

MFTAP 68.05.01

DOI: 10.51886/1999-740X_2025_3_45

**М.Н. Пошанов^{1*}, Р.Х. Рамазанова¹, С.Н. Дүйсеков¹, Н.С. Әсімжанов¹, З.А. Зәріп¹
КӨКСАРАЙ СУ ҚОЙМАСЫНА ІРГЕЛЕС ЖАТҚАН ЖЕРЛЕРДІҢ АГРОХИМИЯЛЫҚ
ЖӘНЕ ТОПЫРАҚ-МЕЛИОРАЦИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ҒАЖ АРҚЫЛЫ ЖӘНЕ
ДАЛАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР НЕГІЗІНДЕ БАҒАЛАУ**

¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 75В, Қазақстан,

**e-mail: maksat_90.okkz@mail.ru*

Аңдатпа. Бұл мақалада Көксаарай су қоймасының ауыл шаруашылығы жерлерінің жағдайына, әсіресе топырақ құнарлылығы мен экожүйелерге тигізетін кешенді әсері қарастырылған. Зерттеу жұмысының мақсаты – Көксаарай су қоймасына іргелес аумақтағы топырақтың агрохимиялық көрсеткіштері мен мелиоративтік жағдайын анықтап, кейіннен жерді ұтымды пайдалану және ауыл шаруашылығына енгізу бойынша ғылыми негізделген ұсыныстар әзірлеу. Зерттеу барысында Түркістан облысының Отырар ауданындағы Шәуілдір суармалы алқабының оңтүстік бөлігінде топыраққа кешенді агрохимиялық зерттеулер жүргізілді. Далалық және зертханалық әдістер (агрохимиялық талдау, GPS, спутниктік деректер, NDVI индексі талдау) қолданылды. Нәтижелер 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см тереңдіктердегі топырақтың тұздану деңгейі айтарлықтай екенін көрсетті. Атап айтқанда, 0-20 см тереңдікте өте қатты тұзданған топырақтар 42,4%-ды, 20-50 см тереңдікте 70,5%-ды, ал 50-100 см тереңдікте 96,0%-ды құрайды. Бұл аумақтың басым бөлігінде шұғыл мелиорациялық шаралардың (тұзды шаю, дренаж жүйелерін салу, тұзға төзімді дақылдарды енгізу) қажет екенін көрсетеді. Мақалада топырақ құнарлылығын, соның ішінде гумус мөлшерін, азот, фосфор және калий мөлшерін талдау нәтижелері де ұсынылған. Көптеген учаскелерде гумус пен азот деңгейі төмен, ал фосфор мен калийдің жағдайы біршама қолайлы болып шықты.

Түйінді сөздер: топырақ, тұздану, құнарлылық, картограмма, тұздану картасы.

КІРІСПЕ

Су қоймаларын салу – адамның табиғатқа ауқымды араласуының айқын мысалы. Олар энергетика, ирригация, су көлігі, сумен қамту және тасқынмен күрес сияқты шаруашылық мақсаттарға қызмет еткенімен, қоршаған ортаға бірқатар теріс әсер етеді. Қоймалар салынғанда кең аумақтарды су басып, батпақтанады. Жағалауларда көшкіндер мен шөгінділер пайда болып, топырақтар тұзданады. Жергілікті метеорологиялық режим өзгереді. Балықтар мен басқа да су организмдерінің тіршілік ортасы бұзылып, өзендердің гидрологиялық режимі түбегейлі өзгереді, әсіресе аридті аймақтарда. Ірі су қоймалары топыраққа елеулі кері әсер етеді. Олар жер асты сулары деңгейін көтеріп, топырақтың гидроморфизмі мен батпақтануын күшейтеді,

аэрациясын төмендетеді, бұл өсімдік жамылғысының өзгеруіне әкеледі. Жағалауда топырақтың физикалық-химиялық қасиеттері нашарлап, құрғақ климатта қайталама тұздану жүреді. Батпақтанған жерлерде экожүйелер деградациясы байқалуы мүмкін. Нәтижесінде, жерлерді су басу құнарлы топырақты жоғалтуға, экожүйелердің бұзылуына және жергілікті климаттың өзгеруіне соқтырады [1, 2].

Ғалымдардың зерттеуінде Каттакорган су қоймасының топыраққа негізгі әсері салыстырмалы түрде аз екенін және тұздардың жинақталуымен, топырақтың физикалық-механикалық қасиеттерінің өзгеруімен шектелетінін қорытындылаған. Мелиоративтік жағдайы қанағаттанғысыз топырақ алқабының ұлғаюына қарамастан, су қоймасының топырақтың жалпы жағ-

дайына әсері шешуші емес. Сондай-ақ, жерасты суларының жату деңгейі мен минералдануына әсер ететін негізгі фактор су қоймасының қызметі мен суару процесі екені анықталды. Нәтижесінде, жерасты суларының минералдану деңгейі мен олардың жату тереңдігі өзгереді, бұл зерттелетін топырақтардың мелиоративтік жағдайына біртіндеп әсер етеді [3].

Су қоймалары, Габороне сияқты, жер асты суларының сапасы мен деңгейіне ықпал етеді. Олар су деңгейін көтерумен қатар, жерүсті суларының сіңуі арқылы ластануға әкелуі мүмкін. Изотоптық деректер мұны растайды. Жер асты суларының гидродинамикасы мен сапасын анықтайтын басты факторлар – геология және гидрогеология. Тиімді басқару үшін олардың біртекті еместігін, гидрогеологиялық ерекшеліктерін және жергілікті жер пайдалануды ескеру қажет. Ластануларды ерте анықтау және олардың динамикасын түсіну үшін тығыз мониторинг маңызды. Су қоймаларын реттеу жер асты сулары мен топырақ ылғалдылығына айтарлықтай әсер етеді. Олар судың топыраққа сіңуін азайтып, булануды өзгертеді. Қоймаларға жақын жерлерде, әсіресе өзен жайылмаларында, топырақ ылғалдылығы мен жер асты суларының деңгейі жоғарылайды. Су қоймалары жыл бойы су ағынын қайта бөліп, жоғары ағынды азайтып, төменгі ағынды арттырады. Бұл ойпаттардағы топырақты ылғалдандырып, сіңуді төмендетіп, беттік булануды күшейтеді. Зерттеулер қоймалар әсерінің ірі жерүсті ағынынан гөрі, булану және жер асты суларын толықтыру сияқты жергілікті процестерде көбірек байқалатынын көрсетті. Бұл әсер, әсіресе жер асты сулары терең емес аудандарда айқын көрінеді [4, 5].

