

doi:10.18286/1816-4501-2024-3-6-12

УДК 633.11:631.816.12

Урожайность и качество зерна озимой пшеницы на фоне разных доз удобрений

А. А. Артемьев✉, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор, ведущий научный сотрудник

Е. Н. Хвостов, научный сотрудник лаборатории агротехники

Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого,

430904, Республика Мордовия, г. Саранск, р.п. Ялга, ул. Мичурина, д. 5 ✉ artemjevaa@yandex.ru

Резюме. В лесостепи Евро-Северо-Востока РФ на черноземе выщелоченном на опытном поле Мордовского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2021–2023 гг. изучено действие четырех доз минеральных удобрений (контроль, $N_{32}P_{32}K_{32}$ (0,2 т/га азофоска – фон), фон + N_{34} , фон + N_{68}) на урожайность озимой пшеницы двух сортов Московская 39 и Скипетр. Применение по фону удобрений азотных подкормок положительно влияло на формирование густоты растений к уборке урожая, повышая выживаемость в среднем на 3 %. Возделывание в опыте сорта Скипетр оказалось на 0,21 т/га продуктивнее, чем сорта Московская 39. Внесение под предпосевную культивацию азофоски повышало урожайность обоих сортов на 0,76 т/га. Применение на этом фоне азота N_{34} увеличивало урожай на 1,25 т/га относительно контроля и на 0,49 т/га – относительно фона, а внесение азота N_{68} способствовало росту урожайности на 0,5 т/га относительно варианта с N_{34} . В целом по опыту наибольшая урожайность зерна (5,09 т/га) получена по сорту Скипетр при внесении под культивацию 0,2 т/га азофоски и 68 кг д.в./га азота в подкормку. Использование в опыте удобрений улучшало структуру урожая по обоим сортам озимой пшеницы, при этом продуктивная кустистость возрастала на 11...17 шт./м², масса зерна с 1 колоса – на 0,06...0,22 г и масса 1000 зерен – на 1,8...3,7 г. По содержанию сырого протеина и клейковины преимущество имел сорт Московская 39 (+ 1,3 % и + 3,8 % соответственно). Применение азотных подкормок положительно влияло на качество зерна обоих изучаемых сортов пшеницы и увеличивало по сорту Московская 39 до 32,46 % и по сорту Скипетр до 39,88 % рентабельность производства.

Ключевые слова: пшеница озимая, сорт, удобрение, урожайность, структура, качество, эффективность.

Для цитирования: Артемьев А. А., Хвостов Е. Н. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы на фоне разных доз удобрений // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3 (67). С. 6-12. doi 10.18286/1816-4501-2024-3-6-12

Yield and grain quality of winter wheat against the background of different doses of fertilizers

A. A. Artemjev, E. N. Khvostov

Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky,

430904, Russian Federation, Republic of Mordovia, Saransk, r. p. Yalga, Michurina street, 5

✉ artemjevaa@yandex.ru

Abstract. In the forest-steppe of the Euro-North-East of the Russian Federation, on the leached chernozem soil in the experimental field Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agrarian Research Center of the North-East in 2021–2023, the effect of four doses of mineral fertilizers (control, $N_{32}P_{32}K_{32}$ (0,2 t/ha azophoska – background), background + N_{34} , background + N_{68}) on the yield of two winter wheat varieties Moskovskaya 39 and Skipetr was studied. It was found out that the use of nitrogen top dressing in the background of fertilizers had a positive effect on the formation of plant density by harvesting, increasing survival by an average of 3 %. Cultivation of the Skipetr variety in the experiment turned out to be 0,21 t/ha more productive than the Moskovskaya 39 variety. The application of azophoska under pre-sowing cultivation increased the yield of both varieties by 0,76 t/ha. The application of N_{34} nitrogen against this background increased the yield by 1,25 t/ha relative to the control and by 0,49 t/ha relative to the background, and the application of N_{68} nitrogen contributed to an increase in yield by 0,5 t/ha relative to the variant with N_{34} . In general, in the experiment, the highest grain yield (5,09 t/ha) was obtained for the Skipetr variety with the application of 0,2 t/ha of azophoska under cultivation and 68 kg active substance/ha nitrogen in top dressing. The use of fertilizers in the experiment improved the yield structure for both winter wheat varieties, with productive tillering increasing

