

УДК: 633.112.1:631.524.84(571.13)

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-379-2-81-86

Ю.В. Фризен ✉
Е.В. Некрасова
А.А. Гайвас

Омский государственный аграрный
университет им. П.А. Столыпина, Омск,
Россия

✉ yuv.friзен@omgau.org

Поступила в редакцию:
15.08.2023

Одобрена после рецензирования:
12.01.2024

Принята к публикации:
26.01.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-379-2-81-86

Yulia V. Friesen ✉
Ekaterina V. Nekrasov
Alexey A. Gaivas

Omsk State Agrarian University named
after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

✉ yuv.friзен@omgau.org

Received by the editorial office:
15.08.2023

Accepted in revised:
12.01.2024

Accepted for publication:
26.01.2024

Влияние отдельных элементов агротехнологии на продуктивность твердой пшеницы в южной лесостепи Омской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Для изготовления высококачественных макаронных изделий используют зерно твердой пшеницы. Улучшение ее продуктивности является актуальной задачей. Формирование мощной корневой системы — залог полноценного поступления питательных и пластических веществ в растение. Повышаются продуктивность, количество колосonoсных побегов. Растения становятся устойчивыми к неблагоприятным факторам окружающей среды, что важно для более прихотливой, чем яровая мягкая пшеница, яровой твердой пшеницы. Сроки посева и особенно внесение минеральных удобрений являются существенным фактором, влияющим не только на формирование отдельных элементов структуры урожая, из которых впоследствии складывается продуктивность растений, но и на формирование корневой системы. Для этого необходимо выбрать оптимальный срок посева, при котором критические фазы развития растений попадают под наиболее благоприятные агрометеорологические условия и формирование наиболее мощной корневой системы.

Результаты. Проведенные исследования позволяют рекомендовать наиболее оптимальные сроки посева и использования удобрений для обеспечения эффективности выращивания твердой яровой пшеницы. В засушливых условиях при посеве культуры без внесения удобрений наиболее эффективен посев во II декаде мая. При возможности внесения азотных и азотно-фосфорных удобрений посев яровой твердой пшеницы лучше проводить во II и III декадах мая.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, удобрения, урожайность, срок посева, корневая система, элементы агротехнологии

Для цитирования: Фризен Ю.В., Некрасова Е.В., Гайвас А.А. Влияние отдельных элементов агротехнологии на продуктивность твердой пшеницы в южной лесостепи Омской области. *Аграрная наука*. 2024; 379(2): 81–86.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-81-86>

© Фризен Ю.В., Некрасова Е.В., Гайвас А.А.

The influence of individual elements of agricultural technology on the productivity of durum wheat in the southern forest-steppe of the Omsk region

ABSTRACT

Relevance. For the manufacture of high-quality pasta, durum wheat grain is used. Improving the productivity of hard spring wheat is an urgent task. The formation of a powerful root system is the key to the full supply of nutrients and plastic substances to the plant. Increased productivity, the number of spike-bearing shoots. Plants become more resistant to adverse environmental factors, which is important for spring durum wheat, which is more demanding than spring soft wheat. The timing of sowing and especially the application of mineral fertilizers are a significant factor affecting not only the formation of individual elements of the crop structure, which subsequently form the productivity of plants, but also the formation of the root system. To do this, it is necessary to choose the optimal sowing time, at which the critical phases of plant development fall under the most favorable agrometeorological conditions and the formation of the most powerful root system.

Results. The conducted studies allow us to recommend the most optimal terms of sowing and the use of fertilizers to ensure the efficiency of growing durum spring wheat. In dry conditions, when sowing crops without applying fertilizers, sowing in the second ten days of May is most effective. If it is possible to apply nitrogen fertilizers and nitrogen-phosphorus fertilizers, it is better to sow durum spring wheat in the second and third decades of May.

Key words: spring durum wheat, fertilizers, productivity, sowing time, root system, elements of agricultural technology

For citation: Friesen Yu.V., Nekrasova E.V., Gaivas A.A. The influence of individual elements of agricultural technology on the productivity of durum wheat in the southern forest-steppe of the Omsk region. *Agrarian science*. 2024; 379(2): 81–86 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-81-86>

© Friesen Yu.V., Nekrasova E.V., Gaivas A.A.

