

УДК 665.939.35(045)

ПІГМЕНТИ СИНЬОЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

О. В. КАРДАШ¹, А. В. КУРЕЙШЕВИЧ², О. А. ВАСИЛЬЧЕНКО¹

¹ Національний авіаційний університет, м. Київ

² Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Фотосинтезуючий апарат усіх організмів містить поглинаючі світло пігменти. Пігменти ціанобактерій можна поділити на три групи – хлорофіли, каротиноїди і фікобіліпротеїни. Пігменти можуть використовуватись у харчовій та фармацевтичній промисловості.

Розглянуто особливості пігментів синьозелених водоростей та можливості їх використання.

***Ключові слова:** пігменти синьозелених водоростей, хлорофіл а, β-каротин, фікобіліпротеїни.*

Особливості пігментів синьозелених водоростей

Ціанобактерії при фотосинтезі можуть використовувати сонячну енергію в більш широкому спектрі, ніж інші фотосинтетики, що обумовлено особливостями їх пігментної системи. Склад пігментів і їх кількість можуть різко змінюватися в залежності від умов освітлення, наявності в середовищі речовин, що визначають енергетичні і конструктивні процеси ціанобактерій [6].

Хлорофіл а виявлений у всіх фотосинтезуючих організмів, здатних до фотосинтезу з виділенням кисню. У клітинах ціанобактерій він є єдиним типом хлорофілу. Існує кілька варіантів цього пігменту, що відрізняються максимумом поглинання в червоній області. Згідно дослідженням С. Френча виявлено три типи хлорофілу *a* з максимумами поглинання 672-674, 650-684 і 690-695 нм [18]. За результатами досліджень Томаса пігментний апарат *Anacystis nidulans* містить сім форм хлорофілу *a* з максимумами в червоній

області – 660, 663, 667, 672, 694, 698 і 702 нм [6]. Кількість хлорофілу *a* в клітинах ціанобактерій не однакова для різних видів і залежить від умов культивування.

Молекули хлорофілів, які зустрічаються у фотосинтезуючих організмів, побудовані за одним типом [13].

Хлорофіли містять тетрапірольне ядро, усередині якого розташований магній, з'єднаний з ним двома ковалентними і двома координаційними зв'язками. Структура має п'ятичленне кільце, один з бокових ланцюгів тетрапірольного ядра етерифікований спиртом фітолом або фарнезолом (рис. 1).

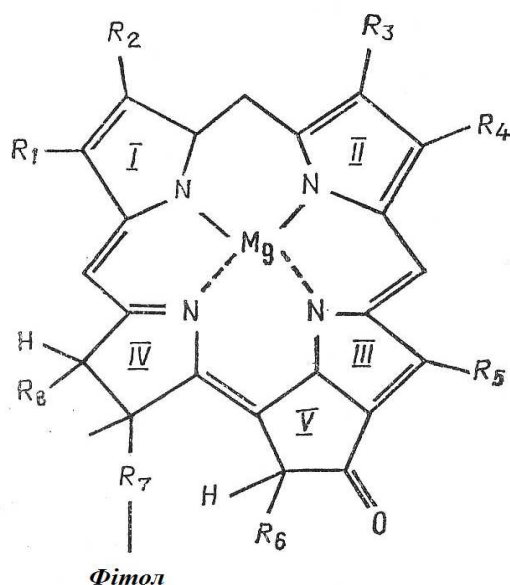


Рис. 1. Загальний план будови молекули хлорофілу *a* [13] :

I – IV – кільця тетрапірольного ядра, які мають зв'язки з магнієм; *V* – пентанове кільце; $R_1 – R_2$ – аліфатичні бокові ланцюги, прикріплені до тетрапірольного ядра

У фотосинтезуючих організмів зустрічається безліч різновидів **каротиноїдів**, які поглинають світло у діапазоні 400-550 нм, захищають фотосинтезуючий апарат від пошкодження в результаті фотоокислення.

