

УДК 633.14:631.81(470.5)

DOI: 10.31367/2079-8725-2025-97-2-73-79

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ, СРОКА ПОСЕВА НА ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАЗЫ И ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ

М. С. Шмелева, аспирант кафедры землеустройства, земледелия, агрохимии и почвоведения, marina.litvinova19960411@mail.ru, ORCID ID: 0009-0005-6230-9788
Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева – филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Курганский государственный университет»,
641300, Курганская обл., с. Лесниково

Цель исследований – выявить закономерности влияния доз, способов и сроков внесения минеральных удобрений на прохождение фенологических фаз и урожай озимой ржи в условиях Зауралья. Эксперимент проводился на учебно-производственном плодовоощном участке в 2021–2023 годах. Объект исследования – сорт озимой ржи Памяти Кунакбаева. Посев осуществляли по чистому пару в два срока. При посеве вносили нитроаммофоску в дозах по 30, 60, 90 кг д.в./га. В фазу выхода растений в трубку проводили внекорневую подкормку ЖКУ (N:P 11:37) с нормой расхода 60 л/га. Обработка результатов исследования выполнена по Б. А. Доспехову. Изучались прохождение фенологических фаз растений, структурные параметры и урожайность. Влияние срока посева на прохождение фенологических фаз растений при благоприятных погодных условиях было отмечено только в осенний период. В последующем разницы в развитии посевов не наблюдалось. В 2021/2022 с.-х. году на отдельных вариантах отмечается высокая урожайность на первом сроке посева ($N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖКУ NP11:37, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + ЖКУ NP11:37). В 2022/2023 с.-х. году урожайность была выше на вариантах второго срока посева. В целом за два года исследований наиболее эффективным было внесение основного удобрения в дозе 60 кг д.в./га с применением ЖКУ. Отмечались более высокие показатели по таким элементам структуры урожая, как количество и масса зерен в колосе. Увеличение по сравнению с контролем по данным показателям в среднем за годы исследований составило 8,7 и 0,4 г соответственно. В 2021/2022 с.-х. году данный вариант показал самую высокую урожайность (2,51 т/га) и массу 1000 зерен (41,2 г). В 2022/2023 с.-х. году лучшие показатели отмечены на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ + ЖКУ NP11:37 с массой 1000 зерен 27,7 г и урожайностью 2,49 т/га.

Ключевые слова: озимая рожь, минеральные удобрения, фенологические фазы, срок посева, структура урожая, урожайность.

Для цитирования: Шмелева М. С. Влияние удобрений, срока посева на фенологические фазы и формирование урожая озимой ржи в условиях Зауралья // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 2. С. 73–79. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-97-2-73-79.



THE EFFECT OF FERTILIZERS, SOWING TIME ON PHENOLOGICAL PHASES AND PRODUCTIVITY FORMATION OF WINTER RYE IN THE ZAURALYE

M. S. Shmeleva, postgraduate student of the department of land management, agriculture, agrochemistry and soil science, marina.litvinova19960411@mail.ru, ORCID ID: 0009-0005-6230-9788
Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev, branch
of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kurgan State University»,
641300, Kurgan region, v. of Lesnikovo,

The purpose of the current study was to identify patterns of the effect of doses, methods and terms of mineral fertilizing on the phenological phases and winter rye productivity in the Trans-Urals. The trial was conducted at the educational and production fruit and vegetable plot in 2021–2023. The object of the study was the winter rye variety 'Pamyati Kunakbaeva'. Sowing was laid in weedfree fallow in two stages. During sowing, nitroammophoska was added in doses of 30, 60, 90 kg of active ingredient per ha. At booting stage, there was foliar feeding with 60 l of liquid complex fertilizers (N:P 11:37) per ha. The study results were processed according to B. A. Dospekhov's methodology. There have been studied phenological phases of plants, yield structure parameters and productivity. The effect of the sowing period on phenological phases of plants under favorable weather conditions was established only in the autumn. Subsequently, there was no difference in the development of crops. In 2021/2022 there were obtained high yields in some variants at the first sowing date ($N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + LCF NP11:37, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + LCF NP11:37). In 2022/2023, productivity was higher in the second sowing date variants. In general, over the two years of study, the most efficient was the application of the main fertilizer at a dose of 60 kg active ingredient per ha with the use of LCF. There have been established higher indicators for such yield structure elements as 'number and weight of grains per ear'. The increase of these indicators in comparison with the control amounted to 8.7 and 0.4 g, respectively over the years of study. In 2021/2022 this variant showed the largest productivity (2.51 t/ha) and 1000-grain weight (41.2 g). In 2022/2023, the best indicators were identified in the variant $N_{90}P_{90}K_{90}$ + LCF NP11:37, with 27.7 g of '1000-grain weight' and 2.49 t/ha of productivity.

