әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті.
Биология және биотехнология факультеті
Биотехнология кафедрасы

Пән: «Фототрофты микроорганизмдер»

Дәріс №4
Цианобактерия спирулинаның биологиялық және биотехнологиялық маңыздылығы

Дәріскер: б.ғ.к., доцент Кирбаева Д.К.

Жоспар

Кіріспе

- Цианобактерия спирулинаның биологиясы;
- Спирулинаны өсіру және олардың биомассасын қолдану аясы;
- Спирулина негізіндегі биологиялық белсенді заттар;
- Қорытынды
- Бақылау сұрақтары

Кіріспе

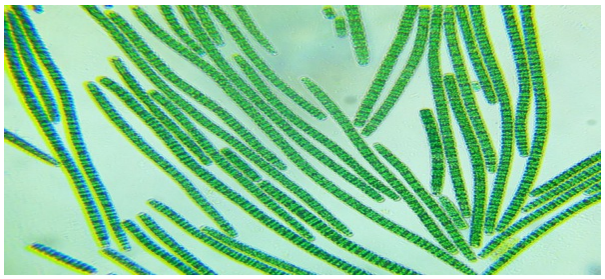
- Цианобактериялардың 1500-ден астам түрі, 150-ден аса туысы белгілі болса, олар табиғатта басқа фототрофты прокариоттарға қарағанда кең таралған, бір клеткалы және көп клеткалы организмдер. Оның ішінде, көптеген салаларда тиімді үлесі зор цианобактерия *Spirulina* туысына қызығушылық жылдан – жылға артуда.
- Физиологиялық жағдайына қарай цианобактерия спирулина тек жарық көзінде ғана өсетін қатал 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 жалпы балдырлардың даму заңдылығын бұзады.
- Спирулинаның бактерия ретіндегі жүйелік орнын, оның бірегей құрылымдық ерекшеліктерін, метаболизмін және адам үшін биологиялық белсенді заттарын, қолдану аясы мен маңыздылығын қарастыратын боламыз.

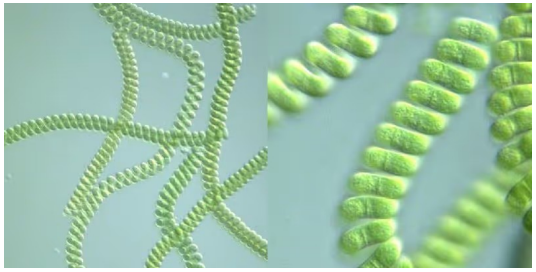
Жүйелік орны, таксономиясы

Бөлім: *Cyanobacteria* – цианобактериялар .
Класс: *Hormogoniophyceae* - гормогониялылар
Қатар: *Oscillatoriales* – осциллаторлықтар
Тұқымдас: *Oscillatoriaceae*
Туысы: *Spirulina*

Цианобактерия *Spirulina* түрлерін өте жете зерттеулерде табиғаттың әртүрлі орталарынан табылған. Ағынды және тұрып қалған су құрамында *Spirullina platensis, Sp. princes, Sp. gomontiana, Sp. Jenneri, Sp. coraciana, Sp. laxissima, Sp. agilis* түрлері кең таралған болса, өзен - көлдерде *Spirulina okensis, Sp. spiulinoides, Sp. pseudovacuolata, Sp. minima, Sp. flavovirens* түрлерін кездестіруге болады.

•Спирулина – бұл көк-жасыл түсті, пішіні спиральді көпжасушалы цианобактерия. Ол әдетте ***Arthrospira*** деген ғылыми атаумен белгілі, мысалы, *Arthrospira platensis*, *Arthrospira maxima.*





Таралуы мен өсу жағдайы

- 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.
- Жалпы цианобактериялар бөлімінің гормогониялылар (*Hormogoniophyceae*) класы табиғатта кең тараған.

Таралу ортасы: Негізінен жылы, сілтілі (жоғары pH) тұщы сулы айдындарда өседі (мысалы, Африкадағы Чад көлі, Тескоко көлі).

