

## ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ГУМИТОН НА ГОРОХО-ОВСЯНОЙ СМЕСИ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ Cd И ВНЕСЕНИИ АЗОФОСКИ

### APPLICATION OF NEW ORGANO-MINERAL COMPLEX GUMITON ON PEA-OAT MIXTURE IN CASE OF SOIL Cd CONTAMINATION AND NPK FERTILIZER APPLICATION

**Ключевые слова:** Гумитон, азофоска, Cd, B, Mo, Mn, дерново-подзолистая почва, горохо-овсяная смесь, урожай, качество.

В вегетационном опыте на дерново-подзолистой почве изучали влияние нового органоминерального комплекса Гумитон на продуктивность, качество горохо-овсяной смеси, поступление Cd и микроэлементов в биомассу. Установлено, что обработка вегетирующих растений Гумитоном вызвала увеличение биомассы на 11-51% по сравнению с контролем, в зависимости от агрофона; а на почве с Cd<sub>15</sub> – на 6% относительно Cd<sub>15</sub>. По фону азофоски (АЗФК) Гумитон повысил урожай горохо-овсяной смеси на 8% по сравнению с вариантом АЗФК и на 34% относительно Cd<sub>15</sub>. Обработка Гумитоном растений улучшила показатели качества кормов. В варианте АЗФК+Гумитон повысилось содержание золы, сырого протеина, жира на 38, 17 и 10% относительно контроля. В варианте Cd<sub>15</sub>+Гумитон содержание золы и протеина увеличилось на 34 и 16% по отношению к Cd<sub>15</sub>. Опрыскивание растений препаратом по фону АЗФК способствовало росту значений этих показателей на 47,5 и 27% по сравнению с Cd<sub>15</sub> и увеличению содержания сырого протеина на 9% относительно варианта АЗФК+Cd<sub>15</sub>. Применение Гумитона на почве без Cd<sub>15</sub> повысило содержание B в биомассе горохо-овсяной смеси на 7%. Совместное использование препарата и удобрения увеличило содержание B и Mo на 8 и 48%, Mn – в 5 раз относительно контроля; Mo и Mn – на 32 и 15% соответственно по сравнению с вариантом АЗФК. Применение Гумитона на почве с Cd<sub>15</sub> снизило накопление металла растениями на 11%. Обработка растений Гумитоном способствовала росту концентрации B, Mn, Mo на 13, 23 и 52% по сравнению с вариантом Cd<sub>15</sub>. При совместном применении АЗФК и Гумитона на почве с Cd<sub>15</sub> наблюдалось увеличение содержания в растениях B, Mo и Mn на 13, 20 и 6% относительно варианта Cd<sub>15</sub>+АЗФК.

**Keywords:** Gumiton organo-mineral complex, NPK fertilizer, Cd, B, Mo, Mn, sod-podzolic soil, pea-oat mixture, yield, quality.

The greenhouse experiment on sod-podzolic soil was conducted to study the effect of new organo-mineral complex Gumiton on productivity and quality of the pea-oat mixture, the intake of Cd and trace elements into the biomass. It was found that the foliar dressing of growing plants with Gumiton increased the biomass by 11-51% as compared to the control depending on the agricultural background; and on the soil with Cd<sub>15</sub> - by 6% relative to Cd<sub>15</sub>. Regarding NPK fertilizer application background, Gumiton increased the yield of the pea-oat mixture by 8% as compared to the NPK fertilizer variant and by 34% compared to Cd<sub>15</sub>. Foliar dressing of plants with Gumiton improved feed quality indices. In the variant NPK fertilizer + Gumiton, the content levels of ash, crude protein and fat increased by 38%, 17%, and 10% as compared to the control. In the variant Cd<sub>15</sub> + Gumiton, the ash and protein content levels increased by 34% and 16% as compared to Cd<sub>15</sub>. Spraying of plants with the preparation against the background of NPK fertilizer contributed to increased values of these indices by 47.5% and 27% compared to Cd<sub>15</sub> and increased crude protein content by 9% compared to the NPK fertilizer + Cd<sub>15</sub> variant. The application of Gumiton on soil without Cd<sub>15</sub> increased the B content in the biomass of the pea-oat mixture by 7%. Combined application of the preparation and fertilizer increased the content levels of B and Mo by 8% and 48%; Mn - 5 times compared to the control; Mo and Mn by 32% and 15%, respectively, compared to the NPK fertilizer variant. The application of Gumiton on soil with Cd<sub>15</sub> reduced the metal accumulation by plants by 11%. Foliar dressing of plants with Gumiton contributed to increased concentrations of B, Mn, Mo by 13%, 23% and 52% compared to the Cd<sub>15</sub> variant. Combined application of NPK fertilizer and Gumiton on soil with Cd<sub>15</sub> increased the content levels of B, Mo and Mn in plants by 13%, 20% and 6% compared to the Cd<sub>15</sub> + NPK fertilizer variant.

**Арышева Светлана Петровна**, к.б.н., ст. науч. сотр., НИЦ «Курчатовский институт» – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», г. Обнинск, Калужская обл., Российская Федерация, e-mail: arysheva\_sv@mail.ru.

**Свириденко Дмитрий Георгиевич**, к.б.н., ст. науч. сотр., НИЦ «Курчатовский институт» – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», г. Обнинск, Калужская обл., Российская Федерация, e-mail: sedelnikov167@gmail.com.

**Arysheva Svetlana Petrovna**, Cand. Bio. Sci., Senior Researcher, National Research Center "Kurchatov Institute" - All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Kaluga Region, Russian Federation, e-mail: arysheva\_sv@mail.ru.

