

Повышение урожайности озимой пшеницы в условиях применения ФГ обусловлено формированием большего числа растений и продуктивных стеблей на единицу площади. Прибавка урожая зерна в варианте с ФГ по сравнению с контролем составила 0,74 т/га, или 15,6% ( $НСР_{05} = 0,28$ ). Уборочный индекс озимой пшеницы был более высоким в условиях внесения ФГ.

Последствие ФГ оказало положительное влияние на показатели качества зерна: содержание белка 14,39%, клейковины 23,9, стекловидность 53%, что достоверно выше, чем на контроле на 1,81; 2,8; 3% соответственно. Качество клейковины и масса 1000 зерен были в вариантах практически одинаковыми. Клейковина имела II группу качества в обоих вариантах (80 и 87 ед. ИДК).

Внесение ФГ в дозе 5,0 т/га обусловило накопление кальция и стронция, при этом выявлена дискриминация стронция. Увеличение содержания кальция по отношению к контролю составило 226 мг/кг. Одновременно увеличилось содержание стронция в зерне до 1,32 мг/кг. КД составил 7,62, что свидетельствует о том, что растения преимущественно накапливают кальций (КД >1).

Таким образом, установлено, что при выращивании льна масличного и озимой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области внесение под основную обработку почвы 5 т/га ФГ высокоэффективно: способству-

ет увеличению урожайности, улучшению качества семян и плодородия почвы.

#### Литература

1. Аканова Н.И., Шеуджен А.Х., Визирская М.М., Андреев А.А. Агрэкологическая эффективность нейтрализованного фосфогипса, как химического мелиоранта и фосфорсодержащего минерального удобрений в условиях богарного земледелия Краснодарского края // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2018. - №2(362). - С. 32-38.
2. Ангелов Л.И., Левин Б.В., Черненко Ю.Д. Фосфатное сырьё. - М.: Недра, 2000. - 120 с.
3. Аристархов А.Н. Агрохимия серы. - М., 2007. - 272 с.
4. Горлов А.А., Кречетов П.П., Розова О.Б. Изменение химического состава почв под влиянием фосфогипса // XXIII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2016», 2016. - С. 34-35.
5. Дзикович К.А., Семенович В.В., Ахмедов А.А. Фосфогипс – удобрение и мелиорант на сероземах Средней Азии // Исследования использования фосфогипса. Тр. НИУИФ. - 1989. - Вып. 256. - С. 60-75.
6. Докучаева Л. М., Юркова Р. Е., Шалашова О. Ю. Использование фосфогипса и фосфогипсодержащих мелиорантов для мелиорации солонцовых почв в условиях орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2012. - № 3(07). - С. 52-64.
7. Иваницкий В.В., Классен П.В., Новиков А.А. Фосфогипс и его использование. - М.: Химия, 1990. - 221 с.

## EFFICIENCY OF PHOSPHOGYPSUM APPLICATION DURING CULTIVATION OF OIL FLAX AND WINTER WHEAT

M.M. Vizirskaya<sup>1</sup>, N.I. Akanova<sup>1</sup>, L.P. Beltyukov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia, e-mail: N\_Akanova@mail.ru;

<sup>2</sup>Don State Agrarian University, Krivoslykova ul. 24, 346493 pos. Persianovskiy, Russia

*It has been established that under application of phosphogypsum (FG) calcium content in the soil absorption complex increases to optimal parameters (85%) and good water resistance is achieved, There has been a significant improvement in the physical properties of the soil under the influence of FG: the soil porosity increased from 46 (satisfactory) to 56% (excellent), the percentage of water-resistant units increased from 30 to 50 (water resistance has changed from satisfactory to good). Application of FG increased yield of flax seeds with additional yield 0.36 t/ha or by 27%. The highest content and yield of oil from the area unit was obtained from the variant with application of FG. Harvest of winter wheat grain after application of FG was 5.48 t/ha with additional yield 0.74 t/ha or 15.6%. Harvesting index for winter wheat was higher in case of FG application (50.0%) in compare with control – 38.0%. Aftereffect of FG had a positive impact on grain quality indicators: protein content equals 14.39%, gluten – 23.9%, grain hardness – 53%, which is significantly higher than on control by 1.8%, 2.8% and 3% respectively.*

