

9. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta. – M., 1985. – S. 35-112.
10. Vrediteli i bolezni lekarstvennykh kultur / L.M. Bushkovskaya [i dr.] // Lekarstvennoe rastenievodstvo: sb. nauch. tr., posvyashchennoy 70-letiyu Vserossiyskogo NII lekarstvennykh i aromatcheskikh rasteniy. – M., 2000. – S. 296-328.



УДК 631.895+631.559+633.358;5815;628.381 С.П. Арышева, Д.Г. Свириденко, А.Н. Ратников, Г.И. Попова, О.Ю. Баланова, К.В. Петров, Н.Г. Иванкин, О.В. Манылова  
S.P. Arysheva, D.G. Sviridenko, A.N. Ratnikov, G.I. Popova, O.Yu. Balanova, K.V. Petrov, N.G. Ivankin, O.V. Manylova

### ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ, КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГОРОХА И ПОСТУПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В УРОЖАЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

#### THE INFLUENCE OF NEW ORGANO-MINERAL PREPARATIONS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF PEA GRAIN AND HEAVY METAL INTAKE BY THE CROP WHEN USING OF SEWAGE SLUDGE

**Ключевые слова:** СУПРОДИТ М, ГЕОТОН, обезвоженные осадки сточных вод (ООСВ), дерново-подзолистая почва, горох, урожай, качество, ТМ.

**Keywords:** Suprodit M fertilizer, Geoton fertilizer, dehydrated sewage sludge, sod-podzolic soil, peas, yield, quality, heavy metals.

В условиях полевого опыта с горохом на дерново-подзолистой супесчаной почве изучали влияние различных органо-минеральных препаратов на продуктивность, качество зерна гороха и поступление тяжелых металлов (ТМ) в урожай. Результаты исследований показали, что использование нового органо-минерального удобрения на основе трепела СУПРОДИТ М повышало урожай вегетативной массы гороха на 25%, зерна – на 81% по сравнению с контролем без удобрений. Внесение в почву обезвоженных осадков сточных вод (ООСВ) в качестве удобрения обеспечило повышение урожая зерна гороха на 63% по сравнению с контролем. При совместном применении ООСВ и СУПРОДИТА М урожай зерна возрастал на 7,5-20% по сравнению с вариантами их отдельного внесения в почву. Однократная обработка посева гороха органо-минеральным комплексом на основе торфа ГЕОТОН способствовала росту урожая зерна в зависимости от агрофона на 17-29%. Применение ГЕОТОНА на фоне СУПРОДИТА М повышало урожай на 17%. Качество зерна гороха, оцененное по содержанию сырого протеина, при внесении СУПРОДИТА М, ООСВ и минеральных удобрений в дерново-подзолистую супесчаную почву, было на 1,4-2,6% выше, чем на контроле. Использование ООСВ, содержащих повышенные концентрации ТМ, не приводило к увеличению накопления ТМ (Cd, Pb, Ni) в зерне гороха выше установленных санитарно-гигиенических нормативов.

Under the conditions of field experiment with peas on sod-podzolic sandy loam soils, the influence of various organo-mineral preparations on the productivity, pea grain quality and heavy metal intake by the crop was studied. The research findings showed that the use of a new organo-mineral fertilizer Suprodit M based on rottenstone increased the yield of pea herbage by 25% and grain yield by 81% as compared to the control without fertilizers. The introduction of dehydrated sewage sludge (DSS) into the soil as a fertilizer ensured an increase of pea grain yield by 63% as compared to the control. The combined application of DSS and Suprodit M increased the grain yield by 7.5-20% as compared to the variants of their separate introduction into the soil. Single application of the organo-mineral complex Geoton based on peat to pea crops increased the grain yield by 17-29% depending on the background. The application of Geoton against the background of Suprodit M increased the yield by 17%. The quality of pea grain evaluated by crude protein content when applying Suprodit M, DSS and mineral fertilizers in sod-podzolic sandy loam soil was by 1.4-2.6% higher than in the control. The use of DSS containing higher concentrations of heavy metals did not lead to increased accumulation of heavy metals (Cd, Pb, and Ni) in pea grain above the established sanitary and hygienic standards.

**Арышева Светлана Петровна**, к.б.н., с.н.с. лаб. агрохимических исследований и технологий ведения растениеводства, ФГБНУ «Всероссийский НИИ радиологии и агроэкологии», г. Обнинск, Калужская обл. E-mail: arysheva\_sv@mail.ru.

**Свириденко Дмитрий Георгиевич**, к.б.н., с.н.с., лаб. агрохимических исследований и технологий ведения растениеводства, ФГБНУ «Всероссийский НИИ радиологии и агроэкологии», г. Обнинск, Калужская обл. E-mail: sedelnikov167@gmail.com.

**Ратников Александр Николаевич**, д.с.-х.н., проф., вед. н.с. лаб. агрохимических исследований и технологий ведения растениеводства, ФГБНУ «Всероссийский НИИ радиологии и агроэкологии», г. Обнинск, Калужская обл. E-mail: ratnikov-51@mail.com.