**Sviridenko Dmitriy Georgievich**, Cand. Bio. Sci., Senior Researcher, National Research Center "Kurchatov Institute" - All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Kaluga Region, Russian Federation, e-mail: sedelnikov167@gmail.com.

Черепанова Ольга Васильевна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: cherepanova\_olga22@mail.ru.

Cherepanova Olga Vasilevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: cherepanova\_olga22@mail.ru.

### Введение

Накопление тяжелых металлов (ТМ) в сельскохозяйственных угодьях РФ обусловливается выбросами промышленных, энергетических, химических предприятий, а также применением осадков сточных вод. Площадь загрязненных почв на этой территории составляет более 3,6 млн га, из них более 1 млн га загрязнено особо токсичными элементами и около 2,3 млн га – токсичными. На основе данных о содержании и ПДК ТМ в получаемой продукции проводятся реабилитационные мероприятия на техногенно загрязненных территориях [1].

Разработка и внедрение систем рационального применения удобрений и микроудобрений с целью повышения продуктивности и качества обеспечивают получение продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам по содержанию в ней ТМ. Данный подход к ведению сельскохозяйственных производств обеспечивает: *экологичность* – безопасное влияние на почву и сельскохозяйственные культуры, а также на здоровье человека; *адаптивность* – использование потенциала всех биологических компонентов с учетом природных и почвенно-климатических условий каждой местности; *наукоемкость* – использование новейших достижений в агрохимии [2].

Сотрудниками ВНИИРАЭ предложены и успешно апробированы в условиях реального производства гуминовые комплексы и удобрения, оказывающие модифицирующее влияние на подвижность ТМ [3].

За последние десятилетия проведены многочисленные исследования по влиянию гуминовых препаратов на рост и развитие сельскохозяйственных растений в различных почвенно-климатических условиях, а также по их адаптации и повышению сопротивляемости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Наибольшее распространение гуминовые препараты получили в сельском хозяйстве в качестве биологически активных веществ, позволяющих индуцировать в растениях комплекс неспецифической устойчивости ко многим болезням грибного, бактериального и вирусного происхождения. Использование этих препаратов позволяет растениям легче переносить экстремальные погодные условия, нивелирует отрицательное воздействие пестицидов, сокращает сроки созревания сельскохозяйственных растений на 10-12% [4, 5].

Применение гуминовых препаратов в различных почвенно-климатических зонах РФ (на серых лесных, черноземах и светло-каштановых почвах) на зерновых культурах (пшеница, ячмень, рис) и картофеле показало, что эффективность воздействия различных гуминовых препаратов (гумат натрия, гумат ам-

мония, флор гумат, лигногумат и др.) нестабильна, прибавки урожая варьируют от незначительных до 13-30% на зерновых культурах и 19% на картофеле. Наиболее эффективные способы применения гуминовых препаратов – сочетание обработки посевного материала и некорневые подкормки. Гуминовые препараты усиливают воздействие минеральных удобрений и средств защиты растений [5].

В работе Новочихина и Щеглова [6] показано, что двукратная обработка Лигногуматом калия посевов подсолнечника и кукурузы (по 150 и 200 г/га каждая) в опытах на обыкновенных черноземах Воронежской области способствовала повышению урожайности на 38 и 32% соответственно.

По данным Левченковой [7], некорневая подкормка ячменя гуматом натрия и препаратом «Гумимакс» в полевых опытах на дерново-подзолистой почве Псковской области увеличивала урожайность на 12-27% и содержание белка в зерне – до 2%.

Колесникова и др. [8] отмечают, что обработка торфогуминовыми удобрениями и препаратами яровой пшеницы различных сортов в фазу кущения в мелкоделяночных опытах на дерново-подзолистой почве показала их существенное влияние на показатели продуктивности.

В практике реабилитационных мероприятий, особенно на техногенно загрязненных кислых малогумусных почвах сельскохозяйственных угодий, большое значение придается применению удобрений, содержащих макро- (N, P, K, Ca, Mg), микроэлементы (B, Mn, Mo, S и др.) и активные гумусовые вещества. В НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ проводятся эксперименты по изучению новых органо-минеральных комплексов, с целью повышения урожайности и получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции. Результаты многолетних (2017-2021 гг.) исследований по применению препарата на основе торфа «Гумитон», обогащенного B, Mo, Mn, с высоким содержанием макроэлементов и гуматов калия (11-14%), в различных почвенно-климатических зонах РФ на различных культурах (зерновые, кукуруза на силос, овощные, кормовые культуры) в условиях техногенного загрязнения показали его высокую эффективность в повышении продуктивности культур и их качества.

### Актуальность

При переходе к высокопродуктивному и экологически безопасному земледелию необходим поиск дополнительных высокоэффективных и недорогих агрохимикатов на основе местного сырья для улучшения качества и снижения накопления ТМ в продукции растениеводства.

**Цель** исследования – изучить влияние органоминерального комплекса Гумитон в условиях вегетационного опыта на дерново-подзолистой супесчаной почве на биометрические показатели, продуктивность, качество и накопление Cd, микроэлементов В, Mn, Mo в зеленой массе горохо-овсяной смеси при загрязнении почвы Cd и внесении азофоски.

Гумитон – усовершенствованный гуминовый препарат, разработанный во ВНИИРАЭ, предназначен для некорневой обработки вегетирующих растений и обработке семенного материала. Применяется при выращивании зерновых, овощных, кормовых, технических, плодово-ягодных культур. Для производства Гумитона используются низинные торфы с pH  $\geq 5,0$ , зольностью – 11-13%.