За складом каротиноїди ціанобактерій відрізняються від каротиноїдів інших фотосинтезуючих організмів. Тільки у ціанобактерій зустрічаються

симетричні біциклічні каротиноїди, у яких кисень локалізований біля четвертого вуглецевого атому (C-4) [5].

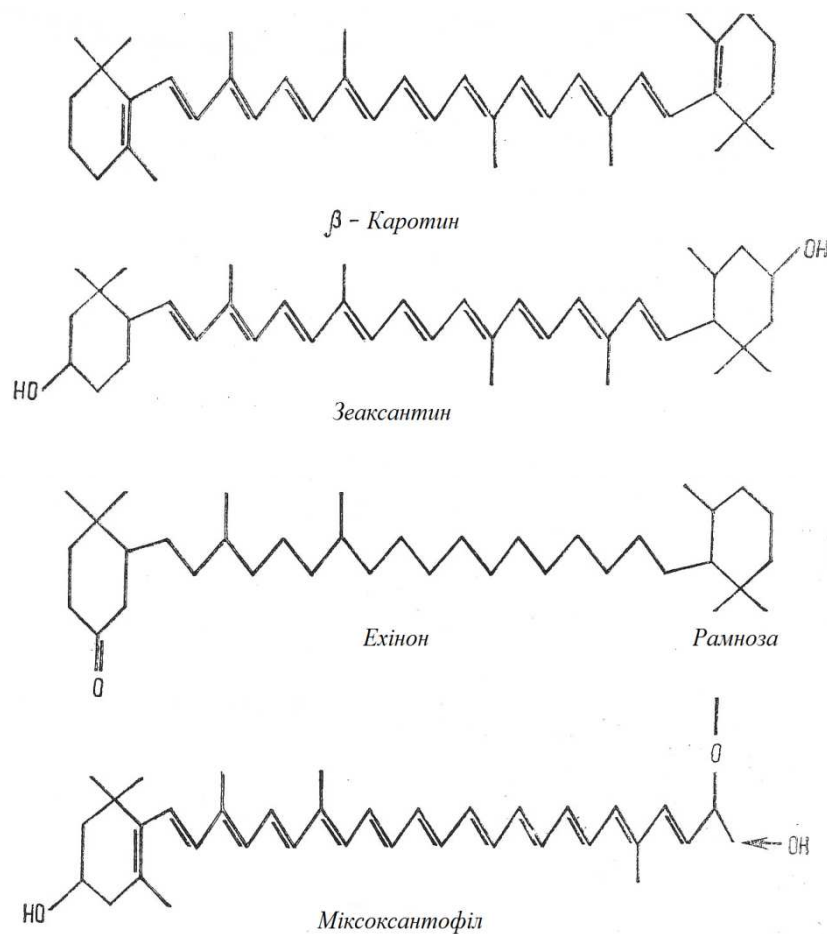


Рис. 2. Хімічна структура каротиноїдів ціанобактерій [13]

У досліджених ціанобактерій (*Anabaena variabilis*, *A. flosaquaе*, *Nostoc sp.*, *Oscillatoria subbrevis*, *O. rubescens*, *Rivularia sp.*, *Coccochloris elabens*, *Cylindrospermum sp.*, *Nodularia sp.*, *Microcoleus vaginalis*, *Hapalosiphon fontinalis*, *Mastigocladus laminosum*, *Nostoc punctiforme*, *Phormidium bijugatum*) виявлено три каротиноїдні пігменти. Основним є біциклічний вуглеводень β -каротин, який становить біля 70% від загальної кількості каротиноїдів. У багатьох ціанобактерій зустрічаються оксипохідні β -каротину – зеаксантин та ехінон (4-кето- β -каротин), глікозидний каротиноїд – місоксантофіл (1,2-дигідро-3,4-дигідро-3,4-диокси- γ -каротин-2-іл-глікозид) (рис. 2) з максимумами поглинання в ацетоні відповідно 450, 455 і 480 нм. Показано, що

вище описані пігменти синтезуються тільки ціанобактеріями [7]. У деяких ціанобактерій виявлені і інші каротиноїди: афаніцин, лютеїн, осцилоксантин, ностококсантин. Кількість каротиноїдів і їх склад в клітинах ціанобактерій варіюють залежно від виду. Крім того, відмічені і внутрішньовидові коливання.

