

### ТОПЫРАҚТЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МАҢЫЗЫ

Топырақтың физикалық қасиеттері. Топырақтың физикалық қасиеттеріне оның құнарлылығын сипаттайтын маңызды көрсеткіштер: топырақ құрылымы, су – ауа режимі, жылылық, меншікті және көлемдік салмағы, сонымен қатар өндірістік құрылыс жол салуға топырақтың қаттылығы, иленгіштігі, жабысқақтығы сияқты қасиеттері жатады

**Топырақ құрылымы.** Топырақ үгілу нәтижесінен пайда болғандығы, әр түрлі механикалық бөлшектерден тұратыны жайында жоғарыда айтылды. Осы механикалық бөлшектер топырақ түзуші және оның әрі қарай даму процестерінде топырақ шіріндісі, өсімдік тамырлары, топырақтағы жәндіктер әрекеттері арқылы бір-біріне желімденіп, жабысып, әртүрлі топырақ түйіртпектерін – агрегаттарын құрады. Топырақ құрылымы (структурасы) дегеніміз осы. Топырақ құрылымы оның су – ауа алмасуына, т.б, көптеген физикалық қасиеттеріне әсер етіп, оның құнарлылығына өте үлкен септігін тигізеді. Топырақ құрылымы төмендегідей болады:

Құрылымы жоқ, шаң-тозаңды, борпылдақ;

Құрылымы майда түйіртпекті, оқ дәрісіндей, мөлшері 0,5-1 мм;

Дәнді түйіртпекті, диаметрі 1-5 мм;

Жанғақты құрылым, бөлшектері 5-10 мм;

Майда кесекті құрылым 10 мм-ден ірі;

6. Ірі кесек құрылым, топырақ бөлшектерінің көлемі бірнеше см-ге жетеді.

Сонымен, шамалы ылғалданбаған топырақтар өздері орналасқан табиғи жағдайларына қарай осы жоғарыда айтылған құрылымдардың біреуіне ыңғайлана бастайды. Игерілген жерлерде топырақ құрылымы адам әрекетіне, яғни өңдеу, қандай егістіктерге пайдалану жағдайларына тікелей байланысты. Топырақ құнарлылығына, ондағы ылғал ауа режиміне майда-түйіртпекті, дәнді-түйіртпекті құрылым жақсы әсер етеді. Топырақтардың мұндай құрылымдары топырақ қара шіріндісіне бай, топырақ сіңіру кешені (комплексі), негізінен, кальций катионына қаныққан қара топырақ пен қара қоңыр топырақтарға тән. Ал топырақ сіңіру кешені натрий катионы-

на қаныққан сортаң топырақ қара шіріндісі аз, құрғақ және шөлейтті топыраққа тән. Топырақ құрылымы оның құнарлылығының бір шарты болғандықтан, игерілген жерлерде оны қолдан жасау шара-лары да қарастырылады. Мәселен, академик Р. В. Вильямс топырақ құрылымын жақсарту үшін егіншіліктің шөптанапты жүйесін енгізді. Бұл әдіс еліміздің көптеген жерлерінде қолдау тапты. Оның мәні: егісті жерлерге шөптанапты емес бір дақылды жылма-жыл егіп, оны өңдеген кездерде, топырақтың құрылымы бұзылып, егістік өнімі кемиді. Мұны болдырмас үшін негізгі дақылды міндетті түрде шөптанапты егістіктермен ауыстырып, кезектестіріп егу қажеттігін (мәселен, шөптанапты егістіктер үшін, бұршақ тұқымды дақылдар мен дәнді шөптерді араластырып егуді) ұсынды. Сонда топырақтың әрі құрылымы жақсарып, әрі оның құрамына азот көп жиналады.

Топырақ құнарына және ондағы болатын процестерге топырақтың құрылымы мен оның физикалық қасиеттерінің әсері көп. Топырақтың үйлесімді су – ауа режимі да, оның көп физикалық қасиеттеріне тікелей байланысты. Топырақта қоректік заттар жеткілікті болғанымен, онда ауа немесе су тапшы болса, өсімдіктердің нашар өсетіні, ал кейде тіршілігі тіптен тежелетіні мәлім. Топырақта ауаның және судың үйлесімді мөлшерде болуы оның кеуектілік дәрежесімен анықталады. Ал кеуектілік топырақтың түріне қарай әртүрлі болады. Адамдар топырақты кеуектілігін жасау үшін оны қолдан өңдейді. Топырақтың қопсыған, жыртылған қабатындағы топырақта, оның жартысына дейінгі кеуектер болады да, қалғаны топырақтың қатты бөлігінің үлесіне тиеді. Шымтезекті топырақтарда кеуектілік одан артық, ал құм топырақтарда 30-40%-дай болады. Өсімдіктер тамыр-лары кеуекті топырақтарда жақсы өсіп, оңай таралады.

Топырақтың су өткізгіштігі де оның кеуектілігіне тікелей байланысты. Құрылымы (структурасы) жақсы топырақтарға су оңай сіңіп, өсімдік тамырларына тез жетеді. Мұндай топырақтарда су-мен қатар жеткілікті мөлшерде ауа да сақталады. Сондықтан да бұл топырақтарда судың булануы төмендейді де, топырақ сіңірген ылғал ысырап болмай біраз уақытқа шейін дұрыс сақталады.

Топырақтың суды өз денесіне сіңіріп, ұстап қалу қасиетін оның су сыйымдылығы деп атайды. Әртүрлі топырақтың *су сыйымдылығы* әртүрлі болады.

Топырақтың су сыйымдылығына оның кеуектігімен қатар механикалық құрамы, топырақтары қара шіріктің мөлшері де әсер етеді.

Мысалы, қара шірікке бай 100 грамм балшықты топырақ 50 грамдай суды бойына ұстаса, 100 грамм құмдақ топырақ не бары 5-25 грамм суды ғана ұстай алады. Ал органикалық заттарға өте бай шымтезекті топырақтардың 100 граммы өзінен екі-үш есе артық көлемдегі суды сіңіре алады.

