**Жоғарғы және төменгі сатыдағы өсімдіктер биотехнологиясы пәні бойынша қысқаша дәрістер мазмұны:**

**Дәріс 1. Төменгі сатыдағы өсімдіктер бөлімі балдырлар - төменгі фотосинтездеуші өсімдіктер. *In vitro* жағдайында көп жасушалы балдырларды өсіру биотехнологиясы. Кіріспе. Даму тарихы және балдырлардың экобиотехнологиялық алуантүрлілігі. Шетел және Отандық альголог ғалымдардың *de novo* ізденістері**

In vitro жағдайында теңіз бентос өсімдіктері мен балдырларды өсіру қазіргі кездегі өте жылдам дамыған зерттеу саласы болып табылады. Макрофиттер мен балдырларды өсіру жән дақылдау тәжірибелері де жоғарғы сатыдағы өсімдіктердің ұлпаларын өсіру бойынша жеткен жетістіктермен бірдей уақытта дамыды. Дегенмен, су өсімдіктері балдырлардың ұлпаларын өсіру бойынша алғашқы тәжірибелер оңтайлы болған жоқ. Нәтижесінде жоғарғы сатыдағы өсімдіктердің ұлпа жасушаларын өсіруге арналған қоректік орта құрамын тікелей су өсімдіктері мен балдырларды өсіруге қолдануға болмайтынын тәжірибелер дәлелдеді. Аталмыш әдістің өңделген немесе жоғарғы сатыдағы өсімдіктер үшін арналған әдістің модификациясы және қолдану барысы отыз жыл бойы практикадан өтіп соңғы жылдары ғана көпжасушалы балдырлар мен суөсімдіктерін өсіруге болатыны туралы мәліметтер пайда болды. Теңіз балдырлары мен макрофиттері, жалпы балдырларды өсіру әдістері олардың «ауыл шаруашылыққа маңызды өсімдіктерге» айналуына септігін тигізді. Адамзат үшін жаңа қасиеттері бар өсімдіктерді сұрыптау бойынша жүйелі зерттеулер өсімдіктерді өсіру әдістерінің алуантүрлілігін игеруге көмектеседі. Бүтін өсімдіктерден бөлініп алынған теңіз микробалдырларының жасушалары бір жасушалы ағзалардың мутантты түрлерін сұрыптап алу үшін сомалық гибридизацияны пайдалана отырып қажетті белгілері бар комбинативті өсімдіктерді шығару үшін өте қажет нысана болып табылады.

Қазіргі кезде Жапония, Қытай, Швеция, Канада зертханаларында теңіз балдырларының протопластары мен оқшауланған жасушаларынан ұлпаларды өсірудің әртүрлі аспектілері қарастырылуда. Қазірдің өзінде жасыл, қызыл, қоңыз балдырардың оқшауланған жасушалары мен протопластары мен каллустарынан кішігірім талломды жіпшелерінен бүтін өсімдік алу туралы мәліметтер қоры жинақталған.

Катаева, Бутенко, Торрей жұмыстарында аталмыш мәселелердің қазіргі кездегі жоғарғы және төменгі сатыдағы өсімдіктерді өсіру әдістері сипатталған. Соңғы жылдары төменгі сатыдағы өсімдіктердің өзіндік топтарының ұлпаларын өсірудің әдістері өңделген, өсіру үшін алынған экспланттар алдын-ала арнайы ерітінділермен (перхлорат, спирт т.б) өңделіп беттік зақымдалудан тазартылады. Жуылған эксплант арнайы қоректік ортаға отырғызылады (*Narayanaswamy*). Кез келген өсімдіктердің орта құрамындағы компоненттерге қажеттілігі бердей емес. Сондықтан экспериментаторлар сәйкес келетін қоректік ортаны таңдайды. Өкінішке орай, жоғарғы сатыдағы өсімдіктер үшін арналған өсу факторлары мен қоректік орталар теңіз балдырларының жасушалары мен ұлпаларын өсіруге жарамайды.

**Өзіндік бақылау сұрақтары:**

1. Өсімдік биотехнологияның негізгі салалары
2. Іn vіtro жағдайында өсірілетін өсімдік клеткаларын биотехнологияда пайдалану.
3. Даму тарихы және балдырлардың экобиотехнологиялық алуантүрлілігі. Шетел және Отандық альголог ғалымдардың *de novo* ізденістері.
4. Клеткаларды өсіру үшін қоректік ортаның құрамына кіретін заттар, олардың маңызы.

**№2 Өсімдіктегі бағалы заттарды алу үшін клеткалық технологиялар. Цианобактериялар экзометаболиттері - *Cyanobacteria* немесе көк-жасыл балдырлар биотехнологиясы**

Практикада тиімді өнімдерді алу үшін тірі организмдерді, клеткаларды өсіріп, солардың биологиялық процестеріне негізделген өнеркәсіп саласы- биотехнология. Биотехнологияның мақсаттары – биофармацевтикалық препараттарды өндіру (протеиндерді, ферменттерді, антиденелерді), генетикалық өзгертілген (модификацияланған) өсімдіктерді алу және оларды ауыл шаруашылыққа еңгізу, жанармайды биологиялық тәсілдерімен өндіру, өнеркәсіптің әртүрлі салалар үшін ферменттерді және биоматериалдарды өндіру, жоғары сатыдағы органимздердің геномдарын белгілеу және түзету (коррекциялау).

