

DOI

УДК 631.559.633.11:631.53.048:631.81

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**Э. И. Биктагирова, А. Р. Сержанова**

Реферат. В статье обобщаются результаты опытов по изучению и разработке методов оптимизации минерального питания для яровой пшеницы на почвах Предкамья Республики Татарстан при разных нормах высева, чтобы повысить урожайность и качество зерна. Полевые исследования выполняли в 2022 году на территории ООО «Агробиотехнопарк» Казанского государственного аграрного университета, расположенного в Предкамской зоне Республики Татарстан. Объектом исследования служила яровая пшеница сорта Йолдыз, возделываемая в условиях серой лесной почвы. Для проведения эксперимента была выбрана почва серого лесного тяжелого суглинка, содержащая 3,0 (по Тюрину) единиц гумуса, 176 мг подвижного фосфора, 109 мг/кг обменного калия (по Кирсанову) и 27,3 оснований на 100 г почвы в слое 0-20 см. Насыщенность основаниями составляла 87,7%, а pH раствора солевого экстракта был равен 5,6. Для проведения эксперимента была применена серия из четырех норм высева - 4, 5, 6, и 7 млн семян на гектар для каждого питательного фона. Случайным образом было расположено несколько делянок с разными питательными фонами и последовательными нормами высева. Общая площадь делянок составила 60 м², а учетная - 50 м². Схема опыта: I фон - без удобрений (контроль); II фон - расчетный фон на планируемую урожайность зерна 3 т/га; III фон - расчетный фон на планируемую урожайность зерна 4 т/га. Оптимальная норма высева составила 5 млн/га для удобренного сорта и 4 млн/га для естественного сорта и привела к повышению урожайности на 1060-1200 кг с 1 га по сравнению с контролем. При норме высева в 6 млн/га на II и III питательном фоне содержание клейковины увеличилось на 1,8% по сравнению с естественным фоном.

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, норма высева, клейковина, питание растений.

Введение. Двумя самыми важными вещами при производстве продукции растениеводства, являются внесение удобрений и норма высева пшеницы. Так как рыночная цена на единицу пшеницы увеличивается, стоимость ресурсов, необходимых для производства этой единицы пшеницы, неуклонно растет [1, 2, 3].

Плодородие почвы является одним из основных компонентов повышения урожайности при выращивании зерновых культур. Правильно организованная программа плодородия, включающая рекомендуемые методы внесения удобрений и известкования, может повысить урожайность и качество в большей степени, чем любая другая отдельная практика управления [4, 5, 6].

Оптимизация роста и развития пшеницы во многом зависит от почвенной среды при посеве [7, 8, 9]. Хотя разбрасывание является вариантом для посева пшеницы, предпочтительнее использовать должным образом откалиброванную сеялку, поскольку распределение семян, контакт семян с почвой и глубину заделки трудно контролировать при разбрасывании. Исследования показывают увеличение урожайности пшеницы при глубокой обработке почвы [10, 11, 12]. Рост и проникновение корней облегчаются, а потенциал поглощения воды и питательных веществ увеличивается за счет обработки почвы на полях с твердым грунтом или уплотненной почвой [13, 14, 15].

Максимальный урожай на удобренных почвах достигается при сниженных нормах высева, что отличается от бедных, не удобренных почв. Благодаря богатым почвам растения развиваются сильнее и имеют большую корневую систему [16, 17, 18].

Многие исследователи изучали отдельные методы повышения урожайности яровой пшеницы, связанные с улучшением агроприемов и выращиванием этой культуры на серых лесных почвах Республики Татарстан [19, 20].

Цель наших исследований состояла в том, чтобы изучить и разработать методы оптимизации минерального питания для яровой пшеницы на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан при разных нормах высева, чтобы повысить урожайность и качество зерна.

Условия, материалы и методы. В 2022 году во время вегетации яровой пшеницы погодные условия были благоприятными для формирования высокого урожая. В мае выпало 205% от средней многолетней нормы осадков, а средняя температура воздуха была на 3,3°C ниже нормы. В июне выпало всего 34% от нормы осадков, но они распределились неравномерно и основное количество выпало в первой декаде месяца. Основное количество осадков в июле выпало в третьей декаде, при том, что температура воздуха была выше многолетних значений во второй и третьей декаде месяца. В августе температура была выше многолетних значений на 4°C, и не было осадков. Для проведения эксперимента была выбрана почва серого лесного тяжелого суглинка, содержащая 3,0 (по Тюрину) единиц гумуса, 176 мг подвижного фосфора, 109 мг/кг обменного калия (по Кирсанову) и 27,3 оснований на 100 г почвы в слое 0-20 см. Насыщенность основаниями составляла 87,7%, а pH раствора солевого экстракта был равен 5,6.

