

МОДУЛЬ 1

Өсімдіктердің өнімділігіне физиологиялық процестердің маңызы

Д1. Өсімдіктер өнімділігінің физиологиялық негіздеріне кіріспе

Өсімдік өнімділігінің физиологиялық негізіне фотосинтездің, зат алмасудың тиімділігін және түптеп келгенде егін өнімділігін анықтайтын бірқатар іргелі аспектілер кіреді.

Өсімдіктер өнімділігінің физиологиялық негіздерін қамтитын негізгі процестер:

1. Фотосинтез:

- Жарық энергиясын органикалық заттардың химиялық байланыстарының энергиясына айналдыру процесі.

- Фотосинтез жылдамдығына әсер ететін факторлар: жарық, температура, CO₂ концентрациясы, су мен минералдардың болуы.

2. Өсімдіктердің тыныс алуы:

- Тіршілікке қажетті энергияның бөлінуімен органикалық заттардың тотығу процесі.

- Тыныс алу жиілігіне әсер ететін факторлар: температура, оттегінің болуы, қоректік заттардың болуы.

3. Су алмасу:

- Өсімдіктердің суды сіңіруі, тасымалдауы және булануы.

- Су алмасуындағы устьицалардың, тамыр жүйесінің, ксилема мен флоэманың рөлі.

4. Минералды қоректену:

- Минералды заттарды ассимиляциялау және тасымалдау (макро- және микроэлементтер).

- Өсімдіктердің өсуі мен дамуына қоректік заттардың болуының әсері.

5. Гормоналды реттелу:

- Өсімдіктердің өсу, даму және бейімделу процестеріндегі фитогормондардың (ауксиндер, гиббереллиндер, цитокининдер, абсцизин қышқылы және т.б.) рөлі.

Өсімдіктердің өнімділігі – белгілі бір уақыт пен аудан бірлігінде өсімдіктердің биомассаларының жинақтау қабілеті. Ол келесі негізгі физиологиялық процестерден тәуелді болады:

1. **Фотосинтез** – күн энергиясының қатысуымен бейорганикалық заттардан органикалық заттардың түзілуі. Фотосинтез қарқындылығы жоғарылаған сайын, өсімдіктердің өнімділігі соғұрлым артады.

2. **Тыныс алу** – органикалық заттардың тотығуы нәтижесінде өсімдік тіршілігіне қажет энергияның бөлінуі. Тыныс алу қарқыны артқан сайын таза өнімділік төмендейді.

3. **Транспирация** – өсімдіктердің суды буландыруы. Транспирация өсімдіктердің су балансын мен температурасын реттейді.

4. **Минералды заттардың сіңірілуі және тасымалдануы** – өсімдіктің өсуі мен дамуына қажетті қоректік заттармен қамтамасыз етеді.

5. **Өсу және даму** – өсімдік ұлпалары мен мүшелерінің мөлшерінің ұлғаюы мен дифференциалдану процестері. Бұл процесс биомассаның жинақталуымен анықталады.

Өсімдіктердің өнімділігі осы негізгі физиологиялық процестердің қолайлы жағдайларда өту тиімділігінен тәуелді болады.

Өсімдіктер өнімділігінің физиологиялық негіздері ауыл шаруашылығы үшін маңыздылығы зор болып келеді және бұл келесі себептерге байланысты болады:

1. Өсімдіктердің өнімділігін айқындайтын физиологиялық процестерді түсіну ауылшаруашылық дақылдардың өнімділігін арттыру үшін тиімді агротехникалық тәсілдері жасауға мүмкіндік береді.

2. Өсімдіктер физиологиясын зерттеу белгілі бір орта жағдайларына бейімделген өнімділігі жоғары жаңа сорттары мен будандарын шығаруға мүмкіндік береді.

3. Өсімдіктер өнімділігінің физиологиялық негіздерін білу өсімдіктердің өнімділік потенциалының максималды жүзеге асырылуына қажет қолайлы өсіру жағдайдарын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

4. Физиологиялық зерттеулер негізінде ауылшаруашылық дақылдарды өсірудің (егіншілік, өсу регуляторларын қолдану, биотехнологиялық әдістер) жаңа технологияларын жасауға тиімді болады.

5. Өсімдіктердің қолайсыз орта жағдайларына (құрғақшылық, тұздану, аяз, аурулар, зиянкестер) төзімділік механизмдерін түсіну олардың төзімді сорттары мен гибридтерін шығаруға мүмкіндік береді.

Сонымен, өсімдік өнімділігінің физиологиялық негіздерін зерттеу ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін арттыру және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі бағыты болып табылады.

Ауылшаруашылық дақылдардың өнімділігін жоғарлатуда қолданылатын кейбір агротехникалық тәсілдер:

1. Сорт/буданды дұрыс таңдау:

- Жергілікті топырақ пен климаттық жағдайларға бейімделген сорттарды/будандарды таңдау.

- Жоғары өнімді, аурулар мен зиянкестерге төзімді сорттарды/будандарды қолдану.

2. Өсімдіктердің қоректенуін оңтайландыру:

- Минералды тыңайтқыштардың теңдестірілген дозаларын қолдану.

- Органикалық тыңайтқыштарды қолдану (көң, компост).

- Микроэлементтердің тапшылығын түзеу үшін микротиңайтқыштарды қолдану.

3. Су режимін реттеу:

- Уақтылы және жеткілікті суару.

- Топырақта ылғалды сақтау үшін топырақ бетін ұсақталған органикалық немесе бейорганикалық заттармен (сабан, опилка т.б. гигроскопиялық материалдар) жабу (мульчирование).

4. Өсімдіктерді аурулар мен зиянкестерден қорғау:

- Ауылшаруашылық дақылдарын дер кезінде пестицидтермен өңдеу.

- Өсімдіктердің аурулары мен зиянкестеріне төзімді сорттар / будандар қолдану.

- Инфекциялық фонда азайту үшін ауыспалы егісті сақтау.

5. Агротехниканы оңтайландыру:

- Топырақты дұрыс өңдеу (жер жырту, дискілеу, өңдеу).

- Егу мен себудің/көгалдандырудың мерзімдері

- Қатар аралық өңдеуді уақтылы жүргізу.

6. Өсімдіктердің өсу регуляторларын қолдану:

- Өсімдіктердің өнімділігін арттыру үшін өсу стимуляторларын қолдану.

- Өсімдіктердің биіктігін реттеу үшін ретарданттарды қолдану.

Осы және басқа да агротехникалық әдістерді кешенді қолдану ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді.

Қазақстанның тұзды және құрғақ аймақтарға бейімделген жаңа жоғары өнімді сорттар мен будандардың мысалдары: бидай: "Жанар" сорты – құрғақшылық, тұзға және суыққа төзімді, жоғары өнімді. "Алмалы" сорты – құрғақшылық пен тұздануға толерантты, қысқа төзімділігі жоғары. «Қазақстан 10» гибридті – Оңтүстік-Шығыс Қазақстан жағдайына бейімделген, құрғақшылыққа төзімді; арпа: "Жалын" сорты - құрғақшылық, тұзға төзімді, жоғары өнімді. "Байсерке" сорты - Орталық Қазақстан жағдайына бейімделген, тұздылыққа төзімді; мақта: «Қазақстан-1» гибриді – жоғары өнімді, құрғақшылық пен тұздылыққа төзімді. «Мақтаарал-4» сорты – Оңтүстік Қазақстан жағдайына бейімделген, құрғақшылыққа төзімді. Бұл сорттар мен будандарды қазақстандық селекционерлер еліміздің құрғақ және сортаңды аймақтарында өсіру үшін арнайы өсірген.

