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

«Фототрофты микроорганизмдер» пәні

Дәріс №10

Микробалдырлар мен цианобактериялар негізінде биологиялық белсенді заттар мен тағамдық қоспалар биотехнологиясы

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

Жоспар

- Кіріспе
- 1. Микробалдыр хлорелла және оның биотехнологиядағы алатын орны;
- 2. Микробалдыр дуналиелланың биологиялық және биотехнологиялық маңыздылығы;
- 3. *Porphyridium* туысының маңыздылығы
- 4. Цианобактерия анабаенаның маңыздылығы;
- 5. Қорытынды
- Бақылау сұрақтары

Кіріспе

Микробалдырлар мен цианобактериялар — құрамы биологиялық белсенлі заттарға бай, фотосинтездеуші микроорганизмдер тобы. Олар биологиялық белсенді заттар (ББЗ) мен функционалды тағамдық қоспаларды өндіруде биотехнологиялық тұрғыдан аса құнды шикізат көзі болып табылады.

Көптеген салаларда, соның ішінде, медицинада және тағам өнеркәсібі үшін шикізат ретінде микробалдырлардың жоғары әлеуеті олардың өте күрделі метаболизміне негізделген, бұл оларға көптеген қосылыстарды синтездеуге мүмкіндік береді. Метаболиттердің бұл алуан түрлілігі биотехнологияның әр түрлі салаларында фототрофты микроорганизмдерді қолдану мүмкіндігін тудырады.

Хлорелла (*Chlorella*) — біржасушалы жасыл микробалдыр, ол фотосинтез арқылы көмірқышқыл газын сіңіріп, органикалық заттар түзе алады. Оның биологиялық және биотехнологиялық маңызы өте жоғары. Хлорелла — фотосинтез, жасуша метаболизмі, биохимиялық реакциялар мен генетикалық зерттеулерде жиі қолданылады.

Дуналиелла (Dunaliella) - фотосинтездейтін балдырлардың ішінде ең бейімделгіш және биотехнологиялық тұрғыдан құнды түрлердің бірі. Дуналиелла - біржасушалы жасыл микробалдырлар туысы, *Chlorophyta* бөліміне жатады. Ол теңіз және тұзды суларда тіршілік ететін галофильді (тұзға төзімді) организм болып табылады.

Porphyridium — бұл қызыл біржасушалы микробалдырлар (Rhodophyta бөліміне жатады). Олар теңіз және тұщы суларда тіршілік етеді және биологиялық белсенді заттардың табиғи көзі ретінде ерекше биотехнологиялық маңызға ие.

Анабаена (*Anabaena azollae*) - биологиялық азот тыңайтқышы ретінде, әсіресе күріш алқаптарында кең пайдаланылады. Биологиялық белсенді заттар (витаминдер, антиоксиданттар, аминқышқылдары) өндіруде қолданылады.Биосорбент ретінде ауыр металдарды және ластаушы заттарды сіңіру қабілеті бар.

25-тен астам жасыл микробалдырлар мен 8-ге жуық цианобактериялар азық-түлік өнімдерінің маңызды өндірушілерінің бірі болып табылады.

Дақылдау жағдайына байланысты Хлорелла, Сценедесмус және Дуналиелла сияқты жасыл микробалдырлардың биомассасында ақуыз 8-58% -дан, көмірсулар 6-37% -дан және майлар 4-85% -дан тұрады.

Дақылдау жағдайына байланысты аминқышқылдардың, пигменттердің, микроэлементтердің және басқа қосылыстардың мөлшері де өзгереді.

Ақуыздың құрамы жағынан микробалдырлардың биомассасы соя (соя тұқымы) сияқты өнімнен асып түседі.

Бұл кезде микробалдырлардың биомассасында барлық маңызды аминқышқылдары бар - треонин, валин, фенилаланинлейцин, лизин, метионин және т.б.

Кесте 1 - Кейбір ақуыз көздерінің салыстырмалы сипаттамасы

Ақуыз көздері	**Ақуыз шығымы, жылына 1 га кг құрғақ зат**
Балдырлар *Spirulina platensis* *Chlorella pyrenoidosa*	 24300 15700
Жоңышқа жапырақтары	1680
Жарма жапырақтары	670
Жержаңғақ	470
Бұршақ тұқымдастары	395
Бидай	300
Сиыр сүті	100
Ірі қара еті	60

Мұның бәріне қосымша микробалдырлардың жасушаларында дәрумендер, микроэлементтер, фосфор көп. Микробалдырлар мен цианобактериялардың жасушаларында көп мөлшерде минералды компоненттер бар.

Микробалдырлардың артықшылығы - табиғаттағы маңызды және өмірлік маңызды заттардың бүкіл спектрі оларда синтетикалық жолмен жасалынбайтын теңдестірілген кешен түрінде ұсынылады.

Микробалдырлар метаболизмінің жоғары иілгіштігі қоректік ортаның құрамын немесе өсіру жағдайларын өзгерту арқылы, мысалы, құс еті мен жұмыртқаларын қажетті микроэлементтермен, дәрумендермен және басқа ББЗ байытатын функционалды өнімдерді алуды жеңілдетеді.

Биологиялық белсенді заттардың үлкен спектрі қоректік ортаға шығарылады, сондықтан толыққанды қоректендіруді құру мәселесінің оңтайлы шешімі - қолданыстағы рациондарды микробалдырлардың «тірі» жасушаларымен ғана емес, сонымен қатар олар фотосинтез кезінде бөсататын метаболиттердің бүкіл спектрімен толықтыру.

