

Эффективность минеральных удобрений при возделывании озимых культур, нута и подсолнечника в условиях Саратовского Левобережья

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

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

Аннотация. В работе приводится анализ эффективности применения минеральных удобрений в засушливых условиях Саратовского Левобережья. Проведенные исследования по применению минеральных удобрений на таких культурах, как озимая пшеница, озимая рожь, нут и подсолнечник показали, что внесение перед посевом аммиачной селитры в дозах 110–130 кг/га в физической массе повышает урожайность озимой пшеницы на 0,13 т/га, или на 14,7 %; озимой ржи – на 0,33 т/га, или на 19,2 %; нута – на 0,08 т/га, или на 14,2 %, подсолнечника – на 0,08 т/га, или на 14,7 %. Отмечено, что эффективность минеральных удобрений возрастает в более благоприятные по погодным условиям годы. Расчет экономической эффективности показал, что затраты на внесение удобрений окупаются, дополнительная прибыль при возделывании озимой пшеницы составила 2937,5 руб./га, озимой ржи – 4327,5 руб./га, на посевах нута – 3106,5 руб./га, подсолнечника – 3115,0 руб./га.

Ключевые слова: озимые культуры; нут; подсолнечник; посев; минеральные удобрения.

Для цитирования: Полетаев И. С., Солодовников А. П., Четвериков Ф. П., Хадыкин А. В., Губов В. И. Эффективность минеральных удобрений при возделывании озимых культур, нута и подсолнечника в условиях Саратовского Левобережья // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 37–40. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp37-40>.

AGRONOMY

Original article

Efficiency of mineral fertilizers in the cultivation of winter crops, chickpea and sunflowers in the conditions of the Saratov Left Bank

Ilya S. Poletaev, Anatoly P. Solodovnikov, Fedor P. Chetverikov, Alexander V. Khadykin, Valery I. Gubov

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

Abstract. The article presents an analysis of the effectiveness of mineral fertilizers in arid conditions of the Saratov Left Bank. Conducted studies on the mineral fertilization on crops: winter wheat, winter rye, chickpea and sunflower showed that the application of ammonium nitrate before sowing in doses of 110–130 kg/ha in physical weight increases the yield of winter wheat by 0.13 t/ha, or by 14.7%; winter rye – by 0.33 t/ha, or by 19.2%; chickpea – by 0.08 t/ha, or 14.2%, sunflower – by 0.08 t/ha, or 14.7%. It is noted that the efficiency of mineral fertilizers increases in more favorable weather conditions. The calculation of economic efficiency showed that the costs of fertilizing pay off, additional profit in the cultivation of winter wheat amounted to 2937.5 rubles/ha, winter rye – 4327.5 rubles/ha, for chickpea crops – 3106.5 rubles/ha, sunflower – 3115.0 rubles/ha.

Key words: winter crops; chickpea; sunflower; sowing; mineral fertilizers.

For citation: Poletaev I. S., Solodovnikov A. P., Chetverikov F. P., Khadykin A. V., Gubov V. I. Efficiency of mineral fertilizers in the cultivation of winter crops, chickpea and sunflowers in the conditions of the Saratov Left Bank // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(7): 37–40. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp37-40>.

Введение. В современных условиях развития сельского хозяйства при снижении объемов вносимых удобрений сохранение и воспроизводство плодородия земель сельскохозяйственного назначения становится задачей исключительной важности. Применяемые для повышения урожайности сельскохозяйственных культур минеральные удобрения являются важнейшим рычагом интенсификации земледелия [1, 8].

В связи с повышением цены на минеральные удобрения современные сельхозтоваропроизводители зачастую отказываются от применения почвенных минеральных удобрений в пользу некорневых подкормок, но такой способ питания не способен обеспечить растения всеми необходимыми элементами для формирования планируемой урожайности. Только внесение минеральных удобрений, особенно в ранневесенний период, способно увеличить урожайность сельскохозяйственных культур и улучшить качество полученной продукции. Следует отметить, что на первое место ставятся азотные удобрения, принимающие большое участие в формировании биосферы [4–6].