Keywords: winter rye, mineral fertilizers, phenological phases, sowing time, yield structure, productivity.

Введение. Озимая рожь является одной из ведущих сельскохозяйственных культур в зонах с неблагоприятными природно-климатическими условиями. Она обладает пла-

стичностью и высокой степенью адаптивности, малотребовательна к почвам, относительно морозо- и засухоустойчива. Это обуславливает ее высокий продуктивный потенциал

по сравнению с другими зерновыми культурами (Парфенова и Псарева, 2024).

В Зауралье озимую рожь начали возделывать с XVII века. Она была страховым фондом в тяжелые годы. Посевные площади с этой культурой увеличивались до XVIII века, пока на смену не пришла яровая пшеница (Смирных, 1996).

Вследствие недостаточной изученности в области кормопроизводства и переработки такого зерна посевные площади озимой ржи стали значительно сокращаться. В настоящее время в связи с изменением погодных условий все чаще предпочтение отдается данной культуре (Потапова и др., 2019).

За последние 5 лет в Зауралье наблюдается тенденция к увеличению объемов выращивания озимой ржи. В 2022 г. эта культура была посеяна на площади 19,5 тыс. га, что на 24,2 % больше, чем в 2018 г. (15,7 тыс. га) (Бюллетени о состоянии..., 2024).

Погодные условия во многом определяют урожайность (Набатова и др., 2023; Набатова и др., 2022), и увеличение посевных площадей не всегда ведет к повышению валового сбора зерна. Так, в 2022 г. этот показатель составил 64340 т, а в 2018 г. – 45730 т. В 2021 г. посевная площадь насчитывала 27 тыс. га с валовым сбором 44110 т (Бюллетени о состоянии..., 2024).

Существует ряд факторов, влияющих на развитие озимых культур в Зауралье, – это температурный режим в осенне-зимний и ранневесенний периоды, распределение влаги по определенным фазам развития растений, световой режим, почвенные условия и наличие элементов питания.

Для уменьшения влияния негативных факторов окружающей среды на растения необходимо обеспечить их полноценным питанием. Так как потребление минеральных веществ отличается по фазам развития, то возникает необходимость применять удобрения под основную, предпосевную обработку почвы, при посеве, и в качестве подкормки (Смирных, 1996; Степанов и Каргатова, 2023).

Цель исследований – выявить закономерности влияния доз, способов и сроков внесения минеральных удобрений на прохождение фенологических фаз и урожай озимой ржи в условиях лесостепного Зауралья.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили на учебно-производственном плодовоощном участке Курганской государственной сельскохозяйственной академии имени Т. С. Мальцева – филиале ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет» в 2021–2023 годах. Лабораторные анализы по определению массовой доли нитратного азота в почвенных образцах выполнены в ФГБУ «Государственная станция агрохимической службы «Курганская» ионометрическим методом по ГОСТ 26951-86. Результаты анализа на содержание подвижных форм фосфора и калия получены в агрохимической лаборатории КГСХА имени Т. С. Мальцева по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.

В качестве экспериментального материала взят сорт озимой ржи Памяти Кунакбаева (оригинатор ГНУ Башкирский НИИСХ Россельхозакадемии), отличающийся высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью. Он рекомендован для возделывания в Уральском регионе и районирован для условий Зауралья. Учетная площадь деланки 15 м². Посев осуществляли по чистому пару в два срока: в 2022 г. – 30 августа и 9 сентября, в 2023 г. – 29 августа и 9 сентября. Норма высева – 5 млн всхожих семян на га.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый. Содержание нитратного азота перед закладкой опыта в первый год исследований было на уровне 12 мг/кг, подвижного фосфора – 65,8 мг/кг, калия – 345 мг/кг. Во второй год после парового предшественника количество нитратного азота составило 51,3 мг/кг, подвижного фосфора – 51,2 мг/кг, калия – 265 мг/кг. Согласно полученным данным, в 2021 г. перед закладкой опыта наблюдалась низкая обеспеченность растений азотом, в то время как во второй год она была высокая. Обеспеченность фосфором на протяжении двух лет исследований характеризовалась как средняя, калием – очень высокая. Обменная кислотность находилась на уровне 5,6 единицы. Содержание гумуса – 5,2 %.

