

Научная статья
УДК 633.11;631.89
<https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-3-92-95>

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА И НОРМ ФОСФОРОВЫХ И КАЛИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ ЗЕРНА ОЗИМНОЙ ПШЕНИЦЫ

Мавлуда Бобомуродовна Вафоева^{1✉}, Мохира Эшмурод кизи Бобомуродова²

^{1,2}Каршинский государственный технический университет, Карши, Узбекистан

¹mvafoyeva@mail.ru

Аннотация. В данной статье анализируется влияние различных норм фосфорных и калийных удобрений при выращивании озимой пшеницы, а также методов их применения на урожайность зерна. Согласно полученным результатам, метод внутрипочвенного внесения удобрений обеспечил высокую урожайность во всех вариантах. Наибольший урожай зерна составил 80,1 ц/га в варианте с внутрипочвенным внесением фосфорных и калийных удобрений на фоне минеральных удобрений N180P90K60. Этот показатель был выше на 38-40 ц/га по сравнению с контрольным вариантом и более чем на 25 ц/га по сравнению с поверхностным способом. Результаты исследований показали, что наряду с нормой минеральных удобрений, способ их применения также имеет решающее значение для формирования высокого и стабильного урожая.

Ключевые слова: озимая пшеница, минеральные удобрения, азот, фосфор, калий, способ внесения удобрений, урожай зерна, урожайность, агротехнология, минеральное питание, эффективность удобрений

Для цитирования: Вафоева М.Б., Бобомуродова М.Э. Влияние способа и норм фосфорных и калийных удобрений на урожай зерна озимой пшеницы // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2026. № 3(86). С. 92-95. <https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-3-92-95>.

Original article

THE INFLUENCE OF THE METHOD AND RATES OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM FERTILIZERS ON THE GRAIN YIELD OF WINTER WHEAT

Mavluda B. Vafoyeva^{1✉}, Moxira E. Bobomurodova²

^{1,2}Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

¹mvafoyeva@mail.ru

Abstract. This article analyzes the impact of different rates of phosphorus and potassium fertilizers in winter wheat cultivation, as well as their application methods, on grain yield. According to the results obtained, the subsurface application method ensured high yields in all variants. The highest grain yield was 80.1 c/ha in the variant with subsurface application of phosphorus and potassium fertilizers in combination with N180P90K60 mineral fertilizers. This figure was 38-40 c/ha higher than the control variant and more than 25 c/ha higher than the surface application method. The research results showed that, along with the rate of mineral fertilizers, the method of their application is also crucial for achieving a high and stable yield.

Keywords: winter wheat, mineral fertilizers, nitrogen, phosphorus, potassium, fertilizer application method, grain yield, crop yield, agricultural technology, mineral nutrition, fertilizer efficiency

For citation: Vafoyeva M.B., Bobomurodova M.E. The influence of the method and rates of phosphorus and potassium fertilizers on the grain yield of winter wheat. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2026, no. 3(86), pp. 92-95. <https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-3-92-95>.

Введение. В условиях, когда потребность населения мира в продуктах питания растет из года в год, повышение эффективности производства зерна является одной из приоритетных задач сельского хозяйства. Особенно озимая пшеница имеет большое значение как основная культура, обеспечивающая продовольственную безопасность нашей страны, и научные исследования, направленные на повышение ее урожайности, являются актуальными.

В научной литературе нет единого мнения о влиянии способов внесения фосфорных и калийных удобрений на эффективность применения минеральных удобрений. В связи с этим существуют различные точки зрения для различных почвенно-климатических условий, и применение минеральных удобрений перед вспашкой усиливает неблагоприятную дифференциацию и уменьшает влияние удобрений [7]. Выявлено влияние методов обработки на азотный и фосфорный режимы почвы [6]. Также применение минеральных удобрений на различных глубинах зависит от системы севооборота, что достигается при изме-

няющейся глубине и способе системы первичной обработки, что создает сильно культивируемый пахотный слой [4]. Другие исследователи отмечают, что минеральные удобрения одинаково эффективны при различных методах первичной обработки [5, 8].

Минеральные удобрения являются одним из важных факторов получения высокого и качественного урожая пшеницы. NPK выполняют важные физиологические функции в процессе роста растений, развития корневой системы, формирования генеративных органов и наполнения зерна. Однако высокая эффективность удобрений зависит не только от их нормы, но и от способа внесения в почву. Поскольку фосфор считается элементом с низкой подвижностью в почве, его расположение вблизи корневой системы повышает коэффициент усвоения. Калий играет важную роль в регулировании водного режима, фотосинтеза и активности ферментов [1, 2, 9].

