська обл.) зон (Borysova et al., 2016). Мешкає в мілководних природних та штучних мезо- та евтрофних водоймах різного типу на мулистих ґрунтах, досить стійкий до евтрофування, але страждає від конкуренції з іншими макрофітами; однорічник піонерного типу (Krause, 1997; Mouronval et al., 2015).

***Nitella flexilis* (L.) C. Agardh**

Досліджені зразки: Закарпатська обл., точне місцезнаходження, колектор та дата збору невідомі через відсутність даних на етикетці (KW). Зразки відповідають діагнозу у визначниках (Hollerbach, Palamar-

Mordvintseva, 1991; Krause, 1997); рослини ферильні, однодомні, гаметангії об'єднані, коронка оогонія опадаюча, спіральні клітини утворюють 8–9 закрутів, на кінцях здуті, ооспори еліпсоїдні, темно-коричневі.

Субкосмополіт. В Україні є звичайним у межах Українського Полісся (ПпДсАП) (Borysova et al., 2016). Мешкає в оліго- та мезотрофних ставках, кар'єрах, ефемерних водоймах на піщаних та мулистих ґрунтах на глибині до 12–15 м, евритермний, чутливий до забруднення вод, значної мутності та конкуренції з іншими макрофітами; однорічник/багаторічник (Gałka, 2009; Mouronval et al., 2015).

***Nitella mucronata* (A. Braun) Miq.**

Досліджені зразки: Берегівський р-н, м. Берегове, невелике озеро штучного походження біля кар'єру, масово, 48°12'58.9"N, 22°40'03.9"E (№ 3, 12), 24.09.2016, А.Б. Громакова (KW, CWU); повторний відбір зразків з цього локалітету, водорості зростають лише смугою вздовж берега, 27.06.2023, О.В. Бурова (KW); колишній кар'єр, водорості зростають лише смугою вздовж берега, 48°12'58.0"N, 22°37'30.7"E (№ 13), 28.06.2023, О.В. Бурова (KW); окол. с. Кидьош, лісове озеро, масово, 48°12'42.7"N, 22°40'01.4"E (№ 14), 24.09.2018, А.Б. Громакова (KW, CWU); рослини ферильні. Зразки відповідають діагнозу у визначниках (Hollerbach, Palamar-Mordvintseva, 1991; Krause, 1997). Оскільки цей вид характеризується значною варіабельністю залежно від умов зростання, наводимо опис морфологічних ознак зібраних нами зразків (рис. 2).

Рослини однодомні, 15–20 см завд., темно-брудно-зелені, не інкрустовані вапном. Стебла різної товщини, діаметром до 1 мм, рясно розгалужені, особливо при основі. Міжвузля у нижчих і середніх частинах за довжиною дорівнюють листкам або більші за них, у верхніх вкорочені. Безплідні кільця з 5–6 довгих розпростертих листків. У плодоносних кільцях листки вкорочені, зібрані по 2–3 голівки. Листки різні, стерильні 1–3-кратновильчасті, плодоносні тільки 2–3-кратно вильчасті. Кінцеві членики 2(3)-клітинні, передостання клітина заокруглена, за шириною значно більша за основи останньої клітини, верхівкова клітина у вигляді вузького вістря. Гаметангії об'єднані або розділені. Оогонії поодинокі, подвійні, іноді по декілька, еліпсоїдні, молоді майже кулясті, 345–500 мкм завд. (без коронки), 300–440 мкм завш.; спіральні клітини утворюють 7–8 закрутів, на верхніх кінцях нездуті; коронка не опадаюча, щільно складена, з короткими клітинами у нижньому ряду і значно витягнутими у верхньому. Зрілі ооспори жовто-коричневі, 280–350 мкм завд., 250–310 мкм завш., з 6–7 дуже виступаючими ребрами. Зовнішня оболонка ооспор виразно дрібно сітчаста. Антеридії діаметром 175–300 мкм.