При посеве вносили нитроаммофоску в дозах по 30, 60, 90 кг д.в./га. В фазу выхода растений в трубку проводили внекорневую подкормку жидким комплексным удобрением (N:P 11:37) с нормой расхода 60 л/га. Контрольные варианты – без внесения удобрений. Уборку урожая проводили вручную по методу пробного снопа.

Обработка результатов исследования выполнена с использованием метода дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (2014) при помощи программного обеспечения Microsoft Office Excel.

Погодные условия в период проведения опыта не всегда были благоприятны для развития растений. В первый год исследований вегетационный период (2021–2022 гг.) характеризовался острой засушливостью в первые месяцы после посева. ГТК августа 2021 г. составил 0,3, сентября – 0,1. Температурный режим имел небольшие отклонения от нормы. В весенне-летний период 2022 г. посевы были обеспечены достаточным количеством влаги.

Вегетационный период второго года исследований (2022–2023 гг.) был более благоприятным по погодным условиям в осенний период (ГТК августа 2022 г. – 0,4, сентября – 0,3), однако отмечалась весенняя засуха. Июнь и июль также характеризовались отсутствием достаточного увлажнения.

Результаты и их обсуждение. Растения озимой ржи проходят четыре этапа, характеризующиеся специфическими погодными условиями, – осенний, зимний, весенний и летний. На каждом из них под влиянием генотипа, фак-

торов среды, а также технологии выращивания растения проходят определенные стадии роста и развития (Потапова и др., 2019).

Отклонение температуры и осадков от нормы приводит к ускорению или замедлению роста посевов (рис. 1).

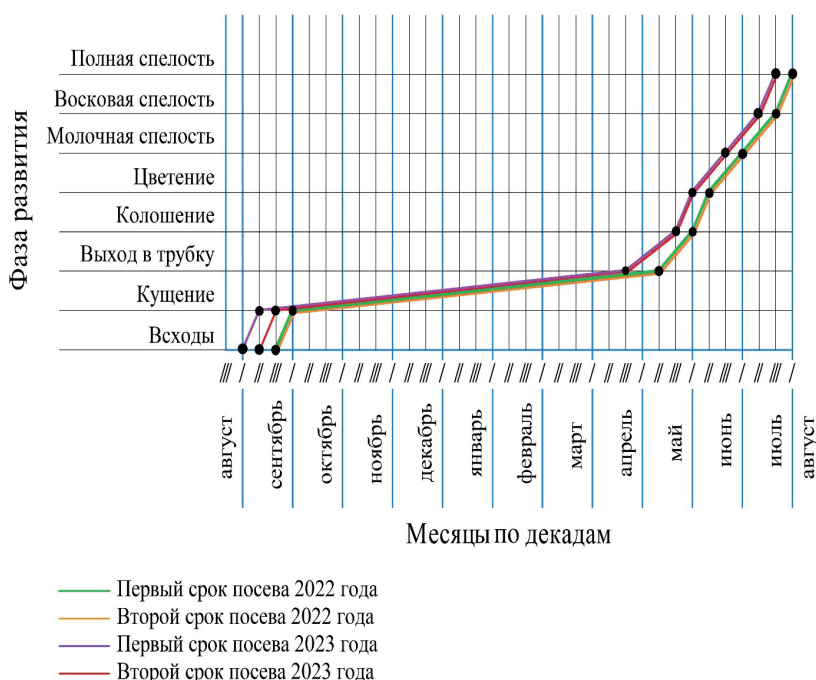


Рис. 1. Прохождение фенологических фаз озимой ржи разных сроков посева в условиях Зауралья
Fig. 1. The phenological phases of winter rye at different sowing dates in the Trans-Urals

Анализируя информацию, приведенную на рисунке 1, можно сделать заключение, что в первый год исследований происходила задержка развития посевов, начиная с осеннего периода. Растениям не хватало влаги, и, как следствие, уменьшалась эффективность внесенных удобрений. В первую очередь это повлияло на действие азота, который в засушливых условиях способен оказывать угнетающее действие или уходить в последствие (Смирных, 1996).

Во второй год исследований появление всходов первого и второго сроков началось спустя неделю после посева. В сентябре в период прорастания зерно было обеспечено необходимой влагой. В этом месяце осадков выпало на 13 % больше нормы. Температура воздуха была выше нормы на 1 °С. Это способствовало активному росту посевов. Закончилась осенняя вегетация во второй декаде октября, когда среднесуточная температура воздуха перешла через 5°С в сторону понижения. В течение зимнего периода угроз для вымерзания посевов не наблюдалось. Температура почвы на глубине узла кущения изменялась от –2,5 до –17,9 °С. Возобновление вегетации произошло в третьей декаде апреля.

