

# ПИЩЕВАЯ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

---

IRSTI 65.09.03, 68.35.29  
[https://doi.org/10.53939/1560-5655\\_2025\\_3\\_43](https://doi.org/10.53939/1560-5655_2025_3_43)

*Abduazimov A.M.<sup>1</sup>, Vafoeva M.B.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Karshi State technical university, Karshi c., Uzbekistan

## EFFICIENCY OF FERTILIZER APPLICATION

---

**Abstract.** The article presents research data on the influence of the timing and norms of foliar fertilization on the total leaf area of winter soft wheat throughout various developmental phases, as well as on the economic efficiency of foliar feeding under different mineral nutrition conditions for winter wheat. It highlights the positive effect of foliar fertilization with various biostimulants on the weight of 1000 grains, total protein content, and crude gluten levels. Although the highest indicators were observed under conditions of high agrochemical background with fertilization applied at each phase of the growing season, it was established that optimal levels for all aforementioned parameters can be achieved through a single foliar application before the emergence of the flag leaves, alongside a reduction of mineral fertilizers by half. The practical results of the study indicate that under light gray soils, the application of fertilizers for winter wheat at a rate of 50% (NPK 90:45:30 kg/ha) of the traditional norms (NPK 180:90:60 kg/ha), as well as the use of liquid suspension preparations enriched with macro- and microelements of various components, has demonstrated an effect in terms of the conservation of mineral fertilizers, as well as an increase in both yield and grain quality.

**Keywords:** wheat, fertilizer, top dressing, suspension, nutrition, phase, leaf area, efficiency, profitability, quality.

**Introduction.** The liquid humic biopreparation “BioEcoHum” has demonstrated a positive impact on the growth, development, and yield of cereal and leguminous crops. Seed treatment enhances the stress resistance and germination of seeds, while single, double, and triple spraying of cereal and leguminous plants promotes growth and development, increases seed mass, and ensures a reliable yield increase ranging from 14 to 80 percent. The application of “BioEcoHum” reduces the starch content and gluten index, while increasing the protein content, gluten in the grain of winter wheat, and gluten in the flour [1].

Foliar feeding has a positive impact on the growth and development of winter wheat, resulting in an increase in the height of the main stem by 7.5 to 18.5 cm. The application of foliar fertilization leads to an increase in the

grain weight per ear by 0.22 to 0.46 grams. Additionally, the leaf area of an individual plant increases by 15.6 to 42.5 cm<sup>2</sup>, while the total leaf area of winter wheat rises by 20.8 to 29.7 thousand m<sup>2</sup>/ha. This practice enhances the intensity of photosynthesis and positively affects the physiological processes within the plants.

**Research Methods.** In the experiment, relatively high results regarding grain quality were achieved through three applications of foliar feeding. In these treatments, the protein content in the grain ranged from 13.8% to 14.1%, while the crude protein content was between 29.5% and 30.1%. With foliar feeding, the increase in biological yield was recorded at 18.1 to 54.9 quintals per hectare, and the increase in grain yield ranged from 6.7 to 22.2 quintals per hectare. The highest grain yield of 74.7 quintals per hectare was obtained in the treatment where foliar feeding was conducted three times, utilizing all types of primary mineral fertilizers [2].

The objective of the research is to enhance the yield of hard, soft, and strong spring wheat. The application of micronutrient fertilizers for foliar feeding contributed to increased productivity and improved grain quality of the spring triticale variety Ukro. The highest grain yield of 4.43 t/ha, with an increase of 1.27 t/ha (40.3%), was achieved through double foliar feeding during the tillering and heading phases using the microelement fertilizer Azosol-36 Extra. The content of gluten increased by 3.6%, protein by 3.5%, and vitreousness by 14% [3].

Research conducted in 2015-2016 indicated that on leached chernozems of the Central Chernozem region, various forms of nitrogen fertilizers (ammonium nitrate, ammonium sulfate, urea), applied against a background of P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> at a rate of K<sub>40</sub> kg/ha of active substance during cultivation, had a positive effect on increasing the yield of hard, soft, and strong spring wheat. Notably, under the cold conditions of 2015 (with a heat deficit of 40%), the ammonium form (ammonium sulfate) proved to be the most effective, whereas in the arid conditions of 2016, the ammonium-nitrate form (ammonium nitrate) was more effective. Urea demonstrated consistent effectiveness during these years.

All tested forms of nitrogen fertilizers increased the protein content in the grain of the studied varieties; however, the most pronounced effect was observed with urea. Furthermore, the additional application of urea as a foliar feeding at a rate of N10 kg/ha further enhanced protein content by an additional 1-1.5% [4].

In the technology of winter wheat cultivation, the application of initial doses of mineral fertilizers, as well as nitrogen top-dressings throughout

the growing season, is a necessary agronomic practice. The highest efficacy is demonstrated by nitrogen top-dressings applied at three key stages: the first in spring on thawed soil using ammonium nitrate at a rate of 34 kg/ha of active ingredient, the second also using ammonium nitrate at a rate of 34 kg/ha of active ingredient during the jointing phase, and the third utilizing urea at a rate of 15-18 kg/ha of active ingredient during the heading phase, irrespective of the background of row fertilizers [5].

The application of increasing doses of nitrogen fertilizers on leached chernozem in the Central North Caucasus region resulted in a significant yield increase of winter wheat, relative to the control, by 0.82 to 2.80 t/ha. The fractional application of fertilizers, in comparison to a single application of the entire dose, resulted in an increase in grain yield by 0.18 t/ha. On average, nitrogen fertilizers enhanced the protein content in the grain compared to the control by 0.8 to 3.9%, and the gluten content by 1.3 to 10.2%. According to the results of the economic assessment, the application of nitrogen fertilizers is most advantageous when using a split application of a urea-ammonium mixture at a dosage of 0+70. In this case, the profit would amount to 47,866 rubles per hectare, with a profitability level of 139% [6].

Thus, the values of physical and chemical quality indicators of grain may vary depending on meteorological conditions and the fertilization system. During dry years, both wheat and triticale tend to produce yields with lower physical characteristics (such as 1000 grain weight and bulk density), yet with a high content of vitreous grains.

Nitrogen, both in its pure form and as part of a complete mineral fertilizer, has a significant impact on the quality attributes of the grain. The first treatment is conducted during the early spring regrowth period to promote the regeneration of dead organs and enhance bushiness; the second occurs at the onset of stem elongation to preserve additional shoots and facilitate the development of leaf area; the third takes place during the heading phase to extend the lifespan of the flag leaf, thereby enhancing photosynthetic functions and protein synthesis [7].