Өсу ерекшеліктері:

Температура: Оптимум 25-37°C.	**pH:** Оптимум 9-11. Жоғары сілтілік ортада өсуі оған бәсекелестерден үстемдік береді.	**Жарық:** Жарық сыйымдылығы жоғары.

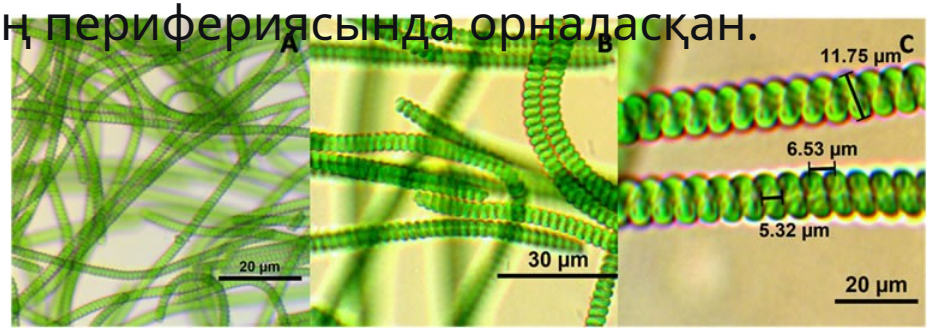
Морфологиялық құрылымы: тік, спиральді иірімді (трихомды) түзетін жіпшелер. Иірімдердің диаметрі мен қадамы түрлеріне байланысты өзгеріп отырады.

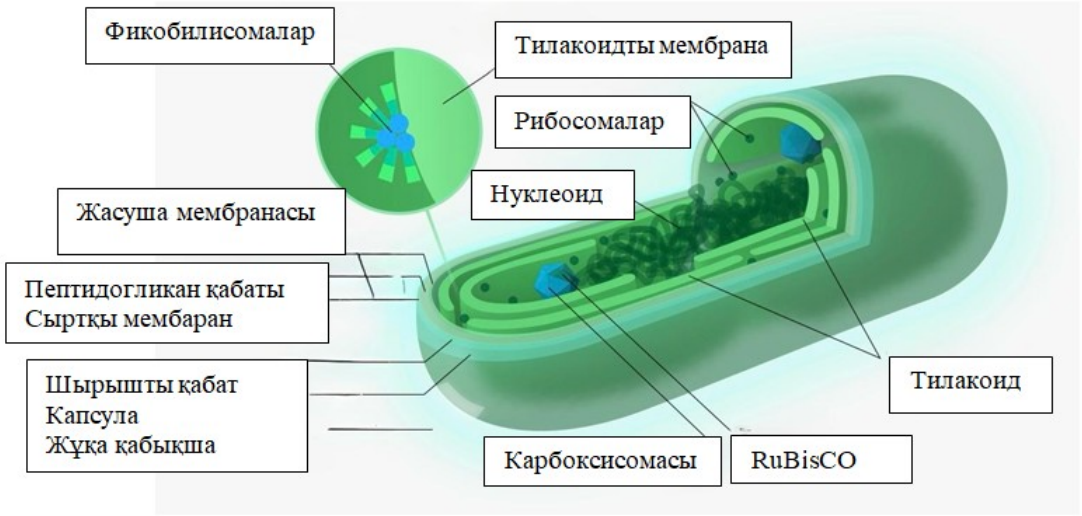
•**Негізгі құрылымдық бірлік – Трихом:**

- Бұл жіпше тәрізді, бөлінбеген жасушалар тізбегі.
- Жасушалар аралық байланыс (плазмодесма) арқылы тығыз байланысқан.
- Трихомның сыртын муцилді қапшық (гиалин қабықшасы) жауып тұрады, ол судың қатуынан және кептіруден қорғайды.

