DOI 10.52260/2304-7216.2026.3(64).43
ӘОЖ 338.43:551.583:633.11
ҒТАМР 68.75.35

Г.С. Исмуратова*, э.ғ.д.[1]
Т.А. Ахметқали, магистр, аға оқытушы[1]
А. Ильяс, э.ғ.к., қауымд. профессор[2]
Б.М. Мурзабекова, магистр, аға оқытушы[3]
А. Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті,
Қостанай қ., Қазақстан[1]
Қазақ-Американдық университеті,
Алматы қ., Қазақстан[2]
Алматы гуманитарлық-экономикалық университеті,
Алматы қ., Қазақстан[3]
*– негізгі автор (хат-хабарларға арналған автор)
e-mail: ismyratova@icloud.com

КЛИМАТТЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЖАҒДАЙЫНДА БИДАЙ ӨНДІРІСІНДЕГІ АГРОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТЕРЕЗЕЛЕРДІ ЭКОНОМИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ

Климат өзгерген сайын дала жұмыстарына қолайлы кезеңдердің, яғни агротехнологиялық терезелердің, ұзақтығы да, құрылымы да өзгереді. Өзгерістердің жаздық бидай өндірісінің экономикалық тиімділігіне әсері бағаланды. Зерттеуде машина-трактор паркі қолайлы күндер ішінде қажетті жұмыс көлемін орындап үлгеретін-үлгермейтініне назар аударылды. Техниканың өнімділігі қолжетімді уақытпен салыстырылып, өндірісті климаттық өзгерістерге бейімдеудің ұйымдық-экономикалық тәсілі ұсынылды. Талдауға 1990–2025 жылдардағы ауа мен топырақ температурасының және жауын-шашынның тәуліктік деректері алынды. Есептеулерді Солтүстік Қазақстандағы бір астық шаруашылығының технологиялық және экономикалық көрсеткіштеріне сүйеніп жасадық. Техникамен жарақтандырудың екі нұсқасы салыстырылды: шаруашылықтағы қолданыстағы парк және өнімділігі жоғары парк. Салыстыру өлшемдері бұл дала жұмыстарының ұзақтығы, өндірістік шығындары мен экономикалық тиімділігі саналады. Метеодеректер бойынша көктемде де, егін жинау кезеңінде де жауын-шашынның тәуліктік ең жоғары мөлшері артқан. Ал жауын-шашынсыз ең ұзақ кезеңнің орташа ұзақтығы маусымға қарай әртүрлі өзгерген: көктемде 9,17 күннен 9,78 күнге дейін ұзарса, егін жинау кезінде 12,22 күннен 10,06 күнге дейін қысқарды. Сондықтан екі маусымды бөлек қарау керек. Пайдаланып жүрген техникамен егін жинауға 32 күн кетеді, ал жауын-шашынсыз ең ұзақ кезеңнің орташа ұзақтығы одан әлдеқайда аз. Өнімділігі жоғары техника бұл мерзімді 12 күнге дейін қысқартады. Уақыт тапшылығы толық жойылмаса да, қажетті жұмысты қолайлы кезеңде орындау мүмкіндігі артады. Бұл нұсқада жиынтық өндірістік шығындар мен тауарлық астықтың өзіндік құны төмендеп, рентабельділік өседі. Сондықтан техниканы жаңарту қажеттілігін бағалағанда тек өнімділігіне емес, климат дала жұмыстарына қанша уақыт беретініне де қарау керек. Зерттеу нәтижелері машина-трактор паркінің өнімділігін арттыру астық өндірісін климаттық тұрақсыздыққа экономикалық бейімдеудің тиімді құралы екенін көрсетеді. Ұсынылған тәсілді дала жұмыстарын орындауға климат жағдайлары бойынша қолжетімді уақыттың ұзақтығын ескере отырып, ауыл шаруашылығы кәсіпорындарын техникалық қайта жарақтандыруды негіздеу кезінде қолдануға болады.

Кілт сөздер: *экономикалық тиімділік; климаттық өзгерістер; агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралығы; машина-трактор паркі; техникалық жаңғырту; өндірістік шығындар; өзіндік құн; рентабельділік; жаздық бидай; Солтүстік Қазақстан*

Ключевые слова: *экономическая эффективность; климатические изменения; агротехнологическое окно; машинно-тракторный парк; техническая модернизация; производственные затраты; себестоимость; рентабельность; яровая пшеница; Северный Казахстан*

Keywords: *economic efficiency; climate change; agrotechnological window; machinery and tractor fleet; technical modernization; production costs; cost price; profitability; spring wheat; Northern Kazakhstan*

Кіріспе. Климаттың өзгеруі ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін айқындайтын негізгі факторлардың біріне айналуда. Ауа температурасының жоғарылауы, атмосфералық жауын-шашын режимінің өзгеруі және экстремалды ауа райы құбылыстарының жиілеуі ауа райы жағдайлары технологиялық операцияларды орындау мерзімі мен сапасын айқындайтын тәуекел егіншілік аумақтарында әсіресе анық байқалады. Солтүстік Қазақстан Еуразиядағы ірі астық өндіретін өңірлердің бірі, бірақ жаздық бидайдың өнімі мұнда табиғи-климаттық жағдайға қатты тәуелді.

Климат өзгерген сайын топырақтың жылыну мерзімі, жауын-шашынның бөлінуі және дала жұмысына қолайлы кезеңдердің ұзақтығы да өзгереді. Бұл агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралықтарының қысқаруына әкеледі, өндірістік үдерісті ұйымдастыруға қойылатын талаптарды күшейтеді және технологиялық операцияларды орындаудың оңтайлы мерзімдерінің бұзылу қаупін арттырады. Зерттеудің ғылыми жаңалығы агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралығын сол арқылы климаттық өзгерістер технологиялық үдерістерді ұйымдастыруға және өндіріс тиімділігіне әсер ететін экономикалық объект ретінде қарастырудан көрінеді.

Зерттеудің мақсаты-жаздық бидай өсіру кезінде климаттың өзгеруі агротехнологиялық терезелердің ұзақтығына қалай әсер ететінін анықтау және машина-трактор паркінің өнімділігін арттыру өндірісті осы өзгеріске бейімдеуге экономикалық тұрғыдан қаншалықты тиімді екенін бағалау. Зерттеудің әдіснамасы климаттың өзгеруі қолайлы кезеңдердің ұзақтығына және осы кезеңдерде дала жұмыстарын орындау мүмкіндігіне қалай әсер ететінін талдауға сүйенеді.

Зерттеуде агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралықтарының күнтізбелік, климат жағдайлары мүмкіндік беретін және технологиялық тұрғыдан жеткілікті түрлері ажыратылды. Күнтізбелік уақыт аралығы белгілі бір операцияны орындауға дәстүрлі түрде бөлінетін кезеңді білдіреді. Климат жағдайлары бойынша қолжетімді уақыт аралығына температура мен жауын-шашын бойынша белгіленген критерийлерге сәйкес келетін күндер кіреді. Қолда бар машина-трактор паркі жұмыстардың бүкіл көлемін орындай алатын кезең технологиялық тұрғыдан жеткілікті уақыт аралығы деп есептеледі.

Әдебиеттік шолу. Климаттың ауыл шаруашылығына ықпалы жөніндегі қазіргі зерттеулер негізінен дақыл өнімділігінің, сумен қамтамасыз етілудің және дақылдар тұрақтылығының өзгеруіне бағытталған [1, 2]. Сонымен бірге, соңғы жылдары климаттық тәуекелдің уақыттық аспектісіне көбірек көңіл бөліне бастады. H. Shah және оның бірлескен авторлары «сыни сәттер» деп аталатын, яғни жыл ішінде ауыл шаруашылығы өндірісінің осалдығы жоғары болатын кезеңдерді қарастырады. Авторлар көптеген климаттық және экономикалық модельдерде тәуекел шамасы жеткілікті егжей-тегжейлі бағаланғанымен, тәуекелдің дақылдардың даму фазалары мен өндірістік операцияларды орындау барысының қай кезеңінде туындайтыны айтарлықтай аз ескерілетінін атап өтеді. Мұндай тәсіл орташа климаттық көрсеткіштерді ғана емес, дала жұмыстарын жүргізуге жарамды кезеңдердің ұзақтығын да талдау қажеттігін растайды [3].

E. Elahi және бірлескен авторларының зерттеуінде ауа райының төтенше құбылыстары бидай жинау мерзіміне неғұрлым жақын уақытта орын алса, экономикалық залалдың соғұрлым жоғары болатыны көрсетілген [4].