Перед экспериментом на этом поле была выращена озимая рожь, а затем почва была обработана в третьей половине августа.

АГРОНОМИЯ

Далее, удобрения были внесены при предпосевном посеве в соответствии с методом расчетного баланса.

Для проведения опыта была использована следующая схема:

- I фон - без удобрений (контроль);
- II фон - расчетный фон на планируемую урожайность зерна 3 т/га;
- III фон - расчетный фон на планируемую урожайность зерна 4 т/га.

Для проведения эксперимента была применена серия из четырех норм высева - 4, 5, 6, и

7 млн семян на гектар для каждого питательного фона.

Случайным образом было расположено несколько делянок с разными питательными фонами и последовательными нормами высева. Общая площадь делянок составила 60 м², а учетная - 50 м².

Результаты и обсуждение. Особенности роста и развития растений были затронуты условиями окружающей среды под разным высевом и уровнем питательности, как указано в таблице 1.

Таблица 1 – Полнота всходов и сохранность растений яровой пшеницы в зависимости от норм высева при различных фонах питания

Фон питания	Норма высева, млн/га	Полные всходы		Полная спелость		
		количество растений, м ²	%	количество растений, м ²	% от числа всходов	% от числа высеянных семян
Без внесения NPK	4	341	85,2	315	91,3	78,7
	5	396	79,2	360	90,9	72,0
	6	446	74,3	400	89,6	66,7
	7	492	70,3	442	89,0	63,1
NPK на 3 т зерна	4	371	92,7	336	91,0	84,0
	5	421	84,6	383	91,0	76,6
	6	466	77,7	424	89,4	70,7
	7	523	71,9	458	87,5	65,4
NPK на 4 т зерна	4	365	91,3	329	90,1	82,3
	5	429	85,8	384	89,5	76,8
	6	464	77,6	416	89,0	69,3
	7	517	73,9	456	88,2	65,1

Эти данные показывают, что целостность прорастания семян снижалась с увеличением нормы высева на всех питательных средах. Высшие показатели целостности прорастания были достигнуты при низкой плотности посевов, а именно, при высева 4 млн всхожих семян на гектар. На первом трофическом уровне показатель составил 85,2%, а на удобренных фонах – 92,7-91,3%.

Это можно объяснить более устойчивым водным режимом в период прорастания семян. Количество посевов зависит от плотности посадки в течение вегетационного периода, при увеличении которой наблюдалось увеличение потерь растительности.

Это может быть связано с ухудшением

условий влажности, света и тепла в посевах с высокой плотностью посева и снижением устойчивости растений к неблагоприятным условиям в этих посевах.

Условия окружающей среды в течение вегетационного периода 2022 года оказали значительное влияние на характеристики роста и развития яровой пшеницы сорта «Йолдыз». На урожайность также повлияло количество питательных веществ в грунте и норма высева.

Произведенные расчеты урожайности показали, что на плодородных почвах урожайность яровой пшеницы увеличивалась с увеличением нормы высева, однако, как показано в таблице 2, такое увеличение было ограничено определенным пределом.

Таблица 2 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от норм высева и фона питания, т/га

Фон питания	Норма высева, млн./га	Урожайность, т/га		Прибавка, кг		% к фону питания
		фактическая	за вычетом высеянных семян	по фону питания	по нормам высева	
Естественный фон	4	2,58	2,40	-	-	
	5	2,57	2,35	-	10	
	6	2,49	2,22	-	90	
	7	2,50	2,18	-	80	
NPK, рассчитанный на 3 т зерна	4	3,54	3,36	960	-	37,2
	5	3,63	3,41	1060	90	41,2
	6	3,62	3,35	1130	80	45,3
	7	3,62	3,30	1120	80	44,8
NPK, рассчитанный на 4 т зерна	4	3,63	3,45	1050	-	40,7
	5	3,77	3,55	1200	140	46,7
	6	3,59	3,32	1100	-40	44,2
	7	3,47	3,12	940	-190	37,6
HCP ₀₅	A	0,15				
	B	0,08				
	AB	0,13				

Исследование показало, что наилучшая густота стояния растений яровой пшеницы сорта «Йолдыз» на естественном фоне составляет 354 растения на квадратный метр, а на втором и третьем фонах - от 425 до 428 растений на квадратный метр.