**Попова Галина Ивановна**, к.б.н., гл. специалист лаб. агрохимических исследований и технологий ведения растениеводства, ФГБНУ «Всероссийский НИИ радиологии и агроэкологии», г. Обнинск, Калужская обл. Тел.: (484) 39-3-44-92. E-mail: ratnikov-51@mail.com.

**Баланова Олеся Юрьевна**, н.с. лаб. агрохимических исследований и технологий ведения растениеводства, ФГБНУ «Всероссийский НИИ радиологии и агроэкологии», г. Обнинск, Калужская обл. E-mail: animaleco15@rambler.ru.

**Петров Константин Владимирович**, н.с. лаб. агрохимических исследований и технологий ведения растениеводства, ФГБНУ «Всероссийский НИИ радиологии и агроэкологии», г. Обнинск, Калужская обл. E-mail: ratnikov-51@mail.com.

**Иванкин Николай Геннадьевич**, н.с., лаб. агрохимических исследований и технологий ведения растениеводства, ФГБНУ «Всероссийский НИИ радиологии и агроэкологии», г. Обнинск, Калужская обл. E-mail: n.ivankin7@rambler.ru.

**Манылова Ольга Васильевна**, к.с.-х.н., доцент, доцент каф. общего земледелия, растениеводства и защиты растений, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 203-312. E-mail: miledidi@list.ru.

**Arysheva Svetlana Petrovna**, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Agrochemical Research and Crop Growing Technologies, All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Kaluga Region. E-mail: arysheva\_sv@mail.ru.

**Sviridenko Dmitriy Georgiyevich**, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Agrochemical Research and Crop Growing Technologies, All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Kaluga Region. E-mail: sedelnikov167@gmail.com.

**Ratnikov Aleksandr Nikolayevich**, Dr. Agr. Sci., Prof., Leading Staff Scientist, Lab. of Agrochemical Research and Crop Growing Technologies, All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Kaluga Region. E-mail: ratnikov-51@mail.com.

**Popova Galina Ivanovna**, Cand. Bio. Sci., Chief Specialist, Lab. of Agrochemical Research and Crop Growing Technologies, All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Kaluga Region. Ph.: (484) 39-3-44-92. E-mail: ratnikov-51@mail.com.

**Balanova Olesya Yuryevna**, Staff Scientist, Lab. of Agrochemical Research and Crop Growing Technologies, All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Kaluga Region. E-mail: animaleco15@rambler.ru.

**Petrov Konstantin Vladimirovich**, Staff Scientist, Lab. of Agrochemical Research and Crop Growing Technologies, All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Kaluga Region. E-mail: ratnikov-51@mail.com.

**Ivankin Nikolay Gennadyevich**, Staff Scientist, Lab. of Agrochemical Research and Crop Growing Technologies, All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Kaluga Region. E-mail: n.ivankin7@rambler.ru.

**Manylova Olga Vasilyevna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of General Agriculture, Crop Farming and Plant Protection, Altai State Agricultural University. E-mail: miledidi@list.ru.

## Введение

Техногенное загрязнение почв ТМ отмечено практически во всех промышленно развитых районах России. Физико-химические и биологические нарушения, связанные с загрязнением почв соединениями тяжелых металлов (ТМ), представляют серьезную опасность для состояния почвенно-растительного покрова. ТМ загрязнено 3,6 млн га почв сельскохозяйственных угодий. Из них более 1 млн га почв сельскохозяйственного пользования – особо токсичными элементами Cd, Zn, Pb, Hg (I класс опасности) и около 2,3 млн га – токсичными Cu, Ni, Co, Cr (II класс опасности). Наиболее токсичными элементами по масштабам и объемам выбросов являются свинец и цинк среди элементов I класса опасности, а II класса –

никель и медь. Основными источниками загрязнения ТМ земель сельскохозяйственного назначения являются средства химизации (минеральные удобрения, осадки сточных вод – ОСВ, агро-мелиоранты и др.) и средства защиты растений при их ненормированном применении [1]. Применение нетрадиционных удобрений – ООСВ, как альтернатива минеральным, может вызвать загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ) и накопление ТМ в урожае сельскохозяйственных культур.

К категории загрязненных относятся почвы, в которых содержание ТМ находится на уровне или выше предельно допустимых концентраций (ПДК или ОДК) [2, 3]. Критерием для принятия решения о необходимости проведения работ по восста-

новлению почв на техногенно загрязненных территориях является превышение ПДК ТМ в получаемой сельскохозяйственной продукции и почвах [4, 5].

В сельскохозяйственной практике накоплен богатый экспериментальный материал, касающийся способов снижения поступления ТМ из почвы в растения. Разработан ряд агрохимических приемов, оказывающих модифицирующее влияние на подвижность ТМ. Данные мероприятия являются наиболее рациональными как для решения проблемы сохранения плодородия почвы, так и получения продукции с содержанием ТМ, соответствующим санитарно-гигиеническим нормативам [3, 4].

### Актуальность

Снижение объема проведения агрохимических реабилитационных мероприятий на техногенно загрязненных угодьях вызывает необходимость поиска дополнительных средств для поддержания плодородия почв и снижения подвижности ТМ в почве, что приводит к ограничению их перехода из почвы в растения. Для решения этой задачи были использованы новые препараты: комплексное органоминеральное удобрение СУПРОДИТ М и органоминеральный комплекс ГЕОТОН.