by 11//17 stems/m², grain weight per ear by 0,06-0,22 g, and 1000-grain weight by 1,8-3,7 g. The Moskovskaya 39 variety had an advantage in terms of crude protein and gluten content (+ 1,3 % and + 3,8 %, respectively). The use of nitrogen fertilizers had a positive effect on the grain quality of both studied wheat varieties and increased production profitability by 32,46 % for the Moskovskaya 39 variety and by 39,88 % for the Skipetr variety.

Keywords: winter wheat, variety, fertilizer, yield, structure, quality, efficiency.

For citation: Artemjev A. A., Khvostov E. N. Yield and grain quality of winter wheat against the background of different doses of fertilizers // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;3(67): 6-12 doi:10.18286/1816-4501-2024-3-6-12

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени В.Н. Рудницкого (тема № FNWE-2022-0005).

Введение

Одним из главных факторов получения достойного урожая пшеницы с высоким качеством зерна является применение удобрений [1, 2]. Без эффективного минерального питания теряется смысл затрат на семена, пестициды и комплекса полевых работ [3, 4].

Во время развития озимая пшеница потребляет значительное количество макро- и микроэлементов. Каждый из них выполняет определенную роль в онтогенезе растений. Их поступление в организм происходит неравномерно [5], и поэтому недостаток одного из них в определенный период развития может приводить к задержке роста корней, образования репродуктивных органов, затягиванию вегетации, отрицательно сказываться на продуктивности колоса и в целом на урожае, ослаблять устойчивость к болезням и неблагоприятным почвенно-климатическим условиям [6, 7, 8].

В настоящее время из-за дороговизны и постоянного возрастания стоимости минеральных удобрений объем их применения остается недостаточным для обеспечения бездефицитного баланса основных элементов питания пшеницы [9, 10, 11]. В таких условиях большинство производителей зерна в технологии возделывания озимой пшеницы ограничиваются использованием, в основном, азотных удобрений, однократно применяя их либо под предпосевную культивацию, либо в весеннюю подкормку [12, 13, 14]. Такие действия заведомо приводят к снижению не только урожайности, но и качества зерна. Поэтому для повышения эффекта от использования минеральных удобрений необходима оптимизация их доз в определенных почвенно-климатических условиях, что позволило бы прибавкой урожая компенсировать затраты на их приобретение и получать прибыль [15, 16, 17].

В условиях Республики Мордовия оптимизация режимов питания озимой пшеницы для получения зерна высокого качества требует особого внимания [18], так как территориально регион расположен между лесной и степной природными зонами, что наглядно проявляется в чередовании лет с благоприятными и неблагоприятными погодными условиями. Соответственно должен корректироваться и выбор дозы удобрений, что требует проведения соответствующих исследований.

Цель исследования – изучить влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы. Задачи состояли из определения действия минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сортов Московская 39 и Скипетр и выявления эффективности изучаемых доз минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы.

Материалы и методы

Полевые исследования осуществляли на опытном поле Мордовского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2021–2023 гг. Эксперимент проводили на черноземе выщелоченном среднемощном тяжелосуглинистом со следующей агрохимической характеристикой: pH_{сол} – 5,0...5,1, содержание гумуса 6,0...6,1 %, общего азота – 0,39...0,40 %, подвижных форм фосфора – 185...190 мг/кг и калия – 193...196 мг/кг почвы.

Схема двух факторного опыта включала:

1. Сорт (фактор А): 1.1 Московская 39, 1.2 Скипетр;
2. Удобрение (фактор В): 2.1 Без удобрений (контроль), 2.2 N₃₂P₃₂K₃₂ (Фон – 0,2 т/га азотоски под предпосевную культивацию), 2.3 Фон + N₃₄ (весенняя подкормка аммиачной селитрой 0,1 т/га); 3.4 Фон + N₆₈ (весенняя подкормка аммиачной селитрой 0,2 т/га).