Усі вивчені штами ціанобактерій за кількісним складом каротиноїдів були розділені на сім груп. Обговорюється можливість використання кількісних особливостей у складі каротиноїдів при таксономічній оцінці ціанобактерій [20]. Світло, яке поглинається каротиноїдами ціанобактерій, вважається неефективним у фотосинтезі, проте існують дані, що каротиноїди здатні передавати отриману енергію до хлорофіла [7].

Ціанобактерії на відміну від вищих рослин і бактерій містять, крім хлорофілу і каротиноїдів, водорозчинні пігменти – **фікобіліпротеїни** – хромопротеїни, до складу небілкової частини яких входять хромофори фікобіліни (аналогі жовчних кислот), які володіють здатністю маскувати колір хлорофілу. Вони є основними поглинаючими світло пігментами у ціанобактерій, а також у червоних водоростей (*Rhodophyta*) і деяких криптофітових водоростей (*Cryptophyta*) [12]. Завдяки властивості фікобілінів поглинати світло в широкому діапазоні довжин хвиль, в середині видимої області частини спектру між основними областями поглинання хлорофілу (в помаранчевій, жовтій і зеленій частинах спектра) водорості повніше використовують світло, що проникає у воду [1].

Фікобіліни – похідні тетрапіролу – ковалентно зв'язані з білком типу глобуліну (з апопротеїном). Фікобіліни складаються з чотирьох пірольних кілець, але не замкнених, як у молекулі хлорофілу. Вони мають вигляд розгорнутого ланцюга, який не містить металу (рис. 3).

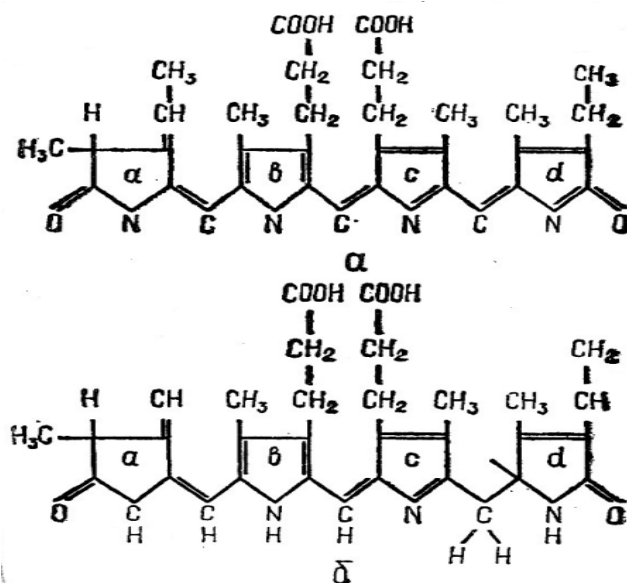


Рис. 3. Хімічна структура хромофорів фікобіліпротеїнів [7]:

a – фікоціанобілін – хромофор фікоціаніну і аллофікоціаніну, *b* – фікоеритробілін – хромофор фікоеритрину