СУПРОДИТ М – это медленно действующее комплексное удобрение на основе трепела (тонкопористого кремнистого минерала) и торфа. Удобрение содержит азот, фосфор, калий, обогащено макро- (Mg) и микроэлементами (B, Mo), активные органические соединения, имеет повышенную сорбционную способность по отношению к загрязняющим почву веществам – ТМ и радионуклидам ( $^{137}\text{Cs}$ ) техногенного происхождения. СУПРОДИТ М содержит легкоусвояемый азот и биологически активные вещества – гуматы калия. Элементный состав СУПРОДИТа М (%): N – 11,4,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 12,  $\text{K}_2\text{O}$  – 18, Ca – 0,33, Mg – 0,92, органическое вещество – 30. Содержание микроэлементов в удобрении (мг/кг): B – 1200, Mo – 1400. СУПРОДИТ М обладает пролонгированным действием, применяется в качестве основного удобрения в дозах, общепринятых для минеральных удобрений в Центральном регионе РФ, 650-1000 кг/га. СУПРОДИТ М защищён патентом Российской Федерации № 2426711 [6-8].

Основным сырьем для производства ГЕОТОНа является низинный торф. ГЕОТОН представляет собой комплексный универсальный жидкий концентрат темного цвета с содержанием (%) N – 9-14,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 23-25,  $\text{K}_2\text{O}$  – 23-29. Содержание орга-

нического вещества 32-45%, в том числе гуматов калия 9-12%. ГЕОТОН безвреден при использовании, хорошо растворим в воде, совместим с большинством используемых минеральных удобрений и средств защиты растений, защищен патентом Российской Федерации № 2490241 [9-11].

Органоминеральный препарат ГЕОТОН предназначен как для поверхностной обработки вегетирующих растений методом опрыскивания, так и для предпосевной обработки семян.

При поверхностной листовой обработке растений препарат вносится в дозе 1 л концентрата на 1 га в 200-300 л воды. Обработка вегетирующих посевов (и посадок) ГЕОТОНом проводится 1-2 раза за вегетационный период, в основные фазы развития растений.

Для предпосевной обработки семенного материала концентрат ГЕОТОНа разбавляется водой в соотношении 1:40. На 1 т семенного материала расходуется 10 л приготовленного рабочего раствора (возможно применение совместно с препаратами для протравливания семян от возбудителей болезней).

Механизм действия ГЕОТОНа основывается на активировании биохимических процессов в растениях, при действии содержащихся в препарате биологически активных веществ. Применение ГЕОТОНа повышает иммунитет растений, увеличивает эффективность корневого питания растений, в результате повышаются урожайность сельскохозяйственных культур и качество производимой продукции.

Цель исследования состояла в получении экспериментальных данных по влиянию СУПРОДИТа М и ГЕОТОНа на продуктивность, качество зерна гороха, сорт Фараон и накоплению ТМ в урожае на дерново-подзолистой супесчаной почве при применении обезвоженных осадков сточных вод (ООСВ).

### Объекты и методы исследования

На опытном поле ВНИИРАЭ был проведен эксперимент на дерново-подзолистой супесчаной почве по действию СУПРОДИТа М, ООСВ и минеральных удобрений на продуктивность гороха (сорт Фараон), качество урожая и накопление ТМ (Cd, Pb, Ni, Cr, Cu, Zn) в зерне. Дерново-подзолистая супесчаная почва характеризуется как слабокультуренная:  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,1-4,7; содержание гумуса – 1,08-1,27%; гидролитическая кислотность 2,85-4,51 смоль (экв)/100 г почвы; содержание Ca – 1,90-3,67 смоль (экв)/100 г почвы; Mg –

0,25-0,42 смоль (экв)/100 г почвы; подвижного  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – 48-77 и 46-54 мг/кг почвы соответственно. Для нейтрализации повышенной кислотности в почву была внесена доломитовая мука в дозе 5 т/га. Предшественник гороха – овес, зделываемый на опытном участке в 2016 г. Опыт был зложен по схеме: 1) контроль без удобрений; 2) Азофоска (16:16:16), 0,28 т/га (N48P48K48); 3) СУПРОДИТ М, 0,4 т/га (N46P48K72); 4) ООСВ, 5 т/га; 5) ООСВ, 5 т/га + СУПРОДИТ М, 0,4 т/га; 6) НааРсдКх (N48P48K72). Ранее было показано, что применение ООСВ 10 т/га в качестве удобрения на дерново-подзолистой почве под овес повышало масштабы поступления ТМ в зерно овса, однако их содержание было ниже ПДК [12]. Накопление ТМ бобовыми культурами гораздо выше, чем зерновыми, поэтому были использованы половинные дозы ООСВ и, соответственно, других удобрений.

Во всех вариантах опыта изучали действие ГЕОТОНа на урожайность гороха и поступление ТМ в зерно. Обработка вегетирующих растений ГЕОТОНом проводилась в фазу начала бутонизации (за 7-10 дней до начала цветения). Площадь делянки 6 м<sup>2</sup>. Повторность 4-кратная.

Урожай зерна гороха пересчитывали на 15%-ную влажность. Планирование опыта и анализ структуры урожая после уборки гороха проводили по Б.А. Доспехову [13]. После уборки урожая отобраны пробы почвы для определения агрохимических показателей.

