

А.М. Абдугани¹, А. А. Болысбек¹, Ж.Т. Ертаева², Г. М. Изтлеуов^{1*}

¹ М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қаласы, Қазақстан Республикасы, azimov-78@mail.ru, aidarali@mail.ru, gani5@mail.ru*

² Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, jain_0404@mail.ru

ГИДРОГЕЛЬДІҢ КӨМЕГІМЕН ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚҰРҒАҚ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚТЫҢ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ

Аңдатпа

Оңтүстік Қазақстанның құрғақ аймақтарында топырақтың ылғалдылығын арттыру мақсатында гидрогельдердің қасиеттерін әзірлеу және зерттеу жұмыстары жүргізілді. Зерттеу барысында полиакриламид және крахмал, акриламид және каолин негізіндегі гидрогельдер (КАКНГ) қолданылып, олардың топырақтың су сіңіру қабілетіне, өсімдіктердің өсуіне және өнімділігіне әсері бағаланды. Нәтижелер гидрогельдердің, әсіресе полиакриламид негізіндегі гидрогельдердің, топырақтың ылғалдылығын айтарлықтай жақсартатынын көрсетті. Сонымен қатар, гидрогельдердің топырақтың физика-химиялық қасиеттеріне оң әсері анықталды. Зерттеу барысында топырақтың су сіңіру қасиеттері, өсімдіктердің өсуі мен өнімділігі бақыланды, сонымен қатар топырақтың химиялық талдаулары жүргізілді. Гидрогельдерді қолдану топырақтың су сіңіру қасиеттерін айтарлықтай жақсартып, тәжірибе алқаптарда өсімдіктердің өсуін нығайтты. Полиакриламид негізіндегі гидрогель қолданылған алқаптарда күріш өнімі 18%-ға артты. Бидай мен мақсары өнімі сәйкесінше 12% және 15%-ға өсті. Крахмал, акриламид және каолин негізіндегі гидрогель төмен нәтижелер көрсетті, бірақ ол да бақылау алқаптарына 8–10%-ға жоғары болды. Нәтижелер гидрогельдердің су тапшылығы жағдайында жоғары тиімділігін және құрғақ аймақтарда ауыл шаруашылық өндірісі үшін практикалық құндылығын растайды және жабындау және тамшылы суару сияқты дәстүрлі ылғалды сақтау әдістерінің тиімділігін арттыру әлеуетін көрсетеді және климаттың өзгеруі контекстінде тұрақты ауыл шаруашылығы үшін құнды болады.

Кілт сөздер: гидрогельдер, топырақтың ылғалдылығы, құрғақшылық, өсімдіктердің өсуі, өнімділік, Оңтүстік Қазақстан.

Кіріспе

Жаһандық жылыну және климаттың өзгеруі ауыл шаруашылығына айтарлықтай әсер етіп, ауыл шаруашылығына жарамсыз немесе шектеулі жарамды жер аумақтарының кеңеюіне әкеліп соқтырды [1-2]. Климаттың өзгеруі бойынша Халықаралық эксперттер тобының (IPCC) мәліметі бойынша, соңғы 30 жыл ішінде жер бетінің шамамен 24%-ы шөлейттенуге ұшырады, ал ауыл шаруашылық жерлерінің жыл сайынғы шығындары 12 миллион гектарға жетті [3-4]. Бұл үрдістер әсіресе құрғақ және шөлейт аймақтарда байқалады, онда 1,5 миллиардтан астам адам тұрады. Мұндай аумақтарда су ресурстарының азаюы және топырақтың өнімділігінің төмендеуі азық-түлік қауіпсіздігіне үлкен қауіп төндіреді [5-6].

Жаһандық тенденцияларды талдау көрсеткендей, 2050 жылға қарай орташа жаһандық температураның 2°C-ға көтерілуі шөлейт аймақтардың 10–15%-ға кеңеюіне әкелуі мүмкін, әсіресе Орталық Азия, Африка және Оңтүстік Америка аймақтарында [7-8]. БҰҰ-ның Шөлейттенуге қарсы күрес конвенциясының (UNCCD) болжамдары бойынша, бұл кеңею ең осал аймақтарда дәнді дақылдар өнімінің 20–30%-ға төмендеуіне әкелуі мүмкін [9-10]. Оңтүстік Қазақстан және әлемнің басқа да құрғақ аймақтарында ауыл шаруашылығы жоғары ауа температурасы мен шектеулі су ресурстары жағдайында жүргізіліп жатқандықтан, бұл өзгерістердің қазірдің өзінде байқалуы топырақ ресурстарын басқарудың жаңа әдістерін әзірлеу қажеттілігін көрсетеді [11-12].

