

FTAMP 31.25.15

А.Н. Шералы¹ – негізгі автор, | ©
М.С. Қалмаханова², D.D. Snow³, Р.Б. Жарлықапова⁴

¹Магистрант, ²PhD, ³PhD, профессор, ⁴Техн. ғылым. канд., доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0001-5214-0131> ²<https://orcid.org/0000-0002-8635-463X>³<https://orcid.org/0000-0002-5449-1031> ⁴<https://orcid.org/0000-0003-1243-3068>^{1,2,4}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан³Небраска Университеті, Линкольн, АҚШ¹aizzhansheraly02@gmail.com<https://doi.org/10.55956/BKNW5669>

ТОПЫРАҚТЫҢ ҚҰРЫЛЫМДАНУ ҚАБІЛЕТІН СУДА ЕРИТІН ПОЛИМЕРДІҢ ҚАТЫСЫНДА ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Ауыл шаруашылығы экономиканың маңызды салаларының бірі болып саналады. Сондықтан ауыл шаруашылығын әртүрлі тәсілдермен дамыту қажет. Осы орайда ауыл шаруашылығында қолданылатын топырақтың жоғары құнарлылығы үлкен рөл атқарады. Топырақтың құнарлылығы оның орналасқан аймағына, құрылымы мен құрамына, қасиеттеріне, түріне байланысты.

Қазіргі уақытта топырақтың құнарлылығын арттыру әртүрлі тәсілдермен жүзеге асырылады. Атап айтқанда, топырақтың құрылымын жасанды жақсартуды іске асыру кезінде химиялық түрлендірілген табиғи, жасанды және синтетикалық қосылыстарды – суда еритін полимерлерді тиімді пайдалана білу қажет. Сондықтан суда еритін полимерлердің, әсіресе топырақтың құнарлылығын арттыру үшін қолданылатын полимерлердің қасиеттерін реттеу ғылыми маңызды тәжірибелік бағыт болып табылады.

Тірек сөздер: топырақ, құнарлылық, суда еритін полимер, құрылымдану, қасиет, полиакриламид, тәжірибе, функционал топ, концентрация.



Шералы, А.Н. Топырақтың құрылымдану қабілетін суда еритін полимердің қатысында зерттеу [Мәтін] / А.Н. Шералы, М.С. Қалмаханова, D.D. Snow, Р.Б. Жарлықапова // *Механика және технологиялар / Ғылыми журнал.* – 2024. – №2(84). – Б.238-245. <https://doi.org/10.55956/BKNW5669>

Кіріспе. Топырақтың адам өмірі үшін маңызын асыра бағалау мүмкін емес, өйткені оның негізгі қоректік көзі болып табылатын топырақ. Бұл жағдай жаһандық демографиялық жағдайға және көптеген аймақтардағы тұрақты ашаршылық қаупіне байланысты ерекше маңызды. Біздің планетамыздың өсіп келе жатқан халқы ауыл шаруашылығы өнімдерін, оның ішінде өсімдік шаруашылығын көбірек қажет етеді. Аграрлық ғылымның және оған байланысты білімнің барлық салаларының міндеті – ауыл шаруашылығы өнімдерінің өндірісін ұлғайту және сапасын арттыру арқылы халықты азық-түлікпен барынша қамтамасыз ету. Бұл мәселе біздің елімізде көптеген ондаған жылдарға созылған ауыл шаруашылығындағы ауқымды жер қорының және Қазақстан Республикасының қара топырақ, каштан және басқа да құнарлы топырақтар сияқты бірегей топырақтары болған кездегі дағдарыс

жағдайында ерекше өзекті және өткір сипатқа ие болды. Еліміздің ауыл шаруашылығы күрделі топырақ-климат жағдайында дамып келеді. Ауыл шаруашылығы өндірісінің негізгі құралы ретіндегі топырақ маңыздылығы оның негізгі қасиеті – құнарлылығымен анықталады. Құнарлылық – топырақтың өсімдіктердің қалыпты өсуі мен дамуы үшін қажетті барлық жағдайларда (қоректік заттар, су, ауа, жылу және т.б.) қажеттіліктерін қанағаттандыру қабілеті [1].

