

Авторлар туралы мәліметтер:

Тореханов Айбын Әдепханұлы* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Басқарма төрағасы, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050035, Алматы қ., Жандосов көш, 51 үй, тел.: 87788287788, e-mail: torehanov.aibyn@mail.ru.

Қожанов Жасұлан Ертайұлы – ветеринария ғылымдарының магистрі, жылқы және түйе шаруашылығы бөлімінің меңгерушісі, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050035, Алматы қ., Жандосов көш, 51 үй, тел.: 87010331117, e-mail: zhassulan_888@mail.ru.

Қайыпбай Берікжан Балапанұлы – ветеринария ғылымдарының докторы, ҚР АШМ Ветеринариялық бақылау және қадағалау комитетінің Қостанай облыстық аумақтық инспекциясының басшысы, Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34 үй, тел.: 87776377177, e-mail: berikzhan_7@mail.ru.

Талжанов Еркебұлан Айтқазыұлы – PhD, Қазақ ұлттық су шаруашылығы және ирригация университеті, Қазақстан Республикасы, 080000, Тараз, Сәтбаев көш. 28, тел.: 87711017474, e-mail: yerke.talzhanov@mail.ru.

Тореханов Айбын Адепханович* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Председатель Правления, ТОО «КазНИИЖуК», Республика Казахстан, 050035, г. Алматы, ул. Жандосова 51, тел.: 87788287788, e-mail: torehanov.aibyn@mail.ru.

Кожанов Жасулан Ертаевич – магистр ветеринарных наук, зав. отделом коневодства и верблюдоводства, ТОО «КазНИИЖуК», Республика Казахстан, 050035, г. Алматы, ул. Жандосова 51, тел.: 87010331117, e-mail: zhassulan_888@mail.ru.

Қайыпбай Берікжан Балапанович – доктор ветеринарных наук, Руководитель Костанайской областной территориальной инспекции Комитета ветеринарного контроля и надзора МСХ РК, Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая 34, тел.: 87776377177, e-mail: berikzhan_7@mail.ru.

Талжанов Еркебұлан Айтқазыевич – PhD, Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации, Республика Казахстан, 08000, г.Тараз, ул. Сатпаева 28, тел.: 87711017474, e-mail: yerke.talzhanov@mail.ru.

Torekhanov Aibyn Adepkhanovich* – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chairman of the Board, Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging LLP, Republic of Kazakhstan, 050035, Almaty, 51 Zhandossov Str., tel.: 87788287788, e-mail: torehanov.aibyn@mail.ru.

Kozhanov Zhassulan Yertayevich – Master of Veterinary Sciences, Head of the Department of horse and camel breeding, Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging LLP, Republic of Kazakhstan, 050035, Almaty, 51 Zhandossov Str., tel.: 87010331117, e-mail: zhassulan_888@mail.ru.

Kaiypbay Berikzhan Balapanovich – Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Kostanay regional territorial inspection of the Committee for veterinary control and supervision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel.: 87776377177, e-mail: berikzhan_7@mail.ru.

Talzhanov Yerkebulan Aitkazyevich – PhD, Kazakh National University of Water Resources and Irrigation, Republic of Kazakhstan, 080000, Taraz, 28 Satpayev Str., tel.: 87711017474, e-mail: yerke.talzhanov@mail.ru.

МРНТИ 68.29.19

УДК 633.11: 630*232.323.3

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531263>

РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ СЕВА НА ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Тулаев Ю.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель научного мероприятия, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева», п. Научный, Акмолинская область, Республика Казахстан.

Тулькубаева С.А.* – доктор сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор, ученый секретарь, ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное», с. Заречное, Костанайская область, Республика Казахстан.

Сомова С.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории точного и органического земледелия, ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное», с. Заречное, Костанайская область, Республика Казахстан.