In vitro жағдайында өсірілетің клеткаларда қосымша метаболиттердің қоры жиналуына әсер ететің факторлар. Қосымша заттарды, ББЗ алу үшін клеткалық технологияларды дайындау жұмыстардың негізгі кезеңдері. Өсімдіктерде зат алмасу процесіне қатысатың әр түрлі қосымша заттар синтезделеді. Клеткалар in vitro жағдайында әр өсімдік түріне тән қосымша заттарды синтездеу қабілетін сақтап қалады. Атап айтқанда: алкалоидтарды, терпеноидтарды, гликозидтарды, полифенолдарды, полисахаридтарды, эфир майларын, ерекше пептидтар мен белоктарды, таза бояғыш заттарды, стероидтарды, дәм татымдық заттарды, биоинсектицидтарды,витаминдерді синтездейді.

Маңызды заттарды синтездейтін клеткаларды өсіру биотехнологияның жаңа саласы. Дағдылы биотехнологиялар бағалы биологиялық активті заттарды алу үшін бүтін организмдерді пайдаланса, осы заманғы биотехнологиясы ерікті немесе иммобильденген өсімдік клеткаларын өсіруге сүйенген клеткалық технологияларға негізделген. Биосинтездік өнеркәсіпте қажетті өнімдерді биотрансформация арқылы алуға болады. Клеткалардың in vitro жағдайында биотрансформация жүргізуге мүмкіншілігі болатындығы дәлелденген, яғни кейбір биологиялық активті заттар арзан қарапайым бастаушы заттардан синтезделеді.Бұл қарапайым бастаушы заттар химиялық немесе микробиологиялық жолмен өзгертіле алмайды, тек қана өсірілетің клеткалардың фермент-терінің ықпалымен ақырғы бағалы өнімге айналып кетеді. Қоректік ортаның құрамы және басқа өсіру жағдайлары өзгеруі арқасында синтезделетін өнімдердің мөлшері тұрмақ сапасы да өзгереді, соның нәтижесінде мүлде жаңа, негізінде басқаша әсер ететін қосылыстар пайда болуы мүмкін. Өнеркәсіпте өсіруге жарайтын клеткалар жабайы мен екпе дәрілік және техникалық өсімдіктердің, микробиологиялық өндірістің және химиялық синтездің бәсекесінен озып шығуы қажет. Өсімдіктер көптеген маңызды заттардың бірден-бір қайнар көзі болып келеді, бірақ өсімдік шикі затының қоры табиғатта таусылып бара жатыр. Осыны еске алғанда, клеткалық технологиялардың орны болашақта ерекше зор екенін түсінуге болады. Клеткалық технологиялардың ғылыми лабораториялық зерттеулерден соң өнеркәсіпте қолданылуы қазір ғана басталып келе жатыр. Тиімділігі жоғары технологиялардың жасалуы өсімдіктерде қосымша зат алмасу процестерінің генетикалық, биохимиялық, физиологиялық реттелуі жөніндегі теориялық білімнің жетіспеушілігімен шектеліп тұр, себебі бүтін өсімдіктегі зат алмасуында қосымша заттардың қызметі толық зерттеліп бітпеген.

**Өзіндік бақылау сұрақтары:**

1. Биотехнологиялық өндіріске кедергі болатын өсімдік клеткаларының ерекшеліктері
2. Өсірілетін өсімдік клеткаларында қосымша метаболиттердің жинақталуына әсер ететін факторлар.
3. Иммобилденген клеткалар және оларды өсімдік биотехнологиясында пайдалану.
4. Цианобактериялар экзометаболиттері - *Cyanobacteria* немесе көк-жасыл балдырлар биотехнологиясы

**№3 Дәріс: Теңіз балдырлары ұлпаларынан каллустәрізді құрылымды және каллусты алу**

Каллус тәрізді құрылымды алу бастапқы материалды ұзақ уақыт сақтаудың маңызды тәсілі болып табылады. Калифорния университетінің ғалымдары *Ulva, Enteromorpha, Porphyra, Smithora, Eucheuma, Gracilaria, Gigartina, Gelidium, Sargassum, Cystoseira, Laminaria* балдырларынан каллустәрізді құрылымды алды /Polne-Fuller, Gibor, 1986,1987б/. Каллустың түзілуі төмендегі балдырлардан байқалды, олар қызыл балдыр *Pteroclaia және Porphyra* (*Liu, Gordon, 1987*), *Gelidium versilor*, Gracilaria ferox Laurencia sp..(Garcia-Renia et.al., 1987), қоңыр балдырлар *Laminaria saccharina (Родова., 1985)және Ecklonia radiate (Lawlor et. at., 1988). Каллустың түзілуі үшін ғалымдар дәстүрлі әдісті –өсімдікке жарақат салуды пайдаланды. Мынаны болжауға болады, гормондық бақылау төменгі және жоғарғы сатыдағы өсімдіктерде теңіз өсімдіктерінің маманданбаған жасушалық популяциясының дифференциациясы және индукциялау үрдісіне қатысады /*Polne-Fuller, Gibor, 1987б */.Әдетте теңіз балдырларының гормонды заттарының сандық және сапалық құрамы туралы ақпарлар бар. Сондықтан дифференциация және өсу факторларын идентификациялау және бөліп алу бойынша терең зерттеулер қажет.*

