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

Фототрофты микроорганизмдер биотехнологиясы пәні

Фототрофты микроорганизмдерді өсіру әдістері (фотобиореакторлар мен бассейндер)

Дәріскер: Какимова Ардак Болатовна

Алматы 2026

Соңғы жылдары микробалдырларды жаппай өсіру тамақ өнеркәсібінде, аквакультура және биоэнергетикада, сонымен қатар биодизель өндірісінде кеңінен қолданылады.

Микробалдырлар - бұл әр түрлі салаларда қолданылатын коммерциялық маңызды дақыл.

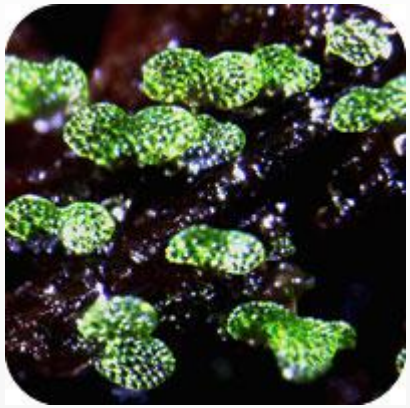
Микробалдырларды интенсивті өсіру проблемасымен тек ТМД елдерінен ғана емес, АҚШ, Жапония, Италия, Франция және басқа елдердің зерттеушілері айналысады.



Микробалдырларға деген үлкен қызығушылық олардың өнеркәсіптің әр түрлі салаларында қолдану аясының кеңдігіне байланысты:



косметология



қоршаған ортаның ластануын биоремедиациялау



фармацевтика



биоотын өндірісі



су ортасының мелиорациясы

Жоғарыда келтірілген мәліметтерге сүйене отырып, микробалдырларды өсіру биохимия, физиология, генетика, биофизика, ғарыш биологиясы және т.б саласындағы ғылыми зерттеулердің перспективалы бағыттарының бірі болып табылады.

Жаппай өсіруде бір клеткалы протококкты микробалдырлар кеңінен қолданылады, атап айтсақ, Хлорелла мен Сцендесмус

Бұл микробалдырлардың осы түрлерінің көбеюінің өте қарапайымдығына байланысты

Оларда жыныстық көбею мүлдем жоқ, ал дақылдың өсуі аналық жасушада қыз аутоспораларының пайда болуына байланысты, олардың саны штамм мен өсіру жағдайына байланысты

Бөліну аяқталғаннан кейін аутоспоралар жасушадан мембрананы бұзу арқылы кетеді, интенсивті фотосинтезі бар жас клеткалар жетілу сатысына дейін өседі және бүкіл цикл қайтадан қайталанады

Қазіргі уақытта микробалдырларды өсірудің көптеген әдістері белгілі, бірақ олардың барлығы бірдей жоғары тағамдық құрамды және алынған өнімнің төмен бағасын қамтамасыз ете алмайды.

Микробалдырлардың биомассасын алудың тиімділігі өсіру жағдайына тікелей байланысты.



Қазіргі уақытта микробалдырларды интенсивті өсіруге арналған фотобиореакторлардың көптеген қондырғылары мен құрылымдары жасалған.

Фотобиореактор - бұл оқшауланған жүйе, оған биологиялық агенттер басқа материалдармен бірге енгізіледі және жүріп жатқан реакция нәтижесінде олар басқа заттарды көбейтеді немесе түзеді.

Фототрофты микроорганизмдерді өсіруге арналған зертханалық және тәжірибелік масштабтағы фотобиореакторлар қамтамасыз етуге мүмкіндік береді

Фотобиореакторлар әдетте материалдарды реттеуге, басқаруға, қосуға және жоюға арналған құрылғылармен жабдықталған.

Кез-келген типтегі фотобиореакторларға қойылатын негізгі талап - продуценттің өсуіне немесе синтезделген өнімнің жинақталуына оңтайлы жағдайларды қамтамасыз ету.

- температура
- жарықтандыру қарқындылығы
- дақылдың pH-ын бақылайтын стерильді орта
- берілетін газ CO_2 концентрациясы
- және әр түрлі өнімдердің кең спектрін алуға мүмкіндік беретін басқа параметрлер.

Биореактор құрылысы

Кез-келген оңтайлы биореакторлық жүйені құру үшін келесі жалпы сызықты қатаң сақтау қажет:

1. Фотиобиореактор ластанған микроорганизмдердің түсуі, сондай-ақ қажетті микрофлораның сақталуын қамтамасыз ететіндей етіп жасалынуы керек.

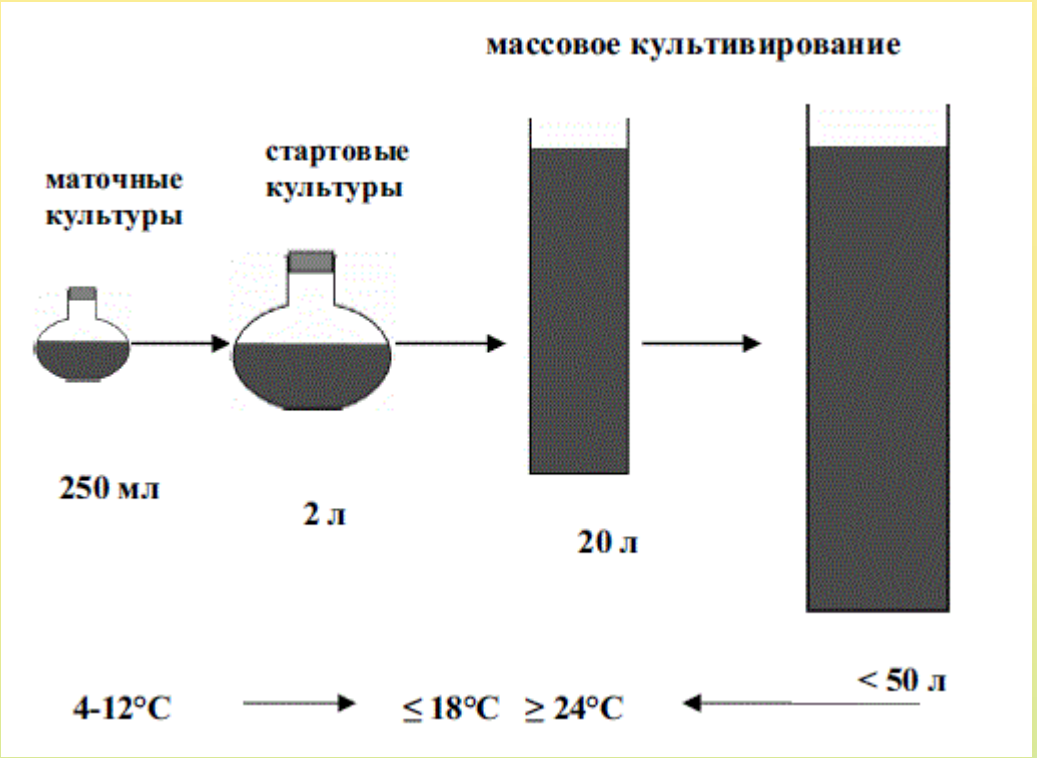
2. Дақыл қоспаның көлемі тұрақты болып қалуы керек, яғни ағып кетпеуі немесе құрамы булануы болмауы керек

