

8.1. Экологиялық факторлардың топырақтардың химиялық құрамына әсері

Топырақ түзілу құбылыстарының нәтижесінде жалпы тау жыныстарының құрамын сақтай отырып, көптеген элементтердің мөлшеріне өзгерістер енгізеді.

Топырақтың орташа химиялық құрамы, %

(А.П.Виноградов,

1962):

O - 49	K -1,36	Mn -0,085	Co -0.0008
Si – 33	Mg -0,60	P - 0,08	Mo
Al – 7,13	Ti – 0,46	N- 0,10	B -0,001
Fe - 3,80	C -2,00	Cu -0,002	Mo -0,0003
Ca -1,37	S – 0,085	Zn -0,005	Na -83

Топырақтағы химиялық элементтердің мөлшеріне қарай бірінші орында О мен Si, екінші Al мен Fe, үшінші Ca мен Mg, солардан кейін Na, K, т.б. элементтер орналасқан. Топырақтың химиялық құрамының өзін түзген тау жыныстарының химиялық құрамынан айырмашылығы бар. Мұнда органикалық элементтердің мөлшері көп: көміртегі 20 есе, азот 10 есе өседі. Сонымен қатар оттегі және сутегі мөлшерінің көп, ал алюминий, темір калий, кальций, магнийдің аз екені байқалады. Осы элементтер әртүрлі химиялық қосындылар түрінде топырақ құрамына еніп, топырақ типтерін анықтайды. өсімдіктер мен топырақ арасындағы қарым-қатынасты белгілеуде бұлардың биологиялық маңызы өте зор. Көміртегі, сутегі, оттегі топырақтың органикалық заттарының құрамына кіреді, мине-ралды түрде олардың карбонатты тұздары кездеседі.

Оттегі су гидроксидтер, алюмосиликаттар, бос қышқылдар және олардың тұздарының құрамында болады.

Топырақтағы тағы бір үлесі мол элементтерінің бірі – кремний.

Ол жер қабатындағы минералды қосындылар құрамына кіріп, органикалық заттар құрамындағы көміртегі сияқты маңызды рөл атқарады. Топырақта ең көп тараған кремний қосындыларының бірі – кварц минералы SiO_2 . Кремний және кремний қышқылдарының тұздары силикаттар мен алюмосиликаттар құрамына кіреді. Өсімдіктердің құрамында да кремний бар, мысалы, ол дәнді дақылдарда 10%-дан 60%-ға дейін жетеді.

Алюминий алюмосиликаттар балшықты минералдар құрамында кездеседі. Бұлардың биологиялық маңызы онша емес. Al_2O_3 -тің топырақтағы жалпы мөлшері 1 – 2%-дан 15 – 20%-ға дейін, ал ферралитті топырақтарда 40 %-ға дейін жетеді.

Темір әртүрлі оксидті, гидрооксидті және шала күкіртті қосындылардың құрамына кіреді. Бұл элемент биологиялық жағынан өсімдіктердегі хлорофильдің түзілуіне қатысады. Егер өсімдіктерге темір жетіспесе, олардың жапырақтары сарғайып хлороз деген ауруға шалдығады. Топырақтағы темір элементінің мөлшері әртүрлі. Мысалы, құмдақ топырақтарда 0,5 – 1,0%, лесс жыныстарында түзілген топырақтарында 3,5, ал ферралитті топырақтарда 20 – 50%.

Кальций мен магний топырақта слюдалардың немесе басқа минералдардың құрамында кездеседі. Бұлар тұздар түрінде бөлініп, басқа минералдың қосындыларымен реакцияға түсіп, күкірт, фосфор қышқылдарының тұздарын құрайды. Бұл екі элементте өсімдіктерге өте қажет. Топырақта ол 1 – 3 % мөлшерінде болады.

Калий мен натрий дала шпаттарының ортоклаз, микроклин, альбит құрамында бұзылу нәтижесінде минералды қышқылдардың тұздарын құрайды. Бұл тұздар суда жақсы ериді. Калий – өсімдіктердің қоректік элементтерінің бірі. Оның топырақтағы мөлшері 2 – 3%. Na_2O мөлшері 1 – 3%. Натрийдің жылжымалы түрі топырақта жоғары болса, ол физикалық және химиялық жағынан қолайсыз қасиеттер туғызады.

Титан көбінесе алғашқыда үгілуге аз берілетін минералдың құрамына жатады (ильменит, рутид, сфен) TiO_2 мөлшері топырақта көп болмайды.

Марганецтің топырақтағы мөлшері өте аз. Пирролюзит, баунит, оливин сияқты микроэлементтер өсімдіктердің өсуі мен сапалы дамуына өте қажет. Бұл тақырыпқа әріректе тоқталмақпыз.

Күкірт өсімдіктердің немесе жануарлардың қалдықтарынан түзілген органикалық заттардың құрамында болады. Пирит ми-

нерал түрінде кездеседі: Fe₂S. Топырақта SiO₃ мөлшері пайыздың 1/10 бөлігінен аспайды. Кейбір сульфатты тұздар топырақта көп болуы мүмкін. Егерде күкірттің топырақта жылжымалы түрі мол болса, оның себебін осы төңіректе ластаушы өндіріс орындарынан іздестірген жөн.