Введение/Introduction

Пшеница — важнейшая сельскохозяйственная культура в мире. Ее потребляют в пищу свыше половины населения земного шара, среди зерновых она занимает ведущее место по площадям и валовому сбору зерна. Посевные площади пшеницы в России составляют около 40 млн га., валовые сборы — 40–50 млн т [1].

В последнее время сельхозтоваропроизводители проявляют повышенный интерес к возделыванию твердой пшеницы [2]. Зерно этой культуры является сырьем для изготовления высококачественных макаронных изделий, продуктов детского и диетического питания.

В Омской области для полного обеспечения зерном яровой твердой пшеницы (с учетом семенных и страховых фондов) площадь посева этой культуры должна составлять не менее 70 тыс. га, а для обеспечения северных регионов Западной Сибири и экспорта ее необходимо расширить до 100–120 тыс. га [3, 4].

Вследствие недостаточного производства зерна твердой пшеницы в последние годы большая часть макаронных изделий и круп изготавливается из зерна мягкой пшеницы, что существенно снижает их вкусовые, питательные и потребительские свойства [5, 6].

Ранее в южной лесостепи Западной Сибири проводились исследования отзывчивости яровой твердой пшеницы на внесение минеральных удобрений и изменение сроков ее посева. В результате было установлено, что оптимальные сроки посева данной культуры приходятся в большинстве лет на 15–25 мая [7, 8], а в отдельные годы наблюдается преимущество раннего (4–8 мая) [9], среднего (15–16 мая) [10, 11] или позднего (27 мая) [12, 13] сроков посева.

Однако в предыдущих исследованиях отсутствуют данные о развитии корневой системы культуры в зависимости от срока посева и внесения минеральных удобрений. При этом правильно выбранный срок посева на фоне минерального питания способствует мощному развитию корневой системы, что может благоприятно отразиться на формировании элементов продуктивности культуры [14–16].

Цель работы — определение влияния отдельных элементов агротехнологии на рост, развитие и продуктивность твердой пшеницы в южной лесостепи Омской области.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Полевой опыт был заложен в 2019–2021 гг. на учебно-опытном поле учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ, расположенном в южной части лесостепи Омской области, г. Омска.

Почва опытного участка — лугово-черноземная среднелесная малогумусовая среднесуглинистая.

Посев проводили в три срока сеялкой ССФК-7 с коэффициентом высева 4,0 млн всхожих зерен на 1 га на глубину 5–6 см с последующим прикатыванием почвы кольчато-шпоровыми катками. При посеве вносили удобрения.

В фазу кущения растения обрабатывали баковой смесью «Агритокс» 1 л/га (МЦПА), («Байер», Австрия) и «Пума Супер 100» 0,5 л/га (мефенпирдиэтил + феноксапроп-П-этил), («Байер», Россия). Предшественник — чистый пар.

Сорт твердой пшеницы Омский изумруд включен в Госреестр по Западно-Сибирскому региону, отличается высокой и стабильной продуктивностью, засухоустойчивостью, устойчивостью к болезням и хорошим качеством зерна.

Схема опыта

Фактор А — срок посева:

1. 13–15 мая (ранний срок посева).
2. 20–23 мая (средний срок посева).
3. 25 мая — 3 июня (поздний срок посева).

Фактор В — фон питания:

1. Контроль (без удобрений).
2. Карбамид 100 кг/га (N40).
3. Аммофос 100 кг/га (N12P52).

Морфобиологическую оценку корневой системы яровой твердой пшеницы проводили по методике CIMMYT¹. Оценки, учет и наблюдения проведены в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур². Математическая обработка данных, включающая перерасчет достоверности признака и корреляционный анализ, проведена по методике Б.А. Доспехова³ и в приложении Excel (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Погодные условия периода вегетации 2019 года можно охарактеризовать как засушливые (гидротермический коэффициент составлял 0,96), условия 2020 и 2021 годов — как очень засушливые (ГТК 0,65 и 0,64 соответственно)⁴.

В таких условиях показатель густоты стояния растений в период всходов культуры в опыте находился от 129,5 до 291,0 шт/м² (табл. 1).

В 2019 году более высокими показателями густоты стояния растений в период всходов отличались контрольные варианты при раннем и среднем сроках посева. При позднем сроке посева большая густота стояния растений отмечалась в варианте с внесением аммофоса (на 5,0–6,9% выше по сравнению с другими вариантами этого срока посева).