Топырақ түрлі табиғи құбылыстардың нәтижесінде және орналасқан жеріне қарай құрамы, түрлері, қасиеттері де түрліше болып келеді. Топырақ жер литосферасының беткі қабаты ретінде адам тұтынатын тағамның, ауыз судың және белгілі бір дәрежеде атмосфералық ауаның химиялық құрамын құрайды. Адам, шын мәнінде, топырақ арқылы биогеоценозға кіреді. Топырақтың ең маңызды және бірегей қасиеті – құнарлылығы. Адамзатқа қажетті азық-түліктің барлығы дерлік ауыл шаруашылығында топырақты пайдалану арқылы алынады. Топырақ тамақ, ауа және су арқылы тірі организмдердің, соның ішінде адамның бейімделу процесіне белсенді әсер етеді. Топырақ көптеген тірі организмдердің мекені болып табылады, өйткені ол өсімдіктерді қоректік заттармен және сумен қамтамасыз етуге қабілетті, сонымен қатар көптеген организмдердің тіршілік ету ортасы болып табылатын биоинертті дене. Топырақтың бойында орасан зор байлық бар. Адамзаттың міндеті осы жасырынып жатқан байлықты зерттеп, дамытып, өз игіліктеріне тиімді пайдалана білу. Топырақ негізінен қатты жыныстардың ұсақталуынан пайда болды. Бастапқыда беті тек қатты жыныстардан тұрды. Әр түрлі табиғи құбылыстардың әсерінен бұл жыныстар ыдырап, ұсақталып, топырақтың пайда болуына жағдай жасады. Үгітілудің бірнеше түрі бар. Бұл биологиялық, физикалық және химиялық ұсақталу. Физикалық ұнтақтау арқылы біз оның құрамын өзгертпестен топырақты тек әртүрлі ұсақ бөлшектерге бөлуді айтамыз. Физикалық ауа-райы негізінен желдің екпінінен, тасқын сулардан және қатты температурадан туындайды. Ал химиялық ұнтақтау орын алғанда, ол тау жыныстарындағы әртүрлі қосылыстардың сілтілерде, суда немесе қышқылда еруі және ауаның оттегімен әрекеттесуі нәтижесінде пайда болады. Нәтижесінде құрамы бойынша ерекшеленетін жаңа минералдар пайда болады. Тірі организмдер осы шөгінді типтегі ұсақталған жыныстарда өмір сүре бастағаннан бері олар топырақтан қажетті заттарды сіңірді, биологиялық айналым жүрді және құнарсыз жыныстар құнарлы болып, біртіндеп біртұтас, құнарлы, өмір сүруге жарамды топырақты құрады. Топырақта өсімдіктердің өсуінің басталуы топырақтың пайда болу процесін тездетті. Өсімдіктер топырақтан қажетті элементтерді сіңіріп, күн сәулесінің көмегімен органикалық заттар түзгенде, бұл органикалық заттар ыдырап, алғашқы топырақ шірігін құрайды.

Мәселенің қазіргі кездегі жағдайы. Полимерлердің гидродинамикалық қасиеттерін анықтау олардың молекулалық салмағын, полидисперстілігін, макромолекулалардың пішіні мен өлшемдерін, қасиеттерін және т.б. сипаттауға мүмкіндік береді. Суда еритін полимерлердің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу олардың қолданыс бағыттарын кеңейте түседі [2].

Жұмыстың өзектілігі. Топырақ көптеген тірі организмдердің мекені болып табылады, өйткені ол өсімдіктерді қоректік заттармен және сумен қамтамасыз етуге қабілетті, сонымен қатар көптеген организмдердің тіршілік ету ортасы болып табылатын биоинертті дене. Топырақтың бойында орасан зор байлық бар. Адамзаттың міндеті осы жасырынып жатқан байлықты зерттеп, дамытып, өз игіліктеріне тиімді пайдалана білу.

