

## КҮРІШТІ СУАРУ КЕЗІНДЕ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫ ДЕҢГЕЙІ МЕН РЕЖИМІНІҢ ТОПЫРАҚТЫҢ ТҰЗ ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРУІНЕ ӘСЕРІ

Айбекқызы А. <sup>1\*</sup>, 8D08675 - «Жерді мелиорациялау, баптау және қорғау» БББ-ның 2-курс докторанты

[abu\\_korkyt@mail.ru](mailto:abu_korkyt@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0004-0451-2449>

Байманов Ж.Н. <sup>2</sup>, техника ғылымдарының кандидаты, доцент

[zhanuzak@mail.ru](mailto:zhanuzak@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3572-3615>

Шаянбекова Б.Р. <sup>1</sup>, техника ғылымдарының кандидаты

[shbakhyt\\_67@list.ru](mailto:shbakhyt_67@list.ru), <https://orcid.org/0000-0003-0399-6387>

Далдабаева Г.Т. <sup>1</sup>, техника ғылымдарының кандидаты

[gulnur-d@mail.ru](mailto:gulnur-d@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9586-798X>

Олжабаева А.О. <sup>1</sup>, PhD

[Seul379@mail.ru](mailto:Seul379@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1377-7276>

<sup>1</sup> Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

<sup>2</sup> Ы.Жақаев атындағы Қазақ күріш шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Қызылорда қ., Қазақстан

**Аңдатпа.** Күріш басқа ауылшаруашылық дақылдарынан ерекшелігі – бүкіл вегетациялық кезең бойы танапта тұрақты су қабатын қажет етуімен сипатталады. Күріштен жоғары әрі тұрақты өнім алудың негізгі шарты бастапқы су қабатын қалыптастыру мерзімдерімен, су басу тереңдігімен, оның ұзақтығы мен қайталануымен, сондай-ақ күріш танаптарынан суды шығару уақытымен анықталатын ұтымды суару режимін сақтау болып табылады. Күріш егістіктерін суаруға 18–32 мың м<sup>3</sup>/га көлемінде су берудің нәтижесінде жер асты суларының деңгейі қысқа мерзімде жоғарылап, 1–2 жыл ішінде ең төменгі су шығыны жағдайында карталық дренажды-ағынды каналдардағы судың деңгейіне тұрақталады. Бұл жағдайда жер асты суларының гидрохимиялық режимі өзгереді: бастапқыда қатты тұзданған топырақтарда (күрғақ топырақ массасының 0,7–1,5 %-ы) олардың минералдануы артады, ал әлсіз тұзданған топырақтарда жер асты суларының біртіндеп тұщылану үрдісі байқалады.

Бастапқы дренаждар (карталық су тастаулар) бойынша су шығыны және күріш атыздарында су қабатын ұстап тұру кезеңіндегі шығыны 30–70 л/с құрайды, ал бірлік аумаққа шаққанда тиісінше 1,32–3,09 л/с га болады. Дренажды ағынның құрылымында тастама сулардың үлесі 70 %-ды, ал дренаждық ағын небәрі 30 %-ды құрайды. Жобалық талаптарға сәйкес дренаждық ағын мөлшері 0,40 л/с га-дан төмен болмауы тиіс.

Ы.Жақаев атындағы Қазақ күріш шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының Қарауылтөбе ғылыми-өндірістік учаскесінде орналасқан аумақта топырақтағы тұздар мен ылғалдың мөлшері және олардың маусымдық-жылдық динамикасы негізінен жүргізілетін суару-мелиорациялық іс-шаралармен анықталады. Вегетациялық кезеңде суару нәтижесінде ылғалдың және онымен бірге тұздардың жоғарылаушы және төмендеуші ағындарының алмасуы байқалады. Алайда жалпы су балансында көбінесе жоғарылаушы ағындар басым болып келеді, соның салдарынан осы аумақтағы суармалы топырақтардың басым бөлігі тұзданған күйде сақталады.

Тәжірибеде көрсеткендей, суару басталған сәттен бастап топырақтың тұздану үдерістері қарқынды түрде үдей түседі. Топырақтың беткі қабаттарының тұздануы алғашқы жылдары суару суларымен бірге келетін тұздардың жиналуы есебінен жүзеге асады, ал кейінгі кезеңдерде суға қаныққан топырақ-грунттардың терең қабаттарынан тұздардың капиллярлық көтерілуі нәтижесінде қалыптасады.

**Тірек сөздер:** күріш, минералдану, дренаждар, дренаждық ағын, жер асты сулары.

**Кіріспе.** Күріш суару егіншіліктегі ең су сыйымдылығы жоғары технологиялардың бірі болып табылады және топырақ-мелиорациялық жүйеде күрделі гидрогеохимиялық

үдерістердің жүруімен қатар жүреді. Күріш атызын тұрақты түрде суға бастыру жағдайында топырақтың су-тұз режимдері едәуір өзгереді, бұл өз кезегінде жер асты сулары деңгейі мен режимінің тұздардың миграциясы мен аккумуляциясы үдерістеріне әсерін күшейтеді. Жер бетіне жақын орналасқан жер асты сулары екінші реттік тұздандудың көзі де, оны тұрақтандыратын фактор да бола отырып, тұздардың тік және көлденең бағыттағы тасымалдану сипатын айқындайды.

Күріш егістіктері үшін, әдетте, басқа ауылшаруашылық дақылдарын өсіруге жарамдылығы төмен, тұзданған және батпақтанған аумақтарға бөлінеді. Күрішті мол мөлшерде сумен суару нәтижесінде жер асты суларының деңгейі қысқа мерзім ішінде жер бетіне жақындап, 1-2 жыл ішінде ең төменгі (қысқы) су шығыны жағдайында карталық дренажды-ағынды каналдардағы су деңгейіне шамалас деңгейде тұрақталады [1–6].