3. Температура, жарық, pH және т.б. сияқты қоршаған ортаның параметрлері үнемі бақылануы керек.

4. Өсіру кезінде дақыл жақсы араластырылуы керек.

Микробалдырларды өнеркәсіптік өсіру - оларды ұтымды пайдаланудың нақты әдістерінің бірі және басқарылатын фотобиосинтезді өнеркәсіптік ауқымда жүргізудің негізгі әдісі.

Биомассаның өнімділігі көбінесе селекциялық жолмен алуға болатын, сондай-ақ өндірістік өсуінің бір түрі болып табылатын өсірудің озық технологияларын қолдану арқылы алынуы мүмкін микробалдырлардың жоғары өнімді штаммдарын таңдау арқылы анықталады.



Микробалдырлар биомассын өндіру процесінің диаграммасы

Ғылыми ақпараттарды талдай келе, әлемде микробалдырларды өсіру саласындағы ғылыми-зерттеу, жобалау және құрылыс жұмыстары төрт негізгі бағытта дамып келеді, бұл биоөнімділікті арттыруға және өнімнің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді деген қорытынды жасауға болады.

Бірінші бағыт - жоғары өнімділігі бар балдырлардың құнды штамдарын сұрыптау және селекциялық-генетикалық сұрыптау.

- Жоғары өнімді микробалдырларды өндіру клеткалық инженерия әдістерін қолдану арқылы жүзеге асырылады
- Бүгінгі күнге дейін әр түрлі салаларда кеңінен қолданылатын фототрофты микроорганизмдердің экономикалық құнды штамдарының тірі дақыл коллекциялары жасалуда.
- Бета-каротин өндіруге қабілетті, жоғары өнімді Dunaliella туысының штаммдарының жиынтығын құруда айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізілді.

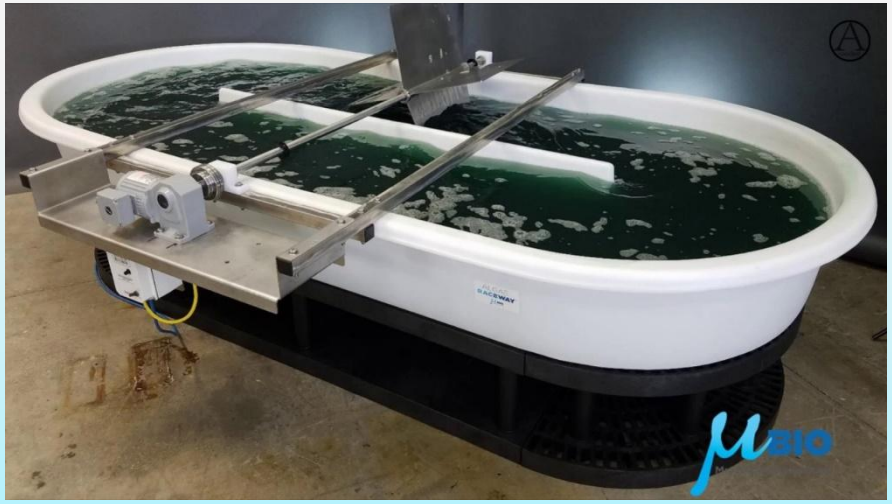
Екінші бағыт - минималды энергия шығындарымен биомасса өндірісінің өнімділігі мен алгологиялық тазалығын төмендетпей, арзан құрылыс материалдарын қолдана отырып жұмыс істеуге қабілетті неғұрлым жетілдірілген өнеркәсіптік фотобиореакторларды құру және құру.





Үшінші бағыт - микробалдырларды өсіруде қолданылатын штамдардың минералды және көміртекті интенсивті қоректенуін қамтамасыз ететін, сондай-ақ берілген химиялық құрамы бар биомассаның максималды шығуын қамтамасыз ететін жасанды қоректік орталарды жақсарту және олардың құнын төмендету.

Төртінші бағыт - азық-түлік, техникалық, жемдік және фармацевтикалық мақсаттағы өнімдерді алу үшін алынған биомассаны қоректік ортадан бөлуге, дегидратациялауға, биомассаны өңдеуге арналған қажетті технологиялар мен тиісті жабдықты жобалау.





Табиғи жағдайда микробалдырларды үздіксіз өсіру

Ашық типтегі бассейндерде микробалдырларды өсіру.

- Бұл өсіру әдісінің негізгі схемасы бассейндердегі, лотоктардағы, әр түрлі формадағы және өлшемдегі каскадтардағы және басқа ыдыстардағы сұйық қоректік орталарда микробалдырларды өсіру, араластырудың, күн сәулесін берудің және қолданудың әр түрлі әдістерімен өсіруден тұрады.