В условиях 2020 года, наоборот, при раннем и среднем сроках посева по количеству растений выделялись варианты с внесением аммофоса, а при позднем

Таблица 1. Полевая всхожесть яровой твердой пшеницы в зависимости от срока посева и фона питания

Table 1. Field germination of spring durum wheat depending on the sowing date and nutrition background

Срок посева	Фон питания	Густота стояния растений в период всходов, шт/м ²			Полевая всхожесть, %		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Ранний	контроль	236,0	268,0	243,0	59,0	67,0	60,8
	N ₄₀	206,2	247,0	204,2	51,6	61,8	51,1
	N ₁₂ P ₅₂	213,2	272,0	217,5	53,3	68,0	54,4
Средний	контроль	252,2	238,0	224,8	63,1	59,5	56,2
	N ₄₀	215,5	245,0	201,0	53,9	61,2	50,2
	N ₁₂ P ₅₂	129,5	260,0	215,5	32,4	65,0	53,9
Поздний	контроль	194,8	291,0	220,3	48,7	72,8	55,1
	N ₄₀	183,0	264,0	211,7	45,8	66,0	52,9
	N ₁₂ P ₅₂	224,7	282,0	215,5	56,2	70,5	53,9
HCP ₀₅ срок посева		31,9			8,1		
HCP ₀₅ фон питания		31,9			8,1		
HCP ₀₅ AB		55,3			14,0		

¹ Reynolds M.P., Ortiz-Monasterio J.I., McNab A. eds. Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D.F.: CIMMYT. 2001.

² Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: общая часть. Москва. 1985; 1: 269.

³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва. 1985; 321.

⁴ Агрометеорологический бюллетень. ФГБУ «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Омск. 2019–2021.

Таблица 2. Сохранность растений на дату уборки в зависимости от срока посева и фона питания

Table 2. The safety of plants at the date of harvest, depending on the sowing period and the background of nutrition

Срок посева	Фон питания	Густота стояния растений на дату уборки, шт/м ²			Сохранность растений на дату уборки, %		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Ранний	контроль	127,0	154,0	140,25	53,8	57,5	57,7
	N ₄₀	131,5	180,1	137,75	63,7	72,9	67,4
	N ₁₂ P ₅₂	133,2	168,3	137,5	62,5	61,9	63,2
Средний	контроль	129,5	172,0	150,0	51,3	72,3	66,7
	N ₄₀	135,8	187,0	143,5	63,0	76,3	71,4
	N ₁₂ P ₅₂	108,0	178,0	147,5	83,4	68,5	68,4
Поздний	контроль	128,0	171,0	118,0	65,7	58,8	53,6
	N ₄₀	132,0	189,0	127,5	72,1	71,6	60,2
	N ₁₂ P ₅₂	140,2	190,0	131,5	62,4	67,4	61,0
HCP ₀₅ срок посева		14,55			9,65		
HCP ₀₅ фон питания		14,55			9,65		
HCP ₀₅ AB		25,2			16,7		

сроке — контрольный вариант, значения которого на 1,5–4,5% превышали значения других вариантов этого срока посева.

В 2021 году большее количество растений в период всходов при всех сроках посева отмечалось на контроле — 243,0, 224,8 и 220,3 шт/м² соответственно.

От равномерности всходов зависят дальнейший рост и развитие растений. Полевая всхожесть характеризует количество всходов, выраженное в процентах к количеству высеванных всхожих семян. В данных исследованиях этот показатель во все годы и на всех вариантах был невысоким и составил от 32,4% (2019 год, средний срок посева с внесением аммофоса) до 72,8% (2020 год, поздний срок посева без удобрений).

В среднем за 2019–2021 гг. полевая всхожесть по всем срокам посева выше была в вариантах без внесения удобрений. Это можно объяснить тем, что при недостатке влаги внесенные при посеве удобрения карбамид и аммофос не дали положительного эффекта и даже несколько ослабили первоначальный рост и развитие растений.

Сохранность растений на дату уборки находилась от 51,3 до 83,4% (табл. 2), при этом сохранность растений всех сроков посева на удобренных фонах оказалась выше, чем в вариантах без внесения удобрений. Данный показатель в условиях 2020 года выше на 3,3%, чем в условиях 2019-го, и на 4,2% — 2021 года.

В 2019 году по показателю сохранности растений при раннем и позднем сроках посева выделялся вариант с внесением карбамидного удобрения (63,7% и 72,1% соответственно), а при среднем сроке посева — вариант с внесением аммофоса (83,4%).