Y. Li және бірлескен авторларының пікірінше, техниканы пайдалану тиімділігін уақыт бірлігінде өңделген алқап көлемі арқылы ғана толық бағалау мүмкін емес: олар көрсеткіштерге отын шығынын, пайдалы жұмыс уақытының үлесін, жұмыс сапасы мен қайталама жүрістерді қосуды ұсынады. Қуат артса да, тиімділік сол шамада өспеуі мүмкін. Бұл модельде ауа райы шектеулері мен агротехнологиялық терезелердің ұзақтығы есепке алынбаған [5]. A.A. Efremov пен әріптестері парк құрамын экономикалық-математикалық модельмен оңтайландырып, жаңа техника сатып алудың қажеттігін негіздеуге, бос қуатты анықтауға және шығынды азайтуға болатынын көрсетеді. Дегенмен жұмыс мерзімдері нормативтік агротехникалық күнтізбемен беріліп, ауа райы кезеңдерінің көпжылдық өзгермелілігімен салыстырылмайды [6].

Ресурстарды үнемдеудің экономикалық қыры A. Mohammadi, G. Venkatesh, S. Eskandari және S. Rafiee еңбегінде ашып көрсетілген. Бидай өсірудің 169 жүйесін талдау негізінде авторлар отынның, электр энергиясының және басқа ресурстардың тиімсіз пайдаланылуын азайту өндірістің экономикалық және экологиялық көрсеткіштерін бір мезгілде жақсарта алатынын көрсетті. Алайда қолданылған модель тиімділікті өндірістік ресурстар мен шығарылған өнімнің жиынтығы бойынша бағалайды, бірақ егіс пен егін жинаудың ең қауырт кезеңдеріндегі уақыт тапшылығының құнын көрсетпейді [7].

Қарастырылған еңбектерді жинақтап талдау астық өндірісінің климаттық, агротехнологиялық және экономикалық аспектілері әдетте бір-бірінен бөлек зерттелетінін көрсетеді. Климаттық зерттеулерде дақыл өнімділігі мен ауа райы тәуекелдері; механикаландыру жөніндегі еңбектерде техниканың құрамы, өнімділігі мен жүктемесі; ал экономикалық зерттеулерде шығыстар, ресурстарды пайдалану тиімділігі мен рентабельділік бағаланады. Жауын-шашын қарқындылығының және жауын-шашынсыз кезеңдер ұзақтығының өзгеруін шаруашылықтың

техникалық қуатқа деген қажеттілігімен, шығыстарымен және қаржылық нәтижелерімен байланыстыратын тетік әлі де жеткілікті зерттелмеген. Бұл агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралығын шектеулі өндірістік ресурс ретінде бағалау және техникалық жарақтанудың әртүрлі нұсқалары жағдайында климат жағдайлары бойынша қолжетімді уақытты егіс, егін жинау және астық тасымалдау жұмыстарының ұзақтығымен салыстыру қажеттігін айқындайды.

Негізгі бөлім. Зерттеу нысаны - Солтүстік Қазақстан жағдайындағы жаздық бидай өндірудің технологиялық үдерісі. Зерттеу пәніне агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралықтарының ұзақтығының өзгеруіне астық өндіру технологиясын бейімдеу барысында туындайтын ұйымдық-экономикалық қатынастар, сондай-ақ машина-трактор паркі өнімділігінің дала жұмыстарын орындау мерзімдеріне, шығыстарға және кәсіпорынның қаржылық нәтижелеріне ықпалы жатады.

Агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралығы дегеніміз - ауа температурасы, топырақ температурасы және атмосфералық жауын-шашын режимі тиісті технологиялық операцияларды агротехникалық талаптарды елеулі түрде бұзбай орындауға мүмкіндік беретін шектеулі кезең. Зерттеуде агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралығы климат жағдайлары, дала жұмыстарын ұйымдастыру және өндірістің экономикалық тиімділігі арасындағы байланыстырушы буын ретінде қарастырылады.

Зерттеудің ақпараттық базасын NASA POWER платформасынан алынған 1990–2025 жылдардағы спутниктік және жерүсті зондтаудың тәуліктік климаттық деректері құрады [8]. «Гранд» ЖШС егістік алқаптарының орналасуына сәйкес келетін 53,8228° солтүстік ендікпен 62,6248° шығыс бойлығында орналасқан географиялық нүкте бойынша NASA POWER деректері 1990–2025 жж. аралығындағы тәуліктік мәліметтер талдауға қолданылды. Осы мақсаттар үшін есептеулердің дұрыстығы растайтын AgroWindow KZ авторлық әзірлемесі пайдаланылды [9].

Талдау үшін NASA POWER жүйесінен «Гранд» ЖШС егістік алқаптары орналасқан 53,8228° с.е. және 62,6248° ш.б. нүктесінің 1990-2025 жылдардағы тәуліктік деректері алынды. Атмосфералық жауын-шашын MERRA-2 талдауының PRECTOTCORR көрсеткішімен (мм/тәулік, ажыратымдылығы 0,5° × 0,625°) берілген. Әр жылдың температурасы мен жауын-шашын көрсеткіштері, белгіленген қарқындылықтағы жауынды күндердің саны және үздіксіз қолайлы кезеңдердің ұзақтығы бөлек есептелді. Содан кейін 1990-2007 және 2008-2025 жылдардың нәтижелері салыстырылды. NASA POWER деректері зерттелетін аумақтың климатын сипаттайды, бірақ топырақтың ылғалдылығы мен жай-күйін далада тікелей өлшеуді. Алмастырмайды. Талдау 2 кезеңді қамтыды, әрқайсысы 32 күнтізбелік күнге созылды. 1 кезең 5 мамырдан 5 маусымға дейін өтті: топырақты дайындау мен егіс науқаны. 2 кезең 20 тамыздан 20 қыркүйекке дейін созылды: егін жинау мен астықты тасымалдау. Көктемгі дала жұмыстарына қолайлы күндерді анықтау үшін ауа мен топырақ температурасының және жауын-шашынның тәуліктік деректерін қолдандық, осы деректермен ауа, топырақтың тұрақты жылынуының басталу мерзімдері белгіленді. Операциялық тұрғыдан елеулі жауын-шашын деп тәуліктік мөлшері белгіленген шектен асатын жауын-шашынды айтамыз. Мұндай жауын механикаландырылған жұмысты жүргізуге кедергі болады немесе оны тиімсіз етеді [10].

Қостанай облысы бірінші табиғи-климаттық аймағында орналасқан «Гранд» ЖШС-нің технологиялық және құндық көрсеткіштеріне негізделген. Жаздық бидайдың егіс алқабы 14000 га құрайды [11, 12]. Іс жүзінде қолданылып жүрген технология мен өнімділігі жоғары ауыл шаруашылығы техникасын пайдалануды, сондай-ақ егіс және егін жинау науқандарының ұзақтығын қысқартуды көздейтін жоспарланған нұсқа салыстырылды. Есептеулерде агрегаттардың ауысымдық өнімділігі, техникалық дайындық коэффициенттері, метеорологиялық жағдайларға байланысты түзетулер, отын мен электр энергиясының шығыны, жұмыскерлер саны, еңбекақы шығыстары, тұқымға жұмсалатын шығыстар, амортизациялық аударымдар, үстеме және жалпы шаруашылық шығыстар ескерілді.

Көктемгі агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралығының бастапқы шекарасы мына екі күннің қайсысы кейінірек келсе, сол күн бойынша белгіленді: ауа температурасының белгіленген шекті деңгейден тұрақты өту күні немесе топырақтың 4–5 °С-қа дейін жылыну күні. Температуралық жағдайлары бойынша жарамды күндердің қатарынан операциялық тұрғыдан маңызды жауын-шашын түскен күндер алынып тасталды. Жауын-

шашынның ықтимал кейінгі әсерін де ескердік: ол ылғал мөлшеріне, топырақ құрамына және ауа температурасына тәуелді.

Жауынның әсерін бағалау үшін тәулігіне 1 және 3 мм екі шек қолданылды. Бірінші шекпен, 1 мм, жауын-шашынның қаншалықты жиі болғаны және елеулі ылғалданусыз кезеңдердің қанша күнге созылғаны сипатталды. Екінші шекпен, 3 мм, механикаландырылған жұмысты орындауға климаттық жағдай бойынша қолжетімді уақыт есептелді. Жауын-шашынның жауғаны бір бөлек, оның дала жұмысына ықтимал әсері бір бөлек. Екі шек осы айырмашылықты ажыратады. 1-кестеде тәулігіне кемінде 1 мм жауын-шашынның жиілігі мен жауын-шашынсыз кезеңдердің ұзақтығы сипаттады, ал 1-суретте қолжетімді уақытты 3 мм шегі бойынша есептеледі. Екі бағалау тәсілінің нәтижесін тікелей теңестіруге болмайды. Бұл мәндер зерттеудің есептік критерийлері ғана, әмбебап агротехникалық норматив емес. Техниканың танапқа нақты шығуы топырақтың ылғалдылығына, механикалық құрамына, жай-күйіне, жауын-шашынның қарқынына, сондай-ақ одан кейінгі кебу уақытына да байланысты. Сондықтан шектің өзгеруі жарамды күндер саны мен үздіксіз жұмыс кезеңдерінің ұзақтығының өзгеруіне әкелуі мүмкін. Көктемгі агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралығының ұзақтығы $w_{s,y}$ мына формула бойынша көктемгі агротехнологиялық терезелердің ұзақтығын есептейміз:

$$w_{s,y} = D_{T,y} - D_{P,y} \qquad (1)$$

Температура талаптарына сай келетін күнтізбелік күндер саны ($D_{T,y}$), жауын-шашынға байланысты есепке алынбайтын күндер саны ($D_{P,y}$) арасындағы айырманы жоғарыда авторлармен ұсынған формула өрнектейді.

