

## Штами колекції мікроводоростей IBASU-A – об'єкти біотехнології

Борисова О.В., Царенко П.М.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України,  
вул. Терещенківська, 2, Київ 01601, Україна  
oborysova17@gmail.com

Надійшла до редакції 27.10.2021. Після доопрацювання 03.11. 2021. Підписана до друку 23.11.2021.  
Опублікована 22.12.2021

**Реферат.** Наведено відомості про колекцію штамів біотехнологічного застосування, яка є складовою частиною колекції культур мікроводоростей Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (IBASU-A). Основу її фонду складають штами зелених водоростей, що належать до родин *Dunaliellaceae*, *Chlorellaceae*, *Scenedesmaceae* та *Selenastraceae*. Вони ізольовані з різних регіонів України з метою пошуку штамів фототрофних мікроорганізмів, перспективних для біотехнології, зокрема одержання біологічно активних добавок для потреб харчової промисловості, медицини, сільського господарства і сировини для виробництва біопалива, а також проведення біоіндикації, біомоніторингу, біоремедіації водних об'єктів, оточуючого середовища тощо. Загалом у колекції IBASU-A представлено 90 штамів галофільних та прісноводних мікроводоростей 30 видів, 15 родів, 7 родин, 4 порядків, 2 класів. Усі вони розглядаються як важливі об'єкти для промислового культивування та вирішення екологічних проблем і є базою для подальших біотехнологічних досліджень.

**К л ю ч о в і с л о в а :** колекція IBASU-A, мікроводорості, штами, біотехнологія, біопаливо, біоремедіація, бактеріальні консорти

Якість фондів біологічних колекцій визначається кількістю та різноманітністю одиниць зберігання. Фонди колекції культур мікроводоростей Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України IBASU-A, яка має статус об'єкта національного надбання України, включають 500 штамів представників відділів *Chlorophyta* (457), *Cyanoprokaryota* (10), *Euglenophyta* (4), *Eustigmatophyta* (1), *Xanthophyta* (1), *Rhodophyta* (1) та *Charophyta* (18 штамів). Загалом IBASU-A складається з 7 окремих колек-

цій і нараховує 1250 одиниць зберігання (далі о.з.): культури галофільних (145) та прісноводних (680) водоростей, штами біотехнологічного застосування (90), рідкісні види (30), автентичні штами (20), мутанти (15) та бактеріальні консорти водоростей (270 о.з.) (Borisova, Tsarenko, 2004; Borysova et al., 2016).

У 60–70-х рр. минулого століття в Україні та за її межами активно розпочалися дослідження, спрямовані на пошук високопродуктивних видів і штамів, необхідних для ефективного розвитку основних напрямків біотехнологічної індустрії мікродоростей, зокрема виробництва біологічно активних добавок в харчовій промисловості, сировини для фармацевтичної та парфумерної промисловості, розробки високоякісних кормів і добрив для потреб сільського господарства, очистки промислових та побутових стічних вод тощо. У той час у відділі альгології і ліхенології (нині відділ фікології, ліхенології та бріології) Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України професором Н.П. Масюк були введені в культуру і всебічно вивчені представники галофільних водоростей роду *Dunaliella* Teodor. На підґрунті проведених досліджень було розглянуто перспективи їх практичного застосування і рекомендовано широкомасштабне культивування штамів *Dunaliella salina* (Dunal) Teodor. з метою одержання  $\beta$ -каротину для тваринництва, харчової промисловості та медицини і штамів *Dunaliella viridis* Teodor. в якості поживних кормів для риборозведення (Massjuk, 1973; Borowitzka, Borowitzka, 1988). Водночас професором Г.М. Паламар-Мордвинцевою зі співробітниками проводилися дослідження щодо використання штамів прісноводних водоростей родів *Chlorella* Beijer. s.l., *Scenedesmus* Meyen s.l. та *Ankistrodesmus* Corda, ізольованих із водойм Київської та Чернігівської областей, для очистки стічних вод штучного волокна та шерстемийок (Kondratyeva et al., 2010). У 1980-х рр. Л.Й. Леновою та В.В. Ступіною виконано значний обсяг науково-дослідних робіт з вивчення ростових характеристик та кінетичних параметрів штамів галофільних водоростей *Dunaliella* як потенційних об'єктів різних штучних екологічних систем (Lenova et al., 1987) і деяких видів прісноводних водоростей, введених у культуру для вирішення проблем утилізації промислових відходів та інтенсифікації очистки стічних вод (Lenova, Stupina, 1990).

Таким чином, було закладено підґрунтя колекції культур мікродоростей біотехнологічного напрямку IBASU-A, що включала штами-гіперпродуценти біомаси як джерела білків, жирів, вуглеводів, вітамінів та інших біологічно цінних речовини та ізольовані з промислових стічних вод штами, перспективні для проведення біотестування, біоіндикації й розробки технологій біоремедіації. Загалом вона налічувала 35 штамів зелених водоростей з родів *Dunaliella*, *Chlorella* s.l. та *Scenedesmus* s.l., представники яких і нині вважаються найбільш економічно рентабель-

ними. Вони вивчаються і широко використовуються для нарощування біомаси в промислових масштабах у різних країнах світу (США, Німеччина, Китай, Ізраїль, Малайзія, Японія, Австралія та ін.) (Spolaore et al., 2006; Mata et al., 2010; Wu et al., 2017; Kumar et al., 2020; Wolf et al., 2021).

Незважаючи на те, що у 1990–2000-х рр. штами біотехнологічної колекції деякий час не використовувалися у зв'язку зі зміною наукової тематики відділу, їх кількість постійно зростала завдяки регулярному поповненню фондів IBASU-A новими ізолятами зелених кокоїдних водоростей родин *Chlorellaceae*, *Scenedesmaceae* та *Selenastraceae* з різних регіонів України. Упродовж цього періоду значна частина регіональних штамів була ізольована з альгопроб, зібраних із водойм Українських Карпат, Українського Полісся, лісостепової та степової зони України і Кримського півострова. Проводилася робота щодо таксономічного опрацювання та ідентифікації культур, вивчення їх фізіолого-біохімічних властивостей, розробки методів культивування та збереження тощо.