Субкосмополіт. В Україні більшість місцезнаходжень виявлено в Житомирській (ПпДсАП) та Харківській обл. (СДпАП) (Borysova et al., 2016; Borysova, Gromakova, 2019). Вперше відзначений у Закарпатській обл. та Українських Карпатах у цілому в результаті оригінальних досліджень. Мешкає в невеликих мезо- та евтрофних озерах, ставках, каналах, річках, болотних водоймах, на піщаних та мулистих ґрунтах, на глибині 1–5 м, евритермний, досить стійкий до евтрофування, тяжіє до циркумнейтральних вод (рН 6,5–7,6); однорічник/багаторічник (Krause, 1997; Langangen, 2007; Gabka, 2009; Mouronval et al., 2015; Borysova, Gromakova, 2019).



Рис. 2. Види *Charales*, вперше виявлені на території Закарпатської низовини: 1 – *Chara globularis*; 2 – *Nitella mucronata*. Масштаб 1 см

Таким чином, на сьогодні різноманіття харальних водоростей Закарпатської обл. представлено сімома видами (78% загальної кількості видів флори *Charales* КпДнАП), які належать до родів *Chara* (*C. braunii*, *C. contraria*, *C. globularis*, *C. virgata*, *C. vulgaris*) та *Nitella* (*N. flexilis*, *N. mucronata*). Серед них *N. mucronata* наводиться вперше для Закарпатської обл. (КпДнАП:ТсЛтАО) та КпДнАП в цілому.

Переважна більшість видів, виявлених у водоймах та водотоках Закарпатської обл., має космополітний, субкосмополітний або голарктичний тип ареалу. Цікаво, що серед них кількість еврибіонтних і стено-

біонтних видів майже однакова. Еврибіонтні *C. contraria*, *C. globularis* та *C. vulgaris* з широким екологічним діапазоном та досить значною стійкістю до антропогенного навантаження вважаються звичайними видами в Євразії та Україні. У значній мірі це стосується також стенобіонтних видів *C. braunii*, *C. virgata*, *N. flexilis* і *N. mucronata*, які вважаються рідкісними або регіонально рідкісними в окремих європейських країнах, включаючи суміжні з Закарпатською обл. Польщу, Словаччину, Румунію та Угорщину (табл. 1).

Таблиця 1. Характеристика видів *Charales* Закарпатської обл. за частотою трапляння на територіях найближчих країн Європи та України в цілому

Вид	Країна				
	Польща ¹	Словаччина ²	Угорщина ³	Румунія ⁴	Україна ⁵
<i>Chara braunii</i> C.C. Gmelin	Нерідкісний на півдні країни	Рідкісний	Звичайний	Нерідкісний в окремих регіонах	Зникаючий
<i>C. contraria</i> A. Braun ex Kütz.	Звичайний	Звичайний	Звичайний	Звичайний	Звичайний
<i>C. globularis</i> Thuill.	Звичайний	Звичайний	Звичайний	Звичайний	Звичайний
<i>C. virgata</i> Kütz.	Нерідкісний	Рідкісний	Відсутній	Відсутній	Рідкісний
<i>C. vulgaris</i> L.	Звичайний	Звичайний	Звичайний	Звичайний	Звичайний
<i>Nitella flexilis</i> (L.) C.Agardh	Нерідкісний	Рідкісний	Рідкісний	Рідкісний	Звичайний в окремих регіонах
<i>N. mucronata</i> (A. Braun) Miq.	Нерідкісний	Зникаючий	Звичайний	Нерідкісний	Звичайний в окремих регіонах

Примітка: 1 – за даними Urbaniak, 2007; Urbaniak, Gabka, 2014; 2 – Hindáková A. et al., 2022; 3 – Nemeth, 2005; Hrivnák, Csiky, 2009; 4 – Cărauş, 2002; 5 – Borysova et al., 2016.