Заманауи ГАЗ (геоақпараттық жүйелер) технологияларының топырақтану мен агрохимиядағы қолданылуы, топырақ деректерін жинақтау,

сақтау, талдау және картографиялау үшін олардың әлеуетін ашады. Ғарыштық суреттер, GPS деректері және агрохимиялық көрсеткіштерді біріктіру арқылы топырақтың құнарлылығы мен мелиоративтік жағдайының кеңістіктік өзгермелілігін бағалау әдістерін сипаттауға мүмкіндік береді. Ғалымдардың зерттеулерінде агрохимиялық және мелиоративтік зерттеулерге инновациялық тәсілдерді енгізуге, сондай-ақ алынған нәтижелерді визуализациялау мен ұсынуға мүмкіндік береді [6].

Тұзданған топырақтарды қашықтықтан зондтау принциптерін түсіну үшін ғалымдардың зерттеулерінде ғарыштық суреттерді пайдалана отырып, тұздануды анықтау мен картаға түсірудің әртүрлі әдістерін мұқият жүйелеуді, топырақ бетінің тұздардың әсерінен шағылысу қабілетінің өзгеруіне негізделген спектрлік тәсілдерге ерекше назар аударады. Және де тұздануды анықтау үшін электромагниттік спектрдің (көрінетін, жақын, орташа және термиялық ИК) әртүрлі диапазондарының тиімділігі егжей-тегжейлі талданады, сондай-ақ өсімдіктер мен ылғалдылық сияқты факторлардың алынған деректердің дәлдігіне әсері сыни тұрғыдан бағаланады. Зерттеу сонымен қатар жерді қашықтықтан зондтау әдістерінің негізгі шектеулерін көрсетеді және болашақ зерттеулер үшін негізгі бағыттарды белгілейді, бұл оны ғарыштық суреттер арқылы тұздануды бағалауды зерттейтін кез келген адам үшін таптырмас бастапқы нүкте етеді [7].

Құрғақ және жартылай құрғақ аймақтардағы тұзданған топырақтарды картаға түсіру үшін Landsat OLI спутниктік деректерін практикалық қолдануды, Landsat деректері бойынша есептелген спектрлік индекстер мен жер үсті учаскелерінде өлшенген тұздану деңгейі арасындағы байланысты ғалымдар зерттеген. Тұзданудың әртүрлі спектрлік индекстерін (Salinity

Indices – SI), сондай-ақ өсімдік индекстерін (мысалы, NDVI) қолдануды сипаттайды, себебі өсімдіктер көбінесе тұздандудың индикаторы болып табылады. Нәтижелер әртүрлі спектрлік арналар мен индекстердің үйлесімі тұздандуды картаға түсіру дәлдігін арттыра алатынын көрсетеді. Мультиспектрлік деректер негізінде тұздандуды картаға түсірудің ең кең таралған және қолжетімді тәсілдерінің бірін жақсы көрсетеді [8].

Көксарай су қоймасы айналасындағы топырақтардың жағдайын бағалаудағы кешенділігімен, нақты аймақтық мәселені терең зерттеуімен және жерді пайдаланудың жаңа аспектілерін ашуымен ұқсас жұмыстардан ерекшеленіп, ғылыми және практикалық маңыздылығымен құнды болып табылады.

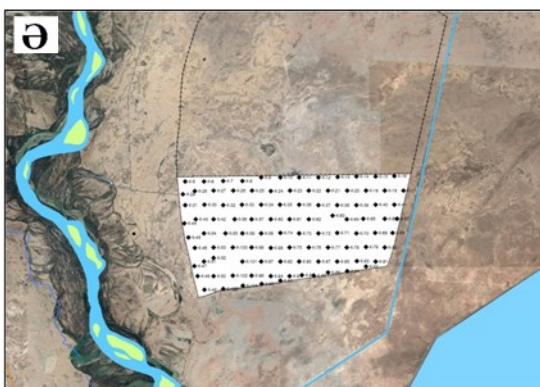
Зерттеу мақсаты – Көксарай су қоймасына іргелес аумақтағы топырақтың агрохимиялық көрсеткіштері мен мелиоративтік жағдайын анықтап, кейіннен жерді ұтымды пайдалану және ауыл шаруашылығына енгізу бойынша ғылыми негізделген ұсыныстар әзірлеу.

ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Зерттеу нысаны. Зерттеу нысаны – Шәуілдір суармалы алқабының оңтүстік бөлігінің (Отырар ауданы, Түркістан облысы) топырақ жамылғысы. Ол Көксарай су қоймасынан

солтүстік-батысқа қарай 5 км жерде орналасқан, және зерттелетін учаскенің аумағы Сырдария өзеніне дейін жетеді. Бұл орналасу зерттеулер жүргізу және аумақты игеру жөніндегі іс-шараларды әзірлеу кезінде ескерілуі тиіс маңызды географиялық және гидрологиялық жағдайларды көрсетеді. Зерттеу нысанының координаттары: бойлық 68,334988, ендік 42,510868 (1-сурет).

Көксарай су қоймасы – Қазақстанның Түркістан облысы аумағында, Сырдария өзені арнасының оң жағында, Шардара су қоймасынан 160 шақырым төмен орналасқан су қоймасы. 2008-2011 жылдары салынған. Ирригация және су тасқынынан қорғау үшін ағынды маусымдық реттеуді жүзеге асырады. Шардара су электр станциясының контррегуляторы болып табылады. Су қойманың жобалық көлемі – 3 миллиард текше метр, акваториясының ауданы – 46745 га, арналық бетонды бөгеттің су шығыны – 1800 текше метр/сек, ұзындығы 16 км болатын су әкелетін арнаның өткізу қабілеті – 500 текше метр/сек. Су қойма бөгетінің ұзындығы 44,7 км, орташа биіктігі – 7,7 м, өткізу қабілеті 500 текше метр/сек болатын ұзындығы 10,2 км су бұру арнасы бар [9].



Сурет 1 – Зерттеу нысанының орналасу схемасы (А) және топырақ үлгілерін алу, нүктелері (Ә)

Зерттеу аумағының басым бөлігі жайылым ретінде пайдаланылады. Суармалы егістіктер негізінен Арыс және Бөген өзендерінің арнасының аумағында орналасқан.

Топырақ жамылғысының қалыптасуының жалпы биоклиматтық жағдайлары оның Батыс Тянь-Шань мен Қаратау жотасының тік аймақтылығы спектріндегі бірінші сатысы болып табылатын аласа шөпті жартылай саванналардың тау етегі аймағына тән болуымен анықталады.

Зерттеу әдістері. Зерттеу дәстүрлі жер үстілік далалық зерттеулерді (топырақ кесінділерін жасау, үлгілерді алу, агрохимиялық талдау) заманауи ғарыштық және геоақпараттық технологиялармен (ГАЗ, GPS, спутниктік деректер, NDVI индексін талдау) үйлестіреді. Бұл интеграция топырақ жағдайының кеңістіктік өзгеріштігін нақты әрі ауқымды бағалауға мүмкіндік береді.

