

**A.Zh. Makhan, A.I. Anarbekova, R.A. Abildaeva, A.D. Dauilbai, G.S. Rysbayeva**

M. Auezov South-Kazakhstan state university, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: [rozita@mail.ru](mailto:rozita@mail.ru)

## **CYANOBACTERIA *SPIRULINA*: BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND THE ROLE IN BIOTECHNOLOGY**

**Abstract.** In the scientific article in connection with the development of biotechnology there are definitions of the biological value of cyanobacteria *spirulina* relating to phototrophic microorganisms, which using natural sunlight are able to form a complex of inorganic substances, organic substances with high nutritional value and easy to get feed.

Cyanobacterium *Spirulina* belonging to the group of phototrophic microorganisms is important for living beings biologically active substances, such as - protein, fat, 4-6% carbohydrates, beta-carotene and vitamins of B group. In addition, the biomass of spirulina refers to a functional product with the properties to contain pathogenic microflora in the intestines.

Therefore, many researchers of spirulina biomass are interested in them as biologically active substances and as an additional food product enriched with a number of important micronutrients, biomass of spirulina increases the possibility of preventing certain diseases. Biotechnological functions of bacteria are different. The bacteria are used in food products, for example, in the manufacture of: acetic acid, dairy drinks etc., microbial insecticides, proteins, vitamins, organic acids and solvents in the production of biogas and hydrogen fluoride.

Especially effective antioxidant derived from spirulina is a bioorganic selenium, which is considered very promising.

**Keywords:** Spirulina, Oscillatoriales, Nostocales and Stigohematoles, Spirulina platensis and Spirulina maxima

ӨОЖ: 663.1. (574)

**А.Ж. Махан, А.І. Анарбекова, Р.А. Абилдаева, А.Д. Дауылбай, Г.С. Рысбаева.**

М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан

## **ЦИАНОБАКТЕРИЯ *SPIRULINA*-НЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ МЕН БИОТЕХНОЛОГИЯДАҒЫ РӨЛЫ**

**Аннотация.** Ғылыми мақалада қазіргі кездегі биотехнологияның дамуына байланысты табиғи күн сәулесін пайдаланып, бейорганикалық заттардан күрделі органикалық заттарды түзетін құндылығы жоғары тағамдық және жемдік өнімдерді алуға қолайлы фототрофты микроорганизмдер цианобактерия *spirulina*ның биологиялық құндылығына сипаттама берілген.

Фототрофты микроорганизмдердің үлкен бір тобына кіретін цианобактерия *Spirulina* биомассасы – бекет, май, 4-6% көмірсу және  $\beta$ -каротин мен витаминдердің В тобының үлкен жиынтығы бар тірі организмдер үшін аса қажетті биологиялық белсенді заттардан (ББЗ) тұрады. Сондай-ақ, спирулина биомассасын ішектегі бірқатар шартты патогенді микрофлораны тежеушілік қабілетіне ие функционалды өнім қатарына жатқызады.

Сондықтан көптеген ғылыми зерттеушілерді спирулина биомассасы тағамға қосымша ББЗ ретінде қызықтырса, ал маңызды микроэлементтермен байытылған спирулина биомассасы бірқатар аурудың алдын-алу мүмкіншілігін кеңейтеді. Бактериялардың биотехнологиялық функциялары түрліше. Бактериялар тағам өнімдерін, мысалы: сіркесуы, сүтқышқылды сусындар және т.б.; - микробты инсектицидтер; - ақуыздар; - дәрумендер; - еріткіштер мен органикалық қышқылдар; - биогаз бен фотосутек шығаруда қолданылады.

Әсіресе тиімді антиоксидант болып табылатын спирулина негізінде алынған биоорганикалық селеннің келешегі мол екені қарастырылған.

**Тірек сөздер:** *Spirulina*, *Oscillatoriales*, *Nostocales* және *Stigohematoles*, *Spirullina platensis* және *Spirullina maxima*.

Цианобактерияларға көңіл XVIII ғасырдың аяғынан бастап аударыла бастады. Көп жылдар бойы цианобактерияларды төменгі өсімдіктер қатарына, яғни көк жасыл балдырларға жатқызып келген болса, кейін оларды үлкен таксономиялық топқа бөлу керек деп шешілді.