Однако, повышение посевных норм с 4 до 7 млн всхожих семян на 1 га приводило к снижению кустистости растений на естественном фоне с 1,08 до 1,0, а на удобренных фонах с 1,41 до 1,1. Также было отмечено уменьшение величины колоса с 8,1 до 7,6 см и с 8,6 до 8,2 см, а массы зерна - на 0,14-0,17 г.

У яровой пшеницы самые высокие урожай были получены при относительно слабом кущении (т.е. когда продуктивный стебель был сформирован в основном материнским колосом).

Проведенное исследование показало, что структура главного колоса яровой пшеницы (длина, количество колосьев, количество

зерен, вес зерна и общая продуктивность растений) зависит от плотности посева и структуры питания.

При разреженном посеве структура главного колоса была более развитой, а при частом посеве - менее выраженной, независимо от структуры питания. На удобренных вариантах опыта показатели структуры главного колоса были лучше на естественном фоне при высеве 4 млн зерен на 1 га.

Длина колоса составляла 8,1 см, количество колосков - 11, количество зерен - 22,6 штук. Масса зерна главного колоса была 0,80 г, а у одного растения - 0,82 г. При посеве 7 млн зерен на гектар эти показатели снижались до 7,6 см, 10,2 и 20,0 штук соответственно, а масса зерна составляла 0,58 г.

На удобренных вариантах опыта (II и III фонах) все указанные показатели структуры главного колоса и продуктивность одного растения были выше (табл. 3).

Таблица 3 – Структура урожая яровой пшеницы сорта «Йолдыз» при различных посевных нормах в зависимости от фона питания

Фон питания	Норма высева, млн./га	Количество растений, на 1 м ²	Кустистость		Главный колос				Масса зерна с 1 растения, г
			общая	продуктивная	длина, см	количество колосков, шт.	количество зерен, шт.	масса зерна, г	
Естественный фон	4	315	1,44	1,3	8,7	10,2	23,4	0,80	0,82
	5	360	1,28	1,3	8,5	10,0	22,6	0,71	0,72
	6	400	1,23	1,1	8,4	9,8	22,2	0,62	0,64
	7	442	1,18	1,0	8,1	9,4	21,8	0,58	0,58
NPK, рассчитанный на 3 т зерна	4	336	1,55	1,4	9,0	11,3	24,4	0,95	1,08
	5	383	1,47	1,3	8,8	11,0	24,0	0,92	0,98
	6	424	1,38	1,1	8,5	10,7	29,6	0,82	0,87
	7	458	1,29	1,0	8,3	10,5	23,1	0,80	0,80
NPK, рассчитанный на 4 т зерна	4	329	1,59	1,4	9,0	11,8	24,2	1,09	1,19
	5	384	1,50	1,3	8,9	11,3	24,0	0,96	1,01
	6	416	1,37	1,1	8,6	11,0	23,9	0,84	0,89
	7	456	1,20	1,0	8,2	10,8	23,2	0,82	0,82

Таким образом, продуктивность растений и плотность посева являются определяющими факторами для урожайности. Оптимальная норма посева обеспечивает наилучшую комбинацию этих факторов. Если снизить норму посева, это может привести к улучшению структурных элементов, но урожайность в целом уменьшится из-за меньшего количества растений на единицу площади. Высева существенно больше, количество растений на участке также увеличится, но могут ухудшиться структурные элементы. Это может привести к снижению урожайности или ее незначительному увеличению.

Согласно таблице 4, качество зерна яровой пшеницы также зависит от дозы удобрений. В эксперименте было показано, что удобрения увеличивают содержание клейковины в зерне и улучшают его качество.

При норме посева в 6 миллионов на II и III питательном фоне содержание клейковины

увеличилось на 1,8% по сравнению с естественным фоном. Измерения с помощью прибора ИДК-1 показали, что требование по содержанию клейковины в II фоне было выполнено в полном объеме. Удобрение также повысило стекловидность зерна с 12,3% до 12,8%. Следовательно, норма посева также оказывает влияние на качество зерна яровой пшеницы

При изменении нормы высева от 4 до 7 млн зерен массовая доля клейковины в зерне, качество стекловидности и масса 1000 зерен снижались, а объем зерна (масса общего объема) имел тенденцию к изменению на всех фонах.

