

Зависимость семенной продуктивности яровой пшеницы от доз минеральных удобрений и норм высева

© 2021. Д. А. Кузнецов ✉, Г. Н. Ибрагимова

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В статье представлены результаты полевых исследований, проведенных в 2018-2020 гг. на черноземе выщелоченном лесостепи Поволжья. Объект исследований – сорта яровой пшеницы Тулайковская 10 (контроль), Йолдыз и Тулайковская 108. При нормах высева 5,0 и 5,5 млн всх. семян на 1 га изучали действие минеральных удобрений, которые были представлены полным минеральным удобрением NPK по 16 кг д. в. и подкормками минеральным азотным удобрением в фазу кущения в дозах 30, 60 и 90 кг д. в. /га на этом фоне. Увеличение нормы высева семян с 5,0 до 5,5 млн всх. семян/га привело к существенному приросту урожайности яровой пшеницы во все годы изучения (на 0,11-0,26 т/га), массы 1000 семян – на 1,44 г ($HSP_{05} = 1,14$), натуры зерна на 8 г/л ($HSP_{05} = 5$). Доказан эффект от подкормки азотными удобрениями – прибавки урожайности составили от 0,15 до 0,28 т/га в среднем за три года, максимальные от дозы 60 кг д. в. /га. Статистически значимое увеличение массы 1000 семян обеспечили азотные подкормки в дозах 60 и 90 кг д. в. /га – на 2,79 и 1,87 г соответственно ($HSP_{05} = 1,47$), натура зерна возросла при дозах 30, 60 и 90 кг д. в. /га соответственно на 34, 23 и 16 г/л ($HSP_{05} = 2$). Средняя урожайность сортов яровой пшеницы при выделенных сочетаниях факторов (5,5 млн всх. семян/га, N_{60}) находилась в пределах 2,64-2,70 т/га с массой 1000 зерен 44,03-44,56 г и натурой зерна 765-783 г/л. Изучаемые сорта различались по отзывчивости на азотную подкормку (N_{60} по фону NPK): Тулайковская 10 (+0,43 т/га), Тулайковская 108 (+0,39 т/га), Йолдыз (+0,24 т/га). Прибавки урожайности от увеличения нормы высева составили 0,20 (Йолдыз), 0,25 (Тулайковская 108) и 0,26 т/га (Тулайковская 10). В целом по опыту относительно контрольного сорта Тулайковская 10 выделился сорт Йолдыз со стабильной прибавкой урожайности по годам исследований (+0,08 т/га), статистически значимой в годы с недостаточным увлажнением. Сорт Йолдыз отличался повышенной рентабельностью возделывания – до 59,4 % при норме высева 5,5 млн всх. семян/га на фоне внесения минеральных удобрений $N_{16}P_{16}K_{16}$ под предпосевную культивацию.

Ключевые слова: сорта, норма высева, удобрения, урожайность, натура зерна

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № 0528-2019-0100).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кузнецов Д. А., Ибрагимова Г. Н. Зависимость семенной продуктивности яровой пшеницы от доз минеральных удобрений и норм высева. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(6):835-843. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.835-843>

Поступила: 16.03.2021

Принята к публикации: 23.11.2021

Опубликована онлайн: 15.12.2021

Dependence of spring wheat seed productivity on mineral fertilizer doses and seeding rates

© 2021. Dmitry A. Kuznetsov ✉, Galina N. Ibragimova

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The article presents the results of field studies conducted in 2018-2020 on the leached chernozem of the Volga forest-steppe. The objects of the research are the varieties of spring wheat Tulaykovskaya 10 (control), Yoldyz and Tulaykovskaya 108. At seeding rates of 5.0 and 5.5 million viable seeds per 1 ha the effect of mineral fertilizers was studied. The fertilizers were represented by a complete NPK mineral fertilizer of 16 kg a.i. and by top-dressing with mineral nitrogen fertilizer in the tillering phase at the doses of 30, 60 and 90 kg a.i./ha against this background. An increase in the seeding rate of seeds from 5.0 to 5.5 million seeds per 1 ha led to a significant increase in the yield of spring wheat in all years of study (by 0.11-0.26 t/ha), the weight of 1000 seeds – by 1.44 g ($LSD_{05} = 1.14$), the nature of grain – by 8 g/l ($LSD_{05} = 5$). The effect of top-dressing with nitrogen fertilizers has been proved – the increase in yield ranged from 0.15 to 0.28 t/ha over three years on the average, the maximum from a dose of 60 kg a.i. A statistically significant increase in the weight of 1000 seeds was provided by nitrogen fertilization in doses of 60 and 90 kg a.i./ha – by 2.79 and 1.87 g, respectively ($LSD_{05} = 1.47$), grain nature increased at doses of 30, 60 and 90 kg a.i./ha by 34, 23 and 16 g/l, respectively ($LSD_{05} = 2$). The average yield of spring wheat varieties with the selected combination of factors (5.5 million seeds/ha, N_{60}) was in the range of 2.64-2.70 t/ha with a mass of 1000 grains 44.03-44.56 g, the nature of grain 765-783 g/l. The studied varieties differed in responsiveness to nitrogen fertilization (N_{60} against the NPK background): Tulaykovskaya 10 (+0.43 t/ha), Tulaykovskaya 108 (+0.39 t/ha), Yoldyz (+0.24 t/ha). Increases in yield from an increase in the seeding rate were 0.20 (Yoldyz), 0.25 (Tulaykovskaya 108) and 0.26 t/ha (Tulaykovskaya 10). In general, according to the experiment relative to the control variety Tulaykovskaya 10, the variety Yoldyz stood out with a stable increase in yield over the years of research (+0.08 t/ha), statistically significant in years with insufficient moisture. The Yoldyz variety was distinguished by an