Карталық дренажды-ағынды каналдардағы су деңгейінен төмен орналасқан аумақта күрішті суару нәтижесінде вегетациялық кезеңде қалыптасатын жер асты сулары суару кезеңнің жер асты сулары деп аталады. Оларды суаруаралық кезеңнің жер асты суларынан немесе осы сулардың үстінде орналасқан жер үсті суларынан ажырату қажет. Бұл сулар жыл сайын күрішті суару кезеңінде қалыптасады және олардың еркін беті су басу қабатының бетімен сәйкес келеді. Аэрация аймағы топырақтарының су өткізгіштік қасиеттері мен күріш карталарының судан арылтылған дәрежесіне байланысты, су беруді тоқтатқаннан кейін 20–40 тәулік ішінде судың дренажды-ағынды каналдарға таралуы байқалады. Сол каналдар арқылы су ары қарай коллекторлық-ағынды жүйелерге жетіп, күріш карталарының су қабылдағыштарына енеді. Бұл процесс топырақтағы ылғал режимін тұрақтандыруға және су балансы элементтерін қалыптастыруға маңызды әсерін тигізеді [7–14].

Су басу қабаты белгілі бір дәрежеде суаруаралық кезеңнің жер асты суларымен өзара әрекеттеседі: қалыптасу сатысында олардың жоғарғы қабаттарымен механикалық түрде араласады, ал тұрақты су басу және деңгейдің стационарлық күйі кезінде бұл өзара әсері диффузиялық сипат алады. Су басу қабаты жыл сайын әрекет ететіндіктен, аэрация аймағы топырақтарының біртіндеп тұздануы байқалмайды.

Ы.Жақаев атындағы Қазақ күріш шаруашылығы ғылыми зерттеу институты күріш шаруашылығы бойынша 2016 жылғы деректерге сәйкес, институттың ғылыми-өндірістік учаскесінде күріш өсірудің үш жыл ішінде коллекторлық-ағынды желі арқылы 3,5 км<sup>3</sup>-тан астам су әкетілген, соның нәтижесінде аэрация аймағы топырақтарында және астыңғы жыныстарда тұздардың мөлшері 2–6 есе азайған [2].

Топырақтың мелиоративтік күйі көбінесе жер асты суларының режимімен анықталады, яғни уақыт пен кеңістікте олардың деңгейінің, физикалық қасиеттерінің, температура-сының және химиялық құрамының үздіксіз өзгеруімен сипатталады. Күріш алқаптарындағы бұл өзгерістерді зерттеу үшін, басқа суару және суару-құрғату жүйелеріндегідей, құбырлармен қапталған режимдік бақылау ұңғымалары желісі ұйымдастырылады. Бұл ұңғымаларда жер асты сулары деңгейінің ауытқуы бақыланып, химиялық талдау үшін мезгіл-мезгіл су сынамалары алынады. Алайда, құбырлармен қапталған ұңғымалар жер асты сулары стационарлық немесе тоқырау күйде болған жағдайда ғана олардың нақты деңгейін көрсететінін ескеру қажет. Сулар қозғалыста болған кезде, Дарси заңына сәйкес, ұңғымадағы су деңгейі төмендеп, ол нақты емес, пьезометриялық деңгейді көрсетеді [7–8, 11–13].

Жер асты суларының нақты деңгейі мен ұңғымалардағы су деңгейінің сәйкес келмеу фактісін елемей бірқатар қате ғылыми тұжырымдарға әкелген. Мәселен, П.Я. Кречко ұңғымаларды жоғары ағындардың белсенді қозғалыс аймағында орналастырып, ондағы су деңгейінің жер бетінен 0,5–0,7 м және одан да төмен екенін анықтаған. Осы негізде суару-сүзу сулары жер асты суларымен қабаттаспайды және өзара әрекеттеспейді деген қорытынды жасалып, күріш алқаптарының астында ауа қабаты түзіледі деген болжам ұсынылған [9–10].

Бұл тұжырым терең қате болып шықты. Жоғары минералданған жер асты сулары жақын орналасқан массивтерде топырақтың қайталама тұздану қаупі жойылады деген пікір де осыдан туындаған. Алайда су басқан күріш алқаптарының астындағы жер асты суларының нақты деңгейін түптен жер бетіне дейін сүзгімен жабдықталған ұңғымалар

арқылы бақылау бұл болжамды жоққа шығарды. Әсіресе тоқырау аймақтарында жер асты сулары деңгейінің су басу қабатының бетімен сәйкес келетіні анықталды. Ал су басылмайтын кезеңде (мысалы, көшет алу үшін су қабатын төккеннен кейін немесе егін жинау алдындағы күзгі кезеңде) жер асты суларының нақты деңгейін кәдімгі шурфтарда немесе қапталмаған ұңғымаларда бақылауға болады [12–17].

Күріш алқаптарындағы топырақтың мелиоративтік күйі, ең алдымен оның тұздану дәрежесі мен сипаты, жер асты суларының режимімен анықталады. Осыған байланысты су басу жағдайындағы жер асты суларының гидродинамикалық ерекшеліктері мен мінез-құлық заңдылықтарын зерттеу үлкен практикалық маңызға ие. Төменгі бөлігі жер асты суларымен байланысқан шектеулі баған арқылы инфильтрация немесе қысымды сүзу күріш алқаптарына тән құбылыс болып табылады. Бұл үдеріс күріш егістіктерін алғашқы су басу кезеңінде байқалады. Осы уақытта аэрация аймағы топырақтарында ылғалдың, жылудың және тұздардың қайта бөлінуіне әкелетін маңызды физика-химиялық және гидродинамикалық үдерістер жүреді. Сондықтан қысымды инфильтрацияны жан-жақты зерттеу жер асты сулары режимінің қалыптасу механизмдерін түсіну үшін аса маңызды.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** 2024-2025 жылдары жүргізілген далалық және зертханалық зерттеулер суармалы күріш алқаптарындағы су балансы элементтері мен жер асты суларының режимін бағалауға бағытталды. Зерттеу объектісі ретінде ұзақ уақыт су басу жағдайында пайдаланылатын күріш алқаптары таңдалды.