Биологиялық белсенді заттарды іс жүзінде қолданудың маңызды шарттары олардың жоғары технологиялық тиімділігі және қол жетімді құны болып табылады.

Әмбебап биологиялық құрамы

Үлкен энергия сыйымдылығы

Антиоксидантты қасиеттері

Иммундық жүйені арттыру мүмкіндігі

Бұл қасиеттер өсімдік тектес құнды микроскопиялық организмдерді нағыз табиғи дәрілік заттар санатына қосады.

Микробалдыр хлорелла және оның биотехнологиядағы алатын орны;

1. Биологиялық маңызы

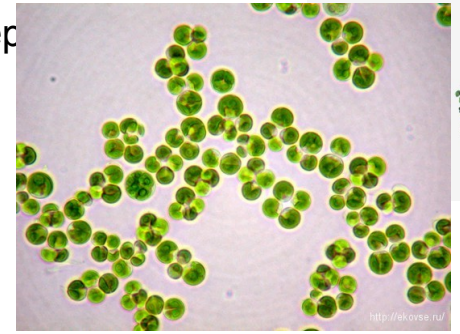
- **Фотосинтез процесінің тиімді үлгісі.** Хлорелла атмосферадағы CO_2-ні сіңіріп, оттегі бөледі, осылайша экологиялық тепе-теңдікті сақтауға үлес қосады.
- **Жоғары биомасса түзу қабілеті.** Қолайлы жағдайда тәулігіне бірнеше есе көбейіп, тез өседі.
- **Биосферадағы рөлі.** Су экожүйелерінде бастапқы өнім өндіруші ретінде маңызды орын алады.

2. Тағамдық және медициналық маңызы

- **Ақуызға бай (60% дейін).** Барлық алмастырылмайтын аминқышқылдары бар, сондықтан толыққанды ақуыз көзі.
- **Витаминдер мен минералдарға бай.** A, B_{12}, C, E, K витаминдері, темір, магний, кальций көп.
- **Антиоксидант және детоксикациялық әсері бар.** Ағзадан ауыр металдарды, токсиндерді шығарады.
- **Иммундық жүйені күшейтеді.** Полисахаридтер мен хлорофилі ағзаның қорғаныс қабілетін арттырады.

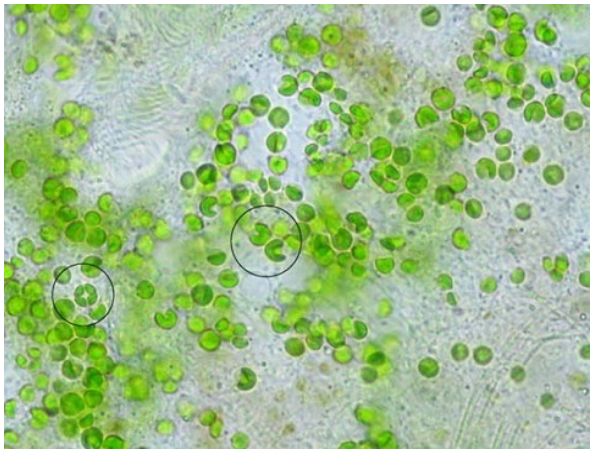
3. Биотехнологиялық маңызы

- **Биологиялық белсенді заттар өндірісінде** (хлорофилл, каротиноидтар, липидтер, ақуыз концентраттары).
- **Биожанармай көзі ретінде.** Хлорелла майлы қосылыстар синтездей алады, олар биодизель өндіруге жарамды.
- **Қоршаған ортаны тазалау (биотазалау).** Ластанған сулардан ауыр металдар мен азот, фосфор қосылыстарын сіңіреді.
- **Көмірқышқыл газын биологиялық жолмен утилизациялау** мақсатында өнеркәсіптік шығарындыларды азайтуда қолданылады.





Микробалдыр хлорелла және оның биотехнологиядағы алатын орны;



Chlorella белсенді ақуыз продуценті болып табылады. Ақуыз заттарының үлесі 50% құрайды, бұл бұршақ тұқымдас өсімдіктерден екі есе көп, шамамен 30% көмірсу, 5-10% май, 3-10% минералды тұздар.

Сонымен қатар, микробалдырлар ақуызы ең идеалды сүт ақуызына жақын болып шықты.