В условиях 2020 года по всем срокам посева выше сохранность растений к уборке была в вариантах с внесением карбамида (72,9%, 76,3% и 71,6% соответственно). В 2021 году при раннем и среднем сроках посева большим процентом сохранившихся растений отличился вариант с внесением карбамидного удобрения (67,4% и 71,4% соответственно), а при позднем сроке — вариант с внесением аммофоса (61,0%).

Установлено, что у яровой твердой пшеницы полевая всхожесть семян не всегда определяет число растений к уборке. Только в 2019 году выявлена положительная корреляционная зависимость средней степени

Рис. 1. Корреляционная связь количества растений на дату уборки с густотой продуктивного стеблестоя

Fig. 1. Correlation between the number of plants on the date of harvesting and the density of productive stems

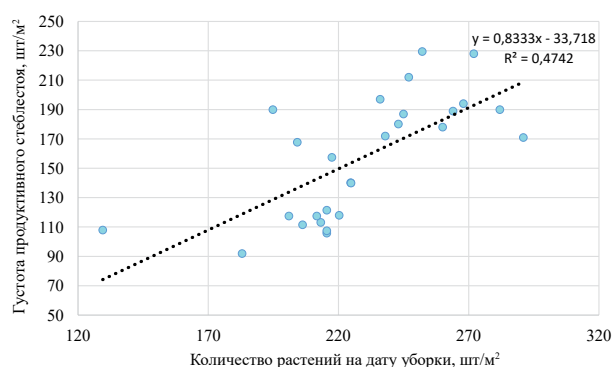
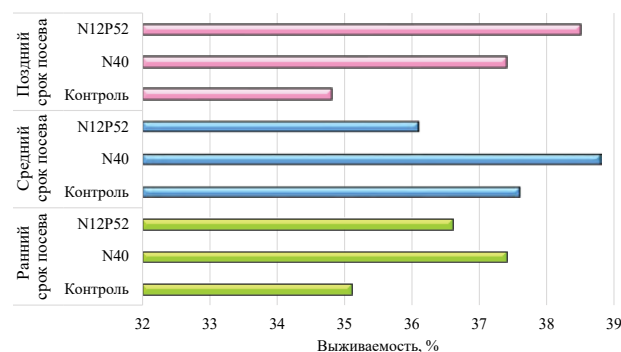


Рис. 2. Выживаемость растений яровой твердой пшеницы в зависимости от сроков посева и фона питания

Fig. 2. Survival of spring durum wheat plants depending on sowing time and the background of nutrition



($r = 0,51$) между количеством всходов и растений к моменту уборки на 1 м². В остальные годы исследований такая связь была слабой или отсутствовала. Причиной этого является слабая устойчивость яровой твердой пшеницы к стрессовым факторам в период вегетации культуры. Однако была установлена существенная связь средней степени между количеством растений на дату уборки и густотой продуктивного стеблестоя ($r = 0,69$) (рис. 1).

Полевая всхожесть и сохранность растений совместно характеризуют показатель выживаемости. В данных исследованиях в среднем по срокам посева низкой выживаемостью растений отличился контрольный вариант (рис. 2). Исключение составил средний срок посева, когда на контрольном варианте выживаемость оказалась выше на 1,5%, чем в варианте с внесением аммофоса. Варианты с минеральным питанием показывали более высокие проценты выживаемости растений. В среднем за 2019–2021 гг. этот показатель находился в пределах от 34,8 до 38,8%.

Наиболее высокие показатели выживаемости растений отмечались на всех фонах питания при среднем сроке посева. Данный показатель превысил на 1,0–2,0% выживаемость растений раннего и позднего сроков посева. Необходимо отметить, что варианты с внесением карбамида отличались более высокими показателями выживаемости растений. Исключение составил вариант с внесением аммофоса при позднем сроке посева.

Существенное влияние на рост, развитие и продуктивность растений оказывает развитие корневой системы (табл. 3).