increased profitability of cultivation – up to 59.4 % at a seeding rate of 5.5 million viable seeds/ha against the background of applying mineral fertilizers $N_{16}P_{16}K_{16}$ for pre-sowing soil cultivation.

Keywords: varieties, seeding rate, fertilizers, yield, nature of grain

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0528-2019-0100).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Kuznetsov D. A., Ibragimova G. N. Dependence of spring wheat seed productivity on mineral fertilizer doses and seeding rates. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(6):835-843. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.835-843>

Received: 16.03.2021

Accepted for publication: 23.11.2021

Published online: 15.12.2021

В настоящее время возделывание сельскохозяйственных культур невозможно представить без применения минеральных удобрений, которые обеспечивают не только прибавку урожая, но и значительно повышают качество получаемой продукции. Азотные удобрения являются наиболее эффективными при выращивании зерновых культур, которые нуждаются в азотном питании с раннего периода развития растений [1, 2, 3]. Высокая требовательность яровой пшеницы по сравнению с другими зерновыми культурами к наличию питательных веществ в почве связана со слабым развитием её корневой системы и низкой усвояющей способностью корней [4].

В последние годы в связи с внедрением в производство ресурсосберегающих технологий затраты на приобретение семян стали основной статьёй расходов при возделывании полевых культур. Оптимальные нормы высева для яровых зерновых культур 4,5-5,0 млн всхожих семян на 1 га, которые были сформированы в период массовой интенсификации (1970-1980 гг.), в настоящее время не всегда оправданы. Многочисленные исследования по этому вопросу выявили сильную зависимость норм высева яровых культур от условий увлажнения и культуры земледелия [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Таким образом, совершенствование ключевых элементов технологии возделывания культуры в аспекте ресурсосбережения, широкое использование в производстве достижений современной селекции является одним из направлений в решении поставленной проблемы стабилизации производства яровой пшеницы [11].

Цель исследований – изучить влияние сочетания предпосевного внесения сложного минерального удобрения и подкормки мине-

ральным азотным удобрением на урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Новизна исследований состоит в научном обосновании применения азотных подкормок в технологии возделывания новых сортов яровой пшеницы при различных нормах высева.

Материал и методы. Исследования проводили на опытном поле Мордовского НИИСХ (филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока) в 2018-2020 гг. по методике Б. А. Доспехова¹. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя: содержание гумуса (по Тюрину) $9,1 \pm 0,2$ %; общего азота (по Кьельдалю) – $0,49 \pm 0,01$ %; подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) 210 ± 50 мг/кг почвы и 113 ± 14 мг/кг соответственно. Гидролитическая кислотность (по Каппену) составила $8,8 \pm 1,1$ ммоль/100 г почвы, сумма поглощенных оснований (по Каппену-Гильковицу) – $30,6 \pm 0,8$ ммоль/100 г почвы, степень насыщенности почвы основаниями – 77 ± 2 %, $pH_{\text{кел}}$ (потенциометрически) – $5,0 \pm 0,2$.

Схема опыта предусматривала изучение нижепредставленных вариантов.

Сорта яровой пшеницы (фактор А):

1. Тулайковская 10 (контроль).
2. Йолдыз.
3. Тулайковская 108.

Норма высева (фактор В):

1. 5,0 млн всх. семян на 1 га (контроль).
2. 5,5 млн всх. семян на 1 га.

Минеральные удобрения (фактор С):

1. $N_{16}P_{16}K_{16}$ (контроль).
2. $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{30}$.
3. $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{60}$.
4. $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{90}$.

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.