Площадь опытного участка – 2560 м². Площадь делянки первого порядка – 160 м² (4×80 м), делянки второго порядка – 80 м² (4×20 м). Повторность – четырехкратная. Размещение вариантов – систематическое.

Исследования проводили по методикам Б. А. Доспехова (*Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.*) и Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (*Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 270 с.; Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 195 с.*).

Технология озимой пшеницы – общепринятая для зоны (*Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовия: методическое руководство / В. Г. Печаткин, А. М. Гурьянов, А. А. Артемьев и др. ; под общ. ред. А. М. Гурьянова. Саранск, 2003. 428 с.*).

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

Предшественник – занятый пар вико-овсом. Высев осуществляли в оптимальные сроки с нормой сева 5 млн. всхожих семян на 1 га. Из удобрений использовали азофоску под предпосевную культивацию, в подкормку применяли аммиачную селитру по схеме опыта.

Результаты

Климатические условия во время проведения исследований во все годы соответствовали зоне лесостепи Евро-Северо-Востока РФ. Продолжительность активной весенне-летней вегетации озимой пшеницы находилась в пределах 120...135 дней, сумма температур выше 10 °С изменялась от 1631 до 1852 °С, а сумма осадков – от 120 до 246 мм. Наиболее засушливым при ГТК 0,8 оказался 2021 г. В

2022 г. наблюдались нормальные условия увлажнения (ГТК = 1,01), а в 2023 г. ГТК равнялся 1,42, что было присуще средней степени переувлажнения.

Внесение минеральных туков не оказало влияния на появление всходов обоих сортов пшеницы (табл. 1). Весенний подсчет густоты растений по всем годам эксперимента показал положительное действие удобрений, вносимых под предпосевную культивацию на сохранность растений в зимний период времени. Однако разница с контролем не имела достоверного значения. В целом, их гибель по вариантам опыта находилась на уровне естественного выпада. По сортам в значении данного показателя также не проявилась разница.

Таблица 1. Влияние удобрений на густоту стояния растений озимой пшеницы (среднее за 3 года)

Сорт (А)	Доза удобрений (В)	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %	Выживаемость, %	Густота растений, шт. /м²	
					всходы	перед уборкой
Московская 39	Контроль	96	83	72	415	298
	Фон	96	82	73	414	303
	Фон + N ₃₄	96	82	75	412	310
	Фон + N ₆₈	96	82	75	410	309
Скипетр	Контроль	96	83	72	415	300
	Фон	96	82	73	411	302
	Фон + N ₃₄	96	83	75	415	310
	Фон + N ₆₈	96	83	75	416	311

Подсчет числа растений перед уборкой урожая выявил их уменьшение на единице площади во всех вариантах опыта. Применение удобрений повышало выживаемость растений, которая наибольшей была в вариантах с подкормкой азотными удобрениями. В контроле выживаемость была на 3 % меньше, чем в этих вариантах. Вариант с внесением под предпосевную культивацию только азофоски не разнился с контролем, но уступал вариантам с подкормкой азотом на 2 %.

Климатические условия вегетации также влияли на формирование густоты растений озимой пшеницы. Например, в более увлажненный 2023 г. количество появившихся всходов было на 2...3 % выше. Соответственно и в дальнейшем наблюдали большую сохранность и выживаемость растений. Внесение удобрений всегда положительно влияло на сохранность растений к уборке урожая.

Различные дозы применения минеральных туков по-разному влияли на получение зерна сортов озимой пшеницы с единицы площади (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от дозы минеральных удобрений, т/га (среднее за 3 года)

Доза удобрения (В)	Сорта (А)		Среднее по фактору В
	Московская 39	Скипетр	
Контроль	3,10	3,33	3,22
Фон	3,89	4,06	3,98
Фон + N ₃₄	4,37	4,56	4,47
Фон + N ₆₈	4,82	5,09	4,96
Среднее по фактору А	4,05	4,26	
НСР ₀₅ А	0,16		
В	0,41		

Возделывание сорта Скипетр оказалось на 0,21 т/га продуктивнее, чем сорта Московская 39. В сравнении с данным фактором минеральные удобрения сильнее проявили себя на урожайности озимой пшеницы. Внесение перед посевом под культивацию азофоски повышало в сравнении с контролем сбор зерна в среднем по сортам на 0,76 т/га.