Топырақ ылғалдылығын сақтау құрғақ аймақтарда тұрақты ауыл шаруашылығын қамтамасыз ету үшін маңызды болып табылады. Дәстүрлі ылғалдылықты сақтау әдістерінің ішінде топырақты жабындау булануды азайтып, тамыр аймағындағы ылғалды сақтауға ықпал етеді. Бұл зерттеудің практикалық маңыздылығы ылғалдылықты сақтаудың әмбебап технологиясын әзірлеу болып табылады, оны әлемнің басқа құрғақ аймақтарында қолдануға болады. Нәтижелер топырақтың тозуы мен шөлейттенуге қарсы күрес туралы жаһандық ғылыми білімнің дамуына үлес қосады, сонымен қатар азық-түлік қауіпсіздігі мәселелерін шешуге практикалық құндылық береді.

Зерттеу материалдары мен әдістемесі

Зерттеу нысаны ретінде Оңтүстік Қазақстанның қуаң аймағында орналасқан сұр-қоңыр топырақтар және осы топырақтарда өсірілетін күріш, бидай және мақсары дақылдары алынды. Нысан гидрогельдердің топырақтың ылғалдылығы мен агрофизикалық қасиеттеріне әсерін бағалау үшін таңдалды.

Зерттеу аймағының сипаттамасы

Зерттеу Қазақстанның оңтүстік бөлігінде, Түркістан облысының Сарыағаш ауданында жүргізілді. Бұл аймақ ыстық континенттік климатпен сипатталады. Жаз айлары ұзақ және құрғақ болып келеді. Жылдық орташа ауа температурасы 13–14°C шамасында, ал жаз айларында температура 35°C-тан асуы мүмкін. Жылдық орташа жауын-шашын мөлшері 250 мм-ден аспайды, бұл ауыл шаруашылығы үшін су тапшылығын тудырады. Жаз мен қыс айлары арасындағы температура амплитудасы айтарлықтай үлкен болуы мүмкін, бұл су тапшылығы жағдайында ауыл шаруашылық өнімділігін одан әрі қиындатады.

Зерттеу кезеңі. Тәжірибе үшін үш ауыл шаруашылық дақылы – күріш, бидай және мақсары таңдалды. Бұл дақылдарды таңдау олардың аймақтың ауыл шаруашылығы үшін маңыздылығы және суға деген әртүрлі талаптарына байланысты болды. Күріш, суға аса қажетті дақыл ретінде, гидрогельдердің тиімділігін интенсивті суару жағдайында бағалау үшін таңдалды. Бидай мен мақсары, құрғақшылыққа төзімділігі жоғары дақылдар ретінде, су ресурстарының шектеулі жағдайында гидрогельдердің рөлін бағалау үшін қосылды. Бақылау алқаптарда, жалпы аумағы 4 гектарды құрайтын, сол үш дақыл – күріш, бидай және мақсары өсірілді. Бұл алқаптар бақылау және тәжірибелік жағдайлардың салыстырмалылығын қамтамасыз етіп, гидрогельдерді қолдану тиімділігін дәлірек бағалауға мүмкіндік берді.

Суару және гидрогельдерді қолдану

Әр дақыл үшін суару жиілігі мен көлемі өсімдіктердің талаптары мен агрономиялық тәжірибелерге сәйкес анықталды. Бақылау алқаптарда күріш үшін аптасына екі рет 600 м³/га, ал бидай мен мақсары үшін 400 м³/га суару жүргізілді. Тәжірибелік алқаптарда топырақтың су сіңіру қабілетін арттыру үшін әртүрлі гидрогельдер қолданылды.