Топырақтың дұрыс құрылымы бұзылып, қажетті кеуектілігі сақталмаған жағдайда топырақ нығыздалып, ондағы қылтүтіктер бір-бірімен жалғасып, топырақ ішіндегі сулар осы қылтүтіктер арқылы тез буланып кетеді. Мұны болдырмас үшін топырақты дер кезінде өңдеу қажет. Ал суармалы жерлерде топырақты суару шаралары қалай болса, солай жүргізілмей, мұнда оның су сыйымдылығы, су өткізгіштігі, т.б. сияқты қасиеттері ескеріледі.

Топырақтың суды көтергіш қасиеті де оның механикалық құрамына тікелей байланысты. Мәселен, құрамы ірі құмдақ топырақтар жерасты ыза суларынан ылғалды не бары 50-60 см-ге ғана көтереді. Ал механикалық құрамы ауырлау саз балшықты топырақтар өздерінің майда қылтүтіктері арқылы жерасты ыза суларының ылғалын 3-3,5 метрге шейін көтере алады.

Топырақ суы – топырақ қыртысындағы әртүрлі минералдық тұздарға бай сұйық. Топырақ суын ауыз су ретінде, не шаруашылық мақсаттарға пайдалануға болмайды. Топырақ суы – өсімдіктер әлемінің негізгі қорегі, өсіп етуіне қажетті су көзі. Құм топырақтарда салмағының 4-10 пайызын, құмайт, құмды саздардың 10-30 пайызын, саз топырақтардың 25-30 пайызындан астамы топырақ суы құрайды. Топырақ суының мөлшері ауа райына, жыл маусымда-рына сәйкес өзгеріп отырады. Топырақ ылғалдылығы өсімдіктерге екі түрлі әсер етеді: біріншіден, тамырдың өсуі мен тармақталуы топырақ ылғалдылығына байланысты; екіншіден, өсімдіктің ылғалды қабылдауы топырақтағы судың мөлшеріне де байланысты. Топыраққа су жаңбыр, қар, бұршақ, не шық түрінде түсіп отырады. Кейде ол топырақтың беткі қабаттарына төменнен көтеріледі. Бұл жер астындағы су немесе ыза суы топырақтың беткі қабатына таяу орналасқанда кездеседі. Қандай топырақта болмасын азды көпті ылғал болатыны белгілі. Топырақта кездесетін су түрлі құрамда болады, ол жыл мезгіліне, ауа температурасының өзгеруіне қарай түрліше күйге ауысып отырады. Мысалы, топырақ кесектерінің арасындағы ауада кездесетін су топырақ температурасы жоғары болса, көбіне, бу күйінде болады, ал температура төмендесе, ол

су тамшысына айналады. Топырақта кездесетін бу күйіндегі суды өсімдіктер пайдалана алмайды, оны топырақтағы судың пайдасыз қоры деп атайды. Аталған су өсімдіктерге тиімді болу үшін, топырақ түйіршіктерінің сыртын толығымен қапталдап мөлшері өскенде ғана, ол топырақ түйіршіктерінің аралықтарындағы қылтүтікке енеді де, өсімдіктердің қоректік минимумынан қолайлы режимін реттеуге көмектеседі. Құбылыстар жиынтығы арқылы анықталатын топырақ ылғалының жиналуы, жылжуы, жұмсалуды және оның физикалық жағдайын өзгерту топырақтың су режимі деп аталады. Топырақтың су тәртібі топырақтың құралуындағы ең маңызды фактордың бірі, ал оның құнарлылығын арттыратын басты жағдайлардың бірі бо-лып саналады. Топырақтың су тәртібінің мөлшер көрсеткіші, яғни ылғалдың жиналуы мен жұмсалуды жиынтығының барлық шама-сын және белгілі бір кезең аралығында оның қорының өзгеруін су тепе-теңдігі деп атайды. Су тепе теңдігінің көпжылдық орта-ша мөлшері, топырақтың су тәртібінің түрлерін сипаттайды. Су – табиғатта ең көп таралған, сонымен бірге нағыз ерекше зат. Өсімдік тіршілігіне қажетті су қорын негізінен топырақтан алады. Топырақ ылғалды жинайтын, сақтайтын және өсімдіктерді барлық даму кезеңдерінде 20 ылғалмен қамтамасыз ететін орын болып табыла-ды. Су өсімдікте өсетін барлық тіршілік процестеріне міндетті түрде қатысады. Көптеген өсімдіктердің клеткаларында 80-90 пайыз, ал тұқымдарында 10-15 пайыз су кездеседі. Өсімдік табиғатында су айналымы да елеулі рөл атқарады. Топырақтағы судың мөлшері оның құнарлылық тиімділігін анықтайтын судың технологиялық қасиетіне, химиялық, физикалық-химиялық және микробиологиялық процестердің қарқынды өтуіне байланысты.

Топырақтағы судың түрлері. Топырақ ылғалы әртүрлі күйде бо-лады. Олардың барлығы бірдей өсімдікке сіңе бермейді. Жалпы топырақ суларын төмендегі түрлерге бөлуге болады.

Химиялық байланыс күйіндегі су. Су көбінесе әртүрлі минерал кристалдарымен байланысты болады. Бұл су заттың молекуласы-на гидроксил (ОН) ион тобымен кіреді. Мысалы,  $Fe_2O_3 + nH_2O = 2Fe(OH)_3$ . Ол топырақтан 400-800 0С градуста ажыратылады, сондықтан топырақтағы биологиялық процестерге тікелей қатыса алады.

Гравитациялық су деп топырақтың түйірлерінің аралықтарын жайлап өз салмағымен (гравитация аралық) көбінесе төмен қарай жылжитын суды айтамыз. Мұны өсімдіктер оңай сіңіре алады. Де-

генмен, оның ағысы қылтүтік судан гөрі шапшаңырақ болғандықтан, өсімдіктерді ылғалмен қамтамасыз етуге тікелей қатыспайды.

Қылтүтік (капилляр) суы. Топырақ түйірлерінің ішіндегі су барлық бағытта қозғалады. Соның ішінде, топырақтың төменгі қабатынан жоғары қарай түйіршік қуыстарындағы сорғыштық (мениск) күштер арқылы ылғалданған жерден құрғаққа қарай жылжиды. Сондықтан бұл судың өсімдіктер үшін маңызы зор. Бұл суды өсімдіктер оңай сіңіре алады.