By optimizing plant nutrition through the application of boric acid solutions in organic solvents, it is possible not only to significantly increase the yield of cereal crops but also to markedly improve the qualitative characteristics of agricultural products. The treatment of wheat seeds, specifically the Moscow 56 variety, with micronutrients resulted in a 7-11% increase in nitrogen content in the grains compared to the control group. The highest values were observed in the treatments using the traditional form of the

element (aqueous solution of boric acid), as well as in those treated with borate monoethanolamine. The maximum increase in the yield of spring wheat variety Zlata is observed when fertilizing with a solution of boric acid in glycerin, yielding 3.26 t/ha, which is 2.1 times higher compared to the application of the traditional form of the micronutrient. The micronutrient boron contributed to the enhancement of the structural parameters of the spring wheat plant across all forms tested. The most significant positive effect was noted from the application of glycerin borate, where the difference in the number of grains per spike was 2.4 times greater than that of the control, and their weight was 2.7 times greater. When using boron, the gluten quality of spring wheat is characterized as good (Group I quality) [8].

**Methodology.** Experimental Design: To compare the efficacy of various treatments, we examined a control variant alongside several pre-sowing seed treatments for winter wheat "Gozgon." The treatments included: a control variant, pre-sowing treatment of seeds with IfoSeed (2 kg/ton of seeds) and VI-77 (0.5 kg/ton of seeds) (Variant 1); foliar fertilization with IfoPZN (2.0 l/ha) and Ankasuper (100 ml/ha) during the plant vegetative period from October 15 to November 15 (Variant 2); application of IfoPZN (2.0 l/ha) and IfoHumatePlus (0.5 l/ha) from February 25 to March 10 (Variant 3); IfoUAN-32 (4 l/ha) and Potex (450 ml/ha) from March 15 to March 30 (Variant 4); IfoCombi-FE (3 l/ha), Enthogumin (1 l/ha), and IfoUAN-32 (4 l/ha) from April 5 to April 15 (Variant 5); Ifo-Kalifos (1.5 l/ha) and Ankasuper (100 ml/ha) from May 1 to May 10 (Variant 6); and a comprehensive application of all products in accordance with the manufacturer's specified rates (Variant 7).

**Research Findings.** According to studies conducted on the dependence of the photosynthetic activity of winter wheat on macro- and micro-nutrients with various components applied through foliar feeding, the lowest indicators of dry matter accumulation across developmental phases were identified in all control variants, regardless of the conditions of varying mineral nutrition. Specifically, the average dry matter content accumulated at the wax ripeness stage in the control variants was recorded as 7.2, 11.1, and 12.8 g, marking it as the lowest outcome among the other variants. Furthermore, the most pronounced growth dynamics of accumulated dry matter throughout all developmental phases were observed with the application of mineral fertilizers at the rate of  $N_{180}P_{90}K_{60}$  kg/ha. Under the given conditions of mineral nutrition, the average dry matter content during the wax ripeness phase of winter wheat, compared to the control

variant, was found to be 0.6 g higher during the stem elongation phase, 2.0 g during the heading phase, 3.0 g during the flowering phase, and 3.7 g during the wax ripeness phase.

It has been established that in the variants with pre-sowing seed treatment and the application of foliar feeding on an agronomic background without the use of mineral fertilizers (control), the ratio of accumulated dry matter in the composition of winter wheat plants, compared to the control indicators, was high. When analyzed by developmental phases, the indicators amounted to 2.1-2.5 g during the stem elongation phase, 5.8-7.1 g during the heading phase, 6.7-9.1 g during the flowering phase, and 8.6-11.8 g during the wax ripeness period, which were 0.2-0.6 g, 1.0-2.3 g, 1.1-3.4 g, and 1.4-4.6 g higher than the control indicators, respectively. The average dry matter content accumulated at the stage of heading in the control variant was 1.9 g, while at the wax ripeness stage it reached 7.2 g. In the variants utilizing pre-sowing seed treatment and foliar feeding, the dry matter content at the heading stage ranged from 2.1 to 2.5 g, and at the wax ripeness stage, it was between 8.6 and 11.8 g, indicating an average increase of 6.5 to 9.3 g.

A similar pattern was observed under agroecological conditions with reduced mineral fertilizer usage. For instance, it has been determined that on the agrophysical background utilizing mineral fertilizers at a rate of  $N_{90}P_{45}K_{30}$  kg/ha, the average dry matter content in winter wheat plants during the stem elongation phase ranged from 2.8 to 3.2 g in the treatments involving pre-sowing seed treatment and foliar feeding, while in the control variant it was 2.6 g. In conditions applying mineral fertilizers at a rate of  $N_{180}P_{90}K_{60}$  kg/ha, this indicator in the treatments with pre-sowing seed treatment and foliar feeding during the stem elongation phase amounted to 2.9 to 3.3 g, compared to 2.7 g in the control variant. Moreover, it was revealed that the application of growth-regulating biostimulants and the use of various macro- and micronutrient foliar fertilizers positively influence the dynamics of dry matter accumulation in plants during the growing season.

According to the research findings, among the studied variants under agroecological conditions with the application of mineral fertilizers at rates of  $N_{90}P_{45}K_{30}$  and  $N_{180}P_{90}K_{60}$  kg/ha, the average amount of accumulated dry matter in winter wheat plants at the wax ripeness stage was 14.3 and 13.0 g for the second variant; 15.3 and 14.4 g for the fifth variant; and 13.6 and 14.5 g for the sixth variant. These results demonstrated a significant increase compared to the control.

**Table 1 – The Impact of Foliar Feeding on Total Leaf Area During Different Growth Phases of Winter Wheat, cm<sup>2</sup> (2019-2021)**

Agrofon	Variant	Phases of development					
		Bush formation	Emergence into the tube	Ear formation	Flowering	Milk ripeness	Wax ripeness
No fertilizers	Control	14,7	23,3	37,8	33,5	20,7	13,1
	Variant 1	19,1	30,1	47,7	40,6	27,1	19,5
	Variant 2	18,6	28,0	44,5	37,8	25,2	18,2
	Variant 3	16,8	23,6	37,4	31,8	21,2	15,3
	Variant 4	16,7	22,8	40,2	30,8	20,5	14,8
	Variant 5	16,6	26,1	41,5	35,2	23,5	17,0
	Variant 6	17,0	27,0	42,8	36,4	24,3	17,5
	Variant 7	19,8	31,2	49,6	42,1	28,1	20,3
N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub>	Control	23,7	33,8	53,6	45,6	30,4	21,9
	Variant 1	25,9	40,7	64,6	54,9	36,6	26,4
	Variant 2	26,5	48,9	77,7	66,0	44,0	31,8
	Variant 3	24,8	46,4	73,7	62,6	41,8	30,2
	Variant 4	25,6	44,6	70,8	60,2	40,2	29,0
	Variant 5	25,2	48,7	77,3	65,7	43,9	31,7
	Variant 6	25,6	46,9	74,5	63,3	42,3	30,5
	Variant 7	28,1	55,9	88,7	75,4	50,3	36,3
N <sub>180</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	Control	24,6	38,7	61,5	52,2	34,9	25,2
	Variant 1	28,4	44,7	70,9	60,3	40,2	29,0
	Variant 2	28,3	50,1	79,6	67,6	45,1	32,6
	Variant 3	25,3	43,5	69,0	58,7	39,1	28,3
	Variant 4	25,4	46,2	73,3	62,3	41,6	30,0
	Variant 5	24,7	54,0	85,7	72,8	48,6	35,1
	Variant 6	25,3	48,9	77,7	66,0	44,0	31,8
	Variant 7	29,6	57,5	91,3	77,6	51,7	37,4