*Porpyra және Sargassum-ның қатты ортада өсірілген каллус тәрізді құрылымы төрт жыл бойы тіршілікке бейімділігін сақтаған /* Polne-Fuller, Gibor, 1984, 1987б */. Porpyraның каллус ұлпасы 10-нан 23 градустағы температурада және жасанды жарық мерзімінде тіршілікке бейімділігін сақтады. Төрт балдыр – Sargassum,Macrocystis pyrifera, Enteromorpha және Ulvaда тіршілігі екі жылдам астам уақыт сақталған. Агарлы теңіз балдырларынан Phyllophora nervosa, Gracilaria verrucosa, Furcellaria fastigiata, Ceramium condoi, Gelidium vagum, Laurencia paniculata және Rhodymenia pertusaдан алынған каллус тәрізді құрылымдарын отыз ай бойы сақтауға болатыны анықталған /Gusev et.at., 1987/.*

**№4 Дәріс: Төменгі сатыдағы өсімдіктердің клеткалық және молекулалық негіздері. Теңіз балдырларының ұлпаларынан оқшауланған жасушалар мен протопластар алу**

Теңіз талломды балдырларының жасуша қабығы, жоғарғы сатыдағы өсімдіктердің жасұнық жасуша қабығынан басқа, күрделі құрылымды макромолекулалардан тұрады. Теңіз балдырларының жасуша қабығы әр түрлі белоктармен қатар, көмірсу тізбекті жинақтан тұрады. Аталмыш апопластикалық матрикстің химиялық табиғаты уақытқа байланысты, таллом және балдыр түріне байланысты өзгереді */*Polne-Fuller, Gibor, 1984/. Сондықтан теңіз балдырларынан оқшауланған жасушалар мен протопластарды алу үшін, осы мақсатта жоғарғы сатыдағы өсімдіктерге пайдаланылатын ферменттер керек. Жоғарғы сатыдағы өсімдіктердің жасуша қабығын зақымдау үшін, әдетте целлюлаза, пектиназа ферменттерінің қоспасын пайдаланылады. Олар өсімдік ұлпасына енуші кейбір патогенді ағзалардан бөлініп алынады. Осы ферменттер көмегімен – Enteromorpha және Ulva-ның кейбір жасыл балдырлар талломынмацерациялау оңтайлы болды. Әдетте қызыл және қоңыр балдырлардың жасуша қабығы осы ферментке төзімді. Кейбір қызыл балдырлардың ұлпаларын агараза, пектиназа және пектилаза жұмсарта алады. Ғалымдар Gracilaria мен жүргізілген тәжірибеде аталмыш ферменттер қоспасын пайдаланып протопластарды бөліп алды. Күрделі құрылымды балдырлардың кутикуласы жасуша қабығын зақымдауға арналған ферменттерді жасушаға енгізбейді. Балдырлардың фрагменттерін пайдалана отырып, кейбір жағдайда жасуша қабығын солюблизациялап жасушалар мен протопластарды бөліп алуға болады, мұндай жағдайда кутикула зақымдалмаған күйде қалады */*Polne-Fuller, Gibor, 1986a/.

Қазіргі кезге дейін оқшауланған жасушалар мен протопластарды бөліп алу үшін балдырлар ұлпаларын мацерациялауға арналған ферменттер іздестірілуде. Әдетте, мұндай препараттардың көзі ретінде балдырлармен қоректенетін жануарлардың асқорыту ферменттерін */*Polne-Fuller 1988/, сондай-ақ патогенді бактериялар, саңырауқұлақтарды пайдаланады */*Polne-Fuller, Gibor, 1987/. Turbo sp.. теңіз құртының асқазанынан бөлініп алынған ферменттер жиынтығының құрамына, негізінен бета- галактозидаза, ксиланаза, альгиназа және целлюлаза, амилаза және протеазаның біршама мөлшері жатады /Liu et.al., 1983/. Қазіргі кезде теңіз омыртқасыздарының асқорыnу мүшелерінен дайындалған сығындылар – фитофагтарды препараттар ретінде пайдалану бойынша біраз тәжірибелер жинақталған (кесте 1).

**Өзіндік бақылау сұрақтары:**

1. Суда жүзетін құстар мен жабайы сүт қоректілер тіршілігіндегі су өсімдіктерінің маңызы қандай?
2. Балдырларды жинау, сақтау және зерттеу тәсілдеріне тоқталыңыз?
3. Балдырлар және су өсімдіктерін IN VITRO жағдайында өсіру барысын түсіндіріңіз?
4. Теңіз балдырлары ұлпаларынан каллустәрізді құрылымды және каллусты алу бойынша анықтамалар беріңіз?
5. Балдырлар протопластары мен оқшауланған жасушаларының иммобилизациясы дегеніміз не?
6. Балдырларды ұлпа жасушалары мен қатпаршақтарынан регенерациялауды түсіндіріңіз?
7. Оқшауланған жасушалар мен протопластардан балдырларды регенерациялау дегеніміз не?
8. Теңіз балдырларының жасуша және генетикалық инженериясын түсіндіріңіз?
9. Макрофиттер арқылы суларды тазалау үрдісін басқарудың теориялық аспектілеріне тоқталыңыз.
10. Су тоғандарын органикалық емес ластаушылардан тазалау міндеттерінің теориялық шешу формуласын түсідіріңіз?