В условиях светлых сероземных почв Кашкадарьинской области при внесении минеральных удобрений

нормой N200P100K100 кг/га на глубину 22-25 см была достигнута высокая урожайность [3].

Согласно исследованиям Н.Ш. Иброхимова (2024), оптимизация минерального питания в сочетании с научно обоснованными режимами орошения способствует существенному повышению урожайности и эффективности возделывания озимой пшеницы [10].

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в течение трех лет (2023-2025 гг.) в условиях лугово-серозёмных почв Кашкадарьинской области, на фоне норм минеральных удобрений N150P75K50, N180P90K60 и N210P105K70 были изучены методы внесения фосфорных и калийных удобрений на контрольном фоне (без фосфора и без калия), под почвой перед вспашкой, внутри почвы вместе с посевом, а также над почвой в период осеннего кушения озимой пшеницы.

Результаты исследований и их обсуждение. В исследованиях средний урожай зерна в контрольном варианте без применения фосфора при норме минеральных удобрений N150P75K50 составил 40,3 ц/га. Этот показатель является одним из самых низких результатов среди всех вариантов на фоне данных минеральных удобрений. Поскольку фосфор играет важную роль в развитии корневой системы и формировании элементов колоса, его дефицит привел к снижению урожайности зерна (таблица 1).

В контрольном варианте без применения калийных удобрений урожайность зерна составила 40,8 ц/га. Этот показатель был на 0,5 ц/га (1,2%) выше, чем в контрольном

варианте без фосфора. Это означает, что дефицит фосфора оказал более сильное негативное влияние на урожайность озимой пшеницы, чем дефицит калия.

Также при сравнении данного варианта с последующими вариантами урожайность была на 17,4 ц/га меньше, чем в варианте с подпочвенным внесением удобрений, на 22,8 ц/га меньше, чем в варианте с внутрипочвенным внесением, и на 7,5 ц/га меньше, чем в варианте с надземным внесением. Это еще раз подтверждает, что не только норма минеральных удобрений, но и способ их внесения в почву являются важным фактором обеспечения высокой урожайности.

В варианте с подпочвенным внесением фосфорных и калийных удобрений урожайность зерна составила 58,2 ц/га. Этот показатель на фоне данных минеральных удобрений был выше на 17,9 ц/га (44,4%) по сравнению с контрольным вариантом без фосфора и на 17,4 ц/га (42,6%) по сравнению с контрольным вариантом без калия.

Следовательно, на фоне N150P75K50 минеральных удобрений одним из наиболее эффективных вариантов было внутрипочвенное внесение фосфорных и калийных удобрений. Средняя урожайность зерна составила 63,6 ц/га. Этот показатель был выше на 23,3 ц/га (57,8%) по сравнению с контрольным вариантом без фосфора, на 22,8 ц/га (55,9%) по сравнению с контрольным вариантом без калия, на 5,4 ц/га (9,3%) по сравнению с подпочвенным способом и на 15,3 ц/га (31,7%) по сравнению с надпочвенным способом.

Таблица 1

Table 1

Влияние способа и норм внесения фосфорных и калийных удобрений на урожай зерна озимой пшеницы, ц/га (2023-2025 гг.)

The influence of the method and rates of application of phosphorus and potassium fertilizers on the grain yield of winter wheat, c/ha (2023-2025)

№	Норма минеральных удобрений (Фон)	Применение удобрений РК	Годы			Среднее
			2023	2024	2025	
1.	N150P75K50	Контроль (без фосфора)	38,8	41,7	40,5	40,3
2.		Контроль (без калия)	39,8	41,9	40,6	40,8
3.		Под почвой	58,1	59,2	57,3	58,2
4.		Внутри почвы	62,2	65,9	62,7	63,6
5.		Над почвой	46,8	49,3	48,8	48,3
6.	N180P90K60	Контроль (без фосфора)	41,0	43,0	41,6	41,8
7.		Контроль (без калия)	41,6	43,4	42,2	42,4
8.		Под почвой	68,3	71,1	68,5	69,3
9.		Внутри почвы	79,3	81,8	79,2	80,1
10.		Над почвой	50,1	62,8	51,0	54,6
11.	N210P105K70	Контроль (без фосфора)	41,6	43,0	42,6	42,4
12.		Контроль (без калия)	42,4	43,5	43,2	43
13.		Под почвой	75,6	78,5	77,2	77,1
14.		Внутри почвы	76,1	76,9	75,6	76,2
15.		Над почвой	52,4	52,5	52,1	52,3
Ошибка опыта		Sx	0,26	0,27	0,27	x
Средняя ошибка разности		Sd	0,37	0,38	0,38	x
Наименьшая разница, ц/га		HCP05, c	0,75	0,78	0,77	x
Наименьшая разница, %		HCP05, %	5,00	5,22	5,16	x
Стандартное отклонение		S	0,45	0,47	0,46	x
Коэффициент вариации		Cv %	3,00	3,13	3,10	x

