

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

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

Влияние минеральных азотных удобрений на продуктивность озимых культур в условиях Саратовского Левобережья

**Илья Сергеевич Полетаев, Александр Валерьевич Хадыкин,
Федор Петрович Четвериков, Валерий Иванович Губов**

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.
e-mail: poletaevilja@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты двухлетних опытов по применению минеральных азотных удобрений при возделывании озимой пшеницы и озимой ржи в засушливых условиях Саратовского Левобережья. На основании проведённых исследований изучено влияние удобрений на формирование урожайности культур и качественных показателей продукции.

Ключевые слова: минеральные удобрения, озимая рожь, урожайность, качественные показатели.

Для цитирования: Полетаев И.С., Хадыкин А.В., Четвериков Ф.П., Губов В.И. Влияние минеральных азотных удобрений на продуктивность озимых культур в условиях Саратовского Левобережья // Аграрные конференции. 2021. № 30(6). С. 6-14. <http://agroconf.sgau.ru>

NATURAL SCIENCES

Original article

The influence of mineral nitrogen fertilizers on the productivity of winter crops in the conditions of the Saratov Left Bank

**Ilya S. Poletaev, Aleksandr V. Khadykin, Fedor P. Chetverikov,
Valeriy I. Gubov**

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia
poletaevilja@mail.ru

Abstract. The article presents the results of two-year experiments on the use of mineral nitrogen fertilizers in the cultivation of winter wheat and winter rye in the arid conditions of the Saratov Left Bank. On the basis of the conducted studies, the influence of fertilizers on the formation of crop yields and quality indicators of products was studied.

Keywords: mineral fertilizers, winter rye, productivity, quality indicators.

For citation: Poletaev I. S., Khadykin A. V., Chetverikov F. P., Gubov V. I. The influence of mineral nitrogen fertilizers on the productivity of winter crops in the conditions of the Saratov Left Bank. Agrarnye konferentsii = Agrarian Conferences, 2021;(30(6)): 6-14. (In Russ.).[http: agroconf.sgau.ru](http://agroconf.sgau.ru)

Введение. Озимая пшеница и рожь являются одними из основных культур, возделываемых в Саратовской области. Помимо высокой продуктивности они характеризуется хорошей отзывчивостью на применение минеральных удобрений. Для успешного возделывания озимых культур и получения стабильных урожаев в различных микроразнообразиях области по годам необходимо всесторонне изучать дозы минеральных удобрений в зависимости от почвенно-климатических условий области [4].

Наряду с важностью обеспечения влагой важную роль в увеличении продуктивности зерновых культур в зоне Саратовского Левобережья играет минеральное питание культурных растений [3, 6].

Учёными отмечается, что основная роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур, а также сохранении и повышении почвенного плодородия отводится минеральным удобрениям. Следует отметить, что на первое место ставятся азотные удобрения, принимающие большое участие в формировании биосферы [1].

В почвенно-климатических условиях Среднего Поволжья увеличения урожайности и качества зерна полевых культур возможно достичь только при научно обоснованном подходе в применении удобрений и совершенствовании технологий диагностики минерального питания растений для повышения точности и постоянного поддержания баланса элементов питания растений всеми необходимыми элементами [2, 5].

Цель проведения опытов - изучение влияния минеральных удобрений на продуктивность посевов озимых культур в условиях Саратовского Левобережья.

Задачи исследований: изучить влияние применения минеральных удобрений в зависимости от погодных условий года на формирование урожайности и качества зерна озимых культур.

Для решения поставленных задач на производственных посевах учебно-научно-производственного объединения «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области был организован и заложен производственный опыт, включающий в себя выделение маркерных участков на полях хозяйства, на которых не применялись удобрения. Изучаемыми культурами являлись: озимая пшеница и озимая рожь.

Методика исследований.

Опыт проводился в 2020 и 2021 годах в УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ Энгельсского района Саратовской области. Погодные условия в период вегетации 2020 года характеризовались как умеренно засушливые и

жаркие, за тёплый период с апреля по август выпало 64,5 мм что составляет 50,7% от среднемноголетней нормы, ГТК составил 0,25. Температуры воздуха в апреле и мае были ниже нормы, но в летние месяцы июнь и июль температура превышала среднемноголетние значения 0,7°C в июне и 3,1 °C в июле. Складывающиеся погодные условия года привели к снижению продуктивности растений в результате недостатка влаги и высоких температур.