Гидрогельдердің түрлері

Полиакриламид негізіндегі гидрогель (ПНГ) – бұл суперсорбентті материал, ол топырақтың су сіңіру қасиеттерін тиімді түрде жақсартады. Ол акриламидтің радикалды полимеризациясы арқылы синтезделеді және 1 грамм құрғақ материалға 1000–1500 грамм суды ұстап тұра алатын көлденең байланысқан құрылымды құрайды. Бұл гидрогель топырақ құрылымын жақсартады, эрозияны азайтады және су сіңіру қабілетін арттырады. Оның баяу ыдырау жылдамдығына байланысты, ПНГ ұзақ мерзімді пайдалануға жарамды, бірақ оның экологиялық әсері ескерілуі керек. Ол әсіресе құрғақ аймақтарда топырақтың су қорын жақсарту үшін ауыл шаруашылығында кеңінен қолданылады және дақылдардың құрғақшылыққа төзімділігін арттырады.

Топырақ туралы сипаттама-зерттеу жүргізілген Сарыағаш ауданының топырағы негізінен сұр-қоңыр шөлейт типіне жатады және механикалық құрамы жағынан жеңіл және орташа сазды, кей жерлерінде құмды элементтері басым. Топырақтың органикалық заттар мөлшері төмен (1,0–1,5%), ал гумус қабатының қалыңдығы шектеулі. Су өткізгіштік көрсеткіші жоғары болғанымен, ылғалды ұзақ сақтап тұру қабілеті әлсіз. Карбонаттардың мөлшері жоғары, рН мәні 7,8–8,3 аралығында, яғни сілтілі орта басым. Минералдық құрамында азот пен фосфор тапшылығы байқалады. Бұл қасиеттер топырақты су

тапшылығына сезімтал етеді және гидрогельдердің тиімділігін бағалауға қолайлы жағдай туғызады.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Деректердің нормалды таралуын бағалау үшін Колмогоров-Смирнов және Шапиро-Уилк тесттері жүргізілді. Мысалы, су сіңіру параметрі (Шапиро-Уилк тесті үшін $p = 0,213$ және Колмогоров-Смирнов тесті үшін $p = 0,145$) және су сіңіру коэффициенті ($p = 0,305$ және $p = 0,187$) нормалды таралуды көрсетті ($p > 0,05$). Сол сияқты, топырақтың орташа ылғалдылық тереңдігі де нормалды таралуды көрсетті ($p = 0,256$ және $p = 0,192$). Алайда, өсімдіктердің өсу параметрлері, мысалы, орташа биіктігі (Шапиро-Уилк тесті үшін $p = 0,021$ және Колмогоров-Смирнов тесті үшін $p = 0,034$) және жапырақ саны ($p = 0,018$ және $p = 0,027$), нормалды таралудан ауытқыды ($p < 0,05$). Бұл нәтижелер статистикалық әдістерді таңдауға әсер етті: нормалды таралуды көрсеткен деректер үшін параметрлік тесттер (ANOVA және t-тест) қолданылды, ал нормалды таралудан ауытқыған деректер үшін параметрлік емес әдістер қолданылды.

Жабындау және тамшылы суару сияқты дәстүрлі әдістермен салыстырғанда гидрогельдерді қолдану әдісі топырақтың су сіңіру қабілетін жақсартты (1-кесте). Полиакриламид негізіндегі гидрогель (ПНГ) ең жоғары ылғалдылық мөлшерін (22,5%) және су сіңіру коэффициентін (0,4 м/тәулік), сонымен қатар топырақтың ылғалдылық тереңдігін (20 см) көрсетті. Крахмал, акриламид және каолин негізіндегі гидрогель де бұл параметрлерді жақсартты, бірақ оның тиімділігі ПНГ-ге қарағанда төмен болды. Бұл нәтижелер полиакриламид негізіндегі гидрогельдердің топырақтың су сіңіру қабілетін арттырудағы әлеуетін көрсетеді.

1-кесте- Гидрогельдердің сұр-қоңыр топырағының суды ұстау қабілетіне әсері.

