

Nymphoides peltata, *Nuphar lutea*). Характерен багатий видовий склад (18 видів), а також найбільш високі показателі фітомаси (122 г/м²).

Видову структуру фітопланктону, представлену 24–42 таксонами рангом нижче роду, формували зелені та діатомові водорості (65–70%), евгленові (до 15%), дінофітові (6–7%), синезелені, золотисті, криптофітові (2–5%). Рівень кількісного розвитку досягав 4,6–6,7 млн. кл/л і 29,7–33,7 мг/л. Олігодомінантний характер структури альгоценозів визначався вегетацією великих дінофітових водоростей *Peridinium cinctum*, *P. sp.*, *Glenodinium quadridens* (біомаса яких становила 77–90% загальної біомаси фітопланктону), а також домінуючих за кількістю зеленої вольвоксової *Pandorina morum* (оз. Святе) та синезеленої *Microcystis pulverea* (свободні від макрофітів плески оз. Глушиця).

Група водойм, що мають обмежений водообмін з руслом, який здійснюється головним чином у час весняного половоддя (оз. Осинівське, Шумівське). Глибина 1, 2–2 м, ілисті ґрунти. Відсутність постійної зв'язки з русловою системою річки сприяє накопиченню органічного речовини, замуленню водойм та розвитку процесів заболочування, що погіршує гідрохімічний режим (зокрема, відзначалося зниження рН до 7,37 та насичення води киснем до 66%).

Степень заростання 60%, присутні всі три екологічні групи водних рослин. Видовий склад порівняно бідний (13 видів), домінують лімнофілітні, зустрічаються види болотного комплексу. Переважають ділянки (до 40%) займають спільноти занурених видів (*Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton lucens*, *Elodea canadensis*). Розвиток рослинності з плаваючими листками, серед якої домінує кубышка жовта та кувшинка чисто-біла, обмежено (до 20%). Показателі фітомаси зменшуються до 78 г/м².

Данній групі озер властиво біднення видового складу фітопланктону (до 11–13 таксонів рангом нижче роду) при достатньо високому рівні його розвитку (5,3–11,8 млн. кл/л і 63,5–65,2 мг/л). Видову структуру спільнот формували різноманітно представлені евгленові водорості (64–70% флористичного спектра), домінуючі також за показателями кількості (45–96%) та біомаси (89–98%). Олігомиксність структури фітопланктонних спільнот визначала рослинність *Euglena oblonga*, *Trachelomonas volvocina* (оз. Осинівське), *E. viridis* в комплексі з зеленою вольвоксовою *Pandorina morum* (оз. Шумівське). Інтенсивність продукційно-деструкційних процесів свідчить про їх збалансованість та активність фітопланктону в продукуванні органічного речовини. Відношення A/R (1, 4–2, 0).

Водоеми, втрапивши гідрологічну зв'язку з руслом річки. Це невеликі, мелководні (до 0,5 м) озера з потужними ілистими донними відкладеннями, що містять велику кількість рослинного детриту. Для них характерен дуже несприятливий гідрохімічний режим (зокрема, рН 6, 8; вміст кисню 16% насичення). Все це, а також бурілий колір води, виділення сірководорода свідчать про процеси заболочування.

Степень заростання до 100%, розвиваються вільноплаваюча та занурена рослинність. Зеркало водойми зазвичай повністю затягнуто рясками (*Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrriza*), занурена рослинність дуже угнетена та представлена розрідженими групуваннями *Ceratophyllum demersum*, а також *Stratiotes aloides*. Характерно дуже біднення видового складу (до 5 видів), представленого болотним комплексом, а також дуже низькі значення фітомаси (10 г/м²).

Дистрофічні умови формують своєрідний бідний видовий склад альгофлори, представлений 23 формами водоростей, переважно діатомовими (до 60%), евгленовими (25%) та зеленими хлорококковими (до 5%). Низькі показателі кількісного розвитку (1, 48 млн. кл/л і 2,9 мг/л) формували діатомові (61% кількості та 58% біомаси) та евгленові (34% та 40%, відповідно) при полідомінантному характері розвитку водоростевих комплексів. Продукційний потенціал фітопланктону дуже низький, величина A/R — 0,22.

УДК 582. 279-11

Н.И. Кирпенко, Е.И. Комаренко

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

МОРФОЛОГІЧЕСЬКА І БІОХІМІЧЕСЬКА ЗМІНЧИВОСТЬ SPIRULINA PLATENSIS (NORDST.) GEITL.