Одним з пріоритетних напрямів практичного використання водоростей сьогодення є пошук видів-продуцентів ліпідів як поновлюваної сировини для виробництва біопалива, зокрема біодизеля. Необхідність впровадження технологій виробництва та використання біопалива в енергоємних галузях промисловості, комунальній енергетиці та транспорті обумовлена загрозою вичерпання викопних видів палива, зростанням цін на традиційні енергоносії, збільшенням забруднення навколишнього середовища тощо. Тому потенційно висока продуктивність окремих видів мікроводоростей, швидке накопичення біомаси та значний вміст ліпідної фракції привернуло до них увагу дослідників і промисловців як до альтернативного джерела для виробництва біопаливної сировини (Tsarenko et al., 2016).

Протягом останнього десятиріччя в Україні в рамках комплексних програм наукових досліджень НАН України проводилося всебічне вивчення енергоємних, екологічних та природо-економічних рослинних об'єктів, зокрема пошук перспективних видів мікроводоростей – гіперпродуцентів біомаси. Насамперед до цих досліджень було залучено штами колекції біотехнологічного застосування. Надалі проведено скринінг колекції IBASU-A і відібрано 33 штами 18 видів родів *Botryococcus*, *Chlorella*, *Chloroidium*, *Desmodesmus*, *Enallax*, *Euglena*, *Monoraphidium*, *Parachlorella* та *Tetradasmus* за такими критеріями, як інтенсивність росту, висока продуктивність, здатність до накопичення ліпідів, стійкість до стресових чинників і біологічної контамінації. Серед них визначено 7 штамів, перспективних для біоенергетики, а саме: *Tetradasmus* (= *Acutodesmus*) *dimorphus* (Turpin) M.J.Wynne 251, 254, *Desmodesmus magnus* (Meyen) P.Tsarenko 401, *D. multivariabilis* var. *turskensis* P.Tsarenko et E.Hegew. 398, *Chlorella vulgaris* Beijer. 189, 192,

*Parachlorella kessleri* (Fott et Nováková) Krienitz et al. 444 (Tsarenko et al., 2011, 2016).

Значна кількість перспективних вітчизняних штамів, адаптованих до кліматичних умов помірної зони, була цілеспрямовано ізольована у 2012–2021 рр. Альгологічно чисті культури мікроводоростей одержували традиційними методами, а саме шляхом розсіву альгологічного матеріалу на агаризованих живильних середовищах або капілярним методом (Algal..., 2005). Вихідним матеріалом слугували альгопроби, зібрані у водоймах або водотоках різного типу, іноді вижимки з водних судинних рослин. Зразки, відібрані під час «цвітіння» водойм, використовувалися безпосередньо, з інших формували нагромаджувальні культури. Останні розсівали за допомогою скляного шпателя на поверхні агаризованих середовищ Болда (3N BBM) (Bischoff, Bold, 1963) і Бурреллі (Soeder, Hegewald, 1988) у чашках Петрі, які поміщали на освітлювальну установку до появи чітко сформованих колоній водоростей. Вже на цьому етапі проводили селекційну роботу, ізолюючи активно зростаючі колонії. Окремі колонії пересівали в пробірки з відповідним рідким живильним середовищем, вирощували до яскраво-зеленої суспензії, перевіряли на чистоту за допомогою світлового мікроскопа. Альгологічно чисті культури висівали на середовище ФДГА (Kvitko et al., 1983) для перевірки наявності грибів та бактерій, а також здатності штамів до росту в присутності органічних речовин. Для введення в культуру видів родин *Chlorellaceae*, *Scenedesmeaceae* та *Selenastraceae* більш результативним виявився метод розсіву на агарі та середовище Бурреллі з концентрацією  $\text{KNO}_3$  200 мг/л. Проте для одержання культур видів *Botryococcus* та *Haematococcus* кращим виявився метод ізоляції окремих клітин за допомогою мікропіпеток безпосередньо з альгопроб, які відбирали під час «цвітіння» водойм, і середовище 3N BBM з концентрацією  $\text{NaNO}_3$  750 мг/л.

Вивчали також культурально-морфологічні та фізіолого-біохімічні властивості ізольованих культур зі стабільним ростом, визначали оптимальні умови культивування і за показниками активності росту та накопичення біомаси відбирали більш продуктивні штами для оцінки їхнього біотехнологічного потенціалу.

На сьогодні біотехнологічна колекція містить 90 штамів галофільних і прісноводних водоростей 30 видів, 15 родів, 7 родин, 4 порядків, 2 класів. Більшість з них є оригінальними, ізольованими з різних біотопів Волинської, Запорізької, Закарпатської, Житомирської, Київської, Одеської, Рівненської, Харківської, Херсонської, Черкаської та Чернігівської областей України, і лише близько 15% отримані з колекцій зарубіжних установ. Основні напрями досліджень спрямовані на пошук перспективних фототрофних мікроорганізмів, що мають біотехнологічне значення,

вивчення активності їхнього росту та біологічних особливостей, та розробку методів культивування й збереження.

Нижче наводимо коротку характеристику штамів колекції біотехнологічного застосування, яка включає культури галофільних і прісноводних водоростей різних видів (табл. 1, 2).