Цианобактериялардың 1500-ден астам түрі, 150-ден аса туысы белгілі болса, олар табиғатта басқа фототрофты прокариоттарға қарағанда кең таралған, бір клеткалы және көп клеткалы организмдер [1]. Оның ішінде, көптеген салаларда тиімді үлесі зор цианобактерия *Spirulina* туысына қызығушылық жылдан – жылға артуда. Ал *Spirulina* туыстары систематикалық жүйе бойынша былай жіктеледі:

Бөлім: *Cyanobacteria* – цианобактериялар [2].

Класс: *Hormogoniophyceae* - гормогониялылар

Қатар: *Oscillatoriales* – осцилляторлықтар

Тұқымдас: *Oscillatoriaceae*

Туысы: *Spirulina*

Цианобактериялар бөлімінің гормогониялылар (*Hormogoniophyceae*) класы табиғатта кең тараған, көп клеткалы, жіптесінді микробалдырлар. Жіптері тармақталған немесе тармақталмаған және тармақталуы нағыз немесе жалған болуы мүмкін. Клеткалары бір-бірімен плазмодесма арқылы тығыз байланысқан және екі немесе бірнеше қатар клеткалардан құралған трихома түзеді. Кейбір түрлерінің трихомаларында гетероцистер қалыптасса, кейбіреулерінде болмайды. Гетероцист құру алдында клетка ішілік заттары біртекті затқа айналып түссізденеді, не болмаса сарғыштанып клетка қабықшасы қалың екі қабат түзеді. Гетероцисталар клетканың ортасында немесе шетінде түзілуі мүмкін, соған байланысты бір саңылаулы немесе екі саңылаулы болады [3; 4].

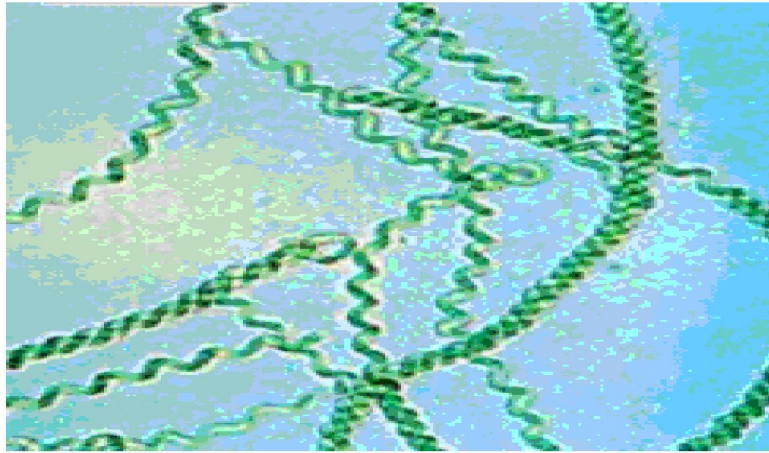
Вегетативті көбеюіне қарай бірнешеге бөлінеді: гормогониялы, қарапайым екіге бөліну, бүршіктеніп, кездейсоқ үзінділер арқылы, акинеттерімен және т.б. Жынысты көбею және талшықты стадиялары болмайды. Эндоспоралар кейбір өкілдерінде болса, экзоспоралар табылмаған [5].

Гормогониялылар класы негізгі үш қатарға *Oscillatoriales*, *Nostocales* және *Stigohematoles* бөлінеді. Оның ішіндегі, цианобактерия *Oscillatoriales* қатарындағы *Oscillatoriaceae* тұқымдасы ең үлкен топты құраса, олардың жіпшелері жіңішке, тармақталмаған, көп клеткалы организмдер. Бір қатарлы трихомалары есейген уақытта гомоцитты симметриялы болып келеді, тек кейде соңғы клеткалары өздерінің пішіндері арқылы айырылады. Клеткаларының өсуі көлденең бөліну нәтижесінде жүреді. Жіпшелері ерекше өзгеріп отыратын гормогониялар арқылы қозғалыс жасайды. *Oscillatoriaceae* тұқымдасының жүзге жуық туысы белгілі болса, оның ішінде басқа туыстарға қарағанда *Spirullina* туысы түзу спираль түзуімен ерекшеленеді [6].

