

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОСАГРО NPK И ГУМИТОНА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Дмитрий Георгиевич Свириденко, кандидат биологических наук
Светлана Петровна Арышева, кандидат биологических наук
Алексей Афанасьевич Сулов, кандидат сельскохозяйственных наук
Николай Геннадьевич Иванкин, научный сотрудник
Константин Владимирович Петров, научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Обнинск, Калужская обл., Россия
E-mail: ecology2003@mail.ru

Аннотация. По результатам трехлетних производственных испытаний оценили эффективность применения удобрения ФосАгро NPK и нового органоминерального комплекса на основе торфа Гумитон в технологиях возделывания картофеля на радиоактивно загрязненных дерново-подзолистых почвах Новозыбковского района Брянской области. Почвы отличались уровнем плодородия и по плотности загрязнения ^{137}Cs . Листовая обработка Гумитоном (1 л/га) посадок картофеля в фазе бутонизации без применения удобрения способствовала росту урожая клубней на 17,3–31,5%, по сравнению с контролем в зависимости от года. Внесение удобрения ФосАгро NPK в дозе 0,5 т/га обеспечило прибавку урожайности картофеля на 22–42% относительно контроля. Совместное применение удобрения и препарата увеличило урожай клубней на 12–19%, сравнительно с вариантом ФосАгро NPK и на 37–68% – контролем. Кратность снижения поступления ^{137}Cs в клубни при обработке посадок картофеля Гумитоном – до 6,4 раза по отношению к контролю, при совместном использовании препарата и удобрения – до 3,4 раза по сравнению с вариантом ФосАгро NPK. Применение Гумитона и ФосАгро NPK гарантировало получение клубней картофеля с содержанием ^{137}Cs , соответствующим нормативам СанПиН 2.3.2. 2650-10. На радиоактивно загрязненных дерново-подзолистых почвах Брянской области следует использовать органоминеральный комплекс Гумитон и удобрение ФосАгро NPK для получения нормативно чистой продукции картофелеводства.

Ключевые слова: Гумитон, ФосАгро NPK, картофель, урожайность, дерново-подзолистая почва, коэффициент перехода ^{137}Cs

EFFECTIVENESS OF PHOSAGRO NPK AND GUMITON UNDER CULTIVATING POTATOES IN RADIOACTIVE SOIL CONTAMINATION CONDITIONS

D.G. Sviridenko, *PhD in Biological Sciences*
S.P. Arysheva, *PhD in Biological Sciences*
A.A. Suslov, *PhD in Agricultural Sciences*
N.G. Ivankin, *Researcher*
K.V. Petrov, *Researcher*

Russian Institute of Radiology and Agroecology of National Research Centre «Kurchatov Institute»,
Obninsk, Kaluga region, Russia
E-mail: ecology2003@mail.ru

Abstract. Based on the results of three-year production tests, the effectiveness of the use of PhosAgro NPK complex fertilizer and a new organo-mineral complex based on Gumiton peat in potato cultivation technologies on radioactively contaminated sod-podzolic soils in the Novozybkovsky district of the Bryansk region was assessed. Soils differed in the level of fertility and in the density of ^{137}Cs pollution. It was shown that leaf treatment of 1 l/ha Gumiton plantings in the potato budding phase without fertilizer contributed to a 19 – 58% increase in tuber yield relative to control, depending on the year. The introduction of PhosAgro NPK fertilizer at a dose of 0.5 t/ha ensured an increase in potato yield by 22 – 42% relative to the control. The joint use of fertilizer and the drug increased the tuber harvest by 12 – 19%, compared to the PhosAgro NPK variant and by 37 – 68% relative to control. The multiplicity of the decrease in ^{137}Cs intake into tubers during the treatment of potato plantings with Gumiton was up to 6.4 times in relation to the control, with the combined use of the drug and fertilizer – up to 3.4 times in comparison with the PhosAgro NPK variant. The use of Gumiton and PhosAgro NPK guaranteed the production of potato tubers with ^{137}Cs content in accordance with SanPiN 2.3.2 standards. 2650-10. The use of the Gumiton organic-mineral complex and PhosAgro NPK complex fertilizer for production of regulatory clean potato products should be recommended on radioactively contaminated sod-podzolic soils of the Bryansk region.