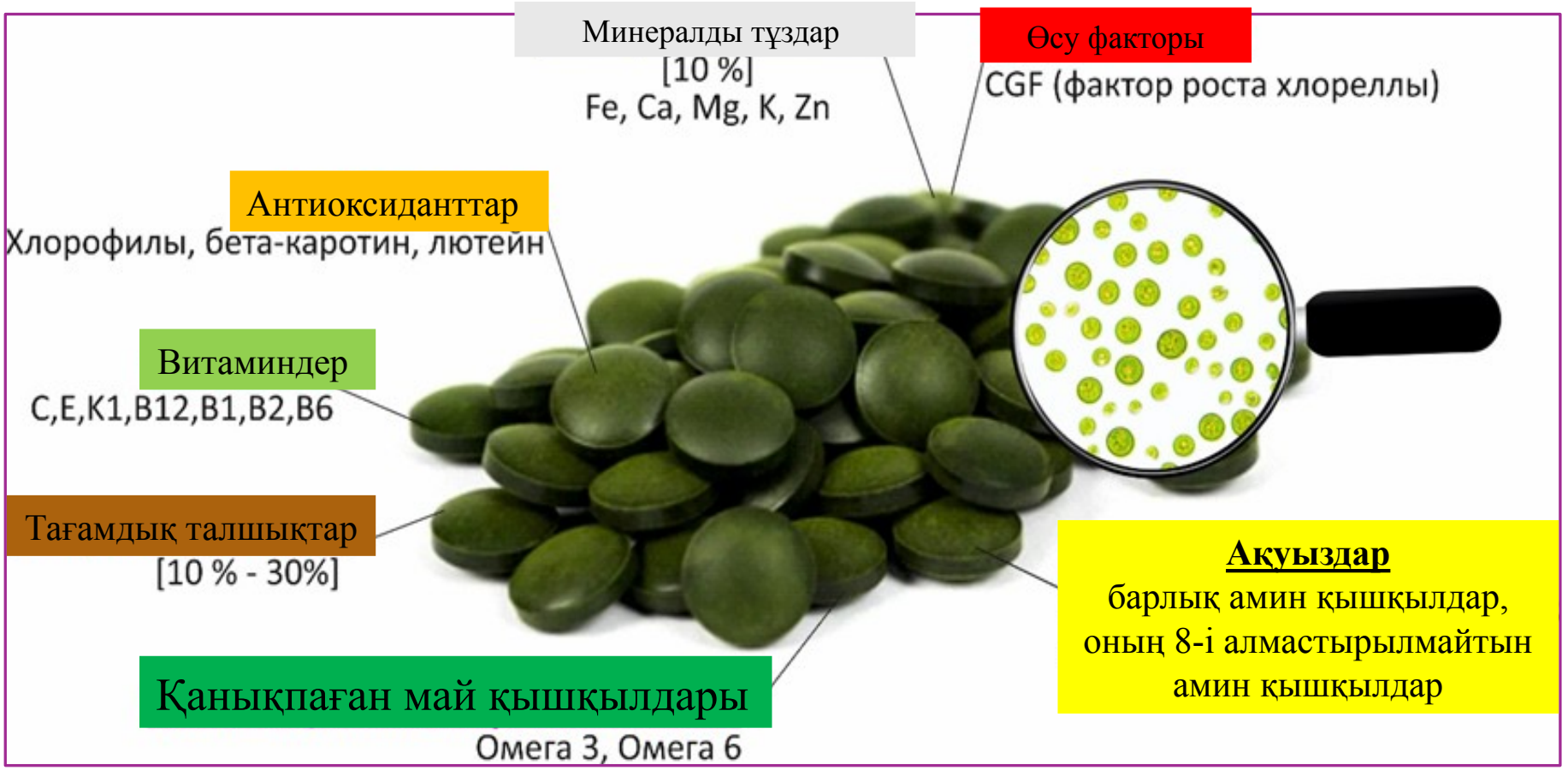
Бұл микробалдырдың химиялық құрамындағы ең құнды заттар

- Фолий қышқылы (шамамен 30 мкг/г)
- Пантотен қышқылы (>100 мкг/г)
- В6 дәрумені (>20 мкг/г
- Биотин (2,5 мкг/г дейін),
- Аскорбин қышқылы (15000 мкг/г)
- β-1,3-глюкан (иммуностимулятор, липидтер алмасуының реттеушісі)
- α-токоферол (2000 мкг/г)

Chlorella биомассасы - тазартылған өнімді қолданудан, қоршаған ортаның ластануынан және нутриенттердің жетіспеуінен болатын ауруларға қарсы профилактикалық агент.

Бұл балдыр иммунитетті күшейту мақсатында, қатерлі ісік ауруларына қарсы, биологиялық белсенді қоспалар (ББҚ) ретінде жалпы күшейтетін агент ретінде қолданылады, әсіресе жалпы және жүйке астенизациясы белгілері бар әлсіреген науқастар үшін (психикалық шаршау, зейіннің нашарлауы, бұл ауыр аурулардан кейін байқалады, психикалық артық күш) қолданылады.

- *Chlorella vulgaris* теңіз балдырының спирттік сығындысы тотығу стрессінен туындаған түрлі функционалдық бұзылыстардың алдын-алу үшін күшті агент бола алады.



Хлорелла биомассасының химиялық құрамы

Хлорелла биомассасы терапевтік-профилактикалық препарат ретінде асқазан жарасы, аллергия, артрит, атеросклероз, гипертония, жүрек-қан тамырлары аурулары сияқты аурулардың келесі спектрін емдеу үшін қолданылады.

Қазіргі кезде *Chlorella* биомассасынан ұнтақтарды, жақпа майларды, спирттік мен май экстрактілерін терінің сыртқы бетіне қолдану дайындайды..

Chlorella ақуыздың, полиқанықпаған май қышқылдарының, табиғи антибиотик хлорелиннің, F дәрумені мен арахидон амин қышқылының болуы терінің қартаюына жол бермейді және тіндердің регенерациясы мен жасару процестерін қоздырады.

Бұл табиғи фактордың қабынуға қарсы, аллергияға қарсы, саңырауқұлаққа қарсы, бактерицидтік әрекетін атап өту керек, бұл оны көптеген тері аурулары кезінде қолдануға және тезірек сауықтыру әсеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Chlorella микробалдырларын әлемде 70-тен астам компания өсіреді, олардың арасында 300 тоннаға дейін құрғақ балдырлар биомассасын шығаратын жетекші компаниялар бар.