Зерттеулер дәстүрлі жерүсті және ғылымды қажет ететін спутниктік және геоақпараттық технологиялар әдістерін қолдану арқылы жүргізілді.

Қойылған міндеттерді шешу үшін топырақты кешенді зерттеудің жеткілікті кең тараған және жақсы апробациядан өткен әдістері қолданылды. Әдіснамалық тұрғыдан біз қазіргі заманғы генетикалық топырақтанудың топырақ туралы өте күрделі жүйе ретіндегі ұғымына негізделді.

Далалық жағдайларда топырақтарды сипаттау, олардың морфологиялық белгілерін зерттеу және талдауларға арналған үлгілерді алу үшін әдістемеге сәйкес кескіндер салынды. Зерттеу жұмысының міндеттерін іске асыру барысында зерттеу нысаны аумақтарына жерүсті тексеру жүргізу арқылы топырақтың толық сипаттамасын алу үшін тұздану және топырақ-агрохимиялық түсірілімдер жүргізілді.

Зерттеу дәстүрлі жерүсті әдісімен жүргізілді, ұңғымаларды бұрғылау және топырақ үлгілерін үш есептік тереңдіктен: 0-20, 20-50 және 50-100 см алу арқылы жүргізілді. Далалық жұмыстар топырақтың тұздануын зерттеуге арналған ең жаңа жабдықтарды және жаһандық позициялау жүйелерін пайдалана отырып жүргізілді. Топырақ контурларын спутниктік суреттерге сәйкес нақтылау үшін Garmin 18 жаһандық позициялау жүйесін (GPS) қолдандық, ал қазба нүктелерінің координаттарын анықтау үшін Garmin 62s GPS-навигаторын пайдаландық. Жерүсті зерттеу жұмыстары [10] әдістемесіне сәйкес жүргізілді. Үлкен масштабты топырақ зерттеу жүргізуде және ғарыштық әдістерді қолдануда Д. Руховичтің [11] және М. Конюшкованың [12] әдістемелерін қолдалынды. Топырақтың заттық-химиялық құрамын, яғни ондағы химиялық элементтер мен қосылыстардың мөлшерлік арақатынасын айқындау мақсатында, жалпы талдау нұсқаулықтарында ұсынылған аналитикалық әдістемелер қолданылды. Аталған нұсқаулықтар бұл талдауларды орындаудың теориялық негіздері мен практикалық әдістерін қамтамасыз етеді [13-16].

ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Зерттеу нәтижелері топырақ тұздануының, гумус пен азоттың мөлшерінің төмендігінің нақты көрсеткіштерін ұсына отырып, осыған негізделген кешенді мелиорациялық шаралардың (сумен шаю, дренаж жүйелері, тұзға төзімді дақылдарды өсіру, органикалық және минералды тыңайтқыштарды қолдану) қажеттілігін дәлелдейді. Бұл ұсыныстар жергілікті жағдайға бейімделген және ауыл шаруашылығын тұрақты дамытуға бағытталған. Осыған ұқсас зерттеулерде жалпы ұсыныстар берілуі мүмкін, бірақ бұл жұмыстағы нақты

сандық деректерге негізделген ұсыныстар практикалық қолданыстағы жаңалығымен ерекшеленеді.

Топырақ-мелиорациялық зерттеулерді жүйелі түрде жүргізу топырақ құнарлылығының жағдайын және оның өзгеру процестерінің бағытын бақылаудың таптырмас құралы болып табылады. Ол үшін сү сүзіндісі құрамы бойынша аналитикалық деректерді қолдана

отырып, топырақтың тереңдік қабаттары бойынша улы тұздардың «жиынтық әсерінің» шамалары есептелді және топырақтар тұздану дәрежесі бойынша топтастырылды. Әрі қарай, зерттелген жалпы аумақтан тұздану дәрежесі бойынша топырақтың әр тобының үлесін бағалау үшін алынған деректер 1-кестеге жинақ-талды.

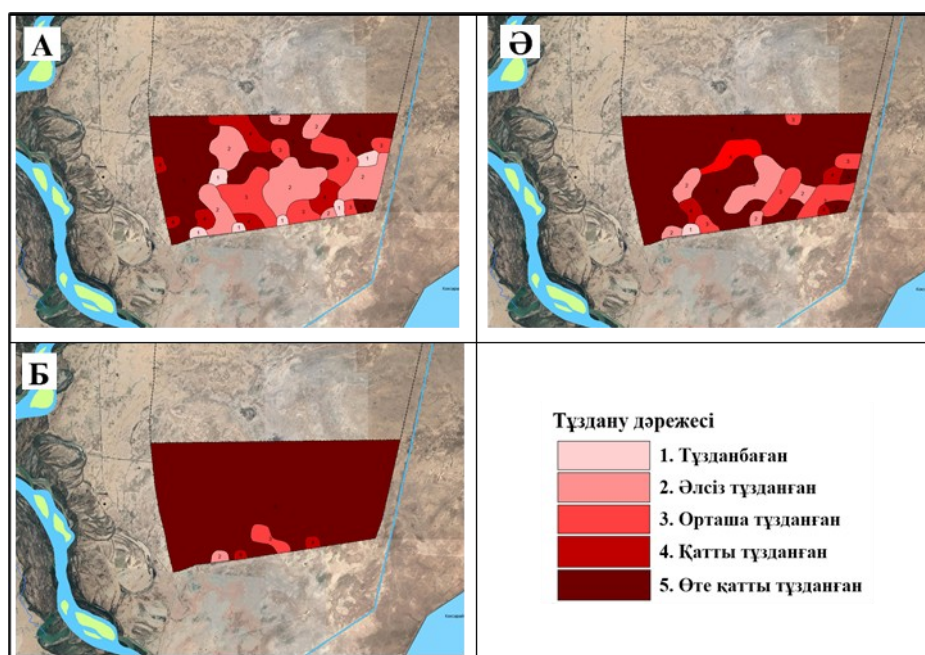
Кесте 1 – Зерттелген аумақтың тұздану дәрежесі бойынша (тереңдіктер бойынша) әртүрлі топырақ топтарының таралуы және олардың ауданы

Тұздану дәрежесі	Тереңдік, см					
	0-20		20-50		50-100	
	га	%	га	%	га	%
Тұзданбаған	213,8	4,3	35	0,7	-	-
Әлсіз тұзданған	1275,4	25,5	552,2	11	35	0,7
Орташа тұзданған	862,9	17,3	537,5	10,8	108,6	2,2
Қатты тұзданған	528,6	10,6	352,5	7	55,4	1,1
Өте қатты тұзданған	2119,3	42,3	3523	70,5	4801	96
Барлығы	5000	100	5000	100	5000	100