Таблица 3. Морфофизиологическая оценка корневой системы яровой твердой пшеницы в зависимости от срока посева и фона питания

Table 3. Morphophysiological assessment of the root system of spring durum wheat depending on the sowing time and the background of nutrition

Срок посева	Фон питания	Длина главного корня, см	Суммарная длина корней, см	Площадь корневой системы, см ²	Объем корневой системы, см ³	Количество корневых волосков, шт.
2020 год						
Ранний	контроль	11,2	70,7	27,4	0,87	334,6
	N ₄₀	10,3	75,1	26,9	0,78	304,2
	N ₁₂ P ₅₂	13,1	86,5	38,3	1,36	547,0
Средний	контроль	11,5	65,4	27,1	0,91	296,4
	N ₄₀	11,4	75,4	28,5	0,86	393,4
	N ₁₂ P ₅₂	11,0	76,9	32,4	1,09	404,6
Поздний	контроль	11,7	76,1	26,1	0,72	330,6
	N ₄₀	10,3	76,4	25,2	0,69	335,0
	N ₁₂ P ₅₂	8,9	75,1	23,1	0,58	390,6
2021 год						
Ранний	контроль	12,6	142,9	55,3	1,72	1003,0
	N ₄₀	13,8	162,9	52,7	1,35	992,4
	N ₁₂ P ₅₂	11,1	172,9	57,2	1,54	1116,4
Средний	контроль	14,3	157,2	55,8	1,59	1155,2
	N ₄₀	15,3	193,8	68,7	1,95	1435,0
	N ₁₂ P ₅₂	14,8	141,4	53,3	1,54	924,2
Поздний	контроль	13,1	160,3	56,0	1,60	1050,2
	N ₄₀	14,0	151,5	52,9	1,55	1009,5
	N ₁₂ P ₅₂	15,9	195,4	70,2	1,85	1530,1

Длина главного корня и суммарная длина корней в условиях 2021 года в среднем на 30% превышают аналогичные показатели, полученные в условиях 2020 года. Это можно объяснить засушливыми условиями вегетационного периода 2021 года, растения сформировали длинные корни для поглощения труднодоступной влаги из глубоких слоев почвы. В таких условиях корни не только удлиняются в поисках более плодородных горизонтов, но и начинают интенсивно ветвиться, чтобы увеличить площадь всасывания.

По этой причине в 2021 году показатели площади и объема корневой системы выше, чем в 2020 году. Количество корневых волосков характеризует поглотительную способность корневой системы: чем их больше, тем выше поглотительная способность. Острожасушливые условия 2021 года способствовали образованию большего количества корневых волосков в сравнении

с 2020-м. В среднем в условиях 2020 года по морфофизиологическим параметрам развития корневой системы яровой твердой пшеницы выделился ранний срок посева, в условиях 2021 года — поздний.

Высокие показатели морфофизиологических параметров корневой системы чаще отмечались в вариантах с внесением аммофоса (в 60 случаях из 100). В вариантах с внесением карбамида частота лучшего развития параметров корневой системы составляет 23%, а на контрольном варианте — 16%.

При анализе зависимости выживаемости растений яровой твердой пшеницы от параметров развития корневой системы были установлены обратные корреляционные связи (рис. 3).

Это свидетельствует о том, что при сокращении количества растений на единице площади показатели всех исследуемых морфофизиологических параметров корневой системы увеличиваются. В конечном итоге

основным показателем, характеризующим условия роста и развития растений, является продуктивность. Показатель продуктивности культуры в опыте находился в пределах от 0,69 т/га (вариант с внесением карбамида при позднем сроке посева в 2021 году) до 3,24 т/га (вариант с внесением аммофоса при позднем сроке посева в 2020 году) (табл. 4).

Метеорологические условия периода вегетации 2020 года были более благоприятными по влагообеспечению, соответственно, и уровень продуктивности в этом году оказался выше, чем в 2019-м и 2021-м. Отсутствие дождей в период «всходы — кушение» и низкий уровень запасов продуктивной влаги в почве перед посевом существенно снизили урожайность культуры в среднем по опыту.

В среднем по срокам высева выделился вариант с ранним сроком, урожайность здесь составила 1,72 т/га,

Рис. 3. Корреляционная связь выживаемости растений с морфофизиологическими параметрами корневой системы яровой твердой пшеницы: ряд 1-й — длина главного корня, см; ряд 2-й — суммарная длина корней, см; ряд 3-й — площадь корневой системы, см²; ряд 5-й — количество корневых колосков, шт.

Fig. 3. Correlation of plant survival with morphophysiological parameters of the root system of spring durum wheat: row 1 — the length of the main root, cm; row 2 — the total length of the roots, cm; row 3 — the area of the root system, cm²; row 5 — the number of root spikelets, pcs.