Зерттеу барысында инфильтрациялық процестер, топырақтың сүзу қасиеттері, жер асты суларының деңгейі мен маусымдық өзгерісі, сондай-ақ су балансының негізгі элементтері кешенді түрде қарастырылды. Инфильтрация процесін зерттеу нәтижесінде инфильтрацияның бастапқы жылдамдығы топырақтың бастапқы ылғалдылығына тәуелді екені анықталды, ал топырақтың толық қанығу ұзақтығы тұрақты шама болып, баған биіктігі мен сүзу коэффициентіне байланысты екені байқалды (1-кесте).

**1-кесте – Топырақтың бастапқы ылғалдылығының тәулігіне 1,1 см сүзу коэффициентіндегі инфильтрация жылдамдығы мен көлеміне әсері**

Шекті деңгейдің бастапқы ылғалдылығы	Инфильтрацияның бастапқы жылдамдығы, $10^6 \text{ см с}^{-1}$	Бағандағы судың бастапқы мөлшері, см	Инфильтрацияның көлемі, см	Толық қанықтыру ұзақтығы $10^5 \text{ с}$
0,251	81,5	2,3	11,5	4,8
0,478	73,0	4,6	10,6	4,8
0,736	51,6	7,1	7,2	4,8
0,867	41,7	8,9	5,9	4,8
1,000	11,5	9,8	4,8	4,8

Күріш суармалы алқаптарының басты ерекшелігі – су басу ұзақтығының 80–100 күнге дейін жетуі. Ұзақ уақыт су басу нәтижесінде топырақтың ісінуі, кеуектердің бітелуі және сүзу суымен бірге ауаның адсорбциялануы салдарынан сүзу коэффициенті уақыт өте келе төмендейді. Ауыр сазды топырақтарда ұзақ су басудан кейін сүзу процесі толықтай тоқтауы мүмкін. Орташа механикалық құрамды топырақтарда сүзу коэффициентінің төмендеуі 10 күнде 15–30%, 20 күнде 45–55%, 40 күнде 70–75%, ал 100 күнде 90–95% құрайды [16–20].

Ұзақ мерзімді сүзу процесін талдау екі негізгі заңдылықты анықтауға мүмкіндік берді: біріншіден, өсімдік тамыр жүйесінің белсенді ылғал сіңіруі шілде айының үшінші онкүндігінде сүзу шығынын 20–40%-ға төмендетеді; екіншіден, топырақ қопсытылған жағдайда (ылғалдылық оңтайлы деңгейден төмен немесе оған тең болғанда) сүзу қабілеті ішінара қалпына келеді [21–22].

Жер асты суларының деңгейі бақылау ұңғымалары-пьезометрлер арқылы анықталды. Жер асты суларының жер бетінен тереңдігі келесі өрнекпен есептелді:

$$d_{g\omega} = z_0 - z_{\omega}, \quad (1)$$

мұндағы,  $d_{g\omega}$  – жер асты сулары деңгейінің тереңдігі, м;  $z_0$  – жер бетінің абсолюттік белгісі, м;  $z_{\omega}$  – пьезометрдегі су айдынының абсолюттік белгісі, м.

Пьезометрдегі су айдынының абсолюттік белгісі:

$$z_{\omega} = z_t - l, \quad (2)$$

мұндағы,  $z_t$  – пьезометр құбырының жоғарғы бөлігінің абсолюттік белгісі, м;  $l$  – су айдынына дейінгі өлшенген қашықтық, м.

Жер асты сулары режімі орташа, ең жоғары және ең төмен деңгейлер, сондай-ақ маусымдық амплитуда арқылы сипатталды:

$$A_{g\omega} = d_{\max} - d_{\min}, \quad (3)$$

Суармалы тәжірибелік алқаптар үшін су балансы теңдеуі қолданылды:

$$I + P + Q_c + G_{in} = ET + D + R + G_{out} + \Delta S, \quad (4)$$

мұндағы,  $I$  – егістікке берілген су мөлшері;  $P$  – жауын-шашын;  $Q_c$  – каналдардан фильтрация арқылы келетін су;  $G_{in}$  – жер асты сулары есебінен болатын кіріс ағын;  $ET$  – эвапотранспирация;  $D$  – топырақ арқылы төмен сүзілетін су;  $R$  – дренаждық немесе беткі ағын;  $G_{out}$  – жер асты суларының бүйірлік ағыны;  $\Delta S$  – топырақ пен су қабатындағы ылғал қорының өзгерісі.

Жер асты сулары қорының өзгерісі деңгейдің ауытқуы арқылы анықталды:

$$\Delta S_{g\omega} = S_y \cdot \Delta h \cdot A, \quad (5)$$

мұндағы,  $S_y$  – топырақтың меншікті су беру қабілеті;  $\Delta h$  – жер асты сулары деңгейінің өзгерісі, м;  $A$  – тәжірибелік алқап ауданы, м<sup>2</sup>.

Зерттеу барысында көктемгі және күзгі кезеңдерде топырақ сынамалары карта спринклерлері, коллекторлар және атыздардың ортасына жақын нүктелерден алынды. Күріштің вегетациялық кезеңінде фенологиялық бақылаулар жүргізіліп, өсімдіктің жасыл және құрғақ биомассасы, тамыр жүйесінің дамуы тіркелді.

**Нәтижелер және талқылау.** Күріштің суару кезеңі бірнеше фазаларға бөлінеді, әр кезең үшін су балансы әртүрлі. Бұл кезеңдерді үш топқа бөлуге болады:

1. Бастапқы су тасқыны;
2. Су тасқыны қабатын сақтау;
3. Өрістерді құрғату және жер асты суларының төмпешігінің таралуы [14-16].