В 2021 году проведения исследований погодные условия характеризовались как очень засушливые, ГТК в этом году составлял 0,47, сумма осадков за тёплый период выше 10°C составила 161,6 мм, что составило 141% от среднемноголетних значений. В среднем за период температура окружающей среды превышала норму на 1,3 °C.

Особенностью 2021 года являлось большое количество осадков в апреле и июне 107 и 219% к норме и быстрое нарастание температур что позволило озимым культурам заложить основы будущего урожая. В июле осадки отсутствовали, а температура была выше нормы в среднем на 1,1 °C.

Характеристика почв опытного участка.

Почвы проведения опытов представлены тёмно-каштановыми, по мощности – среднесуглинистые, по гран. составу – среднесуглинистые.

Выбор участков для проведения опытов был обоснован низкой пестротой почвенного плодородия полей и наличием равномерных, хорошо развитых всходов растений, что способствовало получению более точных результатов опыта.

Характеристика участка опытного поля озимой пшеницы в 2020.

Содержание гумуса опытного участка составляло 3,1 %, нитрификационная способность почвы составляет 10,0 мг/кг, доступного фосфора содержится – 58,3 мг, обменного калия– 385 мг на 1 кг почвы. Почва имеет среднюю обеспеченность гумусом и калием, высокообеспечена фосфором, имеет низкую нитрификационную способность. Почва малообеспечена микроэлементами: серой, марганцем, медью и цинком.

Характеристика участка опытного поля озимой пшеницы в 2021.

По количеству гумуса почва содержит его 2,1%. Нитрификационная способность составляет 12,3 мг/кг, также содержится доступного фосфора– 40,21 мг, обменного калия– 268 мг на 1 кг почвы. Обеспеченность гумусом и калием плохая, фосфором средняя, почва имеет среднюю нитрификационную способность. Почва малообеспечена микроэлементами: серой, марганцем, медью и цинком.

Характеристика участка опытного поля озимой ржи в 2020.

Гумуса содержится 2,1%, почва обладает средней нитрификационной способностью 10,5 мг/кг, P₂O₅ содержится – 37,5 мг, почва средне обеспечена этим элементов, обменного калия K₂O– 284 мг на 1 кг почвы что показывает среднюю обеспеченность этим элементом. Почва средне обеспечена бором, низко обеспечена марганцем, цинком и медью.

Характеристика участка опытного поля озимой ржи в 2021.

Гумус - 2,3%, нитрификационная способность - 12,0 мг/кг, P₂O₅ - 57,5 мг, почва высокообеспечена этим элементом, обменного калия K₂O— 411 мг на 1 кг почвы, что показывает высокую обеспеченность этим элементом. Почва среднеобеспечена бором, низкообеспечена серой, марганцем, цинком и медью.

Схема опыта:

Опыт 1: Озимая пшеница

1. Контроль (без применения минеральных удобрений)

2. Аммиачная селитра (N_{34,4}) в дозе 130 кг/га в 2020 году и 110 кг/га в 2021 году.

Опыт 2: Озимая рожь

1. Контроль (без применения минеральных удобрений)

2. Аммиачная селитра (N_{34,4}) в дозе 130 кг/га в 2020 году и 140 кг/га в 2021 году.

Дозы минеральных удобрений были выбраны в соответствии с применяемыми в хозяйстве.

Агротехника опыта

Озимая пшеница. Высевался сорт Новоершовская. Посев проводили в третьей декаде августа посевным комплексом ПК-12 «Владимир». Ранневесеннее боронование проводилось в 1-2 декаде апреля. Внесение минеральных удобрений 2-3 декаде апреля с помощью разбрасывателя удобрений Туман 2. С целью борьбы с сорными растениями и вредителями посевы обрабатывались гербицидом Балерина дозой 0,3 л/га и инсектицидом Колосаль Про 0,1 л/га.