Добавление к фону сложного удобрения азота в дозе N₃₄ поднимало урожай на 1,25 т/га относительно контроля и на 0,49 т/га –относительно фонового варианта. Возрастание дозы азота в подкормке до 68 кг способствовало росту урожайности растений по всем сортам в среднем на 0,49 т/га. Стоит отметить, что реакция сортов на повышение азотной

подкормки была различной. Так, по сорту Скипетр прибавка урожая составила 0,53 т/га, а по Московской 39 – 0,45 т/га.

В целом по опыту максимальный сбор зерна (5,09 т/га) был достигнут по сорту Скипетр при внесении под предпосевную культивацию 0,2 т/га азотосодержащих и 68 кг д.в./га азота в подкормку в фазе весеннего кушения.

Продуктивность сортов озимой пшеницы изменялась и по годам исследования. В увлажненный 2023 г. сбор зерна пшеницы была на 17...21 % выше, чем в два других года. Во все годы преимущество по урожайности сохранялось за сортом Скипетр. Внесение удобрений всегда оказывало положительное действие на продуктивность озимой пшеницы. Наибольший эффект от их применения наблюдался в более влажный год.

Таблица 3. Влияние удобрений на структуру урожая озимой пшеницы (среднее за 3 года)

Сорт (А)	Доза удобрения (В)	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Высота растений, см	Длина колоса, см	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Московская 39	Контроль	498	89	8,7	0,72	39,0
	Фон	510	91	9,0	0,76	40,8
	Фон + N ₃₄	513	94	10,0	0,85	41,9
	Фон + N ₆₈	515	96	10,1	0,93	42,8
Скипетр	Контроль	502	93	8,8	0,76	39,3
	Фон	512	96	9,1	0,79	41,2
	Фон + N ₃₄	516	98	10,0	0,88	42,1
	Фон + N ₆₈	518	99	10,2	0,98	43,0
НСР ₀₅ А		5	5	0,4	0,07	0,5
В		2	3	0,2	0,05	0,3

Минеральные удобрения оказали влияние на структуру урожая сортов озимой пшеницы (табл. 3). Анализ структуры показал, что по сортам какого-либо преимущества по образованию продуктивных стеблей на единице площади не было выявлено ни у одного из сорта. Разница находилась в пределах ошибки определения.

Наибольшее влияние на образование продуктивных стеблей и их сохранение к уборке урожая оказали минеральные удобрения. Так, внесение 0,2 т/га азотосодержащих обеспечило получение прибавки по данному показателю в среднем по сортам на 11 шт./м². Применение в подкормку 34 кг азота повышало это значение на 4 шт./м² относительно предыдущего варианта и на 15 шт./м² относительно контроля. Внесение к азотосодержащему азота в дозе 68 кг д.в./га увеличило число продуктивных стеблей на 17 шт./м² в сравнении с контролем и на 2 шт./м² в сравнении с N₃₄.

По высоте растений разницы между сортами не наблюдалось. Применение удобрений увеличивало рост пшеницы по всем сортам на 3-7 см. Наибольшие показатели достигались при внесении на фоне азотосодержащей подкормки азотом в дозе N₆₈. В целом по опыту наибольшая высота растений (99 см) отмечена у сорта Скипетр при максимальном внесении удобрений в опыте. Наименьшая высота (89 см) была у сорта Московская 39 в контроле.

Анализ массы зерна с одного колоса не выявил достоверных различий между сортами озимой пшеницы. Наблюдалась лишь тенденция к увеличению данного показателя у сорта Скипетр. Применение минеральных удобрений положительно влияло на массу зерна с одного колоса. Так, внесение

сложного удобрения под культивацию повышало данный показатель на 4 %, внесение подкормки в дозе N₃₄ – на 14 % относительно контроля и на 10,5 % относительно предыдущего варианта. Применение в опыте максимального количества удобрений повышало и максимально массу колоса (на 21,3 % относительно контроля, на 18 % относительно фона и на 9 % относительно варианта с N₃₄).