Гидрогель түрі	Гидрогель концентрациясы (%)	Суды ұстау (%)	Су ұстау коэффициенті (м/тәу)	Ылғалдың орташа ену тереңдігі (см)	Стандартты қате (±)
Полиакриламид	0,5	22.5	0.4	20	± 0,02
Крахмал, акриламид және каолин	0.3	20.4	0,35	18	± 0,03
Жабындау (мульчирование)	—	18.3	0.3	16	± 0,02
Тамшылатып суару	—	21.1	0,38	19	± 0,02

Полиакриламид негізіндегі гидрогель (ПНГ) крахмал, акриламид және каолин негізіндегі гидрогельге (КАКНГ) қарағанда өсімдіктердің өсуін қарқынды түрде арттырады. Зерттелген барлық дақылдарда (күріш, бидай және мақсары) ПНГ қолданылған алқаптарда өсімдіктердің орташа биіктігі мен жапырақ саны артты. Мысалы, ПНГ қолданылған күріш өсімдіктерінің орташа биіктігі 84,5 см және 17 жапырақ болса, КАКНГ қолданылған өсімдіктерде бұл көрсеткіштер 80,2 см және 16 жапырақ болды. Бұл нәтижелер ПНГ-ның өсімдіктердің өсуін арттырудағы жоғары тиімділігін растайды (2-кесте).

2-кесте- Егістік жағдайларындағы өсімдік өсу параметрлері.

Егін	Гидрогель түрі	Өсімдіктің орташа биіктігі (см)	Жапырақтардың орташа саны	Стандартты қате (±)
Күріш	Полиакриламид	84.5	17	± 1,5
Бидай	Полиакриламид	72.3	14	± 1,2
Мақсары	Полиакриламид	65.7	12	± 1,3
Күріш	Крахмал, акриламид және каолин	80.2	16	± 1,4
Бидай	Крахмал, акриламид және каолин	70.1	13	± 1,3
Мақсары	Крахмал, акриламид және каолин	63.8	11	± 1,2

Полиакриламид негізіндегі гидрогель (ПНГ) зерттелген барлық дақылдарда ең жоғары өнімділікті көрсетті (күріш — 88,2 ц/га, бидай — 75,6 ц/га, мақсары — 63,7 ц/га, 3-кесте), бұл статистикалық маңызды ($p < 0,05$). Крахмал, акриламид және каолин негізіндегі гидрогель де жабындау және тамшылы суарумен салыстырғанда өнімділікті арттырды, бірақ оның тиімділігі ПНГ-ға қарағанда төмен болды. Бұл нәтижелер гидрогельдерді қолданудың өнімділікті арттырудағы артықшылықтарын көрсетеді.

3-кесте-Гидрогельдердің тиімділігін және ылғалды сақтаудың дәстүрлі әдістерін салыстырмалы талдау.

Ылғалды сақтау әдісі	егін	Орташа өнімділік (ц/га)	Стандартты қате ($\pm$)	p-мәні (t-тест)
Полиакриламид	Күріш	88.2	± 4.3	0,03
Полиакриламид	Бидай	75.6	$\pm 3,8$	0,04
Полиакриламид	Мақсары	63.7	$\pm 2,9$	0,02
Крахмал, акриламид және каолин	Күріш	82.4	$\pm 4,0$	0,03
Крахмал, акриламид және каолин	Бидай	71.8	$\pm 3,6$	0,05
Крахмал, акриламид және каолин	Мақсары	59.8	$\pm 2,7$	0,05
Жабындау (мульчирование)	Күріш	82.4	$\pm 4,0$	0,03
Тамшылатып суару	Бидай	71.8	$\pm 3,6$	0,05
Жабындау (мульчирование)	Мақсары	59.8	$\pm 2,7$	0,05

Өртүрлі агротехникалық тәсілдер мен гидрогель түрлерінің топырақтың рН көрсеткішіне, органикалық заттар мөлшеріне және тұздылығына әсері 4-кестеде берілген. Эксперимент алдында барлық варианттарда топырақ рН-ы негізінен сәл сілтілі ортада (7,8–8,3) екені байқалады. Органикалық заттардың мөлшері 2,5–3,1 % аралығында өзгеріп, полиакриламид қолданылған эксперименттік нұсқада салыстырмалы түрде жоғары мән көрсеткен. Крахмал, акриламид және каолин қоспасында органикалық заттар мөлшері мен тұздылық бақылау және эксперименттік сюжеттерде бір-біріне жақын болған. Жабындау (мульчирование) әдісінде рН көрсеткішінің жоғарырақ және органикалық заттардың салыстырмалы түрде төмендеу деңгейі тіркелген. Тамшылатып суару жағдайында тәжірибеден кейін рН-тың аздап өсуі мен органикалық заттар мөлшерінің шамалы төмендеуі байқалып, тұздылық көрсеткіші тұрақты деңгейде сақталған. Тәжірибелік алқаптарда полиакриламид негізіндегі гидрогель (ПНГ) қолданылған кезде топырақтың рН (7,8–8,3 дейін, $p = 0,021$), органикалық заттардың мөлшері (3,1%-дан 3,2%-ға дейін, $p = 0,038$) және тұздылығы (1-ден 1,1 мг/г-ға дейін, $p = 0,045$) статистикалық маңызды түрде артты. Бақылау алқаптарда елеулі өзгерістер байқалмады ($p > 0,05$) (4-кесте).