Выбор срока посева сельскохозяйственных культур является агротехническим приёмом, позволяющим ставить растения в течение всего периода вегетации в определённые условия произрастания, что оказывает существенное влияние на их продуктивность. Цель работы – выявить оптимальные сроки посева яровой пшеницы, возделываемой третьей культурой после пара (стерневой фон), обеспечивающие подходящие условия для роста и развития растений (температура воздуха, осадки), высокий уровень урожайности и качество продукции в условиях меняющегося климата Северного Казахстана. По результатам исследований выявлено, что наилучшие условия для яровой пшеницы, возделываемой по стерневому предшественнику, а именно рост и развитие по изучаемым вариантам в 2023 г. были отмечены на сроках посева, начиная с 25 мая. Максимальная урожайность яровой пшеницы в зависимости от сроков сева наблюдалась при посеве 27 мая – 24,06 ц/га, 30 мая – 23,55 ц/га и 05 июня – 22,55 ц/га, что превысило контрольный вариант – срок посева 15 мая на 11,10 ц/га, 10,59 ц/га и 9,5 ц/га соответственно. С учётом сложившихся погодных условий в августе и сентябре 2023 г. стоит отметить максимальные показатели качества зерна яровой пшеницы при посеве 05 июня: количество протеина в зерне составило 15,2%, содержание клейковины – 27,3%.

Ключевые слова: яровая пшеница, срок посева, стерневой предшественник, вегетационный период, урожайность, качество зерна.

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚАРА ТОПЫРАҚТЫ ЖЕРЛЕРІНДЕ ЖАЗДЫҚ БИДАЙДЫҢ ӘРТҮРЛІ СЕБУ МЕРЗІМДЕРІНДЕГІ ӨСУІ МЕН ӨНІМДІЛІГІ

Тулаев Ю.В. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ғылыми іс-шараның жетекшісі, «А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Научный кенті, Ақмола облысы, Қазақстан Республикасы.

Тулкубаева С.А.* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, ғылыми хатшы, «Заречное» ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Заречное ауылы, Қостанай облысы, Қазақстан Республикасы.

Сомова С.В. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, нақты және органикалық егіншілік зертханасының аға ғылыми қызметкері, «Заречное» ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Заречное ауылы, Қостанай облысы, Қазақстан Республикасы.

Ауыл шаруашылығы дақылдарды себу мерзімін таңдау агротехникалық әдіс болып табылады, бұл өсімдіктерді бүкіл вегетациялық кезеңде белгілі бір өсу жағдайларына қоюға мүмкіндік береді, бұл олардың өнімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Жұмыстың мақсаты – өсімдіктердің өсуі мен дамуы үшін қолайлы жағдайларды (ауа температурасы, жауын-шашын), Солтүстік Қазақстан климаттың өзгеруі жағдайында өнімділіктің жоғары деңгейін және өнім сапасын қамтамасыз ететін, сүрі жерден кейін үшінші дақылмен өсірілетін жаздық бидайды егудің оңтайлы мерзімдерін анықтау. Зерттеу нәтижелері бойынша алдыңғы сабан өріс бойынша өсірілетін жаздық бидай үшін ең жақсы жағдайлар, атап айтқанда зерттелетін нұсқалар бойынша өсу мен даму 2023 ж. 25 мамырдан бастап егу мерзімдерінде атап өтілгені анықталды. Егіс мерзіміне байланысты жаздық бидайдың максималды өнімділігі 27 мамырда – 24,06 ц/га, 30 мамырда – 23,55 ц/га және 05 маусымда – 22,55 ц/га егу кезінде байқалды, бұл 15 мамырда себу мерзімі бақылау нұсқасынан асып түсті – 11,10 ц/га, 10,59 ц/га және 9,5 ц/га тиісінше. 2023 ж. тамыз және қыркүйек айларында қалыптасқан ауа райы жағдайларын ескере отырып 05 маусымда егу кезінде жаздық бидай дәнінің максималды сапа көрсеткіштерін атап өткен жөн: дәндегі ақуыз мөлшері 15,2%, ақуыз мөлшері 27,3% құрады.

Түйінді сөздер: жаздық бидай, себу мерзімі, алдыңғы сабан өріс, вегетациялық кезең, өнімділік, астық сапасы.

DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT AT VARIOUS SOWING TIMES ON CHERNOZEM SOILS OF THE NORTHERN KAZAKHSTAN

Tulayev Yu.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Scientific Event Manager, A.I.Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, Nauchnyi village, Akmola region, Republic of Kazakhstan.

Tulkubayeva S.A.* – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Scientific Secretary, Agricultural experimental station “Zarechnoye” LLP, Zarechnoye village, Kostanay region, Republic of Kazakhstan.

Somova S.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Precision and Organic Farming, Agricultural experimental station “Zarechnoye” LLP, Zarechnoye village, Kostanay region, Republic of Kazakhstan.