Двойное взаимодействие факторов показало, что наибольшая масса колоса (0,98 г/колос) отмечена у сорта Скипетр на фоне внесения под культивацию 0,2 т/га азотосодержащих и применения в подкормку азота из расчета 68 кг д.в./га. Минимальная масса колоса была у сорта Московская 39 в контроле.

Не наблюдалось различий по сортам озимой пшеницы и по массе 1000 зерен. Фактор удобрений оказал наибольший эффект на изменение данного показателя. Наибольшие значения массы 1000 зерен по сортам наблюдались при внесении на фоне азотосодержащей азотной подкормки в дозе 68 кг д.в./га (+ 3,7 г к контролю). По другим вариантам с удобрениями положительная разница относительно контроля составила 1,8...2,8 г.

В целом по опыту наибольшую массу 1000 зерен (43 г) наблюдали у сорта Скипетр на фоне внесения под культивацию 0,2 т/га азотосодержащих и применения в подкормку азота из расчета 68 кг д.в./га, а наименьшие значения (39,0...39,3 г) по всем сортам в контроле. Такая тенденция прослеживалась во все годы проведения эксперимента.

Качество зерна озимой пшеницы варьировало как по сортам, так и в зависимости от дозы удобрения (табл. 4).

Таблица 4. Изменение качества зерна озимой пшеницы в зависимости от дозы удобрения, % (среднее за 2021-2023 гг.)

Доза удобрения (В)	Сорта (А)			
	Московская 39		Скипетр	
	сырой протеин	клейковина	сырой протеин	клейковина
Контроль	12,0	23,1	11,0	19,6
Фон	12,2	23,9	11,0	21,0
Фон + N ₃₄	13,1	26,2	11,5	22,0
Фон + N ₆₈	13,2	26,9	11,6	22,3

Содержание сырого протеина в зерне сорта Московская 39 в среднем составило 12,6 %, а у сорта Скипетр его было на 1,3 % меньше. По клейковине наблюдалась аналогичная закономерность: по сорту Московская 39 ее было в среднем 25,0 %, а по сорту Скипетр - на 3,8 % меньше.

По фактору удобрений, который оказал наибольшее влияние на изменение качества зерна пшеницы, максимальное содержание сырого протеина (12,3...12,4 %) и клейковины (24,1...24,6 %) наблюдали в обоих вариантах с азотной подкормкой. Худшее по качеству зерно с наименьшим содержанием протеина и клейковины по обоим сортам

отмечено в контроле. Вариант с предпосевным внесением азотосодержащих веществ существенно не отличался от контроля и значительно уступал вариантам с подкормкой азотом.

В целом по опыту наиболее качественное зерно озимой пшеницы отмечено у сорта Московская 39 при внесении по фону сложных удобрений азотной подкормки в дозе 68 кг д.в./га.

В основе расчетов экономической оценки использованы реальные технологические карты возделывания изучаемых сортов и нормативные справочники по ценам и затратам, сложившимся в годы проведения исследований (табл. 5)

Таблица 5. Экономическая оценка агроприемов возделывания озимой пшеницы (среднее за 3 года)

Сорт (А)	Доза удобрений (В)	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Затраты на возделывание, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность*, %
Московская 39	Контроль	3,10	24,80	19,31	5,49	28,43
	Фон	3,89	31,12	24,91	6,21	24,92
	Фон + N ₃₄	4,37	34,96	27,01	7,95	29,43
	Фон + N ₆₈	4,82	38,56	29,11	9,45	32,46
Скипетр	Контроль	3,33	26,64	19,31	7,33	37,95
	Фон	4,06	32,48	24,91	7,57	30,38
	Фон + N ₃₄	4,56	36,48	27,01	9,47	35,06
	Фон + N ₆₈	5,09	40,72	29,11	11,61	39,88

* Расчет проведен в ценах 2023 года

Возделывание сорта Скипетр оказалось рентабельнее, чем сорта Московская 39. Применение удобрений по-разному влияло на рентабельность производства сортов пшеницы. Так, внесение азотосодержащих веществ в сравнении с контролем в среднем было не эффективным (– 5,72 %). Наибольший эффект (33,92 %) обеспечило применение по фону с азотосодержащей подкормки в кушение из расчета 68 кг д.в./га. Рентабельность от применения азота в дозе 34 кг д.в./га находилась на уровне контроля (32,3 и 33,3 % соответственно).