4-кесте - Гидрогельдердің топырақ рН, органикалық заттардың мөлшеріне және тұздылыққа ұзақ мерзімді әсері.

Гидрогель түрі	Сюжет	Өлшеу уақыты	Топырақ рН (орташа)	Органикалық заттар (%)	Тұздылық (мг/г)
Полиакриламид	Эксперименттік	Эксперимент алдында	7.8	3.1	1
Полиакриламид	Бақылау	Эксперимент алдында	7.8	3	1
Крахмал, акриламид және каолин	Эксперименттік	Эксперимент алдында	7.8	2.9	0,9
Крахмал, акриламид және каолин	Бақылау	Эксперимент алдында	8.0	2.8	0,8

Жабындау (мульчирование)	Эксперименттік	Эксперимент алдында	8.2	2.7	1.1
Жабындау (мульчирование)	Бақылау	Эксперимент алдында	8.3	2.5	1
Тамшылатып суару	Эксперименттік	Эксперимент алдында	7.8	2.8	1
Тамшылатып суару	Бақылау	Тәжірибеден кейін	8.0	2.7	1

Суда ісінетін гидрогельдер сұр-қоңыр топырақтардың тұздану деңгейіне айтарлықтай ықпал етеді. Гидрогельдердің су ұстап тұру қабілеті топырақ ерітіндісіндегі тұз концентрациясының уақытша төмендеуіне мүмкіндік береді, өйткені олар суды сіңіріп, оны біртіндеп өсімдік тамырына босатады. Бұл процесс тұздардың жоғары қабатқа жылжу жылдамдығын баяулатады және капиллярлық көтерілу арқылы беткі тұздануды азайтады. Сонымен қатар, гидрогельдер топырақ құрылымын жақсартып, су ағысын реттейді, бұл тұздардың шайылу тиімділігін арттырады. Нәтижесінде тұзданудың қарқыны төмендеп, топырақтың агрономиялық құнарлылығы сақталады.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері гидрогельдердің, әсіресе полиакриламид негізіндегі нұсқасының, құрғақ аймақтардағы топырақ ылғалдылығын арттыруда жоғары тиімділікке ие екенін айқын көрсетті. Топырақтың су сіңіру қабілетінің жақсаруы өсімдіктердің физиологиялық белсенділігін күшейтіп, олардың биіктігі мен жапырақ санының артуына ықпал етті. Бұл өз кезегінде күріш, бидай және мақсары дақылдарының өнімділігінің артуына әкелді. Өнімділіктің статистикалық тұрғыдан мәнді өсуі гидрогельдердің аграрлық өндірісте қолданыс табу мүмкіндігін кеңейтеді.

Сонымен қатар, гидрогельдердің топырақ құрылымына оң әсері байқалды: ылғалдың терең қабаттарға өтуі тұрақтанды, топырақтың физика-химиялық қасиеттері жақсарды, ал булану арқылы судың шығыны едәуір төмендеді. Бұл көрсеткіштер Оңтүстік Қазақстанның су тапшылығы бар аймақтарында гидрогельдерді қолданудың маңызын арттыра түседі.