Всього на території області зареєстровано 14 місцезнаходжень харальних водоростей у різних типах водних об'єктів: *C. braunii* (ефемерна водойма), *C. contraria* (ставок), *C. globularis* (річки, заплавна та ефемерна водойми, кар'єр, ставок), *C. virgata* (озеро), *C. vulgaris* (заплавна водойма),

N. flexilis (водойма) та *N. mucronata* (озеро, кар'єри). За кількістю місцезнаходжень (6) домінує звичайний вид для України – *Chara globularis*, що зростає як у гірських, так і рівнинних річках та штучних водоймах. Нерідкісний *N. mucronata* (три місцезнаходження), який, як відомо (Vesić et al., 2011), тяжіє до рівнинного ландшафту, трапляється виключно в природних і штучних водоймах Закарпатської низовини. Рідкісні види (*C. virgata*, *C. vulgaris*, *N. flexilis*) та зникаючі (*C. braunii*, *C. contraria*), знайдені в поодиноких локалітетах, потребують подальших досліджень для виявлення відповідних умов для їхнього існування в регіоні.

На особливу увагу заслуговують *C. braunii* та *C. virgata*, які включені до Червоної книги України (Red Book..., 2009) з охоронним статусом «вразливий» та «рідкісний» відповідно. Дослідження зразків цих видів свідчить про те, що за морфологічними ознаками та наявністю зрілих репродуктивних органів на час зборів вони перебували в дуже доброму стані, що вказує на оптимальні умови зростання водоростей у знайдених локалітетах.

З огляду на те, що ооспори харальних водоростей здатні роками зберігати життєздатність у ґрунті пересохлих водойм, створюючи так звані «сім'яні банки» (Lokker et al., 1997), локалітет *C. braunii*, який розташований на природоохоронній території Ужанського НПП (КпДнАП: ЦКпАО), можна рекомендувати як перспективний для періодичного моніторингу з метою охорони території зростання рідкісного/зникаючого виду.

Озеро Синевир, яке знаходиться на території НПП «Синевир» (КпДнАП: ЦКпАО), є одним з нечисленних локалітетів рідкісного виду *Chara virgata* з Червоної книги України (Red Book..., 2009), де спостерігався його масовий розвиток. Природні умови цього оліготрофного озера з прозорою, холодною водою гідрокарбонатно-кальцієвого типу, мінералізацію 50–80 мг/л, рН 6,9–7,6 та піщаним дном є дуже сприятливими для підтримки росту популяцій *C. virgata*. Однак це не відмінняє необхідності проведення подальших моніторингових досліджень з метою охорони виду.

Рідкісність для Закарпатської обл. таких звичайних видів в Україні й Євразії, як *C. contraria* та *C. vulgaris*, найімовірніше обумовлена низькою мінералізацією основних водних об'єктів цієї території, значення якої становить майже 110 мг/л. Це, в свою чергу, пов'язано з процесом формування мінерального складу вод Закарпаття, який відбувається за умов високої вологості (опаді 800–900 мм), поширеності твердих кристалічних порід, порід флішу та піщано-глинистих гляціальних

відкладів і підзолистих ґрунтів. За хімічним складом води Закарпаття відносяться до гідрокарбонатного класу, кальцієвого типу другої групи, які містять невелику кількість біогенних елементів. Донні відклади водойм здебільшого представлені глинистими ґрунтами з включенням гальки та щебня, що є малопридатним для розвитку більшості видів харальних водоростей (Konenko et al., 1965; Gabka, 2009; Arbeitsgruppe..., 2016). Окрім цього, додатковими лімітуючими чинниками для росту алкалі-фільного виду *C. contraria* є досить низьке значення рН, а для росту *C. vulgaris* – обмежена кількість тимчасових, мілководних, середньо- та високомінералізованих водойм.