Таблиця 1. Штами колекції IBASU-A – об'єкти біотехнології

№ п/п	Вид	Штам	Таксономія	Походження	Галузь використання
1, 2	<i>Asteromonas gracilis</i> Artari	65, 66	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Chlamydomonadales, Asteromonadaceae</i>	Україна, Херсонська обл.	Аквакультура
3–12	<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.	426–429, 432, 433, 434, 435, 437	<i>Chlorophyta, Trebouxiophyceae Trebouxiales, Botryococcaceae</i>	Україна, Волинська, Закарпатська, Київська, Житомирська, Чернігівська обл.	Біоенергетика
13	<i>B. terribilis</i> Komárek et Marvan	442	<i>Chlorophyta, Trebouxiophyceae, Trebouxiales, Botryococcaceae</i>	Україна, Житомирська обл.	Біоенергетика
14–25	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.	189–192, 326; 452, 472; 715–718	<i>Chlorophyta, Trebouxiophyceae, Chlorellales, Chlorellaceae</i>	РФ, Кавказ; Чукотський п-ів, Магаданська обл.; Україна, Київська, Харківська обл.	Харчова, фармацевтична промисловість, медицина, тваринництво, сільське господарство, біоенергетика, біоіндикація, біоремедіація
26–27	<i>Chloroidium saccharophilum</i> (W.Krüger) Darienko et al.	187, 481	<i>Chlorophyta, Trebouxiophyceae, Chlorellales, Chlorellaceae</i>	Україна, Київська обл.	Біоенергетика, біоіндикація, біоремедіація
28	<i>Coelastrella</i> sp.	528	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Хмельницька обл.	Біоенергетика
29	<i>Coelastrella vacuolata</i> (Shih. et W.R.Krauss) E.Hegew. et N.Hanagata	519	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Київська обл.	Біоенергетика
30–32	<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) E.Hegew.	263, 270, 337	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Київська обл.	Біоенергетика
33	<i>Desmodesmus curvatocornis</i> (Proschk. -Lavr.) E.Hegew.	384	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Волинська обл.	Біоенергетика
34	<i>D. lunatus</i> (W. et G.S.West) E.Hegew.	341	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Куба	Біоенергетика, біоіндикація, біоремедіація
35–36	<i>Desmodesmus magnus</i> (Meyen) P.Tsarenko	401–402	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	РФ, о. Сахалін	Біоенергетика

37	<i>Desmodesmus multivariabilis</i> var. <i>turskensis</i> P.Tsarenko et E.Hegew.	398	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Волинська обл.	Біоенергетика
38	<i>D. pannonicus</i> (Hortob.) E.Hegew.	381	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Німеччина, м. Дюрен	Біоенергетика
39	<i>D. subspicatus</i> (Chodat) E.Hegew.	408, 701	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Закарпатська, Харківська обл.	Біоенергетика
40–52	<i>Dunaliella salina</i> (Dunal) Teodor.	2–4, 6, 10–12, 16, 20, 706–708	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Chlamydomonadales, Dunaliellaceae</i>	Україна, Кримська, Одеська, Херсонська обл.	Харчова, фармацевтична промисловість, медицина, тваринництво, біоенергетика
53–56	<i>D. viridis</i> Teodor.	22, 24, 42, 56	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Chlamydomonadales, Dunaliellaceae</i>	Україна, Кримська, Одеська, Херсонська обл.	Біоенергетика, аквакультура, рибицтво
57–60	<i>Haematococcus lacustris</i> (Gir.-Chantr.) Rostafinski	219, 461, 462, 464	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Chlamydomonadales, Haematococcaceae</i>	Україна, Запорізька, Кримська, Херсонська обл.	Харчова, промисловість, біоенергетика
61–64	<i>Messastrum gracile</i> (Reinsch) Garcia	316–318, 580	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Selenastraceae</i>	Німеччина, Мекленбург–Передня Померанія; Україна, Київська обл.	Біоенергетика
65	<i>Monoraphidium contortum</i> Komárk.-Legn.	365	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Selenastraceae</i>	Україна, Донецька обл.	Біоенергетика
66–67	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komárk.-Legn.	493, 494	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Selenastraceae</i>	Україна, Київська обл.	Біоенергетика, біоремедіація
68	<i>M. saxatile</i> Komárk.-Legn.	364	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Selenastraceae</i>	Україна, Волинська обл.	Біоенергетика
69–74	<i>Monoraphidium</i> sp.	166; 378, 379, 752–754	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Selenastraceae</i>	Чехія; Україна, Київська обл.	Харчова, фармацевтична промисловість, медицина, біоенергетика
75	<i>Oocystis</i> sp.	422	<i>Chlorophyta, Trebouxiophyceae, Chlorellales, Oocystaceae</i>	Латвія	Біоенергетика
76–80	<i>Parachlorella kessleri</i> (Fott et Nováková) Krienitz et al.	197–200, 444	<i>Chlorophyta, Trebouxiophyceae, Chlorellales, Chlorellaceae</i>	США, Пенсільванія, м. Філідельфія; РФ, м. Санкт-Петербург	Харчова та фармацевтична промисловість, біоенергетика, біоремедіація
81–83	<i>Raphidocelis subcapitata</i> (Korschikov) Nygaard et al.	358, 360, 363	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Selenastraceae</i>	Україна, Волинська, Донецька обл.	Біоенергетика
84–85	<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	516, 579	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Київська, Черкаська обл.	Біоенергетика

86–87	<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen	245, 468	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Київська, Хмельницька обл.	Біоенергетика
88	<i>Tetradesmus lagerheimii</i> M.J.Wynne et Guiry	543	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Київська обл.	Біоенергетика, біоремедіація
89	<i>T. dimorphus</i> (Turpin) M.J.Wynne	251–254, 704, 344	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Київська, Харківська обл.; Куба	Харчова промисловість, тваринництво, сільське господарство біоенергетика, біоіндикація, біоремедіація
90	<i>T. obliquus</i> (Turpin) M.J.Wynne	473	<i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Scenedesmaceae</i>	Україна, Київська обл.	Біоенергетика

Таблиця 2. Штами колекції IBASU-A – високопродуктивні продуценти біологічно цінних речовин, БЦР (за даними Tsarenko et al., 2011, 2016)

Вид	Штам	Умови культивування			Питома швидкість росту, доба <sup>-1</sup>	Продуктивність, г л <sup>-1</sup> за добу <sup>-1</sup>	БЦР
		Живильне середовище	pH	T, °C			
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.	504	Чу-13	8,5–9	26–30	0,74	1,3	Ліпіди
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.	189–192, 326; 452	Тамія	6,5–8,5	26–30	0,39–1,2	0,5–1,6	Білки, ліпіди
<i>C. vulgaris</i>	715–717*	Тамія	6,5–8,5	26–30	0,55–0,82	0,72–1,06	Білки, ліпіди
<i>Chloroidium saccharophilum</i> (W.Krüger) Darienko et al.	186, 187	Тамія	6,5–8,5	30–32	0,4–0,72	0,48–0,86	Білки, ліпіди
<i>Coelastrella</i> sp.	519*, 528*	Болда (3N ВВМ)	6,5–8,5	26–30	0,62–0,82	0,75–0,95	Ліпіди
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) E.Hegew.	263*, 270, 337*	Бурреллі	6,5–8,5	26–30	0,40–0,42	0,39–0,54	Ліпіди
<i>D. lunatus</i> (W. et G.S. West) E. Hegew	341	Бурреллі	6,5–8,5	26–30	0,46	0,44	Ліпіди
<i>D. magnus</i> (Meyen) P.Tsarenko	401–402	Бурреллі	6,5–8,5	26–30	0,94	0,98–1,2	Білки, ліпіди
<i>D. multivariabilis</i> var. <i>turskensis</i> P.Tsarenko et E.Hegew.	398	Бурреллі	6,5–8,5	26–30	0,48	0,58	Ліпіди