Площадь опытного участка – 0,1 га. Размер делянок I порядка – 115,2 м² (3,6×32,0 м), II порядка – 28,8 м² (3,6×8,0 м), III порядка – 14,4 м² (3,6×4,0 м). Повторность в опыте трехкратная, размещение вариантов систематическое.

Предшественником яровой пшеницы являлась озимая пшеница, выращенная по чистому пару. В опыте изучали сильные сорта яровой пшеницы с отличными хлебопекарными качествами. *Сорт Тулайковская 10* (контроль) – среднеспелый (78-85 дней), устойчивый к бурой ржавчине, засухе и полеганию, включен в Госреестр РФ с 2003 г. по Средневолжскому региону. *Новый сорт Тулайковская 108* – среднеспелый (74-85 дней), среднеустойчив к полеганию, засухоустойчивость на уровне и выше стандартов, восприимчив к пыльной и твердой головне, слабо поражается бурой ржавчиной и мучнистой росой, включен в Госреестр РФ с 2014 г. по Средневолжскому региону. *Новый сорт Йолдыз* – среднеспелый (78-95 дней), засухоустойчивый, умеренно устойчивый к бурой ржавчине, по устойчивости к полеганию уступает стандартам до 1 балла, включен с 2015 г. в Госреестр РФ по Волго-Вятскому, Центрально-Черноземному и Средневолжскому регионам.

Минеральные удобрения в форме азофоски с содержанием NPK по 16 % в дозе 1,5 ц/га вносили непосредственно под предпосевную культивацию почвы, аммиачную селитру во время вегетации (фаза начала кущения) вручную (поделяночно) в соответствии со схемой опыта.

Предпосевная обработка почвы заключалась в ранневесеннем бороновании и предпосевной культивации зяби. Посев проводили сеялкой СЗ-3,6 в первой декаде мая. После посева почву прикатывали. Агротехника в опыте, рекомендованная для условий Республики Мордовии², кроме изучаемых факторов. Учет урожая зерна проводили сплошным методом поделяночно комбайном «Сампо-500». Результаты переведены на 100 % чистоту и 14 % влажность. Урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований были не совсем благоприятными для роста и развития растений яровой пшеницы. В 2018 году за период вегетации средняя температура воздуха составила 18,3 °С (на 1,8 °С выше климатической

нормы), сумма эффективных температур – 1542 °С (на 149 °С выше нормы). В целом вегетационный период был сильно засушливым (ГТК = 0,5).

Вегетационный период 2019 года характеризовался типичными для данной зоны погодными условиями. Согласно гидротермическим коэффициентам, засушливыми условиями (от слабой до сильной засухи) характеризовались май, две первые декады июня и третья декада июля, переувлажненными условиями – третья декада июня, две первые декады июля и первая декада августа. Гидротермический коэффициент за весь период вегетации составил 0,8 (среднепогодный – 1,09) и свидетельствовал о слабой степени засухи.

Практически каждый год складывались экстремальные условия в отдельные фазы развития и этапы органогенеза растений. Не исключением был 2020 год, для которого была характерна ранняя, прохладная и дождливая весна и умеренно теплое лето. Майская, дождливая погода и недобор тепла создали условия для довольно сильного переувлажнения почвы, когда выпало 103 мм осадков при норме 37 мм (278 % от климатической нормы).

В первой декаде июня температура воздуха находилась на уровне среднепогодных значений, во второй декаде превысила их на 2,1 °С, в третьей, наоборот, была на 2,0 °С ниже нормы. По сумме осадков за этот месяц наблюдался дефицит 12 мм в сравнении со среднепогодными значениями. Температура воздуха в первой декаде июля была выше средней многолетней нормы, в последующих декадах месяца – ниже на 0,3-1,2 °С. По осадкам наблюдался дефицит (11 мм), особенно, в третьей декаде.

Результаты и их обсуждение. Исследования, проведенные ранее, показали, что при возделывании яровой пшеницы на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом в условиях лесостепи Среднего Поволжья максимальную прибавку семенной продуктивности обеспечивало внесение аммиачной селитры в фазу кущения культуры по фону внесения азофоски непосредственно под предпосевную культивацию [12].

В нашем продолжающемся опыте при анализе средних значений по изучаемым факторам отмечены следующие закономерности.

²Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовия. Под ред. А. М. Гурьянова. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003. 425 с.

Доказанный эффект от внесения доз азотных удобрений (фактор С) в фазу начала кущения яровой пшеницы наблюдали во все годы исследований (табл. 1). В 2020 году при благоприятных условиях увлажнения прибавки урожайности яровой пшеницы от применения доз азота были вдвое выше, чем в засушливом 2018 году (0,20-0,42 т/га

против 0,11-0,19 т/га). Максимальная прибавка урожайности яровой пшеницы получена от азотной подкормки в дозе 60 кг д. в. (0,28 т/га в среднем за три года). Дозы N₃₀ и N₉₀ были менее эффективными – прибавка урожайности относительно фонового внесения NPK составила 0,15 и 0,18 т/га соответственно.