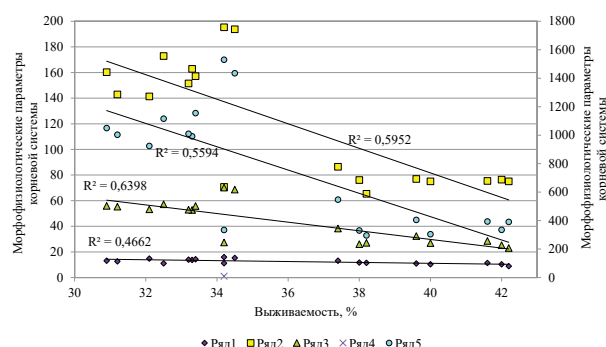


Таблица 4. Биологическая урожайность яровой твердой пшеницы в зависимости от элементов агротехнологии, т/га

Table 4. Biological yield of spring durum wheat depending on the elements of agricultural technology t/ga

Срок посева	Фон питания	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Ранний	контроль	1,40	1,41	2,19
	N ₄₀	2,38	1,30	1,55
	N ₁₂ P ₅₂	1,86	1,43	1,97
Средний	контроль	1,07	1,22	2,22
	N ₄₀	1,99	1,87	1,62
	N ₁₂ P ₅₂	1,14	1,78	2,27
Поздний	контроль	1,56	1,94	1,01
	N ₄₀	1,28	2,72	0,69
	N ₁₂ P ₅₂	0,96	3,24	0,70
Средняя		1,52	1,88	1,58
HCP ₀₅ срок посева		0,17		
HCP ₀₅ фон питания		0,11		

что на 0,03 т/га выше урожайности среднего срока посева и на 0,15 т/га выше урожайности позднего срока посева.

Следует отметить, что в засушливые годы при недостатке влаги минеральные удобрения практически не действовали, однако выпавшие осадки в июле — августе повлекли удлинение вегетационного периода растений позднего срока посева.

По урожайности контрольного варианта выделился ранний срок посева — 1,67 т/га, что на 0,17 т/га больше, чем при других сроках посева. При внесении аммофосного удобрения урожайность большей была при раннем сроке посева (на 0,02 т/га больше урожайности среднего срока посева и на 0,12 т/га — позднего срока). При внесении карбамида большая урожайность отмечалась при среднем сроке посева — 1,82 т/га, что выше на 0,08 т/га по сравнению с урожайностью посевов раннего срока высевы и на 0,26 т/га — позднего срока.

Выводы/Conclusion

Таким образом, в засушливых условиях периода вегетации внесение минеральных удобрений может снизить показатель всхожести яровой твердой пшеницы, но при этом способствует лучшей сохранности растений и увеличивает степень их выживаемости.

Внесение удобрения аммофос (100 кг/га) обеспечивает более мощное развитие корневой системы яровой твердой пшеницы. В целом в засушливых условиях у растений пшеницы наблюдается увеличение длины, объема, площади корневой системы и количества корневых волосков.