Д2. Фотосинтез және оның өсімдіктер өнімділігіндегі ролі

Фотосинтез – қарапайым бейорганикалық заттардың (CO₂, H₂O) өсімдік мүшелерінде күн сәулесінің әсерінен органикалық қосылыстарға айналу процесі. Фотосинтез процесі кезінде өсімдік сіңірген жарық энергия химиялық энергияға ауысады.



Бұл процесс кезінде атмосфераға оттегі бөлінеді. Фотосинтез көптеген ферменттер мен кофакторлардың қатысуымен жүзеге асады. Фотосинтезді жарық (фотохимиялық) және қараңғы (химиялық) сатыларға бөледі.

Жарықта жүзеге асатын фотосинтез процесінде хлорофилл а-ның (хлорофилл в, каротиноидтар және фикобилиндер көмегімен) күн сәулесін сіңіріп, химиялық энергияға (АТФ, НАДФН) айналдыру жүзеге асады. Осы барлық процестер хлоропластардың фотохимиялық ырықты мембраналарында жүреді. Яғни, мұнда фотофизикалық, фотохимиялық және химиялық реакциялар жүзеге асады.

Хлоропластардың ламеллалар құрамына көп компонентті белок комплекстері кіреді. Олар: жарық жинақтаушы комплекстер; фотожүйе I және II (ФЖ); цитохромды комплекс, цитохромдар v_6 және f ; АТФ-азалық комплекс (АТФ-тың синтезіне қатысатын). Аталған комплекстер бір-бірімен тығыз байланыста жұмыс жасайды.

Д3. Фотосинтездің қараңғы сатысында өтетін процестер

Фотосинтездің қараңғы сатысында АТФ және НАДФН көмірқышқыл газының көмірсуларға дейінгі ассимиляциялануына жұмсалады. Алайда CO_2 –ның көмірсуларға айналуына тек АТФ және НАДФН-ның қатысуы жеткіліксіз. Бұл күрделі процесс, оған көптеген реакциялар қатысады. Бүгінгі таңда өсімдіктер физиологиясының жетістіктеріне сәйкес, фотосинтездің қараңғы сатысындағы реакциялар үш бағытта жүреді. Олар: фотосинтездің C_3 жолы (Кальвин циклі); фотосинтездің C_4 жолы (Хетч және Слэк) циклі; жасаңшөптер тұқымдастарындағы органикалық қышқылдар метаболизмі (ЖОҚМ). Сонымен қатар, жоғары сатыдағы өсімдіктер мен балдырлардың көпшілігінде C_3 және C_4 фотосинтезімен қатар, жарықта тыныс алу процесі жүзеге асады.

Жоғары сатыдағы өсімдіктерде фотосинтез процесі хлоропластарда жүзеге асады. Олардың клеткадағы саны өсімдік және ұлпа түріне қарай өзгереді. Жапырақтың бір клеткасында хлоропластар 20-30 дейін, ал кейбір балдырларда 1-2 үлкен, пішіні әр түрлі хлоропластар болады. Әр түрлі өсімдіктердің хлоропластары өздерінің пішіндерімен ерекшелінеді. Олар сопақша, диск тәрізді денешіктер, ұзындығы 5-10 мкм, диаметрі 2-3 мкм. Хлоропластар қос мембранамен қапталған. Ішкі мембранасы гомогенді орта стромамен шектеледі. Ішкі мембранасы ішке қарай көмкеріліп, тығыз тилакоидтар құрайды. Олардың пішіні кейде диск түрінде болады. Тилакоидтар бірінің үстіне бірі қатталып жинақталып, тилакоид граналарын құрайды.

Тилакоид мембраналарында фотосинтездің жарық сатысын жүзеге асыратын хлоропласттың барлық фотосинтездік пигменттері (жасыл, сары қызыл) мен ферменттері шоғырланады. Стромада фотосинтездің қараңғы сатысында CO_2 –ның көмірсуларға айналуына қатысатын ферменттер шоғырланады. Хлоропласттың күрделі және нәзік құрылысы реакцияларды

кеңістікте оқшаулап, фотосинтез процесінің тиімді өтуіне мүмкіндік тудырады. Пластидтерде түзілген ассимиляциялық өнімдер өсімдіктің басқа мүшелері мен ұлпаларына тасымалданып, метаболизм және өсу процестеріне жұмсалады. Организмнің бүкүл тіршілік процестерінің жиынтығы фотосинтезбен тығыз байланыста болады. Жасыл өсімдіктер синтездеген органикалық заттар барлық басқа организмдер үшін, солардың ішінде адамдар үшін қорек көзі болып табылады, ал фотосинтез процесі кезінде бөлінетін оттегі организмдердің тіршілігін қамтамасыз етеді. Жыл сайын планетада фотосинтездің алғашқы өнімділігі 100 млрд т. құғақ салмақ құрайды, оған күн сәулесінің шамамен $17 \cdot 10^{21}$ Дж аккумуляцияланады. Демек, фотосинтез - Жер бетіндегі заттар мен энергияның айналымының маңызды қозғаушы факторының бірі болып табылады.

Д 4. Фотосинтез процесіне қоректік элементтердің тигізетін әсері

Фотосинтез – өсімдік өнімділігін қамтамасыз ететін негізгі процесс. Бұл көптеген факторларға, соның ішінде маңызды қоректік заттардың қолжетімділігіне байланысты.

Фотосинтезге әсер ететін негізгі қоректік заттар:

1. Азот (N) - хлорофиллдің, ферменттердің, нуклеин қышқылдарының құрамдас бөлігі. Азоттың жетіспеушілігі хлорофилл мөлшерінің төмендеуіне, өсімдіктердің өсуі мен дамуының баяулауына әкеледі.

2. Магний (Mg) – хлорофилл молекуласының құрамына кіреді. Магнийдің жетіспеушілігі жапырақтардың хлорозын және фотосинтездің қарқындылығын төмендетеді.

3. Темір (Fe) – хлорофилл синтезіне қажет. Темірдің жетіспеушілігі жапырақтардың хлорозына әкеледі.

4. Марганец (Mn) – судың фотолизіне қатысады, II фотожүйенің жұмыс істеуіне қажет. Марганецтің жетіспеушілігі фотосинтез жылдамдығын төмендетеді.

5. Фосфор (P) – нуклеин қышқылдарының, АТФ құрамына кіреді және энергия алмасуға қатысады. Фосфордың жетіспеушілігі өсімдіктердің өсуі мен дамуын бәсеңдетеді және фотосинтездің қарқындылығын төмендетеді.

6. Калий (K) – устьица өткізгіштігін, өсімдіктердің су режимін, ферменттердің белсенділігін реттейді. Калийдің жетіспеушілігі фотосинтез жылдамдығын төмендетеді.

Осылайша, өсімдіктердің қажетті макро- және микроэлементтермен теңгерімді тамақтануы жоғары фотосинтетикалық өнімділікті және соның салдары ретінде өсімдіктің жалпы өнімділігін сақтаудың маңызды шарты болып табылады.