Keywords: Gumiton, PhosAgro NPK, soddy-podzolic soil, transition coefficient ^{137}Cs , potatoes, yield

Крупнейшая в XX веке авария 1986 года на ЧАЭС привела к масштабному загрязнению ^{137}Cs с плотностью выше 37 кБк/м² (1 Ку/км²) более 150 тыс. км² территории бывшего СССР, в том числе части Российской Федерации (Брянская, Калуж-

ская, Орловская и Тульская области) и Республики Беларусь. [9]

В Брянской области долгоживущими радионуклидами (^{137}Cs) была заражена площадь с естественными кормовыми угодьями свыше 491 тыс.

нение универсальное, в том числе для переработки на муку, крахмал. Содержит более 16% крахмала. [8]

Органическое вещество в почве определяли по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), pH_{KCl} – потенциометрическим методом (ГОСТ 2642385), Hg – по Каппену (ГОСТ 26212-91), подвижные формы P_2O_5 и K_2O – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91).

После уборки картофеля оценивали урожайность, содержание ^{137}Cs в клубнях (Бк/кг) и плотность загрязнения почвы (кБк/м²) для расчета коэффициента перехода ($Kп^{137}Cs$) в клубни.

Измерения проводили в аккредитованной испытательной лаборатории радиационного контроля НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ по аттестованным методикам, используя полупроводниковый гамма-спектрометр Canberra с программным обеспечением Genie-2000.

Экспериментальные данные обрабатывали методами непараметрической статистики (EXCEL 2010).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Опыт 2020 года.

По данным Новозыбковской метеостанции, в мае-августе зафиксированы благоприятные погодные условия: в мае выпало 66,1 мм осадков (среднегодовое значение – 54,1 мм), в июне и июле дефицита осадков не отмечали, сравнительно со среднегодовыми значениями, а температура воздуха превышала норму на 2,1...2,9°C, августе – 0,8°C (осадков выпало в 1,2 раза больше, по сравнению со среднегодовыми значениями). [18]

Прибавка урожайности картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве с применением ФосАгро NPK составила 5,8 т/га, что выше на 22,3%,

по сравнению с контролем (табл. 2). С внесением агроулучшителя содержание ^{137}Cs в клубнях снизилось до 4,0 Бк/кг (контроль – 16,3 Бк/кг), кратность снижения – 4,1 раза. При использовании Гумитона урожайность картофеля была 30,5 т/га, что на 17,3% выше контроля. На фоне внесения ФосАгро NPK и гуминового препарата урожайность достигла 34,5 т/га, на 12,2% выше варианта без Гумитона. При обработке растений Гумитоном содержание ^{137}Cs в клубнях – 4,2 Бк/кг, кратность снижения его накопления находилась на уровне 6,4 раза, по отношению к контролю. Эффективность применения препарата в посадках картофеля показана по результатам проведенных ранее исследований. [8] Содержание ^{137}Cs в клубнях во всех вариантах опыта гораздо ниже нормативов СанПиН 2.3.2. 2650-10 (80 Бк/кг).

Совместное использование ФосАгро NPK и Гумитона способствовало увеличению урожая клубней на 9,7 т/га или на 37,3% относительно контроля. $Kп^{137}Cs$ при этом снизился в 3,4 раза.

Опыт 2021 года.