Қазіргі кезде *Spirullina* туысының отызға жуық түрлері белгілі болса, оның ішінде *Spirullina platensis* және *Spirullina maxima* түрлерінің жоғары өнімділігіне қарай жетік зерттелуде.

*Spirullina* туысының морфологиясы мен физиологиясы. Микроскоп арқылы зерттеулерден цианобактерия *Spirullina*-ның морфологиялық құрылысына қарай цилиндр пішінді көп клеткалардан тұратын ұзын, қысқа жіпшелерден тұратынын көруге болады. Трихомалары бір қабатты немесе қыртысты. Дақылдың өсу және температура жағдайына қарай бірдей түрлерінің ішінде де денесінің спираль түзуі әртүрлі болуы мүмкін. Сұйық ортаға қарағанда қатты ортада дұрыс спираль түзеді (1 сурет).

Ірі формалы түрлерінің клеткаларында көлденең қалқалары анық көрінеді, ал өте ұсақ түрлерінде белгілі бір реактивтердің көмегімен байқауға болады. Трихомаларының ені 2,0-ден 20 мкм жететін түрлері белгіленсе, клеткаларының ұзындығы трихомаға қарағанда екі есе аз немесе екі есе көп болуы мүмкін. Ал клеткалардың септаларға бөліну, бөлінбеуі классификациялық жіктеулерде анықтау кезінде басты мән берілетін белгілерінің бірі [7].



Сурет 1 - *Spirulina* дақылының спираль түзуі

Прокариоттарға тән клеткасы органоидтарға бөлінбеген, олардың қызметін протоплазма атқарады. Белгілі типке жататын хромосома және нағыз хлоропаластары жоқ, алайда цианобактерия спирулина түрлерінің фотосинтездік жүйесі жақсы жетілген. Сондай-ақ, басқа организмдер сияқты клетканың ортаңғы бөлігінде жіңішке және майда фибрилл түрінде (диаметрі 2-3 нм) генетикалық ақпаратты тасымалдаушы дезоксирибонуклеин қышқылы (ДНК) орналасқан. Рибосомалары тұрақты бөлшектерден, тұну мөлшері 70S, тығыздалған 10-15 нм [8].

Цитоплазмадағы газды вакуоль түзілуі дақылдардың өсуі мен даму сатысына қарай әртүрлі. Жәй көзге көрінбейтін газды вакуоль, судағы клеткаларды белгілі деңгейде ұстап тұруын қамтамасыз етеді. Мысалы, *Spirulina gomontiana*, *Sp. major*, *Sp. laxissima*, *Sp. laxa* түрлері ірі газдық вакуольдермен ерекшеленсе, олардың саны мен түзу қабілеті спирулинаның түрлік құрамына, жасына және өсу жағдайына байланысты болады. Акинеттері табылмаған [9].

Спирулина түрлерінің негізгі көбею жолдары болып есептелінетін вегетативті көбею кезінде дене клеткалары бөліну арқылы жүреді. Яғни ең қарапайым көбею түрі. Есейген трихомдары ажырап гормогониялары арқылы (2 және 4 клеткаға) бірнешеге бөлініп, жаңа трихомдар түзеді (сурет 2).

Бұл жаңа трихомдарының түзілу процесі кезінде цитоплазма толық түйіршіктенбеген жағдайда болып, клеткалары ашық көк немесе жасыл түс береді. Ал цитоплазма толық түйіршікке толып жетілгенде клеткалар көк жасыл түске боялады [10].

Физиологиялық жағдайына қарай цианобактерия спирулина тек жарық көзінде ғана өсетін катал фототрофтар. Жарық фотосинтез процесіне аса қажетті болатын болса, фотосинтез процесінің өзі тіршілік көзі болып табылатын күн сәулесінің энергиясын пайдалану арқылы жүреді. Тірі табиғаттың өмір сүруі осы энергияны дұрыс тұтынумен байланысты, яғни жарықтың артық немесе кем болуы микробалдырлардың даму заңдылығын бұзады.

