

Еуразиялық агротехникалық журнал = Евразийский агротехнический журнал. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2026. -№ 1 (129). - Р.-262-275. - ISSN 3135-243X, 3135-2448

doi.org/10.51452/eaj.2026.1(129).2137

УДК 551.586:633.1

Исследовательская статья

Агроклиматические ресурсы и продуктивность яровой пшеницы в засушливых условиях Казахстана: анализ, решения, потенциал

Кужинов М.Б. , Акшалов К.А. , Жұмабек Б. , Байшоланов С.С. , Баймуканова О.Н. 

Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева
Казахстан, Акмолинская область, Шортандинский район, пос. Научный

Автор-корреспондент: Акшалов К.А.: kanatakshalov@mail.ru

Соавторы: (1: МК) kuzhinov62@mail.ru; (2: БЖ) zhumbabek.84@mail.ru

(3: СБ) saken_baisholan@mail.ru (4: ОБ) olesya.baymukanova@mail.ru

Получено: 29.01.2026 **Принято:** 10.03.2026 **Опубликовано:** 30.03.2026

Аннотация

Предпосылка и цель. В засушливых условиях Северного Казахстана вариация уровня урожайности яровой пшеницы связана с количеством и временем выпадения атмосферных осадков. Коэффициент корреляции составляет 81,5%. Различия в урожайности яровой пшеницы в различные по погодным условиям годы достигал 2-х-3-х кратных значений. На основе анализа изменения климата и закономерностей выпадения осадков в период вегетации яровой пшеницы проведены исследования по оценке взаимосвязи и влияния интенсификации сроков посева яровой пшеницы на основе применения минеральных удобрений и сроков посева при системе прямого посева. Цель исследований – оценка агрометеорологических условий, повышение эффективности использования атмосферных осадков, устойчивой продуктивности яровой пшеницы на основе интенсификации сроков посева.

Материалы и методы. Для оценки продуктивности яровой пшеницы в зависимости от изменения погоды и влияния средств интенсификации использованы многолетний ряд агрометеорологических показателей, урожайность яровой пшеницы по административным районам и природно-климатическим зонам Акмолинской области за период 2008-2024 гг. Используются методы корреляционного анализа для оценки связи урожайности с количеством атмосферных осадков. Полевые исследования включали изучение сроков посева, применение фосфорных и азотно-фосфорных удобрений, прямой посев.

Результаты. При посеве в начале оптимальных сроков посева яровой пшеницы потенциал минеральных удобрений реализуется не эффективно. Наибольшая рентабельность применения фосфорных и азотно-фосфорных удобрений достигается при посеве после 20 мая. Применение азотно-фосфорных удобрений повышает урожайность яровой пшеницы до 35,0%, снижает расход атмосферной влаги на формирование 1 ц зерна на 24,0-25,6% при посеве во второй половине мая месяца, позволяет эффективно использовать климатические ресурсы.

Заключение. В связи с изменением режима распределения атмосферных осадков интенсификация технологии возделывания яровой пшеницы при посеве во второй половине оптимального срока на основе улучшения минерального питания растений позволяет эффективно использовать осадки второй половины вегетационного периода. Это обеспечивает снижение водопотребления, реализацию продукционного потенциала яровой пшеницы, повышение урожайности и улучшение качества зерна в условиях изменяющегося климата Акмолинской области. Внесение азотно-фосфорных удобрений уменьшает водопотребление на 25,6%.

Ключевые слова: агроклиматические ресурсы; яровая пшеница; урожайность; сроки посева; удобрения; эффективность использования осадков.

Введение

Актуальность. Основной растениеводческой отрасли в северных областях Казахстана является производство зерновых, зернобобовых и масличных культур.

Яровая пшеницы является основной продовольственной, коммерческой культурой в Казахстане [1]. Современные вызовы в сельскохозяйственном производстве связаны с изменением климата, проявлением засушливых и жарких явлений [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Анализ данных показывает рост средней температуры в регионе на 0,15 °C/10 лет, т.е. за 110 лет температура воздуха в Казахстане повысилась на 1,5 °C [9, 10].

Основное количество продуктивных осадков в Северном Казахстане выпадает во второй половине лета, что необходимо учитывать при выборе сроков посева яровой пшеницы. Сроки посева яровой пшеницы нужно планировать так, чтобы фазы наиболее интенсивного роста растений совпадали с выпадением максимального количества осадков. В последнюю декаду лет изменился режим осадков и температуры воздуха в вегетационный период. Поэтому необходимо уточнить сроки посева яровой пшеницы. По многолетним данным сумма эффективных температур воздуха выше 5 градусов за вегетационный период составляет в среднем 1200-1300 °C в лесостепной зоне Костанайской области, лесостепной и степной зонах Акмолинской области и 1300-1400 °C – в степной и сухостепной зонах Костанайской и сухостепной зоне Акмолинской области [2, 3, 11, 12, 13]. За последние 32 года в северных областях Казахстана имела тенденцию рост суммы эффективных температур воздуха выше 5 °C за вегетационный период. В последние десятилетия рост суммы эффективных температур воздуха сопровождался ростом количества жарких дней (КЖД) с максимальной температурой воздуха выше 32 °C. Это подтверждается данными метеостанций «Карабалык» (север Костанайской области) и Акколь (центр Акмолинской области) за последние 41 год (1981-2021 гг.). Самым жарким был 1998 год, когда КЖД доходило до 25-30 дней за лето. Также жаркими были 2010, 2012, 2020, 2021 годы [4, 5, 7].

Рабочая гипотеза: интенсификация сроков посева позволит эффективно и рационально использовать агроклиматические ресурсы, биологический потенциал растений, уменьшить и смягчить зависимость растениеводства от погодных условий.

В Северном Казахстане рекомендованы сроки посева яровой пшеницы с 15-25 мая для контроля сорных растений и вредителей, продуктивного использования летних осадков [14, 15].

По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [1] уборочная площадь яровой пшеницы в Акмолинской, Костанайской, Павлодарской и Северо-Казахстанской областях составляла в 2024 году 10772,1 тыс. га, в том числе в Акмолинской области 3924,3 тыс. га, Костанайской – 3653,3 в Павлодарской -661,8 и в Северо-Казахстанской области -2532,7 тыс. га. Анализ площади посевов показывает, что в структуре посевных площадей яровая пшеница занимает до 72,3%. Северные области Казахстана являются зерновым поясом или «хлебной корзиной» страны. Основная доля производства зерновых культур приходится на яровую пшеницу.