**№5 Балдырлар протопластары мен оқшауланған жасушаларының иммобилизациясы**

Иммобилденген ферменттер және микроорганизмдер жасушалары бұрыннан азық-түлік өндірісі, жеңіл өнеркәсіп, фармацевтикада және көптеген өндірістік салаларда қолданылуда. Жуық жылдарда ғана жоғарғы сатыдағы өсімдіктердің протопластары мен оқшауланған жасушаларын иммобилдеу тәжірибелері қолға алынды. Қоңыр балдырлар жасушаларын (*Laminaria* және *Alaria*), біржасушалы организмдерді альгинат тамшысында иммобилдеу туралы жаңа зерттеулер пайда болды. Алгинат тамшысында үш теңіз балдырларының протопластары да иммобилденді (алгинаттың беткі қабатына енгізілді). *Macrocystis-*тіңалгинатиммобилденген протопластары жасуша қабықшасын қалпына келірді және каллус түзді. *Pophyra* және *Enteromorpha* протопластары да жасуша қабығын калпына келтірді және алгинат гелінде бөлініп гель ішінде каллус түзді, ал регенеранттары оның беткі қабатында пайда болды. Аталмыш алгинат гелінде тағы да бір қарапайымды ағза, яғни полисахаридтер мен теңіз балдырларының ұлпаларын қорытуға бейімделген – амеба иммобилденді.

**№6** **Балдырларды ұлпа жасушалары мен қатпаршақтарынан регенерациялау. Оқшауланған жасушалар мен протопластардан балдырларды регенерациялау**

Теңіз балдырларының кейбір түрлерінің жіпшелі талломдары олардың тіршілік кезеңі болып табылады. Жасыл, қоңыр және қызыл балдырларды залалсызданған ортаға таллом үзінділерін отырғызғанда, олардың жаппай вегетативтік өсуі байқалды. *Gelidium robustum, G.nudifronds Gigartina papilata*-лардың жіңішке жіпшелерінен жас регенерант өсімдіктер өсірілді, соң пластикалық қондырғыға ризоидтары орнықтырылды.

Чен және Тейлор *Chondrus* crispus теңіз көпжасушалы өсімдігін қатты агарлы қоректік ортада өсу реттегіштері – ауксин және кинетинді қосу арқылы бүтін өсімдік алу әдістерін ұсынған.

Кейбір жасыл және қызыл балдырлардың (*Enteromorpha, Ulva және Porphyra*) каллус түзу қабілеттілігі жоғары. Жапон теңізінің жасыл балдыры Codium Fragile кинетин бар ортада ұзын жіпшесінен «утрикула» қатпарлы қабаты қалыптасты. Он және он төрт күн мерзімінде жаңадан түзілген құрылымы, «утрикуласынан» жасыл түсті тарамдалған жіпшелер пайда болды.

Қызыл балдырлардан порфираға жасалған тәжірибелерді атап өтуге болады. Порфираның оқшауланған түрлерінен каллус пен регенерант өсімдіктер түзілді. Мысалы, жасанды жағдайда жаппай агар өндірісін қолға алу мақсатында, Gelidium amansii каллус дақылын өсіру маңызды болып отыр.

Тканьдерінен протопластар алынған *Gracilaria tikvahiae* қызыл балдырларының тағы бір түрі туралы мәліметтер бар. Біраз уақыттан кейін *G. tikvahiae* кейбір линиялары, оған жасыл мутант, сондай-ақ G. sjoestedii тканьдерінен протопластар бөлінген. Протопластар дақылда төрт аптадай тіршілік еткен. Осы уақыт ішінде олардың кейбіреулерінде жасуша қабырғалары регенерацияланып,жасушалар шекті бөлінген, бірақ грацилярий протопластарынан өсімдіктер алу сәтсіздікке ұшыраған.

Алты сағаттық Фукус зиготаларынан протопластар алынған, олар кейіннен қалыпты эмбриондарға ауысқан. Теңіз балдырларымен қоректенетін жануарлардың ішегінен айырып алынған ферменттер жинағын пайдалана отырып, үлкен *Macrokystis* балдырларынан протопластар алынған. Тәсіл жас ұлпаның бір грамынан 10s протопласт алуға мүмкіндік берген. Протопластардың жасуша қабырғалары регенерацияланған, олардың 60% жуығы кішігірім каллустар құраған. Каллустар бөлігінен (10%) жалпы нормадан ауытқыған жапырақ тәрізді табақшалар өсе бастаған.

Балдырлардың сау, регенерацияланатын протопластарын алу генетикалық іріктеу, соматикалық гибридизация жүргізу, протопластар трансформациясы мен макробалдырлармен жүргізілетін басқа биотехнологиялық операциялар аспектілері кіретін болашақ зерттеулер үшін маңызды алғышарт болып табылады.

№7 Дәріс: Заманауи клеткалық инженерия зерттеулері негізіндегі кладофора, эдогониялықтар және харалық балдырлар биотехнологиясы

**№8 Дәріс: Жоғарғы сатыдағы су өсімдіктері – макрофиттер биотехнологиясы. Су өсімдіктерін микрокөбейту және олардың фиторемедиациядағы маңызы**

Шаруашылық қызметтің қарқындау барысында адам күн сайын өсіп келе жатқан жағымсыз салдарларға кездесіп отырады. Осы мәселелерді шешу барысындағы басты бағыт өндірістің қалдықсыз технологиялары мен қалдықтарды залалсыздандыру тәсілдерін жасау болып табылады.

Шаруашылық қызмет қалдықтарын залалсыздандыру бойынша күрделі міндеттерінің бірі ағынды суларды тазалау болып табылады. Тазалаудың алуан түрлі тәсілдерінің ішінде биологиялық тазалау болып табылады, ол тірі ағзалардың ластанған ластағыштарды жұтатын қабілетіне негізделген. Микроағзалар арқылы биоқышқылдату үрдістерін пайдалану негізінде биосүзгіштер мен аэротенкаларда биологиялық тазалау кеңінен тараған.