З ціанобактерій виділені в кристалічному вигляді три фікобіліпротеїни, що відрізняються за спектрами поглинання [7]. Два блакитних пігменти (фікоціанін і аллофікоціанін) мають максимуми поглинання при 615 та 650 нм, фікоеритрин – при 540–565 нм (рис. 4.). Фікоеритрин не завжди наявний в клітинах ціанобактерій, він зустрічається в основному у нитчастих форм. Молекули фікобіліпротеїнів складаються з двох нековалентно зв'язаних субодиниць – α та β , до кожної з яких приєднані хромофори – фікоеритробілін і фікоціанобілін. Відмінності в спектральних властивостях фікобіліпротеїнів визначаються амінокислотною послідовністю α – та β –поліпептидів, числом і типом приєднаних до них хромофорів. Наприклад, у складі фікоціаніна *Synechococcus sp.* переважають аланін, аспарагін, гліцин, глютамінова кислота, серин, лейцин; α –субодиниця містить відносно більше тирозину, триптофану і лізину, β –субодиниця – більше аланіну, аргініну, валіну, метіоніну. Слід зазначити, що α – та β –субодиниці значно розрізняються за амінокислотним складом. В α –субодиниці багатьох видів ціанобактерій амінокислоти розташовані в наступному порядку: метіонін (валін), лізин, треонін, пролін,

лейцин; в β -субодиниці – метіонін, лейцин, аспарагін, аланін, фенілаланін, лізин, валін [20].

З ціанобактерій виділено декілька форм фікобілінів, названих фікохромами: фікохром *a* міститься в клітинах *Tolypothrix distorta*, *Phormidium luridum*, *Nostoc muscorum*, *Anacystis nidulans*, і має дві форми, які поглинають світло при 590 і 630 нм. Дві форми фікохрому *b* в клітинах *Tolypothrix distorta* поглинають світло при 510-570 нм. Фікохром з *Noctoc muscorum* штам А і *Tolypothrix tenuis* має одну форму, яка поглинає світло при 650 нм, та іншу слабопоглинаючу в зеленій області форму фікохрому [7]. Слід зазначити, що ціанобактерії володіють великим різноманіттям фікоеритринів [19]. Усі фікоеритрини мають максимум поглинання в області 540-565 нм, що обумовлено наявністю хромофору – фікоеритробіліну.

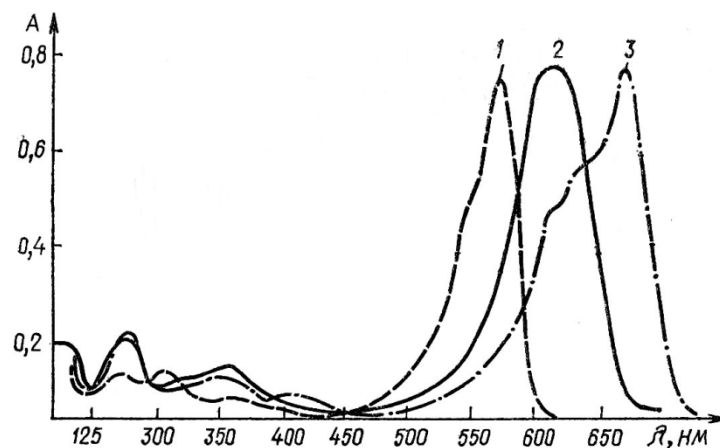


Рис. 4. Спектри поглинання біліхромпротеїнів, виділених з нитчастих ціанобактерій [1]:

1 – фікоеритрин, 2 – аллофікоціанін, 3 - фікоціанін

У деяких ціанобактерій, крім фікоеритробіліну, були виявлені хромофори, які рідко зустрічаються, – фікоуробіліни – з максимумом поглинання при 498 нм. Поліпептиди усіх відомих фікоеритринів містять три або чотири молекули хромофорів. Фікоуробілін, який входить до складу β -субодиниць

фікоеритринів, представлений однією молекулою, коефіцієнт поглинання його в 2,4 рази вищий, ніж коефіцієнт поглинання фікоеритробіліна.

Фікоуробілін виявлений у двох видів морських ціанобактерій – *Oscillatoria irriqua* і *Trichodesmium thiebautii*. З фікоеритрину безтілакоїдної ціанобактерії *Gloeobacter violaceus* виділений фікоуробілін. Він локалізований на β -субодиниці і має максимум поглинання при 497-498 нм. Співвідношення кількості фікоуробіліну та фікоеритробіліну для даної ціанобактерії становить 1:6 [16].