Определение агрохимических свойств почвы, содержания ТМ, микроэлементов в растениях гороха проводили в аккредитованной испытательной лаборатории (ВНИИРАЭ) на аттестованном оборудовании по ГОСТовским методикам. Содержание ТМ в зерне гороха определяли методом атомной абсорбции в пламенном варианте на приборе Varian Spekr AA 250+ [14, 15].

Статистическую обработку результатов исследований выполняли с использованием программы Microsoft Excel.

### Результаты и их обсуждение

Внесение доломитовой муки под горох привело к снижению кислотности почвенного раствора:  $pH_{KCl}$  – 5,2-6,2 (табл. 1). Применение минеральных удобрений повышало содержание  $P_2O_5$  в 2,1-2,7 раза по сравнению с почвой до закладки опыта. После уборки урожая гороха содержание  $P_2O_5$  в почве увеличилось в варианте с ООСВ в 2 раза, а при внесении СУПРОДИТа М – в 2,4 раза. Сов-

местное применение ООСВ и СУПРОДИТа М способствовало увеличению содержания подвижного фосфора на 27 мг/кг почвы по сравнению с раздельным внесением одних ООСВ.

После уборки урожая гороха содержание  $K_2O$  в почве изменялось с 47 до 73 мг/кг, т.е. обеспеченность почв К низкая. Следует отметить, что содержание  $K_2O$  в вариантах с удобрениями увеличилось на 10-19 мг/кг почвы по сравнению с почвой до закладки опыта с горохом.

Низкое содержание гумуса и слабая обеспеченность почвы К не позволили получить высокий урожай зерна гороха. Наименьший урожай зерна получен в контроле (табл. 2). Урожайность гороха при внесении СУПРОДИТа М в почву повышалась по сравнению с контролем на 81%. Использование ООСВ в качестве удобрения обеспечило прибавку урожайности зерна 5,1 ц/га, что на 63% выше, чем на неудобренной почве. При совместном применении ООСВ и СУПРОДИТа М продуктивность гороха повышалась на 7,5-20% по сравнению с их раздельным внесением. Эффективность минеральных удобрений в повышении урожайности гороха сопоставима с действием СУПРОДИТа М. Так, урожай зерна гороха в варианте с азофоской на 69%, а в варианте с внесением НааРсдКх на 80% выше, чем в контроле.

При обработке вегетирующих растений ГЕОТОНом прибавка урожайности зерна в вариантах с разными видами удобрений составила 2,5-4,0 ц/га по сравнению с вариантами без применения ГЕОТОНа. Наибольшая прибавка урожая за счет ГЕОТОНа получена при внесении в почву азофоски. Применение ГЕОТОНа в варианте с СУПРОДИТом М привело к увеличению урожайности гороха с 14,7 до 17,2 ц/га, что на 17% выше, чем без обработки посева препаратом. Такой же эффект получен и при использовании ГЕОТОНа на фоне совместного внесения в почву ООСВ и СУПРОДИТа М. Обработка посева гороха в фазу цветения при внесении НааРсдКх с соотношением N:P:K = 1:1:1,5 способствовала повышению урожая зерна на 18,5%. Применение ГЕОТОНа при выращивании гороха на зерно на неудобренной почве малоэффективно (табл. 2).

Повышение урожайности гороха связано с такими показателями структуры, как количество бобов на одном растении, количество и масса зерен в одном бобе, масса 1000 зерен, высота растений. Масса 1000 зерен гороха при внесении в почву минеральных удобрений повышалась на 28,3-36,1 г по сравнению с контролем. При ис-

пользовании СУПРОДИТа М масса 1000 зерен на 36,6 г выше, чем на неудобренной почве. Применение одних ООСВ привело к увеличению массы 1000 зерен на 22,6 г, а при совместном внесении ООСВ и СУПРОДИТа М – на 33,2 г по сравнению с контролем.

Масса 1000 зерен при обработке вегетирующих растений ГЕОТОНом на фоне минеральных удобрений повышалась на 6,1-9,4 г (табл. 2). Применение ГЕОТОНа в варианте с СУПРОДИТом М привело к росту массы 1000 зерен на 13,1 г по сравнению с вариантом без обработки препаратом. Наибольший положительный эффект ГЕОТОНа в улучшении посевных качеств зерна гороха получен на фоне совместного внесения ООСВ и СУПРОДИТа М: масса 1000 зерен увеличилась с 207,4 до 227,7 г.

Применяемые в агро сфере средства химизации могут быть источниками загрязнения почвы ТМ, как следствие, происходит загрязнение продукции растениеводства выше установленных санитарно-гигиенических нормативов. Валовое содержание ТМ и микроэлементов в составе ООСВ, в мг/кг удобрения: Cd – 7,97±0,83, Cr – 891±78, Ni – 137,3±13,2, Pb – 62±4,7, Cu – 367±43,2, Zn – 2424±176,7, следовательно, с дозой ООСВ 5 т/га было внесено на 1 га: Cd – 0,080, Cr – 4,45, Ni – 0,686, Pb – 0,31, Cu – 1,83, Zn – 12,1 кг. При внесении 5 т/га ООСВ содержание ТМ составило, в мг/кг почвы: Cd – 0,014, Cr – 1,48, Ni – 0,23, Pb – 0,105, Cu – 0,61; Zn – 4,04.