Метеоусловия повлияли на развитие растений и урожайность картофеля. По данным Новозыбковской метеостанции, в мае-августе зафиксированы неблагоприятные погодные условия. В мае выпало 126,7 мм осадков (среднегодовое значение – 54,1 мм), в июне и июле дефицит осадков составил 48% среднегодовых значений, температура воздуха была выше нормы на 4,1...5,0°C, августе – 1,9°C, осадков выпало в 2,2 раза больше, по сравнению со среднегодовым количеством. [18]

В таких условиях урожайность клубней с внесением ФосАгро NPK составила 27,0 т/га, что на 42,1% выше, по сравнению с контролем (табл. 3). На фоне Гумитона показатель зафиксирован на уровне 25,0 т/га, 31,5% к контролю. $Kп^{137}Cs$ в клубни был низкий

Таблица 2.
Оценка влияния ФосАгро NPK и Гумитона на урожайность и содержание ^{137}Cs в клубнях картофеля, 2020 год

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, %	Содержание ^{137}Cs в клубнях, Бк/кг	Плотность загрязнения почвы, кБк/м ²	$Kп^{137}Cs$	Кратность снижения $Kп^{137}Cs$, раз
ФосАгро NPK						
1. Фон – технология хозяйства (контроль)	26,0	–	16,3	122	0,134	–
2. Фон + ФосАгро NPK	31,8	22,3	4,0	142	0,028	4,8
Гумитон						
1. Фон + Гумитон	30,5	17,3	4,2	202	0,021	6,4
2. Фон + ФосАгро NPK + Гумитон	35,7	12,3	7,6	197	0,039	3,4
HCp_{05}	3,5	x	x	x	x	x

Таблица 3.
Оценка влияния ФосАгро NPK и Гумитона на урожайность и содержание ^{137}Cs в клубнях картофеля, 2021 год

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, %	Содержание ^{137}Cs в клубнях, Бк/кг	Плотность загрязнения почвы, кБк/м ²	$Kп^{137}Cs$	Кратность снижения $Kп^{137}Cs$, раз
ФосАгро NPK						
1. Фон – технология хозяйства (контроль)	19,0	–	13,9	249,0	0,056	–
2. Фон + ФосАгро NPK	27,0	42,1	23,6	376,0	0,063	–
Гумитон						
1. Фон + Гумитон	25,0	31,5	11,9	298,5	0,040	1,4
2. Фон + ФосАгро NPK + Гумитон	32,0	18,5	7,2	196,0	0,037	1,7
HCp_{05}	2,8	x	x	x	x	x

Таблица 4.

Оценка влияния ФосАгро NPK и Гумитона на урожайность и содержание ^{137}Cs в клубнях картофеля, 2022 год

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, %	Содержание ^{137}Cs в клубнях, Бк/кг	Плотность загрязнения почвы, кБк/м ²	Кп ^{137}Cs	Кратность снижения Кп ^{137}Cs , раз
ФосАгро NPK						
1. Фон – технология хозяйства (контроль)	27,0	–	6,5	135	0,048	–
2. Фон + ФосАгро NPK	33,0	22,2	9,2	145	0,063	–
Гумитон						
1. Фон + Гумитон	32,0	18,5	5,3	144	0,037	1,3
2. Фон + ФосАгро NPK + Гумитон	37,5	13,6	5,2	130	0,040	1,6
НСР ₀₅	3,5	х	х	х	х	х

(0,037...0,063) во всех вариантах опыта. По фону Гумитона с применением удобрения содержание ^{137}Cs в клубнях было минимальным – 7,2 Бк/кг, при кратности снижения 1,7 раза относительно варианта с внесением одного ФосАгро NPK.

Плотность загрязнения почвы во всех вариантах опыта варьирует от 196 до 376 кБк/м² (5,3...10,2 Ки/км²), содержание ^{137}Cs в клубнях – в 3,4...11,1 раза ниже нормативов СанПиН 2.3.2. 2650-10.

Совместное применение ФосАгро NPK и Гумитона способствовало повышению урожайности картофеля на 13,0 т/га или на 68,4% относительно контроля. Кп ^{137}Cs при этом снизился в 1,5 раза.

Опыт 2022 года.