Жарғақты су. Топырақтың қатты бөлшектерінің сыртын молекулалық тартылыс күшімен, жарғақты қабат күйінде қоршап тұрады. Ол молекулалық тартылыс күшінің көмегімен қалың жарғақтанған күйінен жұқа жарғағына қарай жылжиды. Топырақ түйіршіктеріне 6-10 мың атмосфералық күшпен байланысып тұрғандықтан, жарғақты суды өсімдіктердің тамырлары сіңіре алмайды. Бұл өсімдіктерге сіңбейтін күйіндегі су болып та-былады. Гигроскопиялық су – гигроскопиялық ылғал топырақ түйіршіктерінің бетінде молекулалық тарту күшімен будан жиналған су, ол қозғалмайды, өсімдікке пайдасыз. Ауыр және қарашірікке бай топырақтарда гигроскопиялық су көп болады. Топырақтан оны ажырату үшін оны 105 градус ыстықта 5–6 сағат кептіреді.

Қатты ылғал. Мұз төмен температурада (0° төмен) пайда болады. Ал жарғақты сулар 78 градуста мұзға айналады.

Топырақтың су қасиеттері мен ылғалдылығы. Топырақтың су қасиеттеріне су сыйымдылығы (топырақ өзінің құрамындағы судың белгілі бір мөлшерін ұстап, сақтап тұруы) жатады. Топырақтың қабатындағы судың осы қасиеттері түрлі физикалық күйіне және оның түрлеріне тығыз байланысты.

Топырақтың су сыйымдылық шегі – оның өз бойына белгілі мөлшерде суды сіңіріп ұстай алатын қасиеті. Ұсталған (сақталған) су түрлеріне қарай топырақтың су түрлеріне бірнеше түрлерін ажыратады. Ең көп немесе толық су сыйымдылық деп топырақтың табиғи кеңістегі сумен толған жағдайын айтады. Ауылшаруашылық дақылдарының өсіп, өнім бере алатын топырақ ылғалдылығының шегі егістіктің далалық толық су сыйымдылығының 50-ден 80 пайызға дейінгі аралығында жатады. Дақылдардың әрбір түрлері мен сорттарына, алынатын өнімнің мөлшеріне қарай топырақтың тиімді ылғалдылығы тәжірибе арқылы белгіленеді. Мысалы, Орта Азияның сұр топырағында өсетін мақта дақылының суға деген

қажеттілігі гүлденгенге дейінгі кезеңде топырақтың ылғалдылығы – 75 процент, гүлдеу және жеміс түзу кезеңінде – 60 процент болған жағдайда қанағаттандырылады.

Топырақтың барлық қуыстары жаңбыр суымен және көктемде қар суымен толады. Бұл өсімдікке зиян су топырақтағы барлық ау-аны ығыстырады да, өсімдіктердің тамырлары ауасыз тұншығады. Далалық су сыйымдылық шегі топырақтың табиғи құрылымында бос су өз салмағымен топырақ қабатына сіңіп кетеді. Осы жағдайда жерасты суы тереңде жатса, ал топырақ қабатындағы су буға ай-налмайтын болса, топырақ бойында ұсталып қалатын су мөлшерін далалық су сыйымдылық шегі деп атайды. Капиллярлық су сыйымдылық шегі деп судың топырақ түйіршіктерінің ішінде ұсталып қалатын қабілетін айтады. Капиллярлық су сыйымдылық шегі жерасты суының тереңдік деңгейіне және жоғарыдан келетін табиғи су мөлшеріне байланысты. Мұндай сулар капилляр түтіктері арқылы жоғары көтеріледі және керісінше, жоғарыдан төмен қарай жылжиды. Соның нәтижесінде өсімдіктердің әртүрлі тереңдікте орналасқан тамырларына, кезінде олардың өсіп-дамуына елеулі әсер етеді. Сонымен капиллярлық суды өсімдіктер пайдаланып, оның мөлшерін азайтады да, топырақта жарғақты су қалады. Бұл – су қорының шегі немесе топырақтың ең аз су сыйымдылық қасиетті. Ауаның су буымен толық қанған кезіндегі, топырақта ұсталатын ең жоғары гигроскопиялық су мөлшерін максималдық гигроскопиялық дейді. Топырақ өзінің құрамындағы судың белгілі бір мөлшерін ұстап тұра алады. Оның бұл қабілетін су ұстаушылық күші деп атайды. Бұл күш топырақтағы коллоидтық бөлшектерінің гидратта-луына байланысты. Судың бұл бөлігі коллоидтың байланысқан су немесе гигроскопиялық су деп аталады. Мұны ылғалдың пайдасыз қоры деп атайды. Кейінірек ылғалдың пайдасыз қоры топырақтың екі еселенген максималдық гигроскопиялығына тең болатындығы анықталды. Топырақта өсімдіктер қабылдай алмайтын белгілі бір мөлшері бар кезде ақ олардың сола бастайтындығы байқалады. Бұл шама солу коэффициенті деп аталған. Бұл ұғым ылғалдың пайдасыз қоры ұғымына ұқсас.

Топырақ коллоидтары өздері байланыстырып тұрған гидроскопиялық суды атмосфераға дейінгі күшпен ұстап тұрады. Тамырдың сору күші топырақтағы бұл суды соруға жеткіліксіз.

Топырақтың су өткізгіші деп оның жоғарыдан төмен қарай

су өткізу қасиетін айтады. Ол топырақтың түйіртпектігіне, механикалық құрамына, органикалық қорына байланысты және мұның өзі сіңіру, ылғалдану мен өткізу кезеңдерінен құралады.

