

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 1, Number 37 (2017), 129 – 135

N. A. Khokhanbayeva, K. K. Kubenkulov, A. K. Naushabayev

Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: nuri.310385@mail.ru Lenta77@mail.ru, tatan-askhat@mail.ru

**INTENSITY OF OXIDATION OF ELEMENTAL SULFUR
OF VARIOUS DISPERSION ON THE SODA-SALINE SOILS**

Abstract. In this article questions of reclamation efficiency of elemental sulfur of various dispersion in the soda-saline soils of the foothill plain of the Southeast Kazakhstan are considered. At present for reclamation of the soda saline alkaline soils are used traditional gypsum, mainly phosphogypsum technology in the republic. But its profit is low, because of necessity to use its big volume (15-40 tns/ha), and crystal surfaces are covered with humus clay carbonate. Thereupon, it is necessary to find the economic and ecological profitable technology for reclamation the alkaline saline soils. In our opinion, this ameliorator is the elemental sulfur used in oil gas production as auxiliary product. Its total amount is 8 million tons, and takes second place in the world after Iran. The main reason is that the sulfur takes 10-18% of raw oil, and high demand. That is why the utilization of sulfur is so topical.

Thus, the above-mentioned circumstances prevailing in our country at the present time, significantly many alkaline saline soils in areas of agriculture, the bad effectiveness of meliorates used at the present, and the amount of accumulated sulfur polluting environment require to clarify the reclamation opportunity and to find its technology. Increasing the oxidation of elemental sulfur, in our opinion, can solve this problem. Because sulfur is the element with high inertia. It does not oxidize in air, does not melt in water, but sulfur oxidizes slow with oxidizing micro-organisms in soil.

Keywords: solonchakous soils, alkalinity, sulfur, dispersion, reclamation.

ӘОЖ 631.445.24

Н. А. Хоханбаева, Қ. К. Кубенкулов, А. Х. Наушабаев

Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

**СОДАЛЫ СОРТАНДАНҒАН ТОПЫРАҚТА ҰНТАҚТЫҒЫ
ӘРТҮРЛІ ЭЛЕМЕНТАРЛЫ КҮКІРТТІҢ ТОТЫҒУ ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫ**

Аннотация. Мақалада оңтүстік-шығыс Қазақстанның тау алды жазығындағы содалы тұзданған топырақтарына дисперстілігі әртүрлі элементарлық күкірттің мелиоративтік тиімділігі қарастырылған.

Түйін сөздер: сортаңды топырақ, сілтілі, күкірт, дисперсті, мелиоративтік.

Кіріспе. Қазақстан Республикасында тұзданған топырақтар оның барлық аймақтарында кездеседі. Егер республиканың солтүстік, солтүстік-батыс және орталық өңірлерінде кебірлермен кебірленген топырақтар басым болса, керісінше оңтүстігінде сортаң және сортаңданған топырақтар кең таралған.

Тұзданған топырақтар Алматы облысының айтарлықтай аумағын (2.7 млн.га немесе 12.2%) алып жатыр. Олар сәл, орташа, күшті және өте күшті тұзданған деңгейлерінде кездесіп, сәйкесінше 30, 20, 37, 13%-ын құрайды. Олар тауаралық ойыстарда және тау алды жазықтықтарында кең тараған.

Тұзданған топырақтарды мелиорациялаудың негізгі шарасы жасанды - дренаж жүйесінде сумен шаю болып табылады. Алайда, бұл шара содалы сортаңданған топырақтардың су өткізгіштігінің төмендігі және соданың салқын суда нашар ерігіштігіне байланысты, жарамсыз.