•**Жасуша құрылымы (Прокариоттық):**

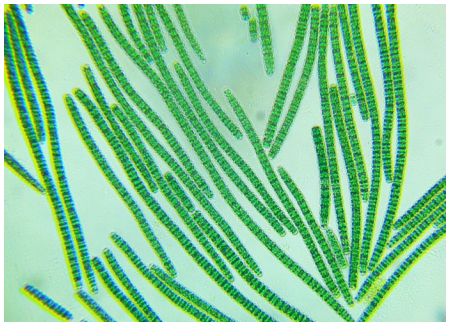
- **Жасуша қабырғасы:** Пептидогликаннан тұрады (грам-теріс бактерияларға ұқсас).
- **Тилакоидтар:** Фотосинтезге қатысатын мембраналы құрылымдар. Олар жасушаның перифериясында орналасқан.





Сурет 2 - Цианобактерия спиулина жасуша құрылысы

Спирулина, биологиялық белсенді қорспа ретінде



Ғасырлар бойы азықтық өнімділігімен көзге түскен спирулина биомассасы ауыл шаруашылығында жемдік белок, медицинада профилактикалық зат ретінде (ББҚ) биологиялық белсенді қоспа немесе косметикалық препарат және экологияда су тоғандарды тазалауда да тиімділігі зор болып есептеледі.





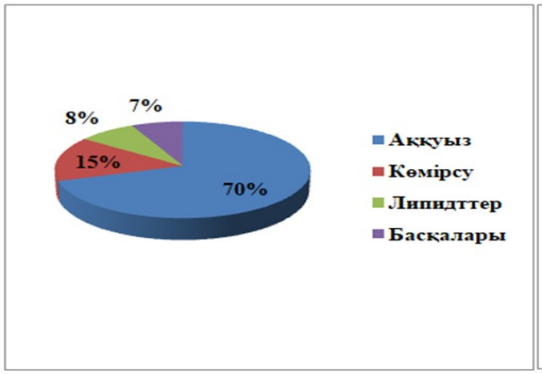


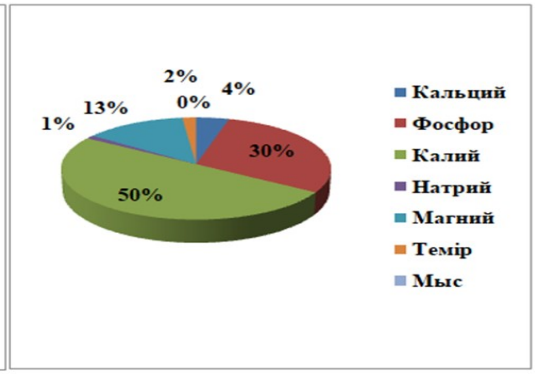
Биохимический состав микроводоросли спирулина платенсис (SPIRULINA PLATENSIS).

Питательные вещества	%	Гептадекановая С17	1750-2565
Белок	50-70	Стеариновая С18	20-353
Углеводы	10-20	Олеиновая С18	1970-3009
Жиры	5	Линолевая С18	10920-13784
Зольность	7	Гамма-линоленовая С18	8750-11970
Клетчатка	2	Альфа-линоленовая С18	160-427
Влажность	6	Другие	70-800
Пигменты	% от сухого веса	Витамины	мг/кг
Каротиноиды	0,22-0,43	Бета-каротин (Провитамин А)	1500
Хлорофилла	0,76-0,94	B5	11
Фикоцианин	0,3-0,8	Фолиевая к-та (Bc)	0,5
Аминокислоты	% общего белка	Пиродоксин (B6)	3
Изолейцин	5,7	Тиамин (B1)	55
Лейцин	8,7	B12	1,6
Лизин	5,1	Аскорбиновая к-та (C)	150
Фенилаланин	5,0	Токоферол (E)	190
Теонин	5,4	Инозитол	350
Глутаминовая к-та	12,7	Ниацин (PP)	118
Глицин	4,8	Минералы	мг/кг
Пролин	4,1	Кальций	1000
Тирозин	4,6	Фосфор	8000
Метионин	2,6	Железо	1500
Триптофан	1,5	Натрий	344
Валин	7,5	Хлор	4000
Цистерин	0,9	Магний	1600
Аспарарагиновая к-та	9,1	Цинк	30
Аланин	7,9	Калий	1400
Серин	5,3	Йод	1,5
Аргонин	7,6	Марганец	3
Использование чистого белка	8,7	Молибден	0,2
Жирные кислоты	мг/кг	Селен	.
Лауриновая С12	200	Медь	120
Миристиновая С14	600	Хром	28
Пальмитиновая С16	16500-21141	Вольфрам	0,3
Пальмитолиноленовая С16	1490-2035	.	.