Суды жақсы өткізгіш топырақтарға құм, құмай, ең аз су өткізгіш топырақтарға балшықтар жатады. Топырақтың су өткізгіш қабілеті деп өзінің капиллярлары (түтіктері) арқылы оның төменгі қабатынан жоғары қабатына су көтергіштігін айтады. Бұл қасиет топырақтың түйіртпектігіне, механикалық құрамына байланысты. Құмдар суды тез, бірақ аз биіктікке көтеріледі (тәулігіне 30-60 см-ге дейін ғана), балшықтар керісінше, суды баяу со-рып, биікке (3-4 м дейін) көтеріледі. Капиллярлы суды көтеру арқылы топырақ құрғақшылық аймақтарда өсімдіктерді өзінің төменгі қабатындағы сумен қамтамасыз етіп тұрады. Ал шөлді аймақтарда жақын жататын ащы жер суларының буға айналуы-нан топырақ сортаңдана бастайды. Көптеген ауылшаруашылық дақылдары құрғақ заттарды құрау үшін судың орасан көп мөлшерін жұмсайды. Мәселен, бидай өсімдігі, өзінің жер бетіндегі масса-сымен салыстырғанда тәулік бойында шамамен, 1,3-1,5 есе артық суды жұмсайды және сіңірілген 90-95 пайыз құрғақ заттың пайда болуы үшін (транспирация) жұмсалады. Өсімдіктерде бір грамм құрғақ заттардың пайда болуы үшін жұмсалатын судың үлгілік мәні бірнеше дақылдар үшін мынадай: жоңышқа – 858, сұлы – 636, мал азықтық бұршақ – 372, тары – 287 грамм. Бұл көрсеткіштер өсімдік өсетін топырақ-климат және басқа жағдайларға байланысты едәуір ауытқып отырады. Өсімдіктер транспирация жолымен өте көп мөлшерде су жұмсайды. Өсімдік бойына

сіңірген 1000 г судың небары 1-2 грамын ғана пайдаланады, судың 998 грамы өсімдік арқылы өзгермей өтеді. Топыраққа тыңайтқыштарды, әсіресе, фосфор тыңайтқышын еңгізу, су, ауа режимін ретке келтіруі арқылы және басқа шаралардың көмегімен, өсімдіктердің қоректену жағдайын жақсартта оты-рып, 1 грамм құрғақ заттың пайда болуы үшін жұмсалатын су ша-масын азайтуға болады. Алайда, құрғақ заттың пайда болуы үшін жұмсалатын судың азайғанына қарамай, тыңайтылған жердің бір гектарға жұмсалатын жалпы ылғалдың қоры ұлғаяды, өйткені оның өнімі өседі. Мұндай жағдайда ылғал мейлінше, тиімді пайдаланы-лады.

### 13.1. Жалпы физикалық қасиеттердің топырақты мекендейтін тірі организмдерге әсері

**Топырақ** – тірі дене. Топырақтың құрамында тек өлі минерал-ды заттар ғана емес, әр кезде азды көпті тірі организмдер, түрлі микроорганизмдер мен қарапайым майда жәндіктер болады. Бұлар топырақтың тірі бөлігін құрайды. Микроорганизмдер табиғаттың ыстық суығына да, оттегінің бары-жоғына да, ортаның қышқылдығы мен сілтілігіне де қарамайды, барлық жағдайға бейім келеді. Тек оларға қажетті ылғал мен қорек зат орын алса, сондықтан олар табиғаттың барлық бұрышында да кездеседі. Олар топырақтың бір бөлігі болып саналады. Топырақтың тірі бөлігіне өсімдіктердің тірі тамырлары да жатады, өйткені өсімдіктің тамырынсыз топырақ пай-да болмайды.

**Моно- және дисахаридтер** өсімдік қалдықтарында болады және ыдыраған сайын мөлшерлері өзгеріп тұрады. Орташа мөлшері – 4-9%. Көбінесе, бұлар микроорганизмдерге қорек болғандықтан, топырақтарда өте тез ыдырайды.

**Крахмал** құрамында **белок, целлюлоза** бар. Ферменттердің әсерінен ыдырағыш келеді, өсімдіктер шіріген сайын оның мөлшері кемиді.

Өте баяу ыдырайтын топырақтағы органикалық зат – **целлюлоза**. Оны микроорганизмдер тек 5%-ы ғана ыдырата алады.

Органикалық зат – топырақтың ажырамас бөлігі, топырақ түзілу және құнарлылық осы затқа тәуелді. Ол ұлпалық құрылысын жоғалтпаған органикалық қалдықтардан және табиғаты биохимиялық жаңа түзілімдер – қарашіріктерден құралады, олар спецификалық жоғарғы молекуляр азотының органикалық қосындылардың комплексі болып табылады.

Топырақтағы органикалық заттар, тіршілігін тоқтатқан өсімдіктердің, жануарлардың, жәндіктердің қалдықтарынан құралады. Бір гектар қара топырақта жыл сайын 7 тонна, құрғақ ауалы ылғалдылықтағы, өсімдіктердің жер бетіндегі қалдықтары, 27 тоннаға жуық тамырлары жиналады. Ал шөп аймақтағы сұр топырақтардың бір гектарында 1 тонна өсімдіктердің жер бетіндегі қалдықтары, 15 тоннаға жуық тамырлары қалады. Орталық аймақта көп жылдық дақылдар орналасқан топырақтың 1 метрлік қабатында гектарына 15 тоннадай, ал бір жылдық дақылдардың астында 3-5



тоннадай тамыр жиналады. Өсімдік қалдықтары (жер бетіндегі және тамырлар) топырақтағы органикалық заттардың негізгі көзі болып табылады.