Егін жинау кезеңінде басты шектеу - жауын-шашын. Есептік кезең 20 тамыздан 20 қыркүйекке дейін; осы аралықта операциялық тұрғыдан елеулі жауын-шашын болмаған күндер жинауға ықтимал қолайлы деп саналады. Көктемгі жұмыстың басы температураға, жинаудың мерзімі дақылдың пісуіне байланысты, ал қолжетімді уақыт алдын ала белгіленген агротехникалық кезең ішінде бағаланады.

Астық жинайтын комбайндардың жұмыстарына осы кезеңдегі күндердің барлығы бірдей қолайлы емес. Жаңбырлы күндер топырақ пен дән массасының ылғалдылығын арттырады. Техниканың жүріп өту қабілеті төмендеп, көп жағдайда егін жинау шараларын өткізу мүмкін болмайды. Егін жинау шаралары кезінде қолайлы уақыт аралығының тиімді ұзақтығы $w_{h,y}$ егін жинау кезеңінің жалпы ұзақтығы n мен қолайсыз ауа райы жағдайлары салдарынан жоғалған күндер саны $D_{P,y}$ арасындағы айырма ретінде анықталады.

$$w_{h,y} = n - D_{P,y} \qquad (2)$$

Ұсынылған формуланы авторлар әзірлеген және ол егін жинау кезіндегі агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралығының ұзақтығын анықтауға арналған.

Шаруашылықтың техникалық қуатының дала жұмыстарын жүргізуге климат жағдайлары бойынша қолжетімді кезеңнің ұзақтығына сәйкестігін сандық бағалау үшін агротехнологиялық жұмыстарды жүргізуге қолайлы уақыт аралығының қамтамасыз етілу коэффициенті K_w қолданылады:

$$K_w = \frac{w_C}{D_r} \qquad (3)$$

K_w коэффициенті технологиялық операцияның климат жағдайлары бойынша қолжетімді уақытпен қамтамасыз етілу дәрежесін сипаттайды және технологиялық операцияны орындауға климат жағдайлары бойынша қолжетімді кезең ұзақтығының w_C (күн) қолда бар машина-трактор паркімен механикаландырылған жұмыстардың тиісті көлемін орындаудың есептік ұзақтығына D_r (күн) қатынасы ретінде анықталды. Агротехнологиялық жұмыстарды орындауға қолайлы уақыттың жеткілігін бағалау үшін формуланың авторлық нұсқасы ұсынылды.

Нормативтік ауысымдық өнімділік, техникалық дайындық коэффициенті және метеорологиялық жағдайларға байланысты түзету коэффициенті ескерілді. Әр операцияның орындалу ұзақтығы жұмыстың жалпы көлемі мен пайдаланылатын агрегаттардың жиынтық нақты

өнімділігіне қарай есептелді. Нұсқаларды өзара салыстыру үшін егіс алқабының көлемі өзгеріссіз алынды. Соның негізінде техникалық жарақтану деңгейі мен жұмыстарды ұйымдастырудағы өзгерістердің өндірістік және экономикалық көрсеткіштерге ықпалы әр нұсқа бойынша жеке бағаланды.

Екі технологиялық нұсқаны экономикалық тұрғыдан салыстыру үшін өндірістің бастапқы жағдайлары бірдей алынды. Егіс көлемі 14000 га, ал дақыл өнімділігі гектарына 12 ц деңгейінде белгіленді. Осыған сәйкес жалпы түсім 16800 т болды. Тұқым себу мөлшері гектарына 120 кг болғанда, қажетті тұқымдық материал 1680 т; тауарлық өнім көлемі 15120 т; өткізу бағасы - тоннасына 55000 теңге. Өндірістік шығыстарға механизаторлар мен жүргізушілердің еңбекақысы, тұқымдық материалдың, дизель отынының, майлау материалдары мен электр энергиясының құны, амортизациялық аударымдар, үстеме және жалпы шаруашылық шығыстар енгізілді. Отын шығыны жұмыс көлемі және аудан немесе масса бірлігіне белгіленген отын шығыны нормалары негізінде анықталды. Еңбекақы шығыстары жұмыскерлер саны, операциялардың ұзақтығы және белгіленген күндік еңбекақы мөлшері ескеріле отырып есептелді. Амортизациялық аударымдар техниканың құны мен жылдық амортизация нормасы негізінде анықталды. Технологиялық және экономикалық есептер Қостанай облысындағы «Гранд» ЖШС-нің өндірістік деректеріне сүйенді. Қолданып жүрген машина-трактор паркінің көрсеткіштерін анықтау үшін 2025 және 2026 жылдардағы көктемгі егіс кезінде шаруашылықтың өзінде хронометраждық бақылау жүргізілген. Осы бақылау бойынша агрегаттардың нақты өнімділігі мен операциялардың ұзақтығы, сондай-ақ жұмыс уақытының пайдаланылуы бағаланды. Техникалық жаңарту нұсқасын негіздеуде «Агромашхолдинг» кәсіпорны техникасының, «Гранд» ЖШС орналасқан Қостанай облысының бірінші табиғи-климаттық аймағындағы танаптарда жүргізілген өндірістік сынақтары көрсетілген, өнімділігі жоғары жаңа ауыл шаруашылығы техникасының жұмыс көрсеткіштері қолданылды. Есеп жасағанда егіс алқабының көлемі, агрегаттардың техникалық дайындығы және дала жұмыстарының жағдайы назарға алынды. Осыған сүйеніп, жоспарлы машина-трактор паркінің негізгі технологиялық операцияларының ұзақтығы есептелді. Техникалық жарақтандырудың екі нұсқасы салыстырылды. Бұл үшін зерттелетін шаруашылықтағы хронометраждық бақылаулар мен ұқсас табиғи-климаттық жағдайда өткен жаңа техниканың өндірістік сынақтары негіз болды және AgroMTP-Efficiency KZ авторлық бағдарламасымен расталды [13].

1990-2007 және 2008-2025 жж. көктемгі ауа температурасы орташа есеппен сәйкесінше 13,99 және 14,19 °С болды, яғни екі кезеңнің арасында айтарлықтай айырма жоқ. Абсолюттік айырма небәрі 0,20 °С. Бүкіл бақылау кезеңінде температура он жылда шамамен 0,10 °С-қа артып отырған. Температуралық тренд статистикалық мәнге ($p=0,779$) ие емес, орташа шамалардың байқалған айырмашылығы қарастырылып отырған көктемгі кезеңде ауа температурасының тұрақты жоғарылағаны туралы қорытынды жасауға мүмкіндік бермейді. 1990–2007 жылдары ауа температурасының 8 °С-тан төмен емес деңгейге тұрақты жетуінің орташа күні 6–7 мамырға сәйкес келді. Зерттелген кезеңнің екінші жартысында да бұл мерзім мамырдың бірінші онкүндігі шегінде сақталды. Негізгі өзгеріс егіс науқанын бастауға қолайлы күндер ауқымының кеңеюінен байқалды. 2008-2025 жылдары топырақ көп жылдары мамырдың бірінші онкүндігінде-ақ 4-5 °С-қа дейін жылып үлгерді, сондықтан себу алдындағы өңдеу мен егісті әдеттегіден ертерек бастауға болады.

Көктемде температураға қарағанда жауын-шашынның өзгерісі айқынырақ. 5 мамыр мен 5 маусым аралығындағы орташа жиынтық мөлшер 1990-2007 жылдары 48,42 мм болған, ал 2008-2025 жылдары 60,00 мм-ге жеткен: өсім 11,58 мм, яғни 23,9%. Тәуліктік максимум бұдан да көп өскен: 11,24 мм-ден 19,21 мм-ге, өсім 7,97 мм (шамамен 70,9%), оның өсу тренді 5% деңгейінде статистикалық маңызды. Бірақ тәулігіне 1 мм-ден асатын жауынды күндердің саны іс жүзінде өзгермеген, ол 9,94 және 10,11 күн. Жауын-шашынсыз ең ұзақ кезең 9,17 күннен 9,78 күнге ұзарған. Демек, жауынды күндер аз өзгергенімен, жекелеген күндері жауын көбірек түсіп отыр, ал құрғақ аралықтар сәл ұзарған. Өзгеріс жауынның жиілігінде емес, оның бөлінуі мен тәуліктік мөлшерінде. Күзде де жауын-шашын артқан. 20 тамыз бен 20 қыркүйек аралығындағы орташа жиынтық мөлшер 37,19 мм-ден 43,71 мм-ге көтерілді (+6,52 мм, шамамен 17,5%). Тәуліктік максимум өскен, ал жауын-шашынсыз үздіксіз кезең қысқарған. Нәтижесінде егін жинауды бірнеше күн қатарынан үзбей жүргізуге болатын аралықтар азайған. Талдау 1990-2007 және 2008-2025 жылдардағы тең екі кезеңді салыстыруға сүйенді. Жауын-шашынның жиынтық мөлшері, дала жұмыстарына кедергі болатын жауынды күндер саны, тәуліктік максимум және ең ұзақ құрғақ кезең есепке алынды (1-кесте).