Выход в трубку в первый год исследований был во второй декаде мая, в то время как во второй год – в третьей декаде апреля. У посевов 2021/2022 с.-х. года эта фаза прошла несколько быстрее, тем самым компенсируя отставание в росте. В последующие периоды различия в развитии между посевами двух лет состав-

ляла в среднем 10 дней. Уборку и учет урожая в 2022 г. проводили 10 августа.

Посевы 2022/2023 с.-х. года в период выхода в трубку испытывали дефицит влаги. В фазе колошения и цветения в третьей декаде мая и первой декаде июня также отмечался ее недостаток. Температурный фон в мае был повышен на 1,8 °С. Данные погодные условия неблагоприятно сказывались на жизнеспособности пыльцы растений, что могло привести к снижению урожайности (Степанов и Каргатова, 2023). Уборка и учет урожая в 2023 г. проведены 2 августа.

Сроки посева влияли на развитие растений лишь на начальных этапах. Как правило, в осенний период посевы первого срока начинали развитие раньше, тем самым к концу вегетации, перед уходом в зиму, были чуть больше посевов второго срока. Иная ситуация сложилась в 2021/2022 с.-х. году, когда засушливые условия повлияли на всхожесть зерна первого срока посева. Разницы между первым (30 августа) и вторым (9 сентября) сроками посева не было, так как всходы появились одновременно. В 2022 г. появление всходов первого срока посева (29 августа) произошло на неделю раньше, чем второго срока (9 сентября). При возобновлении вегетации в весенний период существенной разницы в развитии растений разных сроков посева не наблюдалось.

Уменьшить воздействие факторов внешней среды и способствовать развитию отдельных компонентов продуктивности можно с помощью агротехнических мероприятий,

в первую очередь путем применения удобрений. Формирующиеся изначально компоненты урожайности оказывают влияние на последующие элементы структуры. Так, прежде

всего происходит формирование количества колосьев, которое зависит от количества растений и их кустистости (рис. 2).

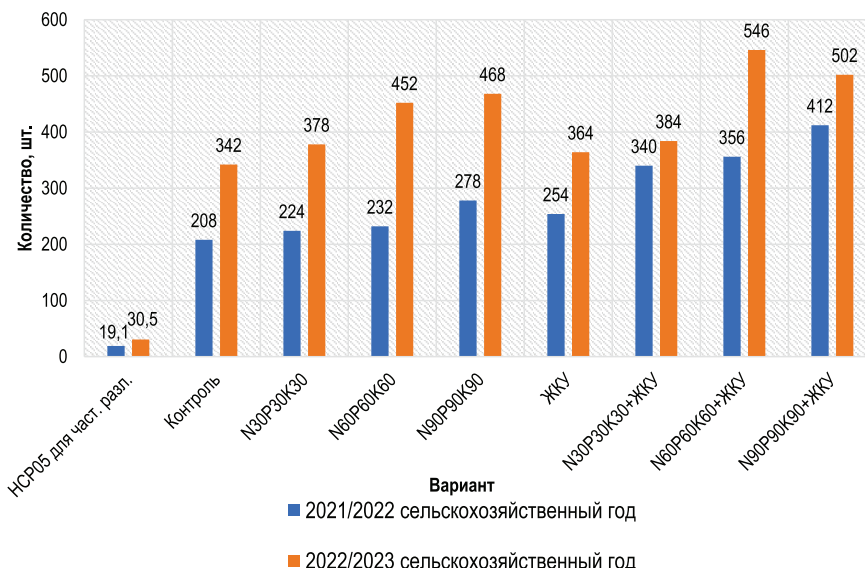


Рис. 2. Количество колосьев в период уборки по вариантам, шт./м² (среднее за годы исследований)
Fig. 2. The number of ears during harvesting according to variants, pcs/m² (average over the years of study)

В связи с более благоприятными погодными условиями в осенний период в 2022/2023 с.-х. году сформировалось больше колосьев на 1 м², чем в 2021/2022 с.-х. году. Наименьшие показатели по данным двух лет исследований у контрольного варианта (208 и 342 шт.). Применение удобрений способствовало увеличению числа колосьев. Наилучшим в 2021/2022 с.-х. году стал вариант N₉₀P₉₀K₉₀ + ЖКУ, в 2023 г. – N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖКУ. Количество колосьев у данных вариантов превосходит контроль на 204 шт. Использование основного удобрения увеличило число колосьев от 8 % (доза по 30 кг д.в./га)

до 37 % (доза по 90 кг д.в./га). В зависимости от погодных условий внекорневая подкормка без применения предпосевного удобрения дает прибавку числа колосьев на 6–22 %.