*Keywords: phosphogypsum, ordinary chernozem, soil properties, winter wheat, oil flax, yield, grain quality.*

УДК 631.8:635.21:539.16

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЕ В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

А.Е. Секирников, В.В. Седов, Т.И. Васькина,

В.Ф. Шаповалов, д.с.-х.н., С.А. Бельченко, д.с.-х.н.,

Брянский государственный аграрный университет, e-mail: bgsha @bgsha.com

243365, Брянская обл., Выгоничский р-он, с. Кокино, ул. Советская, д.2а

*Изучено в длительном полевом опыте на дерново-подзолистой рыхлопесчаной, радиоактивно загрязненной почве действие органических, органоминеральных и минеральных удобрений, как при отдельном применении, так и в сочетании с пестицидами и биопрепаратом Гумистим, на урожайность и качество клубней картофеля сорта Кураж, возделываемого в плодосменном севообороте. Показано, что в среднем за годы исследований наиболее высокая урожайность (35,1 т/га) картофеля получена по органоминеральной системе удобрения (навоз 40 т/га + N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>) в комплексе с пестицидами и биопрепаратом Гумистим. Величина прибавки урожая клубней картофеля от применения пестицидов составляла 4,8 т/га, а от биопрепарата Гумистим - 4,4 т/га. Данные средства химизации повышали товарность клубней картофеля. Наиболее высокая концентрация остаточных нитратов в клубнях картофеля отмечалась при внесении полного минерального удобрения в дозах N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>180</sub> и N<sub>225</sub>P<sub>90</sub>K<sub>270</sub>, как при*

отдельном применении, так и в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратом Гумистим, но она не превышала ПДК. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в урожае клубней картофеля под влиянием изучаемых средств химизации по сравнению с абсолютным контролем снижалась от 2,67 до 8,0 раз.

*Ключевые слова:* картофель, удобрения, биопрепарат Гумистим, качество, крахмал, нитраты,  $^{137}\text{Cs}$ .

DOI: 10.25680/S19948603.2020.116.20

Преодоление последствий мирового экономического кризиса, негативно сказавшегося на развитии всех отраслей сельского хозяйства России, в том числе на растениеводстве, включая картофелеводство, – актуальная проблема [1, 2]. При значительном снижении в последнее десятилетие объемов применения средств химизации перед агропромышленным комплексом стоит непростая задача обеспечить продовольственную безопасность страны за счет устойчивого роста урожайности и качества основных полевых культур (пшеница, кукуруза, рис и др.) при повышении роли картофеля как одной из главных продовольственных культур и наиболее востребованной у населения в качестве продовольствия [3-5]. Основой повышения продуктивности и увеличения производства товарных клубней картофеля является научно обоснованное применение максимально адаптированных к условиям юго-запада Центрального Нечерноземья современных технологий. Они базируются на тщательном подборе предшественников, оптимальных сроков посадки, использовании современных высокопродуктивных сортов отечественной и зарубежной селекции [6,7], применении органических и минеральных удобрений в оптимальных дозах и соотношениях [8-10], широком использовании современных пестицидов [11-13] и гуминовых препаратов, снижающих поступление в растения радионуклидов, тяжелых металлов, повышающих устойчивость и активизирующих антистрессовый механизм в растениях [14, 15].

В условиях радиоактивного загрязнения обширных территорий на значительной части юго-запада Нечерноземной зоны РФ сельхозпроизводителям различных форм собственности приходится решать задачи получения нормативно безопасных продуктов питания учитывая, что основным дозообразующим радионуклидом, составляющим дозу внутреннего облучения населения, потребляющего продукты местного производства, является  $^{137}\text{Cs}$  [16]. В сложившейся ситуации одним из направлений научных исследований по повышению урожайности и качества клубней картофеля и производимых из него разнообразных нормативно безопасных продуктов питания служит разработка научно обоснованных агрохимических приемов. Эти приемы подразумевают оптимальное комплексное применение современных средств химизации, включая удобрения, средства защиты растений, и биопрепаратов [17-19].