З деяких видів ціанобактерій виділений фікоеритроціанін, який відрізняється від фікоеритрину спектральними та фізико-хімічними характеристиками: максимум поглинання – 568-577 нм, максимум флюоресценції – 625 нм. Спектри поглинання і флюоресценції β -субодиниці фікоеритроціаніну, β -субодиниці фікоціаніну і аллофікоціаніну ідентичні. Відмічено велику схожість цих субодиниць за амінокислотною послідовністю, що може вказувати на їх спільне походження.

Ціанобактерії містять або фікоеритрин, або фікоеритроціанін, який виявлений у більшості нитчастих форм ціанобактерій, і майже повністю відсутній у одноклітинних. Фікоеритрин широко представлений серед ціанобактерій і особливо часто зустрічається у видів роду *Nostoc*, *Calothrix*, *Gloethece* і *Gloeocapsa*. Кількість цих пігментів значно варіює *in vivo* при зміні умов культивування ціанобактерій [1].

Фікобіліпротеїни є основними компонентами клітин ціанобактерій. У деяких видів, наприклад, у *Anacystis nidulans*, вони можуть складати до 40 % клітинного білка [7].

Ціанобактерії, володіючи таким набором пігментів, здатні найбільш повно, порівняно з іншими організмами, використовувати видиму частину спектру сонячного світла. Здатність до змін у співвідношенні світопоглинальних пігментів у відповідь на зміну розподілу світла з метою більш ефективної абсорбції різних довжин хвиль називається хроматичною адаптацією [1].

Використання пігментів синьозелених водоростей

Хлорофіл здатний подібно гемоглобіну підвищувати рівень кисню в крові, прискорювати азотистий обмін, що пояснюється схожістю будови. Головна відмінність полягає в тому, що хлорофіл є магній-порфірином, а гемоглобін – залізо-порфірином.

Хлорофіл виявляє бактерицидну і антиоксидантну дію. Хлорофіл сприяє виведенню з організму токсинів, надлишку лікарських препаратів, а також діє як слабкий сечогінний засіб. Він володіє здатністю до дезодорації, підтримує здорову кишкову мікрофлору. Рідкий хлорофіл застосовують при лікуванні лор-патологій. Хлорофіл як біологічно активна речовина підсилює продукцію молока [23].

Хлорофіл використовують у якості харчового барвника для фарбування масел, жирів, кремів, алкогольних і безалкогольних напоїв. У Японії хлорофіли використовують для підфарбовування рибних паст і деяких інших кулінарних виробів. У Європі хлорофіл застосовується для підфарбовування масел, жирів, ароматичних есенцій [2]. У молекулі хлорофілу синьо-зелений хлорофіл *a* і жовто-зелений хлорофіл *b* знаходяться у співвідношенні 3:1. Застосування їх в якості барвника в харчовій промисловості стримується їх нестійкістю. При підвищеній температурі в кислому середовищі зелений колір переходить в оливковий, потім в брудно-жовто-бурий внаслідок утворення феофітину [2].

Хлорофіл застосовується у парфумерній промисловості при виготовленні мила, косметичних засобів, одеколону, парфумів, дезодорантів і таке інше.

Катастрофічні показники стану здоров'я населення України, на думку багатьох вчених, значною мірою визначаються нераціональним харчуванням, що призводить до низки захворювань, які в свою чергу спричинені недостатньою кількістю життєво важливих мікронутрієнтів [3,10]. Підтвердженням даного положення може бути недостатня кількість вітаміну А (ретинолу) і його провітаміну (β -каротину) в раціоні більшості населення Землі. Дефіцит цих речовин – особлива турбота Всесвітньої організації охорони здоров'я. Глобальний характер дефіциту багато в чому визначається тим, що

вміст вітаміну А сумарно у всіх вироблених на Землі продуктах харчування недостатній для забезпечення фізіологічних потреб населення [17].