Табиғи жағдайда спирулинаның кейбіреулері жарық көп түсетін жерде өсіп (3000-5000 люкс), ал кейбіреулеріне 500-1000 люкс жарық көзі оптималды болып табылады. Кей жағдайда жарық көзінің қатты түсуі, олардың өсуіне біршама кедергі жасайды, әсіресе таза дақылдарды бөліп алу кезінде төмен жарықты (500 люкс) пайдаланған жөн [11; 12; 13].

Спирулинаның кейбір түрлерін ыстық мекендерден жылы жақтарға немесе Солтүстік теңізге жекелеуде, басқа көптеген микроорганизмдердің тіршілік ету мүмкіншілігі жоқ арнайы бір орталарда олардың жоғары бейімделгіштігі жайында көп айтылады. Теңіз астындағы түрлеріне күндізгі температура жағдайы 40<sup>0</sup>С, түнгі температура 25<sup>0</sup>С қолайлы екенін көрсетсе, 45<sup>0</sup>С температурада 24 сағаттан соң клеткалары ыдырай бастайды. Ал зертханалық жағдайда 35-37<sup>0</sup>С температурада көптеген спирулина түрлерінің өсу деңгейі белгіленгенмен, оларға сыртқы ортаның 32-35<sup>0</sup>С температура аралығы оптималдылық көрсеткен [14].

Цианобактериялардың денесіне және белсенді дамуына биогенді заттар ретінде қоректік ортада макро және микроэлементтер жеткілікті болу керек. Олардың организмі макроэлементтердің көптеген мөлшерін, оның ішінде азот пен фосфорға қажеттілік жоғары. Сондай-ақ,

минералдық заттар мен микроэлементтерді пайдаланатын спирулинаның клеткалары жаңа балдырларға немесе микроорганизмдер мен қарапайымдыларға қажетті субстрат бола алады [15]. Ал спирулина клеткалары микроэлементтерді (темір, магний, мыс, мырыш, бор, кобальт, ванадий, марганец) аз мөлшерде қажеттілік тұтқанымен, бұл микроэлементтер физиологиялық тұрғыда спирулина клеткаларының фотосинтезіне, азоттық алмасулары мен метаболиттік қызметіне аса қажеттілігі мол.

Судың *pH* қышқылдығы мен тұздылығы спирулина клеткаларының тіршілігінде ерекше орын алады. Тұздың мөлшері 2,5 г/л-ден жоғары құрамды көлдерде көптеген *Cyanobacteria* түрлері, ал оның концентрациясы 2,5-30 г/л жететін көлдерде *Oscillatoria*, *Spirullina*, *Anabaenopsis*, *Synechocystis* басымдылық танытқан. Сондай-ақ, басқа деректер бойынша *Spirulina platensis* var. *minor* түріне 5-14 г/л, ал басқа түрлеріне оданда төмен мөлшерлі тұздың жеткіліктігі байқалған [16].

Ортаның оптималды *pH* жағдайы қоректік ортадағы барлық қосылыстардың тұрақтылығын көрсетсе, ал бұл қосылыстарды клеткалардың қабылдауына және өсуді реттегіштер заттары мен витаминдердің сіңуіне тиімді әсер етеді. Сондықтан қажеттілігі мол дақылдарды өсіруде немесе олардың өнімділігін арттыруда үлкен нәтижеге қол жеткізу үшін ортаның *pH*-ы қолайлы және тұрақты болу керек. Мысалы, табиғи жағдайда спирулина түрлерінің дамуына *pH* 9,0-10,3 жеткілікті болса, зертханалық жағдайда өсірілген штамдардың *pH*-ы (8,0-11,0) кең көлемді екенін көрсетсе, ал *pH* 11,3 жеткенде өсуі төмендеген [17, 18, 19].

*Spirulina* түрлерінің таралуы. Цианобактерия *Spirulina* түрлерін өте жете зерттеулерде табиғаттың әртүрлі орталарынан табылған. Ағынды және тұрып қалған су құрамында *Spirullina platensis*, *Sp. princeps*, *Sp. gomontiana*, *Sp. Jenneri*, *Sp. coraciiana*, *Sp. laxissima*, *Sp. agilis* түрлері кең таралған болса, өзен - көлдерде *Spirulina okensis*, *Sp. spiliuinoides*, *Sp. pseudovacuoata*, *Sp. minima*, *Sp. flavovirens* түрлерін кездестіруге болады.