Зерттеу аумағындағы топырақтың тұздану дәрежесіне талдау жасалды. Нәтижелерге сәйкес, жалпы ауданның 4,3% тұзданбаған, 25,5% әлсіз, 17,3% орташа, 10,6% қатты тұзданған топырақтарға тиесілі. Ең үлкен аумақты – 42,4% – өте қатты тұзданған топырақтар алып жатыр, олар шұғыл мелиорациялық шараларды қажет етеді. Бұл топырақтардың құнарлылығы мен ауылшаруашылық өнімділігін сақтау үшін маңызды. Жоғарыда айтылғандардан, аумақтың 29,8%-ы (тұзданбаған және әлсіз тұзданған топырақтар) ауыл шаруашылығында ерекше қауіпсіз пайдалануға мүмкіндік беретін жағдайда екені көрінеді. Алайда, аумақтың едәуір бөлігі (70,2%) орташа, қатты және өте

қатты тұздануға ұшыраған, бұл тиісті мелиоративтік іс-шараларды жүргізбестен учаскенің ауыл шаруашылығы әлеуетін айтарлықтай төмендетуі мүмкін. Қатты және өте қатты тұзданған учаскелерде мелиоративтік іс-шаралар кешенін, соның ішінде жуу, дренаж жүйелері және тұздануға төзімді дақылдарды пайдалану қажет (2-сурет).

Тұздану деңгейіне тұрақты мониторинг жүргізу тәуекелдерді тиімді басқаруға және топырақ сапасының одан әрі нашарлауын болдырмауға мүмкіндік береді. Бұл деректер аумақтың едәуір бөлігіндегі топырақ жағдайын жақсарту үшін мелиоративтік іс-шаралардың қажеттілігін көрсетеді.



Сурет 2 – Топырақ қабаттары бойынша тұздану карталары
(А 0-20 см, Ә 20-50 см, Б 50-100 см)

Зерттеу аумағындағы 20-50 см тереңдіктегі топырақ тұздануына жасалған талдауға сәйкес, ауданның басым бөлігі (70,5%) өте қатты тұзданған. Қалған бөлігінде тұзданбаған топырақтар 0,7%, әлсіз тұзданған 11,0%, орташа тұзданған 10,8% және қатты тұзданған 7,0% құрайды. Тұзданбаған және әлсіз тұзданған топырақтардың үлесі бар болғаны 11,7% болғандықтан, аймақта ауыл шаруашылығын дамыту үшін ауқымды мелиорациялық жұмыстар қажет. Аумақтың 70,5%-ын қамтитын өте қатты тұзданған топырақтар (2-сурет). Агротехникалық іс-шараларды уақытылы түзету және топырақ құнарлылығын сақтау үшін тұздану деңгейіне тұрақты мониторинг жүргізу қажет. Мұндай шаралар топырақ жағдайын жақсарту және оның ауыл шаруашылығы өнімділігін арттыру үшін қажет.

Зерттелген аумақтың 50-100 см тереңдігінде тұзданбаған топырақтар мүлдем жоқ, (орташа, қатты және өте қатты тұзданған топырақтар) 97,1%-ы

әртүрлі тұздану деңгейлеріне ие, бұл кешенді мелиорациялық іс-шараларды жүргізуді талап етеді. Өте қатты тұздану (96,0%) топырақ өнімділігін қалпына келтіру үшін шұғыл араласудың қажеттілігін көрсетеді. Топырақты шаю, дренаж және тұзға төзімді дақылдарды пайдалануды қамтитын мелиорация бағдарламасын әзірлеу қажет.

Қабылданған шаралардың тиімділігін бақылау үшін 50-100 см тереңдіктегі топырақ жағдайына және тұздану динамикасына тұрақты мониторинг жүргізу қажет. Тұзданумен байланысты мұндай жағдай ауыл шаруашылығы өнімділігіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін және құнарлылықты қалпына келтіру үшін елеулі күш-жігерді талап етеді.

Тұздану деңгейі әртүрлі топырақтарды ауыл шаруашылығында пайдалану мүмкін, алайда ол ерекше тәсілді және мелиорациялық шараларды қолдануды талап етеді.

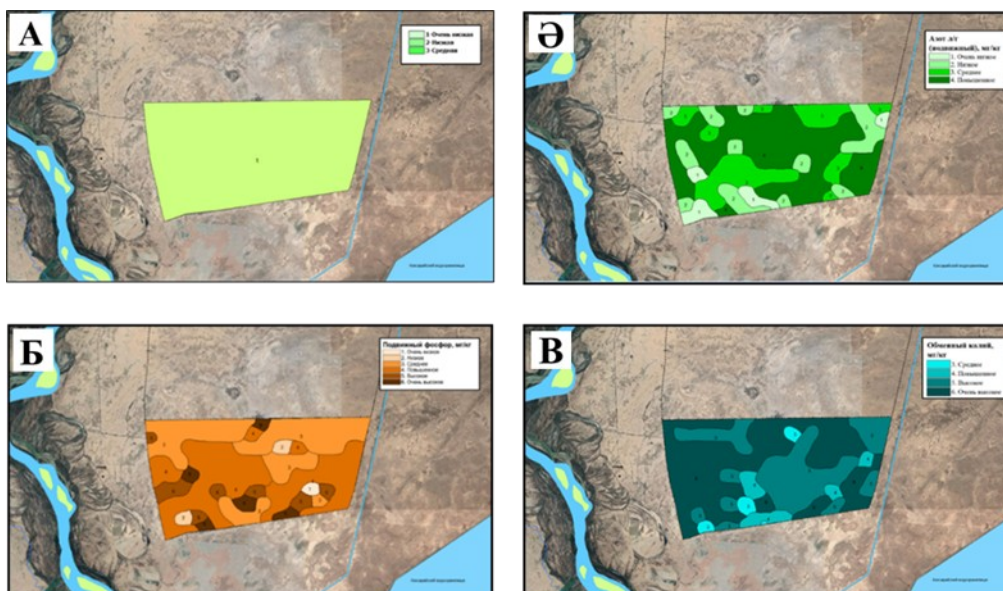
Осылайша, бұл топырақтарды ауыл шаруашылығында пайдалану тұз-

данудың әрбір түріне жеке тәсілді қажет етеді. Табысты нәтижелерге қол жеткізу үшін топырақ құнарлығын қалпына келтіруге және сақтауға ықпал ететін мелиорациялық және агрономиялық шараларды әзірлеп, енгізу маңызды.

Зерттелген аумақтың топырақ құнарлылығы көрсеткіштерін анықтау үшін агрохимиялық зерттеу жүргізілді. Топырақтың гумустық жағдайы динамикалық екені белгілі – гумустың түзілу және минералдану процестері үнемі жүреді. Олардың қарқындылығы мен бағыты табиғи топырақ түзілу факторларынан басқа, ұсынылған аймақтық егіншілік жүйелерінің сақталуына, егіншілік мәдениетінің жалпы

деңгейіне, яғни егістік жерлердің гумустық жағдайы топырақ құнарлылығының тұрақты мониторингтеуге жататын маңызды факторларының бірі болып табылады.