Жұмыстың мақсаты – топырақтың құрылымдық құрамын суда еритін полимерлердің қатысында зерттеу.

Ғылыми жаңалығы:

– суда еритін полимер полиакриламидтің (ПАА) топырақтың құрылымдану қабілетіне әсері анықталды;

– суда еритін полимерлердің қасиеттері қарастырылды.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Адам қызметінің топырақ түзілу процесіне әсері де зор. Бүгінгі таңда ғылымның, техниканың және қоғамның дамуымен адамзаттың құнарлылығын, сондай-ақ топырақ түзілу құбылысын арттыру сіздің қолыңызда. Адам өзінің саналы әрекеттерінің нәтижесінде жерді жасанды түрде суарып немесе құрғатып, қалпына келтіріп, топырақтың табиғи даму процесіне көптеген жаңа өзгерістер енгізді. Бір орында тұрмайтын қоғамның даму процесінде адамдардың өмірі топырақпен тығыз байланысты болды және күн сайын топыраққа әсері күшейе түседі. Сонымен, топырақтың қалыптасуына әсер ететін негізгі факторлар атап өтілді. Осы факторлардың нәтижесінде бүгінгі топырақ қалыптасты. Топырақтың пайда болуы бірден болған жоқ, бірақ көптеген жылдарға созылды. Осы факторлардан басқа, кейбір жерлерде топырақ түзілуіне әсер ететін жергілікті факторлар да бар. Мысалы, кейбір аймақтарда бұл жерлерде жер асты суларының топыраққа жақын орналасуына байланысты шалғынды топырақ пайда болады. Тиісінше, әр аймақтағы топырақ әртүрлі. Әртүрлі табиғи процестер нәтижесінде пайда болған топырақта оның тән формалары, құрылымдары, өзіндік ерекшеліктері мен қасиеттері көрінеді. Осылайша, топырақ тау жыныстарынан тек құнарлылығымен ғана емес, құрылымымен, құрамымен де ерекшеленеді. Осы әртүрлі морфологиялық ерекшеліктерге байланысты олар бір-бірінен бөлініп, топтарға жіктеледі және оларға да атау беріледі. Негізгі морфологиялық белгілерге топырақ құрылымы, қалыңдығы, түсі, топырақ құрамы және оның қабаттары жатады [3].

Топырақтың химиялық қасиеттері, негізінен, топырақта болатын қатты және сұйық фазалардың арасындағы процестер арқылы анықталады. Топырақтың суында әртүрлі тұздар мен қышқылдар ериді. Топырақ түзілу процесінің нәтижесінде ұзақ уақыттың ішінде топырақ ерітіндісі пайда болады. Топырақ ерітіндісінің құрамы мен концентрациясы топырақтың қатты фазасы мен судың, организмдердің бір-бірімен өзара әрекеттесуінен түзіледі.

Қышқылдықты белсенді және потенциалдық қышқылдық деп бөледі. Белсенді қышқылдық құрамында қышқыл тұздардың, әлсіз қышқылдардың, минералдық қышқылдардың және H_2SO_4 болуымен құралады. Сутегі иондары белсенді қышқылдықты қамтамасыз етеді. Потенциалдық қышқылдық топырақта алюминий мен сутегі иондарының болуымен байланысты. Сутегі ионының көзі қышқылдар және $Al(OH)_3$ болып табылады.

Сілтілік актуальдық және потенциалдық болып бөлінеді. Топырақ ерітіндісінде гидrolитті сілтілік тұздар [Na_2CO_3 , $NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$] бар болса актуальды сілтілік болып табылады. Потенциалдық сілтілік топырақта натрий болуымен сипатталады. Сілтілену дәрежесіне байланысты топырақтарды әлсіз сілтіленген ($pH=7-7,5$), орташа сілтіленген ($pH=7,5-8,5$) және күшті сілтіленген ($pH>8,5$) деп бөле аламыз [4].