Режимдік бақылаулар бойынша бастапқы су басу кезеңінің ұзақтығы 21 тәулікке тең екені анықталды. Бұл кезеңде су негізінен чектерді толтыруға, аэрация аймағын суға қанықтыруға және жер асты суларының қорын арттыруға жұмсалады. Су балансында сүзу және жер асты суларының шамадан тыс ағуы маңызды рөл атқарды. Арналардан сүзу максималды мәндерге жетті, себебі арналардың түбі мен қабырғалары аздап тығыздалған. Булану және дренаждық ағынның үлесі салыстырмалы түрде аз болды (шамамен 10%).

Вегетациялық кезеңде дренаждық ағын 2100 м<sup>3</sup>/га құрады, бұл сумен жабдықтаудың шамамен 10%-ына тең. Карта коллекторындағы дренаждық ағын модулі дренаждық ағынның деңгейлік режимінде салыстырмалы тұрақтылықпен 0,22–0,38 л/с·га болған. Ғылыми-өндірістік учаскедегі сүзу процесі бірқатар ерекшеліктерге ие: құмды аралық қабаттармен қосылған жабынды жыныстар сүзу байланысының жылдам орнатылуына

мүмкіндік береді. Жер асты сулары қысымға ие, бұл Қызылорда суару массивінің негізгі гидродинамикалық ерекшелігі болып табылады.

Су тасқыны қабатын сақтау кезеңі 25 мамырдан 4 қыркүйекке дейін жүзеге асырылады. Бұл кезеңде арналардан инфильтрация азаяды. Су балансында шығыс факторларының ішінде дренаждық ағын (81,2%) және жалпы булану (булану + транспирация – 17,3%) басым. Лизиметриялық бақылау деректері күріш алқаптарынан буланудың мамырдан тамыздың бірінші онкүндігіне дейін өсімдік биомассасының жоғарылауына байланысты артып отыратынын көрсетті. Жер асты суларының режимі негізінен арналар мен дренаждардағы су деңгейінің өзгерісімен анықталады, күнделікті амплитудасы шамамен 2 см-ге жетеді.

Бақылаулар ұңғымалар тобы жер бетіндегі қысымның 20–30 см-ге артуын көрсетті. 100 м тереңдіктегі ұңғымада қысым байқалды, бұл жасанды су жүйесінің қуаты жоғары екенін және күрішті суарудың жер асты суларына әсерін тек жоғарғы горизонттарда бағалау қажеттілігін көрсетті. Су балансы, әсіресе жер асты суларының инфильтрациялық қозғалысы қысымсыз және қысымдық сүзу режимінде болған кезде айтарлықтай өзгереді.

Өрістерді құрғату және жер асты суларының ағуы кезінде су балансы едәуір өзгерді. Ылғал түсуі сүзгі ағыны, жауын-шашын және конденсация есебінен болды. Шығыс факторларының ішінде дренаждық ағын және булану басым болды. Жер асты суларының балансы тек 25 тәулік ішінде есептелді, себебі осы кезеңде жер асты суларының ағымы ең айқын байқалады.

№3 ұңғыма бойынша 5-30 қыркүйек аралығында жер асты суларының деңгейі 1,0 м-ге төмендеп, кейін 1,24 м-ге көтерілді. Желтоқсанның басына дейін жер асты суларының деңгейі тек 0,25 м-ге төмендеді. Суару жүйесі бұзылған кезде учаскенің шетінде жер асты суларының деңгейі төмендей бастады, бұл сумен жабдықтауды тоқтату және чектерден суды ағызу әсерімен түсіндіріледі.

Топырақ сынамаларының талдауы көрсеткендей, топырақтың айтарлықтай тұщылануы тек коллектордың әсер ету аймағында ғана байқалды. Атыздың ортасында тұздардың негізгі көкжиектерге уақытша шоғырлануы ғана болды, ал топырақтың жоғарғы 40 см қабаты тұщы күйде қалды. Сол сияқты құрама коллектордың әсерін талдау кезінде де бұл үрдіс байқалды (1-сурет, 2–3 кестелер). Алынған нәтижелер күрішті суару кезінде топырақтағы су-тұз режимінің өзгеруі жер асты суларының деңгейіне мен гидродинамикалық режимге тікелей тәуелді екенін көрсетті. Бұл мәліметтер халықаралық зерттеулердің қорытындыларымен сәйкес келеді және топырақтың тұздануы мен су балансын басқарудың маңыздылығын көрсетеді. Сонымен қатар зерттеу көрсеткендей, су балансы мен тұз балансы компоненттерінің арақатынасы күріштің өнімділігіне әсер етеді, бұл қазіргі заманғы зерттеулерде де атап өтілген [23–25].

А.Г.Рау жүргізген зерттеулер дала жағдайында минералдануы 3 г/л-ге дейінгі дренажды суларды пайдалану күріштен жоғары өнім алуға мүмкіндік беретінін көрсетті. Алайда су минералдануының одан әрі артуы өнімділіктің күрт төмендеуіне әкеледі, ал 6 г/л деңгейінде өсімдіктердің жаппай жойылуы байқалады [15]. Қызылорда облысы, Қарауылтөбе тәжірибе алаңында СНП-500-10 насос қондырғыларын пайдаланып, қашыртқы-кәріз суларын ауыл шаруашылық дақылдарын суару үшін алу процесі көрсетілген.



1-сурет – Коллекторлардан су сынамаларын алу

Қашыртқы-кәріз суларын ауыл шаруашылық дақылдарын суаруда пайдалану мүмкіндігін бағалау мақсатында К-1-5 қашыртқысынан су сынамалары алынып, олардың химиялық құрамы зертханалық жағдайда анықталды. Су сапасының негізгі физика-химиялық көрсеткіштері мен иондық құрамы төменде 2-кестеде келтірілген.

**2-кесте – К-1-5 қашыртқысынан алынған судың физика-химиялық көрсеткіштері (г/л)**

№	Ұңғыма атауы	pH	Eh (mV)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (г/л)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (г/л)	Cl <sup>-</sup> (г/л)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (г/л)	Ca <sup>2+</sup> (г/л)	Mg <sup>2+</sup> (г/л)	Na <sup>+</sup> (г/л)	Тұздар жиынтығы (г/л)
1	К-1-5 (Қауіпті бұрылыс)	7,19	-11,5	0,000	0,336	0,360	2,105	0,250	0,214	0,677	3,941

2 және 3-кестелер К-1-5 қашыртқысынан алынған коллекторлық судың г/л және м-экв/л көрсеткіштерін береді. Бұл деректер судың ауыл шаруашылық дақылдарын суару үшін пайдалану мүмкіндігін сипаттайды.