Озимая рожь. Высевался сорт Саратовская 7. Посев проводили в третьей декаде августа посевным комплексом ПК-12 «Владимир». Удобрения вносились третьей декаде апреля с последующей заделкой при проведении ранневесеннего боронования с помощью разбрасывателя удобрений Туман 2. С целью борьбы с сорными растениями и вредителями посевы обрабатывались гербицидом Балерина дозой 0,3 л/га и инсектицидом Колосаль Про 0,1 л/га.

Учёт урожая проводился прямым комбайнированием, собранное зерно с каждого варианта отдельно взвешивали на весовой.

Качество зерна определяли на приборе Инфралюм.

Результаты исследований. Хозяйственный учёт урожайности показал, что применение минеральных удобрений повышает как урожайность, так и качество зерна озимой пшеницы. Если на контрольном варианте урожайность в 2020 году составляла 1,32 т/га то применение аммиачной селитры перед посевом озимой пшеницы способствовало увеличению урожайности на 0,15 т/га или 10,2% (табл. 1).

Зерно озимых культур, обладающее высокими показателями качества, позволяют повысить его стоимость и востребованность на рынке, что в свою очередь повышает конкурентоспособность продукции и повышение агроэкологической продуктивности территории.

Качество зерна озимой пшеницы в 2020 году по показателям клейковины и белка соответствовало 2 классу, в то время как на контроле зерно было 3 класса качества.

Исследования, проведенные в 2021 году, показали, что применение минеральных удобрений на озимой пшенице привело к увеличению массы 1000 семян с 28,2 г на контроле до 31,3 г на варианте с применением удобрений, урожайность при этом повысилась до 0,48 т/га, что выше контроля на 0,10 ц/га или 21,7% (табл. 2).

Таблица 1

Урожайность и качество зерна озимой пшеницы при применении минеральных удобрений в 2020 году.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Отклонение		Качественные показатели зерна			
		т/га	%	Количество клейковины, %	Количество белка, %	ИДК, ед.	Класс
Контроль	1,32	-	-	26,3	14,5	97	3
Аммиачная селитра	1,47	0,15	10,2	28,6	15,6	86	2
НСР ₀₅	0,08						
Fф	20,42						
Fт	6,94						

Таблица 2

Эффективность применения минеральных удобрений при формировании урожайности и качества зерна озимой пшеницы в 2021 году

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Отклонение		Качественные показатели зерна			
		т/га	%	Количество клейковины, %	Количество белка, %	ИДК, ед.	Класс
Контроль	0,38	-	-	41,0	17,04	82	2
Аммиачная селитра	0,48	0,10	21,7	42,0	16,82	73	1
НСР ₀₅	0,06						
Fф	12,31						
Fт	6,94						

По показателям качества зерна озимая пшеница на варианте с применением удобрений относилась к первому классу, на контроле по показателям содержания белка и клейковины зерно так же относилось ко второму классу, но по значению ИДК ко второму классу как удовлетворительная слабая. В целом качество зерна изучаемой культуры было очень высоким благодаря отсутствию осадков и высоким температурам воздуха.

Изучение влияния минеральных удобрений на озимой ржи в 2020 году показало, что на контрольном варианте без применения удобрений урожайность составила 1,91 т/га. Внесение 130 кг/га аммиачной селитры (N_{34,4}) способствовало увеличению урожайности на 0,37 т/га или 19,3% (табл. 3).

Качество зерна озимой ржи в 2020 году на контроле соответствовало 3 классу, а на варианте с применением удобрений 2 классу.

В 2021 году урожайность озимой ржи была ниже, чем в 2020, на контроле она равнялась 1,91 т/га. Применение удобрений повышало этот показатель до 2,28 т/га что на 0,37 т/га или 19,3% выше контроля (табл. 4).