Таблица 1 – Действие минеральных удобрений и норм высева на урожайность зерна сортов яровой пшеницы /
Table 1 – The effect of mineral fertilizers and seeding rates on the grain yield of spring wheat varieties

Фактор / Factor			Урожайность, т/га / Yield, t/ha			
сорт / variety (A)	норма высева / seeding rate (B)	удобрения / fertilizer (C)	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее / average
Тулайковская 10 (контроль) / Tulaykovskaya 10 (control)	5,0 млн всх. семян/га / 5.0 million viable seeds/ha	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	2,09	2,15	2,34	2,19
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	2,20	2,28	2,51	2,33
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	2,26	2,34	2,69	2,43
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₉₀	2,21	2,29	2,56	2,35
	5,5 млн всх. семян/га / 5.5 million viable seeds/ha	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	2,13	2,20	2,46	2,26
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	2,29	2,40	2,76	2,48
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	2,43	2,58	3,07	2,69
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₉₀	2,36	2,51	2,86	2,57
Йолдыз / Yoldiz	5,0 млн всх. семян/га / 5.0 million viable seeds/ha	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	2,19	2,26	2,46	2,30
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	2,26	2,34	2,57	2,39
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	2,33	2,41	2,77	2,50
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₉₀	2,24	2,33	2,61	2,39
	5,5 млн всх. семян/га / 5.5 million viable seeds/ha	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	2,31	2,39	2,68	2,46
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	2,39	2,51	2,89	2,60
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	2,44	2,59	3,08	2,70
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₉₀	2,37	2,52	2,87	2,59
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108	5,0 млн всх. семян/га / 5.0 million viable seeds/ha	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	2,08	2,14	2,33	2,18
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	2,19	2,27	2,50	2,32
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	2,22	2,30	2,65	2,39
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₉₀	2,15	2,23	2,50	2,29
	5,5 млн всх. семян/га / 5.5 million viableseeds/ha	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	2,12	2,19	2,45	2,25
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	2,22	2,33	2,68	2,41
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	2,39	2,53	3,01	2,64
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₉₀	2,30	2,44	2,78	2,50
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (част. разл. / particular differences)			0,15	0,16	0,21	0,19
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (сорт / variety)			0,05	0,07	0,10	0,09
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (норма высева / seeding rate)			0,06	0,08	0,14	0,11
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (удобрения / fertilizer)			0,02	0,03	0,12	0,09

Увеличение нормы высева семян с 5,0 до 5,5 млн всх. семян/га (фактор В) привело к существенным прибавкам урожайности яровой пшеницы во все годы изучения:

0,11 (2018 г.), 0,15 (2019 г.) и 0,26 т/га (2020 г.). В целом по опыту среди сортов яровой пшеницы (фактор А) относительно контрольного сорта Тулайковская 10 выделился сорт Йолдыз

со стабильной прибавкой урожайности по годам (+0,08 т/га), существенно значимой в 2018 и 2019 гг. ($НСР_{05}$ по фактору А – 0,05 и 0,07 соответственно).

Таким образом, при возделывании сортов яровой пшеницы статистически доказано преимущество нормы высева 5,5 млн всх. семян на га и азотной подкормки в дозе N_{60} . В среднем за три года изучения урожайность сортов яровой пшеницы в этих вариантах была примерно на одном уровне: 2,69 т/га (Тулайковская 10), 2,70 т/га (Йолдыз), 2,64 т/га (Тулайковская 108). Сорта по-разному реагировали на внесение N_{60} по фону $НРК$ при норме высева 5,5 млн всх. семян/га. Так, сорт Тулайковская 10 обеспечил прибавку 0,43 т/га, сорт Тулайковская 108 – 0,39 т/га, а сорт Йолдыз – только 0,24 т/га. Сорт Йолдыз имел статистически значимое преимущество по урожайности в относительно засушливые годы исследований, и, обладая более высоким адаптивным потенциалом, превышал урожайность остальных сортов в контрольных вариантах опыта (при норме высева 5,0 млн всх. семян/га, без подкормки азотом) на 0,11-0,12 ц/га в среднем за три года.