По результатам исследований применение НааРсдКх, азофоски, СУПРОДИТа М, ООСВ и при сочетании ООСВ и СУПРОДИТа М на дерново-подзолистой почве не приводит к получению зерна гороха с содержанием Cd и Pb выше установленных нормативов (табл. 3). Содержание Cd в зерне гороха в варианте с СУПРОДИТом М и при внесении минеральных удобрений одинаково

– 0,02 мг/кг. Наименьшее количество Pb в зерне (по сравнению с вариантами внесения различных видов удобрений) накапливается при внесении СУПРОДИТа М. Но следует отметить, что содержание Cd и Pb в зерне в вариантах с минеральными удобрениями и СУПРОДИТом М повышается по сравнению с контролем, но не превышает СанПиН-10 и МДУ. Такая же тенденция отмечена при оценке качества зерна гороха по содержанию Cr, Ni, Cu и Zn, в вариантах с азофоской и СУПРОДИТом М. При использовании ООСВ содержание Cd и Pb в зерне в 2,0-3,2 раза выше, чем при внесении СУПРОДИТа М. Накопление Cd и Pb в урожае при совместном внесении ООСВ и СУПРОДИТа М снижается в 1,3 раза по сравнению с применением одних ООСВ.

При выращивании гороха с использованием минеральных удобрений и СУПРОДИТа М содержание Cr в зерне ниже установленных нормативов (МДУ). Внесение ООСВ привело к увеличению перехода Cr из почвы в растения и накоплению в урожае. Содержание Cr в зерне в варианте с ООСВ в 1,8 раза выше МДУ. Накопление Cr в зерне гороха при совместном применении ООСВ и СУПРОДИТа М снижается в 1,6 раза по сравнению с внесением одних ООСВ, но получение зерна, соответствующего по содержанию Cr установленным допустимым нормативам, не гарантируется.

Содержание Ni в зерне гороха при внесении минеральных удобрений и СУПРОДИТа М колеблется в пределах 0,43-0,48 мг/кг, что ниже МДУ. Накопление Ni в зерне при использовании ООСВ повышается по сравнению с внесением в почву СУПРОДИТа М и азофоски в 1,5-1,6 раза, но риск получения зерна с содержанием Ni выше МДУ в варианте с ООСВ отсутствует. При совместном внесении ООСВ и СУПРОДИТа М содержание Ni снижается в 1,3 раза по сравнению с применением одних ООСВ.

Таблица 1

**Изменение кислотности и содержания подвижного фосфора и обменного калия в слое почвы 0-20 см после уборки урожая овса и гороха**

Вариант	рН <sub>KCl</sub> 2017 г.**	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы		K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы	
		2016 г.*	2017 г.**	2016 г.*	2017 г.**
Без удобрений – контроль	5,2±0,1	48±2	59±3	46±4	47±5
Азофоска	5,5±0,2	77±4	159±5	52±3	63±3
СУПРОДИТ М	6,2±0,3	77±4	187±9	54±3	73±4
ООСВ	5,6±0,2	68±2	135±3	42±2	55±5
ООСВ + СУПРОДИТ М	6,0±0,2	76±7	162±8	49±3	59±2
НааРсдКх	5,9±0,2	68±6	183±7	-	64±5

Примечание. \*Образцы отобраны осенью 2016 г. после уборки овса. \*\*Образцы отобраны осенью 2017 г. после уборки гороха.

Таблица 2

**Влияние СУПРОДИТА М и ГЕОТОНа на урожайность гороха**

Вариант	Без ГЕОТОНа		Обработка ГЕОТОНом	
	урожайность зерна, ц/га	масса 1000 зерен, г	урожайность зерна, ц/га	масса 1000 зерен, г
Без удобрений – контроль	8,1	174,2	8,2	176,5
Азофоска	13,7	210,3	17,7	219,7
СУПРОДИТ М	14,7	210,8	17,2	223,9
ООСВ	13,2	196,8	16,8	204,9
ООСВ + СУПРОДИТ М	15,8	207,4	18,7	227,7
НааРсдКх	14,6	202,5	17,3	208,6
НСР <sub>05</sub>	0,5	-	0,5	-

Накопление Си в зерне гороха во всех вариантах полевого опыта было существенно ниже установленного допустимого уровня (табл. 3). Содержание Zn в зерне при внесении азофоски и СУПРОДИТА М ниже МДУ. Внесение ООСВ в почву привело к увеличению накопления Zn в урожае в 1,2 раза по сравнению с МДУ.