1 – Кесте

1990–2025 жылдардағы егін жинау кезеңіндегі (20 тамыз – 20 қыркүйек) атмосфералық жауын-шашын режимінің негізгі сипаттамалары

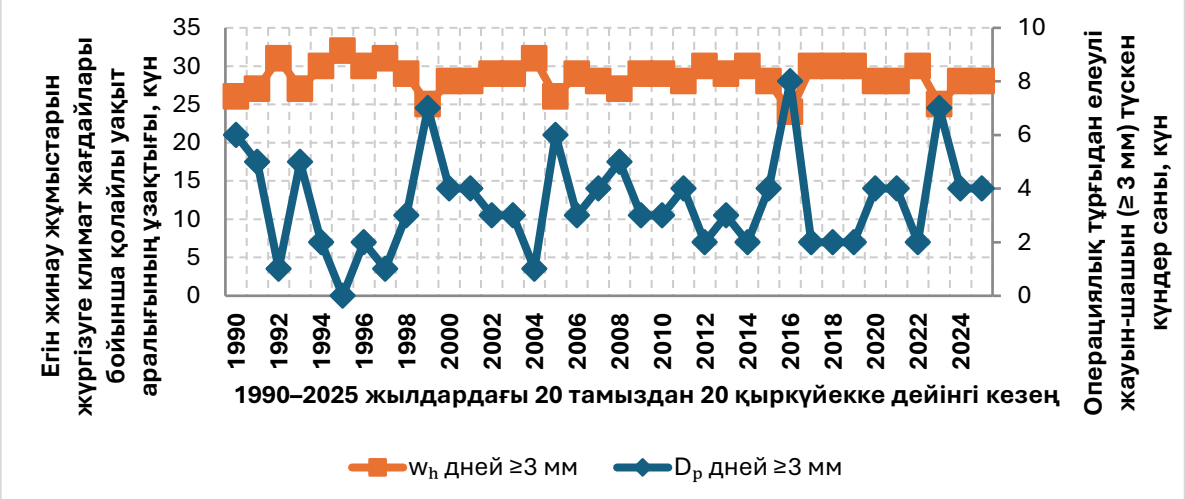
Көрсеткіш	1990-2007 жж.	2008-2025 жж.	Абсолют тік өзгеріс	Өзгеріс, %	CV, 1990 -2007 жж., %	CV, 2008 – 2025 жж., %	Онжылдық тағы сызықтық тренд	p-value
Жауын-шашынның орташа жиыны, мм	37,19	43,71	+ 6,52	+ 17,5	46,8	50,9	+3,72 мм	0,251
Жауын-шашын мөлшері ≥ 1 мм болған күндердің орташа саны	8,17	8,56	+ 0,39	+ 4,8	45,9	30,6	+0,40 күн	0,448
Жауын-шашынның тәуліктік ең жоғары орташа мөлшері, мм	10,73	14,68	+ 3,95	+ 36,8	51,6	56,7	+1,75 мм	0,135
Ең ұзақ үздіксіз жауын-шашынсыз кезеңнің орташа ұзақтығы, күн	12,22	10,06	- 2,16	- 17,7	32,6	33,8	-1,12 күн	0,065

**авторлар әр жылдың 20 тамыздан 20 қыркүйекке дейінгі кезеңінің тәуліктік деректерін алып, сол кезеңнің негізінде осы талдауды жүргізді. Бұл жерде дала жұмыстарын орындау тұрғысынан біршама жауын-шашын түскен күн деп, оның мөлшері кемінде 1 мм болған күнді аламыз. Вариация коэффициенті стандартты ауытқудың орташа мәнге қатынасы ретінде есептеледі. Сызықтық тренд он жылға есептелген. p<0,05 мәні статистикалық маңыздылық критерийі ретінде қабылданады.*

**[11, 12] дереккөздері негізінде авторлармен құрастырылған*

Жауынды күндер саны (≥1 мм) 8,17-ден 8,56-ға дейін артты, бірақ жауын-шашынсыз ең ұзақ аралық 12,22 күннен 10,06 күнге дейін, шамамен 17,7% қысқарды. Тренд онжылдыққа 1,12 күнді құрайды, алайда p=0,065 болғандықтан, оны тұрақты үрдіс деуге болмайды. Бір тәуліктегі ең көп жауын-шашын да көбейді: орташа 10,73 мм-ден 14,68 мм-ге жетті, 3,95 мм (36,8%) көтерілді.

Екі кезеңді салыстырғанда тәуліктік жауын-шашынның орташа максимумы артып, жауын-шашынсыз ең ұзақ үздіксіз кезең қысқарған. Бірақ бұл өзгерістер статистикалық тұрғыдан расталмайды: максимум p=0,135, құрғақ кезеңнің ұзақтығы үшін p=0,065. Сондықтан анықталған айырмашылықтарды жауын-шашын режимінің тұрақты өзгергенінің дәлелі ретінде емес, егін жинау жұмыстарын ұйымдастыруға ықтимал әсер ететін жылдан жылға өзгермелілік ерекшеліктері ретінде қарастырған жөн. (1-сурет). Мұның екеуі де егін жинау техникасын ұзақ уақыт үзіліссіз пайдалануды қиындатады.



Сурет – 1. **Егін жинау жұмыстарын жүргізуге климат жағдайлары бойынша қолжетімді уақыт аралығының ұзақтығы (сол жақ ось, күн) мен операциялық тұрғыдан маңызды, яғни ≥3 мм жауын-шашын түскен күндер саны (оң жақ ось, күн) 1990–2025 жылдар аралығында қалай өзгергені көрсетілген**

**[8] дереккөзі негізінде авторлармен құрастырылған*

1-суретте келтірілген динамика операциялық тұрғыдан маңызды жауын-шашын болған күндер санының $w_{h,y}$ жылдар бойынша айтарлықтай өзгеретінін көрсетеді. Соған сәйкес егін жинау жұмыстарын жүргізуге қолайлы уақыт аралығының тиімді ұзақтығы $w_{h,y}$ да өзгереді. Кейбір жылдары жауын-шашынды күндер санының артуы егін жинауға қолжетімді кезеңнің ұзақтығын қолда бар техника құрамымен егін жинау жұмыстарын аяқтау іс жүзінде мүмкін болмайтын деңгейге дейін қысқартады. Шаруашылықта қолданып жүрген техникамен егін жинауға 32 күн қажет, бірақ бұл күндердің бәрінде фермерлерге ауа райы қолайлы бола бермейді. Жауын жұмысты тоқтатып, жинаудың аяқталуын кешіктіруі мүмкін. Егер жұмыс кеш аяқталса, жауын қайта түсіп, күн суыған кезде дән ылғалданып, сапасы төмендеуі ықтимал. Пайдаланып жүрген технологиямен жаздық бидай егу 20 күнге, ал тікелей орып жинау ұзақтығы 32 күнге созылады (2-кесте). Мұндай ұзақтық дәстүрлі түрде бөлінетін күнтізбелік кезеңдерді іс жүзінде толық қамтиды және ауа райына байланысты үзілістерді өтеуге уақыт қорын қалдырмайды. Өнімділігі жоғары машина-трактор паркін пайдаланған кезде егіс ұзақтығы 11 күнге дейін, ал тікелей орып жинау ұзақтығы 12 күнге дейін қысқарғанын 3 кестеден көруге болады. Нәтижесінде технологиялық жұмыстарға қажет уақыт ең тұрақты жауын-шашынсыз кезеңдердің ұзақтығына жақындай түседі.

Қамтамасыз етілу коэффициенті (K_w≥1) болғанда, климат жағдайлары мүмкіндік беретін уақыт тиісті агротехнологиялық операцияны аяқтауға жеткілікті, ал коэффициент K_w (K_w<1) болғанда, жұмысты орындауға қажет есептік уақыт қолжетімді мерзімнен ұзарады және агротехникалық мерзімдердің бұзылу қаупі техника өнімділігінің жеткіліксіз болуына байланысты артады. Ауысымдық өнімділіктің артуы уақытқа деген қажеттілікті азайтып, қолайсыз ауа райы құбылыстарының әсерін өтеуге қажетті уақыт резервін ұлғайтады.