Задача исследований: -анализ изменения агрометеорологических показателей;

- изучить влияние сроков посева и минеральных удобрений на расход почвенной влаги

- изучить влияние азотных и фосфорных удобрений на урожайность яровой пшеницы;

Материалы и методы

Для характеристики агрометеорологических условий использованы показатели тепло- и влагообеспеченности. Для анализа агрометеорологических условий использовались данные метеорологических станций РГП «Казгидромет» Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан (МЭПР РК). Нормы агрометеорологических показателей определялись как среднее за 33-летний период. Использовали Коэффициент увлажнения «К» и Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова «ГТК» [9, 16, 17, 18]. Коэффициент увлажнения «К» характеризует степень влагообеспеченности вегетационного периода, который включает в себе осадки холодного периода (ноябрь-март), осадки и температуру воздуха за вегетационный период (май-июль / июль-август). В засушливые годы в северных областях Казахстана важное значение имеет сумма температур за май-июль месяцы. Гидротермический коэффициент «ГТК» характеризует

засушливость вегетационного периода (май-июль / июль-август) или атмосферную засуху. В засушливые годы в северных областях Казахстана рекомендуется рассчитывать «ГТК» за период май-июль месяцы. ГТК является индексом атмосферной засухи. Коэффициент увлажнения К, в отличие от ГТК учитывает осадки холодного периода, которые формируют весенние запасы влаги почвы. Соответственно «К» косвенно характеризует почвенно-атмосферную засуху. В условиях Казахстана для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в период их активной вегетации (июль-август) подходит коэффициент увлажнения К, предложенный Байшолановым С.С. [5, 9]:

$$K = \frac{0,5 \sum R_{114} + \sum R_{58}}{0,12 \sum T_{58}} \quad K = \frac{0.5 \sum R_{11-4} + \sum R_{5-8}}{0.118 \sum T_{5-8}} \quad (1.1)$$

здесь: $\sum R_{114}$ – сумма осадков за ноябрь-апрель;

$\sum R_{58}$ – сумма осадков за май-август;

$\sum T_{58}$ – сумма температур воздуха за май-август.

Здесь сумма осадков за ноябрь-апрель косвенно характеризует запасы влаги в почве на начало мая (период сева культур), а сумма температур воздуха за май-август – испаряемость. Также К, в определенной степени может характеризовать и общую (атмосферно-почвенную) засуху.

В условиях Казахстана для оценки засушливости вегетационного периода используется гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова, рассчитанный за период май-август (ГТК5-8) [9, 16]:

$$ГТК = \frac{\sum R_{58}}{0,1 \sum T_{58}} \quad K = \frac{0.5 \sum R_{11-4} + \sum R_{5-8}}{0.118 \sum T_{5-8}}$$

Здесь: $\sum R_{5-8}$ – сумма осадков за май-август; $\sum T_{5-8}$ – сумма среднесуточных температур воздуха за май-август.

На экспериментальных участках изучалась динамика водного режима почвы в различных агроэкосистемах. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89). Урожай убирался поделочно, малогабаритным комбайном Wintersteiger. Способ уборки - прямое комбинирование с измельчением и разбрасыванием соломы по поверхности поля.

Для анализа динамики изменения продуктивности яровой пшеницы в зависимости от погодных условий использован многолетний ряд урожайности по Северному Казахстану. Для понимания проявления засушливых явлений, изменения атмосферных осадков в засушливом регионе приведены данные по влагообеспеченности в Павлодарской, Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областях. Показатели урожайности яровой пшеницы приведены из данных Бюро национальной статистики РК за 2008-2024 гг Павлодарской, Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областей. Для анализа использованы статистические данные урожайности Акмолинской области. В исследовании использовались данные метеорологических станций (МС) РГП «Казгидромет» Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан (МЭПР РК) за период с 2008 по 2024 год. Объект исследований – южный карбонатный чернозём Акмолинской области. Исследования проводились на стационарных полевых опытах Научно-производственного Центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева (51°12N и 071°02E) Исследования проводились в течение 2022-2024 гг. Использовался метод прямого посева. В опыте высевался среднеспелый сорт яровой пшеницы «Астана 2». Агрофон – стерня зерновых культур. При разных сроках посева яровой пшеницы испытывались азотные и фосфорные удобрения одновременно с посевом. Годовая сумма осадков за сельскохозяйственный год в среднем за 3 года составила 308,1 мм.

Результаты и обсуждение

Северные области Казахстана характеризуются разнообразием почвенных и климатических условий: от умеренно увлажнённой лесостепной, степной природными зонами до сухих степей с обыкновенными и южными чернозёмными почвами до темно-каштановых и средне-каштановых

почв [2, 3]. Природные условия природных зон характеризуются неравномерным выпадением атмосферных осадков в течение сельскохозяйственного года. Особенности погодных условий последней декады лет являются, во-первых, вариация количества осадков как по природным зонам, так и в течение года и, во-вторых, в перераспределении летних осадков на вторую половину вегетационного периода. Природные зоны характеризуются засушливостью климата и увлажнённой второй половиной вегетационного периода [2].

Сумма осадков за холодный период года за последние 33 года (1991-2023 гг.) имела тенденцию роста в Северо-Казахстанской, Костанайской, Акмолинской и Павлодарской областях [2, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13]. Установлены тесные корреляционные зависимости продуктивности сельскохозяйственных культур от биоклиматических показателей и их изменений [9, 19-25].

Более тесные корреляционные зависимости урожайности яровой пшеницы связаны с коэффициентами увлажнения и гидротермическими коэффициентами (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты парной корреляции между урожайностью яровой пшеницы и агрометеорологическими показателями (R^2)

Природная зона	$\sum R_{10-4}$	$\sum R_{5-7}$	$\sum T_{5-7\text{эф}}$ $\sum T_{6-8\text{эф}}$	К	ГТК
Павлодарская область					
Степная	0,55	0,56	-0,54	0,65	0,58
Сухостепная	0,60	0,59	-0,63	0,67	0,62
Северо-Казахстанская область					
Лесостепная	0,36	0,51	-0,49	0,58	0,54
Степная	0,36	0,40	-0,52	0,49	0,44
Костанайская область					
Лесостепная	0,18	0,50	-0,52	0,54	0,52
Степная	0,28	0,56	-0,61	0,64	0,59
Сухостепная	0,34	0,66	-0,68	0,71	0,66
Акмолинская область					
Лесостепная	0,16	0,54	-0,71	0,58	0,57
Степная	0,40	0,58	-0,73	0,73	0,63
Сухостепная	0,25	0,65	-0,75	0,70	0,67

где, $\sum R_{10-4}$ – сумма осадков за октябрь-апрель месяцы;

$\sum R_{5-8}$ – сумма осадков за май-август;

$\sum T_{5-8}$ – сумма суточных температур воздуха выше 10 °С за май-август;

$\sum T_{\text{эф}}_{5-7}$, оС - сумма эффективных температуры воздуха за май-июль месяцы.