Топырақтың қасиеттері оның құрылысы мен құрамына байланысты болады. Топыраққа минералдық тыңайтқыштарды себу арқылы, химиялық қосылыстар мен органикалық заттарды енгізу арқылы оның физикалық және химиялық қасиеттерін өзгертуге болады. Топырақ түзілу процесінде топырақтың құрамы өзгеріске ұшыраса, қасиеттері де өзгереді.

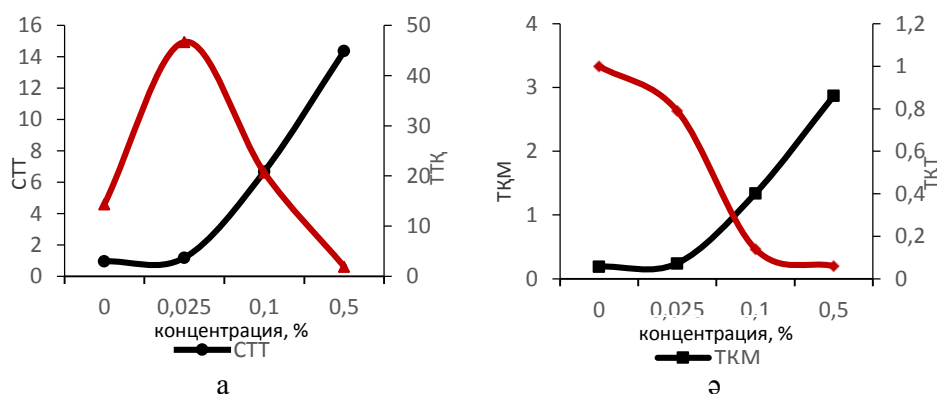
Ізденіс жұмыстарын жүргізу барысында зерттеу нысаны ретінде Оңтүстік өңірдің топырағы алынып, синтетикалық суда еритін полимер үлгісі полиакриламид қатысында физикалық-химиялық қасиеттері қарастырылды.

Полиакриламид (ПАА) – акриламид пен оның туындыларына негізделген полимерлер мен сополимерлер тобының жалпы атауы. Полиакриламид макромолекуласының элементар буыны IUPAC ережелеріне сәйкес негізгі атауы – поли (2-пропенамид) немесе поли (1-карбамоилэтилен), жалпы формуласы – $(-CH_2CHCONH_2 -)_n$. Полиакриламид (ПАА) және басқа қанықпаған амидтер негізіндегі полимерлерді синтездеудің негізгі әдісі радикалды полимерлену болып табылады, оны барлық белгілі тәсілдермен жүргізуге болады: кристалды және балқытылған мономерлер массасында, ерітіндіде, эмульсияда және суспензияда. Әдістердің әрқайсысының полимерлердің қасиеттерін және өндірістің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін анықтайтын өзіндік ерекшеліктері бар.

Суда полимерленудің кең таралуының басқа себептеріне бастапқы мономерді кристалды түрде оқшаулауға жұмсалатын энергия шығындарының азаюы жатады, бұл оның өздігінен полимерлену ықтималдығымен және органикалық еріткіштердің регенерациясымен, қоршаған ортаның ластануының төмендеуімен, сондай-ақ, әдетте, сулы ерітінділер түрінде қолданылатын полимерлі реагенттердің еру сатысын жоюмен байланысты.