Другой причиной снижения спроса на твердые минеральные удобрения являются неблагоприятные, засушливые погодные условия территории, снижающие эффективность корневого питания растений и, как следствие, эффективность удобрений. В связи с этим отдельной задачей при изучении минерального питания является изучение эффективности удобрений в зависимости от погодных условий территории [3, 9].

Азот является одним из основных компонентов многих существенных структурных, генетических и метаболических соединений в клетках растений. Он также является элементарным компонентом многих важных органических соединений, включая аминокислоты, белки, нуклеиновые кислоты, ферменты и молекулу хлорофилла. Недостаток азота приводит к замедлению интенсивности роста и развития растений, что в свою очередь снижает их урожайность [2, 7].

Цель исследований – изучить влияние применения минеральных удобрений в различных складывающихся погодных условиях на формирование урожайности и качества продукции полевых культур в Саратовском Левобережье.





Методика исследований. Опыт проводили в 2020–2021 гг. в УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ Энгельсского района Саратовской области. Почва проведения опытов представлена темно-каштановым подтипом, среднесуглинистая, с содержанием гумуса 2,8 %.

По погодным условиям в период вегетации 2020 г. характеризовался как сухой и умеренно жаркий. За теплый период с апреля по август выпало 64,5 мм осадков, что составляет 50,7 % от среднееголетней нормы, ГТК составил 0,25. Температура воздуха в апреле и мае была ниже нормы, но в летние месяцы температура превышала среднееголетние значения на 0,7 °C в июне и на 3,1 °C в июле (рис. 1).

Сумма осадков в течение вегетационного периода отклонялась ниже нормы с апреля по сентябрь, критическая ситуация складывалась в апреле и мае (46 и 41 %) и июле (36 % от нормы). Складывающиеся особенности года привели к снижению продуктивности растений в результате недостатка влаги и высоких температур.

В 2021 г. проведения исследований погодные условия характеризовались как умеренно засушливые и умеренно жаркие, ГТК за вегетационный период в этом году составлял 0,47, сумма осадков равнялась 161,6 мм, что составило 141 % от среднееголетних значений. В среднем за период температура окружающей среды превышала норму на 1,3 °C (рис. 2).

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

Опыт включал в себя контрольные варианты и варианты с применением рекомендованных доз минеральных удобрений аммиачной селитры ($N_{34,4}$), повторность трехкратная, расположение делянок рендомизированное, площадь каждой делянки 0,5 га, дозы применяемых удобрений были рассчитаны балансовым методом и составили в физической массе: озимая пшеница – 110 кг/га, озимая рожь – 130 кг/га, нут – 110 кг/га, подсолнечник – 100 кг/га. Внесение минеральных удобрений проводили в третьей декаде апреля с помощью разбрасывателя удобрений «Туман 2». Учет урожая осуществляли прямым комбайнированием. Качество зерна определяли на приборе Инфралюм. Предшественником озимой пшеницы и озимой ржи являлся чистый пар, предшественником нута – озимая пшеница, подсолнечника – нут. По обеспеченности элементов питания почва содержит нитратного азота 4,1 мг/100 г почвы (по Тюрину и Кононовой), доступного фосфора P_2O_5 – 29,7 мг/кг почвы, обменного калия K_2O – 345 мг/кг почвы (по Мачигину). Почва высокообеспечена калием, среднеобеспечена фосфором, малообеспечена азотом.

Результаты исследований. Результаты проведенных опытов в условиях Саратовского Левобережья показывают, что внесение минеральных удобрений способствует повышению урожайности полевых культур. В то же время отмечено, что на эффективность удобрений влияют погодные условия вегетационного периода. В среднем за годы исследований при возделывании озимой пшеницы на контроле урожайность составила 0,85 т/га, применение удобрений повысило этот показатель до 0,98 т/га, что выше контроля на 0,13 т/га, или на 14,7 %. Следует отметить, что урожайность изучаемой культуры в 2020 г. (1,32–1,47 т/га) была выше, чем в 2021 г. (0,38–0,48 т/га), что объясняется плохими условиями перезимовки озимых культур в 2021 г. (табл. 1).