Көміртегі, сутегі, азот, фосфор – органигендік элементтер.

Олардың топыраққа тигізер пайдасы көп. Көміртегі гумустың органикалық қалдықтардың құрамында, сутегі газдардың, өсімдік пен жануарлардың денелеріндегі органикалық заттарында болады. Көміртегі органикалық заттарға бай топырақтарда 3 – 10%, сутегі 3 – 6% мөлшерде. Азот өсімдіктің өсуінде, жануарлардың тіршілігінде зор рөл атқарады. Оның мөлшері топырақта көбіне органикалық қосындылар, амиак, азот және азотты қышқылдардың тұздары күйінде кездеседі (0,3-0,4, кейде 0,1%). Топыраққа азот екі жолмен келеді: 1) үлкен қысым әрі катализатор (найзағай) қатысуы арқылы аммиак NH₃ түзіліп, жауын-шашынмен түседі.

азот сіңіруші бактериялардың (бос немесе бұршақты өсімдіктер тамыр түйіндеріндегі) қатысуымен шоғырланады.

Фосфор, апатит, фосфорит минералдары құрамына және топырақ шіріндісінде, органикалық қосындыларда кездеседі. Топырақта фосфор, фосфор қышқылының тұздары фосфаттар түрінде болады.

11-кесте

Литосферада және топырақта химиялық элементтердің орташа құрамының % көрсеткіші (А. П. Виноградов, 1950)

элементтер	литосфера	топырақ	элементтер	литосфера	топырақ
O	47,20	49,00	C	0,10	2,00
Si	27,60	33,00	S	0,09	0,085
Al	8,80	7,13	Mn	0,09	0,085
Fe	5,10	3,80	P	0,08	0,08
Ca	3,60	1,37	N	0,01	0,10
Na	2,64	0,63	Cu	0,01	0,002
K	2,60	1,36	Zn	0,005	0,005
Mg	2,10	0,60	Co	0,003	0,0008
Ti	0,60	0,46	B	0,0003	0,001
H	0,15	-	Mo	0,0003	0,0003

8.2. Топырақтың сіңіру кешені және топырақтың сіңіру қабілеті

Топырақ қопсыған кеуекті дене болғандықтан, оның түйірлерінің арасында әр уақытта бос кеңістіктер орын алады. Топырақтың сіңіру қасиеттерін қалыптастыруда топырақ құрамындағы ең майда ұнтақталған, көлемі 0,0001 мм-ден төмен коллоидты бөлшектер ше-шуші рөл атқарады. Бұл бөлшектер топырақтың әртүрлі органикалық және минералдық қосылыстарынан тұрады. Топырақтың сіңіру қасиеті деп, оның топырақ ішіндегі ерітінділерінің кейбір қосылыстарды, майда ұнтақталған минералдарды және органикалық қосылыстарды, микроорганизмдерді және ұнтақталмаған ірі заттарды өзіне сіңіріп, ұстап қалуын айтады. Топырақтың сіңіру құбылысы жалпы топырақтың дамуымен және топырақта өсетін өсімдіктерде күлді элементтердің (азот, т.б. қоректік заттардың) жиналуымен қатар жүреді. Әсіресе, өсімдіктердің қоректік элементтерінің жиналуы топырақтың сіңіру қасиетімен тығыз байланысты. Осы қасиеті арқылы топырақта өсімдіктерге керекті элементтер жиналады. Бұл салада орыстың ірі ғалымдары К. К. Гедройц, Д. И. Прянишников, А. И. Соколовский, И. Н. Антипов-Каратаев, В. А. Чернов, И. И. Горбунов, т.б. көп еңбек еткен. Әр түрлі топырақтардың сіңіру қасиеттері әр деңгейде бола-ды. Ол көбінесе, топырақтағы өте жоғары бөлшектерге (дисперсті), түйірлерге, коллоидты бөлшектердің мөлшеріне байланысты. Топырақ неғұрлым қарашіріндіге бай және механикалық құрамы ауырлау балшықты болса, соғұрлым оның сіңіру қасиеті де мол, ал топырақта кара шірінді аз, құрамы жеңіл құм немесе құмдақ болса, оның сіңіру мүмкіндігі де шамалы келеді. Академик К. К. Гедройцтың тұжырымдамасында *топырақтың сіңіру қасиеті* деп оның топырақ ішіндегі ерітінділерінің кейбір қосылыстарын, майда ұнтақталған ми-нералды және органикалық қосылыстарды, микроорганизмдерді және ұнтақталмаған ірі заттарды өзіне сіңіріп, ұстап қалу мүмкіншілігін айтады. Сіңіру оның тәсілдеріне қарай, бірнеше түрге: механикалық, физикалық, физикалық-химиялық, химиялық және биологиялық сіңірулерге бөлінеді (К. К. Гедройц, 1933).

Топырақтың құралу және даму процестері онда өсімдіктердің азот және күл қоректік заттарының жиналуымен қабаттас жүреді. Ал топырақта өсімдіктердің қоректік заттарының жиналуы оның сіңіру қабілетімен тығыз байланыста болады.