Содержание клейковины в зерне снизилось на 1,1% при естественном и на 1,0-1,2% при удобренном возделывании. В то же время качество стекловидности ухудшилось на 8,9% в естественном и на 15,4% в удобренном земледелии.

АГРОНОМИЯ

Таблица 4 – Технологические показатели качества зерна яровой пшеницы сорта «Йолдыз» при различных посевных нормах и фонах питания

Фон минерального питания	Норма высева, млн./га	Масса 1000 зерен	Массовая доля клейковины, %	Показатель ИДК	Стекловидность, %
Естественный фон	4	34,5	26,4	78,3	54,7
	5	34,2	26,0	78,3	49,1
	6	33,8	25,7	76,7	47,3
	7	33,2	25,3	78,3	45,8
НРК, рассчитанный на 3 т зерна	4	39,3	28,0	76,7	63,5
	5	38,7	27,9	76,7	62,1
	6	37,7	27,5	76,7	59,6
	7	37,0	27,0	78,3	55,2
НРК, рассчитанный на 4 т зерна	4	39,3	28,3	76,7	64,1
	5	38,8	27,9	76,7	62,5
	6	38,2	27,5	78,3	60,1
	7	37,4	27,1	78,3	48,7

Выводы. 1. Норма высева на всех питательных фонах влияет на сохранность всходов и изреженность посевов. На изреженных стеблях на всех фонах полевая всхожесть увеличивается до контрольного уровня 14,9%.

2. Оптимальная норма высева составила 5 млн/га для удобренного сорта и 4 млн/га для естественного сорта. Оптимальная норма

высева привела к повышению урожайности на 1060-1200 кг с 1 га по сравнению с контролем.

3. Удобрения увеличили содержание клейковины в зерне и улучшили его качество. При норме посева в 6 млн/га на II и III питательном фоне содержание клейковины увеличилось на 1,8% по сравнению с естественным фоном.

Литература

1. Влияние минеральных удобрений, обработки семян и гербицида на урожайность яровой пшеницы в условиях Республики Татарстан / М. Ф. Амиров, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, П. Г. Семенов // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 26–27 октября 2022 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 33-43.
2. The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamye of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Garaev, A. A. Valiev // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021): Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. P. 00164. DOI 10.1051/bioconf/20213700164.
3. Гилязов М. Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 133-140.
4. Влияние цеолита на рост и развитие яровой пшеницы / К. Р. Гарафутдинова, Л. Г. Гаффарова, Г. Ф. Рахманова, Р. Р. Маснабиева // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 116-122.
5. Миникаев Р. В., Фасхутдинов Ф. Ш. Применение минеральных удобрений и урожайность зерновых культур в условиях Предволжья Республики Татарстан // Эволюция и деградация почвенного покрова: Сборник научных статей по материалам VI Международной научной конференции, Ставрополь, 19–22 сентября 2022 года. Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "СЕКВОЙЯ", 2022. С. 135-137.
6. Михайлова М. Ю., Курбангалиева И. З. Выбор оптимальной системы удобрений под яровую пшеницу в условиях Арского муниципального района Республики Татарстан // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета, Казань, 26–27 марта 2022 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 179-192.
7. Minikayev R., Gaffarova L. The effect of bacterial preparations on the growth, development and quality indicators of sugar beet yield // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00250. DOI 10.1051/bioconf/20201700250.
8. Совершенствование системы обработки почвы в агроландшафтах среднего Поволжья / Р. В. Миникаев, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. Г. Манюкова [и др.]. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. 400 с.
9. Комплексная оценка состояния почвы после различных сельскохозяйственных культур / Р. М. Сабирова, И. Х. Вафин, А. А. Абрамова, Р. И. Сафин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. – № 4 (4). С. 40-44. DOI 10.12737/2782-490X-2022-40-44.
10. Сабирова Р. М., Шакиров Р.С. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы на основе биологизации земледелия // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. С. 204-211.
11. Minikajev R., Saifiyeva G., Manukova I. Optimization of the main tillage in the grey forest rotation of the

Predkamye region of the Republic of Tatarstan // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00066.

12. Оценка антропогенной устойчивости агросерой лесной почвы в интенсивном земледелии по изменению показателей ее биологической активности / С. Г. Муртазина, Л. Г. Гаффарова, М. Г. Муртазин, А. А. Шаймарданова // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. С. 168-175.

13. Саттарова Р. М. Качество новых сортов яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан. Вестник Казанского государственного аграрного университета. №2(28). 2013. -С.140-141.