In the control variant of the agrofon without the application of mineral fertilizers, the leaf area was measured at 13.1 cm<sup>2</sup>. In contrast, the variants utilizing pre-sowing treatment and foliar feeding exhibited leaf area measurements ranging from 14.8 to 20.3 cm<sup>2</sup>, indicating an average increase of 1.7 to 7.2 cm<sup>2</sup> compared to the control (Table 1).

In the variants employing pre-sowing treatment methods and foliar feeding within the agrofon supplemented with mineral fertilizers at rates of  $N_{90}P_{45}K_{30}$  kg/ha, the average leaf area during the wax ripeness phase reached 26.4 to 36.3 cm<sup>2</sup>. This represents an enhancement of 4.5 to 14.4 cm<sup>2</sup> over the control variant, which measured 21.9 cm<sup>2</sup>. Furthermore, under conditions of the agrofon with the application of mineral fertilizers at rates of  $N_{180}P_{90}K_{60}$  kg/ha, the variants utilizing pre-sowing seed treatment and foliar feeding yielded a leaf area of 28.3 to 37.4 cm<sup>2</sup>, surpassing the control variant (25.2 cm<sup>2</sup>) by 3.1 to 12.2 cm<sup>2</sup>.

In the conducted research, among the variants studied under agro-environmental conditions with the application of mineral fertilizers at rates of  $N_{90}P_{45}K_{30}$  and  $N_{180}P_{90}K_{60}$  kg/ha, the leaf area index during the wax ripeness period in two variants was recorded at 31.8 and 32.6 cm<sup>2</sup>, in five variants at 31.7 and 35.1 cm<sup>2</sup>, and in six variants at 30.5 and 31.8 cm<sup>2</sup>, respectively. These values indicate a significant increase compared to the control and other variants (Table 1).

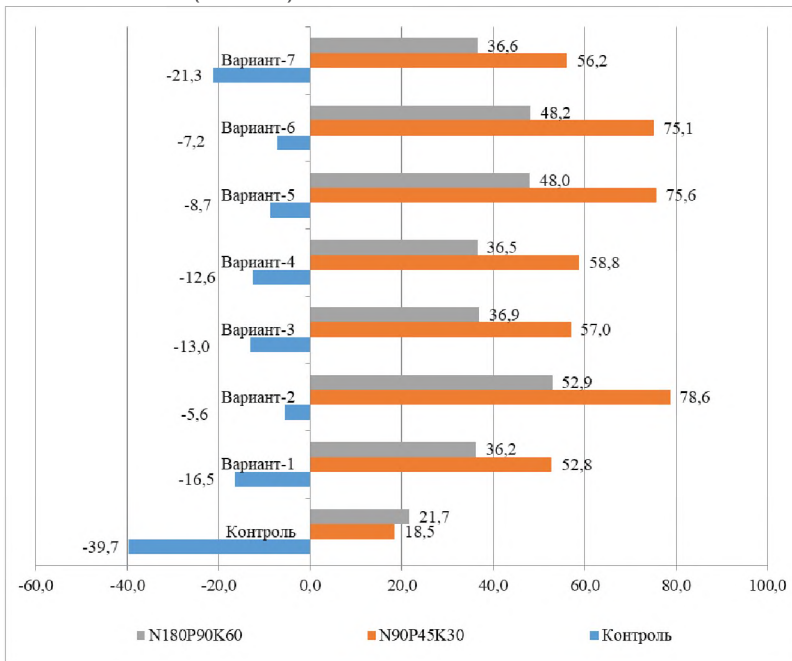


Figure 1 – The economic efficiency of foliar feeding of winter wheat under conditions of different mineral nutrition, %.



The experiments revealed that, depending on the nutrient medium and the application of additional foliar feeding, the average grain yield of winter wheat ranged from 17.5 to 78.9 centners per hectare, with the gross income proportionately reflecting the yield, varying from 2,712.5 thousand sums to 12,224.3 thousand sums. The total expenditure per hectare was noted to be between 4,496.4 thousand sums and 8,949.7 thousand sums, while the conditional net profit fluctuated from 1,120.9 thousand sums to 3,274.6 thousand sums. The cost of production per kilogram of grain ranged from 867.7 sums to 2,569.4 sums, and the profitability level varied from 18.5% to 75.6%. Moreover, the lowest efficiency was observed in conditions of an agro-background without the use of mineral fertilizers, where expenditures exceeded gross income by 1,783.9 thousand sums, resulting in a profitability of 39.7%.

In the analysis of the economic efficiency and profitability of additional foliar fertilizations applied in experimental trials aimed at optimizing mineral fertilizer usage in agroecosystems during the cultivation of winter wheat with preparations enriched with various macro and microelements, it was observed that under the conditions of irrigated light chestnut soils in the Kashkadarya region, the yields obtained in the 2nd, 5th, and 6th variants with mineral fertilizers at rates of  $N_{90}P_{45}K_{30}$  and  $N_{180}P_{90}K_{60}$  kg/ha not only surpassed the control group but also outperformed other variants. Specifically, in the agroecosystem with  $N_{180}P_{90}K_{60}$  kg/ha, the yield in the 7th variant was recorded as the best result, amounting to 78.9 centners per hectare (36.6%) across all agroecosystems (Figure 1).

In the 2nd, 5th, and 6th variants utilizing additional foliar fertilization in the agroecosystem with mineral fertilizers at the rate of  $N_{90}P_{45}K_{30}$  kg/ha, the lowest cost price was noted (867.7; 882.6 and 885.4 sum) among the studied variants. The highest cost of production was observed in the control variant under the control agrobackground, amounting to 2569.4 sum.