Биологиялық тазалау барысында аэротенкаларда ең алдымен тез қышқылданатын органикалық ластағыштар құриды. Олардың жүйенің кіре берісі мен шыға берісінде жиналуы – су тазалау деңгейінің негізгі көрсеткіші. Бақылау оттегіні биохимиялық тұтыну (ОБТ) немесе оттегіні химиялық тұтыну (ОХТ) сияқты көрсеткіштерді тіркеу арқылы жүргізіледі. Ағынды суларда тазалағаннан кейін де қоршаған ортаға зиян келтіретін, әдетте өлшенбейтін басқа заттар да болады. Аэротенкаларда тазаланған суларда көпсетеген мөлшерде болатын азот пен фосфор су тоғандарына түскен кезде эвтрофталады.

Азоты бар заттарды денитрификация үрдісі арқылы, ал фосфор бар заттарды коагулянттар пайдалану арқылы бөліп алуға болады. Демек, жүйе, өте күрделі үлкен салымдар мен ресурстарды талап ететін жүйеге айналады.

Теңіз ағзаларын суларды тазалау үшін қолдану тек енді ғана басталып келеді, бірақ елді мекендерге жақын теңіз ортасын қорғау өзекті екендігіне күмән жоқ және осы салада ғылыми зерттеулер кеңінен жүргізілу керек.

Осы салада Оконография институтында жүргізілген (Вудс-Холл. штат Массачусетс) зерттеулердің маңызы зор. Бұл жерде маридақылдар негізінде ағынды суларды тазалау мен теңіз ағзаларының биомассасын өндірудің кешенді міндеттерін шешетін жүйелер құрылды. Жүйенің кіре берісінде ағынды сулар теңіз суларымен қосылып, теңіз планктон балдырларын өсіруге арналған ыдыстарға келіп түседі. Іс жүзінде ағынды суларда жиналған ластағыштар осы жерде кәдеге жаратылады. Микробалдырлар суспензиялары фитопланктонды сүзетін екі қақпақшалы былқылдақденелілер өсірілетін келесі ыдысқа келіп түседі. Былқылдақденелілер тіршілігінің өнімдерін соңғы ыдыстағы макрофит-балдырлар қолданады. Демек, бір мезетте ағынды сулар тазаланып, былқылдақенелілер мен балдырлар өндіріледі.

**№9 Дәріс: Дәріс: Микробалдырлар және су өсімдіктерін жеке және аралас ортасы. Су өсімдіктерінің суспензиялық жасушаларын өсіру биотехнологиясы**

Су ортасының әртүрлі ерекшеліктеріне байланысты гидрофиттердің сыртқы және ішкі құрылымының біраз ерекшеліктері бар. Көп бөлігінде тамыр жүйесі қысқартылған, ал батырылған және қалқып жүретін түрлерінің көпшілігінде ол мүлде жоқ. Егер тұңғиық немесе кубышканың тамырлары дамыса, олар ең бастысы қоректендіретін заттарды сіңіру үшін емес, өсімдікті топыраққа бекіту қызметін атқарады.

Батырылған өсімдіктердің беті әдетте үлкен болады. Ол жіп тәрізді бөліктерге қатты бөлінген жапырақтар есебінен және, мысалы, тұңғиықтың, жылтыр шалаңның және басқалардың жапырақ пластинкаларының кейде 25-30 см дейін өсуі есебінен сабақтардың ұзаруына байланысты болады. Су астындағы жапырақтарда саңылау болмайды, ал су үсті мен жүзіп жүретіндерде – саңылау болады. Біріншілерде, әдетте, ол жапырақтың астыңғы жағында болса, екіншілерде – жоғарғы жағында болады. Қалқып жүретін жапырақтардың жоғарғы жағы олардың суланып кетуіне кедергі жасайтын жұқа қабықпен және қылшықты жұқа қабатпен жабылған. Жапырақтар тек ассимиляция органы ретінде ғана емес, сондай-ақ қоректену заттарын сіңіре отырып, тамыр рөлін де атқарады. Гетерофиллия – жүзетін және бататын жапырақтар формасы мен мөлшері бойынша бір-бірінен айырмашылығы болатын әртүрлі жапырақтылық жиі байқалады. Мұндай жағдайда, жүзетін жапырақтар сап пен тұтас пластинкадан тұрады, ал батырылғандар жіңішке жіп тәрізді бөліктерге бөлінген.

Ағыны аз немесе тұрып қалған су тоғандарында болатын өсімдіктерде, оттегі көлемі өте шектелген мөлшерде болуына байланысты, жапырақ мәйегінде жасуша аралықтар және ауа қуыстары пайда болады. Фотосинтез нәтижесінде босаған оттегі оларда жинақталып, су үсті органдардан жасуша аралық бойынша тамырға түседі. Кейбір жағдайларда, қуыстар, оларды су бетінде ұстап тұрып, желдеткіш жүйесі қызметін атқара отырып, өсімдіктердің қалқу қабілетін сақтауға көмектеседі.

**№10. Дәріс: Макрофиттер экобиотехнологиясы. Ауалық сулы және жартылай батырылған су өсімдіктерін микроклондық көбейту**

Оларға кірпібас, ақшоқан, қамыс, қоға, иіртамыр және сабақтары мен жапырақтарының төменгі жағы суда тұратын басқа түрлер жатады. Олардың барлығы көпжылдық өсімдіктер, көбінің тамыр сабақтары мен түйіншелері мықты болады. Әдетте, жартылай батырылған өсімдіктер су тоғандарының жағалау бөлігіндегі қоғаларды құрайды. Кейбір жағдайларда жекелеген арал тәрізді су тоғандарының ішіне қарай кіріңкірейді.

