

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 631.8:633.11
<https://agroconf.sgau.ru>

Изучение эффективности различных видов и комбинаций минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы в условиях Западной микрзоны Саратовской области

В.А. Гулянина, И.С. Полетаев, И.А. Зятишкина

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.

Аннотация. В статье проанализирована эффективность различных видов и комбинаций минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы в условиях Саратовской области. Выявлено, что максимальное содержание клейковины и повышение класса зерна с 3-го до 2-го было достигнуто при совместном внесении N60P60K60 и некорневой подкормки.

Ключевые слова: озимая пшеница, минеральные удобрения, органические удобрения

Для цитирования: Гулянина В.А., Полетаев И.С., Зятишкина И.А. Изучение эффективности различных видов и комбинаций минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы в условиях Западной микрзоны Саратовской области // Аграрные конференции. 2026. № 56(2). С. 7-13. <http://agroconf.sgau.ru>

NATURAL SCIENCES

Original article

Study of the effectiveness of various types and combinations of mineral fertilizers for growing winter wheat in the Western microzone of the Saratov region

V.A. Gulyanina, I.S. Poletaev, I.A. Zyatishkina

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

Abstract. This article analyzes the effectiveness of various types and combinations of mineral fertilizers for growing winter wheat in the Saratov region. It was found that the maximum gluten content and an increase in grain class from 3rd to 2nd were achieved with the combined application of N60P60K60 and foliar feeding.

Keywords: winter wheat, mineral fertilizers, organic fertilizers

For citation: Gulyanina, V.A., Poletaev, I.S., Zyatishkina, I.A. Study of the effectiveness of various types and combinations of mineral fertilizers for growing winter wheat in the Western microzone of the Saratov region // Agrarian Conferences, 2026; (56(2)): 7-13 (InRuss.). <http://agroconf.sgau.ru>

Введение. Озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) занимает стратегическое положение в обеспечении продовольственной безопасности, являясь одной из важнейших зерновых культур мирового земледелия. Достижение её генетически детерминированного потенциала урожайности и качества зерна неразрывно связано с оптимизацией минерального питания, представляющей собой сложную систему взаимодействия почвенных факторов, потребностей растения и агротехнологических приёмов. Минеральное питание – это не просто внесение удобрений, а динамичный процесс, управляемый фенологическим развитием растения, где каждый макро- и микроэлемент выполняет уникальные, часто незаменимые, функции в метаболизме. Понимание этих особенностей, включая критически важные фазы потребления, а также преимущества и ограничения различных видов удобрений, в том числе для некорневой подкормки, является основой для разработки высокоэффективных и ресурсосберегающих систем удобрения (И. В. Энговатова, Е. О. Шестакова, И. Г. Сторчак, Ф. В. Ерошенко, 2020; В. В. Кошеляев, И. П. Кошеляева, Н. М. Гурьянова, 2021; Е. А. Бильдиева, Ф. В. Ерошенко, 2023).

Цель - выявить наиболее эффективные дозы и комбинаций удобрений при возделывании озимой пшеницы условиях чернозёмной степи.

Методика исследований. Опыт проводился на полях ООО «Агронетика» в Романовском районе Саратовской области, на выщелоченных черноземах. Исследования осуществлялись в условиях типичных для данного региона, что обеспечивало достоверность и практическую значимость полученных результатов.

Схема опыта: Опыт по изучению эффективности различных видов и комбинаций минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы представлен двумя факторами.

Фактор А: различные дозы минеральных удобрений.

1. Контроль (без удобрений)
2. N30P30K30
3. N60P60K60

Фактор Б: применение жидкого органического удобрения.

1. Контроль (без удобрений)
2. Бионекс-Кеми Профи (3 л/га)
3. Бионекс-Кеми Профи (5 л/га)

Общая площадь каждой делянки 500 м². Учётная площадь каждой делянки 400 м². Повторность трёхкратная, расположение делянок рендомизированное.

Наблюдения, учет и анализ проводились в соответствии с общепринятыми методиками, включая работы Б. А. Доспехова (1985),

Для наблюдений и исследований были использованы общие методические указания по проведению полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1985).

Результаты исследований. Изменение вегетационного индекса NDVI в течение вегетации культуры в зависимости от применяемых удобрений

Вегетационный индекс позволяет оценить состояние посевов в процессе вегетации, анализ опытных участков с использованием космоснимков проводился в фазы, когда растение наиболее отзывчиво на изучаемые приёмы.

Значение этой величины может изменяться от -1 до 1 . На основе спутниковых и наземных измерений установлено, что для растений в нормальном состоянии NDVI близок к $0,6-0,65$, низкие значения NDVI (порядка $0,3-0,4$) свидетельствуют о недостатке влаги или о заболевании растений (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение вегетационного индекса NDVI в зависимости от применения удобрений (в среднем за 2024-2025 гг.)