**3-кесте – Коллекторлық судың иондық құрамын сипаттайтын көрсеткіштер (м-экв/л)**

CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (м-экв/л)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (м-экв/л)	Cl <sup>-</sup> (м-экв/л)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (м-экв/л)	Ca <sup>2+</sup> (м-экв/л)	Mg <sup>2+</sup> (м-экв/л)	Na <sup>+</sup> (м-экв/л)
0,000	5,502	10,152	43,848	12,500	17,550	29,453

Кесте деректеріне сәйкес, су сынамасының рН мәні бейтарап ортаға жақын (рН = 7,19), ал тұздардың жиынтық мөлшері 3,941 г/л құрады. Тотығу-тотықсыздану потенциалы – 11,5 mV болып, әлсіз тотықсыздану жағдайын көрсетеді. Бұл қашыртқы-кәріз суларының өзен суымен араластырылған жағдайда ауыл шаруашылық дақылдарын суару үшін пайдалануға жарамды екенін білдіреді.

#### **Қорытынды және практикалық ұсыныстар.**

1. Жүргізілген ғылыми-өндірістік зерттеулердің нәтижелері көрсеткендей, коллекторлық-ағызу желісінің тұздарды әкету тиімділігін арттыру мақсатында карта коллекторларын қосымша тереңдету қажеттілігі туындамайды. Дренаж жүйесінің төсеу тереңдігін негіздеу кезінде негізгі анықтаушы фактор ретінде жер асты сулары деңгейінің қысқа мерзім ішінде төмендеу мүмкіндігін және дренаждық суларды жинау мен тасымалдауға арналған техникалық құралдарды қолдануға қолайлы жағдайды қамтамасыз ету алынуы тиіс. Осыған байланысты суармалы массивтердің нақты гидрогеологиялық жағдайларында жиі орналасқан және салыстырмалы түрде таяз дренаж жүйелерін қолдану инженерлік және экономикалық тұрғыдан анағұрлым тиімді екендігі анықталды.

2. Зерттелген ауданы 495 гектарды құрайтын күріш картасы шегінде жүргізілген есептеулер нәтижесінде орташа тәуліктік дренаждық ағын көлемі 342–510 м<sup>3</sup>/тәулік аралығында өзгеретіні анықталды. Сонымен қатар күріш картасының бүкіл аумағы бойынша сүзу процесінің қарқындылығын сипаттайтын сүзу коэффициентінің мәні тәулігіне 0,7–1,06 м шегінде болды, бұл топырақ-грунт қабаттарының су өткізгіштік қасиеттерінің орташа деңгейін және дренаж жүйесінің қанағаттанарлық жұмыс істеуін көрсетеді.

3. Учаскенің су балансын кешенді талдау нәтижесінде су шығыны құрылымында дренаж және ағызу ағындарының үлесі басым болып, олардың жалпы үлесі 72,2%-ды құрағаны анықталды, ал булану процесіне 17,3% тиесілі болды. Су балансының кіріс бөлігінде каналдардан жер асты қабатына өтетін сүзу ағынының үлесі 12,3% деңгейінде тіркеліп, оның маңыздылығы зерттелген учаскенің күріш суару жүйесінің перифериялық бөлігінде орналасуымен және жоғары жатқан аумақтардан келетін жер асты суларының ағынын қабылдауымен түсіндіріледі. Жер асты суларының бүйірлік ағынының үлесі салыстырмалы түрде аз болып, негізінен каналдардан судың сүзілумен түсуі арқылы

қалыптасады. Күріш массивтерінде белсенді су алмасу үрдістері көбінесе перифериялық аймақтарда байқалады, ал суару және су төгу арналары табиғи шекара қызметін атқаратын жағдайда жер асты суларының нақты ағынын дәл есептеу айтарлықтай күрделене түседі. Сондықтан жасанды су шаруашылық жүйелері жағдайында су балансын есептеу кезінде каналдар мен дренаждар арқылы болатын сүзу шығындарын анықтаумен шектеу әдістемелік тұрғыдан негізделген деп есептеледі.

4. Қарастырылған кезеңде учаскенің тұз балансы теріс мәнге ие болып, азрация аймағындағы суда еритін тұздардың жалпы қоры 2150 тоннаға немесе орта есеппен 2 т/га мөлшеріне азайғаны анықталды. Бұл көрсеткіш дренаж жүйесінің тұздарды әкетудегі тиімділігін дәлелдейді. Сонымен қатар түсіру ұңғымаларын пайдалану дренаж беткейлерінде қалыптасатын гидродинамикалық қысымды төмендетіп, олардың инженерлік тұрғыдан тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Топырақтың қайталама тұздануы мен батпақтану қаупін төмендету мақсатында суару режимін оңтайландыру, атап айтқанда су беру көлемін шектеу қажет екені анықталды. Жүргізілген есептеулер нәтижесінде суару нормасының шамамен 30 000 м<sup>3</sup>/га деңгейінде болуы ең қолайлы нұсқа ретінде ұсынылады.

5. Зерттеу нәтижелері тұзданған топырақ жағдайында өзен суын пайдалана отырып жүргізілетін суару дренаж жүйесі арқылы суда еритін тұздардың қарқынды шайылуын қамтамасыз ететінін көрсетті. Ал дренажды суларды қайта пайдалану тұздардың топырақ қабатынан әкетілу қарқынын төмендетіп, мелиоративтік әсердің әлсіреуіне әкелуі мүмкін. Осыған байланысты тұздардың тиімді шайылуын қамтамасыз ету үшін су беруді жиі әрі кезең-кезеңімен ұйымдастыру, сондай-ақ дренаж жүйесіндегі су деңгейін реттеу және оны уақытша көтеру шараларын қолдану орынды болып табылады.