За даними досліджень Б.А. Андервуда (США) щорічно недостатність вітаміну А стає причиною втрати зору 500 тис. дітей дошкільного віку, близько 100 млн. дітей за відсутності клінічних ознак гострого дефіциту страждають через недостатність даного вітаміну. Гіповітаміноз А зумовлює підвищену схильність до інфекційних захворювань [23]. Необхідно відзначити, що, незважаючи на обов'язкове збагачення масових продуктів харчування ретинолом і регулярне використання значною частиною населення харчових добавок з цим вітаміном, у людей часто виникає його дефіцит. Близько 75 % вітаміну А надходить в організм у вигляді ретинолу (продукти тваринного походження), 25 % у вигляді каротиноїдів (рослинні продукти). До складу профілактичних препаратів включається β -каротин тому, що він володіє антиоксидантною дією і є одним з найбільш активних антиоксидантів.

Антиоксидантна функція β -каротину тісно взаємопов'язана з дією інших вітамінів-антиоксидантів. Основними учасниками антиоксидантного захисту організму є вітаміни С, Е і β -каротин, які інактивують високотоксичні форми кисню, що безперервно утворюються в процесі нормальної життєдіяльності будь-якої клітини. Показано, що за переважної більшості захворювань кількість токсичних форм кисню різко зростає. Найбільш активним з природних антиоксидантів є вітамін Е. Він взаємодіє переважно з пероксидами ліпідів, бере участь у перериванні ланцюгових реакцій окиснення в мембранах з перетворенням β -каротину у вітамін А. Вітамін С володіє особливо високою активністю по відношенню до гідроксил-радикалу і вільних радикалів на поверхні ліпідних мембран. Він може відновлювати β -каротин та вітамін Е. Каротин поряд з інактивацією активних форм кисню здатний відновлювати окислену форму вітаміну Е, сам же може бути відновлений вітаміном С. Вважається, що низький рівень β -каротину може розглядатися як фактор ризику розвитку онкологічних захворювань [23]. Згідно рецепторної теорії

механізм дії β -каротину, який здійснюється через його метаболіти – вітамін А і ретиноеву кислоту, реалізується через специфічні ядерні рецептори. До ретиноїдних рецепторів відносяться рецептори стероїдних гормонів, вітаміну Д₃ та тиреоїдних гормонів, деяких простагландинів, фактор проліферації пероксисом [21]. Вітамін А впливає на проліферацію і диференціювання клітин, що можна пояснити його здатністю збільшувати кількість клітинних субпопуляцій, що почали реплікацію ДНК. Важливою властивістю вітаміну А є здатність впливати на систему лімфоїдної тканини шкіри. β -Каротин – це імуностимулятор, що підвищує імунний потенціал організму незалежно від виду антигенів при первинних і вторинних експериментальних імунодефіцитах. Механізми фармакологічного ефекту можуть бути пов'язані з антипроліферативною і проапоптичною активністю *in vitro* щодо лімфоцитів і гальмуванням функціональної активності тромбоцитів. Для β -каротину характерна не лише імуотропна, але й антиатеросклеротична активність. Оскільки β -каротин є нерозчинним у воді, а його масляні розчини мають концентрацію не більше 0,1 %, то засвоєння β -каротину з препаратів істотно залежить від вмісту жирів у дієті та стану системи травлення.

Фікоціаніни добувають з мікроводоростей *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitler. У складі біомаси спіруліни фікоціаніни представлені декількома ізоформами, такими як аллофікоціанін і С-фікоціанін [11]. Його вміст може становити в середньому від 4 до 9 % від маси сухих речовин спіруліни [4]. С-фікоціанін є активним антиоксидантом. С-фікоціанін здатний пригнічувати проліферацію пухлинних клітин, знижувати концентрацію фактора некрозу пухлини в тканинах, інгібувати окисний стрес в організмі, запобігати перекисному окисненню ліпідів, пошкодженню ДНК, руйнуванню клітинних мембран і загибелі клітин. Він здатний відновлювати нормальне кровотворення і підвищувати імунітет. Фікоціанін дозволяє отримувати так званий анатомічний портрет людини (він селективно накопичується в

атеросклеротичних бляшках і новоутвореннях, локалізація яких визначається ультразвуковим скануванням) [8].