Уровень урожайности культуры зависит от фона питания на каждом сроке посева. Если в варианте без внесения удобрений лучшие показатели урожайности отмечаются при раннем сроке посева, то при посеве яровой твердой пшеницы с внесением азотных удобрений — при среднем сроке посева, а с внесением азотно-фосфорных удобрений — при раннем и позднем сроках посева.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Кузьменко Н.В., Муругова Г.А., Клыков А.Г., Коновалова И.В. Продуктивность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в условиях Приморского края. *Аграрная наука*. 2023; (9): 79–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-79-83>
- Рахимов А.Р. Влияние сроков посева и норм удобрений на рост, развитие и урожайность твердых сортов пшеницы. *Международный научный сельскохозяйственный журнал*. 2018; 1(1): 48–60. <https://elibrary.ru/xtbozv>
- Parshutkin Yu.Yu., Nikolaev P.N., Yusova O.A., Yusov V.S. Yield and quality of spring cereals depending on cultivation conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 624: 012172. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012172>
- Поползухин П.В., Паршуткин Ю.Ю., Василевский В.Д., Поползухина Н.А. Оптимизация срока посева для получения высокой продуктивности качественных семян твердой пшеницы. *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2020; (4): 43–52. <https://elibrary.ru/migqxl>
- Юсов В.С., Евдокимов М.Г., Татина Б.М. Изменчивость комбинационной способности твердой пшеницы в зависимости от условий выращивания. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012; 16(2): 451–454. <https://elibrary.ru/pbdbof>
- Волкова Е.В., Соловьева Ю.А., Соловьев А.В. Влияние минеральных удобрений на густоту всходов и сохранность растений яровой твердой пшеницы на дерново-подзолистой почве. *Вестник Российского государственного аграрного заочного университета*. 2021; (36): 6–13. <https://elibrary.ru/mjtboe>
- Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Пахотина И.В. Основные тенденции урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2021; (4): 33–41. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-4-33-41>
- Федянина И.Г., Данилова Е.Н., Фризен Ю.В. Формирование корневой системы и продуктивности яровой твердой пшеницы в зависимости от срока посева и внесения удобрений в условиях южной лесостепи Омской области. *Инновационные технологии пищевых производств. Материалы Международной научно-практической конференции*. Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. 2021; 39–45. <https://elibrary.ru/cqpyse>
- Каршиев А.Э., Бобомирзаев П.Х., Чориева М.М. Возможности выращивания твердой пшеницы в засушливых регионах. *Вестник науки и образования*. 2021; (10–3): 31–34 (на англ. яз.). <https://elibrary.ru/qvmqln>
- Рахимов А.Р., Холиков А.И. Влияние сроков посева и норм удобрений на урожайность и качество зерна интенсивных сортов твердой пшеницы на орошаемых землях. *Life sciences and agriculture*. 2020; (3): 34–40. <https://elibrary.ru/kyxouf>
- Измаилова Д.С., Изотов А.М. Влияние азотных удобрений и органоминеральных препаратов на урожайность и качество зерна твердой пшеницы. *Таврический вестник аграрной науки*. 2021; (1): 113–123. <https://elibrary.ru/lfpoot>
- Измаилова Д.С. Повышение урожайности и качества зерна *Triticum durum* путем внесения азотных удобрений и применения внекорневых подкормок. *Таврический вестник аграрной науки*. 2020; (3): 105–112. <https://elibrary.ru/aedddz>

REFERENCES

- Kuzmenko N.V., Murugova G.A., Klykov A.G., Konovalova I.V. Productivity of soft and hard spring wheat varieties under the conditions of Primorsky Krai. *Agrarian science*. 2023; (9): 79–83 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-79-83>
- Rakhimov A.R. Influence of sowing times and norms of fertilizers on growth, development and yield of sorts of durum wheat. *International Scientific Agricultural Journal*. 2018; 1(1): 48–60 (in Russian). <https://elibrary.ru/xtbozv>
- Parshutkin Yu.Yu., Nikolaev P.N., Yusova O.A., Yusov V.S. Yield and quality of spring cereals depending on cultivation conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 624: 012172. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012172>
- Popolukhin P.V., Parshutkin Yu.Yu., Vasilevsky V.D., Popolukhina N.A. Optimization of seeding time for obtaining high productivity of top-quality seeds of durum wheat. *Vestnik of Omsk SAU*. 2020; (4): 43–52 (in Russian). <https://elibrary.ru/migqxl>
- Yusov V.S., Evdokimov M.G., Tatina B.M. Variability of combining ability in durum wheat depending on growth conditions. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2012; 16(2): 451–454 (in Russian). <https://elibrary.ru/pbdbof>
- Volkova E.V., Solovieva Yu.A., Solovyova A.V. The effect of mineral fertilizers on the density of seedlings and the safety of spring durum wheat plants on sod-podzolic soil. *Herald of Russian state agrarian correspondence university*. 2021; (36): 6–13 (in Russian). <https://elibrary.ru/mjtboe>
- Evdokimov M.G., Yusov V.S., Pakhotina I.V. The main trends in yield and quality of grain of durum spring wheat in the Southern forest steppe of Western Siberia. *Bulletin of KrasGAU*. 2021; (4): 33–41. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-4-33-41>
- Fedyanina I.G., Danilova E.N., Friesen Yu.V. Formation of root system and productivity of spring hard wheat depending on term sowing and fertilizing in the conditions of the Southern forest-steppe of the Omsk region. *Innovative food production technologies. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 2021; 39–45 (in Russian). <https://elibrary.ru/cqpyse>
- Karshiev A.E., Bobomirzaev P.Kh., Chorieva M.M. Opportunities for growing durum wheat in dryland regions. *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2021; (10–3): 31–34. <https://elibrary.ru/qvmqln>
- Rakhimov A.R., Kholikov A.I. Impact of sowing dates and fertilizer rates on yield and grain quality of intensive triticum durum wheat varieties in irrigated lands. *Life sciences and agriculture*. 2020; (3): 34–40 (in Russian). <https://elibrary.ru/kyxouf>
- Izmailova D.S., Izotov A.M. Influence of nitrogen fertilizers and organic mineral preparations on the yield and grain quality of winter durum wheat. *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2021; (1): 113–123 (in Russian). <https://elibrary.ru/lfpoot>
- Izmailova D.S. Increasing yield and quality of *Triticum durum* grain by applying nitrogen fertilizers and foliar dressing. *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2020; (3): 105–112 (in Russian). <https://elibrary.ru/aedddz>