Содалы - тұзданған кебірлі топырақтар республика территориясында қара және қара-қоңыр топырақтар арасында және оңтүстікпен оңтүстік-шығысында интроаймақтық гидроморфты және жартылай гидроморфты топырақтар арасында таралған. Соңғыларда содалы-тұзданған топырақтар ауданы 7.095 млн. га [1]. Олардың 18,6% Алматы, 47,7% Жамбыл, 27,3% Оңтүстік Қазақстан және 21,7% Қызылорда облыстарында орналасқан. Олардың арасында кебірленген «В» қабаты айқын байқалатын топырақтар үлесі сәйкесінше 19.0, 12.3, 100 және 70.5%-ды құрайды. Олардың Солтүстік Тянь-Шань тауалды жазықтығының ең құнарлы топырақтары шалғынды, шалғынды-сұр және шалғынды қара-қоңыр топырақтарының арасында таралуы бұл топырақтардың құнарлылығын көтерудің маңызды екендігін көрсетеді. Себебі, мұндай топырақтардың содалы тұздануы салдарынан ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігі 15-тен 45%-ға төмендеуіне әкелген [2]. Әлбетте содалы сортаңдану үрдісі орын алған жайылым топырақтарында табиғи өсімдік жамылғысы сиректенген, ал егістіктерде өсімдіксіз дақтар түрінде көрініс тапқан. Олардың ауданы ондаған немесе жүздеген шаршы метрге дейін, ал кей жағдайда бірнеше гектарға дейін жетеді. Егістіктердегі ауданы ұсақ және орташа дақтарда жыл сайын көктемнен бастап өнімді жинағанға дейін барлық агрошаралар толық көлемде жүргізіледі, яғни, оларға кеткен материалдық, қаржылай және еңбек шығындарының құны ақталмайды. Ауданы ірі дақты учаскелер егістікке қолданылмайды. Жоғарыда аталған жағдайлар суғарылатын егіншілік аймақтарында кездесетін содалы-сортаңданған топырақтарға күрделі мелиорациялау шараларын жүргізудің қажет екендігін көрсетеді.

Республикада қазіргі кезеңде содалы - тұзданған сілтілі топырақтарды мелиорациялау дәстүрлі мелиоранттарды – гипсті, негізінен фосфогипсті пайдалану технологиясын қолдану арқылы жүргізілуде. Бірақ олардың экономикалық тиімділігі, топыраққа енгізу көлемінің жоғарылығы (15-40 т/га) және олардың кристаллдарының беті гумусты-балшықты карбонатты қабықпен қапталуынан төмен [3]. Осыған байланысты сілтілі тұзданған топырақтарды мелиорациялауда экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімді жаңа мелиоранттар түрлерін іздестіруді және де олардың қолдану технологияларын жасаудың қажеттігі туындайды. Біздің көзқарасымыз бойынша бұндай мелиорант болып мұнайгаз өңдеудің қосалқы өнімі - элементарлы күкірт болып табылады. Оның Қазақстандағы жинақталған мөлшері 8 млн. тоннаға жетіп әлемде Ираннан кейінгі екінші орында. Бұл жағдайдың негізгі себебі шикі мұнай массасының 10-18%-ын күкірттің құрайтындығы және оған сұраныстан оны өндірудің басымдылығында. Сондықтан қазіргі кезеңде республикамызда күкіртті утилизациялау мәселесі өзекті болып табылады [4].

Сөйтіп, қазіргі кезеңде елімізде қалыптасқан жоғарыда аталған жағдайлар, яғни, сілтілі тұзданған топырақтардың егіншілік аймақтарда айтарлықтай көп екендігі, қазіргі кезеңде қолданылудағы мелиоранттардың тиімділігінің төменділігі және өте көп мөлшерде жинақталған күкірттің қоршаған ортаны ластауы оның сілтілі топырақтардағы мелиоранттық мүмкінділігін анықтау және оның технологиясын жасау айқын сұранып тұр. Біздің ойымызша бұл мәселе элементарлы күкірттің тотығуын үдеткен жағдайда шешілуі әбден мүмкін. Себебі күкірт инерттілігі жоғары элемент. Ол ауада тотықпайды, суда ерімейді, бірақ топырақта күкірт тотықтырушы микроорганизмдермен баяу тотығады. Күкірттің тотығу үрдісін микробиологиялық, яғни күкірт тотықтырғыш бактериялардың белсенді штамдарын топыраққа күкіртпен бірге беру немесе физикалық, яғни күкірт бөлшектерін жоғары дисперсиялау арқылы және топырақта оларға оңтайлы гидротермиялық, аэрациялық және топырақ ортасының рН жағдайларын жасай отырып едәуір жылдамдатуға болады. Топырақ жағдайында түзілген күкірттің қостотығы сумен оңай әрекеттесіп сілтілі топыраққа мінсіз мелиорант-күкірт қышқылын түзеді. Мақалада осы мәселеге байланысты зерттеу нәтижелері баяндалған.