Таблица 3

Влияние внесения аммиачной селитры на изменение урожайности и качества зерна озимой ржи в 2020 году.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Отклонение		Качественные показатели зерна			
		т/га	%	Количество клейковины, %	Количество белка, %	ИДК, ед.	Класс
Контроль	1,91	-	-	25,2	12,6	86	3
Аммиачная селитра	2,28	0,37	19,3	28,3	13,9	72	2
НСР ₀₅	0,21						
Fф	52,61						
Fт	6,94						

Таблица 4

Изменение урожайности и качества зерна озимой ржи в зависимости от применения минеральных удобрений в 2021 году.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Отклонение		Качественные показатели зерна			
		т/га	%	Количество клейковины, %	Количество белка, %	ИДК, ед.	Класс
Контроль	1,53	-	-	33,6	15,32	89	2
Аммиачная селитра	1,82	0,28	15,8	36,7	15,50	87	2
НСР ₀₅	0,18						
Fф	41,56						
Fт	6,94						

Качество зерна было выше, чем в предыдущий год исследований, на обоих вариантах зерно относилось ко второму классу качества.

Расчёт экономической эффективности изучаемых приёмов показал, что затраты на внесение удобрений на посевах озимой пшеницы в 2020 году на 1 га составили 2264 рубля, из них затраты на применение аммиачной селитры в дозе 130 кг* 16,95 руб. = 2204 руб., затраты на внесение – 60 руб. (табл. 5).

Таблица 5

Выход продукции в денежном выражении и дополнительная прибыль с 1 га при возделывании озимой пшеницы в 2020 году.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Затраты на применение удобрений, руб./га	Цена реализации руб./ц	Выручка с 1 га, руб.	Дополнительная прибыль, руб.
Контроль	1,32	-	11000	14520	-
Аммиачная селитра	1,47	2264	12500	18375	3855

Из полученных данных следует вывод, что рентабельность применения удобрений составляет: $1371 \text{ руб.} / 2464 \text{ руб.} * 100 = 70\%$

Экономическая эффективность в 2021 году характеризовалась следующими показателями, затраты при внесении удобрений составили 1862 руб./га, из них затраты на применение аммиачной селитры в дозе $110 \text{ кг} * 16,25 \text{ руб.} = 1787 \text{ руб.}$, затраты на внесение – 75 руб. (табл. 6).

Таблица 6

Экономическая эффективность применяемого агроприёма при возделывании озимой пшеницы в 2021 году

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Затраты на применение удобрений, руб./га	Цена реализации руб./ц	Выручка с 1 га, руб.	Дополнительная выручка, руб./га
Контроль	0,38	-	13000	4940	-
Аммиачная селитра	0,48	1862	14500	6960	2020

При этом выручка с одного гектара на варианте с использованием удобрений увеличилась на 2020 руб./га.

Экономическая эффективность применения удобрений подтвердилась и в опыте с возделыванием озимой ржи. В 2020 году при затратах на внесение удобрений 1700 руб./га полученная прибавка составила 5920 рублей с одного гектара (табл. 7).

Таблица 7

Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании озимой ржи в 2020 году

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Затраты на применение удобрений, руб./га	Цена реализации руб./т	Выручка с 1 га, руб.	Дополнительная выручка, руб.
Контроль	1,53	-	11000	16830	-
Аммиачная селитра	1,82	1700	12500	22750	5920

Рентабельность применения минеральных удобрений составила в 2020 году 248%.

На посевах озимой ржи в 2021 году при затратах на внесение удобрений 2350 руб./га и цене реализации продукции 950 руб./ц получена дополнительная выручка на варианте с удобрениями в размере 2735 руб./га (табл. 8).

Таблица 8

Экономическая эффективность внесения аммиачной селитры при возделывании озимой ржи в 2021 году

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Затраты на применение удобрений, руб./га	Цена реализации руб./т	Выручка с 1 га, руб.	Дополнительная выручка, руб.
Контроль	1,53	-	11000	16830	-
Аммиачная селитра	1,82	1700	12500	22750	5920

Контроль	1,53	-	9500	14554	-
Аммиачная селитра	1,82	2350	9500	17290	2735

Из полученных данных следует вывод, что дополнительная прибыль применения удобрений составляет 385 рублей.

Заключение. При выращивании озимой пшеницы в условиях Саратовского левобережья применение аммиачной селитры в дозах 110-130 кг/га приводит к повышению урожайности на 0,1-0,15 ц/га или 42,0-10,2%. Показатели качества зерна так же возрастают при использовании удобрений если на контроле качество соответствует третьему и второму классу зерна, то на варианте с удобрением возрастает до второго и первого класса качества.