Тұзды және минералды суларда, сондай-ақ тұщы сулар олардың мекендеуіне қолайлы орта болып табылған болса (*Sp. fusiformis*, *Sp. lavyrinthiformis*, *Sp. meneghiniana*, *Sp. major*), батпақты жерлерде сирек (*Sp. curta*) кездеседі.

Жылы немесе ыстық су көздерінде басқа микроорганизмдермен тұтас жабын кілем түзетін түрлеріне *Spirulina tenuissima*, *Sp. lavyrinthiformis*, *Sp. tenuior* жатады. Ал су бетіндегі саңырауқұлақ (*Saprolegnia*) жіптерінің ортасында немесе басқа өлген балдырлардың орталарында *Spirulina albida* түрі кездескен болса, бұл түр көбінесе судың гүлденуін туғызады [20].

Цианобактерия *Spirulina* клеткаларының биохимиялық құрамы. Спирулинаның клетка қабырғасында қатты целлюлозасы жоқ мукополиканттардан тұратындықтан, белоктың организмде оңай сіңімділігін (85-95%-ға дейін) қамтамасыз етеді. Ал клеткаларында синтезделетін табиғи витаминдер мен микроэлементтер күрделі молекулалы қосылыстар құрамына тез және оңай кіре алады. Оны спирулинаның жұқа клетка қабығы негіздейді [21, 22].

Спирулинаның клеткасында 55-70% белок, 15-20% көмірсулар, 5% липидтер, 4% нуклеин қышқылы мен 7% минералдық заттарының тұрақтылығымен ерекшеленеді.

Организмнің тіршілігіне аса қажетті спирулинаның белок құрамында көптеген амин қышқылдар тобы жиналатын болса, оның ішіндегі метионин мен цистин және триптофанның мөлшері басқа жеміс жидектер мен дән-дақылдар құрамынан көп. Ал белок құрамындағы лизин аз мөлшерде жиналғанмен, алайда, басқа көптеген өсімдіктердің өнімінен жоғары басымдылық танытқан [23].

Қазіргі кезде өндіріс орындарының негізгі бағыттары гендік инженерия әдісімен әртүрлі сілтілі және жасанды орталарда өсу қабілеті бар микроорганизмдердің өнімді штамдарынан дәрілік препараттар мен капсулаларды өндіруге негізделген. Оның ішінде, өсіру кезінде қарапайым әдістерді қолдануға болатын және жоғары құнды азықтық өнімділігімен көзге түскен спирулинаның табиғи немесе мутант штамдарының биотехнология саласында алатын орны ерекше. Олай болса, генетикалық жетістіктердің негізінде сұрыптап алынған кейбір өнімді мутант *Spirulina* штамдарды өндірістік деңгейде қолдану үшін жаппай өсіру және олардың биомассасын тәжірибеде адамның қажеттілігіне пайдалану мүмкіншіліктерін қарастыру қажет.

Қазіргі кезде биотехнологтардың алдында тұрған аса бір үлкен мәселенің бірі – жылдам өсіп келе жатқан халықтың рационын дәстүрсіз алынған жоғары белокты өнім көздерімен қамтамасыз

ету болып табылады. Олай болса, цианобактерия спирулины жетік пайдалану арқылы биотехнология саласында көптеген өзекті мәселелерді шеше аламыз:

- Спирулина биомассасы негізінде биологиялық белсенді қоспаларды алу;
- Бейорганикалық тұздардың органикалық формасын алу;
- Ауыл шаруашылығын қосымша жемдік белок және витаминдік заттармен қамтамасыз ету;
- Ауыл шаруашылық тыңайтқыштарды өңдеу;
- Ғарыш проблемасын игерудегі негізгі экологиялық тұйық система ретінде тамақ пен атмосфераның тазалығын қамтамасыз ету;
- Медицина мен микробиология өндірісіне қажетті құнды препараттарды дайындау;
- Биологиялық өзін-өзі реттеу және фотосинтездеуші организмдердің биосинтезіне байланысты ғылыми зерттеу жұмыстарына фундаментальды бағытта зерттеуге пайдалану;
- Энергетикалық проблемаларды шешу.