В засушливых условиях Казахстана уровень урожайности определяется осадками летнего вегетационного периода. Анализ периодов повторяемости погодных условий с различной вероятностью приведён в таблице 2.

Таблица 2 – Повторяемость годов с разной благоприятностью погодных условий, %

Природная зона	В увлажнённые годы	В умеренно-увлажнённые годы	В засушливые годы
Павлодарская область			
Степная	30%	40% (7,0-10,0 ц/га)	30%
Сухостепная	20%	40% (6,0-9,0 ц/га)	40%
Северо-Казахстанская область			
Лесостепная	50%	40% (11,0-15,0 ц/га)	10%
Степная	40%	30% (10,0-13,0 ц/га)	30%

Продолжение таблицы 2

Костанайская область			
Лесостепная	40%	30% (11,0–14,0 ц/га)	30%
Степная	20%	40% (10,0–13,0 ц/га)	40%
Сухостепная	10%	30% (9,0–11,0 ц/га)	60%
Акмолинская область			
Лесостепная	40%	40% (10,0–14,0 ц/га)	20%
Степная	40%	30% (9,0–11,5 ц/га)	30%
Сухостепная	20%	40% (8,5–10,5 ц/га)	40%

Как видно из таблицы 2, лесостепная зона характеризуется большей вероятностью повторения увлажнённых периодов. Вероятность повторения благоприятных по увлажнению периодов в степной зоне больше в Северо-Казахстанской и Акмолинской областях.

Значения показателей и коэффициентов засушливости за период исследований по природным зонам приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Средние по природным зонам значения агрометеорологических показателей в 2021- 2023 годах в Акмолинской области

Природная зона	Год	$\sum R_{11-4}$, мм	$\sum R_{5-8}$, мм	$\sum T_{эф5-7}$, °C	К	ГТК
Лесостепная	2021	130	76	1236	0,65	0,45
	2022	118	148	1133	1,05	0,93
	2023	175	84	1236	0,75	0,51
	Среднегодовое значение (средняя)	144	147	1073	1,15	0,99
Степная	2021	138	71	1217	0,64	0,42
	2022	158	191	1189	1,34	1,17
	2023	170	37	1247	0,52	0,22
	Среднегодовое значение (средняя)	147	136	1119	1,06	0,89
Сухостепная	2021	140	68	1324	0,60	0,38
	2022	129	93	1274	0,73	0,54
	2023	159	52	1354	0,55	0,29
	Среднегодовое значение (средняя)	148	117	1195	0,93	0,73

где, $\sum R_{11-4}$ – сумма осадков за ноябрь-апрель;

$\sum R_{5-8}$ – сумма осадков за май-август;

$\sum T_{5-8}$ – сумма суточных температур воздуха выше 10 °C за май-август;

$\sum T_{эф5-7}$, °C - сумма эффективных температуры воздуха за май-июль месяцы.

Как видно из таблицы 3, среднегодовые показатели коэффициентов по природным зонам существенно не отличаются. В лесостепной и степной природных зонах зимних осадков выпадает больше по сравнению с сухостепной зоной. Анализ показывает, что в лесостепной и степной зонах за период вегетации яровой пшеницы летних осадков больше по сравнению с сухостепной зоной (таблица 3). Приведённые коэффициенты использованы для характеристики погодных условий для оценки продуктивности яровой пшеницы.

Анализ урожайности яровой пшеницы за 2008-2024 годы в Акмолинской области показывает на сильную вариацию уровня урожайности в зависимости от природных зон. Относительной стабильностью урожайность яровой пшеницы отмечается в умеренно-увлажнённой зоне с обыкновенными чернозёмными почвами. Вариация урожайности яровой пшеницы в этой

зоне менее выражена и составляет 12,2-13,8 ц/га. На южных чернозёмных почвах уровень урожайности ниже и варьирует от 9,4 до 11,6 ц/га. В сухостепной зоне варьирование урожайности яровой пшеницы составляет 7,1-9,7 ц/га. Анализ показал, что самый низкий за последние 17 лет урожай зерна яровой пшеницы сформировался в 2010 году и составил 5,1 ц/га. Самый высокий урожай пшеницы сформировался в 2011 году – 15,5 ц/га. Эти годы характеризовались различными коэффициентами увлажнения. Практически во все годы более высокий урожай зерна формируется в районах, расположенных в зоне умеренно увлажнённой степи на обыкновенных чернозёмах (Бурабайский, Зерендинский, Сандыктауский). Средняя урожайность пшеницы по данной зоне за 2008-2024 годы составила 12,5 ц/га. В зоне умеренно засушливой степи на менее плодородных южных чернозёмах урожай зерна пшеницы за эти годы составил 9,8 ц/га. В эту природную зону входят Аккольский, Астраханский, Атбасарский, Биржан-сал, Буландынский, Жаксынский и Шортандинский районы. Наиболее высокий урожай получен в Буландынском районе (11,6 ц/га), наименьший – в Аккольском районе (9,4 ц/га). В сухостепной зоне на тёмно-каштановых почвах (районы Аршалынский, Егиндыкольский, Есильский, Ерейментауский, Коргалжынский, Целиноградский) средний урожай пшеницы за этот период составил 8,6 ц/га. Более высокий урожай был получен в Аршалынском районе – 9,7 ц/га. Наименьший урожай отмечен в Ерейментауском районе – 7,1 ц/га. В пустынно-степной зоне на тёмно-каштановых и средне-каштановых почвах Жаркаинского района средняя урожайность пшеницы составила 8,7 ц/га.

Эффективность использования ресурсов почвенной влаги и атмосферных осадков существенно различается в зависимости от увлажнённости (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность яровой пшеницы, уровень осадков и расход влаги на единицу продукции в различные по погодным условиям годы в условиях Акмолинской области (анализ за 2008-2024 гг.)