В целом наибольшего значения рентабельность производства (39,88 %) по сорту Скипетр достигала на фоне внесения 0,2 т/га азотосодержащих веществ под предпосевную культивацию и подкормки азотом в дозе N₆₈. По сорту Московская 39 наибольший эффект (32,46 %) также отмечен в аналогичном варианте.

Обсуждение

В настоящее время на рынке продовольствия особую значимость имеет качественное зерно озимой пшеницы. Производство такого зерна в

лесостепи Евро-Северо-Востока РФ, в частности Республики Мордовия, остается не решенной проблемой. На практике сельхозтоваропроизводители не всегда получают зерно с высоким содержанием массовой доли клейковины. Главная причина такого явления кроется в ненадлежащем применении удобрений. Постоянное повышение стоимости минеральных удобрений диктует производителям зерна озимой пшеницы ограничиваться применением азотных удобрений под предпосевную культивацию или в подкормку. Такие действия заведомо приводят к снижению урожайности и качества продукции [4, 10, 16].

Внесение под предпосевную культивацию 0,2 т/га азотосодержащих веществ и применение весенней подкормки азотом в дозе 68 кг д.в./га во время кушения увеличивало урожайность зерна озимой пшеницы сортов Московская 39 и Скипетр до 4,82 и 5,09 т/га соответственно.

Качество зерна пшеницы определялось как сортом, так и внесением удобрений. Содержание сырого протеина и клейковины в среднем по сорту

Московская 39 оказалось выше и достигало 12,6 % и 25,0 % соответственно, а по сорту Скипетр – лишь 11,3 и 21,2 % соответственно.

Внесение удобрений улучшало качество зерна обоих сортов пшеницы. Максимальное содержание сырого протеина (12,3...12,4 %) и клейковины (24,1...24,6 %) отмечали от внесения азотных подкормок. Предпосевное внесение только азотосодержащих удобрений существенно не изменяло качественные показатели зерна сортов пшеницы.

Заключение

Определение действия минеральных удобрений в условиях лесостепи Северо-Восточного региона Европейской части РФ на урожайность и качество зерна озимой пшеницы показало их положительное влияние в формировании густоты растений к уборке урожая (выживаемость 73...75 %). Возделывание сорта Скипетр при внесении удобрений оказалось на 0,17...0,22 т/га продуктивнее, чем сорта Московская 39. По сорту Скипетр при максимальном использовании удобрений получен наибольший урожай зерна с единицы площади (5,09 т/га).

Внесение 0,2 т/га азотосодержащих удобрений и подкормка азотом в кушение в дозе 68 кг д.в./га обеспечило по обоим

сортам получение наибольшего количества продуктивных стеблей на 1 м² (515...518 шт./м²).

Применение минеральных удобрений положительно влияло на массу зерна с колоса. Наибольшее ее значение (0,98 г/колос) отмечено у сорта Скипетр на фоне внесения под культивацию 0,2 т/га азотосодержащих удобрений и применения в весеннюю подкормку азота из расчета 68 кг д.в./га.

Не различались сорта озимой пшеницы и по массе 1000 зерен. Применение удобрений оказало наибольший эффект в изменении данного показателя. Наибольшие значения массы 1000 зерен по сортам (42,8...43,0 г) наблюдались при внесении на фоне азотосодержащих удобрений азотной подкормки в дозе 68 кг д.в./га (+ 3,7 г к контролю), наименьшие значения (39,0...39,3 г) по сортам отмечены в контроле.

Положительное действие удобрений подтвердили расчеты экономической эффективности. Наибольшая рентабельность производства (39,88 % и 32,46 %) по сорту Скипетр и сорту Московская 39 получены на фоне внесения 0,2 т/га азотосодержащих удобрений под предпосевную культивацию и подкормки азотом в дозе N₆₈.