Кесте - Кептірілген спирулинаның биологиялық белсенді заттарының құрамы

Атаулары	%, мөлшері
Сыртқы түрі мен консистенциясы	Жұқа борпылдақ ұнтақ
Дәмі мен иісі	Тұщы, аздап тұздалған өзіндік иісі бар
Түсі	Көк –жасыл
Ылғалдылығы	10
Құрғақ зат	90
Қоректік заттары (ақуыз)	62
Көмірсу	14,7
Май	4,0
Жасуық	3,0
Күлділігі	6,3





Биомассаның негізгі құрамы:

1. Ақуыз 55-70%, спирулинада ақуыздың барлық 8 негізгі ауыстырылмайтын аминқышқылдары - метионин, лейцин, изолейцин, валин, триптофан, треонин, фенилаланин, лизин түрлері бар.
2. Көмірсулар 15-20%, жалпы глюкоза, манноза, ксилоза, гликоген түрлері.
3. Липидтер 6-8%, оның ішінде омега-6 май қышқылдары.
4. Фикоцианин, каротиноидтар, в-каротин, хлорофил а пигменттері – ағзадағы иммунитетті күшейтуге мүмкіндік болады.
5. Витаминдер 0,5-1%, B1- B12 тобындағы витаминдер, С дәрумені антиоксидант ретінде, А витамині тері қабатына қорғаныш ретінде.
6. Минералдар 0,5-1%, Fe – темір, Ca – кальций, Mg – магний, натрий – Na және т.б элементтер.
7. Нуклеин қышқылдары 4-6%.

Спирулина – В дәруменінің, фикоцианиннің, РНҚ- нің, ДНҚ-нің, ақуыздың ең толық тағам көзі және де диеталық тағамдардағы таптырмас қорек көзі болып табылады.

Спирулинаны өсіру жолдары











Спирулина дақылының концентрациясын өлшеу

Дақылдың концентрациясын - оның түсінің қарқындылығымен өлшеуге болады, ол үшін басында кішкентай ақ дискісі бар перпендикуляр бекітілген сызғыш қолданылады. Бұл құрал диск көрінбейтін болғанша суға батырылады. Дискінің тереңдігі сызғыштан оқылады. Егер диск 5-6 см тереңдікте көрінсе, дақыл ериді; 2-3 см тереңдікте өндіруге дайын дақыл көрсетіледі.

Тереңдігі 2 см-ден аз болса, дақылды еріту керек немесе егін жинау уақыты келді. Жақсы жағдайда спирулина максималды концентрацияға жеткенше (мөлдірлігі 1,5 см-ден аз) әр 2-4 күн сайын екі есе артады. 1,5 см-ден 3,5 см-ге дейін мәдениеттің тығыздығы шамамен сызықтық түрде өзгереді, сондықтан 1,5 см-де ол 0,5 г / литр (бір литр ортадағы кептірілген спирулинаның салмағы) және 3 см - де-0,25 г/литр.

Фотометр- бұл фотометриялық қондырғы: жарық пен жарық ағынының беріктігін, жарық дәрежесін, ерітіндінің тығыздығын және т.б., сондай-ақ инфрақызыл және ультракүлгін сәулелермен байланысты шамаларды өлшейтін құрал.



