

## ВЛИЯНИЕ ГУМАТА КАЛИЯ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОВСА

Л. Б. КАРЕНГИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
 Ю. Л. БАЙКИН, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
 Н. В. КАНДАКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
 Уральский государственный аграрный университет  
 (620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42)

**Ключевые слова:** гуминовые кислоты, гуматы, минеральные удобрения, некорневая подкормка, урожай, агрономическая и физиологическая эффективность.

В полевом опыте изучено влияние некорневой подкормки гуматом калия различной концентрации на урожайность, химический состав и вынос элементов питания овсом, а также на агрономическую и физиологическую эффективность внесенных удобрений. Показано, что при опрыскивании растений овса гуматом калия в фазу конца кущения – начала выхода в трубку увеличивается общая биомасса, в том числе и урожайность зерна. Наиболее эффективно азот и калий из удобрений растения потребляли при некорневой подкормке гуматом калия в концентрации 0,30 %, внесенный азот использовался на 92 %, а калий на 82 %. Увеличение концентрации гумата в подкормке несколько снизило использование элементов питания удобрений. Некорневая подкормка овса гуматом калия увеличивает оплату единицы удобрения зерном. Самая высокая окупаемость удобрений получена при концентрации гумата 0,30 % – 20,4 г/г. Затраты элементов питания на создание единицы урожая 1 г зерна при подкормке с концентрацией гумата калия 0,15 % составили 11 г азота, 35 г фосфора и 20 г калия. С увеличением концентрации вынос элементов питания на создание единицы продукции уменьшается, что свидетельствует о более рациональном использовании поглощенного элемента питания. Степень использования питательных веществ, внесенных с удобрениями, оцениваемая по коэффициенту эффективности поглощения (КЭП), показала, что наиболее эффективно азот и калий из удобрений растения потребляли при некорневой подкормке гуматом калия в концентрации 0,30 %: внесенный азот использовался на 92 %, а калий на 82 %.

## INFLUENCE OF HUMATE OF POTASSIUM OF DIFFERENT CONCENTRATION ON THE EFFICIENCY OF MINERAL FERTILIZERS WHEN GROWING OAT

L. B. KARENGINA, candidate of agricultural sciences, associate professor,  
 Yu. L. BAIKIN, candidate of agricultural sciences, associate professor,  
 N. V. KANDAKOV, doctor of agricultural sciences, professor,  
 Ural State Agrarian University  
 (42 K. Liebknekhta Str., 620075, Ekaterinburg)

**Keywords:** humic acids, humates, mineral fertilizers, foliar nutrition, harvest, agronomic and physiological efficiency.

In a field experiment, they studied the effect of non-root fertilizing with potassium humate of various concentrations on yield, chemical composition and extraction of nutrients by oats, as well as on the agronomic and physiological effectiveness of fertilizers. It is shown that when spraying oat plants with potassium humate at the end of tillering stage – the beginning of the release into the tube, the total biomass increases, including the grain yield. Nitrogen and potassium from fertilizers were most efficiently consumed by plants with foliar feeding with potassium humate at a concentration of 0.30 %, applied nitrogen was used at 92 %, and potassium at 82 %. An increase in the concentration of humate in the foliar application somewhat reduced fertilizer efficiency. Foliar nutrition of oats with potassium humate increases the payment for a unit of fertilizer with grain. The highest return on fertilizer was obtained with a humate concentration of 0.30 % – 20.4 g/g. The consumption of nutrients during the creation of a unit of yield of 1g of grain with additional feeding with a concentration of potassium humate 0.15 %: amounted to 11 g of nitrogen, 35 g of phosphorus and 20 g of potassium. With an increase in concentration, the extraction of nutrients into a unit of production decreases, which indicates a more rational use of the absorbed nutrient. The degree of utilization of nutrients applied with fertilizers, estimated by the coefficient of absorption efficiency (CEP), demonstrated that nitrogen and potassium from the fertilizers were most efficiently consumed by plants with foliar top dressing with potassium humate at a concentration of 0.30 %: potassium by 82 %.