Литература

1. Pellegrini, Fernando & Carlesi, Stefano & Nardi, Giacomo & Bàrberi, Paolo. Wheat-clover temporary intercropping under Mediterranean conditions affects wheat biomass, plant nitrogen dynamics and grain quality // *European Journal of Agronomy*. 2021. Vol.130. P. 126347. doi:10.1016/j.eja.2021.126347
2. Письменная Е. В., Азарова М. Ю., Курасова Л. Г. Влияние сортов и предшественников озимой пшеницы на плодородие почвы, урожайность и качество зерна в Ставропольском крае // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 8. С. 32–37.
3. Тамбовский М. А., Пальчиков Е. В. Особенности формирования урожайности и качества зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественников // *Наука и Образование*. 2020. Т. 3. № 4. С. 172.
4. Хакимов Р. А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 12. С. 16–22.
5. Гвоздов А. П., Булавин Л. А., Куцев Д. Н. Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественников, способов обработки почвы и применения азотных удобрений // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 4. С. 94–99.
6. Морозов Н. А., Ходжаева Н. А., Прохорова И. В. Влияние условий весенне-летней вегетации и предшественников на урожайность озимой пшеницы в засушливой зоне Ставрополья // *Земледелие*. 2023. № 4. С. 8–12.
7. Арушанян А. А. Влияние предшественника и сорта на урожайность озимой пшеницы // *Электронный научный журнал*. 2018. № 1 (22). С. 24–26.
8. Воропаева А. А. Влияние предшественников и удобрений на урожайность озимой пшеницы в технологии без обработки почвы // *Новости науки в АПК*. 2018. № 2–2 (11). С. 58–60.
9. Оптимизация системы удобрений под мягкую озимую пшеницу в южной зоне Ростовской области / А. В. Алабушев, А. С. Попов, Г. В. Овсянникова и др. // *Таврический вестник аграрной науки*. 2018. № 4. С. 9–17.
10. Золкина Е. И. Влияние минеральных удобрений на урожайность сортов озимой пшеницы и показатели баланса элементов питания на дерново-подзолистой супесчаной почве Нечерноземной зоны // *Таврический вестник аграрной науки*. 2018. № 3. С. 34–46.
11. A study of the responsiveness of crops to fertilizers by zones of stable intra-field heterogeneity based on big satellite data analysis / N. B. Khitrov, D. I. Rukhovich, P. V. Koroleva, et al. // *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2019. No. 12. Published online. doi:10.1080/03650340.2019.1703957.
12. Налиухин А. Н., Белозёров Д. А. Влияние различных систем удобрения и известкования на урожайность, технологические и хлебопекарные качества зерна озимой пшеницы в условиях Северного Нечерноземья // *Агрохимия*. 2020. № 1. С. 33–42.
13. Рябцева Н. А. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников и сортов в условиях Ростовской области // *Аграрная наука*. 2023. № 1. С. 65–69.

14. Попов В. А., Полянский Н. А. Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы в условиях Сосновского района Тамбовской области // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 3. С. 316.
15. Ильинская И. Н. Эффективность использования ресурсов при возделывании озимой пшеницы на черноземах обыкновенных // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 2. С. 65–68.
16. Лянденбургская А. В. Зависимость урожайности озимой пшеницы от условий увлажнения и применения гуминовых удобрений на различных предшественниках // Сурский вестник. 2021. № 2 (14). С. 48–52.
17. Громова Н. В., Беловолова А. А., Сигида М. С. Влияние систем удобрения и предшественников на урожайность озимой пшеницы на черноземе выщелоченном // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 82. С. 59–3.
18. Прокина Л. Н., Пугаев С. В. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников, удобрений и известкования // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23. № 3. С. 318–326.