Элементный состав Гумитона (% на сухую массу): N – 10-12; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 20-24; K<sub>2</sub>O – 27-30; органическое вещество – 18-22; в т.ч. водорастворимые гуматы калия – 11-14; микроэлементы: В – 0,2; Мо – 0,1; Mn – 0,1 соответственно. Все используемые в настоящее время в сельском хозяйстве гуминовые удобрения и препараты уступают Гумитону по содержанию гумусовых веществ, макро- и микроэлементов [9, 10].

Гумитон – высокоэффективный препарат на основе торфа, растворим в воде, совместим с большинством промышленных удобрений и средств защиты растений (кроме гербицидов). Обработка Гумитоном проводится минимум за 7 дней до и (или) после обработки гербицидами.

Действие Гумитона основано на активировании физиолого-биохимических процессов в растениях под действием содержащихся в препарате биологически активных веществ. Гумитон увеличивает эффективность корневого питания растений, использования растениями вносимых минеральных и органических удобрений: в результате повышаются урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции. Он усиливает иммунитет растений, снижает уровень распространения бактериальных, грибковых и вирусных заболеваний; снимает стресс после применения пестицидов; не оказывает негативного влияния на окружающую среду.

На препарат имеется Патент на изобретение № 2709737 от 19.12.2019 г., [10] и Свидетельство на товарный знак № 718667 от 05.07.2019 г.

Некорневая обработка Гумитоном (1 л концентрата в 200-300 л воды на 1 га) проводится путем опрыскивания 1-2 раза за вегетационный период в ответственные фазы развития растений. Для семенного материала концентрат Гумитона разводится в воде 1:40; на 1 т семян 10 л рабочего раствора. Возможно применение совместно с препаратами от возбудителей болезней.

### Объекты и методы исследования

Объект исследований – горохо-овсяная смесь (1:1, горох сорт Немчиновский-50 и овес сорт Яков) – одна из основных зональных кормовых культур, выращиваемых в Нечерноземной зоне РФ.

Агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы: рН<sub>KCl</sub> – 4,7; Нг – 1,94 смоль-экв/1 кг почвы; гумуса – 1,2%. Содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – 224 и 73 мг/кг почвы соответственно; подвижных форм микроэлементов: Cu – 4,1; Zn – 2,5; В – 0,71; Мо – 0,35; Mn – 88,0 мг/кг почвы соответственно; Cd: валовое – 0,25; подвижной формы (ААБ, pH 4,8) – 0,04 мг/кг почвы.

Сосуд вмещал 5 кг почвы. В почву вносили азофоску (АЗФК) и Cd в виде раствора 3CdSO<sub>4</sub> x 8H<sub>2</sub>O из расчета 15 мг/кг почвы. Посев овса и гороха проводили по 15 семян каждой культуры/сосуд (к моменту уборки оставили по 7 растений каждой культуры). Обработку растений Гумитоном (1 л/га посевов) проводили в фазу выхода в трубку овса. В начале фазы бутонизации гороха и в момент уборки урожая (после колошения овса и в фазу «лопатки» – образования бобов гороха 3-5 см) измеряли высоту и биомассу растений. После уборки урожая в сухой зеленой массе определяли содержание Cd, микроэлементов и показатели качества.

**Схема опыта:** 1. Контроль – почва без удобрений. 2. Гумитон. 3. АЗФК. 4. АЗФК+Гумитон. 5. Cd<sub>15</sub>; 6. Cd<sub>15</sub>+Гумитон. 7. Cd<sub>15</sub>+АЗФК; 8. Cd<sub>15</sub>+АЗФК+Гумитон. Повторность опыта 3-кратная.

Агрохимические показатели почвы, содержание ТМ и микроэлементов определяли на аттестованном оборудовании в аккредитованной испытательной лаборатории ВНИИРАЭ по методикам и ГОСТам: содержание органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91); рН<sub>KCl</sub> – потенциометрическим методом (ГОСТ 2642385), Нг – по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91), подвижные формы P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91), содержание Cd и микроэлементов (В, Мо, Mn) в сухой зеленой массе горохо-овсяной смеси – на спектрометре с индуктивно-связанной плазмой ICP – AES, Liberty AX. Содержание сырого протеина, золь, жира, клетчатки определяли по ГОСТ Р 50817-95. Статистическую обработку результатов исследований выполняли с использованием программы Microsoft Excel. Экспериментальные данные представлены в виде средних арифметических и НСР (p < 0,05).

### Результаты и их обсуждение

На основании ранее проведенных полевых экспериментов на дерново-подзолистых и серых лесных почвах Калужской области установлено, что однократная обработка растений ячменя сорт Владимир Гумитоном повышала урожайность зерна ячме-

ня на 17-23% и содержание протеина в зерне – до 3% по отношению к контролю [11, 12].

Установлено, что обработка Гумитон озимой пшеницы различных сортов на темно-каштановой почве Ростовской области повышала урожайность зерна на 0,5-1,32 т/га и содержание протеина в зерне – на 0,5-2,2% [13]. По данным вегетационных опытов на дерново-подзолистой супесчаной почве, загрязненной Cd (6 мг/кг), показано, что применение Гумитона на посевах ячменя повышало урожайность зерна на 17-21%, в зависимости от агрофона, и снижало накопление Cd в зерне в 1,4-1,65 раза [3].

На основе анализа данных двухлетнего вегетационного опыта с ячменем на дерново-подзолистой супесчаной почве показано, что двойная обработка растений Гумитон повышала урожайность зерна на 12%. При этом содержание Mo в зерне увеличилось в 1,45 раза, Mn – в 1,1 раза. При загрязнении почвы Cd (6 мг/кг) обработка Гумитон снизила накопление токсиканта в зерне в 1,15-1,65 раза, а также увеличила массу зерна и соломы в 1,14-1,22 и 1,44 раза соответственно [14].