When analyzing the cost indicator per kilogram of grain across different agrobackgrounds, it was noted that in the agrobackground that utilized mineral fertilizers at a rate of  $N_{90}P_{45}K_{30}$  kg/ha, the cost was relatively lower compared to the other agrobackgrounds. Specifically, in the control variant, the cost amounted to 1308.4 sum, whereas in the variants with the application of foliar fertilizers, it ranged from 882.6 sum to 1014.5 sum.

Consequently, when cultivating winter wheat, the application of 50% ( $N_{90}P_{45}K_{30}$  kg/ha) of the traditional norm of mineral fertilizers



(N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> kg/ha), in conjunction with the use of additional foliar feeding with products enriched with various macro- and micro-nutrients during the plant's vegetative period, proves to be economically advantageous.

**Conclusion.** The highest economic efficiency was observed under mineral nutrition calculated at N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> kg/ha with the application of foliar feeding IfoPZN+Ankasuper during the autumn tillering phase, where profitability reached 78.6%. This was followed by the use of IfoCombi-Fe+Ento Humic+IfoUAN-32 during the flag leaf formation phase, achieving a profitability of 75.6%, and the application of IfoKalifos+Ankasuper post-heading, which resulted in a profitability of 75.1%.

---

### References

- 1 Suleymenov B.U., Seytmenbetova A.T. Primeneniye zhidkogo guminovogo biopreparata «Bioekogum» pri vozdeleyvanii zernovykh i zernobobovykh kul'tur // Pochvovedeniye i agrokimiya. 2022. №4.
- 2 Azizov B.M., Shodmonkulov SH.KH. Formirovaniye kachestva i urozhaynosti zerna ozimoy pshenitsy pri nekornevoy podkormke // AI. 2022. №3.
- 3 Kshnikatkina A.N., Dolzhenko A.N. Effektivnost' nekornevoy podkormki mikroelementnymi udobreniyami na urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy tritikale // Niva Povolzh'ya. 2020. №1 (54).
- 4 Dolgopolova N.V., Trufanova A.YU., Arkhipov A.S., Filimonov P.S. Vliyaniye form azotnykh udobreniy na urozhay i belkovost' yarovoy pshenitsy // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2021. №1
- 5 Khakimov R.A., Nikiforova S.A., Khakimova N.V. Vliyaniye doz i srokov primeneniya mineral'nykh udobreniy na formirovaniye urozhaynosti ozimoy pshenitsy // Vestnik Ul'yanovskoy GSKHA. 2020. №2 (50)
- 6 Yesaulko A.N., Garibdzhanyan G.A., Golosnoy Ye.V., Gromova N.V. Effektivnost' primeneniya zhidkikh i tverdykh azotnykh mineral'nykh udobreniy v rannevesennyyuyu podkormku posevov ozimoy pshenitsy // Zemledeliye. 2020. №3.
- 7 Nenaydenko G.N., Il'in L.I. Udobreniye i povysheniye kachestva zerna // VZ. 2017. №3 (81).
- 8 Kodochilova N.A., Ivanenkova A.O., Buzynina T.S., Semenov V.V., Petrov B.I., Lazarev N.M. Ispol'zovaniye rastvorov bornoy kisloty v organicheskikh zhidkostyakh v kachestve borsoderzhashchikh mikroudobreniy. vliyaniye na urozhaynost' i khimicheskiy sostav zerna ozimoy i yarovoy pshenitsy // Vestnik YUUrGU. Seriya: Khimiya. 2021. №2.

**Абдуазимов А.М.<sup>1</sup>, Вафоева М. Б.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Қарши мемлекеттік техникалық университеті, Қарши қ., Өзбекстан

## **ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада өсімдіктердің даму кезеңдері бойынша күздік жұмсақ бидайды жапырақты қоректендіру жалпы жапырақ бетіне, сондай-ақ күздік бидайдың әртүрлі минералды қоректенуі жағдайында күздік бидайды жапырақты қоректендірудің экономикалық тиімділігіне әсер ету мерзімдері мен нормаларын зерттеу деректері келтірілген. Әр түрлі биостимуляторлары бар жапырақ тыңайтқыштарының 1000 дәннің массасына, жалпы ақуыз бен шикі желімшесінің құрамына оң әсері атап өтілді.

Вегетациялық кезеңнің әр фазасында жоғары агрономиялық фонда және қоректендіруде ең жоғары көрсеткіш байқалғанымен, жоғарыда аталған барлық көрсеткіштер бойынша жалауша жапырақтары пайда болғанға дейін бір рет қоректендіру арқылы оңтайлы деңгейге қол жеткізуге болатындығы анықталды. Бұл жағдайда минералды тыңайтқыштар 2 есеге дейін азаяды. Жұмыстың практикалық нәтижелері: ашық сұр топырақ жағдайында күздік бидайға тыңайтқыштарды қолдану кезінде дәстүрлі нормалар санынан (NPK 180:90:60 кг/га) 50% (NPK 90:45:30 кг/га), сондай-ақ сұйық суспензиялық препараттарды қолдану кезінде, әр түрлі компоненттердің макро және микроэлементтерімен байытылған минералды тыңайтқыштарды үнемдеудің, астықтың өнімділігі мен сапасын арттырудың әсері анықталды. Күздік бидайды күзгі қосыту кезеңінде, жалауша жапырағының пайда болу кезеңінде және масақтанғаннан кейін әртүрлі компоненттердің суспензияларымен қоректендіруді бақылаумен салыстырғанда астықтың табиғи салмағына (42,9; 43,7; 36,8 г/л) және дөндегі ақуыз мөлшеріне (1,2; 1,2; 1,1%) оң әсер етті.

**Түйінді сөздер:** бидай, тыңайтқыш, үстеме қоректендіру, суспензия, қоректену, фаза, жапырақ беті, тиімділігі, рентабельділігі, сапасы.

\*\*\*

**Абдуазимов А.М.<sup>1</sup>, Вафоева М. Б.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Қаршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ**

**Аннотация.** В статье приведены данные исследований о изучении влияния сроков и норм внесения листовых подкормок озимой мягкой пшеницы на общую листовую поверхность по фазам развития растений, а так же на экономическую эффективность внекорневой подкормки озимой пшеницы в условиях различного минерального питания озимой пшеницы. Отмечено положительное влияние листовых подкормок различными биостимуляторами на массу 1000 зерен, содержание общего белка и сырой клейковины. Хотя наибольший показатель наблюдался когда при высоком агрофоне и подкормки в каждой фазе вегетационного периода, было установлено, что оптимального уровня

можно достичь по всем вышеперечисленным показателям при однократной подкормке листьев до появления флаговых листьев, при снижении минеральных удобрений в 2 раза. Практические результаты работы заключаются в том, что в условиях светло-серых почв при внесении удобрений под озимую пшеницу в количестве 50% (NPK 90:45:30 кг/га) от количества традиционных норм (NPK 180:90:60 кг/га), а так же при использовании жидких суспензионных препаратов, обогащенных макро- и микроэлементами различных компонентов был определен эффект экономии минеральных удобрений, повышения урожайности и качества зерна. Подкормка озимой пшеницы суспензиями различных компонентов в фазу осеннего кущения, в период образования флагового листа и после колошения положительно повлияла на натуральный вес зерна (42,9; 43,7; 36,8 г/л) и количество белка в зерне (1,2; 1,2; 1,1%) в сравнении с контролем.