Варианты опыта	Индекс NDVI			
	Кущение		Колошение	
	Контроль (без удобрений)	Бионекс-Кеми Профи (3 л/га)	Контроль (без удобрений)	Бионекс-Кеми Профи (3 л/га)
Контроль (без удобрений)	0,71	0,71	0,25	0,31
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,79	0,79	0,31	0,37
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,88	0,88	0,36	0,40

В среднем за 2024-2025 годы исследований индекс вегетации в фазу кущения изменялся при внесении минеральных удобрений с $0,71$ до $0,88$ единиц что показывает высокую отзывчивость агроценоза, если на контрольном варианте индекс составил $0,71$ то применение N₃₀P₃₀K₃₀ повысило его на $0,08$ единиц а внесение максимально изучаемой дозы минеральных удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ на $0,17$ единиц. Некорневые подкормки в фазу кущения не влияли на изменение индекса так как были только проведены.

В фазу колошения вегетационный индекс на контроле снизился до $0,25$, это связано с оттоком питательных веществ от вегетативных органов в генеративные. В результате наблюдений отмечено что тенденция сохранения вегетативных органов растений большее время при внесении удобрений сохраняется.

Применение что применение удобрений в дозе N₃₀P₃₀K₃₀ повышало вегетационный индекс до $0,31$ ед., что на $0,6$ единиц выше контроля, внесение N₆₀P₆₀K₆₀ повысило NDVI до $0,36$ единиц что на $1,1$ ед. выше контроля.

Некорневые подкормки повысили индекс на 0,5-0,6 единиц по вариантам опыта. Это говорит о том растения большее время сохраняют вегетативные органы что позволяет им увеличить период вегетации и сформировать более высокий урожай.

Формирование урожайности озимой пшеницы. Высокая урожайность сельскохозяйственных культур достигается при условии, что все факторы, влияющие на рост и развитие растений, удовлетворяют их потребности. Важным аспектом, определяющим величину урожая, является динамика условий, в которых развиваются растения, под воздействием различных факторов (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность озимой пшеницы по вариантам опыта

Варианты опыта		Урожайность т/га			Средние по фактору А
Фактор А	Фактор В	2024 год	2025 год	Среднее за 2024-2025 гг.	
Контроль (без удобрений)	Контроль (без удобрений)	1,69	2,35	2,02	2,10
	Бионекс-Кеми Профи (3 л/га)	1,80	2,56	2,18	
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль (без удобрений)	2,05	2,65	2,35	2,41
	Бионекс-Кеми Профи (3 л/га)	2,07	2,87	2,47	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль (без удобрений)	2,39	3,11	2,75	2,81
	Бионекс-Кеми Профи (3 л/га)	2,48	3,26	2,87	
Средние по фактору В Контроль (без удобрений) = 2,37 Бионекс-Кеми Профи (3 л/га) = 2,51		HCP ₀₅ A=0,07 HCP ₀₅ B=0,06 HCP ₀₅ AB= F _φ < F _τ F _φ A=200,1 F _φ B=6,7 F _φ AB=0,9 F _τ =3,33 Sa=0,024 Sb=0,020	HCP ₀₅ A=0,27 HCP ₀₅ B=0,19 HCP ₀₅ AB= F _φ < F _τ F _φ A=17,8 F _φ B=42,1 F _φ AB=4,2 F _τ =3,33 Sa=0,062 Sb=0,050	HCP ₀₅ A=0,69 HCP ₀₅ B=0,65 HCP ₀₅ AB= F _φ < F _τ F _φ A=170 F _φ B=17 F _φ AB=0,17 F _τ =2,6 Sa=0,027 Sb=0,022	

Анализ урожайности в целом за период проведения исследований показал, что урожайность озимой пшеницы была выше в более благоприятном по погодным условиям 2025 году, он составил 2,35 т/га по сравнению с 1,69 т/га в 2024 году.

Также отмечено что в 2025 году эффективность минеральных удобрений была ниже чем в 2024, возможно это связано с низким количеством осадков в осенний и ранневесенний период что привело к снижению доступности минеральных удобрений.

В то же время некорневые подкормки показали более высокую эффективность в 2025 году по сравнению с 2024 годом это также связано с тем что период июня и июля был более обеспечен влагой и менее жарким в 2025 году, растения испытывали меньший стресс и смогли в полной мере использовать потенциал подкормок.

Средний урожай за два года исследований на контрольном варианте без применения удобрений составил 2,02 т/га. Внесение удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ привело к увеличению урожайности до 2,35 т/га, что обозначает прирост на 0,33 т/га. При использовании более высоких доз $N_{60}P_{60}K_{60}$ урожайность возросла до 2,75 т/га, что дало прибавку в 0,73 т/га. Влияние жидких удобрений оказалось значительным. Их применение способствовало повышению урожайности на 0,12-0,16 т/га или 4,4-8,0%. Из проведённых расчётов видно что чем лучше растение обеспечено минеральным питанием, чем выше дозы вносимых минеральных удобрений тем ниже эффективность некорневых подкормок органическими удобрениями, это можно объяснить законом минимума когда в формирование урожайности вступают другие факторы.

Качественные характеристики полученной продукции озимой пшеницы

При возделывании озимой пшеницы, наряду с показателями урожайности, качество зерна играет ключевую роль.