13. Мясникова М.Г., Мальчиков П.Н., Чакеева Т.В. Значимость компонентов урожайности сортов яровой твердой пшеницы из России и Казахстана. *Зерновое хозяйство России*. 2020; (5): 73–79. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-71-5-73-79>

14. Розова М.А., Зиборов А.И., Усенко В.И., Егиазарян Е.Е. Реакция сортов яровой твердой пшеницы на удобрения и нормы высева при возделывании по технологии No-till в степной зоне Алтайского края. *Достижения науки и техники АПК*. 2019; 33(10): 34–39. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11008>

15. Денисов К.Е., Поletaev И.С., Гераскина А.А., Никитин А.Н., Соловьева Е.Б. Эффективность применения различных удобрений при возделывании яровой твердой пшеницы. *Аграрный научный журнал*. 2023; (9): 66–70. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i9pp66-70>

16. Топеха Р.В., Рендов Н.А., Некрасова Е.В., Мозылева С.И. Оптимизация норм высева полбы в южной лесостепи Западной Сибири. *Аграрная наука в условиях глобальных вызовов мирового продовольственного кризиса: проблемы, тенденции, пути решений. Материалы Международной научной заочной конференции, посвященной 55-летию Сибирского научно-исследовательского института птицеводства. Омск: Омский государственный технический университет*. 2022; 497–501. <https://elibrary.ru/pzzmgq>

13. Myasnikova M.G., Malchikov P.N., Chakheeva T.V. The importance of the yield components of the spring durum wheat varieties from Russia and Kazakhstan. *Grain Economy of Russia*. 2020; (5): 73–79 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-71-5-73-79>

14. Rozova M.A., Ziborov A.I., Usenko V.I., Egiazaryan E.E. Reaction of Spring Durum Wheat Varieties to Fertilizers and its Seeding Rates when Cultivated Using No-Till Technology in the Steppe Zone of the Altai Territory. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2019; 33(10): 34–39 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11008>

15. Denisov K.E., Poletaev I.S., Geraskina A.A., Nikitin A.N., Solovyeva E.B. Efficiency of the application of various types of fertilizers in the cultivation of spring durum wheat. *The Agrarian Scientific Journal*. 2023; (9): 66–70 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i9pp66-70>

16. Topekha R.V., Rendov N.A., Nekrasova E.V., Mozyleva S.I. Optimization of sowing rates of spelt in the Southern forest-steppe of Western Siberia. *Agrarian science in the face of global challenges of the world food crisis: problems, trends, solutions. Proceedings of the International Scientific Correspondence Conference dedicated to the 55th anniversary of the Siberian Research Institute of Poultry Farming*. Omsk: Omsk State Technical University. 2022; 497–501 (in Russian). <https://elibrary.ru/pzzmgq>

ОБ АВТОРАХ

Юлия Валерьевна Фризен

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
yuv.frizen@omgau.org
<https://orcid.org/0000-0002-1122-5809>

Екатерина Викторовна Некрасова

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ev.nekrasova@omgau.org
<https://orcid.org/0000-0002-4821-9824>

Алексей Алексеевич Гайвас

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
aa.gayvas@omgau.org
<https://orcid.org/0000-0001-9203-5830>

Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина,
Институтская площадь, 1, Омск, 644008, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Julia Valerievna Frizen

Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor
yuv.frizen@omgau.org
<https://orcid.org/0000-0002-1122-5809>

Ekatereina Viktorovna Nekrasova

Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor
ev.nekrasova@omgau.org
<https://orcid.org/0000-0002-4821-9824>

Alexey Alekseevich Gaivas

Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor
aa.gayvas@omgau.org
<https://orcid.org/0000-0001-9203-5830>

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
1 Institutskaya Square, Omsk, 644008, Russia