#### Әдебиеттер:

[1] **Olzhabayeva, A.O.,** Rau A.G., Sarkynov E.S., Baimanov Zh.N. Effect of irrigation and fertilizers on rice yield in conditions of Kyzylorda irrigation array // Biosciences Biotechnology Research Asia, 2016. – Vol. 13, No. 4. – P. 2045-2053.

[2] **Рау, А.Г.,** Калыбекова Е.М., Олжабаева А.О., Байманов Ж.Н. Разработка агро-мелиоративных мероприятий по освоению деградированных земель рисовых оросительных систем // Известия НАН РК. Серия аграрных наук, 2016. – №3 (33). – С. 55-61.

[3] **Олжабаева, А.О.,** Рау А.Г. Разработка технологии орошения риса на засоленных землях Кызылординского массива орошения // Сборник материалов научно-практической конференции молодых ученых «Научный взгляд молодых: поиски, инновации в АПК». – Алматы, 2017. – С. 245-248.

[4] **Олжабаева, А.О.,** Рау А.Г., Шомантаев А.А., Калыбекова Е.М. Технология возделывания риса в Кызылординском массиве орошения // Материалы международной научно-практической конференции. – Тараз, 2016. – С. 440-444.

[5] **Рау, А.Г.** Водораспределение на рисовых системах. – М.: Агропромиздат, 1988. – 85 с.

[6] Научные основы и практика рисоводства в Казахстане / Сб. статей Института биологии и биотехнологии растений МОН РК. – Алматы: Толганай, 2012. – 312 с.

[7] **Джамантинов, Х.** и др. Внедрение технологий устойчивого производства риса в условиях вторичного засоления почв Приаралья // Рисоводство. – Краснодар, 2008. – №12. – С. 65-69.

[8] **Рау, А.Г.** Повышение продуктивности риса на засоленных землях рисовых систем Казахстана // Водное хозяйство Казахстана, 2010. – №3 (27). – С. 2-11.

[9] **Рау, А.Г.** Воды меньше – урожай больше // Кызылординские вести. – 2012. – №26.

[10] **Рау, А.Г.,** Калыбекова Е.М., Абикенова С.М. Повышение плодородия почв на рисовых системах // Материалы международной научно-практической конференции «Перспективные технологии возделывания масличных и зернобобовых культур». – Алматы, 2013. – С. 418-420.

[11] **Рау, А.Г.,** Калыбекова Е.М., Абикенова С.М. Нормирование водоотведения с рисовых оросительных систем бассейна р. Сырдарья // Материалы международной научно-практической конференции «МФСА – 20 лет на пути сотрудничества». – Алматы, 2013. – С. 190-194.

[12] **Рау, А.Г.,** Калыбекова Е.М., Абикенова С.М. Эколого-экономическое обоснование повышения продуктивности орошаемого земледелия в бассейне р. Сырдарья // Материалы международной научно-практической конференции. – Алматы, 2013. – С. 183-190.

- [13] **Рау, А.Г.** Производство риса на засоленных землях в бассейне Сырдарьи // Материалы Международной научно-практической конференции «Вода для жизни». – Алматы, 2016. – С. 217-223.
- [14] **Алешин, Е.П.** Водный режим рисового поля в период прорастания семян // Физиология растений, 1970. – Т. 17. – С. 79-85.
- [15] **Рау, А.Г.** Рекомендации по орошению риса дренажно-сбросными водами. – Алматы, 1976. – 48 с.
- [16] **Тулякова, З.Ф.** Рис на засоленных землях. – М.: Колос, 1971. – 214 с.
- [17] **Умирзаков, С.И.,** Байманов Ж.Н. Рисовые оросительные системы Кызылординской области: современное состояние и перспективы развития. – Кызылорда: Атамекен, 2017. – С. 25-28.
- [18] **Рау, А.Г.,** Асанбеков Б.А., Есмурзаева А.К. Особенности формирования элементов урожайности риса с учетом инфильтрации воды из чеков // Известия НАН РК. Серия аграрных наук, 2012. – №1. – С. 3-8.
- [19] **Амандыков, А.А.** Влияние сроков посева и норм высева на урожай риса в условиях Кызылординской области. – Алма-Ата: Кайнар, 1974. – 35 с.
- [20] **Жайлыбаев, К.Н.,** Байзакова Г.А. Формирование высоких урожаев риса в низовьях Сырдарьи // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 1981. – №2. – С. 21-27.
- [21] **Олжабаева, А.О.** Повышение эффективности использования водных ресурсов на рисовых системах низовьев р. Сырдарьи: дис. ... PhD. – Алматы, 2018. – 158 с.
- [22] **Олжабаева, А.О.,** Байманов Ж.Н. Влияние постоянного слоя затопления на водно-солевой режим почвы и урожай риса // Известия НАН РК. Серия аграрных наук, 2016. – №6 (36). – С. 104-108.
- [23] **Bektayev, N.,** Mansurova K., Kaldybayev S., Pachikin K., Ержанова К., Absatova B. Comprehensive assessment and information database on saline and waterlogged soils in Kazakhstan: Insights from Remote Sensing Technology // Eurasian Journal of Soil Science, 2023. – 12(4). – P.290-299. DOI: <https://doi.org/10.18393/ejss.1309746> (Scopus)
- [24] **Absametov, M.,** Ismagulova A., Mirlas V., Kulagin V., Umbetaliev D., Rakhimov T., Rakhimova V. Monitoring of the water and salt balance of the Bakbaky rice irrigation system under reuse of collector-drainage water for irrigation // Engineering Journal of Satbayev University, 2025. – 147(3). – P.40-47. DOI: <https://doi.org/10.51301/ejsu.2025.i3.06> (Scopus)
- [25] **Pleugabulova, A.,** Sadykova R., Kuralbayeva G., Bektayeva Z. Evaluation of irrigation water impact on soil salinity and rice yield in arid conditions of Kazakhstan // Agricultural Water Management, 2023. – 265: 108533. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108533> (Scopus)