Топырақтың сіңіру қабілеті деп оның өзінде ерітінді және судағы лайлы заттарды, газдарды ұстап қалуын айтады.

Сіңіру қабілеті – әр топырақта әртүрлі болады, ол көбінесе өте ұсақ бөлшектердің көп болуына байланысты келеді. Мұндай топырақтың сіңіру қабілетін күшейтетін ұсақ бөлшектерді коллоидты бөлшектер деп атайды. Коллоидты бөлшектердің мөлшері 0,001 миллиметрден ұсақ болып келеді. Табиғатта коллоидты бөлшектердің шығатын мына: 1) тау жыныстары бұзылуынан, органикалық заттардың ыдырауынан болатын екі жолы бар. Осыған байланысты топырақ коллоид бөлігінің құрамына органикалық және минералдық заттар кіреді: біріншісі – топырақ шіріндісінің құрамында, екіншісі – балшық құрамында болады. Коллоидтар топырақта тұрақты тұнба гель түрінде кездеседі. Сіңіру қабілеті бес түрге бөлінеді:

Өсімдікке қажетті қоректік заттардың топырақта жиналуы оның сіңіру қабілетімен тығыз байланысты болады.

Топырақтың сіңіру қабілеті – оның ерітіндідегі түрлі заттардың молекулалары мен иондарын өз бойына сіңіріп және оларды ұстап қалу қабілеті.

Топырақтың механикалық сіңіру қабілеті – топырақтың басқа қуыс денелер сияқты, өзінен су өткенде, ондағы үлкен, кіші бөлшектерінің топырақта сүзіліп немесе желмен келген әртүрлі заттарды ұстап қалуы.

Топырақтың бұл сіңіру қабілеті оның механикалық құрамы мен түйіртпектігіне байланысты болады.

Топырақтың биологиялық сіңіру қабілеті – топырақтағы өсімдік тамырлары мен микроағзаларының (микроорганизмдерінің) топырақ ерітіндісінен қоректік элементтерді сіңіріп, өз денелерін құру үшін түрлі органикалық заттардың түзілуі. Биологиялық сіңіру топырақты қоректік элементтердің шайылуынан қорғайды және органикалық затқа байытады.

Биологиялық сіңіру тыңайтқыш қолдануда маңызды рөл атқарады. Микроорганизмдер көмегімен өсімдіктер бойларына сіңірмей қалған нитраттар топырақтарда қатты шайылып кетпейді, жинақталады. Өйткені нитраттар физикалық, физикалық-химиялық немесе химиялық жағынан топырақтарда сіңірілмейді.

Топырақтың биологиялық сіңіру қабілетінің қарқынына топырақ ылғалдылығы, аэрациясы, топырақта энергетикалық заттардың

(өсімдік қалдықтары, органикалық тыңайтқыш) болуы елеулі әсер етеді.

Топырақтың физикалық сіңіру қабілеті – топырақ бөлшектерінің әртүрлі заттардың молекулаларын тарту күшімен сіңіріп, өз бойында ұстап тұру, оң немесе теріс адсорбциясы.

Қатты заттардың бөлшектері неғұрлым майда болған сайын олардың сыртқы тарту күші үдейді. Бұл тұрғыдан, майда дисперсті коллоидты бөлшектердің тарту күші зор, сондықтан топырақ бөлшектерінің бетінің көлемі үлкен болса, оның физикалық сіңіру қабілеті жоғары келеді.

Физикалық сіңіру қабілеті тыңайтқыштарды қолданудың мерзімін белгілеуге көмектеседі. Мысалы, хлор ионы бар тыңайтқыштарды күзде, ал нитратты тыңайтқыштарды тұқым себер алдында немесе үстеп қоректендіруде берген жөн. Себебі топырақтағы хлор ионы мөлшерінің көп болуы өсімдіктер үшін зиянды. Мұндай тыңайтқыштарды күні бұрын қолдану хлор ионының топырақтың астыңғы қабатына шайылуына әкеп соғады.

Топырақтағы физикалық сіңіруді бөліп ажырату өте қиын. Ол әрдайым химиялық және физикалық-химиялық сіңіру құбылыстарымен өзара тығыз байланыста болады.

Топырақтың химиялық сіңіру қабілеті – химиялық реакциялар нәтижесінде топырақтағы суда ерігіш тұздарынан қиын еритін неме-се ерімейтін қосылыстар түзіліп, топырақтың қатты күйіне ауысуы.

Азот, тұз қышқылдарының аниондары (NO_3^- және Cl^-) топырақта кең таралған катиондардың (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} , NH_4^+) ешқайсысымен де қиын еритін қосылыс түзбейді. Сондықтан оларды топырақ химиялық жолмен сіңірмейді. Осыған байланысты топырақтағы нитраттар мен хлоридтердің жылжымалылығы жоғары.

Көмір, күкірт қышқылдарының аниондары (CO_3^{2-} , SO_4^{2-}) бір валентті катиондармен суда еритін, ал екі валентті катиондармен (Ca^{2+} және Mg^{2+}) қиын еритін қосылыстар түзіп, топыраққа химиялық жолмен сіңіріледі.

Химиялық сіңіру суда еритін фосфор тыңайтқыштарының топырақпен әрекеттесуінде маңызды рөл атқарады.