Д 5. Өсімдіктердің тыныс алу процесі және оның өнімділікке тигізетін әсері.

Тыныс алу - оттегінің қатысуымен (тотығу) органикалық заттардың ыдырап, химиялық ырықты метаболиттердің түзілуі және энергияның босап шығуын айтады.



Тыныс алу көптеген ферменттердің қатысуымен, белгілі реттілікпен жүретін күрделі процесс. Органикалық заттардың тотығуы нәтижесінде бөлінген заттар макроэнергиялық фосфаттық байланыстар АТФ түзіп, өсімдіктердің әр түрлі маңызды тіршілік процестеріне (биосинтез, заттардың ырықты сіңірілуі мен тасмалдануы, клетка құрылымын ұстап тұру т.б.) жұмсалады. АТФ оттегіні пайдалану нәтижесінде түзіледі. Анаэробты жағдайда немесе түрлі химиялық заттардың тыныс алуды тежегенде реакция жүрмейді. Фосфорлану мен АТФ-тің түзілуі органикалық заттардың тотығуы арқылы жүретіндіктен, бұл процесті тотыға фосфорлану деп атайды. Бұл процесс негізінен митохондрияларда өтеді, дегидрогеназалардың қатысуымен тыныс алу субстратынан бөліп алынған сутегінің цитохром жүйесі арқылы суға дейін тотығады. Тыныс алу тізбегінде фосфорланудың үш реакциясы өтеді. Сутегі мен электрондардың көп сатылы тасымалдануы энергияның аз мөлшерде босап шығуына ықпал етеді, бұл клетканың энергияны тиімді пайдалануын қамтамасыз етеді. Тотыға фосфорлану тұрақсыз процесс. Клетка ішіндегі құрылымдардың зақымдануынан АТФ-тің түзілуі күрт тоқталады. Бұл тотыға фосфорлану процесі клетканың зақымданбаған митохондрияларында ғана жүретіндігімен түсіндіріледі. Митохондриялар - клеткадағы энергияның шоғырланатын негізгі орталықтары болып табылады, олардың құрылыстарының зақымдануынан энергияның жинақталуы күрт тоқталады.

Клеткада басқа да оксидазалық жүйелермен байланысты (полифенолоксидаза, аскорбатоксидаза) тотығудың жанама жолдары болады. Мәселен, кейбір зат алмасу өнімдерінің (полифенолдар мен олардың туындылары) шектен тыс тотығуынан жүзеге асады, олар метаболизмнің ингибиторлары болып табылады.

Тыныс алу кезінде тотықсызданған коферменттердің жартысы (НАД · Н және әсіресе НАДФ · Н) тотықсыздану процестеріне (нитраттардың аммиакқа дейін тотығуы кетоқышқылдардың тотыға аминденуі т.б.) пайдаланылады. Қанттардың біртіндеп ыдырауы аминқышқылдардың, белоктардың, майлардың, көмірсулардың т.б. заттардың синтезіне қажетті аралық өнімдердің түзілуімен қатар жүреді.

Тыныс алу процесі фотосинтезбен қатар өсімдіктердің өнімділігіне тікелей әсер етеді. Тыныс алу өсімдіктердің қорғаныштық реакцияларын қамтамасыз ететін маңызды процесс.

Тотығу жылдамдығының көрсеткіші - тыныс алу қарқыны болып табылады. Тыныс алу метаболизмінің басқа да көрсеткіштеріне: тыныс алу коэффициентінің көлемі, қанттардың гликолиздің және пентозофосфаттық тотығу жолдарының қатынасы, ферменттердің тотығу-тотықсыздану ырықтығы жатады. Тыныс алудың энергетикалық тиімділігін митохондрияның тотыға фосфорлану қарқыны бойынша сипаттауға болады.

Д 6. Транспирация және өсімдіктердегі су балансының реттелуі.

Өсімдіктер денесі негізінен (70-85 %) судан тұрады. Организмдегі судың маңызы орасан зор және алуан түрлі. Су ең жақсы, күшті еріткіш және тіршілік әрекеттеріне байланысты биохимиялық реакциялар жүретін негізгі орта. Су биохимиялық процестерге тікелей қатысады.

Су фотосинтез процесінде электрондар доноры болса, тыныс алуда тотығу-тотықсыздану реакцияларына қатысады. Су көптеген заттардың ыдырау және синтезделу процестеріне қажет. Су жоғары жылу ұстағыш қабілетке ие болғандықтан, өсімдік температурасын реттеуде маңызы зор. Су өсімдіктің барлық мүшелеріне еніп, оларды өзара байланыстыратын үздіксіз фазаны құрайды, сондай-ақ қорек заттарының өсімдік бойымен жылжуын қамтамасыз етеді.

Су молекуласында сутегі мен оттегі ядроларына ортақ екі жұп электрондар бар. Оттегі теріс зарядты болғандықтан оң зарядталған сутегі электрондарын өзіне тартады. Оң және теріс зарядтардың кеңістікте ашық орналасуы су молекуласының *дипольдығын* (полярылығын) бейнелейді. Оттегі ядросы мен сутегі атомының жеке ядроларының аралығындағы қашықтық шамамен 0,099 нм., олардың байланысу аралығындағы бұрыш шамамен 105⁰ С-қа тең. Су молекуласындағы электрондар оттегі атомымен мықты байланысқандықтан протондар бөлінеді.

Судың молекуласының құрылысы өте жоғары диэлектрлік өткізгіштігімен ерекшелінеді. Су зарядты бөлшектер үшін жақсы еріткіш, ал полярсыз молекулалар үшін нашар еріткіш болып табылады.

Катионның электрлік өрісіндегі судың барлық жақын молекулалары теріс полюстерімен ішке қарай бағытталады, ал аниондар айналасындағы судың молекулалары ішке қарай оң полюстерімен бағытталады. Осы ішкі ионмен тығыз байланысқан су молекулаларының қабатын *бірінші* немесе *жақын гидротация* деп атайды. Бұл қабаттың сыртында қашықтау орналасқан молекулалар қабатын *екінші* немесе *қашық гидротация* деп атайды.

Иондармен байланысқан суды *осмотық* байланысқан су деп те атайды. Клеткалар мен ұлпалардағы суды *бос* және *байланысқан* деп екі түрге бөледі. Байланысқан су *осмотық* (иондарды, молекулаларды гидраттайтын), *коллоидтық* және *қылтүтікті* байланысқан деген түрлерге бөлінеді.

Клеткадағы су осмос және биокаллоидтардың бөрту күшімен ұсталып тұрады. Цитоплазмадағы қанттар, тұздар, липидтер және басқа қосындылар судың күйіне әсері үлкен. Клеткадағы ең суы көп бөлік – *вакуоль*.

Егер клетканы таза суға малса, онда осмостық заңдылықтарға байланысты су клетканың ішіне енеді де, вакуольдың көлемі ұлғайып, протоплазманың қысымынан клетка қабығы керіледі. Ал клетка қабығы протоплазмаға кері қысым жасайды. Клетканың осы күйін *керілген (тургорлық)* деп, қабықтың қарсы қысымын *тургорлық* (керілу) қысым деп атайды. Клетка суға толық қаныққан кезде осмостық қысым (П) тургорлық қысымға (Т) тең болады:

$$П=Т; П=0$$

Клеткадан су буланғанда көлемі кішірейіп, осмостық қысымы жоғарылайды. Бұл жағдайда осмостық қысым тургорлық қысымнан жоғары болады:

$П=Т+S$ мұндағы, S - судың вакуольге енуін жүзеге асыратын қысым және клетканың сорғыштық күші (су потенциалы) деп атайды.