2-кестенің деректері қолда бар техникамен негізгі операцияларды орындауға ұзақ уақыт қажет екенін көрсетеді. Таңдамалы қопсыту 15 күнге, егіс 20 күнге, тырмалау 19 күнге, тікелей орып жинау 32 күнге, ал астықты тасымалдау 25 күнге созылады. Мұндай ұзақтықта кәсіпорында ауа райына байланысты үзілістерді өтеуге арналған уақыт резерві іс жүзінде болмайды. Жоспарланған нұсқаның есептік көрсеткіштері 3-кестеде берілген.

Өнімділігі жоғары агрегаттарды пайдалану қарастырылып отырған барлық операцияларды орындау ұзақтығын қысқартады. Екі технологиялық нұсқа бойынша өзгерістерді жинақтап көрсету үшін жұмыс уақытының абсолюттік үнемделуі есептеліп, 4-кестеде берілді. Елеулі айырмашылықтар егіс, тікелей орып жинау және астықты тасымалдау операциялары бойынша анықталды. Таңдамалы қопсыту ұзақтығы 15 күннен 8 күнге дейін, сепкіш-қопсытқышпен егіс ұзақтығы 20 күннен 11 күнге дейін, ал тырмалау ұзақтығы 19 күннен 10 күнге дейін қысқарады. Тұқымды жеткізу мерзімі 6 күннен 3 күнге дейін қысқарады. Тікелей орып жинау ұзақтығы 32 күннен 12 күнге дейін, яғни 62,5 %-ға, ал астықты танаптан қоймаға тасымалдау ұзақтығы 25 күннен 10 күнге дейін, яғни 60,0 %-ға қысқарады.

1990-2025 жылдар бойынша себу жұмыстарының климаттық тұрғыдан жарамды күндермен қамтамасыз етілу жағдайын тексергенде, 5–25 мамыр аралығында мұндай күндердің саны 8-ден 21-ге дейін ауытқып, орташа есеппен 14,86 күн болды.

2 – Кесте

Қолда бар машина-трактор паркімен жүргізілетін көктемгі дала және егін жинау жұмыстары

Жұмыс түрі	Трактор маркасы	Агрегат маркасы, түрі	Ауысымдық өнімділік нормасы, га	Техникалық дайындық коэффициенті	Метеорологиялық жағдайларға түзету коэффициенті	Нақты өнімділік нормасы, га	Жұмыстың нақты көлемі, га	ЖЖМ шығыны		Тракторлармен механизаторлар саны, бірлік/адам	Жұмыстарды жүргізу мерзімі, күн
								Жұмыс бірлігіне, л/га	Барлығы, тонна		
А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Егіс алдындағы таңдамалы қопсыту	К-701	КП-4	39,3	0,8	0,95	29,9	14 000	17	238	31	27.04 –11.05 15 күн
Сепкіш-қопсытқышпен егіс	К-701	СЗС-2,1	35	0,8	0,8	22,4	14 000	9	126	31	12.05-31.05. 20 күн
Егіске дейін және егістен кейін тырмалау	Т-4А	СГ-21 ЗБСС-1	79,7	0,8	0,98	62,5	14 000	1,3	18,2	12	13.05-31.05. 19 күн
Тұқымды қоймадан танапқа жеткізу	КамАз 5410	ГКБ-817Б	100 тонна	0,8	0,9	72 тонна	1 680 тонна	1,5 л/т	2,52	4	12.05-17.05. 6 күн
Егінді жинау, тікелей орып жинау	Essil	ЖВН-10	22	0,85	0,8	14,96	14 000	13	182	29	20.08. - 20.09. 32 күн
Астықты танаптан қоймаға тасымалдау	Камаз 5410	ГКБ-817Б	85 тонна	0,85	0,8	57,8 тонна	16 800 тонна	1,5 л/т	25,2	12	27.08-20.09 25 күн
Барлығы:								42,28	591,92	119	117
Астықты кептіру және тазалау мақсатында аударыстыру, 5 рет	-	ЗМ-60	600 тонна	1,0	1,0	600 тонна	84 000 тонна	125 кВт/сағ	175 000	1400 сағат	140 күн

*кесте бағандары мынадай тәртіппен есептелді: 4 = 1 баған × 2 баған × 3 баған; 5 баған — жұмыстың нақты көлемі; 6 баған — техникалық құжаттама бойынша отынның үлестік шығыны; *баған = 5 баған × (6 баған / 1000); 8 баған = (5 баған / 4 баған) / 9 баған; 9 баған — агротехнологиялық нормативтер бойынша жұмыстарды орындау ұзақтығы. Тұқымның жалпы мөлшері 1 га-ға белгіленген 120 кг себу мөлшерін егіс алаңына көбейту арқылы анықталады. Астықты танаптан қоймаға тасымалдау, жалпы түсім бар, 14 000 гектар егістік алқабынан гектарына 12,0 ц/өнім. Астықты аударыстыру сақтау кезеңінде көзделеді: жалпы түсім х 5. *[11, 12] дереккөздері негізінде авторлар құрастырған*

3 – Кесте

Өнімділігі жоғары машина-трактор паркін пайдалану кезіндегі көктемгі дала және егін жинау жұмыстары

Жұмыс түрлері	Трактор маркасы	Агрегаттың маркасы, түрі	Ауысымдық өнімділік нормасы, га	Техникалық дайындық коэффициенті	Метеорологиялық жағдайларға түзету коэффициенті	Нақты өнімділік нормасы, га	Жұмыстың нақты көлемі, га	Дизель отынының шығыны		Трактор лар мен механизаторлар саны	Жұмыстарды жүргізу мерзімдері
								Жұмыс бірлігіне, л/га	Барлығы, тонна		
А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Егіс алдындағы таңдамалы қопсыту	John Deere 9R 540	John Deere 2410	190,0	0,95	0,95	171,5	14 000	11,0	154	10	01.05 –08.05 8 күн
Сепкіш-қопсытқышпен егіс	John Deere 9R 540	John Deere 1890 Air Drill	135,0	0,95	0,95	121,8	14 000	6,5	91	10	15.05-25.05. 11 күн
Егіске дейін және егістен кейін тырмалау	John Deere 9R 540	McFarlane Heavy Harrow	295,0	1,0	1,0	295	14 000	0,8	11,2	5	17.05-26.05 10 күн
Тұқымды қоймадан танапқа жеткізу	MAN	Fliegl ASW 271	300 тонна	1,0	1,0	300 тонна	1 680	0,5 л/т	0,84	2	16.05-18.05 3 күн
Егін жинау, тікелей орып жинау	John Deere S780	John Deere HD45F	140,0	0,98	0,98	134,5	14 000	6,0	84	9	25.08.-05.09. 12 күн
Астықты танаптан қоймаға тасымалдау	MAN	Fliegl ASW 271	320 тонна	1,0	1,0	320 тонна	16 800	0,5 л/т	8,4	5	01.09-10.09 10 күн
Барлығы:								24,96	349,44	41	54
Астықты кептіру және тазалау мақсатында аударыстыру, 2 рет	-	ЗМ-60	600 тонна	1,0	1,0	600 тонна	33 600 тонна	125кВт	70000	560 часов	56 дней

**кесте бағандары келесі тәртіппен есептелді: 4 баған = 1 баған × 2 баған × 3 баған; 5 баған - жұмыстың нақты көлемі; 6 баған - техникалық құжаттамаға сәйкес отынның үлестік шығыны;; 7 баған = 5 баған × (6 баған / 1000); 8 баған=(5 баған / 4 баған) / 9 баған; 9 баған - агротехнологиялық нормативтерге сәйкес жұмыстарды орындау ұзақтығы Күнтізбелік мерзім жоспарланған технологиялық операцияларды орындау периодын сипаттайды. Оладың олардың күнмен алынған ұзақтығы жұмыс уақытына қажетті есептік мұқтаждыққа сай болғандықтан, жеке операцияның күнтізбелік аралығы қажетті жұмыс күндерінің санынан басым болуы мүмкін.Тұқым көлемі 1 га-ға белгіленген 120 кг себу нормасын егіс алаңына көбейту арқылы анықталады. Астықты танаптан қоймаға тасымалдау көлемі жалпы түсімге тең; жалпы түсім 12,0 ц/га өнімділікті 14 000 га егіс алаңына көбейту арқылы есептеледі. Сақтау кезеңінде астықты екі рет аударыстыру көзделеді: жалпы түсім × 2. * [11,12] дереккөздері негізінде авторлар құрастыр*

4 – Кесте

Негізгі дала жұмыстары ұзақтығының өзгеруі

Технологиялық операция түрі	Қолданыстағы технология, күн	Өнімділігі жоғары технология, күн	Күннің қысқаруы
Егіс алдындағы таңдамалы қопсыту	15	8	7
Сепкіш-қопсытқышпен егіс	20	11	9
Егіске дейін және егістен кейін тырмалау	19	10	9
Тұқымды жеткізу	6	3	3
Егін жинау, тікелей орып жинау	32	12	20
Астықты танаптан қоймаға тасымалдау	25	10	15

**[11,12] дереккөздері негізінде авторлармен құрастырылған*

Пайдаланып жүрген машина-трактор паркіне себу үшін 20 жұмыс күні қажет, бірақ қолайлы күндердің осыншама саны 36 жылдың тек екеуінде (5,6%) жеткілікті болды. Себуді 11 жұмыс күніне дейін қысқартатын өнімділігі жоғары техникада бұл шарт 33 жылда (91,7%) орындалған болатын. Айырмашылық 86,1 пайыздық пунктті құрады. Нәтижелер техниканы жаңартудың себуді климаттық тұрғыдан қолжетімді уақытпен қамтамасыз етудегі артықшылығын растайды. Алайда есепте қосымша технологиялық тоқтап қалулар мен жауыннан кейін топырақтың кебуін күту уақыты ескерілмеген.