Обработка вегетирующих растений ГЕОТОНом позволяет получать зерно с наименьшим содержанием ТМ. Применение ГЕОТОНа в вариантах с внесением азофоски и НааРсдКх снижает накопление в зерне (%) Cd на 10,5-20,8, Pb – на 12,7-20,5, Cr – на 9,3-11,0, Ni – на 13,3-20,9, Cu – на 4,8-7,7, Zn – на 4,8-6,5 по сравнению с вариантами без обработки ГЕОТОНом. Содержание ТМ в

зерне при обработке посева гороха ГЕОТОНом на фоне СУПРОДИТА М снижается (%): Cd – на 15,8, Pb – на 26,1, Cr – на 12,1, Ni – на 22,9, Cu – на 15,5, Zn – на 11,6. Использование ГЕОТОНа в посевах гороха при внесении в почву ООСВ обеспечивает снижение содержания Ni, Cd, Pb, Cr в зерне на 9,7-28,1%. Высокий положительный эффект ГЕОТОНа по снижению накопления ТМ в урожае получен при совместном внесении ООСВ и СУПРОДИТА М в почву. Снижение поступления ТМ в урожай происходит, очевидно, за счет эффекта «разбавления» (снижения содержания ТМ на единицу массы сухого вещества по мере увеличения урожая).

Таблица 3

**Накопление ТМ в зерне гороха при внесении в почву ООСВ, СУПРОДИТА М, минеральных удобрений и обработке посева ГЕОТОНом**

Вариант	Содержание в зерне, мг/кг					
	Cd	Pb	Cr	Ni	Cu	Zn
Без удобрений – контроль	0,01	0,03	0,33	0,19	7,95	29,90
Азофоска	0,02	0,06	0,43	0,45	7,65	37,20
Азофоска + ГЕОТОН	0,02	0,05	0,38	0,39	7,28	34,80
СУПРОДИТ М	0,02	0,05	0,38	0,48	8,84	38,00
СУПРОДИТ М + ГЕОТОН	0,02	0,03	0,33	0,37	7,47	33,60
ООСВ	0,04	0,16	0,90	0,72	11,33	58,50
ООСВ + ГЕОТОН	0,03	0,12	0,65	0,65	10,42	54,40
ООСВ + СУПРОДИТ М	0,03	0,11	0,57	0,57	9,68	57,10
ООСВ + СУПРОДИТ М + ГЕОТОН	0,03	0,09	0,49	0,50	9,30	51,00
НааРсдКх	0,02	0,08	0,38	0,43	10,30	52,50
НааРсдКх + ГЕОТОН	0,02	0,06	0,34	0,34	9,51	50,00
ПДК Cd и Pb в зерне, СанПиН 2.3.2.2650-10	0,1	0,5				
МДУ содержания в зерне и зернофураже*	0,3	5,0	0,5	1,0	30	50

Примечание. \*Временные максимально-допустимые уровни (МДУ) содержания тяжелых металлов в кормах, мг/кг, естественной влажности [5].

**Влияние СУПРОДИТа М, минеральных удобрений и ООСВ на качество зерна гороха**

Вариант	Содержание в зерне, %				
	зола	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	сухое вещество
Без удобрений – контроль	2,09	17,28	2,12	4,15	89,41
Азофоска	2,30	19,60	2,38	5,00	89,59
СУПРОДИТ М	2,44	18,63	2,37	5,52	89,83
ООСВ	2,35	19,55	2,38	5,23	89,63
ООСВ + СУПРОДИТ М	2,34	19,85	2,45	5,12	89,61
НааРсдКх	2,36	19,42	2,36	5,15	89,62
НСР <sub>05</sub>	0,12	0,18	0,20	0,40	0,80

Внесение СУПРОДИТа М, минеральных удобрений и ООСВ в дерново-подзолистую супесчаную почву оказывало заметное влияние на качество зерна гороха. Применение всех видов используемых удобрений повышало содержание сырого протеина в зерне. Содержание сырого протеина в вариантах с СУПРОДИТом М увеличилось по сравнению с контролем на 1,35%, а при внесении минеральных удобрений – на 2,14-2,32% (табл. 4). Наибольшее содержание протеина в зерне гороха в варианте при совместном внесении ООСВ в дозе 5 т/га и СУПРОДИТа М в дозе 0,4 т/га – 19,85%, что на 2,57% выше, чем на контроле. При внесении СУПРОДИТа М повышалось содержание сырой клетчатки на 1,37% по сравнению с контролем. Достоверных различий по действию СУПРОДИТа М и минеральных удобрений на такие показатели, как содержание сырого жира и сухого вещества, не установлено. Отмечена тенденция к увеличению содержания золы в зерне гороха по сравнению с контролем на 0,21-0,35% во всех вариантах опыта.

### Заключение

В условиях полевого опыта на дерново-подзолистой супесчаной почве при использовании СУПРОДИТа М урожай вегетативной массы гороха повышался на 25%, зерна – в 1,8 раза по сравнению с контролем без удобрений. Внесение ООСВ в качестве удобрения обеспечило прибавку урожая зерна гороха 5,1 ц/га, что на 63% выше, чем на контроле. Урожай зерна при совместном применении ООСВ (5 т/га) и СУПРОДИТа М (0,4 т/га) возрастал на 7,5-20% по сравнению с вариантами с их отдельным внесением в почву. Было установлено, что однократная обработка посева ГЕОТОНом способствовала росту урожая зерна гороха в зависимости от агрофона на 17-29% по сравнению с вариантами без применения препарата. Наибольший положительный эффект

ГЕОТОНа в повышении урожайности гороха получен в варианте с азофоской. Применение ГЕОТОНа на фоне СУПРОДИТа М повышало урожай зерна на 17%. При возделывании гороха на неудобренной почве использование ГЕОТОНа малоэффективно.