Суда еритін фосфор тыңайтқыштары топырақтағы алмаспалы кальциймен әрекеттесуі нәтижесінде де химиялық жолмен сіңіріледі.

Фосфор қышқылының қарқынды түрде химиялық сіңірілуі

топырақтағы фосфордың жылжымалылығын баяулатады. Мұның өзі өсімдіктің фосфор тыңайтқыштарының құрамындағы фосфорды қабылдауын төмендетеді.

Топырақтың физикалық-химиялық немесе алмасып сіңіру қабілеті – теріс зарядты топырақтың майда дисперсті коллоидты бөлшектердің, топырақ ерітіндісіндегі катиондарды сіңіру. Мұнда топырақтың қатты фазасынан (бөлігінен) топырақ ерітіндісіне эквивалентті мөлшерде басқа катиондар шығарылады.

К. К. Гедройц алмасу реакциясына бейім топырақтағы барлық майда дисперсті коллоидты бөлшектердің жиынтығын **топырақтың сіңіру кешені (ТСК)** деп атаған. Топырақ сіңіру кешені майда (көлемі 0,00025 мм-ден аз) және ірі (көлемі 0,001 мм-ге дейін) кол-лоидты бөлшектерден тұрады.

Топырақтың сіңіру сыйымдылығы (Т) – алмасу реакциясына бейім топырақтағы сіңірілген катиондардың жалпы мөлшері. Сіңіру сыйымдылығын 100 грамм топырақтағы катиондардың миллиграмм-эквивалентімен өрнектейді (мг-экв/100 г)

Топырақтың сіңіру сыйымдылығының мөлшері оның механикалық құрамына, майда дисперсті бөлшектердің жалпы мөлшері мен олардың химиялық және минералогиялық құрамына, топырақ реакциясына байланысты.

Сонымен бірге, топырақтардағы *сіңірілген катион-дар құрамы* әртүрлі болып келеді. Барлық топырақтарда сіңірілген катиондар арасында кальций мен магний мөлшері көп болады. Мысалы, кәдімгі және қуатты қара топырақта сіңіру сыйымдылығындағы катиондардың 80 – 90%-ы каль-ций және магний үлесіне тиеді. Оңтүстік қара, қара қоңыр, боз топырақтарда кальций және магний көп болғанмен, оның құрамында аз мөлшерде сіңірілген натрий кездеседі. Олардың құрамында сутек катиондары болмайды. Сор, сортаң топырақтарда кальций, магниймен бірге сіңірілген натрий көп болады. Қызыл және шымды-күлгін топырақтарда сутек пен алюминий иондары көп болады. Калий және аммоний катион-дары барлық топырақтарда аз мөлшерде кездеседі.

Сіңірілген катиондар құрамы топырақтың физикалық, химиялық қасиеттеріне, өсімдіктің өніп-өсуіне, тыңайтқыштардың әсеріне жан-жақты ықпал етеді.

Топыраққа сіңірілген катиондардың құрамы мен олардың

арақатынасын тыңайтқыш және мелиоранттар қолдану арқылы реттеуге болады. Мысалы, сілтілік реакция тудыратын сіңірілген натрий катиондарын сортаң топырақ құрамынан ығыстыру үшін гипс қолдану керек. Мұнда натрийді алмастырған кальций катиондары өсімдіктің өсіп-өнуіне қолайлы жағдай тудырады.

Топырақтың структуралық құрамы. Әдетте, топырақтар пішіні түрліше болып келетін жеке бөлшектерден тұрады. Бұлар топырақ структурасы болып табылады. Топырақ структурасы шаң неме-се тозаң түрінде болатын өте ұсақ бөлшектерден бастап, мөлшері жаңғақтай, тіпті, одан да үлкен болып келетін кесектерден тұрады. Топырақтарда неғұрлым кесекті бөлшектер көп орын алып, неғұрлым олар берік және кеуекті болса, соғұрлым ол борпылдақ келеді. Борпылдақ топыраққа өсімдіктер мен жануарлар қалдықтарын қарашірікке айналдыратын бактерияларға қажетті су мен ауа оңай сіңеді. Топырақ структурасын құрауда жауын құрттарының атқаратын жұмысы орасан зор. Бұл құрттар өздерінің қоректену процесінде топырақтағы өздеріне керекті заттарды пайдаланумен бірге өздері бөліп шығаратын шырынды заттар арқылы топырақтың ұсақ түйіршіктерін біріктіріп, капролитті структуралар түзеді. Міне, осындай структуралы топырақтарда мәдени өсімдіктерге қажетті барлық жағдай жасалынады да, дақылдар жақсы өніп өседі.

8.3. Топырақтың қышқылдылығы мен сілтілігі

Өсімдіктердің және микроорганизмдердің дамуына, топырақтағы өтіп жататын әртүрлі химиялық және биохимиялық процестердің жылдамдығы мен бағыттарына топырақ реакциясы үлкен әсер етеді. Қоректік заттардың өсімдіктермен сіңірілуі, топырақ микроорганизмдерінің әрекеті, органикалық заттардың минералдануы, топырақ минералдарының ыдырауы және қиын еритін қосылыстардың еруі, коллоидтардың коагуляция мен пептизация-сы және басқа физикалық-химиялық процестер топырақ реакциясына күшті байланысты. Ол сонымен қатар топыраққа енгізілетін тыңайтқыштардың тиімділігіне әсер етеді. Тыңайтқыштар өз жағынан топырақ ерітіндісінің реакциясын өзгерте алады.