Taiwan *Chlorella* Manufacturing&Co (Қытай)

Sun *Chlorella* Ltd (Жапония)

Daesang (Корея)







Chlorella микробалдырына негізделген биологиялық белсенді тағамдық қоспа

Микробалдыр дуналиелланың биологиялық және биотехнологиялық маңыздылығы

Дуналиелла (*Dunaliella*) — біржасушалы жасыл микробалдырлар туысы, ***Chlorophyta*** бөліміне жатады. Ол теңіз және тұзды суларда тіршілік ететін **галофильді (тұзға төзімді)** организм болып табылады. *Dunaliella* — фотосинтездейтін балдырлардың ішінде ең бейімделгіш және биотехнологиялық тұрғыдан құнды түрлердің бірі.

Морфологиялық сипаттамасы

Жасушалары сопақ немесе алмұрт тәрізді, мөлшері 10–15 мкм. Жасуша қабығы болмайды, бұл тұз концентрациясы күрт өзгерген жағдайда пішінін тез өзгертуге мүмкіндік береді. Екі жылжымалы талшығы (жгутик) бар — олар арқылы қозғалады. Цитоплазмада ірі хлоропласт және бір пиреноид болады.



Физиологиялық ерекшеліктері

- **Фотосинтездейтін организм**, энергияны жарықтан алады.
- **Галофильді қасиеті** арқасында 0,5–30% NaCl концентрациялы ортада өсе алады.
- Тұз концентрациясы артқан сайын **β-каротиннің көп мөлшерін жинақтайды** — бұл пигмент жасушаны тұз және жарық стрессінен қорғайды.

Өсіру ерекшеліктері

Dunaliella - өсуіне әсер ететін негізгі факторлар: жарық қарқындылығы, температура (25–35°C), тұз мөлшері және қоректік заттардың құрамы.Жарық немесе тұз стрессі кезінде β-каротин жиналуы бірнеше есе артады.

Биотехнологиялық маңызы

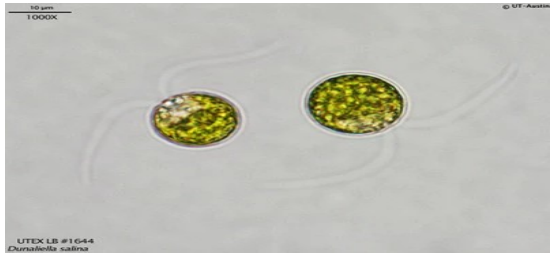
β-каротин өндірісінің негізгі көзі.
D. salina — табиғи жолмен β-каротин синтездейтін ең тиімді микроорганизм, ол тағамдық қоспалар мен косметикада антиоксидант ретінде пайдаланылады.
Глицериннің биосинтезі. Тұзды ортада жасуша ішіндегі осмостық тепе-теңдікті сақтау үшін глицерин жинайды; бұл қосылыс биотехнологиялық жолмен өндіріледі.
Биомасса тағам және фармацевтикада қолданылады. Ақуыз, витамин, минерал және антиоксиданттарға бай.

- ***Dunaliella*** жасыл тұзды-сулы микробалдырлар - май қышқылдарын, β-каротинді және басқа каротиноидтарды алу үшін өнеркәсіптік өсірудің перспективалы объектісі.

- Ең көп таралған түрлерде барлық каротин изомерлері (α, β, γ, ε), сондай-ақ ксантофилдердің кең жиынтығы (зеаксантин, неоксантин, виолаксантин, микронон, сифоноксантин, сифонинифонеин, астопинонейн) анықталды.

- Пигменттер арақатынасының жеке индикаторлары тіпті осы микробалдырлардың әртүрлі штамдары үшін де ерекшеленетінін ескеру қажет.

- Пигменттердің абсолютті мазмұны және олардың мөлшері клеткалардың орташа көлемімен, ал өзгергіштік дәрежесі - түрдің экологиялық сипаттамаларымен сәйкес келеді.



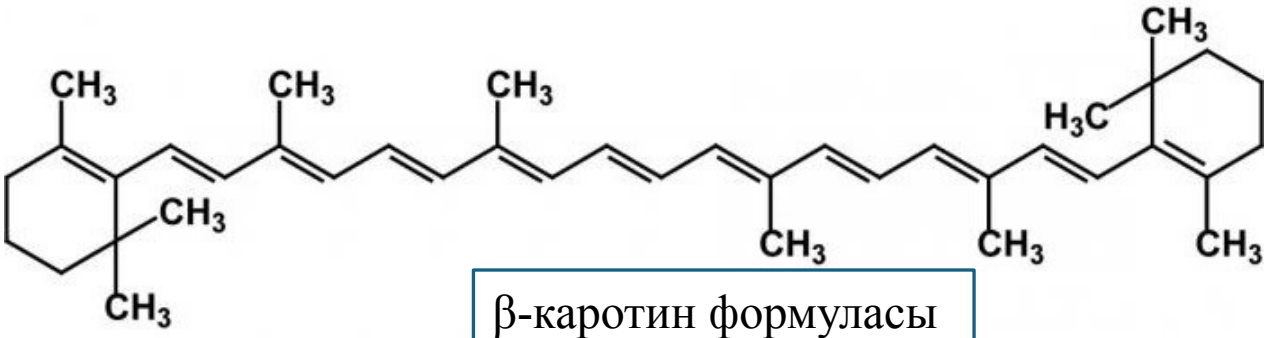
Каротиноидтар антиоксидант ретінде әрекет етіп, организмнің жасушалары мен ұлпаларын бос радикалдардың әсерінен қорғайды.

Басқа антиоксиданттардан айырмашылығы, каротиноид молекулалары бос радикалдарды бейтараптандыру процесінде азаяды және ыдырайды.

Каротиноид молекуласы 20-дан астам бос радикалдардың шабуылына төтеп бере алады.