The choice of sowing time for agricultural crops is an agrotechnical practice that allows plants to be placed under specific growing conditions throughout the entire vegetation period, which has a significant impact on their productivity. The research purpose is to identify the optimal sowing dates for spring wheat,

cultivated as a third crop after fallow (stubble background), providing suitable conditions for plant growth and development (air temperature, precipitation), high yields and product quality in a changing climate of the Northern Kazakhstan. The research findings identified the best conditions for spring wheat cultivated on a stubble predecessor, namely, growth and development according to the studied options in 2023, were noted at sowing dates starting from May 25. The highest yield of spring wheat, depending on the sowing date, was observed when sown on May 27 (24.06 c/ha), May 30 (23.55 c/ha), and June 5 (22.55 c/ha), which exceeded the control variant (sowing on May 15) by 11.10 c/ha, 10.59 c/ha, and 9.50 c/ha, respectively. Considering the weather conditions observed in August and September 2023, it is noteworthy that the highest grain quality of spring wheat was recorded for the June 5 sowing date: the protein content in the grain reached 15.2%, while gluten content amounted to 27.3%.

Key words: spring wheat, sowing time, stubble predecessor, vegetation period, yield, grain quality.

Введение. Пшеница – зерновая культура, занимающая ключевое место в экономике ряда стран мира. Казахстан известен на мировом рынке как страна-экспортер пшеницы. Пшеница играет решающую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны [1, с.95].

В настоящее время в научном сообществе формируется понимание того, что климатические изменения оказывают значительное влияние на урожайность и качество готовой продукции сельскохозяйственных культур. Это понимание предполагает, что исследования последствий изменения климата должны уделять особое внимание изучению влияния экстремальных климатических явлений на рост сельскохозяйственных культур [2, с.5]. Без изучения поведения растений в режиме циклических колебаний климата не удастся разработать систему рационального природопользования и повысить эффективность растениеводства [3, с.137].

Современный опыт земледелия показывает возможность повышения продуктивности и качества яровой пшеницы в непростых погодных условиях [4, с.160]. Правильный подбор срока посева позволяет растениям пройти фенологические фазы роста и развития в лучшие периоды влагообеспеченности посевов и гарантирует формирование высоких урожаев и качественных семян [5, с.172; 6, с.13; 7, с.22]. На длительность вегетационного периода влияют множество факторов: температурные показатели и их колебания, количество осадков, длительность светового дня, географические и погодные условия [8, с.19].

В условиях Северного Казахстана в первом минимуме чаще всего находится влага, поэтому оптимальный срок посева яровой пшеницы является одним из важных приемов рационального использования влаги и повышения урожая [9, с.96].

Влияние сроков посева на урожайность зерна составляет около 10%, по сравнению с сортом (1%), а остальная часть связана с неуправляемыми факторами местоположения и временем года [10, с.958]. При выборе срока посева необходимо иметь в виду, что диапазон этот может быть довольно большим, поскольку сорта по своим биологическим особенностям имеют существенные различия [11, с.43]. При правильно выбранном сроке посева уровень урожайности может возрасти почти в два раза [12, с.60].

Цель работы – выявить оптимальные сроки посева яровой пшеницы, возделываемой третьей культурой после пара (стерневой фон), обеспечивающие подходящие условия для роста и развития растений (температура воздуха, осадки), высокий уровень урожайности и качество продукции в условиях меняющегося климата Северного Казахстана.

Задачи:

1. Провести фенологические наблюдения за развитием яровой пшеницы в зависимости от сроков посева и метеоусловий года исследований.
2. Провести анализ урожайности яровой пшеницы, посеянной в различные сроки сева по стерневому предшественнику.
3. Определить показатели качества яровой пшеницы в зависимости от сроков посева.

Материалы и методы. Исследования проводились на опытных участках ТОО «СХОС «Заречное», близ с. Заречное, которые расположены на полого-наклонной равнине верхней надпойменной террасе правого берега р. Тобол, сложенной четвертичными аллювиальными отложениями, супесями, песками, глинистыми песками, суглинками и глинами. Исследуемый участок длительное время используется в сельскохозяйственном производстве, а, начиная с 2001 г., на данном участке проводится возделывание культур в системе сберегающего земледелия.