Табиғи жағдайда топырақ ерітіндісінің реакциясы 3-тен (сфагнум шымтезектерде) 10-ға дейін (сортаң топырақтарда) құбылады, көбінесе, 4-8 арасында болады.

Әртүрлі топырақтардағы рН өзгеруі

рН деңгейі	Топырақ реакциясы	Топырақ түрі
<4	өте күшті қышқылды	шымтезек (3-3,5)
4,1 - 4,5	күшті қышқылды	шымды-күлгін (4-5)
4,6 - 5,0	орташа қышқылды	
5,1 - 6,0	әлсіз қышқылды	сілтісізденген қара топырақ, сұр орманды
6,1-7,4	бейтарап	кәдімгі қара топырақ, қуатты қара топырақ (6,5-7)
7,5 - 8,5	әлсіз сілтілі	оңтүстік қара топырақ, қара қоңыр (7,5)
8,6 - 10,0	күшті сілтілі	сұр топырақ (8,5), сортаң (9)
>10,0	өте күшті сілтілі	-

Топырақтың актуалды қышқылдығы, топырақ ерітіндісінің қышқылдығы сутек ионының (H^+) гидроксил ионының (OH^-) концентрациясы артық болғанда байқалады.

Топырақта өнебойы CO_2 түзіліп тұрады. Ол топырақ ылғалымен әрекеттесіп, көмір қышқылын H_2CO_3 түзіп, H^+ және HCO_3^- иондарына диссоциацияланады. Нәтижесінде топырақ ерітіндісінде сутек иондарының концентрациясы артады да, ерітінді қышқылданады.

Сонымен топырақ ауасында CO_2 концентрациясы неғұрлым жоғары болса, соғұрлым ерітінді қышқылданады.

Егер топырақта сіңірілген күйде натрий ионы көп болса (сор және сортаң), онда ерітіндіде көмір қышқылды натрий тұздары түзіліп, ерітінді сілтілі келеді.

Егер топырақта кальций мен магний карбонаттары және сіңірілген катиондар арасында кальций көп болса (сұр, қара топырақ), онда топырақ ерітіндісінде кальций бикарбонаты орын алып, топырақты әлсіз сілтілендіреді.

Қышқылды және күшті қышқылды шымды-күлгін және шымтезекті-батпақты топырақтарда сіңірілген күйде кальций аз, сутек пен алюминий иондары көп, топырақ ерітіндісін көмір қышқылы мен қатар еритін органикалық қышқылдар және гидролиз нәтижесінде қышқыл мен әлсіз негіз пайда қылатын алюминий тұздары қышқылдандырады.

Сонымен топырақ ерітіндісінің реакциясы топырақтың сіңіру кешеніндегі катиондардың құрамына қарай өзгереді.

Топырақтың потенциалды қышқылдығы – топырақтың сіңіру кешенінің қышқылдығы, оны топырақта сіңірілген сутек немесе алюминий иондары тудырады.

Топырақтың алмасу қышқылдығы – топырақтың сіңіру кешенінің қышқылдығы, оны топырақта алмаса сіңірілген сутек немесе алюминий иондары тудырады. Алмасу қышқылдық топырақты бейтарап тұздың ерітіндісімен (KCl) өндегенде анықталады.

Алмасу қышқылдықты KCl судағы ерітіндісінің рН шамасымен немесе 100 г топырақтағы миллиграмм-эквивалентпен өрнектейді. Топырақтың алмасу қышқылдығы шамасына актуалды қышқылдық та кіреді. Сондықтан алмасу қышқылдығының шамасы актуалды қышқылдықтан жоғары болады.

Топырақтың гидролитикалық қышқылдығы – топырақтың сіңіру кешенінің қышқылдығы, оны топырақпен берік байланысқан, қиын алмасатын сіңірілген сутек иондары тудырады. Гидролитикалық қышқылдық топырақты гидролитті сілтілі тұздың ерітіндісімен (CH_3COONa) өндегенде анықталады.

Гидролитикалық қышқылдықты 100 г топырақтағы миллиграмм-эквивалентпен өрнектейді.

Топырақ ерітіндісінің реакциясы алмасу және гидролитикалық қышқылдықтарының өлшеміне ғана емес, топырақтың негіздермен қанығу дәрежесіне де байланысты болады.

Егер топырақтың гидролитикалық қышқылдығының шамасын Н әрпімен, сіңірілген негіздердің қосындысын (Ca, Mg, K, Na және т.б.) S әрпімен белгілесек, онда топырақтың жалпы сіңіру сыйымдылығы болғанда:

$$S + H = T.$$

Топырақтың сіңіру сыйымдылығы 100 г топырақтағы миллиграмм-эквивалент түрінде өрнектеледі.