Зерттелген барлық аумақтағы гумус мөлшеріне талдау нәтижелері бойынша гумус деңгейі өте төмен топырақтар анықталды, бұл құнарлылықтың 1-тобына сәйкес келеді. Мұндай топырақтар деградацияланған және дегумификацияланған болып саналады. Гумустың төмен мөлшері топырақ сапасының айтарлықтай нашарлағанын көрсетеді, бұл оның өсімдіктердің өнімділігін сақтау қабілетін және эрозияға төзімділігін төмендетеді.



Сурет 3 – Зерттеу нысаны топырақтарының агрохимиялық көрсеткіштерінің картограммалары (А-гумус, Ә-жеңіл ыдырайтын азот, Б-жылжымалы фосфор, В-алмаспалы калий)

Зерттеу нысанындағы азоттың мөлшері оның концентрация деңгейіне байланысты аумақ бойынша өзгеріп отырады. Азоттың өте төмен мөлшері 322,6 га жерді құрайды, бұл жалпы аумақтың 6,5%-ын құрайды. Бұл учаскелерде топырақтағы азоттың аз мөлшерде екенін білдіреді, бұл құнар-

лылықты арттыру үшін азот тыңайтқыштарын қарқынды енгізуді талап етуі мүмкін. Азоттың төмен мөлшері 913,4 га жерде байқалады, бұл жалпы аумақтың 18,3%-ын құрайды. Мұнда да азоттың мөлшерін арттыру бойынша агротехникалық іс-шаралар жүргізу қажет.

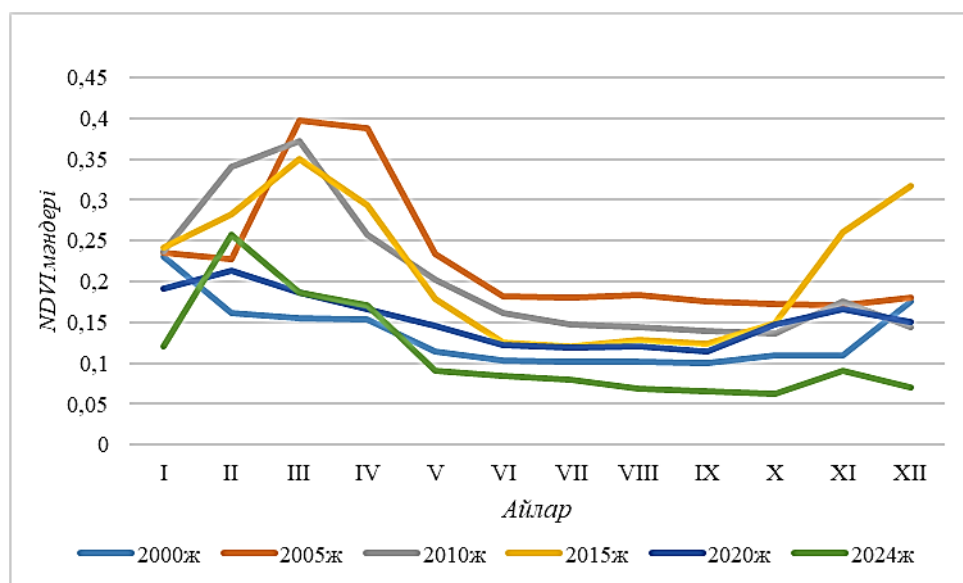
Аумақтың негізгі бөлігінде (44,4%) фосфордың мөлшері жоғары, бұл ауыл шаруашылығы дақылдары үшін қолайлы. Алайда, фосфордың өте төмен және төмен мөлшері бар шағын учаскелер (0,9% және 2,1%) топырақтағы фосфор деңгейін арттыру үшін агротехникалық іс-шараларды талап етеді. Фосфор деңгейі төмен учаскелерге құнарлылықты жақсарту үшін фосфор тыңайтқыштарын енгізу қажет. Фосфор мөлшерін үнемі бақылау топырақ құнарлылығын жоғары деңгейде ұстап тұру үшін ауыл шаруашылығы іс-шараларын уақтылы түзетуге көмектеседі.

Зерттелетін аумақтың басым бөлігінде (90,2%) калийдің мөлшері жоғары немесе өте жоғары, бұл ауыл шаруашылығы өндірісі үшін тамаша көрсеткіш болып табылады. Калийдің орташа және жоғары мөлшері бар шағын учаскелерде (3,0% және 6,8%) де тыңайтқыш енгізу бойынша шұғыл шаралар қажет емес, бірақ жоспарланған дақылдарға байланысты оңтайландыру жүргізуге болады. Калийдің төмен деңгейі кездеспесе де, өсімдіктердің артық қоректенуін болдырмау және максималды өнімділікке жету үшін азот, фосфор және калийдің дұрыс арақатынасын қамтамасыз ету үшін қоректік заттар теңгерімін қадағалау қажет.

Топырақ деградациясының әртүрлі түрлерін – эрозия, тұздану, органикалық заттың азаюын – қашықтықтан зондтау және ГАЗ (Геоақпараттық жүйелер) көмегімен тиімді бағалауға болады. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – деградацияның маңызды индикаторы. Деградацияланған топырақтарда өсімдіктердің өсуі нашарлап, NDVI мәндері төмендейді. Жер үстілік топырақ сынамалары арқылы деградация деңгейін анықтап, оны NDVI карталарымен салыстыру кең аумақтардағы деградация процестерін бақылауға мүмкіндік береді.

Ғалымдар топырақ деградациясын басқаруда қашықтықтан зондтау мен ГАЗ технологияларының, соның ішінде NDVI-дің маңызын зерттеді. Олар топырақ денсаулығының негізгі көрсеткіштері (органикалық зат, ылғалдылық, қоректік заттардың қолжетімділігі) өсімдіктердің өсуіне тікелей әсер ететінін, бұл NDVI арқылы бақыланатынын көрсетті. Жер үстілік деректерді (мысалы, топырақ сынамаларынан алынған) ғарыштық деректермен біріктіру арқылы топырақ денсаулығының кеңістіктік өзгергіштігін анықтап, оған сәйкес басқару шешімдерін қабылдауға болады [17, 18].