№ п/п	Год	Средняя урожайность, ц/га	Осадки за сельскохозяйственный период, мм	Расход влаги на 1 ц продукции/зерна, мм
Острозасушливый год				
1	2010	5,1	198,7	49,2
Засушливый год				
2	2009	10,9	265,9	32,1
Влажный год				
3	2011	15,5	300,0	23,5
В том числе				
4	2020	11,3	409,1	35,3
5	2021	8,7	274,5	30,9
6	2022	11,5	256,7	27,0
7	2023	6,9	181,2	42,2
8	2024	12,4	486,4	45,6

При относительно достаточных запасах весенней почвенной влаги, ограниченного количества летних осадков и низкой урожайности, расход атмосферной влаги на единицу продукции резко увеличивается (таблица 4). Расход влаги атмосферных осадков увеличивается в острозасушливые годы до 49,2 мм. В увлажнённые годы на создание единицы урожая расходуется около 23,5 мм или меньше на 52,2% чем в засушливые годы. Количество атмосферных осадков не всегда характеризует эффективность его использования (таблица 4). Это связано с поздними осадками в период вегетации яровой пшеницы, оказывающих слабое влияние на продуктивность культуры.

В связи с изменением распределения летних осадков мы предположили, что за счёт улучшения питания растений можно повысить эффективность использования природных ресурсов. Как показали исследования, продуктивность яровой пшеницы повышается при посеве во второй половине мая месяца (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от сроков посева и применения минеральных удобрений, НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева, Шортанды

Дата посева	Удобрение	Урожайность по годам, ц/га				± от внесения удобрений, ц/га	Расход влаги на 1 ц зерна, мм	Количество зерна на 1 мм осадков, кг
		2022	2023	2024	Средние за 2022-2024			
12-13 мая	Без удобрений (контроль)	6,3	6,2	24,9	12,5	- (контроль)	24,6	4,1
	Аммиачная селитра (N)	6,8	5,7	25,8	12,8	+0,3	24,1	4,2
	Аммофос	6,5	7,1	25,8	13,1	+0,6	23,5	4,3
	Азотно-фосфорное	7,8	6,8	24,8	13,1	+0,6	23,5	4,3
	Среднее	6,9	6,5	25,3	12,9	+0,5	23,9	4,2
22-23 мая	Без удобрений (контроль)	9,2	8,7	24,9	14,3	(контроль)	21,5	4,6
	Аммиачная селитра (N)	12,1	8,6	27,9	16,2	+1,9	19,0	5,3
	Аммофос	11,8	10,3	30,9	17,7	+3,4	17,4	5,7
	Азотно-фосфорное	13,6	9,8	34,5	19,3	+5,0	16,0	6,3
	Среднее	11,7	9,4	29,6	16,9	+3,4	18,2	5,5
	НСР ₀₅	1,3	0,4	2,8		1,7		

Как видно из данных, приведённых в таблице 5, эффективность минеральных удобрений слабо проявляется при посеве яровой пшеницы в ранние сроки, особенно в засушливые годы. Отдача от внесения минеральных удобрений повышается при посеве во второй половине мая месяца. Наиболее эффективно внесение азота и фосфора совместно. Увеличение урожайности яровой пшеницы от совместного внесения азотно-фосфорных удобрений достигает 5,0 ц/га. Соответственно увеличивается количество полученного зерна на единицу атмосферных осадков (таблица 5).

Потепление климата в северном Казахстане проявляется в виде атмосферной и почвенной засухи, суховеев, уровнем влагообеспеченности и жаркой погодой.

В последние годы в Северном Казахстане увеличилось количество жарких дней. Также установлено, что за последние 41 год количество жарких дней имеет тенденцию увеличения. Соответственно количество жарких дней становится важным агрометеорологическим фактором и их необходимо учитывать при оценке агрометеорологических условий, выборе технологических решений и выведении сортов.

Зонирование территории Казахстана по коэффициенту увлажнения К представлены в работах [7, 10], а по северным областям Казахстана в работах [11, 12, 13].

Эффективное использование атмосферных осадков зависит от сроков посева яровой пшеницы. По многолетним показателям максимальное количество продуктивных осадков в регионах Северного Казахстана выпадает в конце второй половины июня и в июле месяце. На основании данных закономерностей обоснованы сроки посева яровой пшеницы в периоды их максимальной потребностей во влаге для интенсивного роста и развития. На основании этих климатических показателей установлены оптимальные сроки посева яровой пшеницы 15-25 мая [15]. Анализ показывает, что данные сроки оправдывают себя до реального изменения периодов распределения летних осадков. В связи с изменением погоды, летний максимум осадков сдвинулся на июль – август месяцы.

Анализ урожайности яровой пшеницы в Акмолинской области за предыдущие 17 лет показывает, что она варьировала от 5,1 ц/га (2010 г.) до 15,5 ц/га (2011 г.). Количество осадков за сельскохозяйственный год в этот период составляло соответственно 251 мм и 565 мм. Средний урожай за эти годы составил 10,0 ц/га. Более высокая и меньшая вариация продуктивности яровой пшеницы формируется в умеренно-увлажнённой зоне на чернозёмных почвах. В этой зоне среднемноголетняя урожайность яровой пшеницы составляет 12,5 ц/га. В засушливой и сухой степи средняя продуктивность яровой пшеницы составляет 9,8 и 8,6 ц/га соответственно. В сухой степи урожайность яровой пшеницы варьирует от 3,1 до 19,4 ц/га.

Количество осадков не всегда определяет уровень урожайности и эффективность использования влаги. Например, в 2020 году количество осадков составило 409,1 мм и урожайность яровой пшеницы составила 11,3 ц/га. В 2022 году сумма осадков составила 256,7 мм и урожайность составила 11,5 ц/га (таблица 4). Соответственно и расход влаги. Существенное влияние оказывает распределение осадков в период вегетации яровой пшеницы по фазам развития. Средняя сумма осадков за сельскохозяйственный год за 2008-2024 гг. составила 353 мм. Между уровнем урожайности пшеницы и годовой суммой осадков установлена положительная корреляция 0,59. Это в верхних границах умеренной положительной корреляционной связи. Расход атмосферной влаги на формирование 1 ц зерна составляет в увлажнённые годы 23,5 мм в 2011 г. и в засушливые до 49,2 мм.

Внесение минеральных удобрений и эффективность использования атмосферных осадков повышается при посеве яровой пшеницы во второй половине мая месяца.