1990–2025 жылдары тәуліктік жауын-шашын шегі 3 мм болғанда, 20 тамыз бен 20 қыркүйек аралығында егін жинауға климат тұрғысынан жарамды күндер саны 24-тен 32-ге дейін ауытқыған. Пайдаланып жүрген машина-трактор паркіне қажетті 32 жұмыс күні 36 жылдың тек біреуінде (2,8%) болды, ал өнімділігі жоғары техникаға қажетті 12 күн зерттелген жылдардың бәрінде табылды. Жарамды күндердің жеткілікті болуы егін жинау жұмыстарының үзіліссіз жүретінін білдірмейді. Жұмыстардың нақты ұзақтығына жаңбырлы және құрғақ кезеңдердің кезектесуі, дәннің пісу мерзімі мен техниканың тоқтап қалуы әсер етеді.

1990-2025 жылдар бойынша егін жинаудың климаттық қолжетімді уақытын тексеру тәуліктік жауын-шашынның 3 мм шегінде 20 тамыз-20 қыркүйек кезеңіндегі ықтимал жарамды күндер саны 24-тен 32 күнге дейін болғанын көрсетті. Есептік ұзақтығы 32 жұмыс күн болатын қолданыстағы машина-трактор паркі үшін жеткілікті күн саны 36 жылдың тек біреуінде (2,8%) байқалды. Қажеттілігі 12 жұмыс күн болатын өнімділігі жоғары техника қолданылғанда аталған шарт барлық 36 жылда орындалды. Сонымен бірге жарамды күндердің жеткілікті жиынтық саны егін жинау жұмыстарын үзіліссіз орындау мүмкіндігін білдірмейді. Егін жинаудың нақты ұзақтығы жаңбырлы және құрғақ кезеңдердің алмасуына, астықтың пісу мерзіміне және техникалық тоқтауларға байланысты.

Қолданыстағы нұсқада тікелей орып жинауға 20 тамыздан 20 қыркүйекке дейінгі бүкіл күнтізбелік кезең қажет. Бұл ретте жауын-шашын мөлшері кемінде 1 мм болатын күндер саны орта есеппен 8–9 күнді құрайды, ал іріктеменің қазіргі кезеңге жататын бөлігінде ең ұзақ үздіксіз жауын-шашынсыз кезең шамамен 10 күнге созылады. Уақытқа деген 32 күндік есептік қажеттілік іс жүзінде қолжетімді үздіксіз кезеңнен едәуір асып түседі. Егін жинау ұзақтығының 12 күнге дейін қысқаруы жұмыстардың негізгі бөлігін ең қолайлы уақыт аралығында орындау ықтималдығын арттырады. Егіс ұзақтығының 20 күннен 11 күнге дейін қысқаруы егіс жұмыстарын мамыр айының соңына дейін аяқтауға мүмкіндік береді және олардың маусымның бірінші онкүндігіне дейін созылып кету қаупін азайтады. Егістің ертерек аяқталуы көктемгі ылғалды тиімді пайдалануға ықпал етіп, кейінгі вегетациялық кезең мен егін жинау мерзімін де алға жылжытады. Өнімділігі жоғары техника қолданылған жағдайда техника мен жұмыс күшіне деген қажеттілік азаяды. Шаруашылықта пайдаланылатын техника саны 119 бірліктен 41 бірлікке дейін, ал жұмыскерлер саны 117 адамнан 54 адамға дейін қысқарады. Дизель отынының шығыны 591,92 т-дан 349,44 т-ға дейін, яғни 242,48 т-ға немесе 41,0 %-ға азаяды.

Экономикалық салыстыру екі нұсқада да егіс алқабы 14000 га, дақыл өнімділігі 12 ц/га және жалпы түсім 16 800 т болған жағдайда жүргізілді. Тұқымдық материал шегерілгеннен кейін тауарлық өнім көлемі 15120 т-ны құрайды. Екі нұсқада да өткізу бағасы тоннасына 55 мың теңге деңгейінде қабылданды. Өнімді өткізуден түскен түсім өзгеріссіз қалып, 831,60 млн теңгені құрайды. Дақыл өнімділігі мен бағаны бірдей деңгейде қабылдау техникалық жарақтану деңгейі мен жұмыстарды ұйымдастырудың өзгеруіне тікелей байланысты экономикалық әсерді бөліп көрсетуге мүмкіндік береді. Дақыл өнімділігінің ықтимал артуы, өнімнің жоғалуының азаюы және астық сапасының жақсаруы есептеулерге енгізілген жоқ. Өнімділігі жоғары машина-трактор кешендерінің құны John

Deere ауыл шаруашылығы техникасы бойынша нарықтық ұсыныстарды [14] және оны Қазақстан нарығына жеткізу шарттарын [15] ескере отырып, шамамен анықталды. Кешендердің қабылданған есептік құнына сатып алу, жеткізу, пайдалануға дайындау және бастапқы техникалық қызмет көрсету бойынша қосымша шығындарды ескере отырып, базалық нарықтық ұсыныстардағы бағаларға қатысты 15–20 % үстеме бастапқыдан енгізілді. Аталған шығындар техниканың құнына енгізілген және қайта есептелмейді. Зерттеу машина-трактор паркінің екі нұсқасының өндірістік-экономикалық тиімділігін салыстырмалы бағалауға бағытталғандықтан, нақты лизинг шартының талаптары мен техникалық жаңартуға салынатын инвестициялардың өтелуі бөлек қарастырылмайды. Салыстырудың қорытынды көрсеткіштері 5-кестеде берілген.

5 – Кесте

Екі технологиялық нұсқаны салыстырмалы экономикалық бағалау

Көрсеткіштер	Қолданыстағы технология	Өнімділігі жоғары технология	Өзгеріс (+,-)
Жиынтық шығыстар, млн теңге	728,68	481,55	- 247,13
1 га-ға шаққандағы шығыстар, мың теңге	52,05	34,40	-17,65
1 тонна тауарлық астықтың өзіндік құны, мың теңге	48,19	31,85	-16,34
Түсім, млн теңге	831,60	831,60	-
Пайда, млн теңге	102,92	350,05	+ 247,13
Рентабельділік, %	14,1	72,7	+ 58,6 п.п.

**[11,12] дереккөздері негізінде авторлармен құрастырылған*

Қолданыстағы технология жағдайында жиынтық өндірістік шығыстар 728,68 млн теңгені құрайды. Өнімділігі жоғары нұсқаға көшкен кезде олар 481,55 млн теңгеге дейін төмендейді. Үнем 247,13 млн теңгеге немесе 33,9 %-ға жетеді. 1 га-ға есептегендегі шығыстар 52,05 мың теңгеден 34,40 мың теңгеге дейін азаяды. 1 тонна тауарлық астықтың өзіндік құны 48,19 мың теңгеден 31,85 мың теңгеге дейін, яғни 16,34 мың теңгеге немесе 33,9 %-ға төмендейді. 1 центнерге есептегенде өзіндік құн 4 819,32 теңгеден 3 184,88 теңгеге дейін төмендейді.