Ашық бассейн құрылысы

Бассейн үшін таңдалған аймақ ашық жерде болуы керек (бірақ судың температурасы жоғарылаған кезде оны көлеңкелеу мүмкіндігін қамтамасыз ету керек). Өлшемдер өндірістің болжамды көлеміне байланысты әр түрлі болуы мүмкін. Бассейндерді салу кезінде кірпішті, шлак-бетон блоктарын, тақталарды, саманды немесе кез-келген басқа материалды негіз ретінде пайдалануға болады. Егер кеміргіштер болса, пленканың астына жеткілікті жұқа металл тор немесе қаңылтыр темір қою керек. Барлық жағдайларда, бассейннің беті пленканы төсемес бұрын мұқият тегістелуі керек.



Спирулина



Многоклеточное растение

Обладает сине-зеленым тоном

Содержит линолевую и
гамма-линоленовую кислоты

Популярна при наборе мышечной
массы, полезная для сердца, мозга.

7% жиров, в т.ч. ненасыщенные жирные кислоты

Белок — 60-70%

Калорийность в 100 г — 309 ккал

Витамин Е — 108%

Витамин В2 (рибофлавин) — 493%

Цинк — 33%

Редкий вегетарианский источник витамина В12

Хлорелла



Простая, одноклеточная микроводоросль

Имеет яркий насыщенный зеленый тон

Самый известный источник хлорофилла —
составляет от 3% до 5% биомассы

Популярна в детокс-программах.

В 2 раза больше нуклеиновых кислот

Белок — 40-50%

Калорийность в 100 г — 343 ккал

Витамин Е — 74%

Витамин В2 (рибофлавин) — 221%

Цинк — 698%

Обильный источник бета-каротина и магния

Deluxe.com.ua — интернет-магазин
+38 (044) 537-12-37, +38 (067) 195-85-85, +38 (050) 145-85-45 Доставка по Киеву и Украине



Күніне кемінде төрт рет қолмен араластыру керек. Суспензия көлемі 30 литрге жеткенде, араластыру үшін электр сорғысын пайдалануға болады. Суспензия көлемі 50 литрден аз болса, сорғының - шығыс шлангісін ішінара қысу немесе шүмекті пайдалану қажет.

Осылайша, 50 литр концентрацияланған дақыл алынғанша дәйекті еріту процесін жалғастырыңыз.

Жаңа ортаның сілтілігі 8,5 құрайды, ал pH дақыл өскен сайын 10 немесе тіпті 11-ге дейін көтерілуі мүмкін. Соңғысы дақыл ортасын сумен сұйылту керек екенін көрсетеді.

Спирулинаны өндіру технологиясы

- 1. Дайындық. Жылыжайда бассейндер салу және орнату, қажет болған жағдайда су ыдыстарын дайындау, қажетті құралдарды және биомасса кептіру блогын дайындау. Бассейндердің жалпы ауданы неғұрлым көп болса, соғұрлым көп өнім алуға болады, сондықтан биомассаны кептіру блогының өлшемдері, су шығыны, техникалық қызмет көрсету персоналының саны және т.б. осыған байланысты болады.

- 2. Өндірісті қосу. Бұл кезеңде спирулина биомассасының аз мөлшері арнайы дайындалған өсіру ортасы бар бассейнге орналастырылады. Биомасса өскен сайын егін жинау жүргізілмейді, бірақ басқа бассейндер толтырылады. Көмір қышқыл газ, жарық, механикалық араластырғыш құралдардың жұмыс істеуімен қамтамасыз етеді.

3. Егісті жинау. Спирулинаның өсу қарқыны жеткілікті жоғары болғандықтан, егін жинау күн сайын жүргізіледі. Бассейндерде белгілі бір тығыздыққа жеткенде, спирулина биомассасының бір бөлігі бетіне қалқып шығады, бұл тікелей жер бетінен егін жинауға мүмкіндік береді.

4. Қосымша енгізу. Спирулина өсіп, егін жинау кезінде балдырлар өсетін орта сарқылып, ішіндегі қажетті қор заттары азаяды. Қоректік заттардың жетіспеушілігін толтыру үшін минералды тұздар мезгіл-мезгіл ортаға қосылады, мысалы азот, фосфор, темір және т.б.