Батпақты иіртамыр – Оңтүстік-Шығыс Азиядан шыққан, Еуропаға әкелінген, ол жерде жерсіндіріліп, тез арада үлкен кеңістікті жеңіп алды. ХІІІ ғасырда-ақ иіртамырды Польшада, Литва мен Украинада жақсы таныған. Батыс Еуропаға ол XV-XVІІ ғасырларда Константинопольде иіртамырдың тамыр сабақтарын қантқа салып, сақтап, жеткізетін болған. Бұрынғы Кеңес Одағы аумағында иіртамыр екі өзара байланысы жоқ ареалдар арқылы – еуропалық және азиялық түрде кездеседі. Біріншісіне Еуропадан, ал екіншісіне, КСРО-ның азиялық бөлігіне – тікелей Үндістаннан келген болу керек.

Қазақстан шегінде иіртамыр солтүстік және солтүстік-шығыс аудандарда кездеседі. Әсіресе ол Ертіс бойынша көп. Әртүрлі экологиялық жағдайларға жақсы бейімделіп, ол ылғалды шалғында, су тоғандарының жағалауында, бос қауымдастар қоршауындағы микрорельефтердің төменгі жағында өседі. Жағалау зонасында кіші-гірім куртина немесе су үзінділерінде жіңішке үзік ленталар құрайды (Ролдугин, 1964).

Бұрынғы Кеңес Одағы мен Батыс Еуропада иіртамыр жеміс бермейді және тек тамыр сабақтары арқылы ғана көбейеді. Біз, иіртамырды, су тасқыны кезінде топырағымен жұлынған иіртамырлардың су ағысымен ағып барып, ылғалды жағалауларда бекіп, жаңа қоға құрағанын байқадық.

*Қалқып жүретін жапырақтары бар өсімдіктер.*

Олар жиі құрақтардың, қамыстар мен қоғалардың шетінде үлкен тоғай құрайды, кейде ашық су тоғандарының жанында үлкен куртина болып та өседі. Кейбір өсімдіктер топырақпен байланысты, кейбіреуі судың бетінде еркін қалқып жүреді.

**№11. Су өсімдіктерінің азықтық биотехнологиядағы рөлі. Жоғарғы су өсімдіктерінің азықтық және қорғаныс маңызы**

Су өсімдіктеріне, жалпы жануарлар үшін, атап айтқанда, үй жануарлары үшін азық ретінде шүбәмен қарау әлі күнге дейін бар. Ол негізінен олардың азықтық қасиеттері мен қосымша жоғары қоректі азық алу үшін су өсімдіктерін дайындау қиындығынан туындайды. Қазіргі уақытта ауылшаруашылық жұмыскерлерінің назарын көлдер, тоғандар мен су қоймаларының өсімдік ресурстарын пайдалану мәселелеріне аударуға талпыныс жасалуда.

Бұрынғы Кеңес Одағы елдері мен әлемнің басқа елдерінің ауылшаруашылығында оңтүстік қамыс басқаларға қарағанда әжептәуір белгілі және кеңінен қолданылады.

Қазақстанда қамыс қопалары 3 млн. га жуық ауданды алып жатыр. Әсіресе, Іле, Шу, Ертіс, Сырдария өзендерінде, сондай-ақ Балқаш, Тенгиз, Зайсан, Сарықопа көлдерінде қамыс қопасы өте көп. Бірақ, қамыс алып отырған ауданның кейбір бөлігін ғана су тоғандарына (акваторияларға) жатқызуға болады, көптеген қопалар құрлықта болады.

Азық өсімдігі ретінде қамысты әртүрлі бағалайды, бірақ оның құнарлығын барлық дерлік зерттеушілер мойындайды. Басқа дақылдарға қарағанда қорытылу коэфициентінің төмендігі оның кемшілігі болып табылады.

Қазақстанда қазіргі уақытта ауыл шаруашылығында тек қамыс қана пайдаланылады. Ал мал шарушалығының қарқынды дамуы азық қорын айтарлықтай көтеруді талап етеді. Біздің жағдайымызда су өсімдіктері шикі түрінде, шөп пен сүрлем сияқты, азықтың жетпейтін бөлігін толтырады және азық шөптер егетін аудандарды қысқартуға мүмкіндік береді

**№12 Дәріс: Суға толығымен батқан және тармырланатын өсімдіктердің экзометаболиттері.**

Қазақстан флорасында су өсімдіктерінің түрлері бойынша ең бай топ. Онда үш кіші топшалар бөлінген, олар төменде сипатталған. Бұл су астында ғана тіршілік ететін және топыраққа тамырларымен бекіген су өсімдіктерінің өкілдері болып табылады. Олардың ішінде ең көп тарағандары – взморник, су перісі мен руппия.

Бұдырлы альдрованда. Біздің флорамыздағы өте қызық өсімдік. Сырдария сағасында, Іле атырауы мен Зайсан көлінің бассейнінде кездеседі, онда кейде көп мөлшерде өседі. Жер шарында оның өсетін жерлері Еуропаның, Кіші Азияның, Жапонияның, Үндістанның, Орталық Африка мен Австралияның жылы бөліктері болып табылады. Альдрованда алғашқы рет 1969 жылы Үндістанда табылған болатын. Ол басқа түрлермен бәсекеге қабілеттілігі төмен, сондықтан жоғалып бара жатқан түрлерге жататын болу керек.