В вегетационном опыте обработка Гумитон вегетирующих растений горохо-овсяной смеси достоверно увеличила высоту гороха и овса с 50,6 до 53,9 см и с 54,1 до 57,6 см соответственно, или на 3,3-3,5 см (6,5%) относительно контроля при промежуточном отборе растений в фазу бутонизации гороха (табл. 1).

Внесение в почву АЗФК без Cd достоверно повлияло на усиление роста гороха и овса: соответственно с 50,6 до 58,4 и с 54,1 до 58,5 см, или на 16,4 и 8,0%, биомассу смеси на 9,8 г/сосуд (30%) относительно контроля. Опрыскивание растений Гумитон по фону АЗФК достоверно повысило высоту растений с 58,9 до 63,8 см (горох) и с 58,5 до 61,3 см (овес), или на 8,3 и 4,8% соответственно, биомассу – на 6,3 г/сосуд (12%), относительно показателей на варианте применения АЗФК. Внесение в почву Cd<sub>15</sub> (30 ОДК для кислых супесчаных почв) отрицательно повлияло на высоту растений и биомассу смеси по отношению к контролю (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние Гумитона на продуктивность и биометрические показатели горохо-овсяной смеси в фазу бутонизации гороха и после уборки урожая**

Вариант	Высота, см				Биомасса, г/сосуд	
	в фазу бутонизации гороха		после уборки урожая		в фазу бутонизации гороха	после уборки урожая
	горох	овес	горох	овес		
Контроль	50,6	54,1	86,0	80,8	32,2	92,4
Гумитон	53,9	57,6	88,3	83,1	34,3	102,9
АЗФК	58,9	58,5	93,4	87,5	42,0	134,4
АЗФК+Гумитон	63,8	61,3	95,1	89,9	48,3	139,3
Cd <sub>15</sub>	47,9	40,6	66,9	66,2	23,8	89,6
Cd <sub>15</sub> +Гумитон	48,5	44,0	72,4	72,1	31,5	95,2
Cd <sub>15</sub> +АЗФК	51,9	49,4	76,9	79,9	37,1	111,3
Cd <sub>15</sub> +АЗФК+Гумитон	52,1	51,2	86,0	83,8	41,3	120,4
НСР <sub>05</sub>	3,2	2,7	5,3	5,7	3,8	4,8

При использовании Гумитона по фону Cd<sub>15</sub> достоверное увеличение наблюдалось по высоте овса с 40,6 до 44,0 см, или на 8%; по биомассе – с 23,8 до 31,5 г/сосуд (32%). В варианте Cd<sub>15</sub>+АЗФК+Гумитон эти показатели еще повысились: с 47,9 до 52,1 см (горох), с 40,6 до 51,2 см (овес) и с 23,8 до 41,3 г/сосуд, или на 9, 26 и 74% соответственно относительно варианта Cd<sub>15</sub>, увеличение биомассы смеси по сравнению с вариантом Cd<sub>15</sub>+АЗФК составляло 4,2 г/сосуд (11%).

Показано, что применение Гумитона существенно не повлияло на высоту растений (в момент уборки); достоверно повысилась биомасса с 92,4 до 102,9 г/сосуд, или на 11% (табл. 1). Внесенная в почву АЗФК увеличила высоту гороха и овса, соответственно, с 86,0 до 93,4 см и с 80,8 до 87,5 см, или на 7,4 и 6,7 см; биомассу смеси – с 92,4 до 134,4 г/сосуд (45,5%). Обработка растений Гумитон по фону АЗФК достоверно повысила показатели высоты и

биомассы только относительно контроля: на горохе – с 86,0 до 95,1 см, овсе – с 80,8 до 89,9 см, что составило 10,6 и 11,3% соответственно, увеличение по биомассе было с 92,4 до 139,3 г/сосуд (51%). Относительно варианта с АЗФК достоверным было только увеличение биомассы смеси со 134,4 до 139,3 г/сосуд (4%).

Внесение в неудобренную почву Cd<sub>15</sub> снизило высоту растений гороха и овса с 86,0 до 66,9 см (22%) и с 80,8 до 66,2 см (18%), но не оказало достоверного влияния на снижение биомассы смеси. Обработка растений Гумитон на загрязненной Cd<sub>15</sub> почве увеличила высоту с 66,9 до 72,4 см по гороху и с 66,2 до 72,1 см по овсу, биомассу растений – с 89,6 до 95,2, или на 5,6 г/сосуд по отношению к варианту Cd<sub>15</sub>. Эти биометрические показатели горохо-овсяной смеси еще больше выросли в варианте Cd<sub>15</sub>+АЗФК+Гумитон, высота гороха – до 86,0 и овса – до 83,8 см, биомасса – до 120,4 г/сосуд (8%) отно-

сительно варианта Cd<sub>15</sub>+АЗФК и относительно варианта Cd<sub>15</sub> (34%).

Таким образом, концентрация Cd 15 мг/кг почвы является токсичной для растений овса и особенно гороха. Растения гороха плохо развивались, быстро желтели и засыхали.

Обработка Гумитонем повлияла на показатели качества горохо-овсяной смеси (табл. 2). Так, в варианте АЗФК+Гумитон повысилось содержание сырого протеина и жира на 1,58 и 0,19% относительно контроля, а относительно варианта с АЗФК содержание золы и сырого протеина – на 1,67 и 1,13%.