Одним из основных хозяйственно ценных признаков, определяющих эффективность применяемых агротехнических приемов, является урожайность, которая, в свою очередь, зависит от совокупности элементов продуктивности. В опыте проводился анализ таких показателей, как количество зерен и масса зерна в колосе, длина колоса (табл. 1).

Таблица 1. Влияние минеральных удобрений на структуру урожая озимой ржи (Учебно-производственный плодовоовощной участок Курганской ГСХА имени Т. С. Мальцева, сорт Памяти Кунакбаева)

Table 1. The effect of mineral fertilizers on winter rye yield structure (Educational and production fruit and vegetable section of the Kurgan SAA named after T. S. Maltsev, the variety 'Pamyati Kunakbaev')

Вариант	Количество зерен в колосе, шт.		Среднее	Масса зерна в колосе, г		Среднее	Длина колоса, см		Среднее
	2021/2022 с.-х. год	2022/2023 с.-х. год		2021/2022 с.-х. год	2022/2023 с.-х. год		2021/2022 с.-х. год	2022/2023 с.-х. год	
1 Контроль	41,4	22,4	31,9	1,6	0,5	1,0	9,4	7,9	8,6
2 N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	45,5	28,2	36,8	1,8	0,7	1,2	9,9	9,5	9,7
3 N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49,6	28,1	38,8	1,8	0,6	1,2	9,7	9,5	9,6
4 N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	48,8	27,0	37,9	1,9	0,7	1,3	9,8	9,3	9,5
5 ЖКУ NP 11:37	51,2	27,1	39,1	1,7	0,5	1,1	10,0	8,3	9,1
6 N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +ЖКУ NP 11:37	50,1	27,2	38,6	1,8	0,5	1,1	10,4	8,5	9,4
7 N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ NP 11:37	51,3	29,9	40,6	2,1	0,7	1,4	10,2	8,7	9,4
8 N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +ЖКУ NP 11:37	51,1	29,2	40,1	1,8	0,7	1,2	10,4	9,1	9,7
НСР ₀₅ для частных различий	2,01	1,32	—	0,23	0,18	—	0,19	0,23	—

Исходя из средних значений, наиболее продуктивным вариантом по количеству зе-

рен и массе зерна в колосе стал N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖКУ NP 11:37 (увеличение на 8,7 г и 0,4 г соответ-

ственно по сравнению с контрольными значениями). Что касается длины колоса, то здесь наиболее эффективными оказались варианты $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{90}P_{90}K_{90}+ЖКУ\ NP\ 11:37$, показав увеличение на 1,1 см по сравнению с контролем.

Весенняя засуха 2023 г. оказала влияние на размер колосьев. Их длина варьировала от 7,9 до 9,5 см, в то время как в первый год исследований – от 9,4 до 10,4 см. Внесение удобрений способствует увеличению длины колосьев: в 2021/2022 с.-х. году оно составило от 0,3 до 1,0 см в сравнении с контролем, а в 2022/2023-м – от 0,4 до 1,6 см. Применение жидкого комплексного удобрения в фазу выхода в трубку дает прибавку колосу на 0,4–0,6 см.

В 2021/2022 с.-х. году количество зерен на один колос изменялось по вариантам от 41,4 до 51,3 шт., в 2022/2023 с.-х. году – от 22,4 до 29,9 шт. Отмечено положительное влияние минеральных удобрений на формирование данного показателя. За два года исследований количество зерен с одного колоса увеличивалось от 4,1 до 12,7 шт. в сравнении с контролем. Среднее количество зерен в колосе по вариантам в 2021/2022 с.-х. году на 55,9 % больше, чем в 2022/2023 с.-х. году.

В первый год исследований масса зерна с одного колоса была от 1,6 до 2,1 г, во второй год – от 0,5 до 0,7 г. В 2022/2023 с.-х. году зерно было более мелким. Это сказалось на урожайности и массе 1000 зерен (табл. 2, 3).