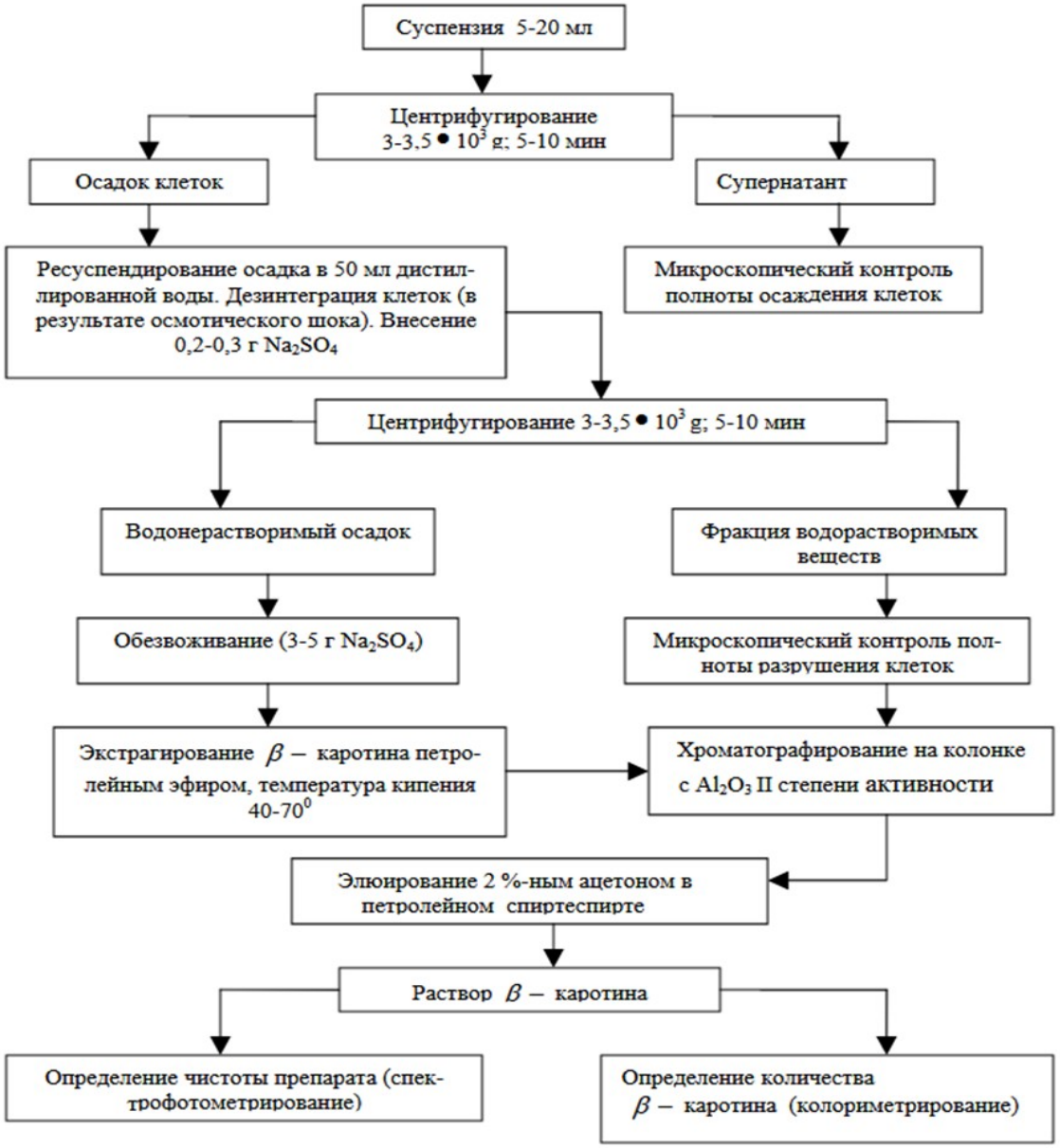
Осылайша, тіндердің каротиноидты антиоксиданттар деңгейінің жоғарылауы антиоксидантты қорғаныстың барлық сызығын күшейтеді, демек, тотығу стрессінің қаупін азайтады.

Биотехнологияда *Dunaliella salina* микробалдырлары негізінен β-каротин өндірісі үшін шикізат ретінде қолданылады.



β-каротин формуласы

Каротиноидтар - бұл «құрбандыққа» арналған антиоксиданттар.



Микробалдырлар жасушаларынан каротинді бөліп алу схемасы

Кез-келген биологиялық белсенді қоспаны қабылдау кезінде өңдеу және сақтау процесінде биомассаның биологиялық құндылығын жоғалтудың алдын-алу бірдей маңызды екенін атап өткен жөн.

Осылайша, күн сәулесінде кептірілген және ауаның қол жетімділігімен сақталатын биомассада витаминдер, каротиноидтар және фикоцианин жыл ішінде жартысына жуық азаяды.

Осы мәселені ішінара шешудің заманауи нұсқасын Cyanotech Co., Ltd ұсынған, ол биологиялық белсенді заттарды тиімді үнемдейтін, азотты атмосферада кептірудің криогендік әдісін өндіріске енгізді.

Соңғы онжылдықта пайда болған микробалдыр биотехнологиясының тағы бір жаңа бағыты - «Микробалдыр майын» өндіру - адамдар мен жоғары сатыдағы жануарлар үшін маңызды ω-3,6 ПНМҚ концентраты.

Дені сау адамда қалыпты тамақтану жағдайында организм тұтынатын калориялардың жалпы санының 35 - 45% липидтермен қамтамасыз етіледі, олардың арасында энергияның ең маңызды көзі триглицеридтер болып табылады.