Возделывание яровой пшеницы проводилось по технологии нулевой обработки почвы. Посев выполнялся сеялками, оборудованными анкерными сошниками системой точного дозирования FreeSelect. В опыте возделывался сорт яровой пшеницы Омская 18.

В опыте изучались сроки посева яровой пшеницы, возделываемой третьей культурой после пара (стерневой фон): 15 мая (контроль), 18 мая, 22 мая, 25 мая, 27 мая, 30 мая, 05 июня. Опытные деланки (севооборотные поля) имеют размеры 100×80 м = 8000 м². Повторность опыта 3-кратная.

Фенологические наблюдения проводились дистанционно и с применением портативных приборов GreenSeeker, N-tester и глазомерно, предусмотренные соответствующими методиками (Майсuryн Н.А., 1964; Горин А.П., Дунин М.С., Коновалов Ю.Б. и др., 1968).

Агрометеорологические наблюдения выполнялись самостоятельно с использованием показаний автоматической метеостанции Cairros и по данным метеопоста Костанай РГП «Казгидромет». Измерялись среднесуточная температура воздуха и сумма эффективных температур. В течение вегетации проводился учёт количества выпадения осадков.

Отбор снопов растений для определения величины урожая, продуктивности растений и структуры органической массы выполнялся в двух повторностях опыта.

Учёт урожая и отбор проб зерна проводились для определения его влажности, засорённости, массы 1000 семян, пищевых достоинств.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась по Б.А. Доспехову. Для всех данных принят уровень значимости 5% ($P_{0,05}$).

Нами осуществлён мониторинг погодных условий 2023 г., в том числе выпадения осадков в зоне проведения исследований с применением автоматической метеостанции Cairros (рисунок 1).



Рисунок 1 – Распределение осадков по декадам с апреля по август, 2023 г.

Данные мониторинга за осадками указывают на крайне неблагоприятные условия, поскольку в период созревания урожая выпало 293% от среднегодовое нормы осадков, что в сумме с продолжившимися осадками сентября осложнило уборку зерновых и в значительной степени снизило качественные показатели. Кроме того, на ранних и средних оптимальных сроках посева (период до 27 мая) отмечено прорастание зерна в колосе на корню, что также указывает на сложность ситуации, сложившейся в период уборочной кампании 2023 г.

Результаты и обсуждение. В 2023 г. продолжен опыт по выявлению оптимальных сроков сева яровой пшеницы при сберегающей технологии возделывания. В связи с этим нами в период вегетации проводились наблюдения с определением фаз развития растений и занесением в журнал. Данные по фенологическим наблюдениям, полученные в условиях 2023 г. по стерневому фону, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Наступление фаз развития яровой пшеницы в зависимости от сроков посева, 2023 г.

Срок посева	Всходы	Кушение	Выход в трубку	Колошение	Цветение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость
15 мая (К)	24.05	10.06	21.06	09.07	16.07	31.07	06.08	17.08
18 мая	26.05	11.06	22.06	12.07	20.07	01.08	08.08	19.08
22 мая	31.05	13.06	24.06	14.07	23.07	03.08	12.08	23.08
25 мая	03.06	15.06	27.06	17.07	28.07	05.08	15.08	25.08
27 мая	05.06	17.06	28.06	19.07	30.07	08.08	18.08	27.08
30 мая	08.06	20.06	30.06	22.07	02.08	12.08	23.08	31.08
05 июня	14.06	01.07	07.07	26.07	08.08	17.08	31.08	06.09

Анализируя данные фенологических наблюдений на яровой пшенице, стоит отметить, что длина вегетационного периода, а, следовательно, и время наступления большинства фаз развития культуры, зависят от срока посева и условий года. В средний по увлажнению 2023 г. рост и развитие яровой пшеницы протекали с незначительными отклонениями, при этом наступление фаз развития, начиная с выхода в трубку, несколько более затяжным было на сроках, начиная с 25 мая. При этом чрезмерно увлажнённый август на наш взгляд позволил максимально раскрыть потенциал оптимальных сроков посева и по уровню урожая они оказались лучшими.

Установлено, что предшественник влияет на развитие культуры и урожай лишь отчасти, только в благоприятные по осадкам годы, а в сухие его роль резко возрастает.