Материалдар мен әдістер. Зерттеулер Алматы облысы Талғар ауданының солтүстік бөлігіндегі Нұра ауылдық округінде орналасқан «АмиранАгро» ЖШС шаруақожалығы топырақтарында жүргізілді.

Шаруашылық территориясы солтүстікте Жетіген-Қырбалтабай тас жолымен, шығысында Леп, батысында Есік өзендерімен шектеседі. Ауданы – 1842,4 га. Шаруашылықта 650 бас сауын сиырларға мал азығы үшін ауыспалы егістікте жем-шөп өсіреді. Олар: сүрлемдік жүгері, майбұршақ, жоңышқа, сонымен қатар күздік және жаздық бидай мен арпа. Егістіктерді суғаруда тек жаңбырлату әдісі қолданылады.

Шаруашылық территориясы Іле ойысының орта бөлігінде кәдімгі сұр топырақтардан ашық сұр топырақтарға өтпелі аймағында орналасқан. Онда содалы тұзданған топырақтар кең таралған. Олар жаралуы мен құрамы бойынша аймақтық қалыпты топырақтардан едәуір ерекшеленеді және кеңістікте орналасуы дақты болып келеді (1-сурет).



1-сурет – «Амиран Агро» ЖПС территориясының 2-ші танап топырақтарының ғарыштан түсірілген көрінісі

Тәжірибелер жалпыға белгілі әдістемелер бойынша жүргізілді. Біз басқа жағдайлар тұрақты болғанда күкірт бөлшектері ұсақталған сайын, олардың беттік ауданы күрт ұлғайып, микроағзаларға қолжетімділігінің артуынан күкірттің тотығуының үдей түсетіндігін ескере отырып, бұл жағдайлардың бір-біріне қаншалықты байланысты екендігін анықтау үшін арнайы зертханалық тәжірибелер жүргізілді.



2-сурет – Зертханалық тәжірибенің жалпы көрінісі

Күкірт бөлшектерінің дисперстілік деңгейлерімен олардың топырақтағы тотығу қарқындылығы арасындағы тәуелділіктерді анықтау үшін содалы тұзданған топырақтарда элементарлы күкірттің әртүрлі дисперстілі ұнтақтарын төмендегідей сызба бойынша зертханалық зерттеулер жүргізілді:

1. Бақылау (күкіртсіз топырақ)
 2. Топыраққа берілген элементарлы күкірт бөлшектерінің диаметрі 0,50-0,25 мм немесе 500-250 мкм (S_1);
 3. Топыраққа берілген элементарлы күкірт бөлшектерінің диаметрі 0,25-0,10 мм. немесе 250-100 мкм (S_2);
 4. Топыраққа берілген элементарлы күкірт бөлшектерінің диаметрі 40-5 мкм (S_3).
- Зерттеу содалы сортаңданған жартылай гидроморфты кебірге күкірттің есептік дозаларын (160 мг 100 г топыраққа) 15, 30 және 90 күндік мерзімдерде инкубациялау арқылы жүзеге асырылды.

Нәтижелер және оларды талқылау

1-кесте – Дисперстілігі әртүрлі элементарлы күкірт фракцияларын содалы-сортаңданған жартылай гидроморфты кебірде инкубациялаудың топырақтың су сүзіндісінің иондық құрамына, тұздар жиынтығына және топырақ ортасының рН әсері (инкубациялау мерзімінің ұзақтығы 15 күн), $\frac{\text{мг-экв}}{\%}$