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, гидрогельдер дәстүрлі суару технологияларымен бірге қолданылғанда, су ресурстарын тиімді басқару және ауыл шаруашылығы өнімділігін арттыруда перспективалы шешім бола алады. Болашақ зерттеулер гидрогельдердің қоршаған ортаға ұзақ мерзімді әсерін, олардың биодegradация жылдамдығын және әртүрлі дақылдармен үйлесімділігін бағалауға бағытталуы қажет.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері полиакриламид қолданудың ең жоғары ылғалдылық мөлшеріне (22,5%) және су сіңіру коэффициентіне (0,4 м/тәулік) әкелетінін көрсетті, бұл топырақтың ылғалдылық тереңдігін арттыруға (20 см) ықпал етті. Крахмал, акриламид және каолин негізіндегі гидрогель ПНГ –ге қарағанда төмен тиімділік көрсетсе де, жабындау және тамшылы суару сияқты дәстүрлі әдістерден гөрі топырақтың су сіңіру қабілетін жақсартуда үздік нәтижелер көрсетті. Өсімдіктердің өсу параметрлері, соның ішінде биіктігі мен жапырақ саны, полиакриламид қолданылған барлық дақылдар үшін (күріш, бидай және мақсары) ең жоғары болды. Зерттеу гидрогельдердің, әсіресе полиакриламид негізіндегі гидрогельдердің, құрғақшылық жағдайында топырақтың су сіңіру қабілетін айтарлықтай жақсартатынын растайды, бұл өсімдіктердің өсуі мен егін өнімділігіне тікелей әсер етеді. Нәтижелер гидрогельдердің жабындау және тамшылы суару сияқты дәстүрлі ылғалды сақтау әдістерінің тиімділігін арттыру әлеуетін көрсетеді және климаттың өзгеруі контекстінде тұрақты ауыл шаруашылығы үшін құнды болуы мүмкін. Болашақ зерттеулер гидрогельдердің топырақ экожүйесіне ұзақ мерзімді әсерін, сондай-ақ топырақ микроорганизмдерінің әртүрлілігіне әсерін зерттеуге бағытталуы мүмкін.

Алғыстар. Бұл зерттеу № 393-ПЦФ-24-26 бағдарламасы аясында жүргізілді, BR24993129, “Разработка биоразлагаемого термочувствительного гидрогеля, способного поглощать, удерживать и регулировать выделение влаги” және № 414-ПЦФ-23-25 бағдарламасы аясында жүргізілді, BR21882218, “Ауыл шаруашылық дақылдардың өнімділігін арттыратын және агроөнеркәсіптік кешенді жаңғыртатын ылғал ресурстарын үнемдейтін жаңа

жоғары тиімді технологияларды әзірлеу және енгізу" ҚР Ғылым және Жоғары Білім Министрлігі қаржыландырады.

Әдебиеттер

1. Abdi, E., Saleh, H. R., Majnonian, B., & Deljouei, A. (2019). Soil fixation and erosion control by *Haloxylon persicum* roots in arid lands, Iran. *Journal of Arid Land*, 11, 86-96. <https://doi.org/10.1007/s40333-018-0021-2>
2. Aboelkhir, D. M., Mohamady Ghobashy, M., & Gayed, H. M. (2024). Optimizing the radiation synthesis and swelling of agar-based acrylate superabsorbent hydrogel for irrigation water conservation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 282, 136826.
3. Ali, K., Asad, Z., Agbna, G. H., Saud, A., Khan, A., & Zaidi, S. J. (2024). Progress and innovations in hydrogels for sustainable agriculture. *Agronomy*, 14(12), 2815. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122815>
4. Al-Omran, A. M., Falatah, A. M., Sheta, A. S., & Al-Harbi, A. R. (2004). Clay deposits for water management of sandy soils. *Arid Land Research and Management*, 18(2), 171-183. <https://doi.org/10.1080/15324980490280825>
5. Ashraf, A. M., Ragavan, T., & Begam, S. N. (2021). Superabsorbent polymers (SAPs) hydrogel: Water saving technology for increasing agriculture productivity in drought prone areas: A review. *Agricultural Reviews*, 42(2), 183-189. <http://dx.doi.org/10.18805/ag.R-2023>
6. Azeem, M. K., Islam, A., Khan, R. U., Rasool, A., Qureshi, M. A. U. R., Rizwan, M., Sher, F., & Rasheed, T. (2023). Eco-friendly three-dimensional hydrogels for sustainable agricultural applications: Current and future scenarios. *Polymers for Advanced Technologies*, 34(9), 3046-3062. <https://doi.org/10.1002/pat.6122>
7. Azimov, A. (2024). Assessing water quality for human consumption in the Shardara reservoir using nanofiltration methods. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 19(6), 1979-1987. <https://doi.org/10.18280/ij dne.190614>
8. Grabowska-Polanowska, B., Garbowski, T., Bar-Michalczyk, D., & Kowalczyk, A. (2021). The benefits of synthetic or natural hydrogels application in agriculture: An overview article. *Journal of Water and Land Development*, 51, 208-224. <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.139032>
9. Krasnopeevea, E. L., Panova, G. G., & Yakimansky, A. V. (2022). Agricultural applications of superabsorbent polymer hydrogels. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(23), 15134. <https://doi.org/10.3390/ijms232315134>
10. Liu, Y., Guo, J., Li, L., Asem, M. D., Zhang, Y., Mohamad, O. A., Salam, N., & Li, W. (2017). Endophytic bacteria associated with endangered plant *Ferula sinkiangensis* KM Shen in an arid land: Diversity and plant growth-promoting traits. *Journal of Arid Land*, 9, 432-445. <https://doi.org/10.1007/s40333-017-0015-5>
11. Malik, S., Chaudhary, K., Malik, A., Punia, H., Sewhag, M., Berkesia, N., Nagora, M., Kalia, S., Malik, K., Kumar, D., Kumar, P., Kamboj, E., Ahlawat, V., Kumar, A., & Boora, K. (2022). Superabsorbent polymers as a soil amendment for increasing agriculture production with reducing water losses under water stress condition. *Polymers*, 15(1), 161. <https://doi.org/10.3390/polym15010161>
12. A. Zhildikbayeva, D. Molzhigitova, S. Turgunaliyev, S. Elemesov, N. Ashimkhan, (2023). Efficiency of land use by peasant farms in the southern region of kazakhstan. *Izdenister Natigeler*, (1 (97), 110–118. <https://doi.org/10.37884/1-2023/13>