Зерттеуде келтірілген NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) мәндері әртүрлі жылдар бойынша (2000, 2005, 2010, 2015, 2020, 2024) айлар бойынша келтірілген, айқын көрінетін маусымдық та, елеулі жылдық өзгерістер де анық байқалады. Маусымдық динамика әдеттегідей: NDVI көктемде өсім көрсетеді, жаз айларында ең жоғары мәндерге жетеді (кейбір жылдары ең жоғары мән ығысуы немесе аз көрінуі мүмкін, мысалы 2000 жылы мамыр айының мәндері сәуір айынан төмен болды), содан кейін күзде төмендеу байқалады және қыста (қаңтар-ақпан) ең төменгі мәндерге жетеді, бұл өсімдіктердің вегетациялық циклдарын көрсетеді. Мысалы, 2005 жылы наурыз-сәуір айлары жоғары мәндерді (0,398 және 0,388) көрсетсе, шілде-тамыз айлары салыстырмалы түрде жоғары деңгейлерді (0,181 және 0,184) ұстап тұрады. Жылдық өзгерістер NDVI-дің ең жоғары мәндерінің көбінесе 2005-2015 жылдар аралығына келетінін көрсетеді, мысалы, 2005 жылдың наурызында (0,398) немесе 2015 және 2020 жылдың қараша желтоқсанында (0,227 және 0,317), бұл сол жылдары өсімдіктер үшін қолайлы жағдайлар болғанын көрсетуі мүмкін және су қоймаға су жиналған кезеңнен кейін әсері деп бағалауға болады.



Сурет 4 – NDVI мәндерінің жалпы сипаттамасы және жылдық өзгерістері

Алайда, ең айқын жылдық үрдіс – 2024 жылы NDVI мәндерінің алдыңғы кезеңдермен салыстырғанда, барлық дерлік айларда айтарлықтай төмендеуі. Мысалы, 2024 жылдың шілдесіндегі мән 0,079-ды құрайды, бұл 2005 жылдың шілдесіндегі 0,181 немесе 2020 жылдың шілдесіндегі 0,119-дан едәуір төмен. Осыған ұқсас төмендеу мамыр (2024 жылы 0,09, 2020 жылы 0,146-ға қарсы) және қазан айларында (2024 жылы 0,063, 2020 жылы 0,148-ге қарсы) байқалады. 2024 жылғы NDVI бойынша алынған деректер, бұрынғы кезеңдермен салыстырғанда мәндердің айтарлықтай төмендегенін көрсететін болса, бұл, атап айтқанда, бұрын пайдаланылмаған немесе тыңайған жерлерді егістік жерлерге белсенді түрде игеру мен айналдырудың басталуымен түсіндірілуі мүмкін.

Бұл дегеніміз, осы индекстер есептелген аумақта 2024 жыл ішінде егістік алқаптарды ауыл шаруашылығында пайдалануға дайындау бойынша ауқымды жұмыстар жүргізілген себептен. Мұндай процесс NDVI көрсеткішіне сөзсіз әсер ететін бірқатар іс-шараларды қамтиды. Егістік жұмыстарын бастамас бұрын, арамшөптермен, бұта-

лар өскен учаскелер механикалық тазалауға ұшырайды. Бұл бар өсімдік биомассасын жоюға әкеледі, бұл NDVI көрсеткішінің күрт төмендеуімен бірден көрінеді, өйткені бұл индекс өсімдік жамылғысының тығыздығы мен жасыл массасын тікелей көрсетеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу нәтижелері Коксарай су қоймасына іргелес аумақтың топырақ-мелиоративтік және агрохимиялық жағдайы күрделі екенін көрсетті. Профиль бойынша жүргізілген талдаулар (0–20 см, 20–50 см және 50–100 см) аумақтың басым бөлігінде орташа, қатты және өте қатты тұздану байқалатынын көрсетті. Әсіресе 50–100 см қабатта тұзданудың жоғары деңгейі (96,0%) анықталып, бұл жағдай ауыл шаруашылығында жерді пайдалану мүмкіндігін айтарлықтай шектейді.

Гумус мөлшерінің өте төмендігі топырақтардың дегумификация процесіне ұшырағанын көрсетеді және бұл олардың агрономиялық сапасының нашарлауына, өсімдік өнімділігінің төмендеуіне, эрозияға бейімділігінің артуына себеп болады. Азоттың және фосфордың төмен деңгейі де топырақтың қоректік құндылығы жеткіліксіз

екенін дәлелдейді, бұл өнім алу үшін қосымша тыңайтқыш енгізуді талап етеді.

Калийдің жоғары мөлшері топырақтың бұл элемент бойынша жеткілікті қамтамасыз етілгенін көрсетеді, алайда басқа макроэлементтермен арақатынасты реттеу маңызды. NDVI индексінің жылдық және маусымдық динамикасы арқылы өсімдік жамылғысының уақыт бойынша өзгеруі, ал 2024 жылғы көрсеткіштердің күрт төмендеуі – бұл жерлерде ауыл шаруашылығы мақсатында игеру жұмыстары басталғанының белгісі ретінде түсіндіріледі.

Осы деректер негізінде мынандай қорытындылар мен ұсыныстар жасалды:

Тұздану дәрежесі жоғары учаскелерде комплексті мелиорациялық шаралар (жуу, дренаж жүйелері, агротехникалық әдістер) жедел түрде жүргізілуі қажет;

Тұзға төзімді ауыл шаруашылығы дақылдарын енгізу ұсынылады;

Топырақтың қоректік жағдайын жақсарту үшін азот және фосфор тыңайтқыштарын енгізу керек;

Гумус деңгейін арттыру мақсатында органикалық тыңайтқыштарды қолдану және топырақ құрылымын қалпына келтіру шаралары қажет;

NDVI динамикасы негізінде вегетациялық бақылау жүргізіп, жерді пайдаланудың экологиялық әсерін бағалау ұсынылады;

Тұздану мен құнарлылыққа тұрақты мониторинг жүргізу - басқару шешімдерін қабылдау үшін міндетті шарт.

Жалпы алғанда, зерттелген аумақтың топырақтарын тиімді әрі тұрақты пайдалану үшін олардың морфологиялық және агрохимиялық ерекшеліктеріне бейімделген дараланған тәсіл қажет. Бұл зерттеу мәліметтері Коксарай су қоймасы маңындағы жерлердің топырақтарын қалпына келтіру мен аграрлық әлеуетін арттыру үшін ғылыми негізделген практикалық шешімдер ұсынуға мүмкіндік береді.