142,06 млн теңгеден 79,67 млн теңгеге дейін жанар-жағармай материалдарына жұмсалатын шығыстар төмендеді, нәтижесінде 62,39 млн теңге үнемделіп, шығыстар 43,9%-ға қысқарды. Астықтың орнын ауыстыру және оны аудару жұмыстарына қажетті электр энергиясының көлемі 175 мың кВт·сағ-тан 70 мың кВт·сағ-қа дейін төмендеді, соған сәйкес электр энергиясына жұмсалатын шығыстар 9,63 млн теңгеден 3,85 млн теңгеге дейін қысқарды. Электр энергиясының үнемделуі астықтың орнын ауыстыру операцияларының бес реттен екі ретке дейін қысқаруымен түсіндіріледі. Өнімділігі жоғары техниканы қолдану нұсқасында амортизациялық аударымдар 170,52 млн теңгені құрады, бұл бастапқы 168,00 млн теңгеден 2,52 млн теңгеге немесе 1,5%-ға артық, алайда еңбекақы, отын және электр энергиясы бойынша есептелген үнем амортизациялық аударымдардың өсімін өтейді, демек, қарастырылған есептік жағдайда техника паркінің қымбаттауы өнімнің өзіндік құнының артуына әкелмейді. Түсім екі нұсқада бірдей болғандықтан, пайда тек шығынның азаюынан өсті. Ол 102,92 млн теңгеден 350,05 млн теңгеге дейін, яғни шамамен 3,4 есе көбейді, қосымша пайда 247,13 млн теңгені құрады. Рентабельділік 14,1%-дан 72,7%, (58,6 пайыздық тармаққа) артты.

Машина-трактор паркінің екі нұсқасы өндірістік-экономикалық тиімділігі бойынша салыстырылды. Шығындарға амортизациялық аударымдар кіргенімен, техниканы сатып алуға кеткен күрделі салымдар, қаржыландыру шығындары, сондай-ақ техникалық қызмет көрсету мен жөндеуге байланысты жекелеген шығындар бөлек бағаланған жоқ. Өзіндік құнның төмендеуі мен рентабельділіктің жоғарылауы өнімділігі жоғары нұсқаның өндірістік-экономикалық артықшылығын көрсеткенімен, машина-трактор паркін жаңартуға салынған инвестициялардың өтелімділігін растамайды. Климаттың жаздық бидайға әсерін температура мен өнімділік арқылы ғана өлшеу жеткіліксіз. Дала жұмыстарын орындау мүмкіндігі агротехнологиялық терезенің ұзақтығына және қолайлы күндердің қатарынан қанша күн сақталатынына байланысты. Өнімділігі жоғары техника қажетті көлемді тезірек орындайды, жұмысқа қажет уақыт климат беретін уақытқа жақындай түседі.

Бұл экономикалық көрсеткіштер «Гранд» ЖШС-нің өндірістік жағдайларында есептелді, сондықтан оларды басқа ауыл шаруашылығы кәсіпорындарына сол күйінде көшіруге болмайды.

Тәсілді қолданғанда нақты шаруашылықтың егіс алқабының көлемін, топырағы мен климатын, машина-трактор паркінің құрамы мен өнімділігін және шығындарының құрылымы ескеру қажет.

Қорытынды. Климат әсері тек өнімділікпен шектелмейді, дала жұмыстарына қолайлы кезеңнің ұзақтығы мен оның үзілмей сақталуы да маңызды. Солтүстік Қазақстанда вегетациялық кезең қысқа, ауа райы жылдан жылға құбылады, сондықтан уақыт қорын бөлек есептеу керек. 2008-2025 жылдары көктемгі жауын-шашынның орташа жиынтық мөлшері 1990-2007 жылдармен салыстырғанда 23,9%-ға, тәуліктік максимум 70,9%-ға өсті, ал жауынды күндер саны дерлік өзгермеді. Демек, өсім жекелеген күндердегі қарқынды жауыннан келген. Мұндай жауын техниканың танапқа шығуына жауын жауған күні ғана емес, одан кейін де кедергі келтіруі мүмкін. Күзде жауын-шашынның орташа мөлшері 17,5%-ға, тәуліктік максимум 36,8%-ға артты. Жауын-шашынсыз ең ұзақ кезең 12,22 күннен 10,06 күнге қысқарды, бірақ p=0,065 болғандықтан, мұны тұрақты үрдіс деп айту қиын. Орташа мәндер егін жинауды үзбей жүргізуге жарайтын жауынсыз аралықтардың азайғанын көрсетеді.

Агротехнологиялық терезе-шектеулі өндірістік ресурс. Оны пайдалану қолайлы күндер мен парк өнімділігінің арақатынасына байланысты. Паркті жаңарту шығынды азайтады және өндірісті ауа райының құбылмалылығына бейімдеуге де көмектеседі. Пайдаланып жүрген техникамен егін жинауға 32 күн қажет, ал жауын-шашынсыз ең ұзақ кезеңнің орташа ұзақтығы шамамен 10 күн ғана. Өнімділігі жоғары техника есептік жинау мерзімін 12 күнге дейін қысқартады. Бұл уақыт тапшылығын толық жоймаса да, оны азайтып, өндірістік шығындардың төмендеуіне алып келеді. Осы берілген тәсілді шаруашылықтың техника паркін жаңарту қажеттілігін негіздеу үшін қолдануға болады, ол техникаға деген қажеттілікті климаттық жағдайлар дала жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік беретін уақытпен байланыстыра бағалауға негіз болады. Машина-трактор паркінің құрамын таңдауда жұмыстарды орындау құнымен қатар, себу мен егін жинауды ауа райы қолайлы болуы ықтимал кезеңдерде аяқтау мүмкіндігін де есепке алу қажет. Зерттеудің келесі кезеңінде техникалық жаңғыртудың инвестициялық тиімділігін бағалау қажет, мұндай бағалауда техниканы сатып алу құны, қаржыландыру көздері, субсидиялау мен лизинг шарттары және салынған қаражаттың өтелу мерзімі ескерілуі қажет.

Бұл зерттеу ЖТН AP25794477 «Климаттың өзгеруі жағдайында ауыл шаруашылық өндірісінің тұрақтылығын арттыру үшін предиктивтік модельдерді пайдалана отырып, бейімделу стратегияларын әзірлеу және ғылыми негіздеу» жобасы шеңберінде дайындалған.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Zampieri M., Ceglar A., Dentener F., Toreti A. Wheat Yield Loss Attributable to Heat Waves, Drought and Water Excess at the Global, National and Subnational Scales // Environmental Research Letters. – 2017. – №12(6). – Article 064008. – DOI: 10.1088/1748-9326/aa723b

2. Ахметқали Т.А., Исмуратова Ғ.С. Климаттың өзгеруінің Қостанай облысындағы астық өндірісіне тигізетін әсерін талдау және экономикалық бағалау//3i: Intellect, Idea, Innovation: Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университетінің көпсалалы ғылыми журналы. – 2025. – №2(1). – Б. 245–255. – DOI: 10.52269/RWEP2521245

3. Shah H., Hellegers P., Siderius C. Climate risk to agriculture: A synthesis to define different types of critical moments // Climate Risk Management. – 2021. – №34. – Article 100378.

4. Ehsan Elahi, Zainab Khalid, Muhammad Zubair Tauni, Hongxia Zhang, Xing Lirong. Extreme weather events risk to crop-production and the adaptation of innovative management strategies to mitigate the risk: A retrospective survey of rural Punjab, Pakistan // Technovation. – 2022. – №117. – Article 102255.

5. Li Y. et al. Evaluation of Agricultural Machinery Operational Benefits Based on Semi-Supervised Learning // Agriculture. – 2022. – №12. – Article 2075.

6. Efremov A., Sotskov Y., Belotzkaya Y. Optimization of Selection and Use of a Machine and Tractor Fleet in Agricultural Enterprises: A Case Study // Algorithms. – 2023. – №7(16). – Article 311. – DOI: 10.3390/a16070311.

7. Mohammadi A., Venkatesh G., Eskandari S., Rafiee S. Eco-Efficiency Analysis to Improve Environmental Performance of Wheat Production // Agriculture. – 2022. – №7(12). – Article 1031. – DOI: 10.3390/agriculture12071031.

8. NASA POWER Project. Meteorological and Solar Data. – 2025. – URL: https://power.larc.nasa.gov

9. Исмуратова Г.С., Наурзбаева К.Б. AgroWindowKZ, программа оценки формирования агротехнологических окон зернового производства в условиях климатических изменений. –

Свидетельство о внесении сведений в Государственный реестр на объекты, охраняемые авторским правом Республики Казахстан. – № 79515. – 09.10.2026. – URL: https://cab.kazpatent.kz/copyright_registry

10. Венцкевич Г.З. Сельскохозяйственная метеорология. – Ленинград.: Гидрометеорологическое издательство. – 1952. – 322 с. – URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-214173804.pdf

11. Данные предприятия ТОО Гранд. – URL: https://statsnet.co/companies/kz/13983081

12. Kazakh Grain Union. Official internet resource of the ALE Grain Union of Kazakhstan. – URL: https://www.grainunion.kz/en/

13. Исмуратова Г.С. AgroMTP-Efficiency KZ, программа сравнительной оценки производственно-технологической и экономической эффективности машинно-тракторного парка в условиях изменения климата. – Свидетельство о внесении сведений в Государственный реестр на объекты, охраняемые авторским правом Республики Казахстан. – 2026. – №79043. – URL: https://cab.kazpatent.kz/copyright_registry