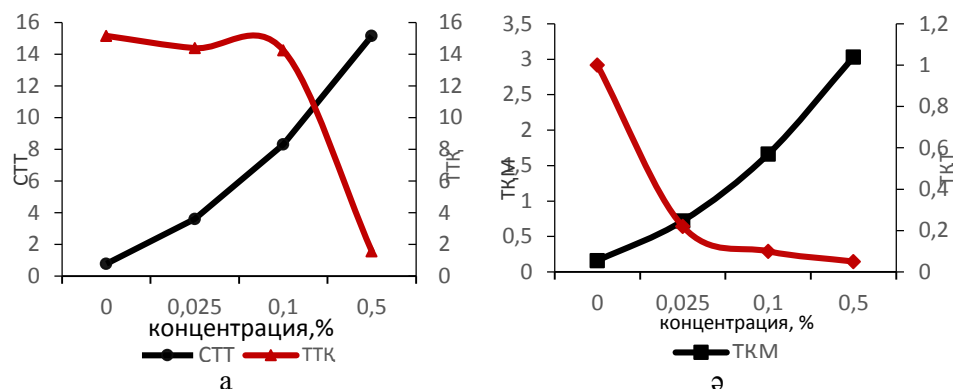
Полиакриламидтің кең өндірісі 1950 жылдардың басында басталды. Тұрақты өсу полиэлектролиттің бірегей қасиеттерімен қамтамасыз етілді, бұл оны гель жасаушы, пленка жасаушы, флокулянт және коагулянт ретінде кеңінен қолдануға мүмкіндік берді [5].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Тәжірибе жұмысындағы анықталған топырақтың құрылымдануына әсер етуші СТТ түйіршік мөлшері суда еритін полимерлердің функционал топтары орналасуы мен табиғаты, түрлеріне қарай ерекшеленуіне байланысты болып келеді. Ерітінділердің концентрацияларының өсуімен СТТ мөлшері артса, ТТҚ мөлшері кемиді (сурет 1а). Сонымен қатар ТКМ мөлшері концентрация өсуімен артатын болса, ТҚТ мөлшері сәйкесінше кемиді. Әр тұздың өзіндік қасиеттеріне байланысты көрсететін сандық мәндері де түрліше болып келеді. Мысалы K_2SO_4 тұзының қатысында анықталған ТТҚ мөлшері белгілі бір концентрацияға дейін ұқсас шамада кеміп, 0,1 концентрацияда бірден кемігені байқалды (Сурет 1ә) [6].



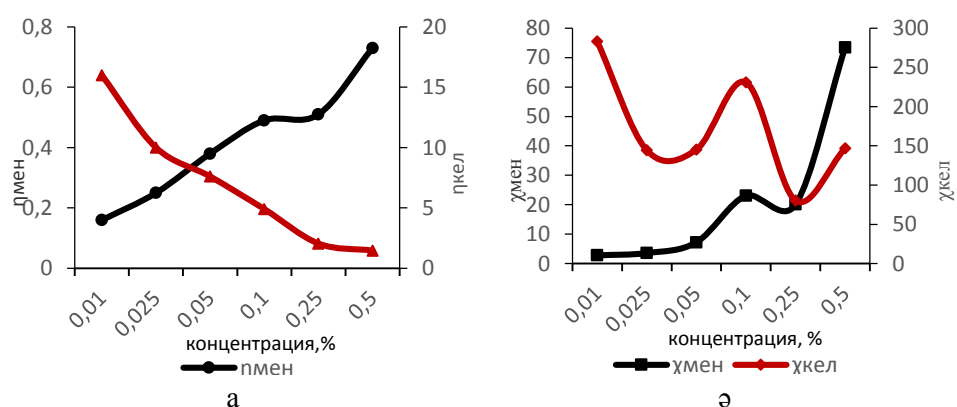
Сурет 1. Суда еритін полимердің K_2SO_4 тұзының қатысында анықталған СТТ, % мен ТТҚ -нің (а) ТКМ мен ТҚТ-нің (ә) ерітінді концентрациясына байланысты өзгеруі