Липидтер организмнің өмірлік белсенділігін қамтамасыз етуде маңызды функцияларды орындайды:

1) олар рациондағы энергияның шоғырланған көзі және май құрамына кіретіндіктен, организмдегі энергия қорларының рөлін орындайды;

2) тамақ липидтері тікелей мембраналық элементтерге айналады және құрылымдық липидтердің биосинтезінде негізінде қызметін атқарады;

3) липидтік сипаттағы физиологиялық белсенді заттардың (простагландиндер, тромбоксандар, простациклиндер және т.б.) биосинтезінің негізі болып табылады;

4) майда еритін витаминдердің тасымалдаушыларының рөлін орындау;

5) қанның липидті құрамының реттелуіне әсер етеді

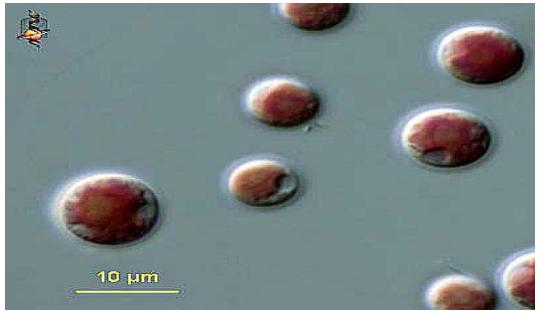
Организмде синтезделмейтін **полиқанықпаған** эфир май қышқылдары ағзаның өмірінде ерекше орын алады.

Porphyridium туысының маңыздылығы

Porphyridium — бұл **қызыл біржасушалы микробалдырлар** (*Rhodophyta* бөліміне жатады). Олар теңіз және тұщы суларда тіршілік етеді және **биологиялық белсенді заттардың табиғи көзі** ретінде ерекше биотехнологиялық маңызға ие.

1. Морфологиялық сипаттамасы

- **Жеке жасушалар түрінде** тіршілік етеді, диаметрі шамамен 5–10 мкм.
- **Жасуша қабығы жоқ**, бірақ оны қоршап тұратын **шырышты полисахаридті қабық** бар — ол қорғаныш қызметін атқарады.
- Хлоропластында **фикоэритрин** және **фикоцианин** сияқты пигменттер бар, олар балдырға қызыл түс береді.



2. Физиологиялық ерекшеліктері

- **Фотосинтездейтін организм**, жарықты пайдаланып органикалық заттар синтездейді.
- **Полисахаридтер, пигменттер және майлар** сияқты қосылыстарды жинақтайды.
- Тұзды, температурасы өзгермелі ортаға жақсы бейімделеді.

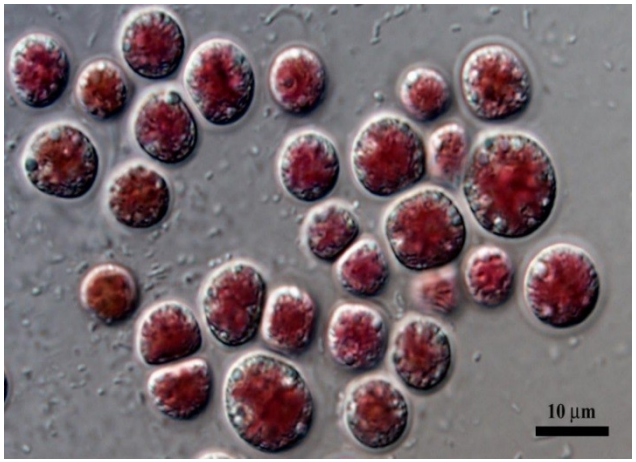
3. Биотехнологиялық маңызы

Porphyridium — жоғары құнды биологиялық белсенді заттар көзі:Фикоэритрин және фикоцианин — табиғи қызыл және көк пигменттер, олар:тағамдық және косметикалық бояғыш ретінде;флуоресцентті маркерлер мен биомедициналық зерттеулерде қолданылады.

Сульфатталған полисахаридтер — вирусқа, бактерияға және қабынуға қарсы әсер көрсетеді; фармацевтикада перспективті биополимерлер.

Полиқанықпаған май қышқылдары (ПҚМҚ) — ω-3 және ω-6 типті майлар жүрек-қантамыр жүйесіне пайдалы. Антиоксиданттар — организмді еркін радикалдардың әсерінен қорғайды.

Porphyridium қызыл микробалдырлары - арахидондық және эйкозапентаендік сияқты көп қанықпаған май қышқылдарының өндірушілері.



Адам ағзасында бұл қышқылдар антагонист ретінде қызмет етеді.

Арахидон қышқылы негізінде адам ағзасында ауырсыну медиаторлары болатын заттар синтезделеді.

Эйкосапентаен қышқылы, керісінше, ауырсыну медиаторларының негізін қалайшылар болып табылады.

Дақылдау жағдайының өзгеруі (температура, жарықтандыру, көмірқышқыл газының концентрациясы) осы екі қышқылдың қатынасын өзгерте алады, сондықтан қажетті қасиеттері бар медициналық препараттарды алуға болады.

Осылайша, *Porphyridium cruentum, P. purpureum, Pheodactilum tricornutum* белгілі бір жағдайларда негізінен эйкозапентаен қышқылын (ЭПҚ) түзеді.

Бір мезгілде ПНМҚ, биодизель өндірісі және өндірістік газдар мен сарқынды суларды тазарту үшін балдырларды өсірудің күрделі қалдықсыз технологиялары өндіріс рентабельділігін арттырудың мүмкін әдісі ретінде қарастырылады. Бұл бағыт Нидерландыда қарқынды дамып келеді (Энергетикалық зерттеу орталығы Нидерланды).