References

1. Abdi, E., Saleh, H. R., Majnonian, B., & Deljouei, A. (2019). Soil fixation and erosion control by *Haloxylon persicum* roots in arid lands, Iran. *Journal of Arid Land*, 11, 86-96. <https://doi.org/10.1007/s40333-018-0021-2>
2. Aboelkhir, D. M., Mohamady Ghobashy, M., & Gayed, H. M. (2024). Optimizing the radiation synthesis and swelling of agar-based acrylate superabsorbent hydrogel for irrigation water conservation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 282, 136826.

3. Ali, K., Asad, Z., Agbna, G. H., Saud, A., Khan, A., & Zaidi, S. J. (2024). Progress and innovations in hydrogels for sustainable agriculture. *Agronomy*, 14(12), 2815. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122815>
4. Al-Omran, A. M., Falatah, A. M., Sheta, A. S., & Al-Harbi, A. R. (2004). Clay deposits for water management of sandy soils. *Arid Land Research and Management*, 18(2), 171-183. <https://doi.org/10.1080/15324980490280825>
5. Ashraf, A. M., Ragavan, T., & Begam, S. N. (2021). Superabsorbent polymers (SAPs) hydrogel: Water saving technology for increasing agriculture productivity in drought prone areas: A review. *Agricultural Reviews*, 42(2), 183-189. <http://dx.doi.org/10.18805/ag.R-2023>
6. Azeem, M. K., Islam, A., Khan, R. U., Rasool, A., Qureshi, M. A. U. R., Rizwan, M., Sher, F., & Rasheed, T. (2023). Eco-friendly three-dimensional hydrogels for sustainable agricultural applications: Current and future scenarios. *Polymers for Advanced Technologies*, 34(9), 3046-3062. <https://doi.org/10.1002/pat.6122>
7. Azimov, A. (2024). Assessing water quality for human consumption in the Shardara reservoir using nanofiltration methods. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 19(6), 1979-1987. <https://doi.org/10.18280/ij dne.190614>
8. Grabowska-Polanowska, B., Garbowski, T., Bar-Michalczyk, D., & Kowalczyk, A. (2021). The benefits of synthetic or natural hydrogels application in agriculture: An overview article. *Journal of Water and Land Development*, 51, 208-224. <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.139032>
9. Krasnopeeva, E. L., Panova, G. G., & Yakimansky, A. V. (2022). Agricultural applications of superabsorbent polymer hydrogels. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(23), 15134. <https://doi.org/10.3390/ijms232315134>
10. Liu, Y., Guo, J., Li, L., Asem, M. D., Zhang, Y., Mohamad, O. A., Salam, N., & Li, W. (2017). Endophytic bacteria associated with endangered plant *Ferula sinkiangensis* KM Shen in an arid land: Diversity and plant growth-promoting traits. *Journal of Arid Land*, 9, 432-445. <https://doi.org/10.1007/s40333-017-0015-5>
11. Malik, S., Chaudhary, K., Malik, A., Punia, H., Sewhag, M., Berkesia, N., Nagora, M., Kalia, S., Malik, K., Kumar, D., Kumar, P., Kamboj, E., Ahlawat, V., Kumar, A., & Boora, K. (2022). Superabsorbent polymers as a soil amendment for increasing agriculture production with reducing water losses under water stress condition. *Polymers*, 15(1), 161. <https://doi.org/10.3390/polym15010161>
12. A. Zhildikbayeva, D. Molzhigitova, S. Turgunaliyev, S. Elemesov, N. Ashimkhan, (2023). Efficiency of land use by peasant farms in the southern region of kazakhstan. *Izdenister Natigeler*, (1 (97), 110–118. <https://doi.org/10.37884/1-2023/13>