Исследователи, занимающиеся интенсивным культивированием *Spirulina platensis*, при микроскопировании водоросли часто испытывают затруднения с ее определением, связанные с морфологической изменчивостью этого вида. После посева культуры, состоящей из одинаковых правильных спиральных трихомов, через некоторое время могут обнаруживаться нити неправильной формы, распрямляющиеся, вплоть до слегка изогнутых или даже прямых. Это порождает вопросы о чистоте культуры, о генетической однородности материала, о степени устойчивости этого морфологического признака. Некоторые авторы отмечают, что хотя спиральность является отличительной характеристикой данного вида, по мере увеличения длительности культивирования и старения культуры трихомы выпрямляются и удлиняются [1, 2]. Более того, изменение этого признака может быть связано и с различиями условий минерального питания, например, дробное внесение в среду азота и углерода в виде бикарбоната аммония приводит к увеличению количества спиральных форм трихомов [3].

Мы попытались проанализировать многолетний опыт выращивания спирулины с точки зрения устойчивости ее морфологических и биохимических показателей. Было замечено, что морфологическая характеристика водоросли существенно различается при разных режимах культивирования. При экстенсивном лабораторном выращивании в колбах с периодическим перемешиванием молодая культура характеризовалась преимущественно спиральными трихомами. По мере увеличения календарного возраста и ослабления роста культуры появлялись признаки выпрямления нитей, преобладающими постепенно становились выпрямленные удлиненные трихомы разной степени изогнутости. При интенсивном выращивании *Sp. platensis* в оптимальном режиме в трубчатом фотореакторе с плунжерным побудителем расхода, очевидно вследствие поддержания клеток в состоянии активного роста, спиральность трихомов была практически постоянным признаком. Наименьшая устойчивость его отмечена нами при выращивании спирулины отъемно-доливым способом в микробиологических культиваторах типа АКЛ с перемешиванием при помощи барботажа и лопастной мешалки. Следует отметить, что во избежание обрастания стенок сосудов 1 раз в сутки на 10 сек скорость вращения мешалки доводили до 800 об/мин. Каждый раз после посева количество спиральных нитей составляло около 80–85%, уменьшаясь с увеличением длительности культивирования, например, в течение 1,5 месяцев оно могло снизиться до 40% и ниже. В начале опыта отмечалось удлинение трихомов, в процессе роста наряду с выпрямлением встречались и другие нарушения морфологии, например, вздутие концевых клеток, неправильные спирали.

Долгосрочное выращивание спирулины отъемно-доливым способом в фотореакторе АКЛ показало, что водоросль активно реагировала на изменения физико-химических факторов (скорость перемешивания, интенсивность освещения) и условий минерального питания (концентрация в среде азота, фосфора, бикарбонатов) (табл.). Воздействие в течение недели измененных параметров сопровождалось различными по уровню колебаниями морфологии клеток, биохимического состава биомассы и интенсивности выделения в среду растворенных органических веществ (РОВ). При интенсивном культивировании *Sp. platensis* исчезала тенденция постепенного накопления углеводов в биомассе и растворенного органического вещества в среде, характерная для накопительных культур. Это связано, очевидно, с одной стороны с поддержанием культуры в состоянии интенсивного роста, что препятствовало ее физиологическому старению; с другой стороны количество РОВ постоянно искусственно уменьшалось при отеме суспензии и замене ее свежей питательной средой.

Таблица

Изменение ростовых и биохимических показателей биомассы спирулины и среды

Параметры	Биомасса, г/дм ³	БО, мг/дм ³	Хлорофилл <i>a</i> , %	Белок, %	Углеводы, %
Контроль (перемешивание 60об/мин.)	0, 28±0, 03	536±37	0, 61±0, 07	48, 9±8, 2	27, 8±4, 3
Перемешивание 90 об/мин	0, 52±0, 07	176±14	0, 59±0, 09	25, 9±3, 1	19, 9±2, 5
Двойная норма азота	0, 54±0, 06	96±11	0, 74±0, 08	37, 7±7, 7	19, 2±3
Изъятие бикарбонатов	0, 37±0, 07	128±14	0, 48±0, 03	55, 6±4, 9	15, 1±1, 1
Изъятие азота и бикарбонатов	0, 27±0, 02	224±17	0, 64±0, 05	63, 2±5, 1	19, 8±2, 2
Двойная норма фосфора, изъятие карбонатов	0, 32±0, 04	288±19	0, 7±0, 05	51, 2±3, 3	38, 4±4, 4
Двойная норма фосфора	0, 68±0, 06	128±13	0, 77±0, 05	74, 3±7, 3	29, 3±2, 2

Незначительное повышение интенсивности перемешивания не оказывало заметного влияния на степень спиральности трихомов, но вызывало активизацию роста водоросли и уменьшение экскреции РОВ по показателю БО. При увеличении освещенности с 10 до 20 клк нами отмечено возрастание количества спиральных нитей.