Относительно высокая эффективность удобрений отмечается при более позднем сроке посева. Прибавки от вариантов внесения удобрений при посеве 15 мая были на уровне 0,3-0,6 ц/га. Прибавки от удобрений при посеве 25 мая составили 1,9-5,0 ц/га. Эффективность удобрений повысилась многократно. При посеве в оптимальные сроки растения гораздо эффективнее используют элементы питания из почвы. При внесении удобрений, в свою очередь, повышается эффективность усвоения атмосферных осадков и почвенной влаги. При раннем посеве расход влаги на 1 ц зерна на удобренных фонах сократился на 0,5-1,1 мм или 2,0-4,5%. При посеве 25 мая внесение удобрений позволило снизить расход влаги на 2,5-5,5 мм или 11,6-25,6%. Экономия влаги на единицу продукции увеличилась в 5 раз. Количество зерна, произведённого на 1 мм осадков, увеличивается прямо пропорционально внесению удобрений. При более раннем посеве количество зерна на 1 мм осадков увеличивалось на 0,1-0,2 кг или 2,4-4,9%. При посеве 25 мая данный показатель увеличивался на 0,7-1,7 кг или 15,2-37,0%. В среднем за 3 года самый низкий урожай зерна был получен при посеве 12-13 мая по неудобренному фону и составил 12,5 ц/га. Самый высокий урожай пшеницы был получен при посеве 22-23 мая с одновременным внесением азотно-фосфорных удобрений и составил 19,3 ц/га. Это выше контрольного варианта на 6,8 ц/га или 54,4%. Полученные результаты показывают, что при посеве пшеницы в оптимальные сроки и улучшении условий питания можно добиться высокого синергизма этих факторов.

Анализ взаимосвязи агрометеорологических показателей с фактической урожайностью яровой пшеницы в Акмолинской области в различные по погодным условиям годы показывает на тесную корреляционную зависимость уровня урожайности яровой пшеницы от уровня атмосферных осадков в течение вегетационного периода. Результаты исследований показали, что ранние сроки посева яровой пшеницы не повышают продуктивность яровой пшеницы по сравнению с поздними. Применение азотно-фосфорных удобрений существенно не увеличивает продуктивность яровой пшеницы при ранних сроках посева. Исследования ещё раз подтверждают преимущество поздних сроков посева даже при существенном изменении режима выпадения летних осадков. Окупаемость применения азотно-фосфорных удобрений существенно выше при поздних сроках посева яровой пшеницы. Для увеличения урожайности и получения зерна высокого качества необходимо внесение как азотных, так и фосфорных удобрений. В предыдущих исследованиях не получены существенные различия в зависимости от различных сроков посева [15].

В результате исследований установлена достаточно высокая зависимость урожайности яровой пшеницы как от сумм осадков за вегетационный период, так и от сумм эффективных температур воздуха, коэффициента увлажнения K и показателя засушливости ГТК, с коэффициентами

корреляции от 0,40 до 0,73. Отрицательная зависимость урожайности от суммы эффективных температур показывает, что температурный режим воздуха находится выше оптимального уровня для развития яровой пшеницы. Для повышения продуктивности пашни, снижения себестоимости единицы продукции внесение азотно-фосфорных удобрений позволяет эффективно использовать агроклиматические ресурсы при посеве во второй половине мая месяца. Полученные результаты являются существенным фактором адаптации к изменению климата и повышению оправданной отдачи от использования минеральных удобрений.

Заключение

Результаты исследований позволяют сформулировать следующие выводы.

Анализ показывает, что для формирования устойчивой продуктивности яровой пшеницы необходимо размещать ее в зависимости от природно-климатических исходя из коммерческих интересов сельхозтоваропроизводителей. Более высокий урожай яровой пшеницы формируется в зоне более плодородных обыкновенных чернозёмов умеренно увлажнённой степи (районы Бурабайский, Зерендинский, Сандыктауский). Средняя урожайность пшеницы по данной зоне за 2008-2024 годы составила 12,5 ц/га. В зоне менее плодородных южных чернозёмов умеренно засушливой степи (районы Аккольский, Астраханский, Атбасарский, Биржан-сал, Буландынский, Жаксынский, Шортандинский) урожай был ниже и составил 9,8 ц/га. На тёмно-каштановых и каштановых почвах сухостепной и пустынно-степной зон (районы Аршалынский, Егиндыкольский, Есильский, Ерейментауский, Жаркаинский, Коргалжынский, Целиноградский) средний урожай пшеницы за этот период составил 8,6-8,7 ц/га. Между урожайностью пшеницы и годовой суммой осадков соблюдается умеренная положительная корреляция, которая имеет закономерность. В отдельные годы продуктивность пшеницы зависит не только от общего количества осадков, но и их распределения в течение вегетации. Эффективность использования атмосферных осадков существенно повышается при внесении азотно-фосфорных удобрений. При посеве в оптимальные сроки урожайность пшеницы повышается в полтора раза и увеличивается выход зерна на каждый миллиметр выпавших осадков. Снижается расход влаги на каждый центнер произведённого зерна. Для эффективного использования агроклиматических ресурсов необходимо применять современные климат-ориентированные почво-, ресурсосберегающие системы обработки почвы и посева, управлять питанием растений дифференцированно по природным зонам.

Вклад авторов

КМ, АК: формулировка целей и задач исследования, анализ полученных данных, написание текста статьи. ЖБ, СБ, ОБ: сбор экспериментальных данных, подготовка обзора литературы, вычитка, редактирование. Все авторы прочитали, ознакомились и одобрили окончательную редакцию рукописи для передачи к публикации.

Информация о финансировании

Настоящие исследования проведены в рамках реализации научно-технической программы ИРН BR24993222 «Построение системы поддержки принятия решений для природно-хозяйственного обустройства территории Северо-Казахстанской области в контексте устойчивого развития», финансируемой Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках программно-целевого финансирования на 2024-2026 гг.

Список литературы

- 1 Бюро Национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. (2022). <https://stat.gov.kz/ru/region/>
- 2 Байшоланов, С.С., Клещенко, А.Д., Мусатаева, Г.Б., Габбасова, М.С., Жакиева, А.Р., Муканов, Е.Н., Акшалов, К.А., Чернов, Д.А. (2017). *Агроклиматические ресурсы Акмолинской области: научно-прикладной справочник*. Астана: 133.

3 Акшалов, К.А., Байшоланов, С.С., Әуесханов, Д., Баймуканова, О.Н. (2022). Анализ агрометеорологических условий вегетационного периода и урожайность яровой пшеницы в условиях Акмолинской области Республики Казахстан. *Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова*. 605, 41-57.