Урожайность озимой ржи была более выравнена по годам исследований; эффективность применения удобрений составляла 19,4 и 19,0 % в 2020 и 2021 гг. соответственно. В среднем за годы исследований на варианте с внесением удобрений урожайность составила 1,82 т/га, что выше контроля на 0,33 т/га, или на 19,2 %. При возделывании нута в среднем за годы исследований урожайность контроля равнялась 0,57 т/га, минеральные удобрения повышали ее до 0,65 т/га, отклонение от контроля составило 0,08 т/га, или 14,2 %. Отмечено, что урожайность нута была выше в более благоприятный 2021 г. и варьировала по вариантам опыта от 0,85 до 0,97 т/га, в 2021 г. она равнялась 0,28–0,32 т/га.

Эффективность внесения минеральных удобрений на подсолнечнике в 2020 г. составила 15,4 %, прибавка к контролю равнялась 0,04 т/га. В 2021 г. отклонение от контроля составляло 0,11 т/га, или 14,5 %. В среднем за годы исследований минеральное удобрение повышало урожайность этой культуры на 0,34 т/га, или на 21,1 %.

Применение минеральных удобрений при возделывании изучаемых культур повышало не только урожайность, но и качество получаемой продукции. В среднем за годы исследований за счет высоких температур в период созревания качество зерна озимой пшеницы достигало 1-го класса по значениям содержания белка и клейковины, но по ИДК относилось к 3-му классу качества. На контроле содержание белка составляло 15,77, по показателям клейковины – 33,65 %, ИДК составил 89,5 ед., применение удобрений повышало содержание клейковины на 1,65 абс. %, белка – на 0,44 абс. %, ИДК равнялся 79,5 ед. В посевах озимой ржи азотные удобрения увеличивали качественные показатели зерна, содержание клейковины на 3,1 абс. %, белка – на 0,74 абс. %. ИДК на варианте с удобрениями составил 87,5 ед., на контрольном варианте ИДК – 87,5 ед.

Массовая доля белка нута на контроле равнялась 24,9 %, удобрения повышали ее на 3,61 %, содержание золы при этом снизилось с 4,15 % на контроле до 4,01 % на варианте с удобрениями (табл. 2).



Рис. 1. Погодные условия вегетационного периода 2020 г.



Рис. 2. Погодные условия вегетационного периода 2021 г.

Урожайность полевых культур при внесении минеральных удобрений

Культура	Вариант опыта	Урожайность, т/га			Отклонение от контроля	
		2020	2021	Средняя	т/га	%
Озимая пшеница	Контроль	1,32	0,38	0,85	-	-
	Аммиачная селитра N ₃₈ кг/га д.в.	1,47	0,48	0,98	0,13	14,7
		HCP ₀₅ =0,07 F _φ =74,5 F _τ =18,51	HCP ₀₅ =0,09 F _φ =23,0 F _τ =18,51	HCP ₀₅ =0,04 F _φ =57,4 F _τ =6,66		
Озимая рожь	Контроль	1,91	1,53	1,72	-	-
	Аммиачная селитра N ₄₅ кг/га д.в.	2,28	1,82	2,05	0,33	19,2
		HCP ₀₅ =0,21 F _φ =56,2 F _τ =18,51	HCP ₀₅ =0,13 F _φ =81,4 F _τ =18,51	HCP ₀₅ =0,08 F _φ =107,4 F _τ =6,66		
Нут	Контроль	0,28	0,85	0,57	-	-
	Аммиачная селитра N ₃₈ кг/га д.в.	0,32	0,97	0,65	0,08	14,2
		HCP ₀₅ =0,03 F _φ =3718,3 F _τ =18,51	HCP ₀₅ =0,02 F _φ =430,7 F _τ =18,51	HCP ₀₅ =0,04 F _φ =18,9 F _τ =6,66		
Подсолнечник	Контроль	0,26	0,76	0,51	-	-
	Аммиачная селитра N _{34,4} кг/га д.в.	0,3	0,87	0,59	0,08	14,7
		HCP ₀₅ =0,02 F _φ =48,0 F _τ =18,51	HCP ₀₅ =0,07 F _φ =40,3 F _τ =18,51	HCP ₀₅ =0,04 F _φ =18,0 F _τ =6,66		