Исследования, проведенные в 2006-2011 гг., доказали, что гарантом сохранения плодородия, эрозионно-устойчивым предшественником, позволяющим в остро засушливые годы получать стабильно высокие урожаи является гербицидный пар. Однако наиболее распространённым в зоне проведения исследований является стерневой предшественник, поэтому важно мониторить возможные отклонения в урожайности в условиях изменения климата для формирования оптимальных рекомендаций производству (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от сроков посева по стерневому предшественнику, 2023 г.

Место пшеницы в севообороте	Срок посева	Урожай зерна пшеницы, ц/га			
		I	II	III	среднее
Стерневой предшественник	15 мая (К)	11,77	13,50	13,62	12,96
	18 мая	9,90	10,62	10,68	10,40
	22 мая	18,56	20,14	19,30	19,33
	25 мая	20,40	23,35	21,74	21,83
	27 мая	22,20	26,98	22,99	24,06
	30 мая	23,76	24,66	22,24	23,55
	05 июня	19,67	23,16	24,82	22,55
НСР ₀₅ = 2,26					

Анализируя данные, полученные по урожайности яровой пшеницы по различным срокам посева, стоит отметить, что наилучшими сроками посева в условиях 2023 г. с ранней сухой весной и стабильными осадками, начиная со второй половины июня по конец июля, оказались сроки с 22 мая по 05 июня.

Несомненно, различия в урожайности культур, приведенные выше, дополняют показатели качества зерна, влияющие на конечную стоимость продукции (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели качества зерна яровой пшеницы в зависимости от сроков посева, 2023 г.

Поле севооборота	Срок посева	Протеин, %	Клейковина, %	Натура зерна, г/л	Класс качества
Стерневой предшественник	15 мая (К)	14,3	26,2	753	II
	18 мая	14,4	25,5	771	II
	22 мая	14,3	25,9	761	II
	25 мая	14,2	25,9	756	II
	27 мая	13,6	24,8	747	III
	30 мая	13,3	24,3	765	III
	05 июня	15,2	27,3	769	II

Данные по показателям качества зерна пшеницы в зависимости от сроков сева в 2023 г., позволяют сделать вывод, что в условиях года образцы, полученные при посеве 27 и 30 мая, относились к третьему классу по качеству. Некоторое снижение обусловлено осадками конца августа и сентября, которые привели к снижению показателей. Зерно яровой пшеницы, полученное при возделывании на сроках сева в период с 15 по 25 мая и 05 июня, имели второй класс качества.

Заключение. В целом стоит отметить, что наилучшие условия для яровой пшеницы, возделываемой по стерневому предшественнику, а именно рост и развитие по изучаемым вариантам в 2023 г., были отмечены на сроках посева, начиная с 25 мая.

Кроме того, в 2023 г. наиболее продуктивными были посевы яровой пшеницы, проведенные с 27 мая по 05 июня. Максимальная урожайность яровой пшеницы в зависимости от сроков сева отмечена при посеве 27 мая – 24,06 ц/га, 30 мая – 23,55 ц/га и 05 июня – 22,55 ц/га, что превысило контрольный вариант – срок посева 15 мая на 11,10 ц/га, 10,59 ц/га и 9,5 ц/га соответственно.

В то же время применение ранних сроков посева в 2023 г. в условиях производства не позволило получить зерно, отвечающее высоким классам по качеству, так как невозможно было убрать все высеянные площади по Костанайской области, что привело к получению внеклассного зерна с проклюнувшимся зародышем и низким числом падения.

В наших опытах на изучаемых сроках посева яровой пшеницы обильные осадки, выпавшие в период созревания и уборки зерна, снизили качество продукции. Так, зерно II класса качества получено при посеве с 15 по 25 мая, а также 05 июня. Более низкое по качеству зерно III класса наблюдалось на сроках посева 27 и 30 мая. С учётом сложившихся погодных условий в августе и сентябре 2023 г., стоит отметить максимальные показатели качества зерна яровой пшеницы при посеве 05 июня: количество протеина в зерне составило 15,2%, содержание клейковины – 27,3%.

Благодарности. Статья подготовлена в рамках программно-целевого финансирования МСХ РК на 2024-2026 гг. 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» (BR22885719).