Таблица 2. Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой ржи (Учебно-производственный плодовоовощной участок Курганской ГСХА им. Т.С. Мальцева, сорт Памяти Кунакбаева), т/га
Table 2. The effect of mineral fertilizers on winter rye productivity (Educational and production fruit and vegetable section of the Kurgan SAA named after T.S. Maltsev, the variety 'Pamyati Kunakbaev'), t/ha

Вариант	2021/2022 с.-х. год		Среднее	2022/2023 с.-х. год		Среднее
	Дата посева			Дата посева		
	30.08.21 г.	09.09.21 г.		29.08.22 г.	09.09.22 г.	
1 Контроль	1,60	1,94	1,77	1,41	1,46	1,43
2 N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,76	2,13	1,94	1,38	1,66	1,52
3 N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,18	2,11	2,14	1,69	1,85	1,77
4 N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	2,11	2,18	2,14	1,57	2,11	1,84
5 ЖКУ NP11:37	1,68	2,09	1,88	1,32	1,53	1,42
6 N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +ЖКУ NP11:37	2,29	2,41	2,35	2,18	2,24	2,21
7 N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ NP11:37	2,55	2,47	2,51	1,98	2,64	2,31
8 N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +ЖКУ NP11:37	2,47	2,31	2,39	2,41	2,57	2,49
НСР ₀₅ для частных различий	0,17		–	0,11		–
НСР ₀₅ для фактора А (срок посева)	0,06		–	0,04		–
НСР ₀₅ для фактора В (дозы удобрений)	0,12		–	0,08		–

Значительное влияние на формирование урожайности озимой ржи оказывают минеральные удобрения (Попов и др., 2020; Шайкова и др., 2022; Шишков и др., 2023).

В 2021/2022 с.-х. году прибавка в сравнении с контролем составила от 0,11 т/га (ЖКУ NP11:37) до 0,74 т/га ($N_{60}P_{60}K_{60} + ЖКУ\ NP11:37$), в процентном соотношении это 6 и 42 %. Наилучшим вариантом стал $N_{60}P_{60}K_{60} + ЖКУ\ NP11:37$ с урожайностью 2,51 т/га. Очевидно, что урожайность данного варианта была сформирована за счет массы 1000 зерен, которая была выше, чем у $N_{90}P_{90}K_{90} + ЖКУ\ NP11:37$. При использовании внекорневой подкормки произошло увеличение урожайности в сравнении с вариантами, где применялось только основное удобрение: так, у вариантов $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{30}P_{30}K_{30} + ЖКУ\ NP11:37$ разница составила 21 %, у вариантов $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60} + ЖКУ\ NP11:37$ – 17 %, у вариантов $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{90}P_{90}K_{90} + ЖКУ\ NP11:37$ – 12 %.

В 2022/2023 с.-х. году прибавка в сравнении с контролем составила от 0,09 т/га ($N_{30}P_{30}K_{30}$) до 1,06 т/га ($N_{90}P_{90}K_{90} + ЖКУ\ NP11:37$). В пересчете на проценты это 6–74 %. Наилучшая урожайность у варианта $N_{90}P_{90}K_{90} + ЖКУ\ NP11:37$ (2,49 т/га). Применение внекорневой подкормки увеличило урожайность на 45 % на варианте $N_{30}P_{30}K_{30} + ЖКУ\ NP11:37$ (в сравнении с $N_{30}P_{30}K_{30}$), на 30 % у $N_{60}P_{60}K_{60} + ЖКУ\ NP11:37$ (в сравнении с $N_{60}P_{60}K_{60}$) и на 35 % у $N_{90}P_{90}K_{90} + ЖКУ\ NP11:37$ (в сравнении с $N_{90}P_{90}K_{90}$).

Влияние срока посева на урожайность отмечается на контрольных вариантах с применением ЖКУ NP11:37, $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{30}P_{30}K_{30} + ЖКУ\ NP11:37$. На вторых сроках посева отмечается увеличение урожайности на 0,05–0,41 т/га. В остальных вариантах по годам исследования такой зависимости не выявлено.

Стоит отметить, что эффективность от применения основного удобрения и внекорневой подкормки была выше во второй год исследований.

Таблица 3. Влияние минеральных удобрений на массу 1000 зерен озимой ржи (Учебно-производственный плодовоовощной участок Курганской ГСХА имени Т. С. Мальцева, сорт Памяти Кунакбаева), г
Table 3. The effect of mineral fertilizers on 1000-grain weight of winter rye (Educational and production fruit and vegetable section of the Kurgan SAA named after T.S. Maltsev, the variety 'Pamyati Kunakbaev'), g