Зерттеу жұмысы BR22885097 ҚР АШМ БНҚ 2024-2026 жж. «Топырақ құнарлылығын сақтау мен қалпына келтірудің жаңа тәсілдері негізінде қарқынды егіншілікте ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді тиімді пайдалануды қамтамасыз ету» ғылыми-техникалық бағдарламасының материалдары бойынша орындалды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Стародубцев В.М. Влияние водохранилищ на почвы. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 296 с.
2. Горбачев В. Н., Бабинцева Р. М., Карпенко Л. В., Карпенко В. Д. Негативное влияние крупных водохранилищ на окружающую среду// Ульяновский медико-биологический журнал. 2012. № 2. – С. 45–52.
3. Абдуллаев С. А., Жаббаров З. А., Турсункулова А. Б., Околелова А. А., Холдоров Ш. М. Изменение мелиоративного состояния почв, распространённых вокруг Каттакурғанского водохранилища// Живые и биокосные системы. 2019. - № 28. DOI: 10.18522/2308-9709-2019-28-7.
4. Geris J., Comte J.-C., Franchi F., Petros A. K., Tirivarombo S., Selepeng A. T., Villholth K. G. Surface water-groundwater interactions and local land use control water quality impacts of extreme rainfall and flooding in a vulnerable semi-arid region of Sub-Saharan Africa// Journal of Hydrology. – 2022. – Vol. 609. – P. 127834.
5. WeiWei J., Dong N., Fersch B., Arnault J., Wagner S., Laux P., Zhang Z., Yang Q., Yang C., Shang S., Gao L., Yu Z., Kunstmann H. Role of reservoir regulation and groundwater

feedback in a simulated ground-soil-vegetation continuum: A long-term regional scale analysis// *Hydrological Processes*. – 2021. – Vol. 35, Iss. 8. – P. e14341.

6. Лисицына, Е. М., Кориневская, С. С. Применение ГИС-технологий в почвоведении и агрохимии : учебное пособие. Москва : Юрайт, 2015. - 164 с.

7. Metternicht, G., Zinck, J. A. Remote sensing of soil salinity: potentials and limitations// *Remote Sensing of Environment*. – 2003. – Vol. 85, Iss. 1. – P. 1–20.

8. Allbed, A., Kumar, L., Sinha, P. Mapping soil salinity in arid and semi-arid regions using Landsat OLI imagery// *Geocarto International*. – 2014. – Vol. 29, Iss. 5. – P. 450–463.

9. Жылысбаева, А. Н., Есалиева, З. Р. Коксарайское водохранилище и его влияние на климат// *Актуальные проблемы науки и образования: традиции, инновации, перспективы: материалы Международной научно-теоретической интернет-конференции, Саранск, 30 апр. – 31 мая 2013 г. Саранск, 2013. – С. 215–220.*

10. Wang, N., Xue, J., Peng, J., Biswas, A., He, Y., Shi, Z. Integrating remote sensing and landscape characteristics to estimate soil salinity using machine learning methods: A case study from southern Xinjiang, China// *Remote Sensing*. – 2020. – Vol. 12. – P. 1–21.

11. Рухович, Д. И. Многолетняя динамика засоления орошаемых почв центральной части Мирзачольской степи и методы ее выявления : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2009. – 24 с.

12. Конюшкова, М. В. Картографирование почвенного покрова и засоленности почв солонцового комплекса на основе цифрового анализа космической съемки (на примере Джаныбекского стационара) : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2010. – 23 с.

13. Wei J., Dong N., Fersch B., Arnault J., Wagner S., Laux P., ... Kunstmann H. Role of reservoir regulation and groundwater feedback in a simulated ground-soil-vegetation continuum: A long-term regional scale analysis // *Hydrological Processes*. – 2021. – Vol. 35, Iss. 8. – P. e14341.

14. Zhou, P., Sudduth, K. A., Veum, K. S., Li, M. Extraction of reflectance spectra features for estimation of surface, subsurface, and profile soil properties// *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2022. – Vol. 196. – P. 106845.

15. Reeves D.W., McCarty G.W. Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) for Soil Analysis: Current Status and Future Perspectives // *Soil Chemical Analysis*. – John Wiley & Sons, 2020. – P. 145–168.

16. Viscarra Rossel R. A., Behrens T. *Soil Spectroscopy for Environmental and Agronomic Applications*. CRC Press, 2021. – 448 p.

17. Moharir, K. N., Kumar, N., Kushwaha, R. S. Assessment of soil degradation using remote sensing and GIS techniques: A review// *Journal of Applied and Natural Science*. – 2020. – Vol. 12, Iss. 4. – P. 1184–1191.

18. Kaur R., Singh J. Remote sensing and GIS in soil health management: A review// *Current Science*. – 2021. – Vol. 121, Iss. 9. – P. 1162–1172.

REFERENCES

1. Starodubtsev V.M. *Vliyaniye vodokhranilishch na pochvy*. – Alma-Ata: Nauka, 1986. – 296 s.

2. Gorbachev V. N., Babintseva R. M., Karpenko L. V., Karpenko V. D. Negativnoye vliyaniye krupnykh vodokhranilishch na okruzhayushchuyu sredu// *Ulyanovskiy mediko-biologicheskyy zhurnal*. 2012. № 2. – S. 45–52.

3. Abdullayev S. A., Zhabbarov Z. A., Tursunkulova A. B., Okolelova A. A., Kholdorov Sh. M. *Izmeneniye meliorativnogo sostoyaniya pochvy, rasprostranyonnykh vokrug*

Kattakurganskogo vodokhranilishcha// Zhivye i biokosnye sistemy. 2019. - № 28. DOI: 10.18522/2308-9709-2019-28-7.

4. Geris J., Comte J.-C., Franchi F., Petros A. K., Tirivarombo S., Selepeng A. T., Villholth K. G. Surface water-groundwater interactions and local land use control water quality impacts of extreme rainfall and flooding in a vulnerable semi-arid region of Sub-Saharan Africa// Journal of Hydrology. – 2022. – Vol. 609. – P. 127834.

5. WeiWei J., Dong N., Fersch B., Arnault J., Wagner S., Laux P., Zhang Z., Yang Q., Yang C., Shang S., Gao L., Yu Z., Kunstmann H. Role of reservoir regulation and groundwater feedback in a simulated ground-soil-vegetation continuum: A long-term regional scale analysis// Hydrological Processes. – 2021. – Vol. 35, Iss. 8. – P. e14341.

6. Lisitsyna, Ye. M., Korinevskaya, S. S. Primeneniye GIS-tekhnologiy v pochvovedenii i agrokhimii : uchebnoye posobiye. Moskva : Yurayt, 2015. - 164 s.

7. Metternicht, G., Zinck, J. A. Remote sensing of soil salinity: potentials and limitations// Remote Sensing of Environment. – 2003. – Vol. 85, Iss. 1. – P. 1–20.

8. Allbed, A., Kumar, L., Sinha, P. Mapping soil salinity in arid and semi-arid regions using Landsat OLI imagery// Geocarto International. – 2014. – Vol. 29, Iss. 5. – P. 450–463.

9. Zhylysbayeva, A. N., Yesaliyeva, Z. R. Koksarayskoye vodokhranilishche i ego vliyaniye na klimat// Aktualnye problemy nauki i obrazovaniya: traditsii, innovatsii, perspektivy: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-teoreticheskoy internet-konferentsii, Saransk, 30 apr. – 31 maya 2013 g. Saransk, 2013. – S. 215–220.