Төменгі сатыдағы өсімдіктер суды бүкіл денесімен сіңіреді. Жоғары сатыдағы өсімдіктердің суды сіңіретін мүшесі-тамырдың өте жіңішке ұштары. Онда клетка қабықтары жұқа және түкшелері болады. Тамыр түкшелері және эпидермистің басқа клеткалары арқылы сіңген су қабық элементтері, эндодерма, перицикл, орталық түтік паренхимасы арқылы тамыр құбырына (орталық цилиндр) дейін жылжиы. Топырақ бөлшектерімен және ондағы сумен тамыр түкшелері мен эпидермис клеткалары жанасады.

Орталық цилиндрдегі ксилема түтіктеріне судың енуі осмостық механизмге байланысты. Ксилема түтіктеріндегі және клеткалар қабығындағы осмостық ырықты заттарға – минералды заттар мен метаболиттер жатады. Олар түтіктерді қоршаған паренхималық клеткалардың плазмалеммасында болатын *ырықты иондық насостардың* әсерінен бөлінеді. Осы заттардың түтіктерінде жиналуынан ксилемаға судың осмостық тасымалдануын қамтамасыз ететін сорғыштық күш пайда болады.

Судың өсімдік бойымен тамыр қысымының ықпалымен көтерілу механизмін *төменгі шеттік қозғағыш күш* деп атайды. Төменгі қозғаушы күш жұмысын, яғни тамыр жүйесінің суды ырықты соруын өсімдіктің жылауы және гуттация құбылыстарынан байқауға болады. Өткізгіш шоқтар арқылы судың төменнен жоғары қарай жылжуын *тамыр қысымы* деп атайды. Оның мөлшері шамамен 50-150кПа тең болады. Өсімдіктердің жер астынан өніп-өсуі және көктем айларында өсімдіктердің өркен жайып, жапырақтарының өсуі кезінде тамыр қысымының маңызы зор. Сондай-ақ, ксилемадағы өткізгіш шоқтар бойымен үздіксіз судың жылжуына тамыр қысымы ерекше роль атқарады.

Топырақтың негізгі құрылысы: минералды заттар-қарашірік (гумус), топырақ ерітіндісі, топырақ ауасынан тұрады. Топырақтардағы бос қуыстарды су мен ауа толтырады. Топырақтағы судың өзіндік белгілі сорғыштық күші бар

ерітінді күйінде болады. Топырақтағы ірірек қуыстарды толтыратын су жылжымалы және гравитациялық деп аталады. Судың бұл түрі жаңбырмен, еріген қармен, суарумен енеді және жоғарыдан төмен бағытта жылжиды.

Топырақтың жіңішке қылтүтіктерін толтырып, беттік кернеу күшімен ұсталып, судың жоғары бағытталған жылжуын *қылтүтіктік* (капиллярлы) деп атайды. Судың бұл түрлерін өсімдік өзіне оңай, диффузиялық жолмен сіңіре алады. Топырақ бөлшектерін қаптап, олардың бетінде адсорбциялық-молекулалық тарту күшімен ұсталып тұратын суды *қабыршақтық* (пленкалық) деп атайды. Бұл су өсімдіктерге қиындықпен сіңеді. Құрғақ топырақтың құрамында 0,5 % (құм), 14 % (саз балшық) дейін су болады. Оны *гигроскопиялық* деп атайды. Бұл суды өсімдіктер сіңіре алмайды.

Өсімдіктегі жоғарғы қозғаушы күш жұмысы жапырақ бетінен судың булануы (транспирация) арқылы жүзеге асады. Транспирацияның сору әрекеті тамырға гидродинамикалық керілу түрінде беріліп, қозғаушы күштерді өзара байланыстырады. Энергия көзі ретінде күн сәулесін қолдануға негізделген жоғарғы қозғаушы күштің жұмысы автоматты түрде реттеледі (ылғал тапшылығының жоғарылауы буландырушы клеткалардың су потенциалын төмендетіп, клеткаларға судың енуін күшейтеді). Қалың жапырақты өсімдіктерде транспирацияның сору күші тамыр қысымынан анағұрлым жоғары болады.

Судың булануы негізінен устьица арқылы жүреді. Бұлану нәтижесінде жапырақ клеткаларындағы су азайып, олардың су потенциалы төмендеп, сорғыштық күші жоғарылайды. Сонымен, өсімдік бойымен судың жоғары жылжуын қамтамасыз ететін жоғары қозғаушы күшті жапырақ паренхимасының клеткаларында сорғыштық күштің ұлғаюына байланысты болады. Транспирацияның интенсивтілігі устьицелердің ашылу дәрежесіне байланысты болады. Сондай-ақ, клетка бетіндегі судың клетка аралықтарға булануы нәтижесінде ондағы протоплазмалар мен клетка қабықтарының суды ұстау қабілеттері артып, өсімдіктердегі транспирация төмендейді.

Су жоғары өрлеу (жылжуы) үшін буландырушы клеткалардың сорғыштық күші жеткілікті болуы керек. Бұл жапырақтағы үздіксіз транспирация арқылы іс жүзінде асады. Түктер арқылы судың жоғары жылжуы транспирацияның сорғыштық күші және тамыр қысымының бірлескен әсеріне байланысты болады.

Ауыл шаруашылық дақылдарын өсіру кезінде өсімдіктердің суды тиімді пайдалану көрсеткіші транспирациялық коэффициент болып табылады. Көтпеген ауыл шаруашылық дақылдары үшін транспирациялық коэффициент 300-500 тең. Транспирациялық коэффициент мөлшері минералды қоректену, сумен қамтамасыз ету жағдайлары, жарық және т.б. факторлардан тәуелді. Өсімдіктерді сумен оптималды қамтамасыздандыру және қоректену жағдайларын жасау арқылы олардың суды тиімді пайдалануын жоғарылатуға болады.

Д 7. Тамыр жүйесінің физиологиясы: су және минералды элементтердің сіңірілуі.

Тамыр жүйесінің физиологиясы: су мен минералды элементтерді сіңіру

1. Суды сіңіру:

- Тамыр жүйесі топырақтан суды сіңіруде шешуші рөл атқарады.
- Суды тамыр түктері сіңіреді, бұл тамырлардың сіңіру бетін арттырады.
- Суды сіңіру процесі тамыр жасушалары мен топырақ ерітіндісі арасындағы осмотық градиент есебінен жүреді.
- Жапырақтың транспирациясы тамырдың суды сіңіруінің қозғаушы күшін қамтамасыз етеді.

2. Минералды элементтерді сіңіру:

- Тамыр өсімдіктердің өсуі мен дамуына қажетті әртүрлі минералды элементтерді сіңіреді (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl).
- Минералды элементтерді сіңіру белсенді және пассивті жолдар арқылы жүреді.
- Белсенді сіңіру энергияны қажет етеді және тамыр жасушаларындағы арнайы тасымалдаушылар арқылы жүзеге асады.
- Пассивті абсорбция диффузия және массалық ағын арқылы жүреді.
- Тамыр жүйесі өсімдікке минералды элементтердің сіңуін және тасымалдануын реттейді.