Альдрованда альдроандалық (шықшөпті) тұқымдастарға жатады, олардың өкілдері – жәндіктерді ұстауға арналған әртүрлі құрылғылары бар құрлықтағы құртқоректі өсімдіктер. Біздің жыртқышымыз – осы тұқымдастағы жануар тағамымен қоректенетін және су омыртқасыздарды ұстауға бейімделген күрделі құрылған жапырақтары бар жаңғыз өсімдік.

**№13 Дәріс: Толық батырылған, тамырланбайтын су бетінде қалқып жүретін өсімдіктер, су үсті генеративті органдары бар, батырылған тамырланатын және тамырланбайтын өсімдіктердің биотехнологиясы**

Осы өсімдіктердің барлық органдары су астында болады, бірақ, валлиснерия, дүңгіршек, шалаң, егеушөп сияқты, гүлдері су бетінде дамиды.

Шиыршықты валлиснерия.Бұрынғы КСРО оңтүстік және орталық аудандарында тіршілік етеді. Қазақстанда тұщы және тұздылау көлдерде, атыраулық су тоғандарында республиканың батысы мен оңтүстігінде 1-1,5 м тереңдікте кездеседі. Өсімдік қос мекенді, тозаңдану үрдісі қызық. Еркек гүлдері өте қысқа гүл сабақтарында дамып, тамыр жанындағы жапырақтардың қолтықтарында топ болып шоғырланады. Тозаңдар жетілген кезде, олар гүл сабақтарынан ажырап, су бетіне көтеріледі. Аналық гүлдер басқа даналарында болады; олардың гүл сабақтары өте ұзын, гүл сабақтары шиыршық сияқты оратылған, гүлдеу кезінде олар түзеліп, жоғарыға жетіп, гүлдерді жоғарыға шығарады. Аталық гүлдер гүл ұясы жанындағы жапырақтарда қалқып жүріп, суға тарап, ашық аналықтарға келеді. Тозаңдықтан шыққан тозаң тізіліп тұрған аналықтарға түседі, тозаңдану үрдісі жүріп, ұрықтанады. Содан кейін гүл сабағы, ұрықтанған ұрғашы гүлді өзімен бірге алып, қайтадан шиыршықталады да су түбіне әкетеді, онда жеміс жетіледі. Ұзындығы 14 см қабық тәрізді жемістерде 100-150 ұршықтәрізді ұрық болады.

Өсімдікті басқа жерге өсіруге болады, оны ұрық және қыстайтын бүршіктер арқылы көбейтуге болады. Валлиснерия – әсемдік өсімдік, оны көбіне аквариумдарда өсіреді. Оны балық және аңшылық шаруашылықтарының су тоғандарында көбейтуге болады.

Д.Е.Янишевский (1938) қызықты байқаулар жүргізген. Су өсімдіктерінің көпшілігі үсікке шалынып үлгерген қазан айының ортасында Волга атырауларының көлдерінің бірінен ол ашық жасыл жас жапырақтары мен көптеген гүлдеген аталық және аналық даналары көп мөлшердегі валлиснерияны көреді. Аналық өсімдіктің гүлі бар гүлсидамдары мен жетілу деңгейі әртүрлі жемістері болыпты. Көптеген даналардың жас жапырақтарының жоғарғы жақтары жұлынған. Оны балықтар жұлған деп болжауға болады, өйткені жылдың осы мезгілінде балықтар үшін валлиснерия жаңғыз өсімдік қорегі болып табылады.

**№ Дәріс 14 Су тоғандарының экожүйесіндегі жоғарғы су өсімдіктері**

«Көптеген адамдар көлдің немесе теңіздің біркелкі үстіне қарайды да, осының астында жатқан экологиялық сан-алуан нәрселер бар екендігін ұмытып кетеді», деп жазған ағылшын ғалымы Артур Кэйн. Шын мәнінде, жауын немесе қар суынан жиналған шалшықтан бастап, шексіз мұхитқа дейінгі кез келген су тоғаны тіршіліктің әртүрлі формаларының жүйесі болып табылады.

Су тоғандары мен жағалау жолағын алып жатқан барлық жануарлар мен өсімдіктер өзара күрделі қарым-қатынаста болады. Ол тек қана жай ағзалардың жиыны емес, ол қауымдастық немесе биоценоз. Ағзаларды қоршап тұрған ортамен бірге экологиялық жүйе (экожүйе) деп атайды. Биоценоздар Күннен энергия ала отырып, өсімдіктер мен жануарлар тіршілігі үрдісінде пайдалана отырып, және оны сыртқы ортаға қайтара отырып, табиғатта энергия айналымын бақылайды.

Су биоценоздарының құрлықтағылардан көп айырмашылығы бар. Әрқайсысының мөлшеріне, тұздылығына, шығу тегіне, су тоғанының су режиміне байланысты өзіне тән сипаттары болады.

Қазақстан аумағында суы мол Сырдария, Іле, Ертіс, Орал өзендері бар. Дала өзендерінің көпшілігі көктемде арнасынан асып, жаз соңына қарай өзен иірімдерімен тарап, құмға сіңіп кетеді. Адамның табиғатқа араласуы республиканың гидрожелісін айтарлықтай өзгертті: ірі су артерияларында ГЭС платиналары, су қоймалары, арналар, балықтар мен үй суда жүзетін құстарын өсіру үшін бөгеттер пайда болды. Бірақ Қазақстанда көл типті су тоғандары өте көп (оны тектен тек «мың көл елі» деп атамайды ғой). Және көлдер тек солтүстік, орманды далалы жерде ғана емес, сондай-ақ бархандар арасында да шөлді жерлерде де болады. Және ол елес емес. Сусылдаған құммен жүріп келіп, жағалауға жақындағанда құрақтар шетін көресің, су бетіндегі оның аралшықтарын, ол жерден ұшып шыққан үйректерді, балшықшыны, шулап су бетінде жүгіріп бара жатқан қасқалдақты көресің.