Следует особо отметить, что следующая высокая норма минеральных удобрений (N180P90K60) также дала более высокие результаты именно при внутривпочвенном способе внесения. Эта ситуация показывает, что эффективность данной технологии не случайна, а является закономерностью.

На фоне внесения минеральных удобрений нормой N180P90K60 средний урожай зерна в варианте с поверхностным внесением фосфорных и калийных удобрений составил 48,3 ц/га. Этот показатель был выше на 8,0 ц/га (19,9%) по сравнению с контрольным вариантом без фосфора и на 7,5 ц/га (18,4%) по сравнению с контрольным вариантом без калия, но был ниже на 9,9 ц/га по сравнению с подпочвенным вариантом и на 15,3 ц/га по сравнению с внутривпочвенным вариантом.

Таким образом, на фоне минеральных удобрений N150P75K50 наиболее эффективным методом является внутривпочвенное внесение (63,6 ц/га), на втором месте – подпочвенное внесение (58,2 ц/га), на третьем месте – надпочвенное внесение (48,3 ц/га). Эти результаты наглядно продемонстрировали агротехническое преимущество размещения фосфорных и калийных удобрений локальными методами.

При норме минеральных удобрений N180P90K60 в контрольном варианте без применения фосфорных удобрений урожайность зерна озимой пшеницы составила 41,8 ц/га. Этот показатель на фоне N150P75K50 минеральных удобрений был на 1,5 ц/га (3,7%) выше, чем в контрольном варианте без фосфора. Следовательно, определенное увеличение содержания азота и калия, хотя и не полностью компенсировало дефицит фосфора, частично положительно повлияло на урожайность зерна.

В этом варианте без применения калийных удобрений средняя урожайность зерна составила 42,4 ц/га. Этот показатель был на 0,6 ц/га (1,4%) выше, чем в контрольном варианте без фосфора.

На этом фоне при внесении фосфорных и калийных удобрений под почву перед вспашкой урожайность зерна озимой пшеницы составила 69,3 ц/га. Этот показатель был

выше на 27,5 ц/га (65,8%) по сравнению с контролем без фосфора и на 26,9 ц/га (63,4%) по сравнению с контролем без калия.

При внутривпочвенном внесении фосфорных и калийных удобрений на фоне минеральных удобрений N180P90K60 урожайность во всем эксперименте была самой высокой и составила 80,1 ц/га.

Примечательно, что последующее увеличение нормы минеральных удобрений до N210P105K70 не привело к увеличению урожайности, а наоборот, снизило ее на 3,9 ц/га. Это показывает, что норма N180P90K60 является наиболее оптимальной с биологической и агрохимической точек зрения для озимой пшеницы.

В варианте с наземным внесением фосфорных и калийных удобрений на фоне этих минеральных удобрений средняя урожайность зерна составила 54,6 ц/га. В этом варианте урожайность была выше на 12,8 ц/га по сравнению с контролем без фосфора и на 12,2 ц/га по сравнению с контролем без калия. Однако по сравнению с подпочвенным применением результат был ниже на 14,7 ц/га, а по сравнению с внутривпочвенным применением на 25,5 ц/га.

Закключение. На фоне норм минеральных удобрений N180P90K60 наблюдалось значительное повышение урожайности при всех способах внесения фосфорных и калийных удобрений. В частности, в варианте с подпочвенным применением средняя урожайность зерна составила 69,3 ц/га, а в варианте с внутривпочвенным применением 80,1 ц/га.

Одним из важнейших научных результатов исследования является то, что дальнейшее увеличение норм минеральных удобрений, то есть увеличение всех элементов на фоне N210P105K70, не всегда приводило к повышению урожайности. Например, в варианте с внутривпочвенным внесением фосфорных и калийных удобрений урожайность составила 76,2 ц/га, что на 3,9 ц/га ниже по сравнению с аналогичным способом на фоне N180P90K60. Несмотря на увеличение нормы удобрений в варианте N210P105K70, дополнительного роста урожайности не наблюдалось.