14. Миникаев Р. В. Гилязов М. Ю., Сержано И. М. Севооборот как основной фактор рационального использования земель и продуктивности сельскохозяйственных угодий // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 29-33.

15. Романов Н. В., Гилязов М.Ю., Сержанов И.М. Действие минеральных и биологических удобрений на урожайность яровой пшеницы в условиях засухи // Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Казань, 24–25 февраля 2022 года. Казань, Казанский ГАУ: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 243-251.

16. Влияние норм высева яровой пшеницы на урожай и качество зерна в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р. И. Гараев, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А. Р. Мухаметшина // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 26–27 октября 2022 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 133-139.

17. Влияние минеральных удобрений, обработки семян и гербицида на урожайность яровой пшеницы в условиях Республики Татарстан / М. Ф. Амиров, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, П. Г. Семенов // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 26–27 октября 2022 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 33-43.

18. Сафин, Р. И. Особенности влияния различных систем обработки почвы на ее агрофизические свойства и биологическую активность в Предкамье Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 1. С. 22-27. DOI 10.12737/-2022-1-1-22-27.

19. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. Том Часть 2. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2014. С. 18-140.

20. Регламент разработки технологический карт в растениеводстве / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. Том Часть 2. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2014. С. 281-283.

Сведения об авторах:

Биктагирова Эндже Ильдусовна – магистр, e-mail: enje-zaljalieva@mail.ru

Сержанова Альбина Рафаилевна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

MINERAL NUTRITION OF SPRING WHEAT AT DIFFERENT SEEDING RATES ON GRAY FOREST SOILS OF THE KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

E. I. Biktairova, A. R. Serzhanova

Abstract. The article summarizes the results of experiments on the study and development of methods for optimizing mineral nutrition for spring wheat on the soils of the Kama region of the Republic of Tatarstan at different seeding rates in order to increase the yield and quality of grain. Field research was carried out in 2022 on the territory of Agrobiotechopark LLC of Kazan State Agrarian University, located in the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan. The object of the study was spring wheat of the Yoldyz variety, cultivated in conditions of gray forest soil. For the experiment, a soil of gray forest heavy loam was selected, containing 3.0 (according to Tyurin) units of humus, 176 mg of mobile phosphorus, 109 mg/kg of exchangeable potassium (according to Kirsanov) and 27.3 bases per 100 g of soil in a layer of 0-20 cm. The saturation of the bases was 87.7%, and the pH of the salt extract solution was 5.6. For the experiment, a series of four seeding rates was applied - 4, 5, 6, and 7 million seeds per hectare for each nutrient background. Several plots with different nutrient backgrounds and consistent seeding rates were randomly located. The total area of the plots was 60 m², and the accounting area was 50 m². Scheme of the experiment: I background - without fertilizers (control); II background - calculated background for the planned grain yield of 3 tons / ha; III background - calculated background for the planned grain yield of 4 tons/ha. The optimal seeding rate was 5 million/ha for the fertilized variety and 4 million/ha for the natural variety and led to an increase in yield by 1060-1200 kg per hectare compared to the control. With a seeding rate of 6 million/ha on the II and III nutrient background, the gluten content increased by 1.8% compared to the natural background.

Key words: spring wheat, yield, seeding rate, gluten, plant nutrition.

References

1. The influence of mineral fertilizers, seed treatment and herbicide on the yield of spring wheat in the conditions of the Republic of Tatarstan / М. Ф. Амиров, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, П. Г. Семенов // Biological protection of plants using genomic technologies: Collection of scientific papers based on the materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference, Kazan, October 26–27, 2022. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 33-43.

2. The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamye of the Republic of Tatarstan / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Гараев, А. А. Валиев // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2021): Agriculture and Food

Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources , Kazan, May 28–29, 2021. Vol. 37. Kazan: EDP Sciences, 2021. P. 00164. DOI 10.1051/bioconf/20213700164.

3. Gilyazov M. Yu. The role of fertilizers in increasing the sustainability of crop production // Global challenges for food security: risks and opportunities: Scientific proceedings of the international scientific and practical conference, Kazan, July 01–03, 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. P. 133-140.

4. The influence of zeolite on the growth and development of spring wheat / K. R. Garafutdinova, L. G. Gaffarova, G. F. Rakhmanova, R. R. Masnavieva // Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Collection of works of international scientific research -practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry and Soil Science of Kazan State Agrarian University, Kazan, March 17, 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. pp. 116-122.