Топырақтың органикалық заты негізінен төрт элементтен тұрады. Олар: көміртегі, оттегі, сутегі және азот. Осы элементтердің қатысуымен төмендегідей күрделі органикалық қосылыстардың маңызды топтары құрылады:

көмірсулар (моно-, ди- және полисахаридтер). Өсімдік қалдықтарында негізінен полисахаридтер болады. Олардың ішінен көп таралғаны клетчатка, немесе целлюлоза ( $C_5H_{10}O_5$ ). Шөптік өсімдіктерде оның мөлшері 40%, ал ағашта 60%-ға жетеді. Клетчатка суда ерімейді, күшті қышқылдарды қыздырғанда гидролизденеді. Ол микроорга-низмдермен ыдырауы мүмкін. Полисахаридтерге хитин жатады. Ол саңырауқұлақтар жамылғысының клеткаларының, шаян тәріздестердің және шіркейлердің қабыршықтарының құрамына кіреді;

лигнин-клетка қабырғаларына сіңетін жоғары молекулылары қосындылардың тобы. Өсімдік қалдықтарында оның мөлшері 30-40%-ға жетуі мүмкін;

азотты заттар-белоктар (ақуыздар) немесе протеиндер. Олар протоплазманың және өсімдік клеткаларының ядроларының негізгі бөлігі болып табылады. Шөптік өсімдіктерде белоктың мөлшері 10-14%-ға дейін жетеді. Белоктар суда ерімейді, сілтілерде колоидтық ерітінділерді құра алады. Күшті қышқылдардың әсерінен белок-тар гидролизденеді және амин қышқылдарына ыдырайды. Азотты заттардың қатарына хлорофил және алколоидтар жатады.

майлар-өсімдік қалдықтарында бұлардың мөлшері үлкен емес, клетка ядросына және тұқым құрамына кіреді. Өсімдік қалдықтарында аз мөлшерде смолалық заттар және тері илеуге қолданылатын заттар (дубильдік) кездеседі. Өсімдік қалдықтарында 5%-ға жуық күлдік элементтер: Ca, Mg, K, P, S, Fe, Al, сонымен қатар микроэлементтер бар.

Топырақтың органикалық заты жеке кезеңдерде спецификалық қасиеттерге ие бола отырып, биологиялық және биохимиялық алмасулардың ұзақ жолын өтеді. Бұл алмасулар күрделі қосылыстардың қарапайым қосылыстарға ыдырау жолымен жүреді. Алмасулар,  $CO_2, H_2O, NH_3$  түзіліп, толық минерализациялануға дейін тоқтамайды. Ыдырау нәтижесінде органикалық қалдықтардың 1/10-1/3 бөлігіне жуығы жаңа тұрақты қосылыстар-қарашірікті құрады.

Топырақтағы органикалық қалдықтардың ыдырау жылдамдығы оның ылғалдану дәрежесіне және температураға байланысты. Ауалы-құрғақ өсімдік қалдықтары топырақта минерализацияланбайды десе де болады. Ылғал жетіспейтін жағдайларда физика-химиялық құбылыстар басым түседі. Бұл құбылыс қара топырақтарда көктемде және күзде байқалады. Өйткені осы мезгілдерде топырақ ылғалды болып, органикалық заттың ыдырауына ықпал етеді. Жазда топырақ кеуіп кетеді де, ыдырау бәсеңдейді. Топырақ ылғалдылығы өскен сайын органикалық заттардың ыдырауы жеделдейді, бірақ шексіз болмайды. Топырақ ылғалдылығы артқан сайын ондағы оттегінің мөлшері азая береді де, аэробтық процестер анаэробтыққа ауысады.

Аэробтық ыдырау кезінде минерализацияның соңғы өнімі  $\text{CO}_2$  және  $\text{H}_2\text{O}$  құрылады. Анаэробтық ыдырау өнімдерінде тотықтанбаған және жеткілікті түрде тотықтанбаған заттар басым. Бұлар микроорганизмдердің тіршілігін бәсеңдетіп, ыдырауды тежейді. Органикалық заттардың ыдырауы басылып, майлардың, балауыз заттардың және смолалардың битумдануы ғана байқалады. Жар-тылай ыдыраған, жартылай торфты және торфты масса анаэробтық жағдайларда пайда болып, жиналады.

Азотсыз заттардың ыдырауы (ашу типі) майлы қышқылды, метанды, сутекті болып келетін бактериялардың әрекетінен басталады. Ағаштық денелердің құрамдас бөліктері мысалы лигнин, саңырауқұлақтармен бұзылып ыдырайды. Лигниннің шіріктік заттарға айналуы химиялық жолмен, тотықтық энзимдердің қатысуымен әрі қарай жалғастырылады. Қанттар бактериялармен бұзылып ыдырай-ды. Нәтижесінде органикалық қышқылдар түзіледі,  $\text{CH}_4$  және  $\text{H}_2$ , со-дан кейін,  $\text{CO}_2$  және  $\text{H}_2\text{O}$  бөлініп шығады.

Азоттық қосылыстар және майлар бактериялармен, зенденген саңырауқұлақтармен және актиномиценттермен ыдыратылады. Нәтижесінде глицерин және майлы қышқылдар құрылады. Смолалар, балауызды және дубильдік заттар өте жай ыдырайды. Себебі олар микробтардың әсеріне төзімді. Белок қарапайым қосылыстарға ыдырап, амин қышқылын және  $\text{N}_4\text{H}$  түзеді.

Гумус. Топыраққа түсетін органикалық қалдықтардың гумуска (қарашірікке) айналуы күрделі биохимиялық процесс болып табылады. Бұл процесс топырақтағы микроорганизмдердің, өзара әрекеттесуінің арқасында өтіп жатады. Топыраққа түсетін және оның бетінде жататын өсімдіктердің өлі қалдықтары микроорга-

низмдермен ыдырайды. Микроорганизмдер үшін осы қалдықтар азық және энергия көзі болып табылады. Ыдырауға ұшыраған өсімдіктердің өлі қалдықтары өздерінің морфологиялық белгілерін жоғалтады.

Олардың бір бөлігі автотрофты микробтармен толықтай минералданады да пайда болған күлдік заттар қайтадан жасыл өсімдіктермен сіңіріледі. Қалған бөлігін гетеротрофты микроорганизмдер пайдалана-ды. Нәтижесінде олардың денелерінде туынды белок, көмірсулар, майлар және басқа органикалық заттар түзіледі. Осындай жолмен көбейген гетеротрофты микробтар уақыт өте келе тіршілігін тоқтатады да денелерді ыдыратуға ұшырайды.