*Положительная рецензия представлена*

### Введение

Гуматы – это натуральные и экологически чистые удобрения. Кроме большого количества гуминовых кислот (до 80 %), они содержат пептиды, естественные стимуляторы роста, антибиотики, ферменты, микроэлементы [1] и позволяют получать экологически чистую продукцию при радиоактивном загрязнении [2], способствуют выведению экотоксикантов и нитратов из биомассы и плодов [3, 4], увеличивают устойчивость растений к возбудителям болезней, ускоряют их рост и созревание [5, 6, 7, 8].

Выпускаются в виде порошка и жидкого концентрата. Сухой порошок гумата можно вносить в почву одновременно с органическими и минеральными (кроме фосфорных) удобрениями. При внесении в почву гумат ускоряет развитие микрофлоры [9, 10], улучшает образование гумуса, положительно влияет на развитие корневой системы. Использование гумата калия в комплексе с внесением минеральных удобрений повышает их эффективность, что позволяет уменьшить дозы их внесения [11, 12, 13, 14, 15]. Кроме растениеводства, гумат калия применяют и в животноводстве [16].

### Цель и методика исследований

Опыт по эффективности гумата калия различной концентрации при выращивании овса закладывали на черноземе, оподзоленном тяжелосуглинистом со следующими агрохимическими показателями: гумус – 6,7 %, сумма обменных оснований – 25,9 ммоль/100 г, гидролитическая кислотность – 4,1 ммоль/100 г,  $pH_{\text{сол}}$  – 5,8, азот щелочнорастворимый (Нл/г по Корнфилду) – 143, подвижного фосфора и обменного калия – 110 и 162 мг/кг почвы. Почва относится к группе освоенных. Окультуренность ограничивается низкой для чернозема суммой обменных оснований и малым запасом гидролизуемого азота и подвижного фосфора (52 и 64 соответственно балла).

Опыт был заложен по схеме: 1)  $N_{60}P_{60}K_0$  – фон (контроль); 2) фон + гумат калия 0,15%; 3) фон + гумат калия 0,30 %; 4. Фон + гумат калия 0,45 %; 5. Фон + гумат калия 0,60%

В дальнейшем изложении варианты опыта представлены указанием концентрации гумата калия.

Удобрения под овес вносили по 60 кг д.в. азота (Naa), фосфора (Pcd) и калия (Kx).

Повторность в опыте четырехкратная, общая площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>, учетная – 8 м<sup>2</sup>.

Некорневую подкормку растений овса гуматом калия проводили в конце фазы кущения – начале фазы выхода в трубку. Гумат калия торфяной, жидкий концентрат.

### Результаты исследований

Некорневая подкормка гуматом калия растений овса положительно влияет на элементы структуры биомассы. По отношению к необработанному варианту некорневая подкормка гуматом увеличивает урожай основной и побочной продукции, а также пожнивно-корневых остатков (табл. 1)

Анализ данных по урожайности зерна овса свидетельствует о том, что прибавки урожая зерна существенны по всем вариантам, но повышение концентрации гумата калия в подкормке выше 0,30 % не дает роста урожая, более того, отмечается тенденция к его снижению. В вариантах с концентрацией гумата калия 0,45 % и 0,60 % также уменьшается прирост соломы, корней и стерни.

Химический состав элементов биомассы практически не меняется по вариантам опыта, но так как увеличиваются количественные показатели структурных частей биомассы, то биологический вынос элементов питания с применением гумата в некорневой подкормке возрастает. Так, вынос азота зерном в вариантах с некорневой подкормкой по сравнению с необработанным вариантом колеблется от 8,1 до 9,9 г/м<sup>2</sup>, фосфора – 2,3–2,6 г/м<sup>2</sup>, калия – 2,0–2,4 г/м<sup>2</sup>. Наименьший прирост выноса элементов питания побочной продукцией отмечен в варианте с концентрацией гумата калия 0,15 %, а самый высокий – при концентрации 0,30 %: азота – на 35 %, фосфора – на 38 %, калия – на 51 %.

Вынос элементов питания биомассой овса представлен в табл. 2.