Отже, основними чинниками, що впливають на формування видового різноманіття *Charales* Закарпатської обл., є тип водойми та ступінь мінералізації, хімічний склад й активна реакція (рН) води. При цьому негативна роль антропогенних чинників незначна, а в деяких випадках – позитивна. Наприклад, кар’єрні водойми, як піонерні екотопи з піщаним або глинистим дном, відносно прозорою, теплою за рахунок невеликих глибин водою та за відсутності інших макрофітів є ідеальним місцем для низки видів харальних водоростей, таких як *C. globularis*, *C. vulgaris* та *N. flexilis*, які потерпають від конкуренції з судинними гідрофітами у водоймах та водотоках (Krause, 1997; Langangen, 2007; Gabka, 2009; Mouronval et al., 2015).

Одержані дані суттєво поповнюють відомості щодо видового різноманіття *Charales* Закарпатської обл. і дають змогу провести перший порівняльний аналіз з таким Івано-Франківської, Львівської та Чернівецької областей в межах КпДНАП.

Загалом за весь період флористичних досліджень різного типу водойм та водотоків на територіях чотирьох областей в межах КпДНАП на сьогодні виявлено 9 видів *Charales* (47 місцезнаходжень), а саме: 7 (14) – у Закарпатській, 4 (12) – в Івано-Франківській, 2 (10) – у Львівській та 3 (11) – у Чернівецькій областях (табл. 2). За кількістю видів біорізноманіття *Charales* Закарпатської обл. майже вдвічі вище, ніж в Івано-Франківській, Львівській та Чернівецькій областях. Проте загальна кількість місцезнаходжень видів *Charales* в усіх досліджених областях практично однакова. При цьому за кількістю місцезнаходжень види розподілилися таким чином: у Закарпатській обл. *C. globularis* – 6 місцезнаходжень, *N. mucronata* – 3, *C. braunii*, *C. contraria*, *C. virgata*, *C. vulgaris* та *N. flexilis* – по одному місцезнаходженню, в Івано-Франківській обл. *C. vulgaris*, включаючи різновид *C. vulgaris* var. *longibracteata*, – 7 місцезнаходжень, *C. globularis* – 3, *C. subspinosa* та *C. virgata* – по одному місцезнаходженню, у Львівській обл. *C. vulgaris*, включаючи різновид *C. vulgaris* var. *longibracteata*, – 7 місцезнаходжень, *C. globularis* – 3 та в Чернівецькій обл.

C. vulgaris – 9 місцезнаходжень, *C. globularis* та *C. tomentosa* – по одному місцезнаходженню.

Таблиця 2. Видовий склад *Charales* водойм та водотоків чотирьох областей України в межах Карпатсько-Дунайської альгофлористичної підпровінції (КпДнАП)

Кількість, од.	Закарпатська обл.	Львівська обл.	Івано-Франківська обл.	Чернівецька обл.	КпДнАП загалом
<u>місцезнаходжень</u>	<u>14</u>	<u>10</u>	<u>12</u>	<u>11</u>	<u>47</u>
видів	7	2	4	3	9
Таксон	Частота трапляння на досліджених територіях, %				
<i>C. braunii</i> C.C. Gmelin	7,14	–	–	–	2,13
<i>C. contraria</i> A. Braun ex Kütz.	7,14	–	–	–	2,13
<i>C. globularis</i> Thuill.	42,85	30,0	25,0	9,1	27,66
<i>C. subspinosus</i> Rup.	–	–	8,33	–	2,13
<i>C. tomentosa</i> L.	–	–	8,33	9,1	2,13
<i>C. virgata</i> Kütz.	7,14	–	–	–	4,27
<i>C. vulgaris</i> L.	7,14	70,0	58,34	81,8	51,06
<i>Nitella flexilis</i> (L.) C. Agardh	7,14	–	–	–	2,13
<i>N. mucronata</i> (A. Braun) Miq.	21,43	–	–	–	6,38

Примітка: «–» вид відсутній.