Список источников

1. Азимова М.Э., Жананов Б.Х. Влияние доз удобрений на качество зерна озимых мягких сортов пшеницы // Academy. 2021. № 2(65). С. 16-19.
2. Аманов А., Аманов О. Листовое питание озимых зерновых колосовых культур // Сельское хозяйство Узбекистана. 2016. № 5. С. 35.
3. Джабаров Ф.О. Влияние применения различных норм и глубины заделки удобрений на урожайность озимой пшеницы // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 1. С. 118-121.
4. Ильина Л.В. Действие удобрений при разных системах обработки почвы // Ресурсосберегающие технологии обработки почв: сб. науч. тр. ВНИИЗИЗПЕ. Ташкент, 2020. С. 63-73.
5. Абдуазимов А.М., Вафоева М.Б. Влияние внекорневой подкормки на содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы // Life Sciences and Agriculture. 2020. № 2-1. С.
6. Куликова А.Х., Ерофеев С.Е. Агроэкологическая оценка основной обработки почвы под яровую пшеницу // Земледелие. 2003. № 2. С. 16-17.
7. Абдуазимов А.М., Вафоева М.Б., Хазраткулова Ш.У. Влияние предпосевной обработки и внекорневой подкормки на первоначальные биометрические показатели озимой пшеницы // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 2. С.
8. Мильчевская Л.Я. Почвозащитное земледелие на склонах. Ташкент, 2018. 128 с.
9. Яркулова З.Р. Влияние норм посева и доз минеральных удобрений на урожайность ячменя осеннего посева при орошении // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2018. № 2. С. 90-94.
10. Иброхимов Н.Ш. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от минерального питания и режимов орошения в условиях Республики Таджикистан : автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. Душанбе, 2024. 42 с.

References

1. Azimova M.E., Zhananov B.Kh. Effect of fertilizer doses on the grain quality of winter soft wheat varieties. Academy, 2021, no. 2(65), pp. 16-19.
2. Amanov A., Amanov O. Foliar nutrition of winter grain crops. Agriculture of Uzbekistan, 2016, no. 5, pp. 35.

3. Dzhabarov F.O. The influence of the application of different rates and depths of fertilizer application on the yield of winter wheat. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2020, no. 1, pp. 118-121.
4. Ilyina L.V. Effect of fertilizers under different soil cultivation systems. Resource-saving technologies of soil cultivation: collection of scientific papers of VNIIZIPE. Tashkent, 2020. Pp. 63-73.
5. Abduazimov A.M., Vafoeva M.B. Effect of foliar feeding on the chlorophyll content in winter wheat leaves. Life Sciences and Agriculture, 2020, no. 2-1, pp.
6. Kulikova A.Kh., Erofeev S.E. Agroecological assessment of primary tillage for spring wheat. Agriculture. Tashkent, 2003, no. 2, pp. 16-17.
7. Abduazimov A.M., Vafoeva M.B., Khazratkulova Sh.U. The influence of pre-sowing treatment and foliar feeding on the initial biometric parameters of winter wheat. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2021, no. 2, pp.
8. Milchevskaya L.Ya. Soil conservation agriculture on slopes. Tashkent, 2018. 128 p.
9. Yarkulova Z.R. Influence of sowing rates and doses of mineral fertilizers on the yield of autumn-sown barley under irrigation. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2018, no. 2, pp. 90-94.
10. Ibrokhimov N.Sh. Winter wheat productivity as influenced by mineral nutrition and irrigation regimes in the Republic of Extended abstract of Doctoral dissertation. Dushanbe, 2024. 42 p.

Информация об авторах

М.Б. Вафоева – доцент кафедры технологии сельскохозяйственного производства и переработки, СПИН-код 8229-9330, <http://orcid.org/0000-0002-6183-2375>;

М.Э. Бобомуродова – соискатель кафедры технологии сельскохозяйственного производства и переработки, <http://orcid.org/0009-0001-4521-7364>.

Information about the authors

M.B. Vafoeva – Associate Professor, Department of Agricultural Production and Processing Technologies, SPIN code 8229-9330, <http://orcid.org/0000-0002-6183-2375>;

M.E. Bobomurodova – Degree applicant, Department of Agricultural Production and Processing Technology, <http://orcid.org/0009-0001-4521-7364>.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the Authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 28.07.2026; одобрена после рецензирования 30.07.2026; принята к публикации 18.09.2026

The article was submitted 28.07.2026; approved after reviewing 30.07.2026; accepted for publication 18.09.2026