Таблица 2

**Влияние Гумитона на показатели качества вегетативной массы горохо-овсяной смеси после уборки**

Варианты	Содержание в вегетативной массе, %			
	зола	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка
Контроль	6,41	9,36	1,87	33,81
Гумитон	6,56	9,51	1,96	35,62
АЗФК	7,16	9,81	2,03	35,93
АЗФК+Гумитон	8,83	10,94	2,06	36,51
Cd <sub>15</sub>	5,64	7,49	1,71	29,22
Cd <sub>15</sub> +Гумитон	7,57	8,70	1,78	32,98
Cd <sub>15</sub> +АЗФК	8,07	9,22	1,87	33,65
Cd <sub>15</sub> +АЗФК+Гумитон	8,32	10,04	1,92	34,53
НСР <sub>05</sub>	0,87	0,80	0,17	2,5

Внесение в почву Cd<sub>15</sub> снизило содержание золы, сырого протеина, сырого жира и сырой клетчатки на 0,16-4,59%. В варианте Cd<sub>15</sub>+Гумитон содержание золы, протеина и клетчатки увеличилось на 1,93; 1,21 и 3,76% соответственно по отношению к варианту Cd<sub>15</sub> (табл. 2). Опрыскивание растений препаратом по фону АЗФК (Cd<sub>15</sub>+АЗФК+Гумитон) способствовало росту значений всех четырех показателей на 2,68; 2,55; 0,21 и 5,31% по сравнению с Cd<sub>15</sub> и увеличению содержания сырого протеина на 0,82% относительно варианта Cd<sub>15</sub>+АЗФК.

Применение Гумитона увеличило содержание В в биомассе горохо-овсяной смеси на 0,06 мг/кг, или на 7%, внесение АЗФК – Мп в 4,4 раза по отношению к контролю. Совместное использование препарата и удобрения увеличило содержание В, Мо на 0,07 и 0,12 мг/кг (8 и 48%), Мп – в 5 раз относительно контроля; Мо – на 0,09 мг/кг (32%), Мп – на 4,33 мг/кг (15%) по сравнению с вариантом АЗФК (табл. 3).

При внесении в почву Cd<sub>15</sub> содержание металла в вегетативной массе горохо-овсяной смеси резко увеличилось: с 0,04 до 25,5 мг/кг на удобренной почве и с 0,26 до 42,6 мг/кг на почве с АЗФК (табл. 4). Применение Гумитона на удобренной почве, содержащей Cd<sub>15</sub>, снизило накопление металла растениями на 2,7 мг/кг относительно Cd<sub>15</sub>, что соответствует 11%. Использование АЗФК способствовало резкому увеличению содержания Cd в вегетативной массе в 1,7 раза по сравнению с вариантом Cd<sub>15</sub>.

Концентрация Cd в вегетативной массе растений на содержащей Cd<sub>15</sub> почве значительно (в 76-142 раза) превышала существующие нормативы по содержанию металла в кормах – 0,3 мг/кг [15]. Увеличение содержания Cd в вегетативной массе до 1,7 раза при внесении в почву АЗФК может быть свя-

зано с некоторым дальнейшим подкислением почвы под действием удобрения, повышением содержания подвижных форм металла в почве и усилением его поступления в растения.

В биомассе горохо-овсяной смеси, выращенной на почве с Cd<sub>15</sub>, наблюдалось резкое снижение содержания микроэлементов В и Мп на 0,31 и 2,62 мг/кг (36,5-40%) относительно контроля. Обработка растений Гумитонем способствовала росту концентрации В, Мп, Мо на 0,07; 0,89 и 0,11 мг/кг (13, 23 и 52%) по сравнению с вариантом Cd<sub>15</sub>. При совместном применении АЗФК и Гумитона имело место увеличение содержания В, Мо и Мп в 1,5; 1,7 и 4 раза по сравнению с Cd<sub>15</sub>; на 0,09; 0,06 и 0,85 мг/кг 13; 20 и 6% относительно варианта Cd<sub>15</sub>+АЗФК.

Таблица 3

**Влияние Гумитона на содержание Cd и микроэлементов в вегетативной массе горохо-овсяной смеси после уборки**

Варианты	Содержание, мг/кг			
	Cd	В	Мо	Мп
Контроль	0,04	0,85	0,25	6,56
Гумитон	0,09	0,91	0,27	7,32
АЗФК	0,26	0,87	0,28	28,76
АЗФК+Гумитон	0,20	0,92	0,37	33,09
Cd <sub>15</sub>	25,50	0,54	0,21	3,94
Cd <sub>15</sub> +Гумитон	22,80	0,61	0,32	4,83
Cd <sub>15</sub> +АЗФК	42,60	0,71	0,30	14,68
Cd <sub>15</sub> +АЗФК+Гумитон	41,20	0,80	0,36	15,53
НСР <sub>05</sub>	1,30	0,06	0,05	0,84

### Заключение

В вегетационном опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве опрыскивание органоминеральным комплексом Гумитон вегетирующих растений горохо-овсяной смеси в фазу выхода в трубку овса

существенно не повлияло на высоту растений гороха и овса, но увеличило биомассу на 11%. Обработка растений Гумитомом по фону АЗФК достоверно повысила эти показатели только относительно контроля на 10,6; 11,3 и 51%. Концентрация Cd 15 мг/кг почвы является токсичной для растений овса и особенно гороха. Внесение в неудобренную почву Cd<sub>15</sub> снизило высоту растений овса и гороха на 18-22%, но не изменило биомассу смеси. Обработка Гумитомом растений на загрязненной Cd<sub>15</sub> почве увеличило высоту на 8-9% и биомассу растений на 6% по отношению к варианту Cd<sub>15</sub>. Эти показатели еще сильнее выросли в варианте Cd<sub>15</sub>+АЗФК+Гумитон: на 5-12 и 8% относительно варианта Cd<sub>15</sub>+АЗФК и на 27-29 и 34% относительно варианта Cd<sub>15</sub> соответственно.