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Закиева, А.А. Шетелдік селекцияның бидай сорттарының бейімделу қабілетін бағалау** [Текст]: / А.А. Закиева, А.М. Токенова, А.О. Досмағанбетова, М.Е. Несіпхан // Многопрофильный научный журнал Костанайского регионального университета им. А. Байтурсынова «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – 2024. – №4. – С.95-100. https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_95.
2. **Ермакова, О.В. Структура урожая яровой мягкой пшеницы в зависимости от сроков посева** [Текст]: / О.В. Ермакова, С.Н. Яценко // В сборнике: Стратегические ресурсы тюменского АПК: люди, наука, технологии. Сборник трудов LIX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Тюмень, 2024. – С.5-11.
3. **Василевский, В.Д. Зависимость срока посева мягкой яровой пшеницы от динамики солнечной активности в южной лесостепи Западной Сибири** [Текст]: / В.Д. Василевский, Е.С. Кузьмина // В сборнике: Аграрная наука в реализации доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. Сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвящённой 100-летию основания отдела земледелия СибНИИСХ. – Омск, 2024. – С.137-144.
4. **Батудаев, А.П. Научные исследования сроков посева яровой пшеницы в условиях Забайкалья** [Текст]: / А.П. Батудаев, Б.С. Цыдыпов, В.А. Соболев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – №2 (59). – С.160-168.
5. **Тулькубаева, С.А. Влияние сроков посева на засорённость и урожайность чечевицы в условиях Северного Казахстана** [Текст]: / С.А. Тулькубаева, Ю.В. Тулаев, А.Б. Абуова, А.У. Бугубаева // Многопрофильный научный журнал Костанайского регионального университета им. А. Байтурсынова «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – 2023. – №2. – С.172-179. https://doi.org/10.52269/22266070_2023_2_172.
6. **Сапега, В.А. Урожайность и параметры адаптивности сортов яровой пшеницы при различных сроках посева** [Текст]: / В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №10 (156). – С.13-18.
7. **Султанов, Ф.С. Продуктивность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы в зависимости от норм высева и сроков посева** [Текст]: / Ф.С. Султанов, А.А. Юдин, О.Б. Габдрахимов, В.В. Красношапка // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т.33. – №6. – С.22-25.
8. **Бутковская, Л.К. Влияние сроков посева на вегетационный период сортов яровой пшеницы различных групп спелости** [Текст]: / Л.К. Бутковская, О.К. Крылова, В.Е. Мудрова // Зерновое хозяйство России. – 2023. – Т.15. – №5. – С.19-23.
9. **Лутченко, Ж.И. Зависимость вегетационного периода и урожайности яровой пшеницы от срока посева в условиях изменяющегося климата** [Текст]: / Ж.И. Лутченко, О.Ю. Соловьёв, Е.Н. Федоренко, И.А. Евсеенко // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2022. – №4-2 (115). – С.96-105.
10. **Sharma, D.L. Variability of optimum sowing time for wheat yield in Western Australia** [Text]: / D.L. Sharma, M.F. D'Antuono, W.K. Anderson, B.J. Shackley, C.M. Zaicou-Kunesch, M. Amjad // Australian Journal of Agricultural Research. – 2008. – Vol.59 (10). – P.958-960.
11. **Поползухин, П.В. Оптимизация срока посева для получения высокой продуктивности качественных семян твердой пшеницы** [Текст]: / П.В. Поползухин, Ю.Ю. Паршуткин, В.Д. Василевский, Н.А. Поползухина // Вестник Омского ГАУ. – 2020. – №4 (40). – С.43-52.
12. **Евдокимов, М.Г. Усовершенствование элементов технологии получения качественного зерна и семян твердой яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Омской области: методические указания** [Текст]: / М.Г. Евдокимов, П.В. Поползухин, Ю.В. Колмаков, В.Д. Василевский, В.С. Юсов, Ю.Ю. Паршуткин – Омск, 2020. – 60 с.