- Бұл әдістің негізгі айырмашылық белгілерінің бірі - күн сәулесіне тікелей қол жеткізетін белгілі бір жерлерде орналасқан таяз су қоймаларын пайдалану.

- Осы типтегі қондырғылар көбінесе ашық аспан астында жер немесе су платформаларында, күн сәулесімен жақсы жарықтандырылған немесе арнайы жылыжайларда орналастырылады.
- .

Бұл өсіру жүйелерінде әдетте барабандар мен қалақ дөңгелектері қолданылатын механикалық араластыру әдісі қолданылады.

Микробалдырларды өнеркәсіптік өсірудің бұл әдісі әр түрлі жерлерде кеңінен қолданылады, өйткені ашық жүйелерде өсіру шарттары олардың тіршілік ету ортасына ең жақын.

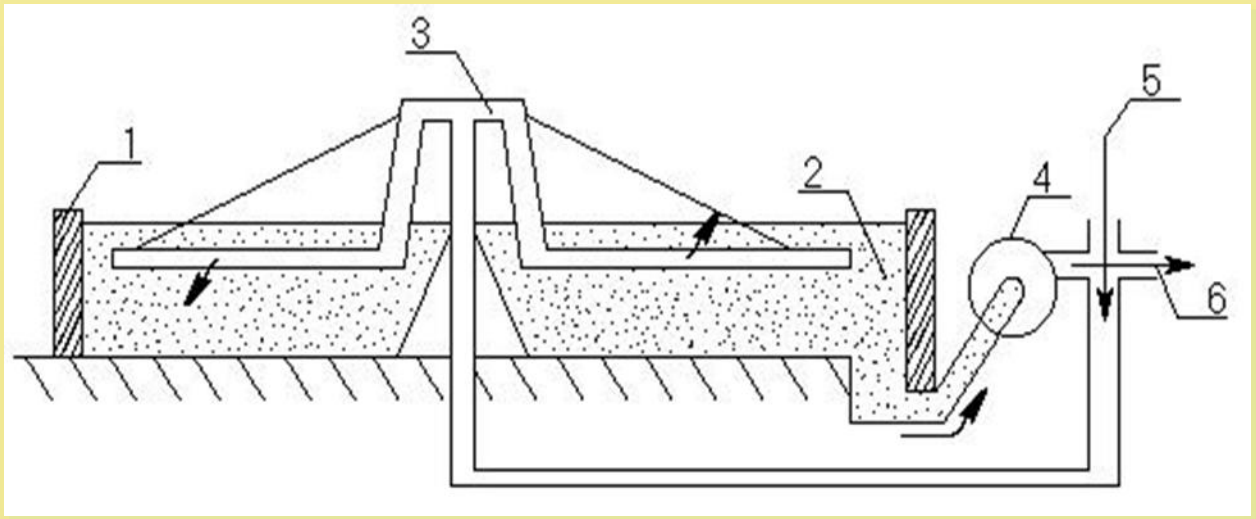
Мұндай резервуарлардың құрылғысын өзгертуге болады, бірақ көбінесе массаны 15-20 см және одан тереңірек қалақ күректермен араластырады.

Мұндай тереңдікте жарық жеткіліксіз болғандықтан, микробалдырлардың жасушалары дұрыс емес жарықтандырылады және сәйкесінше мұндай қондырғылардың өнімділігі төмен болып қалады.



Бұл өсіру әдісін қолдану өсірудің бірнеше аптасын ескере отырып қоректік ортаны дайындауға мүмкіндік береді

Ашық өсіру түріндегі қондырғылардың орташа өнімділігі тәулігіне 15-тен 30 г/м2-ге дейін өзгереді, жекелеген жағдайларда 35-40 30 г/м2 дейін жетеді.



Микробалдырларды өсіруге арналған Ашық қондырғы схемасы (1-резервуар; 2-балдыр суспензиясы; 3-сегнер дөңгелегі; 4-сорғы; 5 - көмірқышқыл газы бар ауа қоспасын қабылдау; 6-суспензияны түсіру)

Ашық типтегі бассейндерде өсіру әдісін қолданған кезде суспензия көлемінің бірлігінен алынған өнім орташа есеппен 0,2-1,2 г/л құрайды.

Дақылдың тығыздығы қолданылатын қондырғылардың түріне байланысты 1 мл-ге 25-400 миллион жасуша аралығында өзгереді.

Ашық бассейндердегі өсіру жүйелері үлкен инвестициялық шығындарды қажет етпейді, өйткені бұл жүйелерді жасау салыстырмалы түрде оңай және ауқымды.



Микробалдырларды жаппай өсіруге арналған ашық бассейндер желісі

Осыған қарамастан, бұл өсіру әдісінің бірқатар кемшіліктері бар.

- Қоректік орта мен микроорганизм жасушалары арасындағы метаболизмге тікелей әсер ететін жеткіліксіз тиімді араластыру жүйесі;
- Сұйық және газ ортасы арасында тиімді масса алмасу процесін жүргізу үшін конструктивті және технологиялық тәсілдердің болмауы;
- Сұйықтықтың төменгі аймақтарындағы жарықтың жеткіліксіздігіне байланысты күннің жарық энергиясын жеткіліксіз сіңіру;
- Өсіру ашық ауада жүретіндіктен, алынған биомассада қоспалардың болу ықтималдығы жоғары;
- Өсірілетін балдырлардың кейбір түрлерін бассейндегі басқа түрлермен жұқтыру қаупі жоғары;
- Температураның күрт тәуліктік ауытқуларына жол берілмейді (яғни температураны белгілі бір деңгейде үнемі ұстап тұру керек);
- Микробалдыр дақылдарының көбею коэффициенті төмен;
- Микробалдырларды осылай өсіру үшін үлкен аумақтар қажет.