**Ключевые слова:** пшеница, удобрение, подкормка, суспензия, питание, фаза, листовая поверхность, эффективность, рентабельность, качество.

---

#### **Information about the authors**

*Abduazimov Akbar Mukhtorovich* – Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences, PhD, Karshi State Technical University, Karshi c., Uzbekistan, akbar.abduazimov@mail.ru

*Vafoeva Mavluda Bobomurodovna* – Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences, PhD, Karshi State Technical University, Karshi c., Uzbekistan, mvafoyeva@mail.ru

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

*Абдуазимов Акбар Мухторович* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының философия докторы, PhD, Қарши мемлекеттік техникалық университеті, Қарши қ., Өзбекстан, akbar.abduazimov@mail.ru

*Вафоева Мавлуда Бобомуродовна* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының философия докторы, PhD, Қарши мемлекеттік техникалық университеті, Қарши қ., Өзбекстан, mvafoyeva@mail.ru

#### **Сведения об авторах**

*Абдуазимов Акбар Мухторович* – доктор философии сельскохозяйственных наук, PhD, Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан, akbar.abduazimov@mail.ru

*Вафоева Мавлуда Бобомуродовна* – доктор философии сельскохозяйственных наук, PhD, Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан, mvafoyeva@mail.ru

## ПЕРЕВОД СТАТЬИ / МАҚАЛАНЫҢ АУДАРМАСЫ

**Абдуазимов А.М.<sup>1</sup>, Вафоева М. Б.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

**Аннотация.** В статье приведены данные исследований о изучении влияния сроков и норм внесения листовых подкормок озимой мягкой пшеницы на общую листовую поверхность по фазам развития растений, а так же на экономическую эффективность внекорневой подкормки озимой пшеницы в условиях различного минерального питания озимой пшеницы. Отмечено положительное влияние листовых подкормок различными биостимуляторами на массу 1000 зерен, содержание общего белка и сырой клейковины. Хотя наибольший показатель наблюдался когда при высоком агрофоне и подкормки в каждой фазе вегетационного периода, было установлено, что оптимального уровня можно достичь по всем вышеперечисленным показателям при однократной подкормке листьев до появления флаговых листьев, при снижении минеральных удобрений в 2 раза. Практические результаты работы заключаются в том, что в условиях светло-серых почв при внесении удобрений под озимую пшеницу в количестве 50% (NPK 90:45:30 кг/га) от количества традиционных норм (NPK 180:90:60 кг/га), а так же при использовании жидких суспензионных препаратов, обогащенных макро- и микроэлементами различных компонентов был определен эффект экономии минеральных удобрений, повышения урожайности и качества зерна. Подкормка озимой пшеницы суспензиями различных компонентов в фазу осеннего кущения, в период образования флагового листа и после колошения положительно повлияла на натурный вес зерна (42,9; 43,7; 36,8 г/л) и количество белка в зерне (1,2; 1,2; 1,1%) в сравнении с контролем.

**Ключевые слова:** пшеница, удобрение, подкормка, суспензия, питание, фаза, листовая поверхность, эффективность, рентабельность, качество.

**Введение.** Жидкий гуминовый биопрепарат «БиоЭкоГум» оказал положительное влияние на рост, развитие и урожайность зерновых и зернобобовых культур. Обработка семян повышает стрессоустойчивость и всхожесть семян, одно, двух- и трехкратное опрыскивание зерновых и зернобобовых растений усиливает рост и развитие, повышает массу семян, обеспечивает достоверную прибавку урожая от 14 до 80 %. Применение «БиоЭкоГум» снижает содержание крахмала и глютен-индекса, повышает содержание протеина, клейковины в зерне озимой пшеницы и клейковины в муке [1].

Некорневая подкормка положительно влияет на рост и развитие озимой пшеницы, увеличивается рост главного стебля растений на 7,5-18,5 см. За счет применения некорневой подкормки масса зерна на одном колосе повышается на 0,22-0,46 гр., листовая поверхность одного растения увеличивается на 15,6-42,5 см<sup>2</sup>, повышается общая листовая поверхность озимой пшеницы на 20,8-29,7 тыс. м<sup>2</sup>/га, повышается интенсивность фотосинтеза и положительно влияет на протекание физиологических процессов растений.

**Методы исследования.** В опыте сравнительно высокие результаты по качеству зерна были получены при трехкратной некорневой подкормке, в этих вариантах содержание белка в зерне составило 13,8-14,1%, а сырого протеина 29,5-30,1 %. При некорневой подкормке прибавка биологического урожая 18.1-54.9 ц/га, прибавка урожая зерна 6,7-22,2 ц/га. Самый высокий урожай зерна 74,7 ц/ га был получен в варианте, где проведена 3 раза некорневая подкормка с применением всех видов основных минеральных удобрений [2].

**Цель исследования** – повышение урожая твердой, мягкой и сильной яровой пшеницы. Применение микроэлементных удобрений для некорневой подкормки способствовало повышению урожайности и улучшению качества зерна яровой тритикале сорта Укро. Наибольшая урожайность зерна 4,43 т/га, прибавка - 1,27 т/га (40,3 %) получена при двукратной некорневой подкормке в фазу кущения и колошения микроэлементным удобрением Азосол-36 Экстра, содержание клейковины увеличилось на 3,6 %, белка на 3,5 %, стекловидность на 14 % [3].

Исследования (2015–2016 гг.) показали, что на выщелоченных черноземах Центрального Черноземья, различные формы азотных удобрений (аммиачная селитра, сульфат аммония, мочевина), внесенные по фону  $P_{40}K_{40}$  в дозе  $K_{40}$  кг/га действующего вещества под культивацию, оказали положительное действие на повышение урожая твердой, мягкой и сильной яровой пшеницы. При этом в условиях холодного 2015 г. (недобор тепла составил 40%) наиболее эффективной оказалась аммиачная форма (сульфат аммония), а в условиях засушливого 2016 г. - аммиачно-нитратная (аммиачная селитра). Мочевина в эти годы была одинаково эффективной. Все испытанные формы азотных удобрений повысили содержание белка в зерне изучаемых сортов, но наиболее высокое действие оказала мочевина. При этом дополнительное внесение мочевины в виде внекорневой подкормки в дозе  $N_{10}$  кг/га повысило белковость еще на 1-1,5% [4].