Выявленные сортовые различия позволяют дифференцированно подходить к выбору факторов, влияющих на урожайность яровой пшеницы. Например, при норме высева 5,5 млн всх. семян на гектар урожайность сорта Йолдыз на уровне 2,60 т/га может быть достигнута при использовании азотной подкормки в дозе 30 кг д. в./га, для сортов Тулайковская 10 и Тулайковская 108 для получения урожайности 2,69 и 2,64 т/га необходимо дозу азота увеличить до 60 кг д. в./га. Или для повышения урожайности сорта Йолдыз до 2,46 т/га достаточно увеличить норму высева с 5,0 до 5,5 млн всх. семян/га, а для сортов Тулайковская 10 (2,48 т/га) и Тулайковская 108 (2,41 т/га) требуется дополнительно к этому провести азотную подкормку в дозе 30 кг д. в. /га.

Масса 1000 зерен – важный показатель технологических свойств семян. В целом по опыту (анализ средних по факторам) отмечено следующее влияние изучаемых факторов на рассматриваемый показатель. Увеличение нормы высева с 5,0 до 5,5 млн всх. семян/га привело к существенному увеличению массы 1000 семян с 41,60 до 43,04 г (+1,44 г, $НСР_{05} = 1,14$) (табл. 2).

Статистически значимое увеличение массы 1000 семян обеспечили азотные подкормки

в дозах 60 кг д. в./га (+2,79 г) и 90 кг д. в./га (+1,87 г) при $НСР_{05} = 1,47$. Воздействие дозы азота 30 кг д. в./га на массу 1000 семян (+1,43 г) находилось в пределах ошибки опыта.

По массе 1000 семян в среднем по вариантам опыта новые сорта находились на уровне контрольного Тулайковская 10. Отмеченное превышение показателя на 0,82 г (Йолдыз) и 0,34 (Тулайковская 108) статистически незначимо ($НСР_{05} = 1,69$).

Максимальные показатели массы 1000 семян у изучаемых сортов отмечены при норме высева 5,5 млн всх. семян/га и применении азотной подкормки в дозе N_{60} на фоне $НРК$: от 43,56 г (Тулайковская 108) до 44,56 г (Йолдыз). Под воздействием этих факторов статистически значимое увеличение массы 1000 семян по сравнению с контрольными вариантами опыта (норма высева 5,0 млн всх. семян/га, без подкормки азотом) отмечено у сортов Тулайковская 10 и Тулайковская 108 (на 4,39 и 4,27 г соответственно при $НСР_{05} = 3,72$ г), сорт Йолдыз, обладая изначально более высокими показателями массы 1000 семян, не обеспечил существенного роста этого показателя (+2,94 г).

Увеличение нормы высева с 5,0 до 5,5 млн всх. семян/га привело к существенному увеличению натуры зерна с 748 до 758 г/л (+8 г/л, $НСР_{05} = 5$).

Статистически значимое увеличение натуры зерна обеспечили азотные подкормки при применении всех изучаемых доз: +34 (N_{30}), +23 (N_{60}), +16 г/л (N_{90}) при $НСР_{05} = 2$ г/л.

По показателю «натура зерна» в среднем по вариантам опыта новые сорта существенно превысили уровень контрольного Тулайковская 10 (736 г/л), Йолдыз (765 г/л), Тулайковская 108 (756 г/л) ($НСР_{05} = 7$).

Данные опыта показали, что максимальных показателей натуры зерна сортов Тулайковская 10 и Тулайковская 108 (774-786 г/л) можно достигнуть при норме высева 5,0 млн всх. семян/га и подкормке N_{30} , сорта Йолдыз (812 г/л) – N_{60} .

Экономическая эффективность существенно зависела от материальных затрат на возделывание яровой пшеницы и ее урожайности. Нашими исследованиями установлено, что в среднем по опыту при возделывании сортов яровой пшеницы с нормой высева 5,0 млн всх. семян/га получен наиболее высокий условно чистый доход 13,97 тыс. руб./га по сравнению с нормой высева 5,5 млн всх. семян/га – 13,05 тыс. руб. (табл. 3).

Таблица 2 – Масса 1000 семян и натура зерна сортов яровой пшеницы при различных нормах высева и дозах минеральных удобрений (среднее за 2018-2020 гг.) /

Table 2 – The mass of 1000 seeds and the nature of grain of spring wheat varieties at different seeding rates and doses of mineral fertilizers (average for 2018-2020)