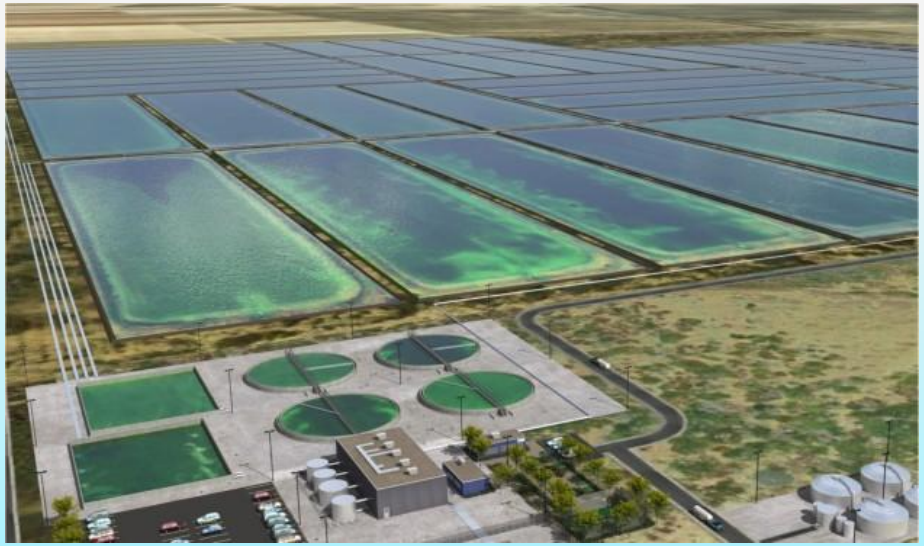
Сондай-ақ, ауа-райының үнемі өзгеріп отыруы ашық типтегі қондырғыларда ұзақ, тұрақты егін жинау мүмкін причинойстігінің себебі болып табылады.

Осыған байланысты ашық типтегі бассейндерде микробалдырларды өсіру әдістерін қолданған кезде мәдениетті жасанды жарық көздерімен жылыту және салқындату және қосымша жарықтандыру жүйелерін ұйымдастыруды одан әрі арттыру қажет.

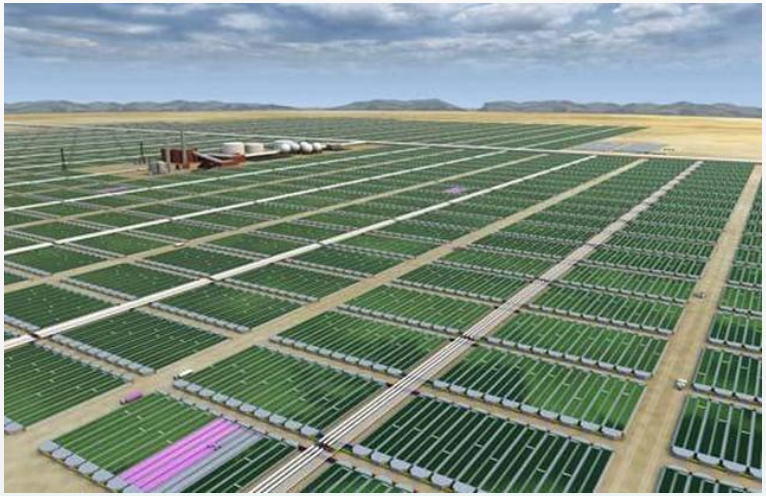
Жоғарыда келтірілген кемшіліктерге сүйене отырып, ашық типтегі бассейндерде микробалдырларды өсіру микробалдырлардың биомассасын кең көлемде алудың жетілмеген әдісі болып табылады деген қорытынды жасауға болады.



Промышленное выращивание микроводорослей Spirulina



Микробалдырларды ауқымды өндіру үшін ашық жүйелерді (ашық бассейндер, науа түріндегі қондырғылар, әртүрлі конструкциялардағы фотобиореакторлар) қолдану алынған биомассаны дереу азықтандыру және техникалық пайдалану үшін барлық жағдайлар жасалған кезде ақталады.



Осы типтегі қондырғыларды пайдалануға микробалдырлардың белгілі бір түрлерінің дәстүрлі жаппай дамуының экологиялық таза аймақтарында рұқсат етіледі, онда жыл бойына оңтайлы өсу жағдайлары (РН мөлшері, фотопериод, күн инсоляциясы деңгейі және басқа факторлар) және өсірілген штаммның қоршаған ортаға бейімделуі қамтамасыз етіледі, бұл мәдениетті басқа организмдердің ластануынан қорғайды.

Бұл қондырғылардың техникалық орналасуы өте күрделі болуы мүмкін, бірақ микробалдыр культиваторларының басқа түрлерімен салыстырғанда ашық типтегі қондырғылардың дизайны қарапайым болып саналады.

Жабық топырақта (жылыжайларда, жылыжайларда) науа жүйелерінде микробалдырларды өсіру қоңыржай климат жағдайында ұсынылады.

Осы өсіру әдісін қолданған кезде қондырғының қоршаған ортадан максималды оқшауланған жұмыс көлемін, яғни оны салыстырмалы түрде тығыздауды қолдана отырып, оңтайлы температураны үнемі ұстап тұру қажет.

Процесс жылыжайда орналасқан арнайы науаларда жүзеге асырылады.

Сонымен, спирулина мысалында ашық бассейндерде микробалдырларды жаппай өсірудің негізгі қадамдары келесідей ұсынылуы мүмкін :

1 .Дайындық. Жылыжайда бассейндер салу және орнату, қажет болған жағдайда су ыдыстарын дайындау, егінді жинау және жуу үшін қажетті құралдарды дайындау, 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.

2. Өндірісті бастау. Бұл кезеңде спирулина биомассасының аз мөлшері арнайы дайындалған өсіру ортасы бар бассейнге орналастырылады. Биомасса өскен сайын егін жинау жүргізілмейді, бірақ басқа бассейндер толтырылады. Осылайша, олар барлық бассейндер толтырылғанға дейін келеді.

3. Егін жинау. Микробалдырлардың 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. Подкормка. Спирулина өсіп, егін жинау кезінде микробалдырлар өсетін орта сарқылуға келеді. Қоректік заттардың жетіспеушілігін толтыру үшін минералды тұздар мезгіл-мезгіл ортаға қосылады-азот, фосфор, темір, сиқыр және т. б.