4 Байшоланов, С.С., Павлова, В.Н., Жакиева, А.Р., Чернов, Д.А., Габбасова, М.С. (2018). Агроклиматические ресурсы Северного Казахстана. *Гидрометеорологические исследования и прогнозы*, 1(367), 168-184.

5 Байшоланов, С.С. (2010). О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана. *Гидрометеорология и экология*, 3, 27-38.

6 Байшоланов, С.С. (2017). *Уязвимость и адаптация сельского хозяйства Республики Казахстан к изменению климата*. Монография. ПРООН. Астана: 128.

7 Акшалов, К.А., Байшоланов, С.С., Баймуканова, О.Н., Ауезханов, Д.А., Кужинов, М.Б. (2022). Анализ агрометеорологических условий вегетационного периода 2020 и 2021 годов в Северном Казахстане: особенности и меры адаптации к изменению климата. *Вестник Науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина*, 3(114), 161-176.

8 Байшоланов, С.С., Полевой, А.Н. (2017), Агроклиматическое зонирование северной зерносеющей территории Казахстана. *Украинский гидрометеорологический журнал*, 19, 82-89.

9 Baisholanov, S., Akshalov, K., Mukanov, Y., Zhumabek, B., Karakulov, E. (2025). Agroklimaticheskoe zonirowanie territorii Severnogo Kazakhstana dlya zonirowaniya selskokhozyaystvennykh kultur v usloviyakh izmeneniya klimata. *Climate*, 13(1), 3. DOI: 10.3390/cli13010003.

10 Lopez Fernandez, M.L., Zhumabayev, D., Marco Garcia, R., Baigarin, K., Lopez Fernandez, M.S., Baisholanov, S. (2020). Оценка биоклиматических изменений в Казахстане, конец XX середина XXI веков, согласно прогнозу *PRECIS*. *PLoS ONE*, 15(10), e0239514. DOI: 10.1371/journal.pone.0239514.

11 Байшоланов, С.С., Павлова, В.Н., Мусатаева, Г.Б., Габбасова, М.С., Жакиева, А.Р., Муканов, Е.Н., Акшалов, К.А., Чернов, Д.А. (2017). *Агроклиматические ресурсы Северо-Казахстанской области: научно-прикладной справочник*. Астана: 125.

12 Байшоланов, С.С., Клещенко, А.Д., Мусатаева, Г.Б., Габбасова, М.С., Жакиева, А.Р., Муканов, Е.Н., Акшалов, К.А., Чернов, Д.А. (2017). *Агроклиматические ресурсы Павлодарской области: научно-прикладной справочник*. Астана: 127.

13 Байшоланов, С.С., Павлова, В.Н., Мусатаева, Г.Б., Габбасова, М.С., Жакиева, А.Р., Муканов, Е.Н., Кужинов, М.Б., Чернов, Д.А. (2017). *Агроклиматические ресурсы Костанайской области: научно-прикладной справочник*. Астана: 139.

14 Отчёт о научно-исследовательской работе по научно-технической программе: «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана». (2025). НПЦ ЗХ А.И.Бараева, Шортанды: 320.

15 Рекомендации. Весенне-полевые работы в хозяйствах Акмолинской области в 2025 году. Научный: НПЦ зернового хозяйства им. А.И.Бараева, Шортанды: 76.

16 Полевой. А.Н. (1992). *Сельскохозяйственная метеорология*. Санкт-Петербург: Гидрометеоздат, 424.

17 Справочник по показателям и индексам засушливости. (2016). ВМО. 173, 60.

18 Страшная, А.И., Пурина, И.Э., Чуб, О.В., Задорнова, О.И., Чекулаева, Т.С. (2013). Автоматизированная технология мониторинга и расчета количества декад с почвенной и атмосферно-почвенной засухой под зерновыми культурами. *Труды Гидрометцентра России*, 349, 150-160.

19 Павлова, В.Н., Calanca, P., Караченкова, А.А. (2018). *Продуктивность яровой пшеницы в степной зоне России и Казахстана при современном изменении климата. Монография: Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири*. Под ред. Сычева В.Г. и Мюллера Л., Москва: 3, 263-267.

20 Gaudin, A.C.M., Tolhurst, T.N., Ker, A.P., Janovicek, K., Tortora, C., Martin, R.C., et al. (2015). Увеличение разнообразия сельскохозяйственных культур смягчает колебания погоды и повышает стабильность урожайности. *PLoS ONE*, 10(2), e0113261. DOI: 10.1371/journal.pone.0113261.

21 Sustainable Land-Use Resources in Drought-Prone Regions of Kazakhstan and Implications for the Wider Central Asian Region Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021a).

22 Wang, E., Martre, P., Zhao, Z.G., Ewert, F., Maiorano, A., Rotter, R.P., Kimball, B.A., Ottman, M.J., Wall, G.W., White, J.W., et al. (2017). The uncertainty of crop yield projections is reduced by improved temperature response functions. *Nat. Plants*, 3, 17102.

23 Liu, B., Liu, L., Asseng, S., Zou, X., Li, J., Cao, W., Zhu, Y. (2016). Modelling the effects of heat stress on post-heading durations in wheat: A comparison of temperature response routines. *Agric. For. Meteorol.*, 222, 45-58.

24 Maiorano, A., Martre, P., Asseng, S., Ewert, F., Müller, C., Rötter, R.P., Ruane, A.C., Semenov, M.A., Wallach, D., Wang, E., et al. (2017). Crop model improvement reduces the uncertainty of the response to temperature of multi-model ensembles. *Field Crop. Res.*, 202, 5-20.

25 Hernandez-Ochoa, I.M., Asseng, S. (2018). Cropping Systems and Climate Change in Humid Subtropical Environments. *Agronomy*, 8, 19. DOI: 10.3390/agronomy8020019.

References

1 Biuro natsional'noi statistiki. Agentstva po strategicheskomu planirovaniu i reformam Respubliki Kazakhstan. (2022). <https://stat.gov.kz/ru/region/>

2 Baisholanov, S.S., Kleshchenko, A.D., Musataeva, G.B., Gabbasov, a M.S., Zhakieva, A.R., Mukanov, E.N., Akshalov, K.A., Chernov, D.A. (2017). *Agroklimaticheskie resursy Akmolinskoi oblasti: nauchno-prikladnoi spravochnik*. Astana: 133.

3 Akshalov, K., Baishelanov, S., Aueskhanov, D., Baimukanova, O. (2022). Analiz agrometeorologicheskikh uslovii vegetatsionnogo perioda i urozhainost yarovoi pshenitsy v usloviyakh Akmolinskoi oblasti Respubliki Kazakhstan. *Trudy Glavnoi geofizicheskoi observatorii im. A.I. Voeikova*, 605, 41-57.