Фікоціанін відомий також як харчовий барвник [11]. Він володіє інтенсивним максимумом поглинання у видимій області спектра при довжині хвилі 620 нм. Розчини фікоціаніна високого ступеня очищення мають інтенсивний синій колір. Однак інші пігменти спіруліни (хлорофіли, каротиноїди) погіршують чистоту кольору, зрушуючи його в бік жовто-зеленого. Для використання в якості натурального харчового барвника С-фікоціанін повинен бути в достатній мірі очищений. Ступінь очищення визначається показником, що вимірюється відношенням оптичних густин при двох довжинах хвиль: D_{620}/D_{280} . У водному екстракті цей показник становить 0,3 – 0,4. Ця величина відповідає вмісту фікоціаніна 6 – 8 % від загального білка. У фікоціаніні 100%-ї чистоти цей показник становить 4,98. Для використання в харчовій промисловості препарату С-фікоціаніна співвідношення D_{620}/D_{280} повинно бути не менше 2, що відповідає вмісту основної речовини фікобіліпротеїнів 40 % [8].

Таким чином, використання пігментів синьозелених водоростей є досить перспективним напрямком біотехнології, оскільки вони можуть замінити штучні барвники, а також лікарські засоби в промислових масштабах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреюк Е. И. Цианобактерии / Андреюк Е. И., Коптева Ж. П., Занина В. В. – К.: Наук. думка, 1990. – 200 с.
2. Белова Т. П. Обоснование использования синезеленых водорослей для выделения хлорофилла и фикобилипротеинов как пищевых красителей и биологически активных веществ / Белова Т. П., Ефимова М. В. // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 11. – С. 77–80.
3. Веркович Н.В. Иммунал и веторон в терапии atopического дерматита у детей / Н. В. Веркович, А. В. Резайкина, В. Н. Гребенюк // Вести, дерматологии и венерологии. – 2000. – № 5. – С. 47-49.

4. Вимер И. Фикобилипротеины из синезеленых водоростей / Вимер И., Вайнтрауб И. А. // Изв. АН МССР. – 1987. – № 4. – С. 20–23.
5. Гудвин Т. В. Сравнительная биохимия каратиноидов / Гудвин Т. В. // Тр. V Междунар. Биохим. Конгр. Симп. III. Эволюц. биохимия. – М.: Изд-во АН ССР, 1962. – С. 300.
6. Гусев М. В. Пигменты синезеленых водорослей / Гусев М. В. // Биология синезеленых водорослей. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. – С. 88–109.
7. Гусев М. В. Цианобактерии (физиология и метаболизм) / Гусев М. В., Никитина К. А. – М.: Наука, 1979. – 228 с.
8. Пат. 2320195 Российская Федерация, МПК А23J3/20, А23J3/32, С12N1/12, С09В061/00. Способ получения белкового препарата из цианобактерий; заявитель и патентообладатель / Мазо В. К., Гмошинский И. В. – № 2006118740/13; заявл. 31.05.2006; опубл. 27.03.2008, Бюл. №9.
9. Менджул М. И. Структура фикобилисом цианобактерий и ее изменения при вирусной инфекции / Менджул М. И., Аверкиев А. А. // Микробиол. Журн. – 1986. – 48, № 5. – С. 89–101.
10. Спірічев В. Б. Про вітамінну забезпеченість населення СРСР і про заходи щодо її поліпшення. / Спірічев В. Б. // Здоров'я і хвороба. – 1990. – С. 198-199.
11. Стадничук И. Н. Фикобилипротеины / Стадничук И. Н. – М.: ВИНТИ, 1990. – 196 с.
12. Стадничук И. Н. Фикобилипротеиды синезеленых, красных и криптофитовых водорослей / Стадничук И. Н., Гусев М. В. // Биохимия. – 1979. – 44, № 4. – С. 579-593.
13. Стейниер Р. Мир микробов / Стейниер Р., Эдульберг Э., Ингрэм Дж. – М.: Мир, 1979. – Т. 1. – 320 с.
14. Мікронутрієнти в харчуванні здорової і хворої людини / [Тутельян В. А., Спірічев В. Б., Суханов Б. П., Кудашева В. А.]. – М.: Колос, 2002. – 150 с.