Цель наших исследований – изучить и научно обосновать применение удобрений, химических средств защиты растений и биопрепарата на основе гуминовых кислот Гумистим при возделывании раннего картофеля в плодосменном севообороте в условиях радиоактивного загрязнения почвы.

**Методика.** Исследования проводили в 2013-2017 гг. в стационарном полевом опыте в плодосменном севообороте на дерново-подзолистой рыхлопесчаной радиоактивно загрязненной почве. Пахотный слой почвы перед закладкой опыта характеризовался следующими показателями:  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6,7-6,9,  $\text{Hr}$  – 0,51-0,56 ммоль-

экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 12,2-16,4 ммоль-экв/100 г почвы, содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$  (по Кирсанову), соответственно, 370-390 и 71-86 мг/кг, органического вещества – 1,9-2,2% (по Тюрину). Плотность загрязнения почвы опытного участка  $^{137}\text{Cs}$  – 526-666 кБк/м<sup>2</sup>. Сорт картофеля Кураж. Повторность опыта четырехкратная, общая площадь опытной делянки 90 м<sup>2</sup>, учетная – 70 м<sup>2</sup>, расположение делянок – систематическое. Схема опыта представлена следующими вариантами: 1 - контроль - без удобрений; 2 – навоз, 80 т/га; 3 - навоз, 40 т/га +  $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ ; 4 -  $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ ; 5 -  $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$ ; 6 -  $\text{N}_{225}\text{P}_{90}\text{K}_{270}$ ; 7 - навоз, 40 т/га +  $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$  + пестициды; 8 -  $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$  + пестициды; 9 -  $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$  + пестициды; 10 -  $\text{N}_{225}\text{P}_{90}\text{K}_{270}$  + пестициды; 11 – навоз, 40 т/га +  $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$  + пестициды + Гумистим; 12 -  $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$  + пестициды + Гумистим; 13 -  $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$  + пестициды + Гумистим; 14 -  $\text{N}_{225}\text{P}_{90}\text{K}_{270}$  + пестициды + Гумистим.

В опыте применяли следующие формы удобрений: подстильный навоз крупного рогатого скота, аммиачную селитру, суперфосфат двойной гранулированный, калий хлористый. Удобрения вносили весной под перепахку зяби. В опыте использовали биопрепарат Гумистим производства ООО «ССХП «Женьшень» Унечского района Брянской области, содержащий в своем составе компоненты биогумуса в растворенном состоянии: гумины, витамины, природные фитогармоны, янтарную кислоту, микро- и макроэлементы в виде биодоступных органических соединений и споры почвенных микроорганизмов. Обработку вегетирующих растений картофеля биопрепаратом Гумистим в норме 6 л/га проводили совмещая с обработками химическими средствами защиты растений в два срока: первый – в фазе бутонизации, второй - в конце фазы цветения. Защиту растений от сорняков, болезней и вредителей осуществляли, используя следующие пестициды: зенкор, 50%-ный СП – 0,7 кг/га, титус, СТС – 0,050, ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5, Сектин Феномен, ВДГ – 1,25, актара, ВДГ – 0,06 кг/га. В течении вегетационного периода в зависимости от погодных условий проводили 2-3 обработки.

Агротехника общепринятая для зоны. Посадку картофеля проводили в третьей декаде апреля, уборку - в начале августа сплошным поделяночным способом, учет урожая клубней – весовой. Полевые и лабораторно-аналитические исследования выполняли по общепринятым в агрохимической службе методикам [20, 21].