**№15 Дәріс: Су өсімдіктері биоценоз компоненттері мысалында, агробиотехнология саласының озық тәжірибелері**

Барлық жасыл өсімдіктер тәрізді гидрофиттер фотосинтез үрдісінде ақуыз, көмірқышқыл және т.б. органикалық заттар құрай алады. Қарапайым түрде бұл үрдісті былай көрсетуге болады: жасыл хророфилл пигменті бар өсімдіктердің көмірқышқыл газды сіңіру қабілеті бар. Хрофиллге байланысты ерекше заттар – ферменттер болғанда жарық әсерінен көмірқышқылы жасушада бар сумен өзара әрекеттеседі де, органикалық зат (глюкоза) пайда болады, ал босаған оттегі қоршаған ортаға шығады. Гидрофиттер шығарған оттегіні су тоғандарын мекендейтін ағзалар тыныс алған кезде жұтады. Бұдан басқа, ол шіру үрдісіне жұмсалады.

Гидрофиттер – оттегінің мықты көзі, және олардың тіршілігінің арқасында оттегі су құрамында айтарлықтай жоғары деңгейде болады. Егер оттегінің су тоғанындағы тәуліктік нормасы шамамен 3 г/м3 тең болса, және өсімдіктердің тыныс алуына кететін оның шығынынан артық болса, онда оттегі қосы суда көбейеді де, көмірқышқылы төмендейді. Ол экожүйеде жағымды жағдай екенін көрсетеді. Гидрофиттері көп су тоғандарында өсімдік аздарға қарағанда көмірқышқылы аз, өйткені ол фотосинтез кезінде пайдаланылады.

Өсімдіктер тіршілік ету үрдісінде табиғаттағы заттар айналымын жүзеге асырады: бір жағынан, әртүрлі суда еріген заттарды сіңіреді, екінші жағынан – қоршаған ортаға метаболизм өнімдерін шығарады. Тіршілігін тоқтатқан өсімдіктер шіриді, соның нәтижесінде органикалық заттар одан да қарапайымдарға бөлінеді, яғни өсімдіктер қорегі болатын минералды заттарға (калий, кальций, фосфорға) айналады.

Көрсету үшін мысалға екі негізгі биогенді элемент – азот пен фосфордың жоғарғы су өсімдіктерінің қатысуымен болатын айналымын көрсетейік.

Барлық тірі ағзалардың ең қажетті құрамдас бөлігі ақуыздар мен нуклеинді қышқылдар болып табылады. Олардың екеуінің де химиялық құрамы күрделі. Оларды міндетті элемент ретінде азот, ал күрделірек ақуыздарда – оған қоса фосфор мен күкірт болады.

Азотты өздігінен тиянақтай алатын жоғарғы өсімдіктер анықталған жоқ. Азот су тоғанына өлген өсімдіктер мен жануарлардың шіру нәтижесінде пайда болады. Ол күрделі ақуыз заттарының біртіндеп шіруі жүретін бактериялардың әсерінен болады, азот аммиак тұздарына ауысады, ал олар су өсімдіктері сіңіріп алатын нитраттарға дейін қышқылданады.

**Өзіндік бақылау сұрақтары:**

1. Су өсімдіктерінің биотехнологиясы дегеніміз не?
2. Гидрофиттер экобиотехнологиясы, олардың таралуына сипаттама беріңіз?
3. Су өсімдіктері – морфогенез - гидрофиттер түрлері арасындағы ерекшеліктерді түсіндіріңіз?
4. «Макрофиттер - су өсімдіктері - фиторемедиация» ұғымын Венн диаграммасы бойынша дәлелдеңіз?
5. Ластанған су көздерін су өсімдіктер көмегімен тазарту үрдісін түсіндіріңіз?
6. Су тоғандарының жағалау бөлігіндегі және су бетінде қалқып жүретін жапырақтары бар өсімдіктерге экобиотехнологиялық сараптама беріңіз?
7. Суға бататын өсімдіктер және су бетінде қалқып жүретіндер
8. Толық батырылған, тамырланбайтын, су қалыңдығында қалқып жүретін өсімдіктер экобиотехнологиясы дегеніміз не?
9. Су үсті генеративті органдары бар, батырылған, тамырланатын және тамырланбайтын өсімдіктерге тоқталыңыз?
10. Cу тоғандарының экожүйесіндегі жоғарғы су өсімдіктері және олардың зат айналымына қатысуы
11. Су тоғандарының өздігінен тазалуындағы су өсімдіктерінің рөлі?
12. Су өсімдіктерін биоценоз компоненттері ретінде сипаттаңыз?
13. Су тоғандарының қалыптасуы, шөп басу және өсімдік өнімі дегеніміз не?
14. Қазақстанның су тоғандарында өсетін балдыршөптер – су бетінде қалқып жүретін немесе судың жоғарғы қабаттарына батырылған ұсақ өсімдіктерге түсінік беріңіз?
15. Балық тіршілігі үшін су өсімдіктерінің маңызы және табиғи су тоғандарында тіршілік ететін балықтар үшін азық және қорғаныс өсімдіктерін мысалдар негізінде түсіндіріңіз?