Повышение количества азота в среде сопровождалось снижением уровня клеточных углеводов, возрастанием (примерно на 10%) количества спиральных нитей и их удлинением. Увеличение в среде концентрации азота и фосфора вызывало интенсификацию ростовых и метаболических процессов клеток, о чем свидетельствовало и возрастание количества фотосинтезирующих пигментов, скорость экскреции органических веществ при этом существенно снизилась и абсолютные значения содержания РОВ были минимальными. Повышение концентрации фосфорных ионов в среде сопровождалось обогащением биомассы белком и углеводами. Однако в данном случае увеличение концентрации фосфора, возможно, лишь компенсировало его дефицит вследствие т. н. химического выноса, вызванного подщелачиванием среды (до 10–10,5). Ограничение углеродного питания сопровождалось некоторым возрастанием содержания в клетках белка, уменьшением углеводов и снижением количества спиральных нитей более, чем на 10%. При снижении в среде концентрации азота, и бикарбонатов отмечено дальнейшее снижение количества спиральных нитей, нарушение правильности спиралей и сворачивание трихомов в глобулу.

Таким образом, изменение режима культивирования *Sp. platensis*, в том числе условий минерального питания, сопровождается существенными различиями биохимических показателей клеток и экскреции ими органических веществ, а также может оказывать влияние на морфологическую характеристику культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Spirulina platensis* // Перспективи спіруліни в біотехнологіях харчування і фармакології // Укр. наук.-практ. конф., 17-18 бер. 1997 р. — Вінниця, 1997. — С. 9-11.
2. Рудик В. Ф., Шаларь В. М., Обух П. А. и др. Культивирование синезеленой водоросли *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. и перспективы применения ее биомассы // Изв. АН МССР. Сер. Биол. и хим. н. — 1989. — № 3. — С. 15-17.
4. Шнюкова Е. И. *Spirulina* — перспективный объект фико-технологии // Перспективи спіруліни в біотехнологіях харчування і фармакології. — Вінниця, 1997. — С. 12-14.

УДК 582 2/3 (477): 581. 9

Н.В. Кондратьева

Институт ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины, г. Киев

О ПОДХОДАХ К ОТБОРУ ВИДОВ ВОДОРΟΣЛЕЙ УКРАИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИХ ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ОХРАНЕ

Необходимость осуществления природоохранных мероприятий осознана давно. Законодательные акты, касающиеся этих мероприятий, были изданы еще во времена Киевской Руси [2]. Истоки “биологии охраны природы” усматривают в научных исследованиях второй половины XIX и, особенно, первой четверти XX века [1]. В 1948 г. создан Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП), в состав которого наряду с другими входит комиссия по охране редких и исчезающих видов растений и животных. Это привело к интенсификации исследований, направленных на охрану живого мира. Новый стимул работы в области охраны биоразнообразия получили после принятия на международном уровне (в Рио-де-Жанейро) Конвенции о сохранении биологического разнообразия [4, 6].

Опубликованы многочисленные списки редких и исчезающих видов растений, в том числе водных, издаются Красные списки и Красные книги. Охрану природы стали рассматривать не только как систему мероприятий, но и как особую отрасль знаний, нередко называемую созологией, а по отношению к живому миру — биосозологией. В пределах биосозологии уже возникли разнообразные направления, разделы и, в частности фитосозология с двумя основными подразделами: аутфитосозология и синфитосозология [3, 9, 10]. Выдвинута задача интеграции полученных результатов и создания общей теории созологии [12].

Научные основы фитосозологии разрабатывались по сути исходя из знаний, касающихся сосудистых растений. Однако необходимость охраны разнообразия водорослей уже осознана. Предложены термины “альгосозология” и “синальгосозология” [5], а позднее — “альгофлоросозология” [7]. Намечены первоочередные задачи альгосозологических исследований, введен термин “альгорезерват” [5]. Но глобального Красного списка водорослей пока нет. Не существует и Красного списка видов водорослей Украины. В первом издании Красной книги Украины водоросли не учтены. Во второе [11] введено только 17 их видов. В значительной степени это связано с отсутствием четких правил