3. Судың және минералды элементтердің сіңуіне әсер ететін факторлар:

- Топырақтың ылғалдылығы мен аэрациясы
- Топырақ температурасы
- Топырақ ерітіндісіндегі минералды элементтердің концентрациясы
- Түбірлік жүйенің белсенділігі
- Өсімдіктің физиологиялық жағдайы

Осылайша, тамыр жүйесі өсімдікті оның өсуі мен дамуына қажетті сумен және минералды элементтермен қамтамасыз етудегі ең маңызды функцияларды орындайды.

Минералды қоректену физиологиясы жеке клеткаға және біртұтас өсімдік организміне иондар мен молекулалардың ағынын қамтамасыз ететін тамырдың, сабақтың және жапырақтың өткізгіш жүйелерінің ұлпалары мен клеткаларының құрылымдық ерекшеліктерін; өсімдіктің өткізгіш жүйелері туралы мәліметтер негізінде иондық және молекулалық транспорттың қозғаушы күштерін зерттеуге негізделген. Сонымен қатар, қоректік орта ағыны мен климаттық және топырақ факторлары арасындағы тәуелділікті зерттейді.

Өсімдіктер құрамына барлық белгілі элементтер кіреді, әйтсе де олардың көбі өсімдікке аса қажетті және алмаспайтындарға жатады. Егер белгілі бір элемент жоқ ортада өсімдіктің қалыпты тіршілік циклы бұзылса немесе осы элементтің тапшылығы өсімдіктің спецификалық тіршілік процестерін бұзса және ол элементті қоректік ортаға қосу арқылы жоғарыда айтылған процестерді

қалпына келтіруге мүмкіндігі боса, ондай элементтерді өсімдікке қажет элемент деп атайды. Ондай элементтер заттар мен энергияның түзілу процестеріне тікелей қатысады. Жасыл өсімдіктерге қажетті элементтерге (көміртектен, сутек және оттектен басқа) макроэлементтер.

Өсімдіктің құрғақ заты құрамында 95 % органогендер (көміртектен – 46 %; оттектен - 42 %, сутек - 6,5 %, азот - 1,5 %) және 5 % минералды элементтер болады. Минералды элементтер өсімдік организміндегі мөлшеріне байланысты үш топқа бөлінеді: мөлшері 0,01% -ден жоғары макроэлементтерге органогендерден (С,О,Н,Н) басқа Si, Ca, K, Mg, P, S, Al, S кіреді. Мөлшері 0,001 - 0,00001 % микроэлементтерге - Mn, B, Cu, Zn, Ba, Ti, Li, Br, Mo, Co т.б. жатады. Мөлшері одан да аз ультрамикроэлементтерге – Cs, Se, Cd, Hg, Ag, Au, Ra т.б. жатады.

Макро- және микроэлементтерді өсімдіктер тамыр арқылы топырақтағы ерітінділерден иондар түрінде сіңіреді. Минералды заттар иондарының ұлпарларда жинақталуы өсімдіктің табиғатына байланысты болады.

Өсімдіктердің нақты минералды элементтерге қажеттілігін анықтау оларды тек жасанды қоректік орталарда (кұм және су) өсіру арқылы жүзеге асыруға болады. Ол үшін дистильденген су, химиялық таза кварц құмы, тұздар, химиялық ыдыстар қажет. Өсімдіктерді арнайы жабдықталған фактеростат камераларында немесе фитотрондарда өсіреді. Су және құм дақылдарын өсіру үшін құрамында барлық қажетті элементтері бар тұздар қоспаларын қолданады. Құм дақылдарын өсіруде ортаға тек жеткіліксіз тұздарды ғана қосады.

Өсімдіктер бір элементтерді катиондар, ал екінші бір элементтерді аниондар түрінде сіңіретіндіктен, сол элементтердің катион немесе анион түрінде болатын тұздарды тандап алады. Көбінесе кальций нитратын ($[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$), калий нитратын (KNO_3), аммоний нитратын (NH_4NO_3), екі негізді фосфат калийді (K_2HPO_4), екі негізді фосфат кальцийды (кұм дақылдары үшін, CaH_2PO_4), калий сульфатын (K_2SO_4), магний сульфатын (MgSO_4) қолданады. Әр бір тұз құрамына екі элемент кіреді. Элементтердің белгілі-бір қатынасын сақтау үшін қоректік ортаға құрамында бір ғана қажетті элементі бар тұздарды қосады, мысалы KCl . Қоректік ортаға неғұрлым тұрақты және қолданысқа тиімді микроэлементтердің тұздарын енгізеді. Өсімдіктер негізінен 5-10 мг/л темірді қажетсінеді. Оны қоректік ортаға темір хлориды (FeCl_2) немесе темір сульфаты ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) түрінде қосады. Фосфаттың немесе гидроксидтің тұнбаға түсуін, сондай-ақ қоректік орта ерітіндісінің нейтралды және әлсіз сілтілі реакцияларында өсімдіктердің хлорозға шалдығуын болдырмау үшін темір цитратын (лимон қышқылды) немесе тартратын (жүзім қышқылды) қолданады. Соңғы кезде, этилендиаминтетрасірке қышқылы қосылған темір хелатын пайдаланады.

Марганец, мыс пен мырышты - күкірт қышқылы мен тұз қышқылы түрінде, молибденді - молибден қышқылының (H_2BO_3) натрий немесе аммоний тұздары түрінде, борды - бор қышқылы (H_3BO_3) түрінде қосады. Ерітінді қоспасындағы

марганец пен бордың концентрациясы 0,1-1 мг/л, мыстың, мырыштың және молибденнің концентрациясы 0,01-0,10 мг/л болады.

МОДУЛЬ 2

Минералды қоректену және өнімділік

Д 8. Өсімдіктердің транспорттық жүйелері және олардың өнімділікпен байланысы.

Өсімдіктердегі тасымалдау процестері және олардың өнімділікпен байланысы:

1. Су мен минералды элементтерді тасымалдау:

- ✓ Тамыр жүйесі топырақтан су мен минералды заттарды сіңіреді.
- ✓ Су мен минералдар ксилема арқылы тамырлардан жер үсті мүшелеріне тасымалданады.
- ✓ Бұл процестің тиімділігі өсімдіктің су жағдайына және қоректік заттармен қамтамасыз етілуіне әсер етеді.

2. Фотоассимиляттардың тасымалдануы:

- ✓ Фотосинтез өнімдері (қант, амин қышқылдары) флоэма арқылы көздерден (жапырақтардан) тұтынушыларға (тамыр, жеміс, тұқым) тасымалданады.
- ✓ Фотоассимиляцияның транслокациясының тиімділігі биомассаның таралуын және өсімдік өнімділігін анықтайды.

3. Өнімділікке сілтеме:

- ✓ Көлік жүйелерінің оңтайлы жұмыс істеуі мыналарды қамтамасыз етеді:
- ✓ Жер үсті мүшелерінің жеткілікті сумен және минералды қоректенуі.
- ✓ Фотоассимиляциялардың мүшелер арасында тиімді таралуы.
- ✓ Бұл жоғары фотосинтетикалық белсенділікке, өсімдіктердің өсуі мен дамуына және жоғары өнімділіктің қалыптасуына ықпал етеді.