A.M.Abdugani¹, A. A. Bolysbek¹, Zh Yertayeva², G. M. Iztleuov^{1*}

¹ South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan, azimov-78@mail.ru, aidarali@mail.ru, gani5@mail.ru*

² Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, jain_0404@mail.ru

DEVELOPMENT AND STUDY OF THE PROPERTIES OF HYDROGELS TO INCREASE SOIL MOISTURE IN ARID REGIONS OF SOUTHERN KAZAKHSTAN

Abstract

In order to increase soil moisture in the arid regions of Southern Kazakhstan, work was carried out to develop and study the properties of hydrogels. The study used polyacrylamide (APG) and hydrogels based on starch, acrylamide and kaolin (ASGS) to assess their effect on the soil's ability to absorb water, plant growth and productivity. The results showed that hydrogels, especially polyacrylamide-based ones, can significantly increase soil moisture. The use of hydrogels significantly improved the water absorption properties of the soil and enhanced plant growth in the experimental plots. In the areas where polyacrylamide-based hydrogel was used, rice yields increased by 18%. Wheat and safflower yields increased by 12% and 15%, respectively. The hydrogel based on starch, acrylamide and kaolin showed low results, but was also 8-10% higher than in the control

areas. The results confirm the high efficiency of hydrogels in conditions of water scarcity and their practical value for agricultural production in arid regions.

Keywords: hydrogels, soil moisture, drought, plant growth, productivity, South Kazakhstan.

А.М.Абдугани¹, А. А. Болысбек¹, Ж.Ертаева², Г. М. Изтлеуов^{1}*

¹ Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, azimov-78@mail.ru, aidarali@mail.ru, gani5@mail.ru*

² Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, г. Алматы, jain_0404@mail.ru

РАЗРАБОТКА И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ГИДРОГЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ В ЗАСУШЛИВЫХ РАЙОНАХ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация

С целью повышения влажности почвы в засушливых регионах Южного Казахстана были проведены работы по разработке и изучению свойств гидрогелей. В исследовании использовались полиакриламид и гидрогели на основе крахмала, акриламида и каолина (КАКНГС) для оценки их влияния на способность почвы поглощать воду, рост и продуктивность растений. Результаты показали, что гидрогели, особенно на основе полиакриламида, могут значительно повысить влажность почвы. Использование гидрогелей значительно улучшило водопоглощающие свойства почвы и усилило рост растений на экспериментальных участках. На участках, где использовался гидрогель на основе полиакриламида, урожайность риса увеличилась на 18%. Урожайность пшеницы и сафлора увеличилась на 12% и 15% соответственно. Гидрогель на основе крахмала, акриламида и каолина показал низкие результаты, но также был на 8-10% выше, чем на контрольных участках. Результаты подтверждают высокую эффективность гидрогелей в условиях дефицита воды и практическую ценность для сельскохозяйственного производства в засушливых регионах.

Ключевые слова: гидрогели, влажность почвы, засуха, рост растений, продуктивность, Южный Казахстан.

Вклад авторов:

Азимов Абдугани Муталович –Концептуализация; Курирование данных; Формальный анализ.

Болысбек Айдар Алибекович –Администрирование проекта.

Ертаева Жайнагуль Тажибековна –Проверка;Визуализация.

Изтлеуов Гани Молдакулович –Написание–обзор и редактирование; Методология