## References:

- [1] **Olzhabayeva, A.O.,** Rau A.G., Sarkynov E.S., Baimanov Zh.N. Effect of irrigation and fertilizers on rice yield in conditions of Kyzylorda irrigation array // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2016. – Vol. 13, No. 4. – P. 2045-2053.
- [2] **Rau, A.G.,** Kalybekova E.M., Olzhabaeva A.O., Bajmanov Zh.N. Razrabotka agromeliorativnyh meroprijatij po osvoeniju degradirovannyh zemel' risovyh orositel'nyh sistem // Izvestija NAN RK. Serija agrarnykh nauk, 2016. – №3 (33). – S. 55-61. [in Russian]
- [3] **Olzhabaeva, A.O.,** Rau A.G. Razrabotka tehnologii orosheniya risa na zasolennyh zemljah Kyzylordinskogo massiva orosheniya // Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenykh «Nauchnyj vzgljad molodyh: poiski, innovacii v APK». – Almaty, 2017. – S. 245-248. [in Russian]
- [4] **Olzhabaeva, A.O.,** Rau A.G., Shomantaev A.A., Kalybekova E.M. Tehnologija vzdelyvanija risa v Kyzylordinskom massive orosheniya // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Taraz, 2016. – S. 440-444. [in Russian]
- [5] **Rau, A.G.** Vodoraspreделение na risovyh sistemah. – М.: Agropromizdat, 1988. – 85 s. [in Russian]
- [6] Nauchnye osnovy i praktika risovodstva v Kazahstane / Sb. statej Instituta biologii i biotehnologii rastenij MON RK. – Almaty: Tolganaj, 2012. – 312 s. [in Russian]
- [7] **Dzhamantinov, H.** i dr. Vnedrenie tehnologij ustojchivogo proizvodstva risa v uslovijah vtorichnogo zasolenija pochv Priaral'ja // Risovodstvo. – Krasnodar, 2008. – №12. – S. 65-69. [in Russian]
- [8] **Rau, A.G.** Povyshenie produktivnosti risa na zasolennyh zemljah risovyh sistem Kazahstana // Vodnoe hozjajstvo Kazahstana, 2010. – №3 (27). – S. 2-11. [in Russian]
- [9] **Rau, A.G.** Vody men'she – urozhaj bol'she // Kyzylordinskie vesti, 2012. – №26. [in Russian]

- [10] **Rau, A.G.**, Kalybekova E.M., Abikenova S.M. Povyshenie plodorodija pochv na risovyh sistemah // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Perspektivnye tehnologii vozdeljvanija maslichnyh i zernobobovyh kul'tur». – Almaty, 2013. – S. 418-420. [in Russian]
- [11] **Rau, A.G.**, Kalybekova E.M., Abikenova S.M. Normirovanie vodootvedeniya s risovyh orositel'nyh sistem bassejna r. Syrdar'i // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «MFSA – 20 let na puti sotrudnichestva». – Almaty, 2013. – S. 190-194. [in Russian]
- [12] **Rau, A.G.**, Kalybekova E.M., Abikenova S.M. Jekologo-jekonomicheskoe obosnovanie povysheniya produktivnosti oroshaemogo zemledelija v bassejne r. Syrdar'i // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Almaty, 2013. – S. 183-190. [in Russian]
- [13] **Rau, A.G.** Proizvodstvo risa na zasolennyh zemljah v bassejne Syrdar'i // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Voda dlja zhizni». – Almaty, 2016. – S. 217-223. [in Russian]
- [14] **Aleshin, E.P.** Vodnyj rezhim risovogo polja v period prorastaniya semjan // Fiziologija rastenij, 1970. – T. 17. – S. 79-85. [in Russian]
- [15] **Rau, A.G.** Rekomendacii po orosheniju risa drenazhno-sbrosnymi vodami. – Almaty, 1976. – 48 s. [in Russian]
- [16] **Tuljakova, Z.F.** Ris na zasolennyh zemljah. – M.: Kolos, 1971. – 214 s. [in Russian]
- [17] **Umirzakov, S.I.**, Bajmanov Zh.N. Risovye orositel'nye sistemy Kyzylordinskoj oblasti: sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitiya. – Kyzylorda: Atameken, 2017. – S. 25-28. [in Russian]
- [18] **Rau, A.G.**, Asanbekov B.A., Esmurzaeva A.K. Osobennosti formirovaniya jelementov urozhajnosti risa s uchetom infiltracii vody iz chekov // Izvestija NAN RK. Serija agrarnyh nauk, 2012. – №1. – S. 3-8. [in Russian]
- [19] **Amandykov, A.A.** Vlijanie srokov poseva i norm vyseva na urozhaj risa v uslovijah Kyzylordinskoj oblasti. – Alma-Ata: Kajnar, 1974. – 35 s. [in Russian]
- [20] **Zhajlybaev, K.N.**, Bajzakova G.A. Formirovanie vysokih urozhaev risa v nizov'jah Syrdar'i // Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki Kazahstana, 1981. – №2. – S. 21-27. [in Russian]
- [21] **Olzhabaeva, A.O.** Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija vodnyh resursov na risovyh sistemah nizov'ev r. Syrdar'i: dis. ... PhD. – Almaty, 2018. – 158 s. [in Russian]
- [22] **Olzhabaeva, A.O.**, Bajmanov Zh.N. Vlijanie postojannogo sloja zatopenija na vodno-solevoj rezhim pochvy i urozhaj risa // Izvestija NAN RK. Serija agrarnyh nauk, 2016. – №6 (36). – S. 104-108. [in Russian]
- [23] **Bektayev, N.**, Mansurova K., Kaldybayev S., Pachikin K., Ержанова К., Absatova B. Comprehensive assessment and information database on saline and waterlogged soils in Kazakhstan: Insights from Remote Sensing Technology // Eurasian Journal of Soil Science, 2023. – 12(4). – P.290-299. DOI: <https://doi.org/10.18393/ejss.1309746> (Scopus)
- [24] **Absametov, M.**, Ismagulova A., Mirlas V., Kulagin V., Umbetaliev D., Rakhimov T., Rakhimova V. Monitoring of the water and salt balance of the Bakbakty rice irrigation system under reuse of collector-drainage water for irrigation // Engineering Journal of Satbayev University, 2025. – 147(3). – P.40-47. DOI: <https://doi.org/10.51301/ejsu.2025.i3.06> (Scopus)
- [25] **Tleugabulova, A.**, Sadykova R., Kuralbayeva G., Bektayeva Z. Evaluation of irrigation water impact on soil salinity and rice yield in arid conditions of Kazakhstan // Agricultural Water Management, 2023. – 265: 108533. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108533> (Scopus)