5. Биомассаны жуу. Спирулина құрамында әртүрлі Бейорганикалық тұздар (қоректік орта) көп суда өсетіндіктен, жиналған биомасса міндетті түрде жуылады. Ол үшін биомасса елекке салынып, қарапайым тұщы сумен жуылады.

6. Биомассаны 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.

Спирулинаны бөлме температурасында қараңғы жерде сақтаңыз. Спирулинаның кептірілген биомассасына ылғалдың түсуі өте жағымсыз.

В таких ситуациях биомасса не подлежит повторной сушке, поскольку высокое содержание белка и влага - наиболее благоприятная среда для развития бактерий.

Кейде спирулина биомассасы бүлінген өнімнің тән көрінісі мен иісіне ие болу үшін бактериялардың бірнеше минуттық белсенділігі жеткілікті.

Микробалдырларды өсіруге арналған фотобиореакторлар

Жасушалардың биомассасын өсіру процесінде микробалдырлардың қалыпты өмір сүру жағдайларын қамтамасыз ету үшін келесі жағдайларды сақтау қажет

- *CO_2концентрация*
- *pH*
- *оптимальді температура*
- *Жарықтандыру деңгейі*
- *микро- и макроэлементтердің оптимальді концентрациясы*

Қазіргі уақытта микробалдырларды өсіруге арналған фотобиореакторлар әдетте келесі параметрлер бойынша жіктеледі: резервуардың пішіні сыртқы ортадан оқшаулау дәрежесі және жарықтандыру түрі.

Микробалдырларды өсіру үшін қолданылатын фотобиореакторлардың жіктелуі

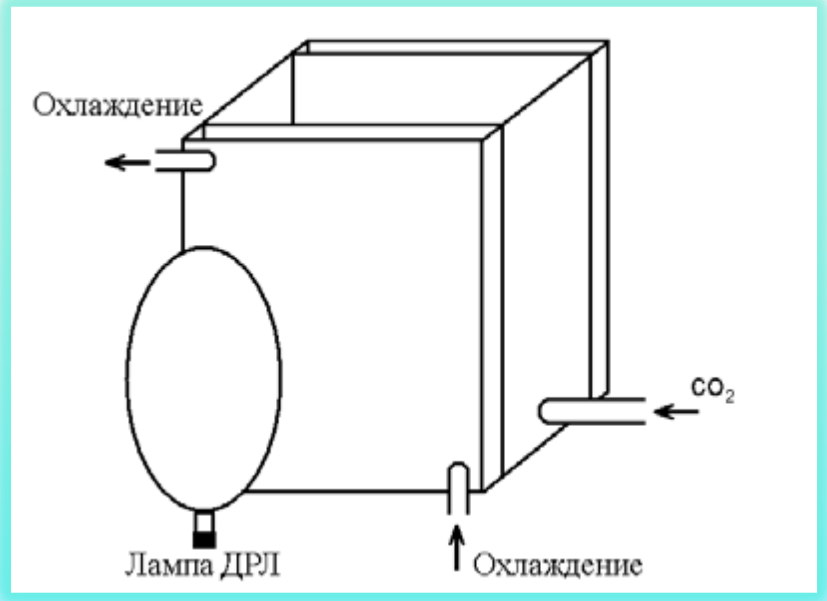
резервуар формасы бойынша	**Оқшаулау деңгейі бойынша**	**Жарықтандыру типі бойынша**
Тіктөртбұрыш	Ашық	Табиғи
Трубкалы	Жабық	Жасанды

Өсіру кезінде қолданылатын микробалдырлар фотобиореакторлар әртүрлі мөлшердегі органикалық шыныдан жасалған салыстырмалы түрде шағын сыйымдылықпен ұсынылған

Биореактордағы әйнектің жұмыс қалыңдығы әдетте 8 см құрайды.

Экспериментерде ақпаратты автоматты түрде оқу үшін компьютерлік техниканы қолданған жағдайда, әр биореактор қондырғысының қақпағында әртүрлі датчиктерді (зН, температура және т.б. датчигі) қолдануға арналған арнайы тесіктер қарастырылған.

Барлық фотобиореакторлар салқындату жүйелерімен (су жейделері) және газ-ауа қоспасын беру жүйесімен жабдықталған.



Екі су көйлегі бар биореактор схемасы (Мақала - Р. г. Геворгиз, а. п. Шахматов теңіз микробалдырларын өсіруге арналған қондырғы)

Фотобиореакторды
ң тиімділігі
көптеген
факторларға
байланысты.

Микробалдырлардың өсуін едәуір жақсартуға араластыру және масса беру қарқындылығы, қолайлы температура, ортаның оңтайлы pH және басқа Көрсеткіштер ықпал етеді.





Фотобиореактордың газ тарату жүйесі

Биореактордағы араластыру өнімділігі кемінде 34л/мин болатын компрессорлық қондырғының көмегімен ауаны көпіршіктеу арқылы жүреді.

Қондырғылардың газ тарату жүйесі диаметрі 5 мм полиэтилен түтіктерінің жабық жүйесімен ұсынылған, олар фотобиореактордың төменгі жағына бүйірлерінен жеткізіледі

Қысымды компрессордың көмегімен газ тарату жүйесіне атмосфералық ауа жіберіледі, ал CO2 жүйесіне баллоннан жұқа капилляр (медициналық ине) арқылы жеткізіледі

Алынған газ ауа қоспасы фотобиореакторға түседі

Фотобиореактордың ішінде газ-ауа қоспасының қосылу нүктесінде микробалдыр суспензиясындағы CO2 ерігіштігін барынша арттыру үшін аквариум бүріккіші орналасқан.

CO2 беру жылдамдығын әр фотобиореактордағы pH мәнін критерий ретінде пайдалана отырып, қопсытқышқа күнделікті техникалық қызмет көрсету процедурасында қолмен реттеуге болады.

Термотұрақтаушы жүйе.