4 Baisholanov, S.S., Pavlova, V.N., Zhakieva, A.R., Chernov, D.A., Gabbasova, M.S. (2018). Agroklimaticheskie resursy Severnogo Kazakhstana. *Gidrometeorologicheskije issledovaniia i prognozy*. 1(367), 168-184.

5 Baisholanov, S.S. (2010). O povtoriaemosti zasukh v zernoseiushchikh oblastiakh Kazakhstana. *Gidrometeorologiya i ekologiya*, 3, 27-38.

6 Baisholanov, S.S. (2017). *Uiazvimost i adaptatsiia sel'skogo khoziaistva Respubliki Kazakhstan k izmeneniiu klimata. Monografiya*. PROON. Astana: 128.

7 Akshalov, K.A., Baisholanov, S.S., Baymukanova, O.N., Auezkhanov, D.A., Kuzhinov, M.B. (2022). Analiz agrometeorologicheskikh uslovii vegetatsionnogo perioda 2020 i 2021 godov v Severnom Kazakhstane: osobennosti i mery adaptatsii k izmeneniiu klimata. *Vestnik Nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina*, 3(114), 161-176.

8 Baisholanov, S.S., Polevoi, A.N. (2017). Agroklimaticheskoe zonirowanie severnoi zernoseiushchei territorii Kazakhstana. *Ukrainskii gidrometeorologicheskii zhurnal*, 19, 82-89.

9 Baisholanov, S., Akshalov, K., Mukanov, Y., Zhumabek, B., Karakulov, E. (2025). Agroklimaticheskoe zonirowanie territorii Severnogo Kazakhstana dlya zonirowaniya selskokhozyaystvennykh kultur v usloviyakh izmeneniya klimata. *Climate*, 13(1), 3. DOI: 10.3390/cli13010003.

10 Lopez Fernandez, M.L., Zhumabayev, D., Marco Garcia, R., Baigarin, K., Lopez Fernandez, M.S., Baisholanov, S. (2020). Otsenka bioklimaticheskikh izmeneniy v Kazakhstane, konets XX seredina XXI vekov, soglasno prognozu *PRECIS. PLoS ONE*, 15(10), e0239514. DOI: 10.1371/journal.pone.0239514.

11 Baisholanov, S.S., Pavlova, V.N., Musataeva, G.B., Gabbasova, M.S., Zhakiyeva, A.R., Mukanov, E.N., Akshalov, K.A., Chernov, D.A. (2017). *Agroklimaticheskie resursy Severo-Kazakhstanskoi oblasti: nauchno-prikladnoi spravochnik*. Astana: 125.

12 Baisholanov, S.S., Kleshchenko, A.D., Musataeva, G.B., Gabbasova, M.S., Zhakiyeva, A. R., Mukanov, E.N., Akshalov, KA., Chernov, D.A. (2017). *Agroklimaticheskie resursy Pavlodarskoi oblasti: nauchno-prikladnoi spravochnik*. Astana: 127.

13 Baisholanov, S.S., Pavlova, V.N., Musataeva, G.B., Gabbasova, M.S., Zhakiyeva, A.R., Mukanov, E.N., Kuzhinov, M.B. Chernov, D.A. (2017). *Agroklimaticheskie resursy Kostanaiskoi oblasti: nauchno-prikladnoi spravochnik*. Astana: 139.

14 Otchet o nauchno-issledovatel'skoi rabote po nauchno-tekhnicheskoi programme: «Razrabotat' i vnedrit' ustoichivye sistemy zemledeliya dlya rentabel'nogo proizvodstva sel'skokhozyaistvennoi produktsii v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata dlya razlichnykh pochvenno-klimaticheskikh zon Kazakhstana». (2025). NPTsZKh A.I. Baraeva, Shortandy. 320.

15 Vesenne-polevye raboty v hozyaystvakh Akmolinskoy oblasti v 2025 godu: rekomendatsii – Nauchnyy: NPTs zernovogo hozyaystva im. A.I. Baraeva, Shortandy. 76.

16 Polevoi, A.N. (1992). *Sel'skokhoziaistvennaia meteorologiya*. Sankt-Peterburg: Gidrometeoizdat, 424.

17 Spravochnik po pokazateliam i indeksam zasushlivosti. (2016). VMO, 173, 60.

18 Strashnaia, A.I., Purina, I.E., Chub, O.V., Zadornova, O.I., Chekulaeva, T.S. (2013). Avtomatizirovannaia tekhnologiya monitoringa i rascheta kolichestva dekad s pochvennoi i atmosferno-pochvennoi zasukhoi pod zernovymi kul'turami. *Trudy Gidromettsentra Rossii*, 349, 150-160.

19 Pavlova, V.N., Calanca, P., Karachenkova, A.A. (2018). *Produktivnost' yarovoi pshenitsy v stepnoi zone Rossii i Kazakhstana pri sovremennom izmenenii klimata*. In V.G. Sychev L. Myuller (Eds.), *Novye metody i rezultaty issledovaniia landshaftov v Evrope, Tsentralnoi Azii i Sibiri*, 3, 263-267.

20 Gaudin, A.C.M., Tolhurst, T.N., Ker, A.P., Janovicek, K., Tortora, C., Martin, R.C., et al. (2015). Uvelichenie raznoobraziia sel'skokhoziaistvennykh kultur smiagchaet kolebaniia pogody i povyshaet stabil'nost' urozhainosti. *PLoS ONE*, 10(2), e0113261. DOI: 10.1371/journal.pone.0113261.

21 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021a). *Sustainable land-use resources in drought-prone regions of Kazakhstan and implications for the wider Central Asian region*.

22 Wang, E., Martre, P., Zhao, Z.G., Ewert, F., Maiorano, A., Rotter, R., Kimball, B.A., Ottman, M.J., Wall, G.W., White, J.W., et al. (2017). The uncertainty of crop yield projections is reduced by improved temperature response functions. *Nat. Plants*, 3, 17102.

23 Liu, B., Liu, L., Asseng, S., Zou, X., Li, J., Cao, W., Zhu, Y. (2016). Modelling the effects of heat stress on post-heading durations in wheat: A comparison of temperature response routines. *Agric. For. Meteorol.*, 222, 45-58.