<i>Desmodesmus subspicatus</i> (Chodat) E.Hegew.	408, 701*	Бурреллі	6,5–8,5	26–30	0,42–0,54	0,36–0,42	Ліпіди
<i>Enalax costatus</i> (Schmidle) Pascher	342	Бурреллі	6,5–8,5	26–30	0,4	0,72	Білки, ліпіди
<i>Messastrum gracile</i> (Reinsch) Garcia	316, 317, 580	Болда (3N BBM)	6,5–8,5	26–30	0,38–0,40	0,5–0,68	Ліпіди
<i>Monoraphidium</i> sp.	377, 379, 572–574	Болда (3N BBM)	6,5–8,5	28–32	1,01–1,2	0,84–1,84	Білки, ліпіди
<i>Parachlorella kessleri</i> (Fott et Nováková) Krienitz et al.	197–200, 444	Тамія	6,5–8,5	30–32	0,45–0,95	0,55–0,95	Білки, ліпіди
<i>Raphidocelis subcapitata</i> (Korschikov) Nygaard et al.	358, 360, 363	Болда (3N BBM)	6,5–8,5	30–32	1,01–1,04	1,3–21,48	Ліпіди
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	516*	Бурреллі	6,5–8,5	26–30	0,52	0,76	Ліпіди
<i>Tetradesmus lagerheimii</i> M.J. Wynne et Guiry	543*	Бурреллі	6,5–8,5	26–30	0,48	0,94	Ліпіди
<i>T. dimorphus</i> (Turpin) M.J. Wynne	251, 254, 344, 704*	Бурреллі	6,5–8,5	26–30	0,38–0,46	0,40–1,2	Білки, ліпіди
<i>T. obliquus</i> (Turpin) M.J. Wynne	473	Бурреллі	6,5–8,5	26–30	0,32	0,34	Ліпіди

\* – Оригінальні дані.

У колекції галофільні водорості представлені 16 штамами двох видів роду *Dunaliella* (клас *Chlorophyceae*, порядок *Chlamydomonadales*): *D. salina* – 12 та *D. viridis* – 4 штами. Це одноклітинні рухливі водорості з двома джгутиками однакової довжини, гладенькою поверхнею клітини. Целюлозна оболонка відсутня. Нестатеве розмноження відбувається шляхом поздовжнього ділення клітини в рухливому або пальмелевидному стані, статевий процес – оогамія. В Україні відомі лише гіпергалобні види (Lilitska, 2019).

Клітини *D. salina* широкоеліпсоїдні до майже кулястих, циліндричні, яйцеподібні, грушоподібні, заокруглені ззаду та спереду, зазвичай правильної симетричної форми. Стигма одна, блідо-рожева, дифузна, невиразна, у передній частині клітини. Розмір клітин 6–29 мкм завд., 4–20 мкм завш. Цей космополітний вид мешкає переважно в солоних озерах



та на солепромислах з концентрацією від 3% NaCl до насичення (оптимум солоності 6–12% NaCl). Характеризується накопиченням переважно  $\beta$ -каротину в екстремальних умовах, внаслідок чого вегетативні клітини набувають жовтого, червоного або бурого кольору. Збудник червоного «цвітіння» ропи солоних озер влітку. Колекційні штами-гіперпродуценти  $\beta$ -каротину ізольовані з лиманів, солоних озер і штучних водойм солепромислів Кримської, Запорізької, Одеської та Херсонської областей України (див. табл. 1).

Клітини *D. viridis* значно менші за розміром, ніж *D. salina*, 3–18 мкм завд., 2–15 мкм завш., грушоподібні, овальні, еліпсоїдні, яйцеподібні, веретеноподібні, циліндричні. Стигма одна, іноді дві, еліпсоїдна, видовжена, паличкоподібна або овальна, червона, дуже виражена. Гіпергалоб, але оптимум солоності нижче 6–8% NaCl. Не накопичує  $\beta$ -каротин в екстремальних умовах. Збудник зеленого «цвітіння» ропи солоних озер влітку. Характеризується дуже високим темпом розмноження, що визначило перспективність штамів *D. viridis* для риборозведення в якості поживних живих кормів (Massjuk, 1973).

Штами відомого продуцента  $\beta$ -каротину *Asteromonas gracilis* (клас *Chlorophyceae*, порядок *Chlamydomonadales*) (Fawzy et al., 2014) включені до колекції біотехнологічних штамів як модельні об'єкти для майбутніх досліджень синтезу загальних ліпідів та каротиноїдів.

Одним з важливих завдань біотехнології є керований біосинтез мікрободоростями низки нетоксичних пігментів рослинного походження, а саме хлорофілів, каротиноїдів, ксантофілів тощо. Тому перспективними об'єктами у цьому напрямку окрім видів *Dunaliella* розглядаються колекційні штами прісноводного гіперпродуценту астаксантину *Haematococcus lacustris* (Gir.-Chantr.) Rostafinski (= *Haematococcus pluvialis* Flot.) (клас *Chlorophyceae*, порядок *Chlamydomonadales*), ізольованих з водойм Чехії, Центрального Кавказу, Кримського п-ва та території м. Києва (див. табл. 1). Як джерело астаксантину *H. lacustris* є одним з нечисленних видів-продуцентів комерційно успішних продуктів, що використовуються для потреб харчової промисловості, медицини та аквакультури (Apt, Behrens, 1999).