## **ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ И РЕЖИМА ГРУНТОВЫХ ВОД НА ИЗМЕНЕНИЕ СОЛЕВОГО СОСТАВА ПОЧВ ПРИ ОРОШЕНИИ РИСА**

**Айбекқызы А.<sup>1\*</sup>**, докторант 2 курса по ОП 8D08675 - «Мелиорация, рекультивация и охрана земель  
**Байманов Ж.Н.<sup>2</sup>**, кандидат технических наук, доцент  
**Шаянбекова Б.Р.<sup>1</sup>** кандидат технических наук  
**Далдабаева Г.Т.<sup>1</sup>**, кандидат технических наук  
**Олжабаева А.О.<sup>1</sup>**, PhD

<sup>1</sup>*Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан*

<sup>2</sup>*Казахский НИИ рисоводства им.И.Жахаева, Кызылорда, Казахстан*

**Аннотация.** Особенность риса заключается в том, что на протяжении всего вегетационного периода он требует постоянного слоя воды на полях. Основным условием получения высокой и

стабильной урожайности является соблюдение рационального режима орошения, который определяется сроками формирования начального водного слоя, глубиной затопления, его продолжительностью и периодичностью, а также временем слива воды с рисовых полей. При орошении рисовых посевов в объёме 18–32 тыс. м<sup>3</sup>/га уровень грунтовых вод быстро повышается и в течение 1–2 лет стабилизируется на уровне вод в картографических дренажно-сточных каналах. При этом гидрохимический режим грунтов изменяется: на сильно солончаковых почвах (0,7–1,5 % сухой массы) увеличивается минерализация, а на слабосолончаковых наблюдается постепенное осолаживание.

Расход воды по исходным дренажам и удержание водного слоя на рисовых участках составляет 30–70 л/с, или 1,32–3,09 л/с на гектар. В структуре дренажного стока доля сбросных вод составляет 70 %, дренажный сток — 30 %. Согласно проектным требованиям, величина дренажного стока не должна быть ниже 0,40 л/с на гектар. На опытном участке Карауылтобе Института рисоводства им. Ы. Жакаева содержание влаги и солей в почвах, а также их сезонная и годовая динамика в основном определяется проводимыми мелиоративными и орошающими мероприятиями.

Однако в общем водном балансе преобладают восходящие (капиллярные) потоки, в результате чего большая часть орошаемых почв данного района сохраняется в засоленном состоянии.

Как показывают исследования, с момента начала орошения процессы засоления почв значительно усиливаются. Засоление верхних горизонтов почвы в первые годы осуществляется за счёт накопления солей, поступающих вместе с оросительной водой, а в последующие периоды формируется в результате капиллярного подъёма солей из более глубоких, водонасыщенных слоёв почвенно-грунтовой толщи.

**Ключевые слова:** рис, минерализация, дренажи, дренажный сток, грунтовые воды.

## INFLUENCE OF GROUNDWATER LEVEL AND REGIME ON SOIL SALINITY CHANGES DURING RICE IRRIGATION

**Aibekkyzy A.**<sup>1\*</sup>, 2-nd year doctoral student 8D08675- Land reclamation, recultivation and land protection.

**Baimanov Zh. H.**<sup>2</sup>, Candidate of Technical sciences

**Shayanbekova B.R.**<sup>1</sup>, Candidate of Technical sciences

**Daldabayeva G.T.**<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences

**Olzhabaeva A.O.**<sup>1</sup>, PhD

<sup>1</sup>*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*«Y. Zhakhaev Kazakh Rice Research Institute», Kyzylorda, Kazakhstan*

**Annotation.** The peculiarity of rice is that it requires a constant water layer in the fields throughout the entire growing season. The main condition for obtaining high and stable yields is maintaining a rational irrigation regime, which is determined by the timing of the formation of the initial water layer, the depth of flooding, its duration and frequency, as well as the timing of water drainage from rice fields. When irrigating rice crops with 18–32 thousand m<sup>3</sup>/ha, the groundwater level rises rapidly and stabilizes within 1–2 years at the level of water in mapped drainage-stormwater canals. At the same time, the hydrochemical regime of the soils changes: on strongly saline soils (0.7–1.5 % of dry mass), mineralization increases, while on weakly saline soils, a gradual desalination process is observed.

The water discharge through primary drainage and the maintenance of the water layer in rice plots ranges from 30–70 L/s, or 1.32–3.09 L/s per hectare. In the structure of drainage flow, the share of runoff water is 70 %, and the drainage flow is 30 %. According to design requirements, the drainage flow should not be less than 0.40 L/s per hectare. At the Karauyltobe experimental site of the Y. Zhakaev Rice Research

In the overall water balance of the studied area, upward (capillary) fluxes predominate, as a result of which a significant portion of irrigated soils remains saline.

Research shows that from the onset of irrigation, soil salinization processes intensify considerably. During the initial years, salinization of the upper soil horizons occurs due to the accumulation of salts introduced with irrigation water. In subsequent periods, it develops mainly as a result of the capillary rise of salts from deeper water-saturated layers of the soil–ground profile.

**Keywords:** rice, mineralization, drainage, drainage flow, groundwater.