References

1. Pellegrini, Fernando & Carlesi, Stefano & Nardi, Giacomo & Bàrberi, Paolo. Wheat-clover temporary intercropping under Mediterranean conditions affects wheat biomass, plant nitrogen dynamics and grain quality // European Journal of Agronomy. 2021. Vol. 130. P. 126347. doi.org/10.1016/j.eja.2021.126347
2. Pismennaya E. V., Azarova M. Yu., Kurasova L. G. Influence of winter wheat varieties and predecessors on soil fertility, yield and grain quality in the Stavropol Territory // The Agrarian Scientific Journal. 2020. No. 8. P. 32–37.
3. Tambovsky M.A., Palchikov E.V. Features of the formation of yield and grain quality of winter wheat depending on predecessors // Scientific peer-reviewed electronic journal: Science and Education. 2020. Vol. 3. No. 4. P. 172.
4. Khakimov R. A. Influence of Predecessors and Mineral Fertilizers on the Yield and Grain Quality of Winter Wheat // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2021. Vol. 35. No. 12. P. 16–22.
5. Gvozdev A. P., Bulavin L. A., Kutsev D. N. Grain yield of winter wheat depending on predecessors, methods of soil cultivation and application of nitrogen fertilizers // Bulletin of the Belarussian state agricultural academy. 2018. Vol. 4. P. 94–99.
6. Morozov N. A., Khodjaeva N. A., Prokhorova I. V. Influence of spring-summer vegetation conditions and predecessors on the yield of winter wheat in the arid zone of Stavropol // Zemledelie. 2023. No. 4. P. 8–12.
7. Arushanyan, A.A. Influence of Predecessor and Variety on Winter Wheat Yield // Electronic scientific journal. 2018. Vol. 22. No. 1. P. 24–26.
8. Voropaeva A. A. Effect of Predecessors and Fertilizers on Winter Wheat Yield in No-Till Technology // Science news in APC. 2018. Vol. 11. No. 2–2. P. 58–60.
9. Optimization of the fertilizer system for soft winter wheat in the southern zone of the Rostov region / A. V. Alabushev, A. S. Popov, G. V. Ovsyannikova et al. // Taurida herald of the agrarian sciences. 2018. No. 4. P. 9–17.
10. Zolkina E. I. Effect of mineral fertilizers on the yield of winter wheat varieties and the balance of nutrients on sod-podzolic sandy loam soil of the Non-Chernozem zone // Taurida herald of the agrarian sciences. 2018. No. 3. P. 34–46
11. Khitrov N. B., Rukhovich D. I., Koroleva P. V., et al. A study of the responsiveness of crops to fertilizers by zones of stable intra-field heterogeneity based on big satellite data analysis // Archives of Agronomy and Soil Science. 2019. No. 12. Published online.
12. Naliukhin A. N., Belozarov D. A. The influence of various fertilization and liming systems on the yield, technological and baking qualities of winter wheat grain in the conditions of the Northern Non-Black Earth Region // Agricultural Chemistry. 2020. No. 1. P. 33–42.
13. Ryabtseva, N.A. Winter wheat yield depending on predecessors and varieties in the conditions of the Rostov region // Agrarian science. 2023. No. 1. P. 65–69.
14. Popov V. A., Polyansky N. A. The influence of predecessors on the yield of winter wheat in the conditions of Sosnovsky district of Tambov region // Scientific peer-reviewed electronic journal: Science and Education. 2020. Vol. 3. No 3. P. 316.
15. Ilyinskaya I. N. Efficiency of resource use in the cultivation of winter wheat on ordinary chernozems // Achievements of science and technology in agro-industrial complex. 2016. No. 2. P. 65–68.
16. Lyandenburgskaya A. V. Dependence of winter wheat yield on moisture conditions and the use of humic fertilizers on various predecessors // Sursky vestnik. 2021. Vol. 14. No. 2. P. 48–52.
17. Gromova, N.V. Influence of fertilizer systems and predecessors on the yield of winter wheat on leached chernozem / N.V. Gromova, A.A. Belovolova, M.S. Sigida // Articles of the Kuban State Agrarian University. 2020. No. 82. P. 59–63.
18. Prokina L. N., Pugaev S. V. Winter wheat yield depending on predecessors, fertilizers and liming // Agricultural Science Euro-North-East. 2022. Vol. 23. No. 3. P. 318–326.