Осылайша, өсімдіктердегі тасымалдау процестері оңтайлы су режимі, минералды қоректену және ассимиляттардың таралуы есебінен өнімділікті қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады.

Д 9. Қоректік заттардың физиологиясы: азот, фосфор, калий.

Азот, фосфор және калий сияқты қоректік заттардың физиологиясы өсімдіктердің өсуі мен дамуында маңызды рөл атқарады.

1. Азот (N) белоктар мен басқа да маңызды органикалық қосылыстардың синтезіне қажетті негізгі элемент. Өсімдіктер азотты нитраттар немесе аммоний

түрінде топырақтан алады. Азоттың жеткіліксіздігі өсімдіктердің өсуіне кедергі келтіруі мүмкін.

2. Фосфор (P) – ДНҚ, РНҚ, ферменттер мен энергия молекулаларының түзілуіне қатысады. Өсімдіктер фосфорды фосфаттар түрінде топырақтан алады. Фосфордың жеткіліксіздігі өсімдіктердің фотосинтез және гүлдену қабілетін төмендетеді.

3. Калий (K) - өсімдік жасушаларындағы осмостық қысымды реттеу, ферменттерді белсендіру және сигналдарды беру үшін маңызды. Өсімдіктер калийді иондар түрінде топырақтан алады. Калийдің жеткіліксіздігі тамырдың нашар дамуына және стресске төзімділіктің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Бұл элементтердің маңыздылығын ескере отырып, өсімдіктердің сау өсуі мен дамуы үшін оларды азот, фосфор және калийдің жеткілікті мөлшерімен қамтамасыз ету қажет.

Д 10. Өсімдіктер өнімділігіне микроэлементтердің тигізетін әсері.

Микроэлементтер қалыпты өсу мен даму үшін аз мөлшерде қажет өсімдіктерге қажетті химиялық элементтер. Олар өсімдіктерде макроэлементтерге қарағанда аз мөлшерде болуы мүмкін болса да, олардың өсімдік өмірлік цикліндегі рөлі өте маңызды.

Әртүрлі микроэлементтер өсімдіктің өсуіне және өнімділігіне әртүрлі әсер етеді. Мысалы, темір хлорофилл синтезі мен фотосинтез үшін қажет, мыс ферменттік процестерге және тамырдың өсуіне әсер етеді, мырыш өсу гормондарының синтезіне қатысады, молибден азотты бекіту және ақуыз түзу үшін қажет.

Кез келген микроэлементтердің жетіспеушілігі өсімдікте әртүрлі бұзылуларға, мысалы, жапырақтардың хлорозына, өсуінің әлсіреуіне, гүлдердің немесе жемістердің түсуіне әкелуі мүмкін. Сондықтан өсімдіктерді олардың денсаулығы мен оңтайлы өнімділігі үшін барлық қажетті микроэлементтермен қамтамасыз ету маңызды.

Барлық қажетті микроэлементтерді қамтитын дұрыс тыңайтқыштың көмегімен топырақтың сапасын жақсартуға, өнімділікті арттыруға және өсімдіктердің аурулар мен стресстік жағдайларға төзімділігін арттыруға болады. Сайып келгенде, микроэлементтерге назар аудару сау, өнімді өсімдіктерге ықпал етеді.

Д 11. Тыңайтқыштарды қолданудың физиологиялық негіздері.

Қолданудың физиологиясы негізі өсімдіктердің қалыптар үшін мен өшін көріктік заттармен қамтамасыз ету қажеттілігімен байланысты басыңыз. Азот, фосфор, калий, темір, мицеллярлы қышқылдар мен макроэлементтердің құрамы туралы ақпарат алу үшін осы жерді басыңыз.

Мысалы, азот ақуыз синтезі үшін қажет, фосфор фотосинтезге және жасушалық тыныс алуға қатысады, ал калий су балансын және стресстік жағдайларға төзімділікті реттеуге көмектеседі. Темір және мырыш сияқты микроэлементтер хлорофилл және басқа маңызды ферменттердің синтезі үшін өте маңызды.

Тыңайтқыштарды дұрыс пропорцияда және уақытында қолдану топырақ құнарлылығын арттыруға, дақылдардың өнімділігі мен сапасын арттыруға, өсімдіктердің ауру мен күйзеліске төзімділігін арттыруға көмектеседі. Дегенмен, тыңайтқыштарды шамадан тыс пайдалану топырақ пен су ресурстарының ластануына, сонымен қатар экожүйенің бұзылуына әкелетінін есте ұстаған жөн. Сондықтан өсімдіктердің физиологиялық қажеттіліктері мен топырақтың жағдайын білуге негізделген тыңайтқыштарды қолдану бойынша ұсыныстарды орындау қажет.

МОДУЛЬ 3

Өсімдіктердің өсуі мен дамуы және стресстік жағдайларға төзімділігі

Д 12. Өсімдіктердің өсуі мен дамуы: процестердің гормондық реттелуі

Өсімдіктердің өсуі мен дамуы - өнімнің құрылысын, мөлшерін және сапасын анықтайтын маңызды физиологиялық процестер болып табылады.

Организмнің тіршілік әрекеті нәтижесінде өсімдік мүшелерінің ұзарып, жуандап, көлемінің, салмағының ұлғаюымен және жеке мүшелерімен көбеюін - өсу процесі деп айтады. Өсімдіктің өсуі оның клеткаларының, ұлпаларының және мүшелерінің өсуімен жүзеге асады.

Өсімдіктің тіршілігі өсу және көбею кезеңдеріне бөлінеді. Бірінші өсу кезеңіндегі жапырақтары, сабақтары, тамырлары қарқынды қалыптасып, көбейіп, бұтақтанады, түптенеді, гүл мүшелері қалыптасады. Екінші кезеңде - өсімдік гүлденіп, тұқым береді және жемістенеді.

Өсімдіктің дамуы – физиологиялық және морфологиялық, биохимиялық өзгерістерді бейнелейді. Даму - өсімдіктердің құрылымдары мен функциялардың және онтогенез процесінде пайда болған клеткалардың, ұлпалардың, мүшелердің сапалы өзгерістері болып табылады.

Өсімдіктердің өсуі мен дамуындағы барлық процестер клеткалардың бөлінуі, созылуы және дифференциациясынан өтеді. Өркен мен тамырдың ұзарып және тармақталып өсуі сабақ және тамыр ұштарындағы апикалды меристемалардың қызметімен; ал жуандап өсуі камбий қызметімен байланысты болады.

Өсу кезеңінде меристема мен камбийдің барлық клеткалары үздіксіз бөлінеді: терең қабатындағы клеткалар меристемалық күйде қалады, ал қалған клеткалар ұлпалар мен мүшелерге өсіп, дифференциалданады. Әр бір клетка өсу процесінде үш сатыдан өтеді, олар: меристемалық немесе эмбрионалды; өсу немесе созылу; дифференциация.