Суда еритін полимердің $MgSO_4$ тұзының қатысында анықталған СТТ, % мен ТТҚ-нің, ТҚМ мен ТҚТ-нің сандық мәндерінің ерітінді концентрациясына байланысты өзгеруі 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2. Суда еритін полимердің $MgSO_4$ тұзының қатысында анықталған СТТ, % мен ТТҚ-нің (а), ТҚМ мен ТҚТ-нің (ә) сандық мәндерінің ерітінді концентрациясына байланысты өзгеруі

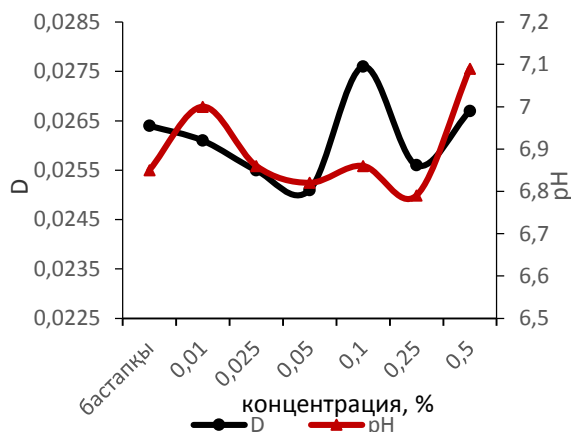
Суда еритін полимер полиакриламидтің гидродинамикалық қасиеттеріне келетін болсақ, тәжірибе нәтижелері полимер ерітінділерінің концентрациясы өскен сайын $\eta_{мен}$ -ның артып баратындығын көрсетсе, $\eta_{кел}$ -ның керісінше ерітінді концентрациясы өсуімен кемитіндігін көрсетті (Сурет 3а). Дәл осылай $\chi_{мен}$ мен $\chi_{кел}$ анықталды. $\chi_{мен}$ те ерітінді концентрациясы өскен сайын артып, $\chi_{кел}$ кемігені байқалды (Сурет 3ә). Оның негізгі себебі ионданушы қабілеті бар функционал топтарының кемуімен байланысты. $\chi_{мен}$ -тің бастапқы ерітінді концентрацияларында ұқсас шамамен артқаны байқалса, 0,25 концентрацияда бірден өскені байқалды.



Сурет 3. Суда еритін полимерлердің тұтқырлықтарымен ($\eta_{менш}$, $\eta_{келт}$) (а) электрөткізгіштіктерінің ($\chi_{менш}$, $\chi_{келт}$) (ә) ерітінді концентрациясына қарап өзгеруі

Суда еритін полимер ПАА үлгісінің оптикалық тығыздығы (D) мен рН көрсеткішінің концентрацияға байланысты өзгеруі өзара ұқсас болып келеді. Оптикалық тығыздық пен рН мәні кей концентрацияларда артқан болса,

кейбіреуінде кемігені байқалды (Сурет 4). Мысалы оптикалық тығыздық 0,5 концентрацияда бірден үлкен сандық мәнде артқан болса, 0,1 концентрацияда керісінше бірден кеміді.



Сурет 4. Суда еритін полимер ПАА үлгісінің оптикалық тығыздығы (D) мен рН көрсеткішінің концентрацияға байланысты өзгеруі

Суда еритін полимер ерітінділерінің гидродинамикалық қасиеттері, яғни меншікті және келтірілген тұтқырлықтары, электрөткізгіштігі, топырақты құрылымдаушы қабілеті мен тиімділігі арасында белгілі дәрежеде байланыстардың болатындығы анықталды. Суда еритін синтетикалық полимер полиакриламидтің (ПАА) макромолекуласы тізбегі бойындағы амид функционал тобының табиғаты мен орналасуына қарай топырақтың құрылымдық құрамын реттеудегі ерекшеліктері анықталды.