В технологии возделывания озимой пшеницы применение стартовых доз минеральных удобрений, а также азотных подкормок в течение вегетации культуры является необходимым агроприемом. Наибольшую эффективность показывают азотные подкормки, проводимые в три срока: первая - весной по тало-мерзлой почве аммиачной селитрой в дозе 34 кг/га д.в., вторая - аммиачной селитрой в дозе 34 кг/га д.в. в фазу трубкования, третья - мочевиной в дозе 15-И кг/га д.в. в фазу колошения, независимо от фона рядкового удобрения [5].

Применение возрастающих доз азотных удобрений на выщелоченном черноземе Центрального Предкавказья обеспечило значительную прибавку урожая озимой пшеницы, относительно контроля, на 0,82.2,80 т/га. Дробное применение удобрений относительно разового внесения всей дозы увеличило урожайность зерна на 0,18 т/га. В среднем азотные подкормки увеличивали содержание белка в зерне относительно контроля на 0,8.3,9 %; клейковины - на 1,3.10,2 %. Согласно результатам экономической оценки применение азотных удобрений наиболее предпочтительно путем дробного внесения карбамидно-аммиачной смеси в дозе 0+70. Прибыль в этом случае составит 47866 руб./га, уровень рентабельности - 139 % [6].

Таким образом, величины физических и химических качественных признаков зерна могут изменяться в зависимости от метеорологических условий и системы удобрения. Пшеница и тритикале в сухие годы формируют урожаи с более низкими физическими показателями (масса 1000 зерен, объемная масса), но с высоким содержанием стекловидных зерен.

В большей степени на качественные признаки зерна влияет азот, как в чистом виде, так и в составе полного минерального удобрения. Он увеличивает содержание белка в зерне и улучшает его качество. В Верхневолжье эффективны повышенные дозы азота и дробные подкормки (две или даже три). Первую проводят в период раннего весеннего отрастания для регенерации отмерших органов и усиления кустистости; вторую - при выходе в трубку для сохранения дополнительных побегов, развития листовой поверхности; третью - в фазе колошения для продления жизни флагового листа, функций фотосинтеза и синтеза белка [7].

Таким образом, оптимизируя питание растений путем использования растворов борной кислоты в органических растворителях, можно не только существенно повысить урожайность зерновых культур, но и существенно улучшить качественные показатели растениеводческой

продукции. Обработка семян пшеницы Московская 56 микроэлементом привела к увеличению количества азота в зерне относительно контроля на 7-11 %. Самыми высокими значениями отличаются варианты с обработкой семян традиционной формой элемента (водный раствор борной кислоты), а также с обработкой боратом моноэтаноламина. Максимальная прибавка урожая зерна яровой пшеницы Злата наблюдается при подкормке раствором борной кислоты в глицерине - 3,26 т/га (что выше в 2,1 раза по сравнению с подкормкой традиционной формой микроэлемента). Микроэлемент бор способствовал увеличению структурных показателей растения яровой пшеницы на всех формах. Наибольший положительный эффект отмечен от действия бората глицерина, где разница к контрольному варианту составила по количеству зерен в колосе в 2,4 раза к контролю, а их массы в 2,7 раза. При использовании бора клейковина яровой пшеницы характеризуется как хорошая (I группа качества) [8].

**Методика.** Схема опыта: для сравнения эффективности препаратов были изучены контрольный вариант, а также предпосевная обработка семян озимой пшеницы «Гозгон» препаратами lfoSeed (2 кг/т семян) + Вл-77 (0,5 кг/т семян) (1 вариант), применение внекорневой подкормки lfoPZN (2,0 л/га) + Ankasuper (100 мл/га) в период вегетации растений – 15.10-15.11 (2 вариант), lfoPZN (2,0 л/га) + lfoHumatePlus (0,5 л/га) – 25.02-10.03 (3 вариант), lfoUAN-32 (4 л/га) + Potex (450 мл/га) – 15.03-30.03 (4 вариант), lfoCombi-FE (3 л/га) + ЭнтоГумин (1л/га) + lfoUAN-32 (4 л/га) – 05.04-15.04 (5 вариант), lfo-Kalifos (1,5 л/га) + Ankasuper (100 мл/га) – 01.05-10.05 (6 вариант) и комплексное применение всех препаратов в соответствии с указанной производителем нормой (7 вариант).

Полевые опыты проводились в 2019-2021 годах на Каршинском опытном участке Научно-исследовательского института земледелия в южных районах в условиях светлых серозёмных почв Кашкадарьинской области, а исследования проводились по общепринятым методикам.

**Результаты исследований.** Согласно исследованиям, проведённым по зависимости фотосинтетической активности озимой пшеницы от макро- и микроудобрений с различными компонентами, внесёнными внекорневым методом, независимо от условий различного минерального питания определены наименьшие показатели сухого вещества, накопленного по фазам развития во всех контрольных вариантах. В частности, средний показатель сухого вещества, накопленного



в фазу восковой спелости, в контрольных вариантах составил 7,2; 11,1 и 12,8 г и был зафиксирован как наименьший результат среди остальных вариантов. Также наиболее высокая динамика роста накопленного сухого вещества по всем фазам развития наблюдалась при внесении минеральных удобрений  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га. В данных условиях минерального питания средняя доля сухого вещества в фазу восковой спелости озимой пшеницы, по сравнению с показателем контрольного варианта, оказалась на 0,6 г больше в фазе выхода в трубку, на 2,0 г в фазе колошения, на 3,0 г в фазе цветения и на 3,7 г в фазе восковой спелости.

Установлено, что в вариантах с предпосевной обработкой семян и применением внекорневой подкормки на агрофоне без использования минеральных удобрений (контроль) соотношение накопленного в составе растений озимой пшеницы сухого вещества, по сравнению с показателями контрольного варианта, было высоким. Если проанализировать по фазам развития, то показатели составили 2,1-2,5 г в фазе выхода в трубку, 5,8-7,1 г в фазе колошения, 6,7-9,1 г в фазе цветения и 8,6-11,8 г в период восковой спелости, что на 0,2-0,6 г; 1,0-2,3 г; 1,1-3,4 г и 1,4-4,6 г выше показателей контрольного варианта соответственно. Также среднее содержание сухого вещества, накопленного в фазу выхода в трубку контрольного варианта составило 1,9 г, а к периоду восковой спелости 7,2 г, в вариантах с применением предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки в фазу выхода в трубку этот показатель составил 2,1-2,5 г и в период восковой спелости 8,6-11,8 г, то есть в среднем увеличился на 6,5-9,3 г.