14. Agroline. Тракторы John-Deere: предложения о продаже сельскохозяйственной техники. – URL: https://agroline.kz/-/traktory/John-Deere--c228tm2619

15. Eldala.kz. Казахстан подписал соглашение с John-Deere на 2,5 млрд. долларов на мощностях АО «АгромашХолдинг KZ». – 2025. – URL: https://eldala.kz/novosti/selhoztekhnika/23376-kazahstan-podpisal-soglashenie-s-john-deere-na-2-5-mlrd

REFERENCES

1. Zampieri M., Ceglar A., Dentener F., Toreti A. Wheat Yield Loss Attributable to Heat Waves, Drought and Water Excess at the Global, National and Subnational Scales // Environmental Research Letters. – 2017. – №12(6). – Article 064008. – DOI: 10.1088/1748-9326/aa723b

2. Ahmetqali T., Ismuratova G. Klimattyn ozgeruinin Qostanaj oblysyndagy astyq ondirisine tigizetin aserin taldau zhane jekonomikalyq bagalau//3i: Intellect, Idea, Innovation: Ahmet Bajtursynuly atyndagy Qostanaj onirlik universitetinin kopsalaly gylymi zhurnaly [Analysis and Economic Assessment of the Impact of Climate Change on Grain Production in the Kostanay Region // 3i: Intellect, Idea, Innovation: Multidisciplinary Scientific Journal of the Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University]. – 2025. – №2(1). – B. 245–255. [In Kazakh]

3. Shah H., Hellegers P., Siderius C. Climate risk to agriculture: A synthesis to define different types of critical moments // Climate Risk Management. – 2021. – №34. – Article 100378.

4. Ehsan Elahi, Zainab Khalid, Muhammad Zubair Tauni, Hongxia Zhang, Xing Lirong. Extreme weather events risk to crop-production and the adaptation of innovative management strategies to mitigate the risk: A retrospective survey of rural Punjab, Pakistan // Technovation. – 2022. – №117. – Article 102255.

5. Li Y. et al. Evaluation of Agricultural Machinery Operational Benefits Based on Semi-Supervised Learning // Agriculture. – 2022. – №12. – Article 2075.

6. Efremov A., Sotskov Y., Belotzkaya Y. Optimization of Selection and Use of a Machine and Tractor Fleet in Agricultural Enterprises: A Case Study // Algorithms. – 2023. – №7(16). – Article 311. – DOI: 10.3390/a16070311.

7. Mohammadi A., Venkatesh G., Eskandari S., Rafiee S. Eco-Efficiency Analysis to Improve Environmental Performance of Wheat Production // Agriculture. – 2022. – №7(12). – Article 1031. – DOI: 10.3390/agriculture12071031.

8. NASA POWER Project. Meteorological and Solar Data. – 2025. – URL: https://power.larc.nasa.gov

9. Ismuratova G., Naurzbaeva K. AgroWindowKZ, programma ocenki formirovanija agrotehnologicheskih okon zernovogo proizvodstva v uslovijah klimaticheskih izmenenij. – Svidetel'stvo o vnesenii svedenij v Gosudarstvennyj reestr na ob#ekty, ohranjaemye avtorskim pravom Respubliki Kazahstan [AgroWindowKZ, a program for assessing the formation of agrotechnological windows for grain production under conditions of climate change. – Certificate of registration in the State Register of Objects Protected by Copyright of the Republic of Kazakhstan]. – 2026. – №79515. – URL: https://cab.kazpatent.kz/copyright_registry [in Russian]

10. Venckevich G. Sel'skohozjajstvennaja meteorologija. – Leningrad.: Gidrometeorologicheskoe izdatel'stvo [Agricultural Meteorology. – Leningrad: Hydrometeorological Publishing House]. – 1952. – 322 s. – URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-214173804.pdf [in Russian]

11. Dannye predprijatija TOO Grand [Details for the enterprise Grand LLP]. – URL: https://statsnet.co/companies/kz/13983081 [in Russian]

12. Kazakh Grain Union. Official internet resource of the ALE Grain Union of Kazakhstan. – URL: https://www.grainunion.kz/en/

13. Ismuratova G. AgroMTP-Efficiency KZ, programma sravnitel'noj ocenki proizvodstvenno-tehnologicheskoj i jekonomicheskoj jeffektivnosti mashinno-traktornogo parka v uslovijah izmenenija klimata. – Svidetel'stvo o vnesenii svedenij v Gosudarstvennyj reestr na ob#ekty, ohranjaemye avtorskim pravom Respubliki Kazahstan [AgroMTP-Efficiency KZ, a program for benchmarking the operational, technological, and economic efficiency of a machine-tractor fleet in the context of climate change. – Certificate of registration in the State Register of Objects Protected by Copyright of the Republic of Kazakhstan]. – 2026. – №79043. – URL: https://cab.kazpatent.kz/copyright_registry [in Russian]

14. Agroline. Traktory John-Deere: predlozhenija o prodazhe sel'skohozjajstvennoj tehniki [Agroline. John Deere tractors: offers for the sale of agricultural machinery]. – URL: https://agroline.kz/-/traktory/John-Deere--c228tm2619 [in Russian]

15. Eldala.kz. Kazahstan podpisal soglashenie s John-Deere na 2,5 mlrd. dollarov na moshhnostjah AO «AgromashHolding KZ» [Eldala.kz. Kazakhstan has signed a $2.5 billion agreement with John Deere, to be implemented at the facilities of AgromashHolding KZ JSC.]. – 2025. – URL: https://eldala.kz/novosti/selhoztekhnika/23376-kazahstan-podpisal-soglashenie-s-john-deere-na-2-5-mlrd [in Russian]

Исмуратова Г.С., Ахметқали Т.А., Ильяс А., Мурзабекова Б.М.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОКОН ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Аннотация

В статье исследовано влияние климатических изменений на экономическую эффективность производства яровой пшеницы через изменение продолжительности и структуры агротехнологических окон. В отличие от традиционных исследований, рассматривающих воздействие климата преимущественно через урожайность, предложен организационно-экономический подход, основанный на оценке соответствия производительности машинно-тракторного парка климатически доступному времени выполнения полевых работ. Информационной базой исследования послужили ежедневные данные о температуре воздуха, температуре почвы и атмосферных осадках за 1990–2025 гг., а также технологические и экономические расчёты для зернопроизводящего хозяйства Северного Казахстана. Выполнена сравнительная оценка существующего и высокопроизводительного вариантов технического оснащения с использованием показателей продолжительности полевых работ, производственных затрат и экономической эффективности. Установлено, что современные климатические изменения сопровождаются увеличением интенсивности осадков, сокращением продолжительности непрерывных сухих периодов и уменьшением фактически доступного времени для проведения посевных и уборочных работ. При существующем составе машинно-тракторного парка продолжительность основных технологических операций превышает климатически доступный период, что повышает риск нарушения агротехнических сроков. Применение высокопроизводительной техники позволяет сократить продолжительность посева, уменьшить совокупные производственные расходы, снизить себестоимость товарного зерна и увеличить рентабельность производства. Полученные результаты показывают, что повышение производительности машинно-тракторного парка является эффективным инструментом экономической адаптации зернового производства к климатической нестабильности. Предложенный подход может быть использован при обосновании технического переоснащения сельскохозяйственных предприятий с учетом климатически доступной продолжительности выполнения полевых работ.

Ismuratova G., Akhmetkali T., Ilyas A., Murzabekova B.

ECONOMIC ASSESSMENT OF WHEAT PRODUCTION AGROTECHNOLOGICAL WINDOWS UNDER CLIMATIC TRANSFORMATION

Annotation

This study examines the economic implications of climate change for spring wheat production through its effects on the duration and structure of agrotechnological windows. Unlike conventional studies that primarily assess climate impacts in terms of crop yield, the present research adopts an organizational and economic perspective by evaluating

whether the capacity of the machinery fleet is sufficient to complete field operations within climatically available time periods. The analysis is based on daily records of air temperature, soil temperature, and precipitation for 1990–2025, together with technological and economic data from a large grain-producing farm in Northern Kazakhstan. A comparative assessment was conducted between the existing machinery fleet and a high-capacity machinery system using indicators of field operation duration, production costs, and economic performance. The results show that recent climatic changes are characterized by more intense precipitation events, shorter uninterrupted dry periods, and a reduction in the time available for field operations during both sowing and harvesting seasons. Under the existing machinery configuration, the duration of key field operations exceeds the climatically available working period, increasing the risk of missing optimal agronomic deadlines. The use of high-capacity machinery substantially reduces the time required for sowing, lowers total production costs, decreases the unit cost of marketable grain, and improves farm profitability. The results show that raising the capacity of the machinery fleet is an effective way to make grain production more resistant to growing climate variability, and its economic results hold up better as a result. The approach can also support investment decisions on renewing machinery. It does so by looking at the climatically available time for field operations, not only at conventional technical or economic indicators.