- Әрбір фотобиореактор жүйесінде температураны тұрақтандыру үшін қажетті су жейдесі бар.
- Мұндай температураны реттеу жүйесінің болуы әсіресе микробалдырлардың тығыз дақылдарымен және DRL-700 шамы сияқты қуатты жарық көзімен жұмыс істеу кезінде қажет
- Жейделердегі су тогы су көйлегінің ішінде ауа тығындары мен көпіршіктердің пайда болуын болдырмау үшін төменнен жоғарыға бағытталған.
- Фотобиореактордағы температураны белгілі бір деңгейде ұстап тұру су көйлегі арқылы ағын судың жылдамдығын арттыру немесе азайту арқылы жүзеге асырылады.

Жарықтандыру.

Көбінесе микробалдырларды өсіру кезінде жарық көзі ретінде DLR-700 шамы қолданылады



Беттік радиацияның қарқындылығын реттеу фотобиореактор мен Шам арасындағы қашықтықты өзгерту арқылы немесе олардың арасына Жарық сүзгілерін орнату арқылы жүзеге асырылады.

pH бақылау

Микробалдырлардың көптеген түрлерінде 8.2-ден 8.7-ге дейінгі диапазонда оңтайлы pH бар.

Олардың көпшілігін 7-9 біліммен өсіруге болады.

Микробалдырларды жаппай өсіру кезінде РН көрсеткішінің ауытқуына байланысты жасушалық процестердің бұзылуын болдырмау үшін культураның pH деңгейін оңтайлы мәнде ұстау өте маңызды.



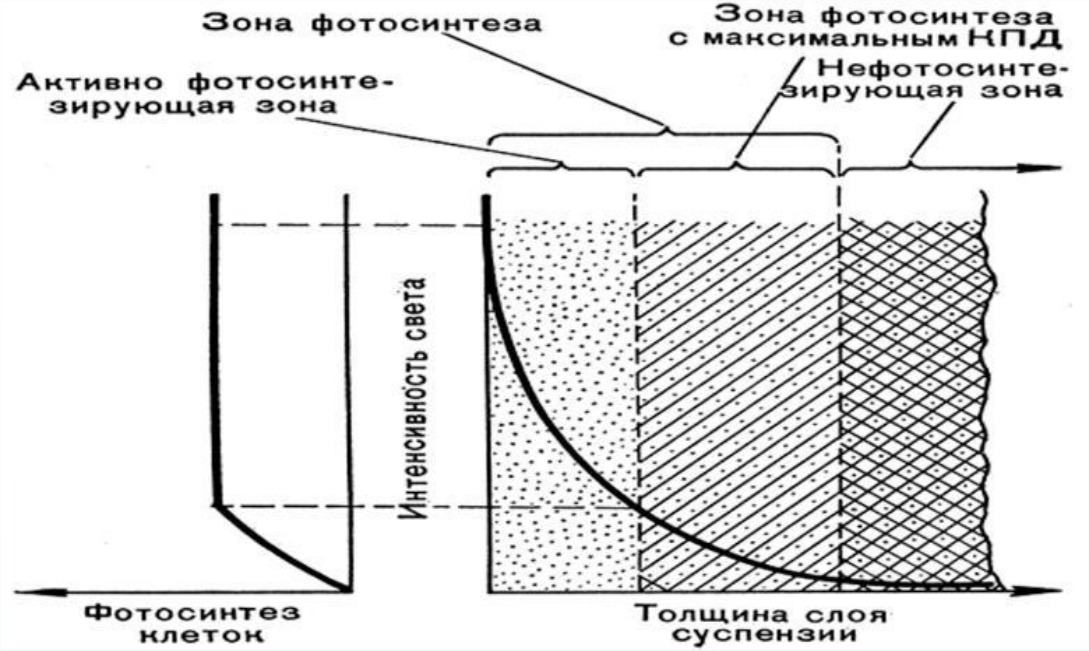
Кең көлемде өсіру кезінде фотосинтез процесінде микробалдырлардың көмірқышқыл газын тұтынуы ортаның pH жоғарылауына ықпал етеді.

Сондықтан CO2 болуы микробалдырлардың өсуі үшін проблемалы болады жоғары көрсеткіштерде зНю мұндай жағдайларда микробалдырлардың CO2 сіңуін күшейту үшін биомасса өсіру кезінде pH деңгейін бақылау керек.

Микробалдырларды жаппай өсіру кезінде ортаның pH деңгейін ұстап тұру үшін натрий бикарбонаты сияқты заттар кеңінен қолданылады.

Суретте микробалдырлар мәдениетінің фотосинтетикалық жүйесінің оптикалық және функционалды құрылымы көрсетілген.

Өсудің логарифмдік фазасында орналасқан микробалдырлардың тығыз мәдениетінде суспензияның жалпы фотосинтетикалық өнімділігі әр қарапайым уақыт аралығында тек сәулелену аймағында орналасқан жасушалардың жұмысымен анықталады.



Фотосинтетикалық жүйе ретінде микробалдырлар мәдениетінің оптикалық және функционалдық құрылымы: оң жақта – жарықтың таралуы, сол жақта-микробалдырлар популяциясындағы жеке жасушаның фотосинтезінің қарқындылығы.



Бұл жағдайда сәулелену аймағындағы жасушалардың бір бөлігі сызықтық учаскеде фотосинтезді, ал бір бөлігі жеке жасушаның фотосинтезінің Жарық қисығының үстіртінде жүзеге асырады.

Фотосинтез аймағынан тыс қалған жасушалар балласты болып табылады және популяцияның жалпы фотосинтезіне үлес қоспайды, өйткені Фотосинтездің Жарық реакцияларының ұзақтығы 10-3 шамасында, масса алмасу арқылы қол жеткізілетін мөлдір және жарықтандырылмайтын суспензия аймақтары арасындағы жасуша көші-қон кезеңінен айтарлықтай қысқа.