Оны медицинада қолданудың маңызды бағыты - атеросклероздың және басқа да бірқатар жүрек-қан тамырлары ауруларының дамуына әкелетін липидтік алмасу бұзылыстарының алдын алу және түзету.

Porphyridium cruentum-тен кристалды ЭПҚ алу технологиясы Испанияда жасалған, алайда өнімнің қымбат болуына байланысты (4600 кг-1 АҚШ доллары) ол коммерциаландырылған жоқ.

Микробалдырларды медициналық диагностикада қолданылатын тұрақты изотоптарды синтездеу үшін де қолдануға болады.

Мысалы, микробалдырларды дистилденген судан (D_2O). дайындалған орталарда өсіруге болады.

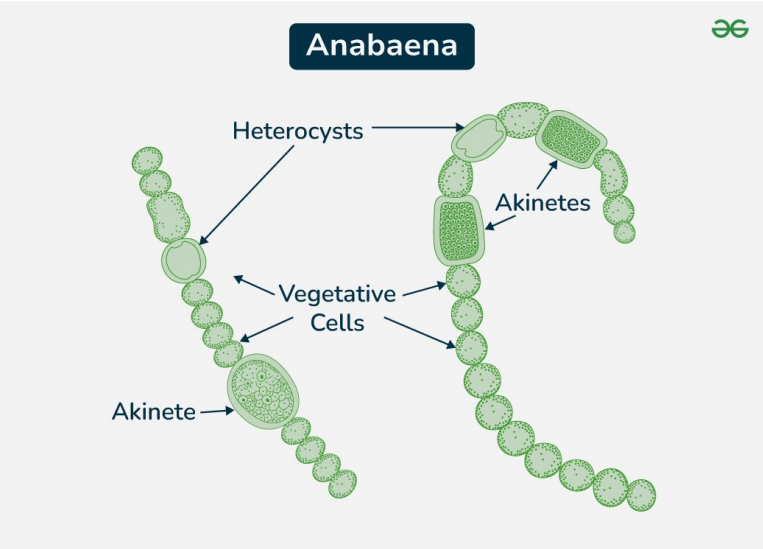
Микробалдырлардың кейбір түрлері (сол хлорелла) осындай дақылдау жағдайларына бейімделе алады. Сонымен, осындай бейімделген жасушалардың құрамындағы барлық қосылыстар дейтериймен бірдей таңбаланатын болады.

Әрі қарайғы міндет - диагностикаға қажетті қосылыстарды тазарту. Бұл ақуыздар, көмірсулар, липидтер, май қышқылдары және басқалары болуы мүмкін.

Сіз сондай-ақ жасушаларды қарапайым суда өсіре аласыз, бірақ сонымен бірге оларды CO2 (13C) немесе азот (15N) изотопы бар ауа қоспасымен үрлеңіз, нәтижесінде көміртегі мен азоттың тұрақты изотоптарымен бірдей таңбаланатын қосылыстар алынады.

Цианобактерия анабаенаның биологиялық және биотехнологиялық маңыздылығы

Анабаена — бұл жіпше тәрізді, фотосинтездейтін **цианобактериялар** тобына жататын прокариотты микроорганизм. Ол табиғатта кең таралған және биологиялық, экологиялық әрі биотехнологиялық тұрғыдан үлкен маңызға ие.



1. Морфологиялық сипаттамасы

Анабаена - жасушалары тізбектеліп орналасқан жіпше (трихома) түрінде болады. Трихомадағы кейбір арнайы жасушалар гетероциста деп аталады — олар азот фиксациялауға (атмосфералық азотты сіңіруге) қабілетті. Кейде акинеталар деп аталатын қалың қабықты тыныштық жасушалары түзіледі — олар қолайсыз жағдайда өміршеңдігін сақтайды.

2. Физиологиялық ерекшеліктері

- **Фотосинтез** арқылы органикалық заттар түзіп, оттегі бөледі.
- **Азотфиксациялаушы қабілетке ие.** Анабаена гетероцисталар арқылы атмосфералық азотты NH_3 түрінде байланыстырады, бұл топырақтағы азот қорын байытады.
- **Су ортасында планктон түрінде** тіршілік етеді, әсіресе тұщы суларда жиі кездеседі.

3. Экологиялық маңызы

Анабаена су экожүйелерінде 1-шілік продуцент (бастапқы өнім өндіруші) ретінде маңызды рөл атқарады. Кейбір түрлері су өсімдіктерімен, мысалы *Azolla* -мен симбиозда өмір сүреді, бұл симбиоттық жүйе азотты табиғи тыңайтқыш ретінде қолдануға мүмкіндік береді. Кей жағдайларда судың “гүлденуін” (эвтрофикация) тудырып, экологиялық тепе-теңдікті бұзуы мүмкін.

Хлорофилл а 700-740 нм дейін жарық сіңіруді қамтамасыз етеді, ол цианобактерияларда, барлық балдырларда және жоғары сатыдағы өсімдіктерде кездеседі.

Фикобилипротеидтер – цианобактерияларда кездесетін пигменттер:

- *С-фикоцианин*
- *С-фикоэритрин*
- *С-аллофикоцианин*

Фикобилипротеидтер 450-700 нм аймағында жарық сіңіруді, сондай-ақ сіңірілген жарықтың хлорофиллге жоғары тиімді (90% дейін) берілуін қамтамасыз етеді.