На подсолнечнике минеральные удобрения повлияли в первую очередь на масличность продукции. На контроле этот показатель составил 37,55 %, на варианте с минеральными удобрениями он повысился до 43,1 %, или на 5,55 абс. % к контролю. Содержание белка в маслосеменах подсолнечника снизилось. При внесении удобрений массовая доля белка составила 16,9 %, на контроле – 17,6 %.

Расчет экономической эффективности изучаемых приемов показал, что затраты на внесение минеральных удобрений в посевах изучаемых культур окупаются и приносят дополнительный доход. При затратах 2060 и 2025 руб./га на озимой пшенице и ржи дополнительная прибыль от прибавки урожайности и повышения цены на конечную продукцию составила соответственно 2937 и 4327 руб./га (табл. 3).

При возделывании нута подсолнечника затраты составили соответственно 1723 и 1602,16 руб./га, а дополнительная прибыль 3106,5 руб./га на нуте и 3115,0 руб./га на подсолнечнике.

Заключение. Применение аммиачной селитры в дозе 110–130 кг/га перед посевом полевых культур в условиях Саратовского Левобережья позволяет повысить урожайность озимой пшеницы на 0,13 т/га, или на 14,7 %; озимой ржи – на 0,33 т/га, или на 19,2 %; нута – на 0,08 т/га, или на 14,2 %, подсолнечника – на 0,08 т/га, или на 14,7 %. При этом качество получаемой продукции повышается на вариантах с применением удобрений, на озимой пшенице содержание белка возрастало до 15,77 %, клейковины – до 33,65 %, ИДК – 89,5 ед. В посевах озимой ржи азотные удобрения увеличивали содержание клейковины до 29,4 %, белка – до 13,96 %. ИДК на варианте с удобрениями составил 87,5 ед. Массовая доля белка нута повышалась на 3,61 %, масличность подсолнечника – до 43,1 %, или на 5,55 абс. % к контролю.

На основании проведенных исследований отмечено, что применение удобрений на посевах изучаемых культур эффективно и экономически целесообразно. Дополнительная прибыль при внесении удобрений на озимой пшенице и ржи варьировала от 2937,5 до 4327,5 руб./га, на посевах нута и подсолнечника она равнялась 3106,5 и 3115,0 руб./га соответственно.

Таблица 2

Влияние изучаемых приемов на качество получаемой продукции

Показатель качества	Контроль	Аммиачная селитра	Отклонение от контроля, абс. %	Отклонение от контроля, отн. %
Озимая пшеница				
Количество клейковины, %	33,65	35,3	1,65	4,9
Содержание белка, %	15,77	16,21	0,44	2,8
ИДК	89,5	79,5		
Озимая рожь				
Количество клейковины, %	29,4	32,5	3,1	10,5
Содержание белка, %	13,96	14,7	0,74	5,3
ИДК	87,5	79,5		
Нут				
Массовая доля белка, %	24,9	28,51	3,61	14,5
Зола, %	4,15	4,015	-0,135	-3,3
Подсолнечник				
Массовая доля белка, %	17,6	16,9	-0,7	-4,0
Масличность, %	37,55	43,1	5,55	14,8