Погодные условия вегетационных периодов во время проведения полевых опытов заметно различались по температурному режиму и условиям увлажнения. Более благоприятными для картофеля по этим показателям оказались 2014 и 2016 г., менее влагообеспеченными - 2013, 2015 и 2017 г., для которых характерны наличие низких запасов продуктивной влаги в пахотном слое почвы, дефицит атмосферных осадков и неравномерное их выпадение. В связи с этим урожайность картофеля по годам исследований колебалась.

Цель исследований – определить эффективность возделывания раннего картофеля на радиоактивно загрязненной почве.

**Результаты и их обсуждение.** В контрольном варианте в среднем за 5 лет исследований урожайность клубней картофеля составила 9,3 т/га с колебаниями по годам от 4,6 до 12,8 т/га (табл. 1). Применение органического удобрения (подстилочный навоз КРС, 80 т/га) повышало урожайность клубней картофеля в среднем до 21,7 т/га. Прибавка урожайности относительно контроля составила 11,9 т/га. Наиболее высокая урожайность клубней картофеля получена в годы с достаточной влагообеспеченностью (2014, 2016 и 2017 гг.). Следует отметить, что действие органического удобрения напрямую зависело от климатических условий вегетационных периодов, поскольку именно уровень влагообеспеченности определял условия развития картофеля. Самая высокая урожайность клубней картофеля в этом варианте (24,6 т/га) была в 2016 г. Внесение эквивалентного количества макроэлементов в дозе  $N_{150}P_{60}K_{180}$  оказалось более эффективным. Урожайность клубней картофеля возросла по сравнению с контролем на 16,5 т/га, а с органической системой удобрения (навоз, 80 т/га) - на 4,6 т/га. Объясняется это тем, что элементы питания минеральных удобрений более доступны растениям при более высоком коэффициенте их использования в первый год после внесения в сравнении с органическими.

Эффективность применения органического удобрения в дозе 40 т/га совместно с минеральным удобрением  $N_{75}P_{30}K_{90}$  заметно возрастала, прибавка урожайности клубней повышалась до 16,6 т/га в сравнении с контролем, а по отношению к варианту навоз, 80 т/га – 5,4 т/га. Увеличение уровня питания до  $N_{225}P_{90}K_{270}$  (ЗНПК) не способствовало дальнейшему повышению продуктивности картофеля, что связано, вероятно, с повышением концентрации почвенного раствора и отрицательным влиянием ионов хлора в составе калийного удобрения на растения картофеля в период вегетации, особенно при дефиците почвенной влаги и повышенных температурах воздуха. Следует отметить, что отрицательное действие хлора при внесении более низких доз калия в составе НПК (90 и 180 кг/га) практически не оказало заметного влияния на снижение урожайности клубней.

Применение пестицидов на фоне изучаемых систем удобрения повышало урожайность клубней картофеля в сравнении с контролем на 1,5-4,8 т/га. Наиболее высокая урожайность клубней в опыте достигалась при комплексном применении удобрений, пестицидов и биопрепарата Гумистим. Прибавка урожая клубней в среднем за годы исследований относительно контроля составляла 15,9-25,8 т/га, в том числе от применения биопрепарата Гумистим – 1,0-4,4 т/га.

Товарность клубней картофеля в среднем за годы исследований варьировала по вариантам опыта в пределах 65-90% (табл. 2).