Таблица 1  
Биомасса овса, сухое вещество, г/м<sup>2</sup>  
Table 1  
Oat biomass, dry matter, g/m<sup>2</sup>

Гумат калия <i>Humate potassium</i>	Зерно <i>Grain</i>	Солома <i>Straw</i>	Корни + стерня <i>Roots + stubble</i>	Общая биомасса <i>Total biomass</i>	Доля зерна в общей биомассе % <i>The share of grain in total biomass, %</i>
0	320	576	218	1114	28,73
0,15 %	352	634	239	1225	28,73
0,30 %	368	662	250	1280	28,75
0,45 %	358	644	243	1245	28,76
0,60 %	356	641	245	1242	28,66
НСП <sub>05</sub>	24,0	–	–	–	–

Таблица 2  
Биологический вынос элементов питания овсом, г/м<sup>2</sup>  
Table 2  
Biological removal of oats batteries, g/m<sup>2</sup>

Гумат калия <i>Humate potassium</i>	Зерно <i>Grain</i>	Солома <i>Straw</i>	Корни + стерня <i>Roots + stubble</i>	Общий вынос <i>Total takeaway</i>
0	6,4 – 1,9 – 1,7*	3,7 – 1,6 – 6,5	3,0 – 0,9 – 1,4	13,1 – 4,4 – 9,6
0,15 %	8,1 – 2,3 – 2,0	4,4 – 1,9 – 7,6	3,5 – 1,1 – 1,6	16,0 – 5,3 – 11,2
0,30 %	9,9 – 2,6 – 2,0	5,0 – 2,3 – 10,5	3,7 – 1,2 – 1,8,	18,6 – 6,1 – 14,5
0,45 %	9,6 – 2,5 – 2,2	4,8 – 2,1 – 10,1	3,6 – 1,2 – 1,7	18,0 – 5,8 – 14,0
0,60 %	9,6 – 2,4 – 2,4	5,1 – 2,2 – 10,1	3,4 – 1,2 – 1,8	18,1 – 5,8 – 14,3

\*Примечание: здесь и далее первая цифра – азот, вторая – фосфор, третья – калий.

\* Note: hereinafter the first digit is nitrogen, the second is phosphorus, the third is potassium.

Таблица 3  
Агрономическая и биологическая эффективность некорневой подкормки овса  
Table 3  
Agronomic and biological effectiveness of foliar nutrition of oats

Гумат калия <i>Humate potassium</i>	Агрономическая эффективность (АЭ) <i>Agronomic Efficiency (AE)</i>	Физиологическая эффективность (ФЭ) (зерно-вынос) <i>Physiological Efficiency (PE) (grain carry)</i>	Коэффициент эффективности поглощения КЭП, % <i>The coefficient of efficiency of absorption of the cap, %</i>
	г/г		
0	17,8	–	–
0,15 %	19,5	11,0 – 35,0 – 20,0	48 – 15 – 27
0,30 %	20,4	8,7 – 28,0 – 9,8	92 – 28 – 82
0,45 %	19,9	8,3 – 27,0 – 8,6	77 – 23 – 73
0,60 %	19,8	7,2 – 26,0 – 7,6	83 – 23 – 78

Некорневая подкормка гуматом калия растений овса увеличивает общий (биологический) вынос азота на 2,9–5,5 г/м<sup>2</sup>, фосфора – на 0,9–1,7 г/м<sup>2</sup>, калия – на 1,6–4,9 г/м<sup>2</sup> (наименьший показатель для концентрации гумата калия – 0,15 %, наибольший – 0,30 %).

Более точно о реальной эффективности удобрений можно судить по окупаемости внесенного с удобрениями элемента прибавкой урожая основной продукции [13, 14]. Так как дозы элементов питания в удобрении овса одинаковы, агрономическую эффективность (АЭ) рассчитывали на единицу суммы азота, фосфора и калия (табл. 3)

Анализ данных таблицы показывает, что некорневая подкормка овса гуматом калия увеличивает оплату единицы удобрения зерном. По сравнению с вариантом без подкормки увеличение выхода зерна на 1 г суммы NPK составило от 1,7 г до 2,6 г. При подкормке гуматом с концентрацией 0,45 и 0,60 % агрономическая эффективность практически одинакова. Самая высокая окупаемость удобрений получена при концентрации гумата 0,30 % – 20,4 г. Физиологическая эффективность (ФЭ) отражает степень включения элемента в биохимические процессы. По ней можно судить об окупаемости поглощенного элемента питания прибавкой урожая основной продукции. Самые высокие затраты элементов питания

на создание единицы зерна при подкормке с концентрацией гумата калия 0,15 %: на 1 г зерна выносятся 11 г азота, 35 г фосфора и 20 г калия. С увеличением концентрации вынос элементов питания на создание единицы продукции уменьшается, что свидетельствует о более рациональном использовании поглощенного элемента питания.