Вариант	2021/2022 с.-х. год		Средняя	2022/2023 с.-х. год		Средняя
	дата посева			дата посева		
	30.08.21 г.	09.09.21 г.		29.08.22 г.	09.09.22 г.	
1 Контроль	34,6	30,5	32,5	23,1	21,8	22,4
2 N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	35,6	37,2	36,4	22,0	24,6	23,3
3 N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	37,8	38,1	37,9	23,8	25,5	24,6
4 N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	38,9	39,7	39,3	25,3	28,2	26,7
5 ЖКУ NP11:37	35,8	32,2	37,2	21,7	21,8	21,7
6 N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +ЖКУ NP11:37	36,2	38,6	37,4	23,1	24,7	23,9
7 N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ NP11:37	40,3	42,2	41,2	26,0	27,7	26,8
8 N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +ЖКУ NP11:37	35,8	36,1	35,9	27,3	28,1	27,7
HCP ₀₅ для частных различий	0,77	–	0,55	–		
HCP ₀₅ для фактора А (срок посева)	0,27	–	0,20	–		
HCP ₀₅ для фактора В (дозы удобрений)	0,54	–	0,39	–		

В 2021/2022 с.-х. году средняя масса 1000 зерен по вариантам изменялась от 32,5 до 41,2 г, а в 2022/2023 с.-х. году – от 21,7 до 27,7 г. В первый год исследований прибавка в сравнении с контролем была от 3,4 до 8,7 г, во второй год – 0,9–5,3 г. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению данного показателя: самыми эффективными вариантами стали N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖКУ NP11:37 в первый год исследований (41,2 г) и N₉₀P₉₀K₉₀ + ЖКУ NP11:37 во второй год (27,7 г). Таким образом, внесение предпосевного удобрения в первый год увеличивало массу 1000 зерен на 12–21 %, а с внекорневой подкормкой – на 10–27 %. Во второй год увеличение произошло на 4–19 % и 7–24 % соответственно. На поздних сроках посева при внесении удобрений отмечается более высокая масса 1000 зерен. В контрольных вариантах и в вариантах с применением внекорневой подкормки наблюдается увеличение массы 1000 зерен в первый срок посева.

Выводы. В 2021/2022 с.-х. году из-за отсутствия достаточного увлажнения в осенний период у озимой ржи разных сроков посева не наблюдалось различий в прохождении фенологических фаз. В 2022/2023 с.-х. году при благоприятных погодных условиях, напротив, разница в развитии растений была в среднем 10 дней. В весенне-летний период расхождений по прохождению фенологических фаз не выявлено. В 2021/2022 с.-х. году наибольшее число колосьев было у варианта N₉₀P₉₀K₉₀ + ЖКУ NP11:37 (412 шт./м²), а в 2022/2023-м –

у N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖКУ NP11:37 (546 шт./м²). В течение двух лет исследований при внесении удобрений отмечается увеличение длины колосьев на 0,3–1,6 см и количества зерен в колосе на 4,1–9,9 шт. в сравнении с контрольными вариантами. По данным двух лет отмечается влияние срока посева на формирование массы 1000 зерен: на контрольных вариантах масса больше на первом сроке посева, а на фоне применения основного удобрения – на втором (увеличение на 0,3–3,6 г в 2021/2022 с.-х. году, на 0,1–2,6 г в 2022/2023 с.-х. году). Во второй год исследований урожайность по всем вариантам опыта была выше на втором сроке посева. В 2021/2022 с.-х. году на вариантах с применением основного удобрения в дозе 60 кг д.в./га и N₉₀P₉₀K₉₀ + ЖКУ NP11:37 урожайность выше на первом сроке посева. Отмечается, что внесение нитроаммофоски в дозе 60 кг д.в./га с обработкой жидким комплексным удобрением в фазу выхода в трубку оказывало положительное действие на массу зерна и количество зерен в колосе. По результатам 2021/2022 с.-х. года у него выше урожайность (2,51 т/га) и масса 1000 зерен (41,2 г).

Финансирование. Финансирование за счет средств бюджета ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет» (государственное задание №121031600142-5). Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Библиографический список

1. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии). Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 16.08.2024).
2. Набатова Н. А., Уткина Е. И., Псарева Е. А. Влияние погодных условий на изменчивость селекционно ценных признаков сортов озимой ржи в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24, № 4. С. 549–561. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.4.549-561
3. Набатова Н. А., Уткина Е. И., Парфенова Е. С., Шамова М. Г., Псарева Е. А., Жукова М. Н. Сравнительная оценка сортов озимой ржи по экологической устойчивости в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23, № 5. С. 655–665. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.5.655-665