Аналогичная закономерность наблюдалась и в условиях агрофонов с экономией минеральных удобрений. Так, например, определлось, что на агрофоне с использованием минеральных удобрений из расчёта  $N_{90}P_{45}K_{30}$  кг/га в вариантах с применением методов предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки среднее содержание сухого вещества в растениях озимой пшеницы в фазу выхода в трубку составило 2,8-3,2 г, а в контрольном варианте – 2,6 г, в условиях же применения минеральных удобрений из расчёта  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га данный показатель в вариантах с предпосевной обработкой семян и внекорневой подкормкой в фазе выхода в трубку составил 2,9-3,3 г и в контрольном варианте 2,7 г, также выявлено, что обработка с помощью регулирующих рост биостимуляторов и применение методов внекорневой подкормки разнокомпонентными

макро- и микроудобрениями положительно влияет на динамику накопления сухого вещества в растении в период вегетации.

По результатам исследования, среди изученных вариантов в условиях агрофонов с внесением минеральных удобрений из расчёта  $N_{90}P_{45}K_{30}$  и  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га, среднее количество накопленного сухого вещества в растениях озимой пшеницы в период восковой спелости во 2-ом варианте составило 14,3 и 13,0, в 5-ом варианте 15,3 и 14,4, в 6-ом варианте 13,6 и 14,5 г, которые выделились высоким результатом по сравнению с контролем.

Согласно представленным в диссертации данным, в зависимости от условий минерального питания, в фазу кущения сформировалась листовая поверхность 14,7-29,6 см<sup>2</sup> и к фазе восковой спелости 13,1-37,4 см<sup>2</sup>. Самый низкий показатель листовой поверхности по фазам развития, независимо от различных условий минерального питания, был отмечен во всех контрольных вариантах. Также за период с кущения до восковой спелости средние показатели листовой поверхности в контрольных вариантах составили 14,7; 23,7; 24,6 и 13,1; 21,9; 25,2 см<sup>2</sup> соответственно, и отмечен как самый низкий результат среди остальных вариантов (таблица 1).

**Таблица 1 – Влияние внекорневой подкормки на общую листовую поверхность по фазам развития растений озимой пшеницы, см<sup>2</sup> (2019-2021 гг.)**

Агрофон	Вариант	Фазы развития					
		кущение	выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость	восковая спелость
Без удобрений	Контроль	14,7	23,3	37,8	33,5	20,7	13,1
	Вариант1	19,1	30,1	47,7	40,6	27,1	19,5
	Вариант-2	18,6	28,0	44,5	37,8	25,2	18,2
	Вариант-3	16,8	23,6	37,4	31,8	21,2	15,3
	Вариант-4	16,7	22,8	40,2	30,8	20,5	14,8
	Вариант-5	16,6	26,1	41,5	35,2	23,5	17,0
	Вариант-6	17,0	27,0	42,8	36,4	24,3	17,5
	Вариант-7	19,8	31,2	49,6	42,1	28,1	20,3

$N_{90}P_{45}K_{30}$	Контроль	23,7	33,8	53,6	45,6	30,4	21,9
	Вариант-1	25,9	40,7	64,6	54,9	36,6	26,4
	Вариант-2	26,5	48,9	77,7	66,0	44,0	31,8
	Вариант-3	24,8	46,4	73,7	62,6	41,8	30,2
	Вариант-4	25,6	44,6	70,8	60,2	40,2	29,0
	Вариант-5	25,2	48,7	77,3	65,7	43,9	31,7
	Вариант-6	25,6	46,9	74,5	63,3	42,3	30,5
	Вариант-7	28,1	55,9	88,7	75,4	50,3	36,3
$N_{180}P_{90}K_{60}$	Контроль	24,6	38,7	61,5	52,2	34,9	25,2
	Вариант-1	28,4	44,7	70,9	60,3	40,2	29,0
	Вариант-2	28,3	50,1	79,6	67,6	45,1	32,6
	Вариант-3	25,3	43,5	69,0	58,7	39,1	28,3
	Вариант-4	25,4	46,2	73,3	62,3	41,6	30,0
	Вариант-5	24,7	54,0	85,7	72,8	48,6	35,1
	Вариант-6	25,3	48,9	77,7	66,0	44,0	31,8
	Вариант-7	29,6	57,5	91,3	77,6	51,7	37,4

Если в контрольном варианте агрофона без применения минеральных удобрений листовая поверхность составила  $13,1 \text{ см}^2$ , то в вариантах с применением предпосевной обработки и внекорневой подкормки эти показатели составили  $14,8-20,3$ , т. е. в среднем по сравнению с контролем были выше на  $1,7-7,2 \text{ см}^2$  (таблица 1).

В вариантах с применением методов предпосевной обработки и внекорневой подкормки на агрофоне с применением минеральных удобрений из расчёта  $N_{90}P_{45}K_{30} \text{ кг/га}$  средний показатель листовой поверхности в фазу восковой спелости составил  $26,4-36,3 \text{ см}^2$ , что на  $4,5-14,4 \text{ см}^2$  выше контрольного варианта ( $21,9 \text{ см}^2$ ), а в условиях агрофона с применением минеральных удобрений из расчёта  $N_{180}P_{90}K_{60} \text{ кг/га}$  в вариантах с применением предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки составил  $28,3-37,4 \text{ см}^2$ , что на  $3,1-12,2 \text{ см}^2$  выше контрольного варианта ( $25,2 \text{ см}^2$ ).

В рамках проведённых исследований среди вариантов, изученных в условиях агрофона с применением минеральных удобрений из расчёта  $N_{90}P_{45}K_{30}$  и  $N_{180}P_{90}K_{60} \text{ кг/га}$ , показатель листовой поверхности в период восковой спелости в 2 вариантах составил  $31,8$  и  $32,6 \text{ см}^2$ , в 5 вариантах  $31,7$  и  $35,1 \text{ см}^2$ , а также в 6 вариантах  $30,5$  и  $31,8 \text{ см}^2$  соответственно, где отмечен высокий показатель по сравнению с контролем и остальными вариантами (таблица 1).