Тәжірибе варианты	Сілтілік		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Тұздар жиынтығы, %	pH
	жалпы HCO ₃ ⁻	қалыпты карбонаттан CO ₃ ²⁻							
Бақылау (күкіртсіз)	2,23	0,57	0,34	3,91	0,57	0,70	5,16	0,491	8,4
	0,136	0,017	0,012	0,88	0,011	0,008	0,119		
S_1	2,18	0,55	0,28	4,92	0,47	0,87	6,04	0,554	8,4
	0,133	0,017	0,010	0,436	0,009	0,010	0,139		
S_2	1,68	0,40	0,19	5,25	0,43	0,83	5,85	0,593	8,3
	0,102	0,012	0,007	0,252	0,009	0,010	0,135		
S_3	0,97	Жоқ	0,19	8,91	1,30	0,83	7,48	0,704	8,0
	0,059		0,007	0,430	0,026	0,010	0,172		

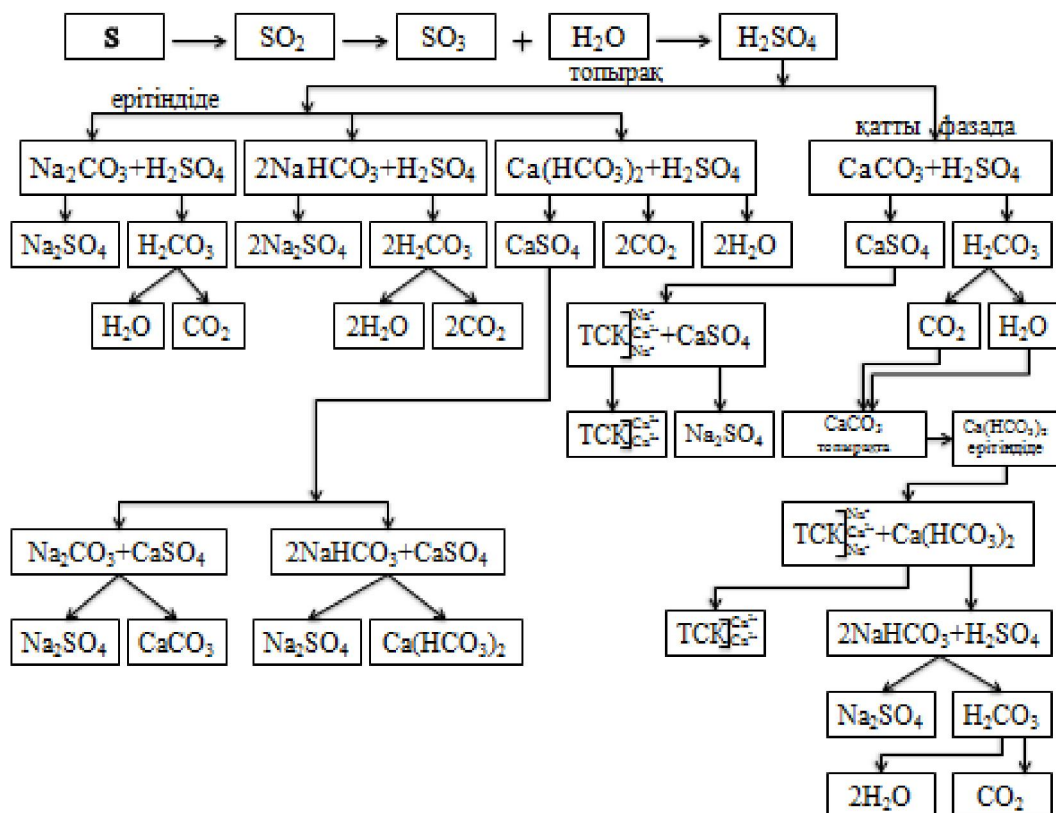
Кесте мәліметтері бойынша, зерттеуге алынған топырақ үлгісінің тұздану химизмі содалы-сульфатты (1-кесте). Тұздар жиынтығында (0,491%), басқа катиондардан натрий ионының еншісі әлдеқайда басым. Сондықтан топырақтың сұйық фазасында натрийдың улы тұздары (NaHCO₃, Na₂CO₃) басым. Соның салдарынан топырақ ортасы орташа сілтілі (pH 8,4).