Прісноводні зелені водорості представлені 72 штамами 27 видів, 13 родів, 5 родин, 4 порядків, 2 класів, що розглядаються як об'єкти промислового культивування та вирішення екологічних проблем і є базою для подальших біотехнологічних досліджень. Серед них є штами видів-продуцентів біомаси, яка містить білки, амінокислоти, каротиноїди, вітаміни А, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, С, D, ліпіди, незамінні поліненасичені жирні кислоти (омега-3, омега-6) та інші біологічно активні речовини. В основному це представники родин *Chlorellaceae* (*Chlorella* Beijer., *Chloroidium* Hadson, *Parachlorella* Krienitz et al.) та *Scenedesmaceae*

(*Scenedesmus* Meyen, *Tetradesmus* G.M. Smith), які мають важливе практичне значення для промислового виробництва біомаси і використання її в різних галузях харчової промисловості, медицини, сільського господарства, біоенергетики та біоремедіації (Muzafarov, Taubaev, 1984; Borowitzka, Borowitzka, 1988; Spolaore et al., 2006; Becker, 2007; Sorochinsky et al., 2010; Jacobs-Lopes et al., 2015 та ін.).

Прісноводні одноклітинні водорості родини *Chlorellaceae* (клас *Trebouxiophyceae*, порядок *Chlorellales*) мають сферичні або субсферичні клітини діаметром 2–12 мкм, зазвичай з піреноїдом, який облямований зернами крохмалю. Розмножуються автоспорами, що утворюються завжди у парній кількості й переважно одного розміру. Здатні споживати мінеральний азот у нітратній та амонійній формі. У колекції IBASU-A вони представлені аксенічними культурами повноцінних та мутантних штамів *C. vulgaris* і *Parachlorella kessleri* (= *Chlorella kessleri* Fott et Nováková), одержаних у 1970-х рр. із колекції Санкт-Петербурзького університету, РФ (CALU) як відомі гіперпродуценти біомаси, багаті на білки, вуглеводні, вітаміни, мікро- та макроелементи, а також низкою вітчизняних штамів *C. vulgaris*, ізольованих з території Київської, Черкаської та Харківської областей України у 2014–2020 рр., та виділені з експериментальних культиваторів штамів *Chloroidium saccharophilum* (W.Krüger) Darienko et al., стійкі до високих концентрацій аніонних детергентів.

Деякі представники родини *Scenedesmaceae* (клас *Chlorophyceae*, порядок *Sphaeropleales*), а саме види роду *Tetradesmus* (= *Acutodesmus* Meyen), є більш резистентними до різних токсичних компонентів стічних вод хімічної промисловості та виробництва мінеральних добрив, що важливо при застосуванні мікроводоростей у комплексних біотехнологіях очищення забруднених водних екосистем. Наразі в колекції підтримуються перспективні штамми *Tetradesmus lagerheimii* M.J.Wynne et Guiry, *T. dimorphus*, *T. obliquus* (Turpin) M.J.Wynne, *Desmodesmus communis* (E.Hegew.) E.Hegew. (= *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.), здатні витримувати або активно рости при надвисоких концентраціях нафти і деяких токсичних компонентів стічних вод, а саме: етилендіаміну, капролактаму, фенолів, канцерогенних нітрозамінів тощо (Lenova, Stupina, 1990). Такі біологічні особливості представників *Chlorellaceae* та *Scenedesmaceae* уможливають збільшення рентабельності водоростей-продуцентів сировини для біоенергетики за рахунок їх використання в процесах біологічної очистки вод різних промислових підприємств. Тому доцільно мати в колекції якомога більше ізолятів зі стічних вод, де вони домінують. Як приклад, колекційний штам 251 широко поширеного в Україні виду *Tetradesmus dimorphus* (= *Scenedesmus acutus* Meyen, *Acutodesmus dimorphus* (Turpin) P.Tsarenko), ізольований у 1975 р. з біологічного ставка системи очисних споруд Черкаського промислового

об'єднання «Азот» (Україна), де він викликав «цвітіння» води. Використовувався в лабораторних дослідженнях щодо біологічного засобу очищення промислових стічних вод (Lenova, Stupina, 1990). На штам також одержано патент як біоресурсного продуцента (Tsarenko et al., 2014). У колекції він представлений у вигляді альгологічно чистої та аксенічної культур. Розмір клітин 6–25–27 мкм завд. та 2–14 мкм завш. Ценобії 2-, 4-, 8-клітинні. Може швидко переходити до одноклітинної стадії за умов інтенсивного культивування. Мезофіл здатний до міксотрофного росту. В альгологічно чистій культурі *T. dimorphus* виявлено сім видів бактеріальних консортів, типових для водоростей роду *Tetradismus*, а саме: *Acinetobacter* sp., *Curtobacterium* sp., *Flavobacterium* sp., *Microbacterium imperiale*, *Rhodococcus erythropolis* та *R. fasciens* (Borisova et al., 2000).

Відомо, що мікрowodорості, як і судинні рослини, синтезують запасуючі ліпіди з високим вмістом насичених і ненасичених жирних кислот, що вже широко застосовуються в медицині, фармацевтичній та харчовій промисловості. Індивідуальний вміст та склад ліпідів мікрowodоростей різних систематичних груп є дуже різноманітним, що необхідно враховувати при створенні штамів-продуцентів (Soroichinsky et al., 2010).

За літературними даними, привабливими для практичного використання як продуценти сировини для біоенергетики залишаються представники родин *Botryococcaceae*, *Chlorellaceae* та *Scenedesmaceae*. Проте останнім часом все більше увагу вчених та виробників привертають представники родини *Selenastraceae* (клас *Chlorophyceae*, порядок *Sphaeropleales*). Наразі більш дослідженими є види роду *Monoraphidium* Komark.-Legner. Деякі з них характеризуються високою активністю росту, здатністю накопичувати ліпіди та стійкістю до стресових чинників (Yu et al., 2012; Bogen et al., 2013; Patidar et al., 2014; Diaz et al., 2015; Shrivastav et al., 2015; Wu et al., 2015; Li et al., 2017; Kirpenko et al., 2021). Значно менше вивчені роди *Messastrum* (Reinsch) T.S.Garcia (= *Selenastrum* Reinsch) та *Raphidocelis* Hindák (Suzuki et al., 2018). У колекції культури цих родів представлені трьома штамми: *Messastrum gracile* – ізольовані з водойм Німеччини в 1995 р., *Monoraphidium* sp. – з водойм Волинської обл. у 2013 р. та Київської обл. у 2014 р., *Raphidocelis subcapitata* Hindák – з водойм Донецької обл. у 2000 р. Усі штами характеризуються активним ростом на простих мінеральних живильних середовищах, високою питомою швидкістю росту та продуктивністю (див. табл. 2). Найпродуктивнішими серед них є *Monoraphidium* sp. 377 та 574 і *Raphidocelis subcapitata* (Korschikov) Nygaard et al. 358 з приростом абсолютно сухої біомаси (а.с.б.) 0,84–1,84 г/л за добу. У порівнянні з представниками родин *Chlorellaceae* та *Scenedesmaceae* штами видів родини *Selenastraceae* відзначаються високим загальним вмістом ліпідів (табл. 3). А жирнокислотний склад їхніх