Як видно з табл. 2, за частотою трапляння на території КпДнАП найкількісними є космополітні еврибіонтні види *Chara vulgaris* (51,06%) та *C. globularis* (27,66%). Значно рідше трапляються *N. mucronata* (6,38%) та *C. virgata* (4,27%), решта видів (з частотою трапляння 2,13%) виявлена одноразово. В той же час у переважній більшості виявлених місцезростань харальних водоростей відмічається масовий розвиток як звичайних, так і рідкісних видів, як правило, за умов обмеження їхньої кількості до одного виду. Лише в трьох водоймах (кар'єр, заплавна та ефемерна водойми) виявлено розвиток 2–3 видів разом. Це свідчить про те, що на території Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської та Чернівецької областей у межах КпДнАП місцезростань, сприятливих для розвитку харальних водоростей, небагато, тому переважають еврибіонтні види з широким екологічним діапазоном та здатністю швидко заселяти різнотипні водойми. Прикладом таких видів є зазначені вище космополітні еврибіонтні *C.*

globularis та *C. vulgaris*. Так, у водних об'єктах Закарпатської обл. домінує *C. globularis* (частота трапляння 42,8%), що зумовлено наявністю на досліджуваній території переважно гірських річок (Уж, Латериця, Теремля та ін.) з паводковим гідрологічним режимом та штучних водойм (ставків, кар'єрів), а також здатності *C. globularis* зростати за умов низької мінералізації води й ґрунтів різного типу, включаючи гальку та щебінь (Chemersis et al., 2015). Цікаво, що за таких умов частота трапляння іншого звичайного виду для КпДнАП – *C. vulgaris* була незначною і становила лише 7,14%. Навпаки, за частотою трапляння у водних екосистемах Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей переважає *C. vulgaris* (58,34–81,8%). В основному цей вид заселяє ефемерні водойми та водойми, утворені джерелами або струмками (басейни, озера, болота), природні та штучні ставки, включаючи річки, де формує тимчасові моновидові зарості. Однак кількість знаходжень *C. globularis* у типових для них водних об'єктах – річках Рибниця, Стрий та ставках, значно менша (9,1–30,0%). Водночас частота трапляння *C. globularis* зменшується в напрямку на схід з 30,0% у Львівській обл. (що майже вдвічі нижче за таку *C. vulgaris*), до 9,1% у Чернівецькій обл. Такий розподіл видів у КпДнАП частково корелює з підвищенням мінералізації води, що спостерігається у водних об'єктах досліджуваних областей. За літературними даними, у водоймах та водотоках Закарпатської обл. вміст солей не перевищує 42–160 мг/л, у Львівської та Івано-Франківської областях 200–300 мг/л, у Чернівецькій 300–550 мг/л. Склад води гідрокарбонатно-кальцієвий, її активна реакція близька до нейтральної (Konenko et al., 1965).

На тлі загального поширення в КпДнАП звичайних видів *C. globularis* і *C. vulgaris* відмічені спорадичні знахідки рідкісних *C. contraria*, *C. subspinoso*, *C. tomentosa*, *C. virgata* та *N. flexilis*, які, на відміну від видів з широкою екологічною амплітудою, пов'язані з вузькими екологічними умовами. Вони заселяють водойми з гідрологічним та гідрохімічним режимами, що відповідають особливостям біології та екології цих водоростей. Наявність таких водойм обумовлена регіональними географічними та локальними ландшафтними факторами. Тому для типово прісноводних псамофільних *C. virgata* та *N. flexilis* це глибокі оліготрофні озера або кар'єри зі слабо мінералізованою водою та піщаним дном. Наприклад, оз. Синевир на території Закарпатської обл. Для умовно прісноводних *C. contraria*, *C. subspinoso* та *C. tomentosa*, здатних зростати в гідрокарбонатних, сульфатних і хлоридних водах із вмістом головних іонів до 2000–3000 мг/л, це водойми з високомінералізованими водами, які відсутні на території Закарпатської обл. Проте, ймовірно, знахідка *C.*

subspinosus на території Коломийського р-ну Івано-Франківської обл. пов'язана з наявністю водойм з підвищеним змістом солей на території, де розташовані джерела мінеральних вод (GEU, 1990).