5. Minikaev R. V., Faskhutdinov F. Sh. The use of mineral fertilizers and the yield of grain crops in the conditions of the Volga region of the Republic of Tatarstan // Evolution and degradation of soil cover: Collection of scientific articles based on the materials of the VI International Scientific Conference, Stavropol, September 19–22, 2022 of the year. Stavropol: Limited Liability Company "SEQUOIA", 2022. pp. 135-137.

6. Mikhailova M. Yu., Kurbangalieva I. Z. Selection of the optimal fertilizer system for spring wheat in the Arsky municipal region of the Republic of Tatarstan // Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Kazan State Agrarian University, Kazan, March 26–27, 2022. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 179-192.

7. Minikayev R., Gaffarova L. The effect of bacterial preparations on the growth, development and quality indicators of sugar beet yield // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, November 13–14, 2019. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00250. – DOI 10.1051/bioconf/20201700250.

8. Improving the soil cultivation system in agricultural landscapes of the middle Volga region / R. V. Minikaev, F. Sh. Shaikhutdinov, I. G. Manyukova et al. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. 400 p.

9. Complex assessment of soil condition after various agricultural crops / R. M. Sabirova, I. Kh. Vafin, A. A. Abramova, R. I. Safin // Agrobiotechnologies and digital agriculture. 2022. No. 4(4). pp. 40-44. DOI 10.12737/2782-490X-2022-40-44.

10. Sabirova R. M., Shakirov R. S. Resource-saving technologies for cultivating winter wheat based on biologization of agriculture // Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel: Scientific works of the international scientific - practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region, Kazan, November 13–14, 2019. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019. pp. 204-211.

11. Minikajev R., Saifiyeva G., Manukova I. Optimization of the main tillage in the gray forest rotation of the Predkamye region of the Republic of Tatarstan // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, November 13–14, 2019. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00066.

12. Assessment of anthropogenic stability of agro-gray forest soil in intensive farming based on changes in indicators of its biological activity / S. G. Murtazina, L. G. Gaffarova, M. G. Murtazin, A. A. Shaimardanova // Agriculture and food security: technologies , innovations, markets, personnel: Scientific proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region, Kazan, November 13–14, 2019. Kazan: Kazan State Agrarian Institute, 2019. pp. 168-175.

13. Sattarova R. M. Quality of new varieties of spring wheat in the conditions of the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan. Bulletin of the Kazan State Agrarian University. No. 2(28). 2013. pp.140-141.

14. Minikaev R. V. Crop rotation as the main factor in the rational use of land and the productivity of agricultural land // Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Collection of proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the department agrochemistry and soil science of Kazan State Agrarian University, Kazan, March 17, 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. pp. 29-33.

15. Romanov N. V., Gilyazov M. Yu., Serzhanov I. M. The effect of mineral and biological fertilizers on the yield of spring wheat under drought conditions // Circular economy in agriculture: international experience for the Republic Tatarstan: Collection of works based on the materials of the round table within the framework of the final board of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Tatarstan, Kazan, February 24–25, 2022. Kazan, Kazan State Agrarian University: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 243-251.

16. The influence of spring wheat seeding rates on the yield and quality of grain in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan / R. I. Garaev, F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, A. R. Mukhametshina // Biological protection of plants using genomic technologies : Collection of scientific papers based on the materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference, Kazan, October 26–27, 2022. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 133-139.

17. The influence of mineral fertilizers, seed treatment and herbicide on the yield of spring wheat in the conditions of the Republic of Tatarstan / M. F. Amirov, F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, P. G. Semenov // Biological protection of plants using genomic technologies: Collection of scientific papers based on the materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference, Kazan, October 26–27, 2022. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 33-43.

18. Safin R. I. Features of the influence of various soil cultivation systems on its agrophysical properties and biological activity in the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan // Agrobiotechnologies and digital agriculture. 2022. No. 1. pp. 22-27. DOI 10.12737/-2022-1-1-22-27.

19. Agricultural technologies of grain crops / M. F. Amirov, I. R. Valeev, A. R. Valiev et al. // Agricultural system of the Republic of Tatarstan: In 3 parts. Volume Part 2. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2014. pp. 18-140.

20. Regulations for the development of technological maps in crop production / M. F. Amirov, I. R. Valeev, A. R. Valiev et al. // Agricultural system of the Republic of Tatarstan: In 3 parts. Volume Part 2. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2014. pp. 281-283.

Authors:

Biktairova Endje Ildusovna – Master, e-mail: enje-zaljalieva@mail.ru
 Serzhanova Albina Rafailevna - Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.