ліпідів характеризується наявністю таких насичених і ненасичених жирних кислот, як пальмітинова (C16:0), олеїнова (C18:1), лінолева (C18:2) та ліноленова (C18:3), що є сприятливим для виробництва біодизеля високої якості (Nascimento et al., 2013).

Таблиця 3. Штами колекції IBASU-A – перспективні продуценти біомаси як джерела سرовини для біопалива (за даними Tsarenko et al., 2016, 2020)

Вид	Штам	Кількість ліпідів, %	Головні жирні кислоти
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.	189	16,53 ± 0,7	<b>C16:0</b> , C18:1, <b>C18:2</b> , C18:3
<i>C. vulgaris</i> Beijer.	190	17,5 ± 1,2	<b>C16:0</b> , C18:1, <b>C18:2</b> , C18:3
<i>Parachlorella kessleri</i> (Fott et Nováková) Krienitz et al.	444	10,53 ± 0,5	<b>C16:0</b> , C18:1, <b>C18:2</b> , <b>C18:3</b>
<i>Tetradesmus dimorphus</i> (Turpin) M.J.Wynne	251	12,4 ± 2,5	C16:0, <b>C18:1</b> , C18:2, C18:3
<i>T. dimorphus</i> (Turpin) M.J.Wynne	344	17,5 ± 3,8	C16:0, <b>C18:1</b> , C18:2, C18:3
<i>Monoraphidium</i> sp.	377	29,43 ± 1,07	<b>C16:0</b> , <b>C18:1</b> , C18:2
<i>Monoraphidium</i> sp.	574	33,65 ± 0,7	<b>C16:0</b> , <b>C18:1</b> , <b>C18:2</b> , <b>C18:3</b>
<i>Raphidocelis subcapitata</i> (Korschikov) Nygaard et al.	358	23,14 ± 1,25	C16:0, <b>C18:1</b> , C18:2

Умовні позначення жирних кислот (ЖК): C16:0 – пальмітинова; C18:1 – олеїнова; C18:2 – лінолева; C18:3 – ліноленова. Жирним шрифтом виділені ЖК, частка яких становить більше 15%.

Як відомо, найвищий вміст ліпідів притаманний колоніальним водоростям, представникам роду *Botryococcus* (клас *Trebouxiophyceae*, порядок *Trebouxiales*, родина *Botryococcaceae*), здатним накопичувати понад 70% рідких вуглеводнів сухої речовини (Zolotaryova et al., 2008). В Україні види *Botryococcus* широко поширені у водоймах Полісся та Лісостепу, де часто викликають «цвітіння» води. Вони утворюють вільно плаваючі колонії діаметром 100–500 мкм, з характерною ботриодною організацією клітин, поєднаних променезаломним матриксом, що містить ліпіди. Колонії багатоклітинні жовтувато-зеленого до червонувато-бурого кольору. Клітини овальні, 5,7–12 мкм завд., (2,5)3–7,5 мкм завш., мають пластинчастий хлоропласт, розташовані майже радіально. Розмножуються автоспорами.

Колекційні штами *Botryococcus braunii* Kütz. ізольовані з водойми Волинської, Київської, Закарпатської, Житомирської та Чернігівської областей у 2008–2013 рр., *B. terribilis* Komárek et Marvan – з водойми Житомирської обл. у 2013 р. (Borysova et al., 2014).

Культури розглянутих вище штамів колекції IBASU-A – альгологічно чисті або аксенічні. Деякі з них зберігаються водночас у вигляді альгологічно чистих та аксенічних культур. Вони підтримуються у вегетативно активному стані в скляних 250 мл колбах і пробірках об'ємом 20 мл на рідких та агаризованих живильних середовищах різного мінерального складу: галофільні (*Asteromonas*, *Dunaliella*) – на Артарі з 12% NaCl, прісноводні (*Botryococcus*, *Chlorella*, *Chloroidium*, *Desmodesmus*, *Enallax*, *Haematococcus*, *Messastrum*, *Monoraphidium*, *Parachlorella*, *Raphidocelis*, *Scenedesmus*, *Tetradesmus*) – на Бурреллі, Тамія, Чу № 13. Пересіви здійснюються кожні 2–4 місяці залежно від таксономічної приналежності водоростей. Після посіву на свіжі живильні середовища культури вирощуються декілька днів за оптимальних умов культивування на люміностації. Надалі вони зберігаються у холодильнику без освітлення або в кімнаті з природним освітленням за температури 4 та 20–24 °C відповідно. Бактеріальні консорти зберігаються на стандартному середовищі для бактерій, що містить гідролізат кільки і пептон, за температури 4–10 °C (Borysova et al., 2014).

Таким чином, фонд колекції штамів біотехнологічного застосування може слугувати підґрунтям для швидкого та своєчасного використання перспективних високопродуктивних штамів при розробці нових технологій у різних галузях промисловості, сільського господарства, біоенергетики, біоремедіації та екологічної біотехнології. Надалі планується удосконалення методів отримання чистих культур та зберігання видів з ресурсними властивостями – продуцентів біомаси, ліпідів, біологічно активних речовин, а також продовження вивчення їхніх фізіолого-біохімічних властивостей.