Топырақтың негіздермен қанығу дәрежесі (V) – сіңірілген негіздердің қосындысын (S) сіңіру сыйымдылығына (T) қатынасын пайызбен өрнектеу:

$$V = \frac{S}{T} * 100$$

Топырақтың негіздермен қанығу дәрежесі жалпы сіңіру сыйымдылығының қандай бөлігі сіңірілген негіздерге, қайсысы гидролитикалық қышқылдыққа тиетінін көрсетеді. Негіздермен қанығу дәрежесінің шамасы топырақтың қышқылдығы мен сіңіру қабілетінің маңызды көрсеткіші болып табылады.

Топырақ ерітіндісінің реакциясы тұрақты болмайды. Әртүрлі биологиялық, химиялық және физикалық-химиялық құбылыстардың нәтижесінде топырақта қышқылдар немесе негіздер пайда болып, топырақ реакциясы өзгеріп тұрады.

Топырақ реакциясы енгізілетін тыңайтқыштар әсерінен де өзгереді. Мысалы, физиологиялық қышқылды тұздарды (NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, т.б.) енгізгенде топырақ ерітіндісі қышқылданады, ал физиологиялық сілтілі тұздарды (NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) пайдаланғанда қышқылдығы азаяды немесе топырақ ерітіндісі сілтіленеді.

Физиологиялық қышқылды немесе физиологиялық сілтілі тыңайтқыштарды әрдайым енгізгенде топырақ ерітіндісінің реакциясы күшті өзгере алады да, өсімдіктердің және топырақ микроорганизмдерінің тіршілігіне үлкен әсер етеді.

Бірақ әртүрлі топырақтарда реакцияның өзгеруі бірдей болмайды. Біреуінде топырақ ортасы баяу, басқаларында жылдам өзгеріп тұрады.

Топырақтың буферлік қабілеті – топырақтың ерітіндісі реакциясының қышқылды немесе сілтілі жаққа өзгеруіне қарсы тұра алатын қабілеті.

Топырақтың буферлігі оның қатты және сұйық бөліктерінің қасиеттеріне байланысты өзгеріп тұрады. Топырақ ерітіндісінің буферлік қабілеті оның құрамындағы әлсіз қышқылдар (H_2CO_3 , суда еритін органикалық қышқылдар) және олардың тұздары болуына байланысты.

Топырақ буферлігінің минералды тыңайтқыштарды дұрыс қолдану үшін маңызы зор. Мысалы, буферлігі төмен топырақтарға физиологиялық қышқылды тыңайтқыштарды енгізгенде, дақылдардың және топырақ микроорганизмдерінің дамуына теріс әсер етеді. Органикалық тыңайтқыштарды үздіксіз енгізу мен әктеу топырақтың сіңіру сыйымдылығын және негіздермен қанығу дәрежесін арттырады да, оның буферлігін жоғарылатады.

8.4. Топырақ ерітіндісі реакциясының өсімдіктерге әсері

Топырақтың реакциясы. Егер топырақта қышқылдар (мысалы, глее – күлгін топырақтардағы сияқты фульвоқышқылдары) не-месе сілтілер (мысалы, сортаң топырақтағы сода) өте көп болса, мәдени өсімдіктер нашар өседі немесе мүлде өліп қалады. Мәдени өсімдіктердің көпшілігінің жақсы өсуі үшін топырақ ерітіндісі қышқыл немесе сілтілі де болмауы керек. Ол орташа, бейтарап болуы керек.

Топырақтың реакциясы (қышқылдығы, сілтілігі) оның қандай заттарды (элементтерді) сіңіргендігіне де өте тығыз байланысты. Егер топырақ (оның қатты бөлшектері) сутегін немесе алюминийді сіңірсе, ол қышқыл болады; ерітіндіден натрийді сіңірген топырақ сілтілі, ал кальцийге қаныққан топырақтың реакциясы бейтарап, былайша айтқанда, орташа болады.

Табиғатта түрлі топырақтардың реакциясы түрліше келеді. Мысалы, батпақ, күлгін және қызыл топырақтар – қышқыл, сортаңдар – сілтілі, ал қаратопырақ – орташа реакциялы

болады. Өсімдіктер қалыпты өсу үшін топырақта:

Өсімдік бойына сіңіре алатын формадағы қорек элементтер;

Өсімдік сіңіре алатын формада су;

Өсімдік тіршілігі үшін қажетті мөлшерде оттегімен қамтамасыз ету;

Топырақ массасының құрылымы қолайлы келеді, оңтайлы ауа – су режимін жасап, тамырлардың топыраққа жақсы өтуін, одан қоректік заттар мен ылғалдық қерегінше алуын қамтамасыз етуі;

Өсімдіктер үшін зиянды қоспалар болуы тиіс. Мәлім болғандай өсімдіктер негізгі қорек элементі ретінде топырақтан азот, фосфор, калий, кальций, темір, күкіртті сіңіреді. Химиялық талдауға қарасақ, топырақтағы химиялық элементтер құрамы көп және ол көп жылға жетеді. Н. П. Ремезов деректері бойынша, қаратопырақ құрамында азот пен фосфордың көптігі сонша, бидайдан орташа түсім алғанда әлі 250 жылға жетеді екен, ал калий құрамы – 3 мың жылға жетерлік.