15. Утешев Д. Б. Вивчення впливу бета-каротину на деякі ланки запалення в експерименті : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. мед. наук: спец. 14.00.25 «Фармакологія, клінічна фармакологія» / Д. Б. Утешев. – М., 1999. – 46 с.

16. Bryant D. A. Characterization of the biliproteins of *Gleobacter violaceus*. Chromophore content of a cyanobacteriae phycoerythrin carrying phycourobilin chromophore / Bryant D. A., Cohen-Bazire G., Glazer A. N. // Arch. Microbiol. – 1981. – 129, N 3. – P. 190-198.

17. European food and nutrition policies in action // WHO Regional Publications, European Series. – No. 73. – 1998. – 170 p.

18. French C. S. Various forms of chlorophyll *a* in plants / French C. S. // Brookhaven Symp. Biol / II. The Photochem. apparatus, its structure and function. – 1959. – N 11. – P. 65–73.

19. Fuglistaller P. Isolation and characterization of phycoerythrocyanin and chromatic adaptation of the thermophilic cyanobacterium *Mastigocladus laminosus* / Fuglistaller P., Widmer H., Sindler W. et al. // Arch. Microbiol. – 1981. – 129, N 4. – P. 268-274.

20. Glaser A. N. Chromophore content of blue-green phycobiliproteins / Glaser A. N., Fang S. // J. Biol. Chem. – 1973. – 248, N 2. – P. 659–662.

21. Smit E. J. Carotenoid composition as taxonomic character for *Microcystis* isolates / Smit E. J., Kruger G. H. L., Eloff J. N. // J. Limnol. Soc. South. Afr. – 1983. – 9, N 1. – P. 43-48.

22. Underwood B. A. Vitamin A in human nutrition: public health considerations / Underwood B. A. // The retinoids: biology, chemistry, and medicine / [Ed. by Sporn M. B., Roberts A. B., Goodman D. S.]. – 2nd ed. – New York, USA: Raven Press, 1994 – P. 211-227.

23. Характеристика хлорофілу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nsp-ua.info/ua/20.php>.

ПИГМЕНТЫ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

О. В. КАРДА¹, А. В. КУРЕЙШЕВИЧ², О. А. ВАСИЛЬЧЕНКО¹

¹ Национальный авиационный университет, г. Киев

² Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Фотосинтезирующий аппарат всех организмов состоит из поглощающих свет пигментов. Пигменты цианобактерий можно разделить на три группы – хлорофиллы, каротиноиды и фикобилипротеины. Пигменты могут использоваться в пищевой и фармацевтической промышленности.

Рассмотрены особенности пигментов синезеленых водорослей и возможности их использования.

***Ключевые слова:** пигменты синезеленых водорослей, хлорофилл а, β-каротин, фикобилипротеины.*

USING OF CYANOBACTERIA PIGMENTS

O. V. KARDASH¹, A. V. KUREYSHEVICH², O. A. VASYLCHENKO¹

¹ National Aviation University, Kiev

² Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kiev

Photosynthetic apparatus of all organisms contains light absorbing pigments. Cyanobacteria pigments may be divided into three groups – chlorophylls, carotenoids and phycobiliproteins. Pigments may be used in the food and pharmaceutical industry.

Cyanobacteria pigments features and usage possibilities are observed.

***Key words:** cyanobacteria pigments, chlorophyll a, β-carotene, phycobiliproteins.*