Фактор / Factor			Масса 1000 зерен, г/ Weight of 1000 grains, g	Натура зерна, г/л / Nature of grain/g
сорт / variety (A)	норма высева / seeding rate (B)	удобрения / fertilizer (C)		
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10	5,0 млн всх. семян/га / 5.0 million of viable seeds/ha	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	39,64	722
Йолдыз / Yoldiz			41,62	757
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			39,29	742
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	40,64	774
Йолдыз / Yoldiz			41,67	778
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			41,75	786
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	42,70	659
Йолдыз / Yoldiz			43,98	812
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			42,70	750
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₉₀	41,15	723
Йолдыз / Yoldiz			41,88	736
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			42,20	741
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10	5,5 млн всх. семян/га / 5.5 million of viableseeds/ha	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	41,09	722
Йолдыз / Yoldiz			41,38	727
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			41,80	734
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	42,67	750
Йолдыз / Yoldiz			43,22	759
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			43,41	763
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	44,03	774
Йолдыз / Yoldiz			44,56	783
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			43,56	765
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₉₀	43,57	765
Йолдыз / Yoldiz			43,73	768
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			43,49	764
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (част. разл. / particular differences)			3,72	9
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (сорт / variety)			1,69	7
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (норма высева / seeding rate)			1,14	5
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (удобрения / fertilizer)			1,47	2

Таблица 3 – Экономическая оценка возделывания сортов яровой пшеницы в зависимости от норм высева и доз удобрений, тыс. руб/га /

Table 3 – Economic assessment of cultivation of spring wheat varieties depending on seeding rates and fertilizer doses, thousand rub/ha

Фактор / Factor			Стои- мость урожаея / Yield cost	Затраты на возделывание / Cultivation costs	Условно чистый доход / Netoperating profit	Рентабель- ность, % / Profitability, %
сорт / variety (A)	норма высева / seed- ing rate (B)	удобрения / fertilizer (C)				
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10	5,0 млн всх. семян/га / 5.0 million viable seeds/ha	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	54,75	39,17	15,58	39,8
Йолдыз / Yoldiz			57,50	37,39	20,11	53,8
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			54,50	39,38	15,12	38,4
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	58,25	43,53	14,72	33,8
Йолдыз / Yoldiz			59,75	42,27	17,48	41,4
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			58,00	43,74	14,26	32,6
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	60,75	48,28	12,47	25,8
Йолдыз / Yoldiz			62,50	46,83	15,67	33,5
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			59,75	49,27	10,48	21,3
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₉₀	58,75	47,70	11,05	23,2
Йолдыз / Yoldiz			59,75	47,16	12,59	26,7
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			57,25	49,17	8,08	16,4
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10	5,5 млн всх. семян/га / 5.5 million viable seeds/ha	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	56,50	41,73	14,77	35,4
Йолдыз / Yoldiz			61,50	38,59	22,91	59,4
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			56,25	41,95	14,30	34,1
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	62,00	48,55	13,45	27,7
Йолдыз / Yoldiz			65,00	46,57	18,43	39,6
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			60,25	50,09	10,16	20,3
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	67,25	55,73	11,52	20,7
Йолдыз / Yoldiz			67,50	55,47	12,03	21,7
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			66,00	56,65	9,35	16,5
Тулайковская 10 / Tulaykovskaya 10		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₉₀	64,50	53,72	10,78	20,1
Йолдыз / Yoldiz			64,75	53,47	11,28	21,1
Тулайковская 108 / Tulaykovskaya 108			62,75	55,11	7,64	13,9

Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению затрат на 1 га площади и снижению уровня рентабельности. По рентабельности возделывания во всех вариантах опыта выделился сорт яровой пшеницы Йолдыз. Наиболее эконо-

мически выгодно выращивание сорта Йолдыз с нормой высева 5,5 млн всх. семян/га на фоне внесения азофоски (N₁₆P₁₆K₁₆) под предпосевную культивацию, уровень рентабельности производства составил 59,4 %.

Заключение. В результате исследований выявлено, что урожайность сортов яровой пшеницы на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом в условиях лесостепи Среднего Поволжья существенно повышалась при увеличении нормы высева с 5,0 до 5,5 млн всх. семян/га (на 0,17 т/га в среднем за три года) и азотных подкормках в фазу кушения культуры по фону $N_{16}P_{16}K_{16}$ с максимальным эффектом от дозы 60 кг д. в./га (+0,28 т/га). Средняя урожайность сортов яровой пшеницы при этом сочетании факторов получена в пределах 2,64-2,70 т/га.

Изучаемые сорта при норме высева 5,5 млн всх. семян/га различались по отзывчивости на азотную подкормку (N_{60} по фону NPK): Тулайковская 10 (+0,43 т/га), Тулайковская 108 (+0,39 т/га), Йолдыз (+0,24 т/га). Прибавки урожайности от увеличения нормы высева составили 0,20 т/га (Йолдыз), 0,25 (Тулайковская 108) и 0,26 т/га (Тулайковская 10). Выявленные сортовые различия позволяют дифференцированно подходить к выбору факторов, влияющих на урожайность яровой пшеницы.

Статистически значимое увеличение массы 1000 семян яровой пшеницы наблюдалось при норме высева 5,5 млн всх. семян/га и азотных подкормках в дозах 60 и 90 кг д. в./га, различий по сортам не выявлено.