Качество зависит от множества факторов, включая сорт растения, почвенно-климатические условия и применяемую технологию агрономического процесса. Саратовская область благодаря своим специфическим почвенно-климатическим условиям, предоставляет отличные возможности для получения высококачественного продовольственного зерна озимой пшеницы.

В среднем за 2024-2025 годы исследований на контроле без удобрений содержание белка составило 12,85%. Внесение $N_{30}P_{30}K_{30}$ достоверно повысило этот показатель на 0,4% (абс.), до 13,25%. Увеличение дозы до $N_{60}P_{60}K_{60}$ привело к дальнейшему, более существенному росту – до 14,09% (прибавка +1,24% к контролю). Эта нелинейная динамика (большой прирост на высокой дозе) указывает на то, что в условиях опыта почвенный азот был

лимитирующим фактором, и для реализации белкового потенциала сорта требовалось внесение не менее 60 кг д.в./га NPK.

Рост дозы NPK оказал решающее влияние на ключевой хлебопекарный показатель. При N₆₀P₆₀K₆₀ содержание сырой клейковины достигло 28,10%, что является пороговым значением для перехода зерна из III в более ценный II класс. Это прямое следствие усиления азотного питания, которое является основным драйвером синтеза запасных белков, формирующих клейковину (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние изучаемых удобрений на качество полученной продукции (в среднем за 2024-2025 гг.)

Варианты опыта		Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	Класс зерна
Фактор А	Фактор В			
Контроль (без удобрений)	Контроль (без удобрений)	12,58	23,20	III
	Бионекс-Кеми Профи (3 л/га)	13,98	24,90	III
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль (без удобрений)	13,25	25,70	III
	Бионекс-Кеми Профи (3 л/га)	14,42	26,10	III
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль (без удобрений)	14,09	28,10	II
	Бионекс-Кеми Профи (3 л/га)	15,40	28,60	II

При внесении минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ совместно с некорневой подкормкой было получено самое высокое количество клейковины 28,6%, и класс зерна возрос с третьего до второго.

Заключение.

1. Анализ NDVI подтвердил высокую отзывчивость посевов на минеральные удобрения, особенно в фазу кущения. В критическую фазу колошения положительное влияние на состояние посевов оказывали как высокие дозы минеральных удобрений, так и некорневые подкормки, что указывает на их важную роль в поддержании физиологической активности в этот период.

2. Урожайность ячменя напрямую зависела от уровня минерального питания, возрастая с увеличением дозы удобрений (максимальная прибавка 0,73 т/га). Применение жидких комплексных удобрений также обеспечивало статистически значимую дополнительную прибавку к урожаю (0,12-0,16 т/га).

3. И минеральные, и жидкие органические удобрения достоверно повышали содержание белка в зерне. Максимальное содержание клейковины и повышение класса зерна с 3-го до 2-го было достигнуто при совместном внесении N60P60K60 и некорневой подкормки.

Список литературы

1. Влияние элементов агротехнологии на азотное питание озимой пшеницы / И. В. Энговатова, Е. О. Шестакова, И. Г. Сторчак, Ф. В. Ерошенко // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 12. – С. 55-58. – DOI 10.28983/asj.y2020i12pp55-58. – EDN RNYIFT.

2. Бильдиева, Е. А. Влияние технологии возделывания на накопление азота растениями озимой пшеницы / Е. А. Бильдиева, Ф. В. Ерошенко // Сельскохозяйственный журнал. – 2023. – № 1(16). – С. 4-11.

3. Кошеляев, В. В. Особенности формирования элементов структуры урожая у сортов озимой пшеницы при различных уровнях минерального питания / В. В. Кошеляев, И. П. Кошеляева, Н. М. Гурьянова // Нива Поволжья. – 2021. – № 2(59). – С. 46-54.

4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов). Москва: Агропромиздат. –1985. –240 с.

References

1. The influence of agricultural technology elements on nitrogen nutrition of winter wheat / I. V. Engovatova, E. O. Shestakova, I. G. Storchak, F. V. Eroshenko // Agrarian scientific journal. - 2020. - No. 12. - P. 55-58. - DOI 10.28983/asj.y2020i12. - P. 55-58. - EDN RNYIFT.

2. Bildieva, E. A. The influence of cultivation technology on nitrogen accumulation by winter wheat plants / E. A. Bildieva, F. V. Eroshenko // Agricultural journal. - 2023. - No. 1 (16). - P. 4-11.

3. Koshelyaev, V. V. Features of the formation of yield structure elements in winter wheat varieties with different levels of mineral nutrition / V. V. Koshelyaev, I. P. Koshelyaeva, N. M. Guryanova // Niva Povolzhya. - 2021. - No. 2 (59). - P. 46-54.

4. Dospekhov, B. A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of results). Moscow: Agropromizdat. - 1985. - 240 p.

Статья поступила в редакцию 26.02.2026; одобрена после рецензирования 30.03.2026; принята к публикации 14.04.2026.

The article was submitted 26.02.2026; approved after reviewing 30.03.2026; accepted for publication 14.04.2026.