Применение Гумитона улучшило показатели качества корма. В варианте АЗФК+Гумитон повысилось содержание золы, сырого протеина, жира на 38, 17, 10% относительно контроля, а по сравнению с применением АЗФК количество золы и сырого протеина повысилось на 23 и 11,5%. Внесение в почву Cd<sub>15</sub> снизило содержание золы, сырого протеина, сырого жира и сырой клетчатки на 9-20%, а применение Гумитона нивелировало негативное влияние Cd на показатели качества: содержание золы и протеина в растениях увеличилось на 34 и 16% по отношению к Cd<sub>15</sub>. При загрязнении Cd<sub>15</sub> применение АЗФК и Гумитона способствовало росту количества золы, протеина и жира на 47,5; 34 и 12% по сравнению с Cd<sub>15</sub>, а увеличение содержания сырого протеина – на 9% относительно варианта Cd<sub>15</sub>+АЗФК.

Использование Гумитона увеличило содержание В в биомассе горохо-овсяной смеси на 7%. Совместное использование препарата и удобрения увеличило содержание В и Мо на 8 и 48%, Мп – в 5 раз относительно контроля; Мо – на 32% и Мп – на 15% относительно варианта АЗФК. Применение Гумитона (Cd<sub>15</sub>+Гумитон) на неудобренной почве снизило накопление металла растениями на 11%. Концентрация Cd в вегетативной массе горохо-овсяной смеси на содержащей Cd<sub>15</sub> почве значительно превышала существующие нормативы по содержанию металла в кормах – 0,3 мг/кг. Обработка растений Гумитомом, содержащим микроэлементы, способствовала росту концентрации В, Мп, Мо на 13, 23 и 52% по сравнению с вариантом Cd<sub>15</sub>. При совместном применении АЗФК и Гумитона наблюдалось увеличение содержания В, Мо и Мп в 1,5; 1,7 и 4 раза по сравнению с Cd<sub>15</sub>; на 13, 20 и 6% относительно варианта Cd<sub>15</sub>+АЗФК.

Наиболее высокие результаты по продуктивности и качеству продукции получены при совместном применении Гумитона и АЗФК как на чистой, так и на загрязненной Cd почве.

### Библиографический список

1. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России: учебное пособие для вузов / В. А. Семькин, Н. И. Картамышев, В. Ф. Мальцев [и др.]; под редакцией Н. И. Картамышева. – Курск: Изд-во КГСХА, 2012. – 471 с. – Текст: непосредственный.

2. Технологические приемы, обеспечивающие повышение устойчивости агроценозов, восстановление нарушенных земель, оптимизацию земледелия и получение соответствующей нормативам сельскохозяйственной продукции / Н. И. Санжарова, А. Н. Ратников, С. И. Спиридонов [и др.]; под редакцией Н. И. Санжаровой. – Обнинск: ВНИИСХРАЭ, 2010. – 180 с. – Текст: непосредственный.

3. Ratnikov A.N., Sviridenko D.G., Arysheva S.P., et al. (2020). Effect of new organo-mineral complex GUMITON on translocation of Cd and <sup>137</sup>Cs in barley plants from soddy-podzolic soil at technogenic pollution. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. Vol. 12. Special Issue-02. P. 543-549. DOI: 10.5373/IARDCS/V12SP2/SP2020110.

4. Оценка влияния новых органоминеральных препаратов на формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы / Ф. В. Ерошенко, И. Г. Сторчак, Е. А. Бильдиева, А. А. Калашникова. – Текст: непосредственный // *Агрохимический вестник*. – 2020. – № 2. – С. 7-12.

5. Якименко, О. С. Применение гуминовых продуктов в РФ: результаты полевых опытов (обзор литературы) / О. С. Якименко. – Текст: электронный // *Живые и биокосные системы*. – 2016. – № 18. – URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-18/article-4.>

6. Новочихин, А. М. Эффективность применения современных агропрепаратов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / А. М. Новочихин, Н. В. Щеглов. – Текст: непосредственный // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 3. – С. 40-46.

7. Левченкова, А. Н. Эффективность использования некорневой обработки гуминовыми препаратами на различных фонах питания в условиях северо-запада России: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Левченкова Александра Николаевна. – Брянск, 2016. – 24 с. – Текст: непосредственный.

8. Биологическое обоснование применения микроудобрений и органоминеральных препаратов для внекорневой подкормки пшеницы / Л. Е. Колесников, С. П. Мельников, М. В. Киселёв [и др.]. – Текст: непосредственный // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2019. – № 1. – С. 12-15.

9. Свириденко, Д. Г. Гумитон – высокоэффективный новый органоминеральный комплекс / Д. Г. Свириденко, С. П. Арышева, О.Ю. Баланова. – Текст: непосредственный // *Плодородие почв России: состояние, тенденции и прогноз: материалы*

Международной конференции. – Москва: ВНИИ агрохимии, 2019. – С. 281-286.

10. Патент на изобретение № 2709737 «Биологически активный органоминеральный комплекс и способ его получения / Санжарова Н. И., Петров К. В., Ратников А. Н., Свириденко Д. Г., Суслов А. А., Иванов И. А., Иванкин Н. Г. – Описание изобретения к патенту. – Бюл. № 35. 19.12.2019. – 6 с. – Текст: непосредственный.