Берілген әртүрлі дисперсті (0,50-0,25 мм, 0,25-0,10 мм. және 5-40 мкм) элементарлы күкірттің бірдей дозаларын сілтілі топырақта қолайлы гидротермиялық жағдайда екі апта инкубациялануы топырақ су сүзіндісінің иондық құрамына айтарлықтай өзгерістер әкелген.

Бұл айтарлықтай қысқа мерзімді инкубациялау элементарлы күкірттің тотығу қарқындылығының бөлшектер дисперстілігіне тәуелді екендігін айқын көрсетті. Топыраққа берілген күкірт оның ди- және триоксидтеріне (SO₂⁻, SO₃²⁻) айналып ары қарай сумен оңай байланысып, күкірт қышқылын түзіп, төмендегі сызба бойынша топырақтың сұйық және қатты фазаларымен реакцияға түседі (3-сурет).

Тәжірибе мәліметтерінен күкірт фракцияларының тотығу қарқыны бір-бірінен айтарлықтай алшақтанатынын оңай көруге болады. Элементарлы күкірттің ірі фракциясының (0,50-0,25 мм) тотығуынан түзілген сульфат-ионының мөлшерлері 100 г. топыраққа шаққанда 4,92 мг-экв-ке тең болған. Бұл бақылауға қарағанда 1,01 мг-экв-ке жоғары. Осыдан, егер 1 мг-экв SO₄²⁻ 48 мг-ға тең екені белгілі болса, онда енгізілген күкірттен түзілген сульфат-ионының оның 100 г топырақтағы мөлшері (48×1,01) 48,5 мг. тең. Егер, 32 г күкірт тотыққанда (32+64) 96 мг. сульфат-ионы, яғни үш есеге артық түзілетінін ескерсек, онда 48,5 мг SO₄²⁻ түзу үшін (48,5:3) 16,2 мг күкірт шығындалады. Осыдан, 100 г топыраққа енгізілген 160 мг ірі фракциялы элементарлы күкірттің 15 күнде оның тек 10,1% оксидтік формасына өткенін байқауға болады.

Элементарлы күкірттің орташа фракцияларының (0,25-0,10 мм) тотығуы оның іріге (0,50-0,25 мм) қарағанда біраз жоғары. Оның мөлшері бақылауға қарағанда 1,34 мг-экв артық немесе (1,34×48) 64,32 мг SO₄²⁻ түзілген. Бұндай мөлшеріде SO₄²⁻ (64,32:3) 21,41 мг күкірттің тотығуынан түзілді, ал ол енгізілген күкірттің 13,4% құрайды.



3-сурет – Элементарлы күкірттің содалы сортаңданған топырақтың құрамына тигізетін әсерінің блок-схемасы

Күкірттің жоғары қарқынды тотығуы оның өте ұсақ (бөлшектер диаметрі 5-40 микрон) фракцияларында байқалады. Мұнда, 100 г топырақта түзілген SO_4^{2-} жалпы мөлшері 8,91 мг-экв тең. Бұл жаңадан түзілген SO_4^{2-} иондарын 100 г топыраққа шаққанда (8,91-3,91) 5,00 мг-экв құрайтындығын немесе (5,00×48) 240 мг SO_4^{2-} түзілетіндігін көрсетеді. Бұл мөлшер ұсақ фракциясының тотығу қарқындылығының ірілерден 4-5 есе жоғары. Бұндай мөлшердегі SO_4^{2-} (240:3) 80 мг күкірт тотыққан кезде түзіледі. Бұл топыраққа енгізілген элементарлы күкірттің 50% тотыққандығы көрсетеді.

Жоғарыда көрсетілгендерден, элементарлы күкірттің содалы тұзданған топырақта тотығу қарқындылығы оның инкубациялық кезеңінің алғашқы күндері ақ байқалатындығын және ол айтарлықтай дәрежеде бөлшектердің дисперстілігіне байланысты екендігі айқындалды. Тәжірибе нәтижесінде сілтілі топырақта күкірттің ірі, орташа және ұсақ фракцияларын 15 күн инкубациялау олардың сәйкесінше 10.1; 13.4 және 50.0% тотығатындығы анықталды.