Микробалдырлардың биомассасының өсуіне әсер ететін негізгі факторларға мыналар жатады

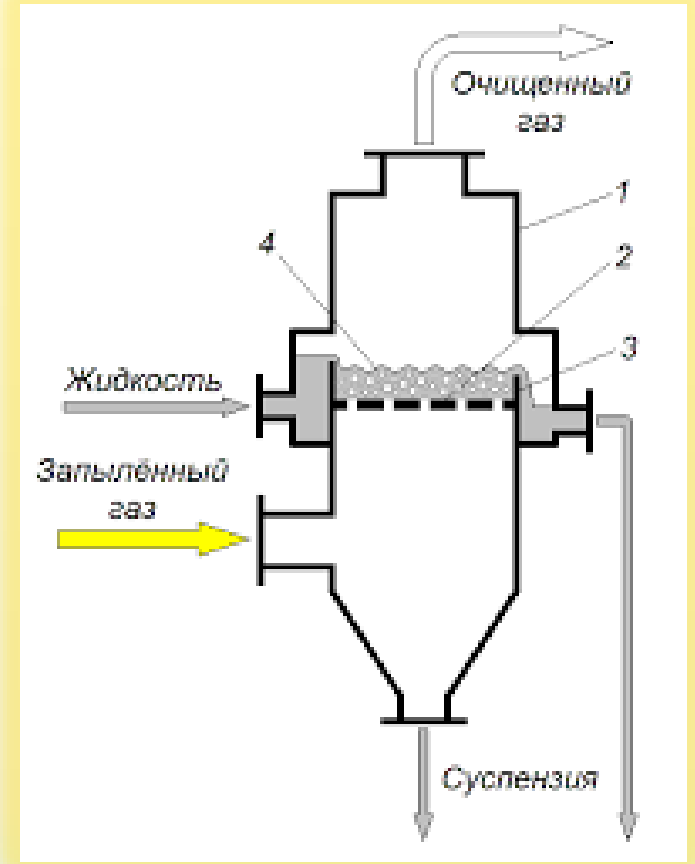


Микробалдырлардың көптеген түрлері азотқа жоғары қажеттілікпен сипатталады.

Олардың қалыпты өсуі белгілі бір мөлшерде кальций, күкірт калий, фосфор магний және т.б. сияқты басқа микроэлементтерді қажет етеді.



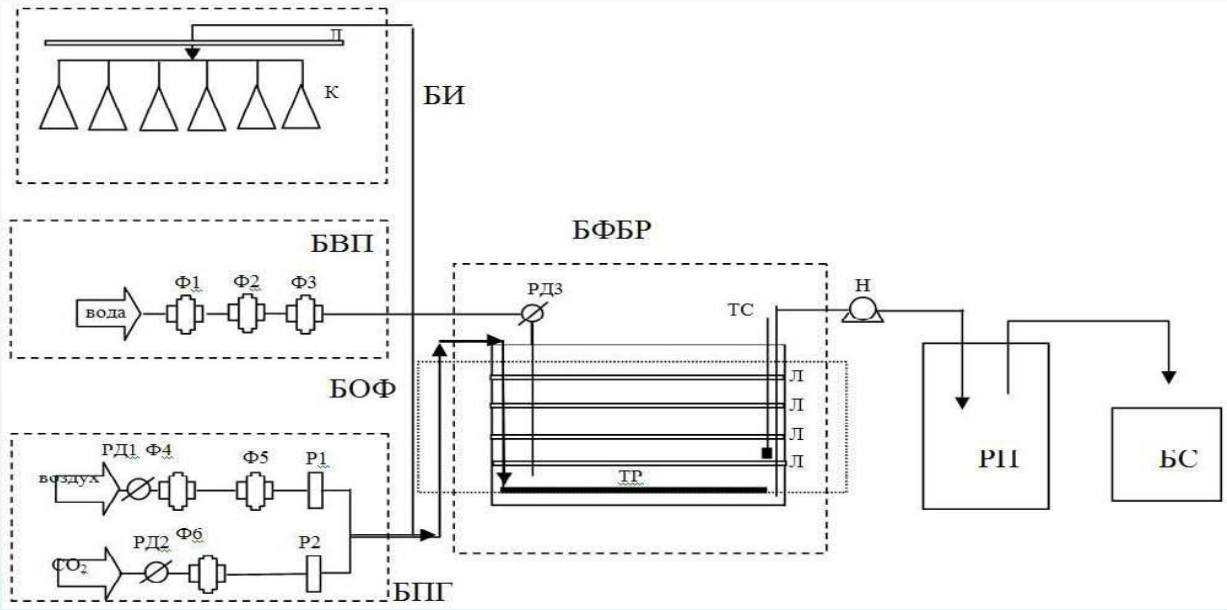




Бұрын флуоресцентті шамдармен жасанды жарықтандырумен тікбұрышты пішінді көпіршікті ашық аппараттарда микробалдырларды жаппай өсіру әдісі қолданылған.

Алайда қондырғылардың бұл түрлері сығылған ауаның сыртқы көзінен жұмыс істейді және механикалық араластырылған құрылғыларға қатысты төмен гидродинамикалық және масса алмасу сипаттамаларымен ерекшеленеді

Микробалдырларды ауқымды өсірудің оңтайлы технологиясын таңдау үшін технологиялардың техникалық деңгейі мен даму тенденцияларын зерттеуге мүмкіндік беретін қолданыстағы өсіру жүйелеріне салыстырмалы талдау жүргізу қажет.



10 мкм және 1 мкм тесік диаметрі бар сүзгілер арқылы алдын ала зарарсыздандырылған 1,5-3,0% CO2 қосымша байытумен сығылған ауаны беру оның төменгі бөлігіндегі фотобиореактордың кіреберісінде жүзеге асырылады.