Своєрідність флори *Charales* Закарпатської обл. у порівнянні з іншими областями в межах КпДнАП певною мірою обумовлена специфічними екологічними умовами водойм і водотоків Закарпатської низовини, яку можна розглядати як окремий екорегіон, в якому домінують види *C. globularis* і *N. mucronata*.

Таким чином, подальше вивчення ще недосліджених районів Закарпатської обл. стосовно видового різноманіття, екології та моніторингу рідкісних та зникаючих видів залишається актуальним.

Висновки

За результатами аналізу даних власних флористичних досліджень водойм Закарпатської обл. у 2016–2023 рр., критичного перегляду гербарних матеріалів (KW, CWU) зборів 1961–2013 рр. та літературних джерел встановлено видове різноманіття харальних водоростей Закарпатської обл., яке представлено сімома видами (78% загальної кількості видів флори *Charales* Українських Карпат, що належать до родів *Chara* (5) та *Nitella* (2). Вперше виявлено *Nitella mucronata* (A. Braun) Miq.) – новий вид для Закарпатської обл. та Українських Карпат у цілому.

Всього на території області зареєстровано 14 місцезнаходжень харальних водоростей у різних типах водних об'єктів: *Chara braunii* (ефемерна водойма), *C. contraria* (ставок), *C. globularis* (річки, заплавна та ефемерна водойми, кар'єр, ставок), *C. virgata* (озеро), *C. vulgaris* (заплавна водойма), *Nitella flexilis* (водойма) та *N. mucronata* (озеро, кар'єри). За кількістю місцезнаходжень (6) домінує звичайний вид для України – *C. globularis*, що зростає у гірських та рівнинних річках і штучних водоймах. Проте нерідкісний *N. mucronata* (3) трапляється виключно у водоймах Закарпатської низовини. Рідкісні (*C. virgata*, *C. vulgaris*, *N. flexilis*) та зникаючі (*C. braunii*, *C. contraria*) види, виявлені в окремих локалітетах, потребують подальших досліджень для виявлення відповідних умов для їхнього існування в регіоні.

Встановлено, що основними чинниками, що впливають на формування видового різноманіття *Charales* Закарпатської обл., є тип водойми, ступінь мінералізації, хімічний склад та активна реакція (pH) води. При цьому негативна роль антропогенних чинників незначна.

Порівняння видового різноманіття *Charales* Закарпатської обл. з таким Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей у межах

Карпатсько-Дунайської альгофлористичної підпровінції виявило його своєрідність в досліджуваних регіонах.

Наведені нами дані можуть бути використані для аналізу видового різноманіття та поширення харальних водоростей як в Україні, так і в Голарктиці в цілому.

Автори вдячні дирекції та співробітникам Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II, зокрема канд. біол. наук Є. Й. Андрик та канд. геогр. наук Й.Й. Молнару, а також канд. біол. наук М.В. Шевері (Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України) за сприяння в організації та проведенні експедиційних виїздів і відбору альгологічних проб.