По данным Новозыбковской метеостанции, с мая по август были благоприятные погодно-климатические условия. В мае выпало 64,4 мм осадков (среднегодовое значение – 54,1 мм), в июне и июле их количество соответствовало средним значениям, температура воздуха превышала норму на 1,4...1,9°C, в августе – 1,2°C, осадков выпало в 1,4 раза больше, по сравнению со среднегодовыми значениями. [18]

Урожайность картофеля по фону ФосАгро NPK без применения Гумитона повысилась на 6,0 т/га (22,2%), по сравнению с контролем (табл. 4). При использовании Гумитона на почве без удобрений урожайность увеличилась на 5,0 т/га (18,5%) относительно контроля. Урожайность клубней с внесением ФосАгро NPK и Гумитона составила 37,5 т/га, что на 13,6% больше, по сравнению с применением одного ФосАгро NPK и на 10,5 т/га (38,9%), по сравнению с контролем.

Плотность загрязнения почвы по всем вариантам опыта варьирует от 130 до 145 кБк/м² (3,5...3,9 Ки/км²). В клубнях картофеля содержание ^{137}Cs при внесении ФосАгро NPK имело максимальное значение 9,2 Бк/кг, но при обработке растений Гумитоном снизилось до 5,2 Бк/кг. Влияние Гумитона проявилось в уменьшении содержания ^{137}Cs в клубнях на 1,2 Бк/кг относительно контрольного варианта (6,5 Бк/кг).

При совместном применении Гумитона и ФосАгро NPK кратность снижения Кп ^{137}Cs составила 1,6 раза, одного Гумитона – 1,3 раза, по отношению к контролю.

Совместное использование ФосАгро NPK и Гумитона способствовало увеличению урожайности клубней на 10,5 т/га (38,9%), по сравнению с контролем. Кп ^{137}Cs при этом снизился в 1,2 раза.

Таким образом, применение органоминерального комплекса Гумитон увеличивало урожайность

картофеля на 17,3...31,5%. При использовании ФосАгро NPK и Гумитона продуктивность была выше на 12...19%, чем с одним Гумитоном. Совместное действие ФосАгро NPK и Гумитона способствовало увеличению урожая клубней на 37...68%, по сравнению с контролем. Кп ^{137}Cs при этом снизился в 1,2...3,4 раза.

Кратность уменьшения поступления ^{137}Cs в клубни при обработке посадок органоминеральным комплексом – до 1,3...6,4 раза, по отношению к контролю, Гумитон + ФосАгро NPK – 1,6...3,4 раза, по сравнению с препаратом (содержание ^{137}Cs в клубнях, соответствует санитарно-гигиеническим нормативам).

Таким образом, органоминеральный комплекс Гумитон и удобрение ФосАгро NPK эффективны в технологиях возделывания картофеля на радиоактивно загрязненных дерново-подзолистых почвах как отдельно, так и при совместном действии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Алексахин Р.М., Лунев М.И. Техногенное загрязнение сельскохозяйственных угодий (исследования, контроль и реабилитация территорий) // Плодородие. 2011. № 3. С. 32–35.
- Барковская Т.А., Гладышева О.В. Биологическая эффективность применения препарата гуминовой природы в технологиях возделывания яровой пшеницы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 2. С. 26–30.
- Белоус Н.М., Прудников П.В., Щеглов А.М. и др. Вероятность получения молока и кормов, не соответствующих допустимым уровням содержания ^{137}Cs на территории юго-запада Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиация и риск. 2019. Т. 28. № 3. С. 36–6.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
- Панов А.В., Прудников П.В., Титов И.Е. и др. Радиоэкологическая оценка сельскохозяйственных земель и продукции юго-западных районов Брянской области, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12. № 1. С. 25–35.
- Патент на изобретение № 2709737 «Биологически активный органоминеральный комплекс и способ его получения» (авторы – Санжарова Н.И., Петров К.В., Ратников А.Н. и др.). Описание изобретения к патенту. Бюл. № 35. 19.12.2019. 6 с.
- Прудников П.В., Пашковский А.А., Лелянова Е.Н. Агроэкологическая характеристика почв, экономическая

- эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 11. С. 10–20
8. Ратников А.Н., Свириденко Д.Г., Санжарова Н.И., Суслов А.А. Повышение продуктивности и качества картофеля при использовании нового органоминерального комплекса Гумитон на радиоактивно загрязненных почвах РФ // Мат. Межд. науч.-практ. конф. «Приоритеты агропромышленного комплекса: научная дискуссия», посвященной 30-летию Независимости Республики Казахстан. Петропавловск: СКУ им. М. Козыбаева, 2021. П76. ISBN 978-601-223-388-9. Т. 1. С. 183–187.
 9. Санжарова Н.И., Фесенко С.В. Радиоэкологические последствия аварии на чернобыльской АЭС: биологические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий. М.: РАН, 2018. 278 с.
 10. Суслов А.А., Ратников А.Н., Свириденко Д.Г. и др. Органоминеральный комплекс Гумитон как элемент адаптивной технологии возделывании озимой пшеницы в Брянской области // Агрехимический вестник. 2020. № 4. С. 24–29.
 11. Суслов А.А., Ратников А.Н., Свириденко Д.Г. и др. Применение нового органоминерального комплекса Гумитон при возделывании кукурузы на серых лесных почвах Брянской области // Плодородие. 2020. № 1 (112). С. 21–23.
 12. Фесенко С.В., Санжарова Н.И., Исамов Н.И., Шубина О.А. Авария на Чернобыльской АЭС: защитные реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве // Радиационная биология. Радиоэкология. 2021. Т. 61. № 3. С. 261–276.
 13. Ханиева Е.М., Бозиев А.Л., Кашукоев М.В. и др. Эффективность применения агрохимиката Амалгерол эссенс на картофеле // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 4. С. 25–28.
 14. Чернышева Н.В., Барчукова А.Я., Тосунов Я.К., Ладатко В.А. Эффективность агрохимиката Аминоким марки Амифорт в технологиях возделывания риса // Плодородие. 2021. № 1. С. 13–16.
 15. Электронный ресурс: <https://www.phosagro.ru/production/fertilizer/azotno-fosforno-kalijnye-udobreniya/169553/>. Date of access 15.01.2024.
 16. Электронный ресурс: <https://dacha-dacha.ru/sorta/yachmen-yarovoj/vladimir>. Date of access 15.01.2024.
 17. Электронный ресурс: <https://stroy-podskazka.ru/kartofel/sorta/ledi-kler>. Date of access 15.01.2024.
 18. Электронный ресурс: https://nowohistory.ru/w/Климат_Новозыбкова_v_2021_году. Date of access 15.01.2024.
- rii yugo-zapada Bryanskoj oblasti v otdalennyj period posle avarii na Chernobyl'skoj AES // Radiaciya i risk. 2019. Т. 28. № 3. С. 36–46.
4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos, 1985. 336 s.
 5. Panov A.V., Prudnikov P.V., Titov I.E. i dr. Radioekologicheskaya ocenka sel'skohozyajstvennyh zemel' i produkcii yugo-zapadnyh rajonov Bryanskoj oblasti, zagryaznennyh radionuklidami v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoj AES // Radiacionnaya gigiena. 2019. Т. 12. № 1. С. 25–35.
 6. Patent na izobrenenie № 2709737 «Biologicheskij aktivnyj organomineral'nyj kompleks i sposob ego polucheniya» (avtory – Sanzharova N.I., Petrov K.V., Ratnikov A.N. i dr.). Opisanie izobreneniya k patentu. Byul. № 35. 19.12.2019. 6 s.