Микробалдырлар биомассасын жасауға арналған қондырғының технологиялық схемасы(Шартты қысқартулар: bfbr-фотобиореактор; BOF-фотобиореакторды жарықтандыру блогы; BVP-Су дайындау блогы; BPG-газдарды дайындау және беру блогы; BI-микробалдырлар мәдениетімен фотобиореакторды егуге арналған ерітінді дайындау блогы; RP-жатыр ерітіндісін қабылдайтын резервуар; BS-бөлу блогы)

Қондырғының негізгі бөлігі 200 х 1500х1000 мм тікбұрышты резервуар болып табылады, оның ішінде кеуекті түтіктер арқылы түсетін газдар қоспасы арқылы өсіру ортасын араластыру жүзеге асырылады.

Фотобиореактордың тиімді көлемі-110 л.

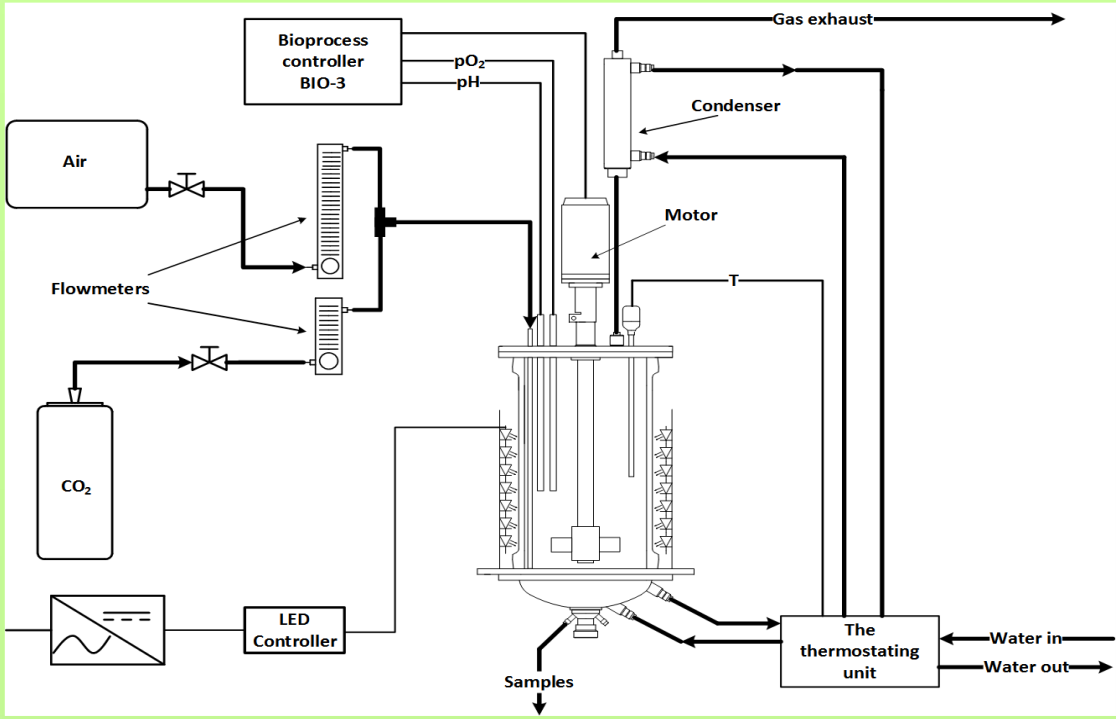
Сонымен қатар, реактор екі жағынан күндізгі жарық шамдары (4000Kr) арқылы жарықтандырылады.



Жарық энергиясын тиімді пайдалану микроорганизмдердің өсуі мен дамуына және олардың фотобиореактор көлеміндегі концентрациясының жоғарылауына байланысты сәулелену қарқынды

реттеуді қажет етеді

Өсіру фотопериоды-18 сағат Жарық / 6 сағат қараңғылық.



Микробалдырларды өсіру үшін қолданылатын фотобиореактордың жалпы схемасы

Көпіршіктену кезінде газ көпіршіктерімен араласқан микробалдырлардың суспензиясы мезгіл-мезгіл реактордың Жарық бөлігінен қараңғыға түседі, сондықтан минималды диаметрлі түтіктерді пайдалану фотосинтетикалық микроорганизмдер үшін жарық ағынының максималды қол жетімділігін қамтамасыз етеді.

Бүгінгі таңда өнеркәсіпте микробалдырларды жаппай өсіру үшін бірнеше жүйелер қолданылады. Олардың ішінде ең көп тарағандары ашық типтегі бассейндерде өсіру, сондай-ақ жабық фотобиореакторларда микробалдырларды өсіру

Жабық қондырғылар айналымдағы және тереңдік реакторларымен, ашық – терең және терең емес реакторлармен ұсынылған.

Қолда бар ақпаратты талдау фотобиореакторлардың әр түрлі түрлері және оларда алынған микробалдырлардың түрлері құрғақ заттың шығу көрсеткіштері бойынша ерекшеленетінін көрсетеді жабық типтегі фотобиореакторларда жаппай өсіру кезінде микробалдырлардың орташа өнімділігі өндірушінің ерекшеліктеріне, қолданылатын фотобиореактордың түріне байланысты тәулігіне 3-9-дан 80-100г/1м2-ге дейін өзгереді және оның жұмыс ұзақтығы, Жарық жағдайлары және т. б.





Осылайша фотобиореактор микробалдырларды ауқымды өсіру үшін маңызды құрылғыларды есептейді

- Қазіргі уақытта қондырғылардың әртүрлі түрлерін жасауда айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізілгенімен, фотобиореакторлардың көпшілігі әлі толық зерттелмеген

Фотосинтетикалық микроорганизмдердің өсуі күрделі процесс

- Бұл процесс қоршаған ортаның көптеген факторларына байланысты, мысалы, Жарық, араластыру, масса беру, оңтайлы температура мен pH, жеткілікті қоректік заттардың болуы және т.б.

Бүгінгі күні практикалық қиындықтарға (құны, өмір сүру ұзақтығы), жарықтың жеткіліксіз қол жетімділігі мен таралуына, қоршаған орта жағдайларына және басқа факторларға байланысты микробалдырларды жаппай өсіруге арналған фотобиореакторлардың тамаша түрі жоқ.



Назарларыңызға рахмет