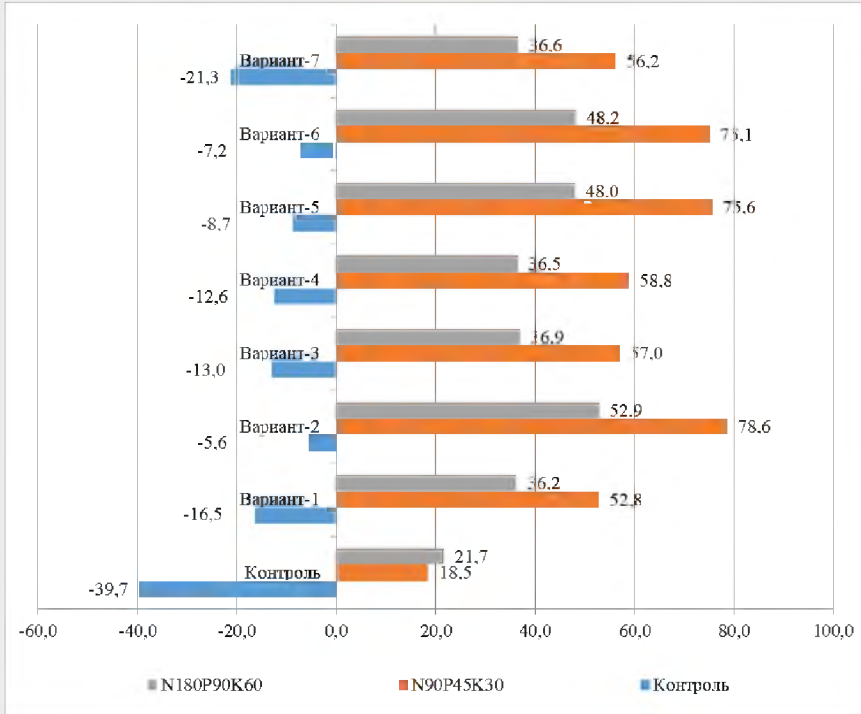


Рисунок 1 – Экономическая эффективность внекорневой подкормки озимой пшеницы в условиях различного минерального питания, %.

В экспериментах выяснилось, что в зависимости от питательной среды и применения дополнительной внекорневой подкормки средний показатель урожайности зерна озимой пшеницы составил от 17,5 до 78,9 ц/га, валовой доход пропорционально урожайности – от 2712,5 тыс. сум до 12224,3 тыс. сум, общий расход на 1 га от 4496,4 тыс. сум до 8949,7 тыс. сум, условная чистая прибыль от 1120,9 тыс. сум до 3274,6 тыс. сум, себестоимость 1 кг зерна от 867,7 сум до 2569,4 сум, уровень рентабельности от 18,5% до 75,6%. Также наименьшая эффективность была установлена в условиях агрофона без применения минеральных удобрений, где было израсходовано на 1783,9 тыс. сум больше по сравнению с валовым доходом, рентабельность составила 39,7%.

При анализе экономической эффективности и рентабельности

дополнительных внекорневых подкормок, примененных в испытательных опытах на экономящих минеральные удобрения агрофонах при обработке озимой пшеницы препаратами, обогащенными разнокомпонентными макро- и микроэлементами, в условиях орошаемых светлых серозёмных почв Кашкадарьинской области урожайность, полученная в 2, 5 и 6 вариантах на агрофонах с применением минеральных удобрений из расчёта  $N_{90}P_{45}K_{30}$  и  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га превышала не только контрольный, но и другие варианты. А в условиях агрофона  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га урожайность 7 варианта была зафиксирована в качестве наилучшего результата – 78,9 ц/га (36,6%) на всех агрофонах (рисунок 1).

Во 2, 5 и 6 вариантах с использованием дополнительной внекорневой подкормки на агрофоне с применением минеральных удобрений из расчёта  $N_{90}P_{45}K_{30}$  кг/га был отмечен самый низкий показатель себестоимости (867,7, 882,6 и 885,4 сум) среди изученных вариантов. А самая высокая себестоимость наблюдалась в контрольном варианте в условиях контрольного агрофона и составила 2569,4 сум.

При анализе показателя себестоимости 1 кг зерна в разрезе агрофонов было отмечено, что в условиях агрофона с применением минеральных удобрений из расчёта  $N_{90}P_{45}K_{30}$  кг/га была относительно ниже, чем в условиях остальных агрофонов, то есть в контрольном варианте она составила 1308,4 сум, а в вариантах с применением внекорневой подкормки от 882,6 сум до 1014,5 сум.

Следовательно, при возделывании озимой пшеницы внесение 50% ( $N_{90}P_{45}K_{30}$  кг/га) от количества традиционных норм минеральных удобрений ( $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га) и вместе с тем применение дополнительного внекорневого питания препаратами, обогащенными разнокомпонентными макро- и микроудобрениями в период вегетации растений, экономически выгодно.

**Вывод.** Наибольшая экономическая эффективность наблюдалась в условиях минерального питания из расчёта  $N_{90}P_{45}K_{30}$  кг/га при применении внекорневой подкормки IfoPZN+Ankasuper в фазу осеннего кущения, где рентабельность составила 78,6%, при применении IfoCombi-Fe+Энто Гумин+IfoUAN-32 в период формирования флагового листа – 75,6%, при применении IfoKalifos+Ankasuper после колошения – 75,1%.

### Список литературы

- 1 Сулейменов Б.У., Сейтменбетова А.Т. Применение жидкого гуминового биопрепарата «Биозогул» при возделывании зерновых и зернобобовых культур // Почвоведение и агрохимия. 2022. №4.
- 2 Азизов Б.М., Шодмонкулов Ш.Х. Формирование качества и урожайности зерна озимой пшеницы при некорневой подкормке // АИ. 2022. №3.
- 3 Кишикаткина А.Н., Долженко А.Н. Эффективность некорневой подкормки микроэlementными удобрениями на урожайность и качество зерна яровой тритикале // Нива Поволжья. 2020. №1 (54).
- 4 Долгополова Н.В., Труфанова А.Ю., Архипов А.С., Филимонов П.С. Влияние форм азотных удобрений на урожай и белковость яровой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №1.
- 5 Хакимов Р.А., Никифорова С.А., Хакимова Н.В. Влияние доз и сроков применения минеральных удобрений на формирование урожайности озимой пшеницы // Вестник Ульяновской ГСХА. 2020. №2 (50).
- 6 Есаулко А.Н., Гарибджанян Г.А., Голосной Е.В., Громова Н.В. Эффективность применения жидких и твердых азотных минеральных удобрений в ранневесеннюю подкормку посевов озимой пшеницы // Земледелие. 2020. №3.
- 7 Ненайденко Г.Н., Ильин Л.И. Удобрение и повышение качества зерна // ВЗ. 2017. №3 (81).
- 8 Кодочилова Н.А., Иваненкова А.О., Бузынина Т.С., Семенов В.В., Петров Б.И., Лазарев Н.М. Использование растворов борной кислоты в органических жидкостях в качестве борсодержащих микроудобрений. влияние на урожайность и химический состав зерна озимой и яровой пшеницы // Вестник ЮУрГУ. Серия: Химия. 2021. №2.