24 Maiorano, A., Martre, P., Asseng, S., Ewert, F., Müller, C., Rötter, R.P., Ruane, A.C., Semenov, M.A., Wallach, D., Wang, E., et al. (2017). Crop model improvement reduces the uncertainty of the response to temperature of multi-model ensembles. *Field Crops Res.*, 202, 520.

25 Hernandez-Ochoa, I.M., Asseng, S. (2018). Cropping systems and climate change in humid subtropical environments. *Agronomy*, 8, 19. DOI: 10.3390/agronomy8020019.

Қазақстанның құрғақ жағдайындағы жаздық бидайдың агроклиматтық ресурстары мен өнімділігі: талдау, шешімдер, әлеует

Кужинов М.Б., Акшалов К.А., Жұмабек Б., Байшоланов С.С., Баймуканова О.Н.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Солтүстік Қазақстанның қуаңшылық жағдайында жаздық бидай өнімділігінің ауытқуы атмосфералық жауын-шашын мөлшері мен түсу мерзіміне байланысты. Корреляция коэффициенті 81,5%-ды құрайды. Ауа райы жағдайлары әртүрлі жылдары жаздық бидай өнімділігінің айырмашылығы 2–3 есеге дейін жетеді. Климаттың өзгеруі мен жаздық бидайдың вегетациялық кезеңіндегі жауын-шашын түсу заңдылықтарын талдау негізінде тікелей себу жүйесінде минералдық тыңайтқыштарды қолдану және себу мерзімдерін оңтайландыру арқылы себу мерзімдерін қарқындатудың өзара байланысы мен ықпалын бағалау бойынша зерттеулер жүргізілді. Зерттеудің мақсаты – агрометеорологиялық жағдайларды бағалау, атмосфералық жауын-шашындарды тиімді пайдалану, егіндік мерзімдерді интенсификациялау негізінде жаздық бидайдың тұрақты өнімділігін арттыру.

Материалдар мен әдістер. Жаздық бидай өнімділігінің ауа райының өзгеруіне және қарқындалу құралдарының ықпалына тәуелділігін бағалау үшін 2008-2024 жылдар аралығындағы

Ақмола облысы әкімшілік аудандары мен табиғи-климаттық аймақтары бойынша көпжылдық агрометеорологиялық көрсеткіштер мен жаздық бидай өнімділігі деректері пайдаланылды. Өнімділік пен атмосфералық жауын-шашын мөлшері арасындағы байланысты анықтау үшін корреляциялық талдау әдістері қолданылды. Далалық зерттеулер себу мерзімдерін, фосфорлы және азот-фосфорлы тыңайтқыштарды қолдануды, тікелей себу технологиясын зерттеуді қамтыды.

Нәтижелер. Жаздық бидайды оңтайлы себу мерзімінің басында екенде минералдық тыңайтқыштардың әлеуеті толық әрі тиімді жүзеге аспайды. Фосфорлы және азот-фосфорлы тыңайтқыштарды қолданудың ең жоғары рентабельдігі 20 мамырдан кейінгі себу кезінде байқалады. Азот-фосфорлы тыңайтқыштарды енгізу өнімділікті 35,0%-ға дейін арттырады, мамыр айының екінші жартысында себілген егістікте 1 ц астық қалыптастыруға жұмсалатын атмосфералық ылғал шығынын 24,0-25,6%-ға дейін төмендетеді және климаттық ресурстарды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Атмосфералық жауын-шашынның таралу режимінің өзгеруіне байланысты жаздық бидайды оңтайлы мерзімнің екінші жартысында сеуіп, өсімдіктердің минералдық қоректенуін жақсарту арқылы өсіру технологиясын қарқындалту вегетациялық кезеңнің екінші жартысындағы жауын-шашынды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл су тұтынуды азайтуға, жаздық бидайдың өнімдік әлеуетін толық іске асыруға, өнімділікті арттыруға және Ақмола облысы жағдайында өзгермелі климатта астық сапасын жақсартуға ықпал етеді. Азот-фосфорлы тыңайтқыштарды енгізу су тұтынуды 25,6%-ға төмендетеді.

Кілт сөздер: агроклиматтық ресурстар; жаздық бидай; өнімділік; себу мерзімі; тыңайтқыш; жауын-шашынның тиімділігі.

Agroclimatic resources and productivity of spring wheat in the arid conditions of Kazakhstan: analysis, solutions, and potential

Marat B. Kuzhinov, Kanat A. Akshalov, Bakytbek Zhumabek, Saken S. Baisholanov
Olesya N. Baimukanova

Abstract

Background and Aim. In the arid conditions of Northern Kazakhstan, variability of spring wheat yield is associated with the amount and timing of atmospheric precipitation with a reported correlation coefficient of 81.5%. Differences in spring wheat yield between years with contrasting weather conditions reach two- to threefold values. Based on the analysis of climate change and precipitation patterns during the growing season of spring wheat, this study examines the relationship and impact of intensifying sowing dates through the application of mineral fertilizers and optimization of sowing time under a no-till system. The aim of the study is to assess agrometeorological conditions, improve the efficiency of rainfall use, and ensure stable spring wheat productivity based on the intensification of sowing dates.

Materials and Methods. To evaluate the productivity of spring wheat under varying weather conditions and the influence of intensification measures, long-term agrometeorological data and spring wheat yield data by administrative districts and natural-climatic zones of Akmola region for the period 2008-2024 were used. Correlation analysis methods were applied to assess the relationship between yield and the amount of atmospheric precipitation. Field experiments included the study of sowing dates, application of phosphorus and nitrogen-phosphorus fertilizers, and no-till practices.

Results. When sowing spring wheat at the beginning of the optimal sowing period, the potential of mineral fertilizers is not realized efficiently. The highest profitability of phosphorus and nitrogen-phosphorus fertilizer application is achieved when sowing after May 20. The use of nitrogen-phosphorus fertilizers increases spring wheat yield by up to 35.0%, reduces atmospheric moisture consumption for the formation of 1 centimeter of grain by 24.0-25.6% when sowing in the second half of May, and enables more efficient use of climatic resources.

Conclusion. Due to changes in the distribution pattern of atmospheric precipitation, intensifying spring wheat cultivation technology by sowing in the second half of the optimal period and improving

mineral nutrition allows effective use of precipitation occurring in the second half of the growing season. This approach ensures reduced water consumption, realization of the production potential of spring wheat, increased yield, and improved grain quality under the changing climate conditions of the Akmola region. The application of nitrogen-phosphorus fertilizers reduces water consumption by 25.6%.

Keywords: agro-climatic resources; spring wheat; yield; sowing dates; fertilizers; and efficiency of precipitation use.