Экономическая эффективность применения минеральных удобрений

Культура	Вариант опыта	Затраты на применение удобрений, руб./га	Цена реализации руб./т	Выручка с 1 га, руб.	Дополнительная прибыль, руб./га
Озимая пшеница	Контроль	0	12000	9730	0
	Аммиачная селитра N ₃₈ кг/га д.в.	2063,0	13500	12667,5	2937,5
Озимая рожь	Контроль	0	10250	15692	0
	Аммиачная селитра N ₄₅ кг/га д.в.	2025,0	11000	20020	4327,5
Нут	Контроль	0	32100	21468	0
	Аммиачная селитра N ₃₈ кг/га д.в.	1723,65	32100	24574,5	3106,5
Подсолнечник	Контроль	0	34500	21725	0
	Аммиачная селитра N _{34,4} кг/га д.в.	1602,16	34500	24840	3115

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изменение продуктивности культур зернопаротравяного севооборота и агрохимических показателей почвы в многолетнем полевом опыте при применении минеральных удобрений / В. Д. Абашев [и др.] // Агропромышленные технологии Центральной России. 2018. № 3 (9). С. 76–84.
2. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / А. В. Ващенко [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 1. С. 4–8.
3. Влияние погодных-климатических условий и минеральных удобрений на урожайность полевых культур / В.О. Волостных [и др.] // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 3. С. 267.
4. Совместное применение органоминеральных и минеральных удобрений в системе удобрения озимой пшеницы на черноземе южном Нижнего Дона / А. В. Ермилов [и др.] // Аграрный научный журнал. 2021. № 2. С. 20–24.
5. 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 Поволжья: сб. науч. тр. М., 1972. С.100–110.
6. Сергеева И. И. Изучение азотного питания растений при использовании регуляторов роста растений и бактериальных препаратов // Агрохимический вестник. 2007. № 5. С. 38–40.
7. Оценка и прогноз эффективности минеральных удобрений в условиях изменяющегося климата / О. Д. Сиротенко [и др.] // Агрохимия. 2009. № 7. С. 26–33.
8. Влияние длительного применения различных доз минеральных удобрений на продуктивность культур зернопарового севооборота в условиях засушливой степи Поволжья / Т.М. Ярошенко [и др.] // Аграрный научный журнал. 2021. № 8. С. 49–56.
9. Wilson J. B. A review of evidences of the control of Shoot root ratio in relation to models // An Bot. 1988. Vol. 61. P.433–449.

REFERENCES

1. Changes in the productivity of crops of grain-fallow crop rotation and agro-chemical indicators of the soil in a long-term field experiment with the use of mineral fertilizers / V. D. Abashev et al. *Agroindustrial technologies of Central Russia*. 2018; 3 (9): 76–84. (In Russ.)
2. The use of mineral fertilizers and bacterial preparations for sunflower on ordinary chernozem / A.V. Vashchenko et al. *The agrarian scientific journal*. 2020; 1: 4–8. (In Russ.)
3. Influence of weather and climatic conditions and mineral fertilizers on the yield of field crops / V.O. Volostnykh et al. *Science and Education*. 2020; 3; 3:267. (In Russ.)
4. Combined use of organomineral and mineral fertilizers in the winter wheat fertilizer system on the southern chernozem of the Lower Don / A.V. Ermilov et al. *The agrarian scientific journal*. 2021; 2: 20–24. (In Russ.)
5. 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. Moscow, 1972: 100–110. (In Russ.)
6. Sergeeva I. I. Study of nitrogen nutrition of plants using plant growth regulators and bacterial preparations. *Agrochemical Bulletin*. 2007; 5: 38–40. (In Russ.)
7. Evaluation and forecast of the effectiveness of mineral fertilizers in a changing climate / O. D. Sirotenko et al. *Agrochemistry*. 2009; 7: 26-33. (In Russ.)
8. Influence of long-term use of various doses of mineral fertilizers on the productivity of crops of grain-fallow crop rotation in the conditions of the arid steppe of the Volga region / T. M. Yaroshenko et al. *The agrarian scientific journal*. 2021; 8: 49–56. (In Russ.)
9. 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 28.03.2022; одобрена после рецензирования 20.04.2022; принята к публикации 30.04.2022.

The article was submitted 28.03.2022; approved after reviewing 20.04.2022; accepted for publication 30.04.2022.