Меристемалық клеткалардың жұқа пектоцеллюлозалық қабығы болады. Клетканы қою цитоплазма толтырады, вакуольдері болмайды. Созылу сатысында клетка көлемі қатты ұлғаяды, суды сіңіру қарқыны жоғарылайды, ірі вакуольдері түзіледі, сондай-ақ, клетка қабығы мен цитоплазмасының салмағы жоғарылайды. Тамырдың созылу аймағы шамамен 1 см, ал сабақтың созылу аймағы 5-10 см жетеді. Клеткалардың дифференциациясы созылу аймағында басталғанмен, олардың ұлпаларға толық мамандануы мен өсуі сабақта осы аймақтан төменірек, ал тамыр үшін керісінше жоғары аймақтарда жүзеге асады.

Өсімдіктердің немесе мүшелердің өсу заңдылығы S - қисық сызығымен бейнеленеді. Өсу мен дамудың ішкі факторларына физиологиялық ырықты өсу регуляторлары болып табылады. Оларға ауксиндер, гиббериллиндер, цитокининдер және тежегіштер жатады. Олар өсімдіктің белгілі мүшелері мен ұлпаларында түзіліп, басқа ұлпалар мен мүшелерге тасымалданатындықтан оларды фитогормондар деп атайды. Фитогормондардың табиғаты, концентрациялары мен олардың өзара қатынасы өсімдіктердегі көптеген физиологиялық процестерді күшейтіп немесе тежей алады.

Ауыл шаруашылығында жасанды өсу регуляторларын арам шөптердің өсуін тежеу; қалемшелерді тамырландыру; өсімдіктердің тыныштық күйін бұзу немесе шығару; жапырақтарды түсіру; жемістердің мезгілсіз түсуін болдырмау және олардың көлемдерін ұлғайту; партенокапты жемістер алу мақсаттарында кеңінен қолданады.

Өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсер ететін сыртқа факторларға: жарық спектрінің құрамы мен интенсивтілігі, күн мен түннің ұзақтығы, ауа мен топырақтың ылғалдылығы және температурасы, органикалық және минералды тыңайтқыштар жатады.

Д 13. Фотопериодизм механизмдері және олардың өнімділікке әсері

Фотопериодизм - өсімдіктер мен жануарлардың тіршілік процестері күндізгі жарық пен қараңғылықтың ұзақтығына байланысты болатын құбылыс. Фотопериодизмнің механизмдеріне жарық рецепторлары, генетикалық сағаттар, фитохромдар және басқа биохимиялық процестер жатады.

Фотопериодизм механизмдері мен олардың өнімділікке әсеріне тоқталсақ:

Фотопериодизм – өсімдіктердің күн мен түннің ұзақтығына реакциясымен байланысты процесс.

Фотопериодизм механизмінің негізгі компоненттерінің бірі фитохромдар болып табылады, олар жарыққа сезімтал пигменттер болып табылады және жарық толқын ұзындығының өзгеруіне жауап береді. Содан кейін фитохромдар өсімдіктердің өсуі мен дамуына жауапты бірқатар гендерді белсендіреді.

Фотопериодизмнің өнімділікке әсері өте маңызды болуы мүмкін. Мысалы, өсімдіктер күндізгі жарықтың ұзақтығына байланысты гүлдену, жеміс беру және

басқа да биологиялық процестерді реттей алады. Бұл дақылдардың және басқа да өсімдіктердің оңтайлы өнімділігі үшін маңызды.

Эртүрлі өсімдіктер фотопериодтың өзгеруіне эртүрлі жауап береді, бұл олардың өнімділігіне әсер етуі мүмкін. Мысалы, кейбір өсімдіктер күннің белгілі бір ұзақтығында ғана гүлдейді немесе көбею кезеңіне енеді, бұл өнім мен өнім сапасына әсер етуі мүмкін.

Фотопериодизм механизмдерін зерттеу селекционерлер мен фермерлерге өсімдік өсіру жағдайларын оңтайландыруға және олардың өнімділігін арттыруға көмектеседі.

Осылайша, фотопериодизм механизмдерін және олардың өнімділікке әсерін түсіну ауыл шаруашылығында, биологияда және ғылымның басқа салаларында негізгі рөл атқарады.

Д 14. Өсімдіктердегі физиологиялық процестердің стрестік жағдайларға бейімделуі

Қолайсыз жағдайлардың әсерінен өсімдіктердің өнімділігі оптималды фонмен салыстырғанда қаншалықты өзгеріске ұшырайтынына қарай өсімдіктердің қолайсыз жағдайларға төзімділігі туралы баға беруге болады. Өсімдіктердің экстремалды факторларға (суық, үсік, құрғақшылық, ыстық, тұздылық) төзімділігін бағалау агрономиялық практикада және сұрыптауда маңызы зор.

Өсімдіктердің экстремалды факторларға төзімділігін анықтауда өсімдіктерді дала жағдайында өсіру мен вегетациялық әдістерді қолданады. Алайда бұл әдістерді жасауға көп күш жұмсалатындығы мен ұзақтығына байланысты өсімдіктердің төзімділігін қысқа мерзім аралығында бағалауға әр түрлі зертханалық және зертханалық-дала әдістерін қолдану тиімді болады.

Өсімдіктердің суыққа төзімділігі. Ауа мен топырақтың қолайсыз төменгі температуралары қыстайтын өсімдіктерге едәуір зиянын тигізеді. Қолайлы төменгі температуралар жылу сүйгіш өсімдіктердегі физиологиялық процестердің жүруіне және өнімнің қалыптасуына теріс әсерін тигізеді.

Табиғи жағдайда қыстайтын өсімдіктердің төзімділігі олардың аязға, суыққа, үсікке, сулануға, мұзды қабыршақтың астында қалу және қыстық құрғақшылыққа төзімді қасиеттермен сипатталады. Қыстатын өсімдіктердің күйін анықтау үшін бірнеше әдістер қолданылады. Күздік дақылдар үшін – монолиттерді өсіру, су дақылдарын өсіру әдісі, бояғыштарды қолданып ұлпалардың зақымдану дәрежелерін анықтау, өсу конусының күйін бағалау әдісі т.б.

Өсімдіктердің аязға төзімділігін қосалқы әдістермен: көмірсулардың динамикасын анықтау; β – фруктофуранозидаза ырықтығын зерттеу; электролиттердің шығуын, ұлпалардың электрлік өткізгіштігін, биопотенциалдардың, хемилюминесценцияның және поляризацияның, өсу конусының күйінің өзгеруін зерттеу т.б. әдістермен анықтауға болады.

Д 15. Өсімдіктердің құрғақшылық пен ортаның тұздануына төзімділігі
Өсімдіктердің құрғақшылыққа төзімділігі. Құрғақшылық жағдайдайларына бейімделіп, онтогенез процесі кезінде өзінің өсуі мен дамуын тоқтатпайтын және көбеюге қабілетті өсімдіктерді - құрғақшылыққа төзімді өсімдіктер деп атайды.

Өсімдіктердің физиологиялық құрғақшылыққа төзімділігі олардың сусыздану мен жоғары температураларға төтеп бере алу қабілеттеріне байланысты. Сондықтан өсімдіктердің ыстыққа төзімділігін анықтау үшін олардың сусыздану мен қатты қызуға төтеп бере алу қабілеттерін зерттеу керек.

Өсімдіктердің ыстыққа төзімділігін зерттеуге бірқатар әдістер: эксикаторлық - өсімдіктердің сусыздануға төзімділігін зерттеу әдісі, суды ұстау қабілетін анықтау, белоктарды коагуляцияға ұшырату әдісі, цитоплазма коллоидтарының гидрофильділігін анықтау, бос және байланысқан суларды айқындау, протоплазманың тұтқырлығы мен серпінділігін анықтау, крахмал үлгісін алу әдісі т.б. қолданылады.