Қорытынды. Қорытындылай келе, суда еритін полимерлердің көмегімен, олардың түрлі физика-химиялық қасиеттерге ие болуымен топырақтың құнарлылығын арттырып, құрылымдануын жақсартуға болатындығы зерттелді. Сол үшін де суда еритін полимер полиакриламидтің қасиеттері қарастырылды. Полиакриламидтің макромолекуласының тізбегінің бойындағы функционал топтарының түрлеріне, қасиеттеріне, орналасу ерекшеліктеріне байланысты макромолекуласының конформациялық күйінің өзгеріске ұшырайтындығы анықталынды. Суға төзімді түйіршік мөлшері, топырақты құрылымдаушы мөлшер, топырақты түйіршіктеу қабілеті, топырақты құрылымдаушы тиімділік топырақ үлгісінің қолданылған ерітіндіге байланысты әртүрлі нәтиже көрсетті. Оның себебі әр тұздың табиғатына байланысты болып келеді. Соған қарай топырақ үлгісіне әсер етуі де әртүрлі болады. Сонымен қатар суда еритін полимерлердің гидродинамикалық қасиеттері мен электрөткізгіштігі, оптикалық тығыздығы, рН көрсеткіші арасында байланыстың бар екендігі анықталды. Суда еритін полимерлердің гидродинамикалық қасиеттері, яғни меншікті және келтірілген тұтқырлықтары полимерлердің өзге де қасиеттерін анықтауға мүмкіндік береді. Нәтижесінде суда еритін полимерлердің өзге де қолданыс бағыттары анықталады. Бұл өз кезегінде суда еритін полимерлерге деген сұранысты арттырады. Жүргізілген зерттеу нәтижелерінде суда еритін полимерлердің ауыл шаруашылығын дамытуда маңызы зор екендігі дәлелденді [7].

Әдебиеттер тізімі

1. Асанбаев, И.К. Почвоведение с основами экологии и географии почв [Текст]: учебное пособие / И.К. Асанбаев, К.Ш. Фаизов. – Алматы: Қазақ университеті, 2007. – 218 с.
2. Вронский, В.А. Прикладная экология [Текст]: учебное пособие / В.А. Вронский. – Феникс, 2004.
3. Касьяненко, А.А. Почвоведение [Текст] / А.А. Касьяненко. – М.: Инфра, 2004.
4. Реймерс, Н.Ф. Почвоведение: теория, законы, правила, принципы и гипотезы [Текст] / Н.Ф. Реймерс // Москва. – 2004. – Т. 6. – С. 289.
5. Давлюд, Д.Н. Гидродинамические и адсорбционные свойства анионных сополимеров акриламида в водно-солевых средах [Текст] / Д.Н. Давлюд, П.Д. Воробьев, Ю.В. Липай, Е.В. Воробьева, С.В. Буча, А.Р.Черникова // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук. – 2019. – Т. 55. – №4. – С. 455-463.
6. Асанов, А.А. Суда еритін полимерлердің функционал топтарының құрамы мен түрлерінің топырақты құрылымдаушы қабілетіне әсері [Текст] / А.А. Асанов, А. Базарханқызы // 2nd International Scientific Conference “Theoretical and Applied Sciences in the USA”. – Нью-Йорк, США. – 2015. – Б. 237-246.
7. Жатқанбаев, Е. Зерттелуші «ГУПЭР» сериялы сополимер ерітіндісімен топырақ агрегаттарын өңдеу кезінде олардағы суға беріктік өзгерісін анықтау [Текст] / Е. Жатқанбаев, Н. Жақыпбекова, У. Бишімбаев // Ізденіс. – 2009. – №1. – Б.7-9.

Материал редакцияға 24.04.2024 түсті.

А.Н. Шералы¹, М.С. Калмаханова¹, Daniel D. Snow², P.B. Жарлыкапова¹

¹Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

²Университет Небраска, г. Линкольн, США

**ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ В ПРИМЕНЕНИИ
ВОДОРАСТВОРИМОГО ПОЛИМЕРА**

Аннотация. Сельское хозяйство является одним из важнейших секторов экономики. Поэтому развивать сельское хозяйство необходимо по-разному. В связи с этим большую роль играет высокое плодородие почвы, используемой в сельском хозяйстве. Плодородие почвы зависит от ее местоположения, структуры и состава, свойств, типа.