Степень использования питательных веществ, внесенных с удобрениями, оценивается по коэффициенту эффективности поглощения (КЭП). Наиболее эффективно азот и калий из удобрений растения потребляли при некорневой подкормке гуматом калия в концентрации 0,30 %: внесенный азот использовался на 92 %, а калий на 82 %. Увеличение концентрации гумата в подкормке несколько снизило использование элементов питания удобрений. При подкормке гуматом в концентрации 0,15 % получены самые низкие показатели использования питательных веществ из удобрений: азота – 42 %, фосфора – 15 %, калия – 27 %.

#### Выводы. Рекомендации

1. Некорневая подкормка растений овса в конце фазы кушения – начале фазы выхода в трубку увеличивает урожай зерна и других элементов структуры урожая (соломы, стерни, корней).

2. Вынос азота биомассой овса при подкормке гуматом калия возрастает на 22–42 %, фосфора – на

12–38 %, калия – на 16–51 % по сравнению с вариантом без подкормки.

3. Гумат калия при некорневой подкормке способствует увеличению агрономической и физиологи-

ческой эффективности, повышает коэффициент использования элементов питания из удобрений

4. Наиболее оптимальная концентрация гумата калия для некорневой подкормки овса – 0,30%.

### Литература

1. Титов И. Н. Отечественные биопрепараты: регуляторы роста и развития растений и гуминовые препараты для современного земледелия: научный обзор. – Владимир: ВГПУ, 2012. – 30 с.
2. Маркина А. В. Влияние гумата калия на накопление <sup>137</sup>Cs и макроэлементов растениями ячменя: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Обнинск, 2006. – 22 с.
3. Кирдей Т. А. Фитопротекторная роль гумата при комплексном действии свинца и кадмия // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. Т. 6. № 3. С. 135–139.
4. Кирдей Т. А., Веселов А. П. Фитопротекторный эффект гумата аммония при высоких концентрациях меди в среде // Поволжский экологический журнал. 2016. № 4. С. 390–398.
5. Пашкова Г. И., Кузьминых А. Н. Роль гуматов в повышении урожайности зерна яровой пшеницы // Вестник Марийского государственного университета. 2016. Т. 2. № 1 (5). С. 48–50.
6. Борисенко В. В., Хусид С. Б. Изучение влияния обогащенного биогамата «ЭКОСС» на продуктивность овощных культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 107 (03). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vliyaniya-obogaschennogo-biogumata-ekoss-na-produktivnost-ovoschnyh-kultur>.
7. Быкова С. Л. [и др.] Агроэкологическая оценка применения гуматов при мелиорации теногенно нарушенных ландшафтов // Вестник Кузбасского государственного политехнического университета. 2013. № 5. С. 58–61.
8. Сажина С. В., Сажин А. А., Власенкова А. И. Применение гумата калия в посевах гречихи сорта девятка // Современные научно-технические решения в АПК: сборник статей Всероссийской научной конференции 8 декабря 2017 г. Часть 1. 2017. С. 738–743.
9. Жолобова Н. С. Влияние биогауматов на почвенную биоту // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 114 (10). С. 1–10.
10. Кондратенко Е. П. [и др.] Биостимулирующие и физико-химические свойства гумата натрия // Химия растительного сырья. 2016. № 3. С. 109–118.
11. Каренгина Л. Б., Байкин Ю. Л. Эффективность различных фонов питания при возделывании зерновых культур // Аграрный вестник Урала. 2017. № 1. С. 21–25.
12. Каренгина Л. Б., Байкин Ю. Л., Байкенова Ю. Г. Эффективность новых форм удобрений на лугово-черноземных почвах Среднего Урала // Инновационные агроэкологические технологии возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы использования природных и биологических ресурсов в сельском хозяйстве». 2012. С. 69–73.
13. Борисенко В. В. [и др.] Биологическая активность гуминового комплекса различного происхождения и его влияние на рост и развитие растений // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 110 (06). С. 1–10.
14. Хардинова С. И., Алехина Г. П., Верхошенцева Ю. П. Влияние гуминовых препаратов на эколого-физиологические особенности саженцев винограда в условиях города Оренбурга // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 5 (208). С. 99–102.
15. Полиенко Е. А. [и др.] Применение биогаминового препарата «ВЮ-Дон» на посевах озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 24–28.
16. Никулин И. А., Ратных О. А. Эффективность применения гумата калия при гепатозе лактирующих коров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (55). С. 50–57.