**1. Урожайность клубней картофеля под влиянием средств химизации, т/га**

Вариант	Годы					В среднем	Прибавка, т/га		
	2013	2014	2015	2016	2017		от удобрений	от пестицидов	от Гумистима
1. Контроль (без удобрений)	4,6	9,8	8,6	12,8	10,6	9,3	-	-	-
2. Навоз, 80 т/га	14,6	22,6	20,4	24,6	20,4	20,5	11,2	-	-
3. Навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$	18,7	28,8	26,8	28,4	27,2	25,9	16,6	-	-
4. $N_{75}P_{30}K_{90}$	13,4	23,3	22,4	25,5	25,6	22,0	12,7	-	-
5. $N_{150}P_{60}K_{180}$	15,5	24,6	23,8	27,3	27,8	23,8	14,5	-	-
6. $N_{225}P_{90}K_{270}$	15,4	23,7	22,9	26,6	26,4	23,0	13,7	-	-
7. Навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды	20,9	30,8	32,2	26,4	33,2	30,7	-	4,8	-
8. $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды	16,4	23,9	24,6	25,8	26,6	23,5	-	1,5	-
9. $N_{150}P_{60}K_{180}$ + пестициды	23,3	29,3	27,4	29,6	29,4	27,8	-	4,0	-
10. $N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды	20,7	26,9	26,6	28,4	28,6	26,2	-	3,2	-
11. Навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + Гумистим	28,4	26,8	33,8	37,3	39,4	35,1	-	-	4,4
12. $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + Гумистим	17,1	26,8	26,4	27,4	28,4	25,2	-	-	1,7
13. $N_{150}P_{60}K_{180}$ + пестициды + Гумистим	22,7	31,2	29,2	38,4	34,2	31,1	-	-	3,3
14. $N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды + Гумистим	17,8	27,6	26,8	33,6	30,4	27,2	-	-	1,0
НСР <sub>05</sub> , т/га	1,8	2,9	3,2	2,7	3,0				

**2. Влияние средств химизации на качество клубней картофеля (среднее за 2013-2017 гг.)**

Вариант	Товарность	Крахмал	Содержание витамина С, мг%	Нитраты, мг/кг	Удельная активность <sup>137</sup> Cs, Бк/кг	Кратность снижения, раз
	%					
1. Контроль (без удобрений)	65	13,0	12,28	68	80	-
2. Навоз, 80 т/га	82	12,6	12,29	179	30	2,67
3. Навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$	82	12,4	12,74	175	26	3,07
4. $N_{75}P_{30}K_{90}$	81	12,3	12,31	190	21	3,81
5. $N_{150}P_{60}K_{180}$	84	11,8	12,70	203	20	4,00
6. $N_{225}P_{90}K_{270}$	86	11,6	12,60	220	17	4,71
7. Навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды	86	12,2	12,94	197	19	4,21
8. $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды	82	12,3	12,19	186	23	3,48
9. $N_{150}P_{60}K_{180}$ + пестициды	86	12,0	12,68	204	18	4,44
10. $N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды	87	11,7	12,87	221	16	5,00
11. Навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + Гумистим	89	12,4	13,84	197	17	4,71
12. $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + Гумистим	87	12,4	13,32	194	17	4,71
13. $N_{150}P_{60}K_{180}$ + пестициды + Гумистим	90	12,5	13,68	206	14	5,72
14. $N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды + Гумистим	90	12,5	13,35	210	10	8,00
НСР <sub>05</sub> , т/га	5	0,64	0,1	10	4	

Комплексное применение средств химизации повышало товарность клубней картофеля на 22-25% относительно контроля. Установлено, что под влиянием применяемых средств химизации отмечено снижение содержания крахмала в клубнях картофеля в среднем на 0,5-1,9%.

Концентрация остаточных нитратов в клубнях картофеля в среднем по вариантам опыта изменялась от 68 до 221 мг/кг, т.е. она повышалась в вариантах с возрастающими дозами азота в составе полного минерального удобрения, но не превышала норматив (250 мг/кг). Применение биопрепарата Гумистим способствовало снижению концентрации остаточных нитратов в клубнях картофеля.

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в клубнях картофеля в среднем за годы проведения опыта изменялась по изучаемым вариантам от 80 Бк/кг (контроль) до 10 Бк/кг ( $\text{N}_{225}\text{P}_{90}\text{K}_{270}$  + пестициды + Гумистим). Органическое удобрение (навоз, 80 т/га) способствовало уменьшению удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в клубнях картофеля в сравнении с контролем в 2,67 раза. По органоминеральной системе удобрения (навоз, 40 т/га +  $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ ) удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в клубнях картофеля уменьшилась относительно контроля в 3,08 раза. Внесение под картофель низкой ( $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ ) и средней ( $\text{N}_{150}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$ ) доз НРК способствовало уменьшению удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в клубнях картофеля в сравнении с контролем в 3,81-4,00 раза. Наибольшее уменьшение (в 8,0 раз) удельной активности цезия - 137 в клубнях картофеля отмечено при комплексном применении средств химизации на фоне внесения повышенной дозы НРК ( $\text{N}_{225}\text{P}_{90}\text{K}_{270}$ ).