4. Парфенова Е. С., Псарева Е. А. Адаптивность сортов озимой ржи по урожайности в условиях Кировской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024. Т. 25, № 4. С. 561–570. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.4.561-570
5. Попов Ф. А., Абашев В. Д., Носкова Е. Н., Светлакова Е. В., Лыскова И. В. Влияние длительного применения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой ржи // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2020. Т. 21, № 5. С. 561–570. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.5.561-570
6. Потапова Г. Н., Галимов К. А., Зобнина Н. Л. Влияние изменения климата осенью и зимой на возделывание озимой ржи // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33, № 6. С. 18–21. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10604
7. Смирных, И. Г. Озимые культуры в Зауралье: монография. Курган: ИПП «Зауралье», 1996. 216 с.
8. Степанов С. А., Каргатова А. М. Озимая рожь. Морфолого-анатомические и физиологические аспекты продуктивности. Саратов: Издательство Саратовского университета, 2023. 212 с.
9. Шайкова Т. В., Дятлова М. В., Волкова Е. С. Потребление и вынос основных элементов минерального питания озимой рожью при внесении комплексных удобрений // *Плодородие*. 2022. № 6. С. 3–7. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.01
10. Шишков Д. Г., Олехов В. Р., Васбиева М. Т. Влияние различных доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность озимой ржи в Среднем Предуралье // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2023. Т. 24, № 3. С. 399–408. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.3.399-408

References

1. Byulleteni o sostoyanii sel'skogo khozyaistva (elektronnye versii). Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Bulletins on the state of agriculture (electronic versions)] [Elektronnyi resurs]. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (data obrashcheniya: 16.08.2024).
2. Nabatova N. A., Utkina E. I., Psareva E. A. Vliyanie pogodnykh uslovii na izmenchivost' selektsionno-tsennykh priznakov sortov ozimoi rzh'i v usloviyakh Kirovskoi oblasti [The effect of weather conditions on the variability of valuable breeding traits of winter rye varieties in the Kirov region] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2023. Т. 24, № 4. С. 549–561. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.4.549-561
3. Nabatova N. A., Utkina E. I., Parfenova E. S., Shamova M. G., Psareva E. A., Zhukova M. N. Sravnitel'naya otsenka sortov ozimoi rzh'i po ekologicheskoi ustoichivosti v usloviyakh Kirovskoi oblasti [Comparative estimation of winter rye varieties for environmental sustainability in the Kirov region] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2022. Т. 23, № 5. С. 655–665. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.5.655-665
4. Parfenova E. S., Psareva E. A. Adaptivnost' sortov ozimoi rzh'i po urozhainosti v usloviyakh Kirovskoi oblasti [Adaptability of winter rye varieties according to productivity in the Kirov region] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2024. Т. 25, № 4. С. 561–570. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.4.561-570
5. Popov F. A., Abashev V. D., Noskova E. N., Svetlakova E. V., Lyskova I. V. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobrenii na urozhainost' i kachestvo zerna ozimoi rzh'i [The effect of long-term use of mineral fertilizers on productivity and grain quality of winter rye] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2020. Т. 21, № 5. С. 561–570. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.5.561-570
6. Potapova G. N., Galimov K. A., Zobnina N. L. Vliyanie izmeneniya klimata osen'yu i zimoi na vozdel'yvanie ozimoi rzh'i [The impact of climate change in autumn and winter on winter rye cultivation] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019. Т. 33, № 6. С. 18–21. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10604
7. Smirnykh, I. G. Ozimye kul'tury v Zaural'e: monografiya [Winter crops in the Trans-Urals: monograph]. Kurgan: IPP «Zaural'e», 1996. 216 s.
8. Stepanov S. A., Kargatova A. M. Ozimaya rozh'. Morfologo-anatomicheskie i fiziologicheskie aspekty produktivnosti [Winter rye. Morphological, anatomical and physiological aspects of productivity]. Saratov: Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta, 2023. 212 s.
9. Shaikova T. V., Dyatlova M. V., Volkova E. S. Potreblenie i vynos osnovnykh elementov mineral'nogo pitaniya ozimoi rozh'yu pri vnesenii kompleksnykh udobrenii [Winter rye's consumption and removal of the main elements of mineral nutrition when applying complex fertilizers] // *Plodородие*. 2022. № 6. С. 3–7. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.01
10. Shishkov D. G., Olekhov V. R., Vasbieva M. T. Vliyanie razlichnykh doz i sootnoshenii mineral'nykh udobrenii na urozhainost' ozimoi rzh'i v Srednem Predural'e [The effect of different doses and ratios of mineral fertilizers on winter rye productivity in the Middle Urals] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2023. Т. 24, № 3. С. 399–408. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.3.399-408

Поступила: 17.02.25; доработана после рецензирования: 04.04.25; принята к публикации: 07.04.25.

Критерии авторства. Автор статьи подтверждает, что имеет на статью полное право и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Шмелева М. С. – закладка полевых опытов и выполнение лабораторных исследований, получение и анализ данных, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.