К существенному росту показателя природы зерна яровой пшеницы привело как увеличение нормы высева, так и азотные подкормки в изучаемых дозах. По показателю «натура зерна» в среднем по вариантам опыта сортов Йолдыз (765 г/л) и Тулайковская 108 (756 г/л) существенно превысили уровень контрольного Тулайковская 10 (736 г/л),

В целом по опыту относительно контрольного сорта Тулайковская 10 выделился сорт Йолдыз со стабильной прибавкой урожайности по годам исследований (+0,08 т/га), статистически значимой в годы с недостаточным увлажнением.

Наиболее экономически выгодно возделывание сорта Йолдыз в варианте с нормой высева 5,5 млн шт. всх. семян/га на фоне внесения минеральных удобрений $N_{16}P_{16}K_{16}$ под предпосевную культивацию, уровень рентабельности производства составил 59,4 % при средней урожайности 2,46 т/га.

Список литературы

1. Энговатова И. В., Шестакова Е. О., Сторчак И. Г., Ерошенко Ф. В. Влияние элементов агротехнологии на азотное питание озимой пшеницы. Аграрный научный журнал. 2020;(12):55-58. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44395968>
2. Петров А. Ф., Мармулев А. Н., Митракова А. Г., Галузий Н. В. Влияние азотных удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы. Инновации и продовольственная безопасность. 2017;(4):14-19. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32319087>
3. Гринько А. В., Кулыгин В. А. Влияние уровней минерального питания на продуктивность яровой пшеницы Мелодия Дона на черноземе обыкновенном. Научный альманах. 2016;(10-2(24)):238-243. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27518173>
4. Чекин Г. В., Никифоров В. М., Чиколасева Н. В. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы полифункциональными хелатными микроудобрениями. Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: мат-лы XIII Междунаро. научн. конф. Воронеж: ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2016. С. 189-193.
5. Цындынов Б. С., Батудаев А. П., Мальцев Н. Н., Гребенщикова Т. В. Влияние различных сроков и норм высева на урожайность яровой пшеницы на чернозёмной почве Бурятии. Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2018;(2 (51)):154-157. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35141272>
6. Гребенщиков В. Ю., Копылова В. С. Влияние норм высева и сроков посева на урожайность ячменя в условиях Присяня Иркутской области. Новые сорта и инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – основа повышения эффективности сельскохозяйственного производства: мат-лы Междунаро. науч.-практ. конф. Иркутск: Иркутский ГАУ им. А. А. Ежовского, 2019. С. 131-140. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41377854>
7. Гринько А. В., Кулыгин В. А. Влияние норм высева семян при различных способах обработки на урожайность ярового тритикале. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018;(2):106-110. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32637648>
8. Денисов Е. П., Солодовников А. П., Четвериков Ф. П., Панасов М. Н. Изменение продуктивности яровой пшеницы в сухостепной зоне Заволжья под влиянием абиотических факторов. Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2013;(7):23-26. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19419184>
9. Куковской А. С., Нарушев В. Б. Совершенствование технологии возделывания яровой мягкой пшеницы в условиях нарастания засушливости климата. Научная жизнь. 2016;(4):67-76. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26145778>
10. Насиев Б. Н., Мухатаев Н. А. Влияние питательного режима и нормы высева семян на урожайность сортов яровой пшеницы. Почвоведение и агрохимия. 2009;(2):59-65. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42437847>
11. Вошедский Н. Н., Гринько А. В. Выращивание яровой твердой пшеницы в условиях Ростовской области. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016;(3 (59)):23-27. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26454950>
12. Кузнецов Д. А. Влияние минеральных удобрений и норм высева на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. Аграрный научный журнал. 2020;(11):25-29. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i11pp25-29>