Бірақ өсімдіктер үшін элементтер мөлшері емес, топырақтағы өсімдік сіңіруге ыңғайлы формалары маңызды.

Тыңайтқыш қолдана отырып адам заттардың биологиялық айналымына белсенді араласып, өз мақсатында бағыт беріп, реттейді. Органикалық минерал тыңайтқыштар қосумен қатар соңғы жыл-

дары бактериялық тыңайтқыштарда қолданыс табуда. Бактериялар массасын топыраққа араластырып микробиологиялық процестерді күшейтуге және химиялық элементтердің сіңімділігін көтеруге қол жеткізіледі. Мысалы, фосфорбактерин органикалық заттарды ыдыратып, фосфорды сіңімді фосфор түріне айналдырды, т.б.

Ауыл шаруашылығы дақылдарын қалыпты өсіру үшін макроэлементтер мөлшері ғана емес, сирек кездесетін және бытырап орналасқан химиялық элементтер құрамы да маңызды.

Олардың болмауы немесе аз болуы мәдени өсімдіктердің ауруы-на, түсімнің аз болуына әкеледі. Топырақта жездің жетіспеушілігінен пайда болған жағымсыз құбылыстар кең тараған. Бұл құбылыстар торф топырақты орман аймағында көп кездеседі («Өңдеу сырқаты» деп атайды). Жез қосқан соң ғана бұл ауру жойылған, астық өнімі көбейген. Жезді кейбір өсімдіктер организміне қосу үшін оларды паразиттік грибоктарға қарсы тұрақтылығын арттыра-ды. Мырыш, бор, марганец, молибден және сирек кездесетін элементтерді топыраққа қосқанның әсері болатыны анықталды. Микроэлементтердің мал шаруашылығы үшін де маңызы зор. Кейбір микроэлементтердің топырақта және өсімдіктерде (жемде) артық не кем болуы мал өнімділігіне елеулі әсер етеді. Кобальттың топырақта аз болуынан мал қанында эритроциттер азайып, мал тез ариды (себебі белок синтезі нашарлайды) жемнің көп болуы бұған әсер етпейді. Ұсақ және ірі мүйізді малдың бұл ауруы – ақобала-тоз деп аталады, ол ТМД, Шотландия, Австралия және т.б. елдерде таралған. Мал шаруашылығына жез, никель, селен, фтор, йодтың тапшылығы немесе артықшылығы белгілі әсер етеді. Су өсімдіктің тіршілігінің барлық кезеңінде де дәннен жарып шыққаннан, пісіп жетілгенше үлкен рол атқарады. Түрлі өсімдік дәндері жарылуы үшін түрлі су мөлшері керек:

Бидай үшін – салмағының 45%, қызылша үшін – 120% керек. Түрлі мәдени өсімдіктердің құрғақ массасының тоннасын алу үшін шығындалған су мөлшері де әртүрлі және 200-ден 1000 т-ға дейін өзгереді. Мысалы: бидай, тоннасына – 500 тонна су жұмсалады, ал күріш тоннасына – 1000 т. Артық су керек. Өсімдіктер бос су формасын ғана, яғни гравитациялық сіңіліп байланған суды ғарыш күштері кері тарта алмайды. Сондықтан сіңірілген суы 10-15% құрайтын саздың топырақта өсімдік су тапшылығын көреді, ал құмайт топырақтарда бұл көрсеткіш 1-2%-ға дейін азаяды. Топырақ

ылғалы капиллярлық булану барысында азаяды. Ұзын капиллярдың болуы топырақты тез құрғатады, ал ол капиллярды бұзу, топырақ ылғалы сақталуына әкеледі.

Сондықтан топырақ құрылымын ұсақ кесекті ету оны құрғаудан сақтайтын тиімді шара болып табылады. Қуаңшылық аудандарда судың топыраққа мол келуіне бағытталған түрі – беткі су ағысын реттеу, қар тоқтату, түрлі суландыру шаралар жасалады.

Топырақ құнарлығы үшін ауаның, оның оттегісінің маңызы зор. Оттегі микробиологиялық процестер үшін қажет. Топырақтың аэробты микробтары оттегі жетпесе өз тірлігін баяулатады.

Оттегі күрделі өсімдіктер тамыры үшін қажет. Тығыз топырақтағы газ алмасудың қиындауы, топырақ ауасында көмір қышқылының жинақталуы, топырақ артық ылғалданғанда оттегінің жетіспеуі өсімдіктің өсуін тежейді. Н. П. Рмезов (1963 жыл) пікірінше, оттегі топырақтың барлық көлемінің 8-12%-ы болса, топырақ ауасы өсімдіктер үшін қолайсыз әсерін тигізеді, ал оттегі құрамы 5%-дан кем болса, өсімдіктердің көп бөлігі өледі. Топырақтың оттегімен қамтылуы және газ алмасу деңгейін ұстау топырақ құрылымына тәуелді, ол тамыр қабатының тереңдігін анықтайды, ылғалдың топырақтағы шығынын және бөлінуін, өсімдіктердің қорек режимін реттейді. Жыртылатын горизонттың онтайлы құрылымы болып есептелетін – ұсақ кесекті түйірлі құрылым суға берік келеді. Топырақ құнарлығына теріс әсер ететін тұздар құрамының көбеюі. Тұз концентрациясын топырақ ерітіндісіне жоғары болуы өсімдіктерді мына себептерге байланысты тежейді:

Өсімдік клеткасына су келуі нашарлап, бұзылады, себебі топырақ ерітіндісіндегі осмос қысымы өсімдік клеткасы протоплазмасындағыдан жоғары.