В настоящее время повышение плодородия почв осуществляется различными способами. В частности, необходимо уметь эффективно использовать химически модифицированные природные, искусственные и синтетические соединения – водорастворимые полимеры – при осуществлении искусственного улучшения структуры почвы. Поэтому регулирование свойств водорастворимых полимеров, особенно полимеров, используемых для повышения плодородия почв, является научно важным экспериментальным направлением.

Ключевые слова: почва, плодородие, водорастворимый полимер, структурирование, свойство, полиакриламид, эксперимент, функционал группа, концентрация.

A.N. Sheraly¹, M.S. Kalmakhanova¹, Daniel D. Snow², R.B. Zharlykapova¹

¹ M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

²University of Nebraska, Lincoln, USA

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR DETERMINING THE INFLUENCE OF BASE POROSITY ON THE STRENGTH OF ADHESIVE JOINTS

Abstract. Agriculture is one of the most important sectors of the economy. Therefore, it is necessary to develop agriculture in different ways. In this regard, high fertility of the soil used in agriculture plays a large role. Soil fertility depends on its location, structure and composition, properties, type.

Currently, the increase in soil fertility is carried out in various ways. In particular, it is necessary to be able to effectively use chemically modified natural, artificial and synthetic compounds - water -soluble polymers - in the implementation of artificial improvement of the soil structure. Therefore, the regulation of the properties of water -soluble polymers, especially polymers used to increase soil fertility, is a scientifically important experimental direction.

Keywords: soil, fertility, water-soluble polymer, structuring, property, polyacrylamide, experiment, functional group, concentration.

References

1. Asanbayev I.K., Faizov K.SH. Pochvovedeniye s osnovami ekologii i geografii pochv [Soil science with the basics of ecology and geography of soils]: textbook. – Almaty: Kazakh University, 2007. – 218 p., [in Russian].
2. Vronskiy V.A. Prikladnaya ekologiya [Applied ecology]: textbook. – Feniks, 2004, [in Russian].
3. Kas'yanenko A.A. Pochvovedeniye [Soil science]. – Moscow: Infra, 2004, [in Russian].
4. Reymers, N.F. Pochvovedeniye: teoriya, zakony, pravila, printsipy i gipotezy [Soil science: theory, laws, rules, principles and hypotheses] // Moskva [Moscow], 2004. Vol. 6. P. 289, [in Russian].
5. Davlyud D.N., Vorob'yov P.D., Lipay YU.V., Vorob'yova Ye.V., Bucha S.V., Chernikova A.R. Gidrodinamicheskiye i adsorbtsionnyye svoystva anionnykh sopolimerov akrilamida v vodno-solevykh sredakh [Hydrodynamic and adsorption properties of anionic acrylamide copolymers in water-salt media] // Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Belarusi. Seriya khimicheskikh nauk [News of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical Sciences Series], 2019. Vol. 55. No. 4. P. 455-463, [in Russian].
6. Asanov A.A., Bazarkhankyzy A. Suda yeritin polimerlerdin funktsional toptarynyñ kúramy men túrlerinín topyrak, ty kúrylymdaushy kábiletine әseri [Influence of the composition and types of functional groups of water-soluble polymers on soil structuring ability] // 2nd International Scientific Conference "Theoretical and Applied Sciences in the USA". – New York, USA, 2015. P. 237-246, [in Kazakh].
7. Zhatkanbayev Ye., Zhakypbekova N., Bishimbayev U. Zerttelushi «GUPER» seriyaly sopolimer yeritindisimen topyrak, agregattaryn õñdeu kezinde olardaғы suға beriktik õzgerisín anyk tau [Researcher Determination of water resistance change in soil aggregates during processing with "GUPER" series copolymer solution] // Ízdenis [Search], 2009. No. 1. P.7-9, [in Kazakh].