Фульвоқышқылдар. Фульвоқышқылдар да құрамында азо-ты бар жоғары молекулярлы органикалық қышқылдарға жатады. Олар элементарлық құрамына қарай гуминдерден көміртегінің аз мөлшерімен, оттегінің көбірек мөлшерімен айрықшаланады. Фульвоқышқылдар суда, қышқылдарда және сілтілерде де жақсы ериді. Ерітінділердің түсі концентрациясына байланысты сабан өңдес сарыдан қызғылт сарыға дейін құбылады. Судағы ерітіндісінің күшті қышқылдық реакциясы болады. Фульвоқышқылдар топырақтық минералдардың химиялық үгітілу процесін жеделдетеді. Олар гу-миндерге қарағанда, белсендірек түрде топырақтың минералдық бөлігімен комплекстер құрады. Мұндай комплекстерді фульваттар деп атайды. Сілтілі және сілтілі-жерлік металдардың фульваттары жақсы ерімелі және жылжымалы келеді. Фульвоқышқылдардың темірмен және алюминиймен қосылыстарының ерігіштігі төмендеуі болады. Фульваттардың ерігіштігі және жылжымалылығы топырақтағы органикалық және минералдық қосылыстардың азаюы-на әкеп соғады. Оны күлгін топырақтардың түзілуінен байқауға бо-лады.

Гуминдер. Гумустың ең инертті бөлігі. Ол сілтілерде ерімейді. Негізінде бұл топырақтың минералдық бөлігімен және өзара берік байланысқан гуминдік және фульвоқышқылдардың топтары. Гуминдердің құрамына инертті тұнба түйіршіктері және толығымен гуминденбеген органикалық қалдықтар кіреді.

Топырақта түзіліп жиналатын гумустың мөлшері және сапа-сы топыраққа келіп түсетін органикалық заттарға, топырақтың химиялық қасиеттеріне, оның сулық, ауалық және жылу тәртібіне байланысты болады. Мысалы, ағаш қалдықтарынан аз мөлшерде са-

пасы нашар гумус түзіледі. Ал шөптік өсімдіктердің қалдықтарынан көп мөлшерде гумус түзіліп, топырақта жақсы бекіп жиналады.

Органикалық қалдықтардың ыдырауы жеткілікті ылғалдылықта, қолайлы температурада және жақсы ауа тәртібінде жеделдейді. Тіпті толықтай минералдануға дейін барады. Осының әсерінен топырақта гумус көп жиналмайды. Өсімдік қалдықтары ылғалы өте көп және төмен температура жағдайларында нашар ыдырай-ды да, торфтың жиналуы байқалады. Гумустың ең көп мөлшері топырақтың ылғалдылығы және оның температурасының қолайлы арақатынасы жағдайында түзіледі. Осындай жағдай мол өсімдік жамылғысы бар далалық аймақта байқалады. Бұл жерлерде гумусқа бай қара топырақтар түзілген. Осы аймақтан солтүстікке және оңтүстікке қарай топырақтағы гумустың мөлшері біртіндеп азая береді (18-кесте).

18-кесте

**Әртүрлі топырақтағы гумустың мөлшері  
(М. В. Тюриннің мәліметтері)**

Топырақ аты	Гумустың қоры (т/га)		Топырақ аты	Гумустың қоры (т/га)	
	0-20 см қабатта	0-100 см қабатта		0-20 см қабатта	0-100 см қабатта
1	2	3	4	5	6
Күлгін топырақтар	53	99	Кәдімгі қара топырақтар	137	426
Орманды далалық күлгін топырақ	109	215	Күнгірт қоңыр топырақтар	99	229
Сілтісізденген қара топырақтар	192	549	Сұр топырақтар	37	82
Типтік қара топырақтар	224	709	Қызыл топырақтар	140	282

Алғашқы органикалық қалдықтарға қарағанда, гумус ұзағырақ ыдырайды. Органикалық қалдықтарда азоттың мөлшері көп болса, ыдырау жылдамырақ өтеді. Азоттың жетіспеушілігі байқалса, ыдырау процесі бәсеңдейді және ысырабы да көп болады, себебі микробтық синтез нашарлайды. Ыдыраудың жылдамдығы топырақтың ауа

тәртібіне және ылғалдану дәрежесіне байланысты болады. Былайша айтқанда, аэробтың және анаэробтың процестердің арақатынасына тәуелді өтеді. Аэробтық ыдырау гумустың толық минералдануын қамтамасыз етуі мүмкін.

Гумус өсімдіктердің минералдық заттарды сіңіруін жақсартады, топырақтың борпылдақтығын, ылғал сиымдылығын, күн сәулесін сіңіруін арттырады. Гумус жеңіл топырақтардың біріккіштігін жақсартып, ауыр топырақтардың біріккіштігін төмендетеді. Ол топырақтың қолайлы ылғалдылықта болуына ықпал жасайды. Гумустық заттардың бір бөлігі полимеризацияланудың әсерінен тығыздалады және топырақта жиналады да өсімдіктер үшін қоректік элементтердің қорын құрады.

Топырақтағы гумустың мөлшері топырақ өңдеу жүйесіне, өсімдіктерге және микроорганизмдерге байланысты болады. Топырақтағы аэробтың және анаэробтық процестерді реттеп басқарып отырса, гумустың жиналуына жағдай жасалынады.

Топыраққа гумусты жинап қор жасау топырақтарды түбегейлі жақсартудың негізгі мәселелерінің бірі болып табылады. Гу-мус түзілудің негізгі заңдылықтарын біле отырып, егіншіліктің және топырақтанудың мәселелерін шешу бағытында топырақ құнарлығын реттеуге болады. Бірақ органикалық заттардың ыдырауына қолайлы жағдайлар жасаумен ғана шектелуге болмайды. Себебі гумус минералданып, топырақ ерітіндісімен бірге шайы-лып кетуі де мүмкін. Мұны болдырмау үшін гумусты топырақтың минералды саз тұнбалы коллоидты бөлігімен комплекс түзетіндей етіп біріктіру қажет.

Топырақтағы органикалық заттардың мөлшерін торф, компост, көң төгу арқылы көбейтуге болады. Төменгі батпақтардың торфымен бірге топыраққа табиғи гумус енгізіледі. Осының арқасында микроорганизмдердің тіршілік іс әрекетін күшейтетін топырақтың биогендігі артады. Минералдық тыңайтқыштарды енгізгенде де, гумификация процесі жақсарады.