Өсімдіктердің ыстыққа төзімділік қасиеттеріне жаппай талдау жасауға қосалқы әдістерді: өсімдіктердің су потенциалын анықтау; өсу реакцияларын, электролиттердің шығуын, статолитті крахмалдың мөлшерін, пигментті комплекстің төзімділігін, цитоплазма қозғалысын, ұлпалардың электрлік қарсыласуын зерттеу т.б. қолданады.

Өсімдіктердің тұзға төзімділігі. Топырақ тұздылығының артуы ауылшаруашылық өсімдіктерінің өнімділігін анағұрлым төмендететіні белгілі. Өсімдіктердің тұзға төзімділігін анықтау оларды сұрыптауда, интродукциялау мен техникалық өсіруге маңыздылығы зор. Қалыпты жағдайға қарағанда тұзды ортада өсімдіктердің өнімділігінің төмендеу дәрежесі тұзға төзімділік критерий болып табылады. Өсімдіктердің тұзға төзімділігін тұра және қосалқы әдістермен анықтайды. Тұзды топырақта өсімдік тұқымдарының өнуі төмендейді, сондықтан өсімдіктердің тұзға төзімділігін тұқымдардың өну көрсеткіштерімен (өну энергиясы, пайызы, жылдамдығы) сипаттайды. Қосалқы зертханалық әдістердің ішінде: плазмолиздік, тұзды ерітінділерде устьицалардың ашылу жылдамдығы, хлорофилдің түссіздену жылдамдығы мен дәрежесі, альбумин мөлшері, протоплазманың өткізгіштігі, биохемиллюминесценция т.б. әдістер кеңінен таралған.

Д 16. Өсімдік шаруашылығындағы заманауи әдістер мен технологиялар

Қоршаған ортаға химиялық өндіріс орындарынан тасталатын шығарынды қалдықтардың құрамындағы әр түрлі улы органикалық заттарды тазалауға микроорганизмдерді қолданатыны белгілі. Әйтсе де олар ластанған топырақ пен суды ауыр металдардан, пестицидтерден, мұнай қалдықтарынан, радиоактивті изотоптардан және радионуклеидтерден толығымен тазартуға қабілетсіз.

Микроорганизмдерге қарағанда жасыл өсімдіктердің орны бөлек, олар ластанған ортадағы түрлі органикалық қосылыстар мен элементерді сіңіріп, өңдеп мүшелерінде жинақтауға қабілетті. Өсімдік биомассасын экономикалық жағынан тиімді жолмен жинап, жылумен өңдеп, құнды шикі зат ретінде пайдалануға болады. Сондай-ақ, өсімдіктер шөпқоректілерге зиянды әрі қауіпті улы заттарды, пестицидтерді топырақтан өздерінің мүшелерінде жинақтап, оларды миграцияланбайтын қосылыстарға алмастырады. Қоршаған ортаны тазартудың бұл әдісін фиторемедиация деп атайды, яғни грек тілінде “фитон” - өсімдік және латын тілінде “ремедиум” - қалпына келтіру, сауықтыру деген мағананы білдіреді.

Ауыр металдармен шектен тыс ластанған аймақта флораның сиреуі, яғни, ауыр металдарға төзімсіз, өте сезімтал түрлердің толығымен жойылуы, ал керісінше оларға төзімді түрлердің көбеюі байқалады. Осының салдарынан өндіріс орындарының айналасындағы табиғи ортаның орнына “техногенді” ортаның қалыптасуы орын алады. Өсімдіктердің әртүрлілігінің ішінде тек төзімді түрлер ғана қалады. Ауыр металдарға төзімді өсімдіктер популяциясы белгілі бір металл түріне немесе бірнеше металдардың түрлеріне төзімділік қасиеттері қалыптасуы мүмкін. Популяциядағы биологиялық және физиологиялық өзгергіштік организмдердің ортадағы экстремалды жағдайларға бейімделуі мен табиғи сұрыпталу деңгейлерін сипаттайды. Өсімдіктердің жабайы түрлер популяцияларының генетикалық біркелкі болмауы, ауыр металдарға төзімді кездейсоқ өкілдерінің қалыптасуына мүмкіндік тудырады.

Соңғы жылдары, көптеген ғалымдардың ізденістері нәтижесінде, ауыр металдарды жерүсті мүшелерінде көп жинақтап, олардың иондарын қауіпсіз қосылыстарға айналыруға қабілетті гипераккумулят - өсімдіктер айқындалды. Олар: *Ambrosia artemisiifolia* (жусанжапырақ ойраншөбі), *Helianthus annuus* (біржылдық күнбағыс), *Phaseolus vulgaris* (үрме бұршақ), *Pisum sativum* (асбұршақ), *Brassica juncea* (үнді қыша), *Zea mays* (жүгері), *Eichornia crassipes* (гиацинт), сондай-ақ, *Hordeum* (арпа) мен *Avena* (сұлы) туыстарының кейбір түрлері, т.б. өсімдіктер.

Фиторемедиация әдісінің қолайлы әрі экономикалық тұрғыдан тиімді екені практика жүзінде дәлелденді. Бүгінгі таңда бірқатар өркениетті елдерде фиторемедиация әдісі кеңінен қолданылуда. Осының айғағы ретінде, күнбағысты өсіру арқылы АҚШ-тың Огайо штатындағы уран өндіретін зауыты мен Украинадағы Чернобыль АЭС территорияларындағы топырақ пен судың радионуклеидтерден тазарту жұмыстарын атауға болады. Павлодардағы мұнайды қайта өндіру зауытының ағынды суларын тазартуға гиацинтті пайдаланғаны да белгілі.

Алайда гипераккумулят өсімдіктердің көп мөлшерде ауыр металдарды бойына жинақтайтын қасиетінің қыр-сырлары толығымен зерттелген жоқ. Соңғы ғылыми жетістіктердің нәтижесінде, бұл өзекті мәселенің төнірегінде түрлі теориялық көзқарастар бар. Кейбір ғалымдар гипераккумуляттарға тән

қасиеттерді олардың зиянкестерден қорғануы мен түрлі ауруларға төзімділігімен сипаттайды.

Біраз ғалымдардың зерттеулерінде “фитосидерафоралар” деп аталатын заттарға аса назар аударады. Мысалы, жүгері мен арпада мугеинді және дезоксимугеинді қышқылдар, сұлыда авеникті қышқылдар түзілетіні анықталды. Олар топырақтағы ауыр металдарды байланыстырып, өсімдіктің бойына оңай сіңірілуін қамтамасыз ететді. Әйтсе де, тамыр клеткаларының мембраналарындағы редуктаза ферментінің де ауыр металдардың сіңірілуіне әсер ететіні белгілі. Темір немесе мыс жеткіліксіз топырақта үрме бүршақ және көптеген қосжарнақтылар ортаның қышқылдығын арттырып, ондағы элементтердің қосылыстарын сіңіруге қолайлы, яғни еріген күйге айналдыратыны белгілі болды. Сондай-ақ, топырақтағы элементтердің сіңірілуіне өсімдіктердің тамыр микрофлорасы да маңызды роль атқарады.