References

1. Engovatova I. V., Shestakova E. O., Storchak I. G., Eroshenko F. V. *Vliyaniye elementov agrotekhnologii na azotnoye pitaniye ozimoy pshenitsy*. [Influence of agricultural technology elements on nitrogen nutrition of winter wheat]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2020;(12):55-58 (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44395968>
2. Petrov A. F., Marmulev A. N., Mitrakova A. G., Galuziy N. V. *Vliyaniye azotnykh udobreniy na urozhaynost' i kachestvo yarovoy pshenitsy*. [Effect of nitrogen fertilizer on yield and quality of grain of spring wheat]. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'* = Innovations and Food Safety. 2017;(4):14-19. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32319087>
3. Grinko A. V., Kulygin V. A. *Vliyaniye urovney mineral'nogo pitaniya na produktivnost' yarovoy pshenitsy Melodiya Dona na chernozeme obyknovennom*. [Influence of mineral nutrition level on productivity of spring wheat Don Melody on chernozem ordinary]. *Nauchnyy al'manakh* = Science Almanac. 2016;(10-2(24)):238-243. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27518173>
4. Chekin G. V., Nikiforov V. M., Chikolaeva N. V. *Predposevnaya obrabotka semyan yarovoy pshenitsy polifunktsional'nymi khelatnymi mikroudobreniyami*. [Presowing treatment of spring wheat seeds with multifunctional chelated micro-fertilizers]. *Agroekologicheskie aspekty ustoychivogo razvitiya APK: mat-ly XIII Mezhdunarod. nauchn. konf.* [Agroecological aspects of sustainable development of the agro-industrial complex: Proceedings of the XIII International scientific conf.]. Voronezh: *FGBOU VO «Bryanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet»*, 2016. pp. 189-193.
5. Tsyndynov B. S., Batudaev A. P., Maltsev N. N., Grebenshchikova T. V. *Vliyaniye razlichnykh srokov i norm vyseva na urozhaynost' yarovoy pshenitsy na chernozemnoy pochve Buryatii*. [Influence of various seeding dates and rates on yields of spring wheat cultivated on black soil of Buryatia]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V. R. Filippova* = Bulletin of Buryat State Academy of Agriculture. 2018;(2 (51)):154-157. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35141272>
6. Grebenshchikov V. Yu., Kopylova V. S. *Vliyaniye norm vyseva i srokov poseva na urozhaynost' yachmenya v usloviyakh Prisayan'ya Irkutskoy oblasti*. [Uence of a seeding rate and sowing terms on barley yield under conditions of Presayan area in Irkutsk region]. *Novye sorta i innovatsionnye tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur – osnova povysheniya effektivnosti sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [New varieties and innovative technologies of cultivation of agricultural crops is the basis for improving the efficiency of agricultural production: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Irkutsk: *Irkutskiy GAU im. A. A. Ezhevskogo*, 2019. pp. 131-140. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41377854>
7. Grinko A. V., Kulygin V. A. *Vliyaniye norm vyseva semyan pri razlichnykh sposobakh obrabotki na urozhaynost' yarovogo tritikale*. [The effect of seeding under different methods of primary tillage on yield of spring tritikale]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* = International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2018;(2):106-110. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32637648>
8. Denisov E. P., Solodovnikov A. P., Chetverikov F. P., Panasov M. N. *Izmeneniye produktivnosti yarovoy pshenitsy v sukhostepnoy zone Zavolzh'ya pod vliyaniem abioticheskikh faktorov*. [Change of efficiency of a spring-sown field in a dry-steppe zone of Zavolzhye under the influence of abiotic factors]. *Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova*. = The Bulletin of Saratov State Agrarian University in honor of N. I. Vavilov 2013;(7):23-26. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19419184>
9. Kukovskoy A. S., Narushev V. B. *Sovershenstvovaniye tekhnologii vozdeleyvaniya yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh narastaniya zasushlivosti klimata*. [Technological advancement of spring wheat cultivation in the conditions of increasing arid climate]. *Nauchnaya zhizn'*. 2016;(4):67-76. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26145778>
10. Nasiev B. N., Mukhataev N. A. *Vliyaniye pitatel'nogo rezhima i normy vyseva semyan na urozhaynost' sortov yarovoy pshenitsy*. [The influence of the nutritional regime and the seeding rate on the yield of spring wheat varieties]. *Pochvovedeniye i agrokhimiya*. 2009;(2):59-65. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42437847>
11. Voshedskiy N. N., Grinko A. V. *Vyrashchivaniye yarovoy tverдой pshenitsy v usloviyakh Rostovskoy oblasti*. [Spring durum wheat cultivation under the conditions of Rostov region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016;(3 (59)):23-27. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26454950>
12. Kuznetsov D. A. *Vliyaniye mineral'nykh udobreniy i norm vyseva na urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy*. [Influence of mineral fertilizers and seeding rates on the yield and qual of spring wheat grain]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2020;(11):25-29. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.v2020i11pp25-29>

Сведения об авторах

✉ Кузнецов Дмитрий Александрович, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией первичного семеноводства, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 5, ул. Мичурина, р.п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5310-5530>

Ибрагимов Галина Николаевна, младший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 5, ул. Мичурина, р.п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4454-3413>

Information about the authors

✉ Dmitry A. Kuznetsov, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Head of the Laboratory of Primary Seed Production, Mordovia Research Agricultural Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5310-5530>

Galina N. Ibragimova, junior researcher, the Laboratory of Primary Seed Production, Mordovia Research Agricultural Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4454-3413>

✉ – Для контактов / Corresponding author