Топырақ коллоидтары. Қазіргі кезде ауыл шаруашылығында көп мөлшерде минералдық тыңайтқыштар қолданылып жүр. Топыраққа енгізілген тыңайтқыштар өсімдіктер үшін қосымша қоректену көзі ғана болып қоймай, топырақтың табиғи құнарлығын төмендетпейтін, қайта арттыратын болуы қажет.

Осы мәселені агрономиялық және жерге орналастыру тұрғысынан

шешу, топырақ коллоидтарының қасиеттерін және топырақтың сіңіру қабілеттерін білу арқылы жүзеге асырылады.

Табиғаттағы заттар екі: *кристалдық (анизотроптық)* және кристалдық емес (аморфты) күйімен ерекшеленеді. Аморфты заттар-ды изотроптық заттар деп атайды. Анизотроптық күйдегі заттардың жарық, жылу өткізуі және басқа қасиеттері әр түрлі бағыттарда бірдей емес. Осындай заттарға ас тұзы, мыс купоросы, кварц, гипс, далалық шпаттар, слюдалар, т.б. жатады. Изотроптық күйдегі аморфты заттардың жоғарыда көрсетілген физикалық қасиеттері барлық бағыттарда бірдей. Мұндай заттарға жұмыртқа белогы, каучук, қойыртпақ, сілікпе, т.б. жатады. Бұларды коллоидтар бар.

Коллоидтар – дисперстік орта және осы ортада шашырап таралған коллоидты-дисперстік фазадан тұратын жүйелер. Орта, фаза, қатты, сұйық, газ тәріздес немесе осылардың әртүрлі мөлшерде араласқан күйінде болуы мүмкін. Коллоидтар өлшемдері әртүрлі түйіршіктерден құралса – полидисперстік жүйе, немесе салыстыр-малы түрде алғанда, өлшемдері бірдей түйіршіктерден құралса– монодисперстік жүйе деп аталады. Екі фазаның бөліну аймағында кездесетін коллоидтық түйіршіктерде еркін беттік энергияның біраз қоры бар. Бұл сіңіру энергиясының құрылуына себепші болады. Оның шамасы үлестік беттің жалпы жиынтық мөлшеріне байланыс-ты. Топырақ түйіршіктерінің жалпы бетінің ауданы (үлестік бет) олардың ұсақтану дәрежесі өскен сайын артады. Үлестік бет заттың дисперстігіне байланысты, оның өсуі түйіршіктердің ұсақтану дәрежесіне тура пропорционал түрде өтеді.

Топырақ коллоидтарының негізгі бөлігі гумустық түйіршіктерден және негізінен қалыңдығы 0,01-0,05 ммк пластина тәріздес кристалдық құрылысы бар саз түйіршіктерден құрылады. Бұл түйіршіктердің бетінің жалпы ауданы 15-100м<sup>2</sup>/г құрайды. Коллоидтарға броундық қозғалыс тән. Бұл қозғалыс – дисперсті ортаның қозғалыстағы молекулаларының коллоидты түйіршіктерге жасайтын соққыларының нәтижесінде судағы түйіршіктердің өздігінен пайда болатын үздіксіз, ретсіз орын ауыстырулары. Дисперстік фазаның ұсақ түйіршіктері, күштілігі әртүрлі сансыз соққылардың әсерінен қозғалысқа түседі. Олардың өлшемдері неғұрлым ұсақ болса, қозғалыс соғұрлым белсенді өтеді. Броундық қозғалыс дисперсті фазаның түйіршіктерінің қалқып шығуына немесе тұнбаға түсуіне жол бермейді. Коллоидтар ерімей жатып-ақ

молекулалармен немесе беттік қабаттың иондарымен жанасатын ерітінділердің қосылыстарымен химиялық реакцияға түсе алады.

Электрлік бейтарап заттардың өзара әрекеттесуінен және оларға зарядталған иондардың қосылуынан коллоидтар иондардың зарядына сай зарядқа ие болады. Бірақ бір таңбалы зарядты иондардың белгілі мөлшері, заряды басқа таңбалы иондардың осындай мөлшерінсіз күнелте алмайды. Кез келген заттың ядросының айналасында иондардың екі: ішкі және сыртқы қабаты болады. Осы екі қабаттың қосындысы коллоидтық мицелланы құрайды.

Ядро және иондардың ішкі қабаты гранулану (түйіршікті) құрайды. Ол иондардың сыртқы қабатымен қосыла келе коллоидтық бөлшекті түзеді. Ішкі иондық сфера сыртқы қабаттың ядросының молекулаларының ұсақ түйіршіктерге ыдырауының нәтижесінде пайда болады. Бөлшектердің электрлік зарядына байланысты барлық коллоидтар ацидоидтер, базоидтер, амфолитоидтер деп бөлінеді.

Ацидоидтер – теріс зарядты коллоидтық бөлшектер. Бұлардың диффуздық қабатында катиондар бар. Базоидтер – диффуздық қабатында аниондар бар оң зарядты коллоидтық бөлшектер. Амфолитоидтер – ортаның реакциясына байланысты өзінің зарядын өзгертіп тұратын коллоидтық бөлшектер. Қышқылды ортадағы оң заряд сілтілік ортада теріс зарядқа өтеді немесе керісінше.

Электролиттердің бейтараптандыру рөлінің әсерінен коллоидтық бөлшектер зарядтарын жоғалтады, бір-бірімен қосылып жылдам іріленеді, қоюланады, сөйтіп золь (ерітінді) күйінен гель (тұнба) күйге өтеді. Осы құбылысты коагуляция деп атайды. Коагуляция кезінде бірінші, екінші, үшінші реттегі бөлшектер құрылады. Олар серпімсіз соққылардың нәтижесінде бір-біріне қосылады да, іріленеді. Коагуляцияға қажетті электролиттің концентрациясы – коагуляция табалдырығы деп аталады.