Список літератури

- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology, and geography*. Vol. 4. *Charophyta*. 2014. Eds P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. Ruggell A.R.G.: Gantner Verlag K.-G. 703 p.
- Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands*. 2016. *Armleuchteralgen: Die Characeen Deutschlands*. Rostock: Springer Spektrum. 618 p.
- Borysova O.V., Gromakova A.B. 2019. Diversity and distribution of *Charales* (*Charophyta*) in the Kharkiv Region. *Chornomor. Bot. J.* 15(1): 43–53. [Борисова О.В., Громакова А.Б. 2019. Видове різноманіття та особливості поширення *Charales* (*Charophyta*) у Харківській області. *Чорномор. бот. журн.* 15(1): 43–53].
- Borysova E.V., Iakushenko D.N. 2015. The first finding of *Chara rudis* (A. Braun) Leonh. (*Charales*, *Charophyta*) in Ukraine. *Algologia*. 25(4): 439–444. [Борисова Е.В., Якушенко Д.Н. Первое местонахождение *Chara rudis* (A. Braun) Leonh. (*Charales*, *Charophyta*) в Украине. *Альгология*. 25(4): 439–444]. <https://doi.org/10.15407/alg25.04.439>
- Borysova O.V., Palamar-Mordvintseva G.M., Tsarenko P.M. 2016. *Flora of algae of Ukraine. Charophyta*. Vol. 12. Kyiv. 282 p. [Борисова О.В., Паламар-Мордвинцева Г.М., Царенко П.М. 2016. *Флора водоростей України. Харофітові водорості*. Т. 12. Київ. 282 с.].
- Cărbăuș I. 2002. *Algae of Romania: A distributional checklist of actual algae*. Bacău: Univ. Bacău. 694 p.
- Chemeris E.V., Romanov R.E., Vishnyakov V.S., Tikhonov A.V. 2015. The stoneworts (*Streptophyta*, *Charales*) of Yaroslavl Region. *Bot. J.* 100(6): 550–562.
- Gąbka M. 2009. *Charophytes of the Wielkopolska region (NW Poland): distribution, taxonomy and autecology*. Poznań: Boguc. Wydaw. Nauk. 109 p.
- Geographic encyclopedia of Ukraine (GEU)*. Vol. 2. 1990. Ed. O.M. Marynych. Kyiv: URE. 480 p. [Географічна енциклопедія України (ГЕУ). Т. 2. 1990. Ред. О.М. Маринич. Київ: УРЕ. 480 с.].
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2023. *AlgaeBase World-wide electron. publ.* Nat. Univ. Ireland, Galway.

- Hindáková A., Gábka M., Hrivnák R. 2022. Checklist Red list, and distribution pattern of charophytes (*Charophyceae*, *Charales*) in Slovakia based on critical revision of herbarium specimens. *Diversity*. 14: 897–904.
- Hollerbach M.M., Palamar-Mordvintseva G.M. 1991. *Charophyta*. In: *Identification manual of freshwater algae of Ukraine*. Issue 9. Kyiv: Nauk. Dumka. 196 p. [Голлербах М.М., Паламар-Мордвинцева Г.М. *Визначник прісноводних водоростей України. Харові водорості (Charophyta)*. Київ: Наук. думка. 196 с.].
- Hrivnák R., Csiky J. 2009. Aquatic and marsh plant communities of the Cerová vrchovina Mts. (Slovakia), the Karancs and Medves Regions (Hungary). *Thaiszia. J. Bot.* 19: 71–89.
- Konenko G.D., Pidgaiko M.L., Radzimovsky D.O. 1965. *Ponds of forest-steppe, steppe, and mountain regions of Ukraine*. Kyiv: Nauk. Dumka. 260 p. [Коненко Г.Д., Підгайко М.Л., Радзимовський Д.О. 1965. *Ставки лісостепових, степових та гірських районів України*. Київ: Наук. думка. 260 с.].
- Krause W. 1997. *Charales (Charophyceae)* Bd. 18. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Jena: Gustav Fischer Verlag. 102 p.
- Langangen A. 2007. *Charaphytes of the Nordic countries*. Oslo: Saeculum ANS. 102 p.
- Lokker C., Lovett-Doust L., Lovett-Doust J. 1997. Seed output and the seed bank in *Vallisneria americana*. *Am. J. Bot.* 84(10): 1420–1428.
- Marynych O.M., Shishchenko P.G. 2003. *Physical geography of Ukraine. Textbook*. Kyiv: Znannya. 479 p. [Маринич О.М., Шищенко П.Г. 2003. *Фізична географія України. Підручник*. Київ: Т-во Знання. 479 с.].
- Mouronval J.-B., Baudouin S., Borel N., Soulié-Märsche I., Kleszczewski M., Grillas P. 2015. *Guide des characées de France méditerranéenne*. Paris: Office de la Chasse et de la Faune Sauvage. 211 p.
- Nemeth J. 2005. Red list of algae in Hungary. *Acta Bot. Hungar.* 47(3–4): 379–417.
- Palamar-Mordvintseva G.M., Tsarenko P.M. 2015. Algorfloristic zoning of Ukraine. *Algologia*. 25(4): 355–395. <https://doi.org/10.15407/alg25.04.355>
- Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom*. 2009. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalkonsalting. 912 p. [Червона книга України. Рослинний світ. 2009. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг. 912 с.].
- Urbaniak J. 2007. Distribution of *Chara braunii* Gmelin 1826 (*Charophyta*) in Poland. *Acta. Soc. Bot. Polon.* 76(4): 313–320.
- Urbaniak J., Gábka M. 2014. *Polish Charophytes. An illustration guide to identification*. Wrocław: Univ. Przyrod. Wrocław. P. 120.
- Vesić A., Blaženčić J., Stanković M. 2011. Charophytes (*Charophyta*) in the Zasavica special nature reserve. *Arch. Biol. Sci.* Belgrade. 63(3): 883–888.