Мұндай дәстүрсіз өнім ретінде және әртүрлі биологиялық белсенді заттарды синтездеу қабілетіне, сонымен бірге аз уақыттың ішінде жоғары биохимиялық құрамды биомассасын көптеп жинап алуға болатын спирулина штамдарын жаппай өсіруде көптеген жетістіктерге жетуде [24, 25, 26].

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Castenholtz R.W. Species usage, concept and evolution in the cyanobacteria (blue green-algae) // *Ibid.* – 1992, Vol. 28. - P 737-745.
- [2] Гусев М.В., Никитина К.А. Цианобактерии. - М.: Москва, 1979, - 228 с
- [3], Шнюкова Е.И. Фотоорганотрофний і гетеротрофний ріст гормононіевих синьозелених водоростей // *Укр. ботан. журн.* - 1984. - № 4. - С. 49-54.
- [4] Андреев Е.И., Копетева Ж.П., Занина В.В. Цианобактерии. - Киев: Наука думка, 1990. – 200 с.
- [5] Кондратьева Н.В. Морфология популяций прокариотических водорослей. – Киев: Наук. думка, 1989. – 176 с.
- [6] Balloni W., Tomasselly L., Giovanetti, Margheri M.C. *Biologia fondamentale del genere Spirulina* // *Consiglio Nazionale delle Ricerche, Rome.* - 1980. - № 2. - P. 49-85.
- [7] Захаров Б.П. Трансформационная типологическая систематика. М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. - 164 с.
- [8] Aaronson S., Dudinsky Z. Mass production of microalgae // *Experientia*, 1982. - N 1. - P. 36-40.
- [9] Santillan C. Mass production of *Spirulina* // *Experientia*, 1982. - N 38. - P. 40-43.
- [10] Кондратьева Е.Н., Максимова И.В., Самуилов В.Д. Фототрофные микроорганизмы. Уч. пособие. - М.: Изд-во МГУ, 1989. – 376 с.
- [11] Горюнова С.В. Изучение физиологии культивирования водорослей с высоким коэффициентом использования света. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. - 216 с.
- [13] Benemann J.R., Weissman J.C., Koopman B.L., Oswald W.V. Energy production by microbial photosynthesis // *Nature.* – 1977, Vol. 268. - P. 5615-5625.
- [13] Drews G., Weskesser J. The biology of cyanobacteria // *Bot. Monogr.* – 1982. - N 19. - P. 333-357.
- [14] Баянова Ю.И., Трубачев И.Н. Сравнительная оценка витаминного состава некоторых одноклеточных водорослей и высших растений, выращенных в искусственных условиях // *Прикл. биохимия и микробиол.* - 1981. - № 3. – С. 400-407.
- [15] Cogne G., Lehmann B., Dussap C.G., Gros J.B. Uptake of macrominerals and trace elements by the cyanobacterium *Spirulina platensis* (*Arthrospira platensis* PCC 8005) under photoautotrophic conditions: culture medium optimization // *Biotechnol. Bioeng.* – 2003. - N 5. – P. 588-593.
- [16] Зарипов Э. Физиологические особенности и культивирование сине-зеленой водоросли *Spirulina platensis* (Gom.) Geit. в связи с возможностью ее практического использования в Узбекистане: автореферат. ... канд. биол. наук. - Л., 1982. – 19 с.
- [17] El - Fouly M.M. Technological and biochemical study on mass production of algae in Egypt // *Arch. Hydrobiol. Sppl.* – 1984, Vol. 67. - P. 461-467.
- [18] Зотина Т.А., Болсуновский А.Я., Калачева Г.С. Влияние солености среды на рост и биохимический состав цианобактерий *Spirulina platensis* // *Биотехнология.* - 2000. - № 17. – С. 85-87.
- [19] Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Синезеленые водоросли // *Определитель пресноводных водорослей СССР.* - М.: Сов. наука, 1953. - Вып. 2. - 665 с.
- [20] Earth food *Spirulina*: How this remarkable blue-green algae can transform your health and planet. California, 1989. 170 p.
- [21] Dumartrait E., Moysse A. Caracteristiques biologiques des Spirulines // *Ann. nutr. et alim.* - 1975. - N 6. - P. 489-496.
- [22] Qureshi M.A., Kidd M.N., Ali R.A. *Spirulina platensis* extract enhanced chicken macrophage function after in vitro exposure // *J. Nutritional immunol.* – 1995. - N 4. – P. 35-45.
- [23] Qureshi M.A., Ali R.A. Phagocytic potential of feline macrophages after exposure to a water soluble extract of *Spirulina* in vitro // *Immunopharmacology.* – 1996. - N 1. – P. 17-19.
- [24] Vonshak A., Boussiba S., Abeliovich A., Richmond A. Production of *Spirulina* biomass: maintenance of pure culture outdoors // *Biotechnol.* - 1983. - P. 92-120.
- [25] Абдрахманов О. Альгология: Учеб. пособие. - Алматы, 1997. - 398 с.
- [26] Richmond A., Preiss K. The biotechnology of algaculture // *Interdiscip. Sci. Rev.* - 1980. - N 5. - P. 60-70.