REFERENCES:

1. Zakieva, A.A., Tokenova, A.M., Dosmaganbetova, A.O., Nesiphan, M.E. Sheteldik selekcijanyñ bidaj sortarynyñ bejimdele kabiletin bagalau [Evaluation of adaptive capabilities of wheat varieties of foreign selection]. *3i: intellect, idea, innovation*, 2024, no. 4, pp. 95-100. https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_95. (In Kazakh)
2. Ermakova O.V., Yashhenko S.N. Struktura urozhaya yarovoj myagkoj pshenicy' v zavisimosti ot srokov poseva [Yield formula of spring soft wheat depending on the sowing time]. *Strategicheskie resursy' tyumenskogo APK: lyudi, nauka, tehnologii. Sbornik trudov LIX mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molody'h uchyony'h*, Tyumen, 2024, pp. 5-11. (In Russian)
3. Vasilevskij, V.D., Kuzmina, E.S. Zavisimost' sroka poseva myagkoj yarovoj pshenicy' ot dinamiki solnečnoj aktivnosti v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [Dependence of the sowing time of soft spring wheat on the dynamics of solar activity in the southern forest-steppe of Western Siberia]: *Agrarnaya nauka v realizacii doktriny' prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii. Sbornik statej Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhyonnoj 100-letiyu osnovaniya otdela zemledeliya SibNIIISH*, Omsk, 2024, pp.137-144. (In Russian)
4. Batudaev A.P., Cydypov B.S., Sobolev V.A. Nauchny'e issledovaniya srokov poseva yarovoj pshenicy' v usloviyah Zabajkal'ya [Scientific research on the timing of sowing spring wheat in the conditions of Transbaikalia]. *Vestnik Burjatskoj gosudarstvennoj sel'skhoz'jajstvennoj akademii im. V.R. Filippova*, 2020, no.2 (59), pp. 160-168. (In Russian)
5. Tulkubaeva S.A., Tulaev Yu.V., Abuova A.B., Bugubaeva A.U. Vliyanie srokov poseva na zasoryonnost' i urozhajnost' chechevicy' v usloviyah Severnogo Kazakhstana [The influence of sowing dates on weed infestation and yield of lentils in Northern Kazakhstan]. *3i: intellect, idea, innovation*, 2023, no. 2, pp. 172-179. https://doi.org/10.52269/22266070_2023_2_172. (In Russian)
6. Sapega V.A., Tursumbekova G.Sh. Urozhajnost' i parametry adaptivnosti sortov yarovoj pshenicy' pri razlichnyh srokah poseva [Productivity and adaptability parameters of spring wheat varieties at different sowing dates]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 10 (156), pp.13-18. (In Russian)
7. Sultanov F.S., Yudin A.A., Gabdrahimov O.B., Krasnoshapko V.V. Produktivnost' i kachestvo zerna novykh sortov yarovoj pshenicy v zavisimosti ot norm vyseva i srokov poseva [Productivity and grain quality of new varieties of spring wheat depending on seeding rates and sowing dates]. *Dostizheniya nauki i tehniki APK*, 2019, vol.33, no. 6, pp. 22-25. (In Russian)
8. Butkovskaya L.K., Krylova O.K., Mudrova V.E. Vliyanie srokov poseva na vegetacionny'j period sortov yarovoj pshenicy' razlichny'h grupp spelosti [The influence of sowing dates on the vegetation period of spring wheat varieties of different maturity groups]. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 2023, vol.15, no. 5, pp.19-23. (In Russian)
9. Lutchenko Zh.I., Solovyov O.Yu., Fedorenko E.N., Evseenko I.A. Zavisimost' vegetacionnogo perioda i urozhajnosti yarovoj pshenicy' ot sroka poseva v usloviyah izmenyayushhegosya klimata [Dependence of the vegetation period and yield of spring wheat on the sowing date under changing climate conditions]. *Vestnik nauki Kazahskogo agrotehnicheskogo universiteta im. S. Seifullina*, 2022, no. 4-2 (115), pp. 96-105. (In Russian)
10. Sharma D.L., D'Antuono M.F., Anderson W.K., et al. Variability of optimum sowing time for wheat yield in Western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 2008, vol.59 (10), pp. 958-960.
11. Popolzuhin P.V., Parshutkin Yu.Yu., Vasilevskij, V.D., Popolzuhina, N.A. Optimizaciya sroka poseva dlya polucheniya vy'sokoj produktivnosti kachestvenny'h semyan tvrdoj pshenicy' [Optimization of sowing time to obtain high productivity of quality durum wheat seeds]. *Vestnik Omskogo GAU*, 2020, no.4 (40), pp. 43-52. (In Russian)
12. Evdokimov M.G., Popolzuhin P.V., Kolmakov Yu.V., et al. Usovershenstvovanie e'lementov tehnologii polucheniya kachestvennogo zerna i semyan tvrdoj yarovoj pshenicy' v usloviyah yuzhnoj lesostepi Omskoj oblasti: metodicheskie ukazaniya [Improving the elements of technology for obtaining high-quality grain and seeds of hard spring wheat in the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region: methodological instructions]. Omsk, 2020, 60 p. (In Russian)