Качество зерна гороха, оцененное по содержанию сырого протеина, при внесении СУПРОДИТа М, ООСВ и минеральных удобрений в дерново-подзолистую супесчаную почву, на 1,35-2,57% выше, чем на контроле. Использование ООСВ в качестве удобрения в полевом опыте не приводило к увеличению накопления Cd, Pb, Ni в зерне гороха выше установленных санитарно-гигиенических нормативов.

### Библиографический список

1. Рекомендации по организации земледелия на техногенно загрязненных сельскохозяйственных угодьях (загрязнение радионуклидами и тяжелыми металлами). – Обнинск: ВНИИСХРАЭ, 2006. – 66 с.
2. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
3. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. ГН 2.1.7.2041-06 // Токсикологический вестник. – 2006. – № 6. – С. 42-44.
4. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01, СанПиН 2.3.2. 2650-10.
5. Временные максимально-допустимые уровни (МДУ) содержания тяжелых металлов в кормах, мг/кг естественной влажности [Инструктив-

ное письмо МСХ РФ, Департамент ветеринарии № 1234-4/281 от 07.08.87 г.].

6. Баланова О.Ю., Ратников А.Н., Свириденко Д.Г., Сюняев Н.К., Леонова Ю.В. Влияние новых комплексных удобрений СУПРОДИТ-М и ГЕОТОН на продуктивность, качество зерна ячменя и биологическую активность почвы // Научные труды КФ РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Юбилейный выпуск (№ 11) к 150-летию РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – Калуга, 2015. – С. 73-78.

7. Баланова О.Ю., Ратников А.Н., Свириденко Д.Г., Жигарева Т.Л., Попова Г.И., Мазуров В.Н. Новое комплексное удобрение СУПРОДИТ-М – перспективная разработка в современном земледелии // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии: коллективная монография. Кн. 2. Федер. агентство науч. орг., Федер. гос. бюджет. науч. учреждение «Владимир. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва» / под ред. А.И. Еськова. – Иваново: ПресСто, 2015. – С. 8-15.

8. Ратников А.Н., Санжарова Н.И., Жигарева Т.Л., Свириденко Д.Г., Попова Г.И., Петров К.В., Бочкарев С.Н. Разработка и апробация новых комплексных органоминеральных удобрений // Новые перспективные комплексные удобрения для сельскохозяйственного производства (разработка, опыт применения, эффективность): матер. науч.-практ. конф. (9 ноября 2012 г.) / под ред. А.Н. Ратникова, В.Н. Мазурова. – Обнинск: ГНУ ВНИИСХРАЭ Россельхозакадемии, 2013. – С. 7-23.

9. Ратников А.Н., Санжарова Н.И., Жигарева Т.Л., Петров К.В., Свириденко Д.Г., Попова Г.И., Лашкиба Н.А., Иванов И.А., Семешкина П.С., Дадаева Т.А., Амелюшкина Т.А., Мазуров М.В. Применение нового биологически активного органоминерального комплекса ГЕОТОН в технологиях возделывания зерновых культур и кукурузы. – Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2015. – 19 с.

10. Ратников А.Н., Санжарова Н.И., Жигарева Т.Л., Попова Г.И., Свириденко Д.Г., Петров К.В., Бочкарев С.Н., Семешкина П.С., Дадаева Т.А., Амелюшкина Т.А., Мазуров М.В. Технологические приемы возделывания картофеля, овощных культур и кукурузы с использованием новых комплексных удобрений. – Обнинск: ГНУ ВНИИСХРАЭ Россельхозакадемии, 2013. – 42 с.

11. Ратников А.Н., Санжарова Н.И., Свириденко Д.Г., Жигарева Т.Л., Попова Г.И., Петров К.В., Баланова О.Ю., Мазуров В.Н. Эффек-

тивность использования препарата ГЕОТОН в условиях Центрального региона Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 5. – С. 36-39.

12. Сюняев Н.К., Сюняева О.И., Тютюнькова М.В., Ратников А.Н., Свириденко Д.Г., Петров В.К. Испытание новых видов удобрений в условиях Калужской области // Состояние и охрана окружающей среды в Калуге: информационный обзор. – Калуга, 2011. – С. 34-38.

13. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. – М.: Колос, 1972. – С. 85-92.

14. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 45 с.

15. Методические указания по обследованию почв сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и радионуклидов. – М.: ЦИНАО, 1995. – 45 с.

## References

1. Rekomendatsii po organizatsii zemledeliya na tekhnogenno zagryaznennykh selskokhozyaystvennykh ugodyakh (zagryaznenie radionuklidami i tyazhelymi metallami). – Obninsk: VNIISKHRAE, 2006. – 66 s.

2. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv selskokhozyaystvennogo naznacheniya. – M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2003. – 240 s.

3. Gigienicheskie normativy. Predelno dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v pochve. Orientirovochno-dopustimye kontsentratsii (ODK) khimicheskikh veshchestv v pochve. GN 2.1.7.2041-06 // Toksikologicheskiiy vestnik. – 2006. – No. 6. – S. 42-44.

4. Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishchevoy tsennosti pishchevykh produktov. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy. SanPiN 2.3.2.1078-01, SanPiN 2.3.2. 2650-10.