### Список літератури

- Algal culturing techniques*. 2005. Ed. R.A. Andersen. Amsterdam: Elsevier Acad. Press. 578 p.
- Apt K.E., Behrens P.W. 1999. Commercial developments in microalgal biotechnology. *J. Phycol.* 35: 215–226.
- Becker E.W. 2007. Microalgae as a source of protein. *Biotechnol. Adv.* 25: 207–210.
- Bischoff H.W., Bold H.C. 1963. Phycological studies. IV. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species. *Univ. Texas Publ.* 6318: 1–95.
- Bogen C., Klassen V., Wichmann J., La Russa M., Doebbe A., Grundmann M., Uronen P., Kruse O., Mussgnug J.H. 2013. Identification of *Monoraphidium contortum* as a promising species for liquid biofuel production. *Biores. Technol.* 133: 622–626.
- Borisova E.V., Tsarenko P.M. 2004. Microalgae Culture Collection of Ukraine (IBASU-A). *Nova Hedw.* 79(1–2): 127–134.
- Borisova E.V., Nogina T.M., Stupina V.V. 2000. Bacteria accompanying *Scenedesmus acutus* Meyen in laboratory cultures. *Int. J. Algae.* 2(2): 113–121.

- Borowitzka M.A., Borowitzka L.J. 1988. *Microalgal Biotechnology*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 477 p.
- Borysova O.V., Tsarenko P.M., Konishchuk M.O. 2014. *Microalgae Culture Collection IBASU-A*. Kyiv. 110 p. [Борисова О.В., Царенко П.М., Конішчук О.М. 2014. Колекція культур мікроводоростей IBASU-A. Київ. 110 с.].
- Borysova O.V., Tsarenko P.M., Konishchuk M.O. 2016. Microalgae Culture Collection (IBASU-A) as an object of national heritage of Ukraine. *Ukr. Bot. J.* 73(5): 453–466. [Борисова О.В., Царенко П.М., Конішчук М.О. 2016. Колекція культур мікроводоростей (IBASU-A) як об'єкт національного надбання України. *Укр. бот. журн.* 73(5): 453–466].
- Diaz G.C., Cruz Y.R., Carlis R.G., de Paula R.C.V., Aranda D.A.G., Dario M.A.G., Marassi G.S., Furtado N.C. 2015. Cultivation of microalgae *Monoraphidium sp.*, in the plant pilot the Grant Valle Bio Energy, for biodiesel production. *Nat. Sci.* 7: 370–378.
- Fawzy M.A., Hifney A.F., Issa A.A., Adam M.S. 2014. *Asteromonas gracilis* (Prasinophyceae) as a model for production of carotene and total lipids. *J. Adv. Res. Appl. Sci.* 1(1): 51–62.
- Jacobs-Lopes E., Merinda L.G.R., Quelirouz M.I., Zepka L.Q. 2015. Microalgal Biorefineries. <https://doi.org/10.5772/59969>
- Kirpenko N.I., Tsarenko P.M., Usenko O.M., Leontieva T.O. 2021. Green microalgae *Monoraphidium sp.* HPDP-105 – producer of biomass with high lipid content. *Hydrobiol. J.* 57(4): 88–98. [Кірпенко Н.І., Царенко П.М., Усенко О.М., Леонтєва Т.О. 2021. Штам зеленої мікроводорості *Monoraphidium sp.* HPDP-105 – продуцент біологічно цінних сполук. *Гідробіол. журн.* 57(4): 88–98].
- Kondratyeva N.V., Tsarenko P.M., Kislova O.A. 2010. *Algological studies in the M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine*. Kyiv. 144 p. [Кондратьєва Н.В., Царенко П.М., Кислова О.А. 2010. Альгологічні дослідження в Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного. Київ. 144 с.].
- Kvitko K.V., Borshchevskaya T.N., Chunaev A.S., Tugarinov V.V. 1983. In: *Cultivation of algal collection strain*. Leningrad: Leningrad State Univ. Publ. Pp. 28–56. [Квитко К.В., Борщевская Т.Н., Чунаев А.С., Тугаринов В.В. 1983. Петергофская коллекция штаммов водорослей. В кн.: *Культивирование коллекционных штаммов водорослей*. Л.: Изд-во ЛГУ. С. 28–56].
- Lenova L.I., Stupina V.V. 1990. *Use of algae in final sewage purification*. Kyiv: Nauk. Dumka. 180 p. [Лєнова Л.І., Ступина В.В. 1990. *Водоросли в доочистке сточных вод*. Киев: Наук. думка. 180 с.].
- Lenova L.I., Stupina V.V., Trenkinshu R.P. 1987. Comparative analysis of growth and productivity of certain halophilous algae in intensive cultivation. *Ukr. Bot. J.* 44(6): 54–57. [Лєнова Л.І., Ступина В.В., Тренкеншу Р.П. 1987. Порівняльний аналіз росту та продуктивності деяких галофільних водоростей в інтенсивній культурі. *Укр. бот. журн.* 44(6): 54–57].
- Li D., Zhao Y., Ding W., Zhao P., Xu J.-W., Li T., Ma H., Yu X. 2017. A strategy for promoting lipid production in green microalgae *Monoraphidium sp.* QLY-1 by combined melatonin and photoinduction. *Biores. Technol.* 23: 104–112.