Сведения об авторах:

Тулаев Юрий Валерьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель научного мероприятия, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева», Республика Казахстан, 021600, Акмолинская область, Шортандинский район, п. Научный, ул. Александра Бараева, 15, тел.: 87071288832, e-mail: yurii27@yandex.kz; <https://orcid.org/0000-0003-1065-8968>.

Тулкубаева Сания Абильтеевна* – доктор сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор, ученый секретарь, ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное»,

Республика Казахстан, 111108, Костанайская область, Костанайский район, с. Заречное, ул. Юбилейная, 12, тел.: 87476874419, e-mail: tulkubaeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1548-6982>.

Сомова Светлана Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории точного и органического земледелия, ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное», Республика Казахстан, 111108, Костанайская область, Костанайский район, с. Заречное, ул. Юбилейная, 12, тел.: 87087245074, e-mail: somik11-84@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1823-2240>.

Тулаев Юрий Валерьевич – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ғылыми іс-шараның жетекшісі, «А.И.Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 021600, Ақмола облысы, Шортанды ауданы, Научный кенті, Александр Бараев көш, 15, тел.: 87071288832, e-mail: yurii27@yandex.kz; <https://orcid.org/0000-0003-1065-8968>.

Тулкубаева Сания Абильтаявна* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, қауымдас-тырылған профессор, ғылыми хатшы, «Заречное» ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 111108, Қостанай облысы, Қостанай ауданы, Заречное ауылы, Юбилейная көш, 12, тел.: 87476874419, e-mail: tulkubaeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1548-6982>.

Сомова Светлана Владимировна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, нақты және органикалық егіншілік зертханасының аға ғылыми қызметкері, «Заречное» ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 111108, Қостанай облысы, Қостанай ауданы, Заречное ауылы, Юбилейная көш, 12, тел.: 87087245074, e-mail: somik11-84@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1823-2240>.

Tulayev Yuriy Valeriyevich – Candidate of Agricultural Sciences, Scientific Event Manager, A.I.Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, Republic of Kazakhstan, 021600, Akmola region, Shortandy district, Nauchnyi village, 15 Alexandr Barayev Str., tel.: 87071288832, e-mail: yurii27@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1065-8968>.

Tulkubayeva Saniya Abiltayevna* – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Scientific Secretary, Zarechnoye agricultural experimental station LLP, Republic of Kazakhstan, 111108, Kostanay region, Kostanay district, Zarechnoye village, 12 Yubileynaya Str., tel.: 87476874419, e-mail: tulkubaeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1548-6982>.

Somova Svetlana Vladimirovna – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Precision and Organic Farming, Zarechnoye agricultural experimental station LLP, Republic of Kazakhstan, 111108, Kostanay region, Kostanay district, Zarechnoye village, 12 Yubileynaya Str., tel.: 87087245074, e-mail: somik11-84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1823-2240>.

МРНТИ 68.35.13

УДК 528.9:633.11

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531270>

ГИС-МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NDVI В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Унышева Н.К.* – докторант кафедры землеустройства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Макенова С.К. – доктор PhD, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой землеустройства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Бабкенова Л.Т. – аспирант кафедры кадастр, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», г. Новосибирск, Российская Федерация.

В условиях усиливающейся климатической нестабильности и высокой агрорисковости производства в степной зоне Северного Казахстана задача оперативного прогнозирования урожайности пшеницы приобретает особую значимость. В настоящем исследовании создана пространственная модель оценки урожайности пшеницы с использованием данных дистанционного зондирования (NDVI), климатических и почвенных характеристик, цифровой модели рельефа и инструментов геоинформационного анализа в среде ArcGIS с применением инструментов пространственного анализа и конструктора ModelBuilder. Исследование выполнено на примере Айыртауского района Северо-Казахстанской области. Для оценки состояния посевов использовался вегетационный индекс NDVI, рассчитанный по спутниковым изображениям Sentinel-2. Интеграция с агроэстиметическими данными позволила получить пространственную характеристику урожайности: средняя