5. Биомассны жуу. Спирулина жасушалары құрамы әртүрлі бейорганикалық тұздары (қоректік орта) көп суда өсетіндіктен, жиналған биомасса міндетті түрде жуылады. Ол үшін биомасса елекке салынып, қарапайым тұщы сумен жуылады.

6. Биомассны кептіру. Ол үшін биомасса полиэтиленге жұқа қабатпен жағылады және 3-4 сағат бойы кептіріледі, бұл тікелей күн сәулесінің түсуіне жол бермейді, өйткені қарқынды күн сәулесі пигменттердің бұзылуына әкеледі, бұл спирулина биомассасының сапасын айтарлықтай төмендетеді.

7. Спирулина биомассасын сақтау. Спирулинаның кептірілген биомассасы, мысалы, полиэтилен пакеттері сияқты герметикалық сақтау контейнерлеріне жиналады. Тығыздық қажет, өйткені микробалдырлардың кептірілген биомассасы өте гигроскопиялық. Ұйықтау орамы бөлме температурасында қараңғы жерде сақталады. Спирулинаның кептірілген биомассасына ылғалдың түсуі өте жағымсыз.

Мұндай жағдайларда биомассаны қайта кептіруге болмайды, өйткені жоғары ақуыз және ылғал бактериялардың дамуы үшін ең қолайлы орта болып табылады. Кейде спирулина биомассасы бүлінген өнімнің тән көрінісі мен иісіне ие болу үшін бактериялардың бірнеше минуттық белсенділігі жеткілікті.

Сақтаудың негізгі шарттары:

Температура: салқын, жылу көздерінен аулақ болыңыз.

Жарық: қараңғыда сақтаңыз, өйткені жарық спирулинаны бұзады.

Ылғал: құрғақ жерде, атмосфералық ылғалдан қорғаңыз.

Ауа: оттегімен жанасуды болдырмау үшін герметикалық ыдыста.

Қаптама: тығыз қақпағы бар банкаларды немесе контейнерлерді пайдаланыңыз.

Қорытынды

- Спирулина – бұл бірегей прокариотты организм, ол жоғары қоректік құндылығымен және қолайлы экологиялық қасиеттерімен (мысалы, азотты бекіту) ерекшеленеді.
- Оның биологиясы (спиральді пішіні, фикоцианиннің болуы, сілтілік ортаға бейімділігі) оны табиғатта жылы жерлерде, сілтілі ортада тіршілік етуге мүмкіндік береді.
- *S. platensis* биомассасының антиоксиданттық қасиеттері жоғары деп танылған дақылының биомассасын тотығу стрессін модельдеу жағдайында in vivo жағдайда егеуқұйрықтарға тәжірибелер жүргізген. Нәтижесінде ақ егеуқұйрықтарындағы in vivo экспериментінде липидтердің асқын тотығуының тежелуі, супероксиддисмутаза, каталаза белсенділігінің дозаға тәуелді жоғарылауы, сондай ақ, салмақтарының артқаны және тотығу стрессін төмендеткен ғылыми ақпараттар бар.
- Спирулина – бұл денсаулық, азық-түлік өнеркәсібі және ғылым үшін маңызды биотехнологиялық нысан.
- Спирулина әртүрлі табиғи жағдайларға өте бейімделгіш. Эволюция процесінде қатаң бәсекелестік жағдайларынан өтіп, спирулина жасушалары қолайлы жағдайларда ең жоғары жылдамдықпен бөліну қабілетіне ие болды.

Ұсынылатын әдебиеттер

- 1. Кедик С.А., Ярцев Е.И., Гультяева Н.В. Спирулина - пища XXI века.- М.: Фарма Центр, 2006. — 166 с. ISBN 5-901913-03-5.
- 2. Заядан Б.К., Фототрофты микроорганизмдер биотехнологиясы.–Павлодар, «Brand print», 2010. – 432 б.
- 3. Адамс М. Суперпища для оптимального здоровья: хлорелла и спирулина, 2012 – 38с.
- 4. Биология цианобактерий: учебно-методическое пособие / Е.А. Бессолицына – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2012. – 51 с.

НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА РАХМЕТ!