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

6. Balanova O.Yu., Ratnikov A.N., Sviridenko D.G., Syunyaev N.K., Leonova Yu.V. Vliyanie novykh kompleksnykh udobreniy SUPRODIT-M i GYeOTON na produktivnost, kachestvo zerna yach-



menya i biologicheskuyu aktivnost pochvy // Nauchnye trudy KF RGAU-MSKhA im. K.A. Timiryazeva. Yubileynyy vypusk (No. 11) k 150-letiyu RGAU-MSKhA im. K.A. Timiryazeva. – Kaluga, 2015. – S. 73-78.

7. Balanova O.Yu., Ratnikov A.N., Sviridenko D.G., Zhigareva T.L., Popova G.I., Mazurov V.N. Novoe kompleksnoe udobrenie SUPRODIT-M – perspektivnaya razrabotka v sovremennom zemledelii // Innovatsionnye tekhnologii v adaptivno-landshaftnom zemledelii: kollektivnaya monografiya. Kniga 2. Feder. agentstvo nauch. org., Feder. gos. byudzh. nauch. uchrezhdenie «Vladimir. Nauch.-issled. in-t sel. khoz-va» [pod red. A.I. Yeskova]. – Ivanovo: PresSto, 2015. – S. 8-15.

8. Ratnikov A.N., Sanzharova N.I., Zhigareva T.L., Sviridenko D.G., Popova G.I., Petrov K.V., Bochkarev S.N. Razrabotka i aprobatsiya novykh kompleksnykh organo-mineralnykh udobreniy // Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii: «Novye perspektivnye kompleksnye udobreniya dlya selskokhozyaystvennogo proizvodstva» (razrabotka, opyt primeneniya, effektivnost)». 9 noyabrya 2012 g. / pod red. A.N. Ratnikova, V.N. Mazurova. – Obninsk: GNU VNIISKhRAE Rosselkhozakademii, 2013. – S. 7-23.

9. Ratnikov A.N., Sanzharova N.I., Zhigareva T.L., Petrov K.V., Sviridenko D.G., Popova G.I., Lashkiba N.A., Ivanov I.A., Semeshkina P.S., Dadaeva T.A., Amelyushkina T.A., Mazurov M.V. Primenenie novogo biologicheskii aktivnogo organo-mineralnogo kompleksa GYeOTON v tekhnologiyakh vozdeyvaniya zernovykh kultur i kukuruzy. – Obninsk: FGBNU VNIIRAE, 2015. – 19 s.

10. Ratnikov A.N., Sanzharova N.I., Zhigareva T.L., Popova G.I., Sviridenko D.G., Petrov K.V., Bochkarev S.N., Semeshkina P.S., Dadaeva T.A., Amelyushkina T.A., Mazurov M.V. Tekhnologicheskie priemy vozdeyvaniya kartofelya, ovoshchnykh kultur i kukuruzy s ispolzovaniem novykh kompleksnykh udobreniy. – Obninsk: GNU VNIISKhRAE Rosselkhozakademii, 2013. – 42 s.

11. Effektivnost ispolzovaniya preparata GYeOTON v usloviyakh Tsentralnogo regiona Rossiyskoy Federatsii / A.N. Ratnikov, N.I. Sanzharova, D.G. Sviridenko, T.L. Zhigareva, G.I. Popova, K.V. Petrov, O.Yu. Balanova, V.N. Mazurov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – T. 29. – No. 5. – S. 36-39.

12. Syunyaev N.K., Syunyaeva O.I., Tyutyunkova M.V., Ratnikov A.N., Sviridenko D.G., Petrov V.K. Ispytanie novykh vidov udobreniy v usloviyakh Kaluzhskoy oblasti // Sostoyanie i okhrana okruzhayushchey sredy v Kaluge. Informatsionnyy obzor. – Kaluga, 2011. – S. 34-38.

13. Dospekhov B.A. Planirovanie polevogo opyta i statisticheskaya obrabotka ego dannykh. – M.: Kolos, 1972. – S. 85-92.

14. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu tyazhelykh metallov v pochvakh selkhozugodiy i produktsii rastenievodstva. – M.: TsINAo, 1992. – 45 s.

15. Metodicheskie ukazaniya po obsledovaniyu pochv selskokhozyaystvennykh ugodiy i produktsii rastenievodstva na sodержание tyazhelykh metallov, ostatochnykh kolichestv pestitsidov i radionuklidov. – M.: TsINAo, 1995. – 45 s.



УДК 633.112.9:631.526.32 (470.333) **В.Е. Ториков, Н.С. Шпилев, В.В. Мамеев, И.Н. Яценков**  
**V.Ye. Torikov, N.S. Shpilev, V.V. Mameyev, I.N. Yatsenkov**

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА  
ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ НА ЮГО-ЗАПАДЕ РОССИИ**

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF GRAIN QUALITY OF WINTER TRITICALE VARIETIES GROWN  
IN THE SOUTH-WEST OF RUSSIA**

**Ключевые слова:** озимая тритикале, сорт, зерно, мука, белок, протеин, крахмал, аминокислотный состав.

**Keywords:** winter triticale, variety, grain, flour, protein, starch, amino-acid composition.