## REFERENCES

- [1] Castenholtz R.W. Species usage, concept and evolution in the cyanobacteria (blue green-algae) // *Ibid.* **1992**, Vol. 28. P 737-745.
- [2] Gusev M.V., Nikitina K.A. *Cianobakterii*. M.: Moskva, **1979**, 228 s
- [3] Shnjukova E.I. Fotoorganotrofnij i geterotrofnij rist gormogonievih sin'ozelenih vodorostej // *Ukr. botan. zhurn.* **1984**. № 4. S. 49-54.
- [4] Andrejuk E.I., Kopeteva Zh.P., Zanina V.V. *Cianobakterii*. Kiev: Nauka dumka, **1990**. 200 s.
- [5] Kondrat'eva N.V. Morfologija populjacij prokarioticheskih vodoroslej. Kiev: Nauk. dumka, **1989**. 176 s.
- [6] Valloni W., Giovannetti L., Margheri M.C. Biologia fondamentale del genere *Spirulina* // *Consiglio Nazionale delle Ricerche*, Rome. **1980**. № 2. P. 49-85.
- [7] Zaharov B.P. Transformacionnaja tipologicheskaja sistematika. M.: T-vo nauchnyh izdanij KMK, **2005**. 164 s.
- [8] Aaronson S., Dudinsky Z. Mass production of microalgae // *Experientia*, **1982**. N 1. P. 36-40.
- [9] Santillan C. Mass production of *Spirulina* // *Experientia*, **1982**. N 38. P. 40-43.
- [10] Kondrat'eva E.N., Maksimova I.V., Samuilov V.D. Fototrofnye mikroorganizmy: Uch. posobie. M.: Izd-vo MGU, **1989**. 376 s.
- [11] Gorjunova S.V. Izuchenie fiziologii kul'tivirovanija vodoroslej s vysokim koeficientom ispol'zovanija sveta. L.: Izd-vo Leningr. un-ta, **1976**. 216 s.
- [12] Benemann J.R., Weissman J.C., Koopman B.L., Oswald W.V. Energy production by microbial photosynthesis // *Nature*. **1977**, Vol. 268. P. 5615-5625.
- [13] Drews G., Weskesser J. The biology of cyanobacteria // *Bot. Monogr.* **1982**. N 19. P. 333-357.
- [14] Bajanova Ju.I., Trubachev I.N. Sravnitel'naja ocenka vitaminogo sostava nekotoryh odnokletochnykh vodoroslej i vysshih rastenij, vyrashhennyh v iskustvennyh uslovijah // *Prikl. biokhimiya i mikrobiol.* **1981**. № 3. S. 400-407.
- [15] Cogne G., Lehmann B., Dussap C.G., Gros J.B. Uptake of macrominerals and trace elements by the cyanobacterium *Spirulina platensis* (*Arthrospira platensis* PCC 8005) under photoautotrophic conditions: culture medium optimization // *Biotechnol. Bioeng.* **2003**. N 5. P. 588-593.
- [16] Zaripov Je. Fiziologicheskie osobennosti i kul'tivirovanie sine-zelenoj vodorosli *Spirulina platensis* (Gom.) Geit. v svjazi s vozmozhnost'ju ee prakticheskogo ispol'zovanija v Uzbekistane: avtoreferat. ... kand. biol. nauk. L., 1982. 19 s.
- [17] El - Fouly M.M. Technological and biochemical study on mass production of alque in Egypt // *Arch. Hydrobiol. Sppl.* **1984**, Vol. 67. P. 461-467.
- [18] Zotina T.A., Bolsunovskij A.Ja., Kalacheva G.S. Vlijanie solenosti sredy na rost i biokhimijskij sostav cianobakterij *Spirulina platensis* // *Biotehnologija*. **2000**. № 17. S. 85-87.
- [19] Gollerbah M.M., Kosinskaja E.K., Poljanskij V.I. Sinezelenye vodorosli // *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslej SSSR*. M.: Sov. nauka, **1953**. Vyp. 2. 665 s.
- [20] Earth food *Spirulina*: How this remarkable blue-green algae can transform your health and planet. California, **1989**. 170 r.
- [21] Dumartrait E., Moysse A. Caracteristiques biologues des Spirulines // *Ann. nutr. et alim.* **1975**. N 6. P. 489-496.
- [22] Qureshi M.A., Kidd M.N., Ali R.A. *Spirulina platensis* extract enhanced chicken macrophage function after in vitro exposure // *J. Nutritional immunol.* **1995**. N 4. R. 35-45.
- [23] Qureshi M.A., Ali R.A. Phagocytic potential of feline macrophages after exposure to a water soluble extract of *Spirulina* in vitro // *Immunopharmacology*. **1996**. N 1. R. 17-19
- [24] Vonshak A., Boussiba S., Abeliovich A., Richmond A. Production of *Spirulina* biomass: maintenance of pure culture outdoors // *Biotechnol.* **1983**. P. 92-120.
- [25] Abdrahmanov O. Al'gologija: Ucheb. posobie. Almaty, **1997**. 398 s.
- [26] Richmond A., Preiss K. The biotechnology of algaculture // *Interdiscip. Sci. Rev.* **1980**. N 5. P. 60-70.