Күкірт фракцияларын топырақта 30 күн инкубациялау топырақтың сүзіндісінің сілтілігін ары қарай төмендеткен. Ол бикарбонат (HCO_3^-), әсіресе, қалыпты карбонат (CO_3^{2-}) иондарының кемуінен жүрген. Топырақ сілтілігін төмендетуге тигізетін әсері бойынша күкірттің 5-40 мкм фракция бөлшектері тағы да алға шыққан. Бұл вариантта топырақ ортасы бейтарапты деңгейге дейін түскен (2-кесте).

Үшінші кестедегі сүзіндісінің мәліметтерінен, сульфат-ионының мөлшеріне сүйене отырып топыраққа берілген күкірттің тотығу қарқындылығын оның фракцияларына байланыстылығын оңай байқауға болады. Жоғарғы қарқынды тотығу күкірт бөлшектерінің ең ұсақ 5-40 микрон бөлшектерінде байқалады. Онда сульфат-ионының 100 г. топыраққа шаққандағы мөлшері 6,84 мг-экв болған. Осыған байланысты күкірттің тотығу үрдісінен түзілген күкірт қышқылы сульфат-ионының мөлшерін жоғарылатып қана қоймай басқа да иондар мөлшеріне (хлордан басқасына) айтарлықтай әсер еткен. Күкірт бөлшектерінің дисперстілігінің жоғарылауы бикарбонатпен қалыпты карбонаттар мөлшерін күрт төмендетіп, керісінше сульфат және натрий иондарын көбейткен. Осының салдарынан топырақтың бастапқы жалпы (HCO_3^-) сілтілігі үш есеге дейін кеміп, соданың

2-кесте – Дисперстілігі әртүрлі элементарлы күкірт фракцияларын содалы-сортаңданған жартылай гидраморфты кебірде инкубациялаудың топырақтың су сүзіндісінің иондық құрамына, тұздар жиынтығына және топырақ ортасының pH әсері (инкубациялау мерзімі 30 күн), $\frac{\text{мг}-\text{экв}}{\%}$

Тәжірибе варианты	Сілтілік		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Тұздар жиынтығы, %	pH
	жалпы HCO ₃ ⁻	қалыпты карбонаттан CO ₃ ²⁻							
Бақылау (күкіртсіз)	2,15	0,46	0,32	1,81	0,46	1,00	2,84	0,329	8,1
	0,131	0,014	0,011	0,087	0,008	0,012	0,065		
S ₁	2,08	0,44	0,52	1,80	0,65	1,25	2,87	0,342	7,9
	0,127	0,013	0,018	0,086	0,013	0,025	0,066		
S ₂	1,62	0,12	0,48	2,20	0,55	1,05	2,82	0,314	7,9
	0,100	0,004	0,017	0,106	0,011	0,013	0,065		
S ₃	1,02	Жоқ	0,44	4,20	1,60	1,53	2,71	0,390	7,4
	0,062		0,015	0,202	0,032	0,018	0,062		

3-кесте – Дисперстілігі әртүрлі элементарлы күкірт фракцияларын орташа содалы-сортаңданған жартылай гидраморфты кебірде инкубациялаудың топырақ су сүзіндісінің иондық құрамына, тұздар жиынтығына және топырақ ортасының pH әсері (инкубациялау мерзімі 90 күн), $\frac{\text{мг}-\text{экв}}{\%}$

Тәжірибе варианты	Сілтілік		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Тұздар жиынтығы, %	pH
	жалпы HCO ₃ ⁻	қалыпты карбонаттан CO ₃ ²⁻							
Бақылау (күкіртсіз)	2.07	Іздері	0.32	2.17	0.917	1.17	2.81	0.280	8.1
	0.126		0.011	0.104	0.018	0.014	0.064		
S ₁	1.93	"	0.49	2.25	1.17	0.75	2.34	0.328	7.8
	0.117		0.017	0.108	0.024	0.009	0.053		
S ₂	0.89	"	0.39	5.34	1.00	0.75	4.86	0.466	7.4
	0.055		0.014	0.256	0.020	0.009	0.112		
S ₃	0.74	Жоқ	0.34	6.84	1.42	1.17	5.33	0.552	6.9
	0.045		0.012	0.328	0.028	0.014	0.123		

(CO₃²⁻) мүлдем жойылуына, олардың орнына бейтарапты Na₂SO₄ тұзының басымдығына әкелген. Бұл жағдай топырақ ортасының сілтілілігін төмендеуін жалғастырып, онықышқыл ортаға дейін түсірген.