10. Wang, N., Xue, J., Peng, J., Biswas, A., He, Y., Shi, Z. Integrating remote sensing and landscape characteristics to estimate soil salinity using machine learning methods: A case study from southern Xinjiang, China// Remote Sensing. – 2020. – Vol. 12. – P. 1–21.

11. Rukhovich, D. I. Mnogoletnyaya dinamika zasoleniya oroshayemykh pochv tsentralnoy chasti Mirzacholskoy stepi i metody ee vyavleniya : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Moskva, 2009. – 24 s.

12. Konyushkova, M. V. Kartografirovaniye pochvennogo pokrova i zasolennosti pochv solontsovogo kompleksa na osnove tsifrovogo analiza kosmicheskoy syemki (na primere Dzhanybekskego statsionara) : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. – Moskva, 2010. – 23 s.

13. Wei J., Dong N., Fersch B., Arnault J., Wagner S., Laux P., ... Kunstmann H. Role of reservoir regulation and groundwater feedback in a simulated ground-soil-vegetation continuum: A long-term regional scale analysis // Hydrological Processes. – 2021. – Vol. 35, Iss. 8. – P. e14341.

14. Zhou, P., Sudduth, K. A., Veum, K. S., Li, M. Extraction of reflectance spectra features for estimation of surface, subsurface, and profile soil properties// Computers and Electronics in Agriculture. – 2022. – Vol. 196. – P. 106845.

15. Reeves D.W., McCarty G.W. Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) for Soil Analysis: Current Status and Future Perspectives // Soil Chemical Analysis. – John Wiley & Sons, 2020. – P. 145–168.

16. Viscarra Rossel R. A., Behrens T. Soil Spectroscopy for Environmental and Agronomic Applications. CRC Press, 2021. – 448 p.

17. Moharir, K. N., Kumar, N., Kushwaha, R. S. Assessment of soil degradation using remote sensing and GIS techniques: A review// Journal of Applied and Natural Science. - 2020. - Vol. 12, Iss. 4. - P. 1184–1191.

18. Kaur R., Singh J. Remote sensing and GIS in soil health management: A review// Current Science. - 2021. - Vol. 121, Iss. 9. - P. 1162–1172.

РЕЗЮМЕ

М.Н. Пошанов^{1*}, Р.Х. Рамазанова¹, С.Н. Дүйсеков¹, Н.С. Әсімжанов¹, З.А. Зәріп¹
ОЦЕНКА АГРОХИМИЧЕСКОГО И ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ
ЗЕМЕЛЬ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К КОКСАРАЙСКОМУ ВОДОХРАНИЛИЩУ НА ОСНОВЕ ГИС И
ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75В, Казахстан,*

e-mail: maksat_90.okkz@mail.ru

В данной статье рассматривается комплексное влияние водохранилищ на состояние сельскохозяйственных земель, особенно на плодородие почв и экосистемы. Цель исследовательской работы – определить агрохимические показатели и мелиоративное состояние почв на территории, прилегающей к Коксарайскому водохранилищу, с последующей разработкой научно обоснованных рекомендаций по рациональному использованию и введению земель в сельскохозяйственный оборот. Проведены комплексные агрохимические исследования почв в южной части Шаульдирского орошаемого массива Отырарского района Туркестанской области. Используются полевые и лабораторные методы (агрохимический анализ, GPS, спутниковые данные, анализ индекса NDVI). Полученные результаты показали высокую степень засоления почв на глубине 0-20 см, 20-50 см и 50-100 см. В частности, на глубине 0-20 см очень сильно засоленные почвы составляют 42,4%, на 20-50 см – 70,5%, а на 50-100 см – 96,0%. Это указывает на необходимость срочных мелиоративных мероприятий (промывка солей, строительство дренажных систем, внедрение солеустойчивых культур) на большей части данной территории. В статье также представлены результаты анализа плодородия почв, включая содержание гумуса, азота, фосфора и калия. На многих участках содержание гумуса и азота оказалось низким, а фосфора и калия было относительно благоприятным.

Ключевые слова: почва, засоление, плодородие, картограмма, карта засоления.

SUMMARY

M.N. Poshanov^{1*}, R.H. Ramazanova, S.N. Duysekov¹, N.S. Assimzhanov¹, Z.A. Zarip¹
ASSESSMENT OF THE AGROCHEMICAL AND SOIL-RECLAMATION CONDITION OF LANDS
ADJACENT TO THE KOKSARAI RESERVOIR BASED ON GIS AND FIELD STUDIES

*¹Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after
U.U. Usanov, 050060, Almaty, al-Farabi ave., 75B, Kazakhstan*

**e-mail: maksat_90.okkz@mail.ru*

This article examines the complex impact of reservoirs on the state of agricultural lands, especially on soil fertility and ecosystems. The aim of the research work is to determine the agrochemical indicators and ameliorative condition of soils in the area adjacent to the Koksaray reservoir, followed by the development of scientifically-based recommendations for rational land use and their introduction into agricultural circulation. During the research, comprehensive agrochemical studies of soils were carried out in the southern part of the Shauldir irrigated array in the Otyrar district of Turkestan region. Field and laboratory methods were used (agrochemical analysis, GPS, satellite data, NDVI index analysis). The results showed a significant level of soil salinity at depths of 0-20 cm, 20-50 cm, and 50-100 cm. In particular, at a depth of 0-20 cm, very strongly saline soils comprise 42.4%, at 20-50 cm – 70.5%, and at 50-100 cm – 96.0%. This indicates the need for urgent reclamation measures (salt leaching, construction of drainage systems, introduction of salt-tolerant crops) on most of this territory. The article also presents the results of soil fertility analysis, including the content of humus, nitrogen, phosphorus, and potassium. In many areas, the level of humus and nitrogen was low, while the content of phosphorus and potassium was relatively favorable.

Keywords: soil, salinity, fertility, cartogram, salinity map.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТ

1. Пошанов Максат Нурбаевич – тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің меңгерушісі, PhD, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0180-5359>, e-mail: maksat_90.okkz@mail.ru

2. Рамазанова Раушан Хамзаевна – Басқарма Төрайымы, а.ш. ғ. к., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2059-709X>, e-mail: raushasoil88@mail.ru

3. Дүйсеков Сәкен Нұржанұлы - тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің ғылыми қызметкері, магистр, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9041-4893>, e-mail: saken-muslim@mail.ru

4. Әсімжанов Нұрбол Сәкенұлы - тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің аға инженер-топырақтанушысы, магистр, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2494-5895>, e-mail: asimzhanov.nurbol@mail.ru

5. Зәріп Зәкір Асылбекұлы - тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің аға инженер-топырақтанушысы, магистр, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0180-5359>, e-mail: zakir0802@mail.ru