Использование удобрений на озимой ржи повышало урожайность на 0,37 т/га или 19,3% в 2020 году и на 0,28 т/га или 15,8 % в 2021 году.

Эффект от внесения минеральных удобрений зависит от погодных условий территории малое количеством осадков 2020 года в апреле и мае (46 и 41% от нормы), приводит к плохому растворению твёрдых удобрений и снижению их усвояемости растениями в критические периоды вегетации (выход в трубку, колошение). Также достаточная влагообеспеченность весной, но отсутствие осадков и критически высокие температуры воздуха в июне как в случае с июнем 2021 года, когда средняя температура воздуха составила 28,1°C или на 6,4°C превысила среднегодовую величину при полном отсутствии осадков, приводит к тому, что заложенный потенциал посевов не реализуется в полной мере, но повышается качество зерна.

Исходя из полученных данных следует вывод, что в годы с более благоприятными по обеспеченности влагой весенним периодам минеральные удобрения оказывают больший эффект в повышении урожайности, а высокие температуры и малое количество осадков в июне приводят к формированию более качественного зерна.

На основании проведённых исследований отмечено, что применение удобрений на посевах озимой пшеницы и ржи эффективно и экономически целесообразно. Дополнительная прибыль при внесении удобрений на озимой пшенице варьировала от 2020 руб./га до 3855 руб./га. На озимой ржи от 2735 руб./га до 5920 руб./га.

Список литературы

1. Асаева Т.Д. Влияние удобрений на урожайность и структуру урожая африканского проса на дерново-глеевой оподзоленной почве // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 4. С. 66-69.
2. Белоголовцев В.П., Попов Г.Н., Данилов А.Н., Летучий А.В. Комплексная диагностика минерального питания проса при выращивании на светло-каштановой почве Саратовского Заволжья // Аграрный научный журнал. 2017. № 12. С. 5-9.

3. Марковский, А.Г. Влияние системы удобрений на продуктивность полевого севооборота и баланс азота, фосфора и калия в почве // *Обработка почвы и система удобрений в севооборотах Заволжья: сб. науч. тр.* 1972. С.100-110.
4. Наушкина Л.А., Смелый А.Н. Предшественники и удобрения озимой пшеницы в условиях Белгородской области // *Земледелие.* № 1. 2007. С. 28-29.
5. Оценка и прогноз эффективности минеральных удобрений в условиях изменяющегося климата / О. Д. Сиротенко [и др.] // *Агрохимия.* 2009. № 7. С. 26-33.
6. Wilson J.B. A review of evidences of the control of Shoot root ratio in relation to models // *An Bot.* 1988. V. 61. P.433-449.

References

1. Asaeva T.D. Influence of fertilizers on the yield and structure of the crop of African millet on soddy-gley podzolized soil. *Bulletin of the Gorsky State Agrarian University.* 2015; 52; 4: 66-69.
2. Belogolovtsev V.P., Popov G.N., Danilov A.N., Letuchy A.V. Complex diagnostics of mineral nutrition of millet when grown on light chestnut soil of the Saratov Trans-Volga region. *Agrarian scientific journal.* 2017; 12: 5-9.
3. Markovsky, A.G. Influence of the fertilizer system on the productivity of the field crop rotation and the balance of nitrogen, phosphorus and potassium in the soil. *Soil cultivation and fertilizer system in crop rotations in the Trans-Volga region.* 1972: 100-110.
4. Naushkina L.A., Smelyi A.N. Predecessors and fertilizers of winter wheat in the conditions of the Belgorod region. *Agriculture.* 2007; 1: 28-29.
5. Evaluation and forecast of the effectiveness of mineral fertilizers in a changing climate / O. D. Sirotenko et al. *Agrochemistry.* 2009; 7: 26-33.
6. Wilson J.B. A review of evidences of the control of Shoot root ratio in relation to models. *An Bot.* 1988; 61: 433-449.

Статья поступила в редакцию 5.10.2021; одобрена после рецензирования 25.10.2021; принята к публикации 5.11.2021.

The article was submitted 5.10.2021; approved after reviewing 25.10.2021; accepted for publication 5.11.2021.