Borysova O.V.¹ (<https://orcid.org/0000-0002-0941-5099>)

Gromakova A.B.² (<https://orcid.org/0000-0001-8007-9174>)

Burova O.V.¹ (<https://orcid.org/0000-0002-4300-8075>)

¹M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine,

2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine

²V.N. Karazin Kharkiv National University,

4 Svobody Sq., Kharkiv 61022, Ukraine

SPECIES DIVERSITY OF *CHARALES* IN TRANSCARPATHIAN REGION

The results of the study on charophytes (*Charales*, *Charophyta*) of different water bodies of the Transcarpathian Region, carried out in 2016–2023, critical study of herbarium material collected in 1961–2013 and summarized published information are presented. The current state of the species diversity of the Transcarpathian Region charophytes, represented by seven species (78% of the total number of the Ukrainian Carpathians *Charales*) belonging to the genera *Chara* L. (*C. braunii* C.C. Gmelin, *C. contraria* A. Braun ex Kütz., *C. globularis* Thuill., *C. virgata* Kütz. and *C. vulgaris* L.) and *Nitella* C. Agardh (*N. flexilis* (L.) C. Agardh, *N. mucronata* (A. Braun) Miq.) is given and analyzed. Among them *N. mucronata* is a new species for the Transcarpathian Region. It is shown that geographically, most species of Transcarpathian Region have a cosmopolitan, subcosmopolitan or Holarctic type of arial. Overall, 14 locations of charophytes species revealed during the floristic research. According to a frequency of occurrence, the species are denoted as most common for Transcarpathian Region (*C. globularis*), frequent (*N. mucronata*), rare (*C. virgata*, *C. vulgaris*, *N. flexilis*) and endangered (*C. braunii*, *C. contraria*). It is suggested that main factors influencing on diversity and distribution of *Charales* in Transcarpathian Region are the type of water bodies, a degree of mineralization, as well as chemical composition of main ion and active reaction (pH) of water. A comparison study of the species diversity of *Charales* of Transcarpathian region with that of Lviv, Ivano-Frankivsk and Chernivtsi regions within the Carpathian-Danube algofloristic subprovince revealed certain originality of all studied regions. The obtained data is substantial contribution in the investigation on *Charales* of the Ukrainian Carpathians in general.

Key words: *Charales*, species diversity, new species, *Nitella mucronata*, Transcarpathian Region, Ukraine

Citation: Borysova O.V., Gromakova A.B., Burova O.V. 2023. Species diversity of *Charales* in Transcarpathian Region. *Algologia*. 33(3): 213–230. <https://doi.org/10.15407/alg33.03.213>