Қорытынды.

1. Содалы-сортаңданған кебірде элементарлы күкірттің тотығуы оны инкубациялаудың алғашқы күндерінен-ақ айқын жүре бастаған, бірақ оның қарқындылығы күкірт бөлшектерінің дисперстілігіне тікелей байланысты.

2. Топыраққа бірдей мөлшерде берілген элементарлы күкірттің (100 г. топыраққа 160 мг.) ірі (500-250 мкм.), орташа (250-100 мкм.) және ұсақ (40-5 мкм.) фракциялары 15 күндік инкубациядан кейін сәйкесінше 10.1, 13.4 және 50.0% тотығып, сілтілі тұзданған топырақтар үшін мінсіз мелиорант - күкірт қышқылына айналған.

3. Күкірттің ұсақ фракциясының тотығуы 30 және 90 күндік инкубациялық мерзімдерде қарқынды жүруі бастапқы сульфатты-содалы орташа сортаңданған орташа сілтілі топырақты сульфатты бейтарап орталы орташа сортаңданған топыраққа айналдырған; бұл ұсақ дисперсті күкірттің сілтілі содалы сортаңданған топырақтар үшін өте тиімді мелиорант екендігін көрсетеді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Боровский В.М. Геохимия засоленных почв Казахстана. – М.: Наука, 1978. – 172 с.
[2] Беспаева Р.С. Мелиорация лугово-сероземных почв предгорий Зайлийского Алатау: Автореф. ... канд. с.-х. наук. – Ташкент, 1988. – 17 с.
[3] Феофарова И.И. Псевдоморфозы кальцита по гипсу в почвах // Тр. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева – Т. 34. – 1950. – С. 202-206.
[4] Контурный план технологического развития нефтегазовой отрасли Казахстана. – Фаза 2. Анализ технологических сложностей. – Подготовлено: Департамент проектов и технологий концерна «Шелл». – Декабрь 2011. – С. 44-47.

REFERENCES

- [1] Borovskii V.M. Geochemistry of the saline soils of Kazakhstan. M.: Science, 1978. 172 p.
[2] Bespayeva R.S. Melioration of meadow -sierozemic soils of the foothills of Zailiysky AlaTau: Abstract of candidate agricultural sciences. Tashkent, 1988. 17 p.
[3] Feofarova I.I. Calcite pseudomorphoses on gypsum in soils. Transaction Soil institute name of V. V. Dokuchayev. Vol. 34. 1950. P. 202-206.
[4] Planimetric plan of technology development of an oil and gas industry of Kazakhstan. – Phase 2. Analysis of technological difficulties. It is prepared: Department of projects and technologies of Shell concern. December, 2011. P. 44-47.

Н. А. Хоханбаева, К. К. Кубенкулов, А. Х. Наушабаев

Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ОКИСЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕРЫ РАЗЛИЧНОЙ ДИСПЕРСНОСТИ
НА СОДОВО-ЗАСОЛЕННОЙ ПОЧВЕ**

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы мелиоративной эффективности элементарной серы различной дисперсности в содово-засоленных почвах предгорной равнины юго-востока Казахстана.

Ключевые слова: солончаковая почва, щелочность, сера, дисперсность, мелиорация.

Сведения об авторах:

Хоханбаева Нуржамал Айбатиллаевна – Докторант кафедры почвоведения и агрохимии КазНАУ,
e-mail: nuri.310385@mail.ru

Кубенкулов Канайбек Кубенкулович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения и агрохимии КазНАУ, e-mail: lenta77@mail.ru

Наушабаев Асхат Хамитович – PhD-ассоциированный профессор кафедры почвоведения и агрохимии КазНАУ,
e-mail: tatan-askhat@mail.ru