11. Gumiton - New Organo-Mineral Complex to Increase the Productivity of Agricultural Cultures / V. N. Mazurov, P. S. Semeshkina, A. N. Ratnikov [et al.] // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 8, No. 4. – P. 3374-3381. – DOI 10.35940/ijrte.C6606.11841. – EDN TAVYAS.

12. Оценка применения органоминерального комплекса Гумитон на яровых зерновых культурах / А. Н. Ратников, Д. Г. Свириденко, С. П. Арышева [и др.]. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10050. – Текст: непосредственный // Агротехнический вестник. – 2020. – № 4. – С. 21-24. – EDN ADAFNS.

13. Влияние нового органоминерального препарата «Гумитон» на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы / А. Н. Ратников, К. В. Петров, Н. Г. Иванкин [и др.]. – Текст: непосредственный // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 4 (20). – С. 86-95.

14. Влияние органоминерального комплекса Гумитон на продуктивность, накопление микроэлементов и кадмия в ячмене на дерново-подзолистых супесчаных почвах / А. Н. Ратников, Д. Г. Свириденко, А. А. Суслов [и др.]. – DOI 10.24412/1029-2551-2022-6-011. Текст: непосредственный // Агротехнический вестник. – 2022. – № 6 – С. 57-62. – DOI 10.24412/1029-2551-2022-6-011. – EDN WVMJBS.

15. Временные максимально-допустимые уровни (МДУ) содержания тяжелых металлов в кормах, мг/кг естественной влажности [Инструктивное письмо МСХ РФ, Департамент ветеринарии № 1234-4/281 от 07.08.87 г.]. – Текст: непосредственный.

### References

1. Biologizatsiia zemledeliia v osnovnykh zemledelcheskikh regionakh Rossii: ucheb. posobie dlia vuzov / V. A. Semykin, N. I. Kartamyshev, V. F. Maltsev i dr.; pod red. N.I.Kartamysheva. – Kursk: Izd-vo KGSKhA, 2012. 471 s.

2. Sanzharova N.I., Ratnikov A.N., Spiridonov S.I., Geraskin S.A., Ulianenko L.N., Filipas A.S., Spirin E.V., Isamov N.N. (st.), Panov A.V., Zhigareva T.L., Kuznetsov V.K., Grudina N.V., Anisimov V.S., Popova G.I., Pimenov E.P. i dr. Tekhnologicheskie priemy, obespechivaiushchie povyshenie ustoichivosti agrotsenozov, vosstanovlenie narushennykh zemel, optimizatsiiu zemledeliia i poluchenie sootvetstvuiushchei normativam selskokhoziaistvennoi

produktsii. Pod red. N.I. Sanzharovoi. – Obninsk: VNIISKHRAE, 2010. – 180 s.

3. Ratnikov A.N., Sviridenko D.G., Arysheva S.P., et al. (2020). Effect of new organo-mineral complex GUMITON on translocation of Cd and <sup>137</sup>Cs in barley plants from soddy-podzolic soil at technogenic pollution. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. Vol. 12. Special Issue-02. P. 543-549. DOI: 10.5373/IARDCS/V12SP2/SP2020110.

4. Eroshenko F.V., Storchak I.G., Bildieva E.A., Kalashnikova A.A. Otsenka vliianiia novykh organomineralnykh preparatov na formirovaniia urozhaiia i kachestva zerna ozimoi pshenitsy // *Agrokhimicheskii vestnik*. – 2020. – No. 2. – S. 7-12.

5. Iakimenko O.S. Primenenie guminovykh produktov v RF: rezultaty polevykh opytov (obzor literatury) // *Zhivye i biokosnye sistemy*. – 2016. – No. 18. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-18/article-4>.

6. Novochikhin A.M., Shcheglov N.V. Effektivnost primeneniia sovremennykh agropreparatov v tekhnologiyakh vozdelvaniia selskokhoziaistvennykh kultur // *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2015. – No. 3. – S. 40-46.

7. Levchenkova A.N. Effektivnost ispolzovaniia nekornevoi obrabotki guminovymi preparatami na razlichnykh fonakh pitaniia v usloviiakh severo-zapada Rossii. Avtoreferat diss. kand. s.-kh. nauk. – Briansk, 2016. – 24 s.

8. Kolesnikov L.E., Melnikov S.P., Kiselev M.V., Zuev E.V., Vasileva T.A. Biologicheskoe obosnovanie primeneniia mikroudobrenii i organo-mineralnykh preparatov dlia vnekornevoi podkormki pshenitsy // *Rossiiskaia selskokhoziaistvennaia nauka*. – 2019. – No. 1. – S. 12-15.

9. Sviridenko D.G., Arysheva S.P., Balanova O.Iu. Gumiton – vysokoeffektivnyi novyi organo-mineralnyi kompleks // *Plodorodie pochv Rossii: sostoianie, tendentsii i prognoz: materialy mezhdunarodnoi konferentsii*. – Moskva: VNIiI agrokhimii, 2019. – S. 281-286.

10. Patent na izobretenie No. 2709737 «Biologicheski aktivnyi organo-mineralnyi kompleks i sposob ego polucheniia (avtory – Sanzharova N.I., Petrov K.V., Ratnikov A.N., Sviridenko D.G., Suslov A.A., Ivanov I.A., Ivankin N.G.). Opisaniie izobreteniiia k patentu». Biul. No. 35. 19.12.2019. 6 s.