Ассимиляция және газ алмасу процестері бұзылады. В. А. Хов-да зерттеуі бойынша, сортаңдау жағдайында өсімдіктерге магний, натрийдің хлорлы тұздары көптеп сіңіп, маңызды химиялық элементтер – кальций, калий, фосфор, темір, марганец бірнеше есе кемиді. Тез еріген тұздар өсімдіктің жасыл бөлігінде жинақталып, фотосинтез процесін әлсіретеді. Ақырында өсімдік дамудан қалады.

Сортаңдалу әсерінен өсімдік анатомиясында күрделі өзгерістер болады. Тамыр қуысы тарылады, қабыршақ қабырғалары қалындайды, нәтижесінде өсімдік қурайды.

Топырақтың сортаңдалуымен, сорлауымен күрес, сор топы-

рақтарды жақсарту халық шаруашылығының күрделі де маңызды мәселесі болып табылады. Топырақ құнарлылығы тек табиғи қасиеттеріне емес, оны өңдеу сипатына да байланысты. Табиғи құнарлылық топырақтың жаратылыс қасиеттеріне байланысты. Тиімді құнарлылық табиғи құнарлылық бөлігі, ол мәдени өсімдік түсімі түрінде анықталды. Тиімді құнарлылық тыңайтқыш қолдануға, топырақты ұтымды өңдеуге және т.б. шараларға сәйкес ұлғаяды. Осылайша жасанды тиімді құнарлылық жасалады.

8.5. Сілтілі және қышқыл топырақтарды жақсарту жолдары

Топырақ реакциясы – топырақтың қышқылдығы немесе сілтілігі. Топырақ ерітіндісінің реакциясы оның құрамындағы сутек (H^+) және гидроксил (OH^-) иондарының арақатынасына байланысты. Ерітіндідегі сутек иондарының концентрациясын рН символымен өрнектеп, олардың концентрациясының теріс логарифмін белгілейді.

Топырақ реакциясы. Құрамында түрлі қышқыл басым болуына байланысты топырақ реакциясы қышқылды не сілтілі болып келеді. Өте қышқылды не сілтілі топырақтарда өсімдіктер жақсы өспейді, тіпті, өліп қалады. Өсімдік дұрыс өніп-өсуі үшін топырақ реакциясы орташа болуы керек. Топырақ реакциясы оның қандай заттарды көбірек сіңіргендігіне байланысты болады. Әдетте, қышқыл топырақтарда сіңірілген сутегі және алюминий көп болады. Топырақ реакциясы бейтарап болуы үшін онда кальций элементінің тұздары көп болуы шарт.

Табиғи жағдайда топырақ реакциясы 3-тен 9-ға дейін құбылады, ол рН- деп белгіленеді. Ол төмендегідей:

- рН 3- 4 өте қышқыл;
- рН 4-5 қышқыл;
- рН 5- 6 азғана қышқыл;
- рН 6-7 бейтарап;
- рН 7-8 сәл сілтілі;
- рН 8-9 сілтілі.

Топырақ ерітіндісінің қышқылдылығына ондағы бос органикалық қышқылдар немесе олардың тұздары себеп болады. Топырақ қышқылдығы актуалдық және потенциалдық болып екіге бөлінеді. Оның бірінші түрі топырақтағы бос сутегі (H^+) ионының концентрациясына, ал екінші топырақтың коллоид бөлімі сіңірген берік сутегі

иондарына байланысты болады. Реакциясы өте қышқылды, не өте сілтілі болып келетін топырақтарда егілетін дақылдардан мол өнім алу үшін түрлі өңдеу (мелиорациялау) жұмыстарын жүргізеді.

Өзін-өзі тексеру сұрақтары:

Топырақтың табиғи радиоактивтігі көбінесе, ауыр металдардың реттік нөмірі немен байланысты болады?

Антропогендік жағдайдан пайда болған радиоактивтік ядролы жарылыстар.

Топырақтағы радиоактивтік элементтердің мөлшеріне әсер ететін жағдайлар.

Топырақ түзуші тау жыныстарындағы радиоизотоптардың мөлшерлері.

Топырақтың сіңіру қасиеттерін қалыптастыруда негізгі орын алатын не?

Топырақтың сіңіру қасиеті дегеніміз не?

Академик К. К. Гедройцтың тұжырымдамасында топырақтың сіңіру қасиеті деп нені айтты?

1933 жылы К. К. Гедройц топырақты сіңіру қасиетіне қарай неше түрге бөлді?

Топырақтың механикалық сіңіру қасиеті дегеніміз не?

Топырақтың физикалық-химиялық сіңіру қасиеті дегеніміз не?

Топырақтың химиялық сіңіру қасиеті дегеніміз не?

Топырақтың биологиялық сіңіруі қасиеті дегеніміз не?

Топырақтың сіңіру қасиетінің құрамына әсері?