- Lilitska G.G. 2019. *Identification manual of phytomonads algae of Ukraine*. Kyiv. 456 p. [Ліліцька Г.Г. 2019. Визначник фітомонадних водоростей України. Київ. 456 с.].
- Massjuk N.P. 1973. *Morphology, systematics, ecology, geographical distribution of the genus Dunaliella Teod. and perspectives of its applications*. Kyiv: Nauk. Dumka. 244 p. [Масюк Н.П. 1973. *Морфология, систематика, экология, географическое распространение рода Dunaliella Teod. и перспективы его практического использования*. Киев: Наук. думка. 244 с.].
- Mata T.M., Martins A.A., Caetano N.S. 2010. Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. *Renew. Sust., Energ. Rev.* 14: 217–232.
- Muzafarov A.M., Taubaev T.T. 1984. *Cultivation and application of microalgae*. Tashkent: FAN. 137 p. [Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. 1984. *Культивирование и применение микроводорослей*. Ташкент: ФАН. 137 с.].
- Nascimento I.A., Marques S.S.I., Cabanelas I.T.D., Pereira S.A., Druzian J.I., de Souza C.O., Vich D.V., de Carvalho G.C., Nascimento M.A. 2013. Screening microalgae strain for biodiesel production and estimation of fuel quality based on fatty acids profiles as selective criteria. *Bioenerg. Res.* 6: 1–13.
- Patidar S.K., Mitra M., Soundarya R., Mishra S. 2014. Potential *Monoraphidium minutum* for carbon sequestration and lipid production in response to varying growth mode. *Bioresour. Technol.* 172: 32–40.
- Soeder J., Hegewald E. 1988. *Scenedesmus*. In: *Microalgal Biotechnology*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. Pp. 58–84.
- Sorochinsky B., Blume Ya., Sozinov O. 2010. *Liquid Biofuels: current state and tendencies*. Kyiv: DIA. 116 p. [Сорочинський Б.В., Блюм Я.Б., Созінов О.О. 2010. *Рідкі біопалива: сучасний стан та тенденції*. Київ: ДІА. 116 с.].
- Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran S., Isabert A. 2006. Commercial applications of microalgae. *J. Biosci. Bioenerg.* 101(2): 87–96.
- Suzuki S., Yamaguchi N., Nakajima N., Kawachi M. 2018. *Raphidocelis subcapitata* (= *Pseudokirchneriella subcapitata*) provides an insight into genome evolution and environmental adaptation in the *Sphaeropleales*. *Sci. Rep.* 8(1): 8058. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26331-6>
- Tsarenko P.M., Borysova O.V., Blume Ya.B. 2011. Microalgae as bioenergetic object: IBASU-A collection species – perspective producers of biomass as the source of raw stuff for biofuel. *Visn. Nat. Acad. Sci. Ukraine.* 5: 49–54. [Царенко П.М., Борисова О.В., Блюм Я.Б. 2011. Микроводорості як об'єкт біоенергетики. Види колекції IBASU-A – перспективні продуценти біомаси як джерела сировини для біопалива. *Вісн. НАН України.* 5: 49–54].
- Tsarenko P., Borysova O., Blume Ya. 2016. High biomass producers and promising candidates for biodiesel production from microalgae collection IBASU-A (Ukraine). *Oceanol. Hydrobiol. Stud.* 45(1): 79–85.
- Tsarenko P.M., Borysova O.V., Konishchuk M.O., Biolous O.P. 2014. *Algal strain Acutodesmus dvoformnyi (Acutodesmus dimorphus (Turpin) P.Tsarenko) – bioresource producer*. Pat. Ukr. no 95400. 6 p. [Царенко П.М., Конишчук М.О., Борисова О.В., Білоус О.П. 2014. *Штам водорості Акутодесмус двоформний (Acutodesmus dimorphus (Turpin) P.Tsarenko) – біоресурсний продуцент*. Пат. України. № 95400. 6 с.].

- Tsarenko P.M., Borysova O.V., Korkhovyi V.I., Blume Ya.B. 2020. High-efficiency Ukrainian strains of microalgae for biodiesel fuel production (Overview). *Open Agricult. J.* 14: 209–218.
- Tsarenko P.M., Konishchuk M.O., Korkhovoy V.I., Kostikov I.Yu., Blume Ya.B. 2017. Fatty acid composition of cocoid green algae as a basis for energy and primary products potential. *Algologia*. 27(4): 382–402. [Царенко П.М., Конишчук М.А., Корховой В.И., Костиков И.Ю. Блюм Я.Б. 2017. Жирнокислотный состав коккоидных зеленых водорослей как основа их энергосырьевого потенциала. 1. *Chlorella*- и *Acutodesmus*-подобные микроводоросли (*Chlorophyta*). *Альгология*. 27(4): 382–402].  
<https://doi.org/10.15407/alg27.04.382>
- Wolf L., Cummings T., Wüller K., Reppke M., Volkmar M., Weuster-Botz D. 2021. Production of  $\beta$ -carotene with *Dunaliella salina* CCA19/18 at physically simulated outdoor conditions. *Eng. Life Sci.* 21: 115–125.
- Wu L., Xu L., Hu C. 2015. Screening and characterization of oleaginous microalgal species from Northern Xinjiang. *J. Microbiol. Biotechnol.* 25(6): 910–917.
- Yu X., Zhao P., He C., Li J., Tang X., Zhou J., Huang Z., Zhou J., Huang Z. 2012. Isolation of a novel strain of *Monoraphidium* sp. and characterization of its potential application as biodiesel feedstock. *Biores. Technol.* 121: 256–262.
- Zolotaryova O.K., Schnyukova E.L. Sivash O.O., Mykhailenko N.F. 2008. *Perspectives for applications of microalgae in biotechnology*. Kyiv: Alterpress. 234 p. [Золотарьова О.К., Шнюкова Є.І., Сиваш О.О., Михайленко Н.Ф. 2008. *Перспективи використання водоростей у біотехнології*. Київ: Альтерпрес. 234 с.]

Підписала до друку О.К. Золотарьова

Borysova O.V., Tsarenko P.M. 2021. **Some strains from microalgae collection IBASU-A (Ukraine) as an object of biotechnology.** *Algologia*. 31(4): 390–405

M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine,  
2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine

An information on the collection of strains of biotechnological application as an integral part of Microalgal Culture Collection of the M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine (IBASU-A) is given. The base of its funds contains some green algal strains belonging to the families of *Dunaliellaceae*, *Chlorellaceae*, *Scenedesmaceae* and *Selenastraceae*. They have been isolated from different regions of Ukraine in order to find cultures of phototrophic microorganisms – promising for biotechnology, in particular, obtaining biologically active additives for the needs of the food industry, medicine, agriculture, raw materials for the production of biofuels, as well as bioindication, biomonitoring, bioremediation of aquatic objects of the environment, etc. Overall, this special collection includes 90 strains of halophile and freshwater microalgae of 30 species, 15 genera, 7 families, 4 orders, 2 classes. All of them are considered as important objects for industrial cultivation, solution of environmental problems, and the basis for further biotechnological research.

**Key words:** IBASU-A-collection, microalgae, strains, biotechnology, biofuel, bioremediation, bacterial consort