11. Gumiton - New Organo-Mineral Complex to Increase the Productivity of Agricultural Cultures / V. N. Mazurov, P. S. Semeshkina, A. N. Ratnikov [et al.] // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 8, No. 4. – P. 3374-3381. – DOI 10.35940/ijrte.C6606.11841. – EDN TAVYAS.

12. Otsenka primeneniia organomineralnogo kompleksa Gumiton na iarovykh zernovykh kulturakh / A. N. Ratnikov, D. G. Sviridenko, S. P. Arysheva [i dr.] // *Agrokhimicheskii vestnik*. – 2020. – No. 4. – S. 21-24. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10050. – EDN ADAFNS.

13. Ratnikov A.N., Petrov K.V., Ivankin N.G., Suslov A.A., Sviridenko D.G., Iatsenko V.V. Vliianie novogo organomineralnogo preparata «Gumiton» na produktivnost i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki – 2019. – No. 4 (20). – S. 86-95.

14. Vliianie organomineralnogo kompleksa Gumiton na produktivnost, nakoplenie mikroelementov i kadmiia v iachmene na dernovo-podzolistykh supeschanykh

pochvakh / A. N. Ratnikov, D. G. Sviridenko, A. A. Suslov [i dr.] // Agrokhimicheskii vestnik. – 2022. – No. 6. – S. 57-62. – DOI 10.24412/1029-2551-2022-6-011. – EDN WVMJBS.

15. Vremennye maksimalno-dopustimye urovni (MDU) sodержaniia tiashelykh metallov v kormakh, mg/kg estestvennoi vlazhnosti [Instruktivnoe pismo MSKh RF, Departament veterinarii No. 1234-4/281 ot 07.08.87 g.].



УДК 631.8.022.3

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-228-10-23-29

**О.И. Антонова, Е.М. Комякова, В.С. Курсакова,  
С.А. Путинцев, Л.А. Ступина, И.А. Косачев**  
O.I. Antonova, E.M. Komyakova, V.S. Kursakova,  
S.A. Putintsev, L.A. Stupina, I.A. Kosachev

## ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМ УДОБРЕНИЕМ «NATURAGRO ECOGROW» НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА

### FEATURES OF FOLIAR DRESSING EFFECT OF WINTER WHEAT WITH ORGANO-MINERAL FERTILIZER “NATURAGRO ECOGROW” ON SOIL PROPERTIES, YIELD AND GRAIN QUALITY

**Ключевые слова:** озимая пшеница, органоминеральное удобрение «NaturAgro EcoGrow», структура урожая, зимогенная микрофлора, качество зерна.

При возделывании сельскохозяйственных культур, особенно зерновых, все большее внимание уделяется препаратам, содержащим легко усваиваемый органический кремний. Появление новых органоминеральных удобрений заставляет научное сообщество проверять их активность и выявлять механизмы действия в различных почвенно-климатических условиях. Целью работы являлось определение эффективности некорневой подкормки озимой пшеницы жидким органоминеральным удобрением «NaturAgro EcoGrow» на потребление основных элементов питания, биологическую активность, формирование структуры урожая, урожайность и качество зерна. Исследования проведены в условиях лесостепной зоны Алтайского края на землепользовании КФХ «Иванов А.Н.» при возделывании озимой пшеницы сорта Скипетр с применением подкормок кремнийсодержащим органическим удобрением «NaturAgro EcoGrow» в дозе 2 л/га в фазу весеннего кущения и флагового листа. Его использование в условиях остросухливого периода вегетации 2023 г. способствовало к периоду уборки изменению в почве содержания минеральных форм азота, подвижного фосфора, калия и серы. Уровень азота, фосфора и серы в почве повышался, а калия – снижался. В семенах увеличивалось накопление азота и фосфора, а накопление калия оставалось на уровне контроля. Подкормка озимой пшеницы по флаговому листу оказалась самой эффективной, урожайность зерна составила 8,43 т/га, что на 24,5% выше контроля. Двукратная подкормка обеспечила прирост урожайности на 10,78%. Содержание белка повысилось,

соответственно, до 15,4 и 15,2% против 13,2% на контроле, а клейковины – с 24% увеличилась до 36,0 и 30,4%. Отмечено положительное действие подкормок «NaturAgro EcoGrow» на микробиологическую активность чернозема. Подкормка по флаговому листу и 2-кратная обработка способствовали увеличению численности зимогенной микрофлоры в 1,3-1,5 раза при значительном снижении численности грибов в 1,8-2,2 раза.

**Keywords:** winter wheat, organo-mineral fertilizer “NaturAgro EcoGrow”, yield formula, zymogenic microflora, grain quality.

When cultivating agricultural crops, especially grains, more and more attention is paid to preparations containing easily digestible organic silicon. The appearance of new organo-mineral fertilizers makes the scientific community to test their effects and identify mechanisms of action under various soil-climatic conditions. The research goal was to determine the effectiveness of foliar dressing of winter wheat with NaturAgro EcoGrow liquid organo-mineral fertilizer on the consumption of major nutrients, biological activity, yield formula, yielding capacity and grain quality. The studies were carried out in the forest-steppe zone of the Altai Region on the farm KFKh “Ivanov A.N.” when growing winter wheat of the Skipetr variety with foliar dressing with silicon-containing organic fertilizer NaturAgro EcoGrow in a rate of 2 L ha at the stages of spring tillering and flag leaf. The application of silicon-containing organic fertilizer under the conditions of extremely droughty growing season of 2023 contributed to the change of soil content of mineral forms of nitrogen, mobile phosphorus, potassium and sulfur to the harvesting period. The content levels of nitrogen, phosphorus and sulfur in the soil increased, and