**А.Ж. Махан, А.І. Анарбекова, Р.А.Абилдаева, А.Д. Дауылыбай, Г.С. Рысбаева**

(Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова, Шымкент. Казахстан)

**ЦИАНОБАКТЕРИИ *SPIRULINA* БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
И РОЛЬ В БИОТЕХНОЛОГИИ**

**Аннотация.** В научной статье в связи с развитием биотехнологии приведены определения биологическим ценностям цианобактерии *spirulina*, относящийся к фототрофным микроорганизмам, которые, используя естественный солнечный свет, умеют образовывать из сложных неорганических веществ органические вещества с высокой пищевой ценностью и удобные для получения кормов.

Цианобактерии *Spirulina*, относящийся к группе фототрофных микроорганизмов, состоят из важных для живых существ биологически активных веществ, таких как – белки, жиры, 4-6% углеводы, бета-каротина и витаминов группы В. Кроме того, биомассу из спирулины относят к функциональным продуктам, имеющих свойства сдерживать условно-патогенную микрофлору в кишечнике.

Поэтому многие исследователи биомассы спирулины заинтересованы в них в качестве биологически активных веществ и в качестве дополнительного продукта питания, обогащенный рядом важных микроэлементов, биомасса спирулины увеличивает возможность профилактики некоторых заболеваний. Биотехнологические функции бактерии различные. Бактерии используются в пищевой продукции, например, при производстве: уксусной кислоты, молочных напитков и т.д., микробных инсектицидов, белков, витаминов, органических кислот и растворителей, при производстве биогаза и фторводорода.

Особенно эффективным антиоксидантом, полученном из спирулины, является биоорганический селен, который рассматривается очень перспективным.

**Ключевые слова:** *Spirulina*, Oscillatoriales, Nostocales, Stigohematoles, *Spirulina platensis*, *Spirulina maxima*.