### References

1. Titov I. N. Domestic biological products: plant growth and development regulators and humic preparations for modern agriculture: scientific review. – Vladimir: VSPU, 2012. – 30 p.
  2. Markin A. V. Influence of potassium humate on the accumulation of <sup>137</sup>Cs and macroelements by plants of barley: abstract of dissertation ... cand. biol. sciences. – Obninsk, 2006. – 22 p.
  3. Kirda T. A. Photoprotector role of humate at a complex effect of lead and cadmium // Proceedings of the universities. Applied chemistry and biotechnology. 2016. Vol. 6. No. 3. Pp. 135–139.
  4. Kirda, T. A., Veselov A. P. Photoprotecting effect of humate of ammonium at high concentrations of copper in the environment // Povolzhskiy journal of ecology. 2016. No. 4. Pp. 390–398.
  5. Pashkova G. I., Kuzminykh A. N. The role of humates in increasing the grain yield of spring wheat // Bulletin of the Mari State University. 2016. Vol. 2. No. 1 (5). Pp. 48–50.
- avv.usaca.ru*

6. Borisenko V. V., Husid S. B. Study of the influence of enriched biohumate EKOSS on productivity of vegetable crops // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2015. No. 107 (03). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vliyaniya-obogaschennogo-biogumata-ekoss-na-produktivnost-ovoschnyh-kultur>.
7. Bykov S. L. [et al.] Agroecological assessment of the use of humates in technogenic reclamation of disturbed landscapes // Bulletin of the Kuzbass State Polytechnic University. 2013. No. 5. Pp. 58–61.
8. Sazhina S. V., Sazhin A. A., Vlasenkova A. I. Application of potassium humate in the crops of buckwheat varieties nine // Modern scientific and technical solutions in agriculture: collection of articles of the all-Russian scientific conference December 8, 2017 Part 1. 2017. Pp. 738–743.
9. Zholobova N. S. Impact of biohumates on soil biota // The Scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2015. No. 114 (10). Pp. 1–10.
10. Kondratenko E. P. [et al.] Biostimulating and physico-chemical properties of sodium humate // Chemistry of plant raw materials. 2016. No. 3. Pp. 109–118.
11. Karengina L. B., Baikin Yu. L. The effectiveness of the different backgrounds of food in the cultivation of cereal crops // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 1. Pp. 21–25.
12. Karengina L. B., Baikin Yu. L., Baikenova Yu. G. The effectiveness of new forms of fertilizers on meadow-Chernozem soils of the Middle Urals // Innovative agro-ecological technologies of cultivation of agricultural crops: proceedings of the International scientific-practical conference „Ecological problems of use of natural and biological resources in agriculture“. 2012. Pp. 69–73.
13. Borisenko V. V. [et al.] The biological activity of the humic complex of different origin and its influence on the growth and development of plants // Scientific journal of KubSAU. 2015. No. 110 (06). Pp. 1–10.
14. Khardikova S. I., Alekhina G. P., Verkhoshentseva Yu. P. Effect of humic preparations on the ecological-physiological characteristics of saplings of grapes in the city of Orenburg // Vestnik of the Orenburg State University. 2017. No. 5 (208). P. 99-102.
15. Polienko, E. A. [et al.] Using of biohumic drug „BIO-Don“ on winter wheat crops // Advances in science and technology of AIC. 2016. Vol. 30. No. 2. Pp. 24–28.
16. Nikulin I. A., Ratnykh O. A. Efficacy of potassium humate in the liver of lactating cows // Proceedings of Voronezh State Agrarian University. 2017. No. 4 (55). Pp. 50–57.