Коагуляция кезінде коллоид, коагулятордың иондарының бір бөлігін ұстап алып қалады. Олар сумен жуылып шайылмайды. Оларды тек басқа электролиттің ерітіндісімен шаю арқылы бөліп алуға болады. Коагуляция қайтымды және қайтымсыз болуы мүмкін. Қайтымсыз коагуляция процесі – топырақтың цементтенуінің қуатты факторы. Қайтымды коагуляция кезінде коллоидтар еріткіштермен орнықсыз қосылыстар түзеді. Осы кезде коллоидтар еріткіштердің молекулаларын гель (тұнба) құрамында ұстап қалады. Коагуляцияға ұшыраған бөлшектер өздерінің зарядын қалпына келтіріп қайтадан

золь (ерігінді) күйіне өтеді. Коагуляцияға кері процесс, бөлшектердің гель күйінен золь (ерігінді) күйіне өту құбылысын пептизация деп атайды. Бұл процесс гель жас және сумен жақсы қаныққан күйде болғанда оңай жүзеге асады. Пептизацияның бірінші басқышы – коллоидтардың ісінуі.

Топырақтағы көптеген физикалық-химиялық құбылыстар, негізінен, әртүрлі топырақ коллоидтарының қасиеттерінің білінуіне байланысты. Топырақта ең көп тараған коллоид  $\text{SiO}_2$  минералдық жолмен пайда болған. Кремний қышқылы үгітілу және топырақ түзілу кезінде ерігіндіге өтеді. Содан кейін полимеризация процесінде ми-целлалар пайда болады.  $\text{SiO}_2$  коллоиды – кәдімгі ацидоид. Белоктық заттармен әрекеттесе отырып, ол күрделі белоктық-кремнийлік қосылыстар түзеді. Күшті дәрежеде суланған гидрофильді коллоид  $\text{SiO}_2$  бір жарым тотықты коллоидтар үшін қорғаныш рөлін атқарады. Бірақ  $\text{R}_2\text{O}$  3 мөлшері артық болса, ол өзінің теріс зарядын оң зарядқа ауыстыра алады. Теріс зарядталған минералдық коллоидтардан марганецтің қосылыстары белгілі. Кейде олар топырақтың иллю-виальды қабатынан көп мөлшерде кездеседі. Осы қосылыстар  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  өзара тұнбаға түсіп, темірлі-марганецтік конкрецияларды береді.

Оң зарядталған минералдық коллоидтардан, бірінші ретте, бір жарым тотықтың гидраттарын атауға болады. Қышқыл орта-да  $\text{R}_2\text{O}_3$  коллоиды оң заряд, сілтілік ортада теріс заряд әкеледі. Оң зарядталған коллоидтар аниондарды сіңіреді, мысалы  $\text{P}_2\text{O}_5$ .  $\text{R}_2\text{O}_3$  ги-драты теріс зарядталған минералдық және органикалық коллоидтар-мен әрекеттесе отырып, күрделі комплекстік қосылыстар түзеді.

Топырақта минералдық коллоидтармен қатар органикалық және орғано-минералдық коллоидтар бар. Соңғы коллоидтар – теріс зарядталған шіріген заттар.

Ионогендік қабатта гумустық қышқыл ( $\text{COOH}$ ), ядроға бекіген  $\text{COO}$  және диффуздық қабаттағы  $\text{H}^+$  ыдырайды. Органикалық және орғано-минералдық коллоидтардың гидрофильдік қасиеттері бар. Осы қасиеттері арқылы олар сазды коллоидтарға үлкен орнықтылық беріп, олардың жоғарғы қабаттан иллювиальды қабатқа қарай орын ауыстыруына себепші болады. Осылайша орын ауыстырған коллоидтар коагуляцияланып топырақта бекиді.

Топырақтың барлық коллоидтары, коллоидтық комплекстің құрамдас бөліктері, топырақтық сіңіру комплексі – сіңіру құбылысына себепші болатын топырақтың жоғары дисперсті бөлігі.



Коллоидтық комплекс сазды, шіріген заттарға бай топырақтарда және қара топырақтарда мол болады да, құмды топырақтарда аз мөлшерде кездеседі.

Топырақтық сіңіру комплексі коллоидтық күйдегі қосылыстардың:

ұсақ уатылған минералдардың бөлшектері, олардың  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{MnO}_2$  алюмокремнийлік, ферроалюмокремнийлік қосылыстар және басқа минералдық коллоидтар түріндегі ыдырау өнімдері (*комплекстің цеолиттік бөлігі*);

органикалық қалдықтардың ыдырау өнімдері және синтезі – органикалық коллоидтар (*комплекстің гуматтық бөлігі*);

органо-минералдық коллоидтардың өзара коагуляциялануы нәтижесінде түзілген, органикалық және минералдық коллоидтар және комплекстердің өзара әрекеттесуінің өнімдері (*комплекстің цеолитті-гуматтық бөлігі*) сияқты қоспасынан тұрады.

### Өзін-өзі тексеру сұрақтары

Топырақ ауасы дегеніміз не?

Топырақтың тірі бөлігі деп нені айтады?

Тірі организмдердің топырақ қара шірігін түзудегі рөлі қандай?

Топырақтағы фосфор дегеніміз не?

Топырақтағы калий дегеніміз не?

Топырақтағы микроорганизмдер.

Топырақсу деген не?

Физикалық қасиеті дегеніміз не?

Топырақтың су өткізгіш қасиеті деген не?

Топырақтың су сыйымдылық шегі деген не?

Гигроскопиялық су деген не?

Қатты ылғал деген не?

Топырақтағы судың түрлері.

Гравитациялық су деп нені айтады?

Топырақтың жылудық режимі және оның экологиялық маңызын айтыңыз.

Топырақ ауасының қасиеттері және оның экологиялық маңызын айтыңыз.

Топырақтағы органикалық заттардың көздері қандай?

Топырақтың спецификалық және спецификалық емес органикалық заттарын атаңыз.

Топырақ гумусы деген не?

Топырақ шірінділерінің құрамы қандай?

Топырақтағы органикалық заттардың ыдырауындағы аэробты және анаэробты процестердің ерекшеліктерін айтыңыз.

Топырақтың гумус жағдайлары қандай?

Фульвоқышқылдары деген не?

Апокрен қышқылы қайдан пайда болады?

Ульмин қышқылы қандай?

Гумин қышқылы қандай?