4. Биотехнологиялық және ауылшаруашылық маңызы

Биологиялық азот тыңайтқышы ретінде пайдаланылады, әсіресе күріш алқаптарында (*Anabaena azollae*). Биологиялық белсенді заттар (витаминдер, антиоксиданттар, аминқышқылдары) өндіруде қолданылады. Биосорбент ретінде ауыр металдарды және ластаушы заттарды сіңіру қабілеті бар.

Каротиноидтар - көмекші пигменттер, изопренді конденсация өнімдері.

алифатты каротиноидтарда тізбек бұрылған

моно- және бициклді каротиноидтарда тізбектің ұштарында хош иісті сақиналар болады.

Құрамында оттегі бар каротиноидтар ксантофилдер тобына жатады.

Каротиноидтар 400-550 нм толқын ұзындығында спектрдің көк және жасыл бөліктерінде жарықты сіңіреді.

20-дан астам күлгін бактериялардың каротиноидтары бөліп алынған, ең кең тарағандары - сарыдан қошқыл-күлгінге дейін, қоңыр және барлық қызыл түстерді анықтайтын каротиноидтар, ксантофилдер.



Фотодинамикалық терапияда (ФДТ) қолданылатын фотосенсибилизаторлар (ФС) организмге енгізілгеннен кейін ісік жарықта таңдалып, көбінесе лазермен, қозу кезінде цитотоксикалық заттарды, ең алдымен синглетті оттегін (1O2) түзеді.

Микробалдырлар фотосенсибилизаторлар пигменттері

Қорытынды

Хлорелла — экологиялық таза, биологиялық тұрғыдан құнды, тағамдық және биотехнологиялық тұрғыдан маңызды микробалдыр. Ол:

- адам мен жануарлар қорегінің сапасын арттырады;
- қоршаған ортаны тазартады;
- жаңартылатын энергия көзі бола алады.

Сондықтан хлорелла қазіргі және болашақ биотехнологиясының маңызды биоресурсы болып саналады.

Дуналиелла — тұзға төзімді, жоғары бейімделгіш және биотехнологиялық тұрғыдан аса құнды микробалдыр. Ол:

табиғи **β-каротин мен глицериннің негізгі көзі**,

- экологиялық таза **антиоксиданттар мен тағамдық қоспалар өндіруде**,
- сондай-ақ **экстремалды ортаға бейімделу процестерін зерттеуде** маңызды рөл атқарады.

Porphyridium - вирусқа қарсы, иммуномодуляторлық және қабынуға қарсы препараттар жасау.

Косметология: теріге арналған қартаюға қарсы және ылғалдандырғыш компоненттер алу.

Тағам өнеркәсібі: табиғи бояғыш және тағамдық қоспа ретінде.

Биополимерлер өндірісі: *Porphyridium* түзетін шырышты полисахаридтер экологиялық таза, биологиялық ыдырайтын материал ретінде қолданылады.

Анабаена — фотосинтез бен азот фиксациясын қатар жүргізе алатын ерекше цианобактерия.

Ол:

- табиғи экожүйелерде биогеохимиялық айналымдарға қатысады,
- ауыл шаруашылығында табиғи тыңайтқыш ретінде қолданылады,
- биотехнологияда экологиялық таза биопрепараттар мен биосорбенттер өндіруде маңызды рөл атқарады.

Бақылау сұрақтары:

- 1. Микробалдыр хлорелла және оның биологиялық, биотехнологиялық құрылымы қандай;
- 2. Микробалдыр дуналиелланың биологиялық және биотехнологиялық маңыздылығы;
- 3. *Porphyridium* – туысты микробалдырлардың морфологиялық, физиологиялық және биотехнологиялық маңыздылығы
- 4. Цианобактерия анабаенаның микробалдырлардын морфологиялық, биотехнологиялық ерекшеліктері.
- 5. Микробалдырлар мен цианобактериялардың биотехнологиялық перспективті бағыттарына сипаттамалар беріңіз.

Ұсынылатын әдебиеттер

- 1. Заядан Б.К., Фототрофты микроорганизмдер биотехнологиясы.–Павлодар, «Brand print», 2010. – 432 б.
- 2. Бейсембаева, Г. К., & Әбдірахманова, А. М. (2021). Микробиология және биотехнология негіздері. – Алматы: Қазақ университеті.
- 3. Сатыбалдиева, Б. Ш. (2020). Микробалдырлардың биохимиялық құрамы және олардың биотехнологиядағы рөлі. – Биотехнология және экология журналы, №3, 45–52.
- 4. Кәрімова, Д. Т. (2019). Микробалдырлардан алынатын биологиялық белсенді заттар және олардың қолданылуы. – Биология және химия, №2, 37–43.
- 5. Чижова, В. П., Никитина, И. Е. (2018). Микроводоросли в биотехнологии: использование и перспективы. – Москва: Наука.
- 6. Рахматуллина, Р.Р., & Галимова, З.И. (2017). Микроводоросли рода Porphyridium как источник ценных биопродуктов. – Биотехнология, №9, 12–19.
- 7. Richmond, A., & Hu, Q. (2013). Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology. – 2nd ed. – Wiley-Blackwell.
- 8. Li, H. B., Cheng, K. W., Wong, C. C., Fan, K. W., Chen, F., & Jiang, Y. (2007). Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of microalgae Porphyridium cruentum. – Food Chemistry, 102(3), 771–776.
- 9. Borowitzka, M. A. (2018). Microalgae in biotechnology: A review of recent developments. – Applied Microbiology and Biotechnology, 102(11), 4717–4735.

НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА РАХМЕТ!