 7. Prudnikov P.V., Pashkovskij A.A., Lelyanova E.N. Agroekologicheskaya harakteristika pochv, ekonomicheskaya effektivnost' primeneniya sredstv himizacii i novyh kompleksnyh udobrenij v Bryanskoj oblasti // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022. Т. 36. № 11. С. 10–20
 8. Ratnikov A.N., Sviridenko D.G., Sanzharova N.I., Suslov A.A. Povyshenie produktivnosti i kachestva kartofelya pri ispol'zovanii novogo organomineral'nogo kompleksa Gumiton na radioaktivno zagryaznennyh pochvah RF // Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf. «Prioritety agropromyslennogo kompleksa: nauchnaya diskussiya», posvyashchennoj 30-letiyu Nezavisimosti Respubliki Kazahstan. Petropavlovsk: SKU im. M. Kozybaeva, 2021. P76. ISBN 978-601-223-388-9. Т. 1. С. 183–187.
 9. Sanzharova N.I., Fesenko S.V. Radioekologicheskie posledstviya avarii na chernobyl'skoj AES: biologicheskie efekty, migraciya, reabilitaciya zagryaznennyh territorij. M.: RAN, 2018. 278 s.
 10. Suslov A.A., Ratnikov A.N., Sviridenko D.G. i dr. Organomineral'nyj kompleks Gumiton kak element adaptivnoj tekhnologii vozdelvaniya ozimoy pshenicy v Bryanskoj oblasti // Aгрехимический вестник. 2020. № 4. С. 24–29.
 11. Suslov A.A., Ratnikov A.N., Sviridenko D.G. i dr. Primenenie novogo organo-mineral'nogo kompleksa Gumiton pri vozdelvaniya kukuruzy na seryh lesnyh pochvah Bryanskoj oblasti // Plodorodie. 2020. № 1 (112). С. 21–23.
 12. Fesenko S.V., Sanzharova N.I., Isamov N.I., Shubina O.A. Avariya na Chernobyl'skoj AES: zashchitnye reabilitacionnye meropriyatiya v sel'skom hozyajstve // Radiacionnaya biologiya. Radioekologiya. 2021. Т. 61. № 3. С. 261–276.
 13. Hanieva E.M., Boziev A.L., Kashukoev M.V. i dr. Effektivnost' primeneniya agrohimi-kata Amalgerol essens na kartofele // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2023. № 4. С. 25–28
 14. Chernysheva N.V., Barchukova A.Ya., Tosunov Ya.K., Ladatko V.A. Effektivnost' agrohimi-kata Aminokim marki Amifort v tekhnologiyah vozdelvaniya risa // Plodorodie. 2021. № 1. С. 13–16.
 15. Elektronnyj resurs: <https://www.phosagro.ru/production/fertilizer/azotno-fosforno-kalijnye-udobreniya/169553/>. Date of access 15.01.2024.
 16. Elektronnyj resurs: <https://dacha-dacha.ru/sorta/yachmen-yarovoj/vladimir>. Date of access 15.01.2024.
 17. Elektronnyj resurs: <https://stroy-podskazka.ru/kartofel/sorta/ledi-kler>. Date of access 15.01.2024.
 18. Elektronnyj resurs: https://nowohistory.ru/w/Климат_Новозыбкова_v_2021_году. Date of access 15.01.2024.

REFERENCES

1. Aleksahin R.M., Lunev M.I. Tekhnogennoe zagryaznenie sel'skohozyajstvennyh ugodij (issledovaniya, kontrol' i reabilitaciya territorij) // Plodorodie. 2011. № 3. С. 32–35.
2. Barkovskaya T.A., Gladysheva O.V. Biologicheskaya effektivnost' primeneniya preparata guminovoj prirody v tekhnologii vozdelvaniya yarovoj pshenicy // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2021. № 2. С. 26–30.
3. Belous N.M., Prudnikov P.V., Shcheglov A.M. i dr. Veroyatnost' polucheniya moloka i kormov, ne sootvetstvuyushchih dopustimym urovnjam sodержaniya 137Cs na territo-

Поступила в редакцию 07.02.2024
Принята к публикации 21.02.2024