Таким образом, при возделывании раннего картофеля на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве в плодосменном севообороте самый высокий урожай клубней картофеля в среднем за 5 лет исследований – 35,1 т/га получен при внесении органоминерального удобрения (навоз, 40 т/га +  $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ ) в сочетании со средствами защиты растений и биопрепаратом Гумистим. Применяемые системы удобрения, как отдельно, так и в комплексе с пестицидами и биопрепаратом Гумистим повышали товарность клубней от 5 до 25%. Под влияние средств химизации отмечено снижение крахмалистости клубней на 0,5-1%. Наиболее высокое содержание витамина С в среднем за годы исследований получено по органоминеральной (навоз, 40 т/га +  $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ ) – 13,84 мг% и минеральной системам удобрения в комплексе с пестицидами и биопрепаратом Гумистим. Максимально высокая концентрация остаточных нитратов в клубнях картофеля в среднем за годы исследований отмечена в варианте с повышенной дозой НРК ( $\text{N}_{225}\text{P}_{90}\text{K}_{270}$ ) – 210-221 мг/кг, как при отдельном, так и при комплексном применении средств химизации. Под влиянием применяемых систем удобрения удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в клубнях картофеля относительно контрольного варианта уменьшилась в 2,7-8,0 раз, при средней удельной активности в контрольном варианте 80 Бк/кг. Урожай товарных клубней картофеля, полученный в проведенном полевом эксперименте, по уровню удельной активности в нем  $^{137}\text{Cs}$  соответствует санитарно-гигиеническому нормативу

(120 Бк/кг) и может использоваться на пищевые цели без ограничений.

#### Литература

1. Воронаев В.Н., Сотников Б.А., Глотова М.Ю. Влияние разных систем удобрения в полевом севообороте на качество клубней картофеля // *Аграрная наука*. - 2016. - №3. - С. 15-17.
2. Абакумов В.Н., Обухов П.А., Шитикова А.В. Урожайность картофеля разных групп спелости в условиях Московской области // *Плодородие*. - 2017. - №4. - С. 16-18.
3. Воробьев В.А. Оценка систем удобрения картофеля в полевом севообороте // *Аграрная наука*. - 2015. - №3. - С. 14-16.
4. Шпаар Д. Картофель: выращивание, уборка, хранение / Под ред. Д. Шпаара. - М.: ООО и ДЛВ агродело, 2016. - 448 с.
5. Коршунов А.В., Симаков Е.А., Лысенко Ю.Н., Анисимов Б.В. и др. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства // *Достижения науки и техники АПК*. - 2018. Т.32. - №3. - С. 12-20.
6. Митюшкин, А.В., Григорьев Г.В., Журавлев А.А. и др. // *Актуальн. пробл. соврем. индустрии производства картофеля: Матер. Науч. – практич. конф. - Чебоксары: КУП ЧР «Агроинновации», 2010. - С. 45-48.*
7. Симаков Е.А., Анисимов, Е.А., Митюшкин А.В., Журавлев А.А. Сортовые ресурсы картофеля для целевого выращивания // *Картофель и овощи*. - 2017. - №11. - С. 24-25.
8. Шитикова А.В. Черных А.С. Формирование урожая и качества клубней картофеля в зависимости от уровня минерального питания // *Плодородие*. - 2013. - №2. - С. 12-13.
9. Лекомцев Е.В., Иванова Т.Е., Иванов И.П., Бортник Т.Ю. Удобрение картофеля // *Картофель и овощи*. - 2015. - №4. - С. 34-35.
10. Петрухин А.С., Левин В.И. Выращиваем экологически безопасный картофель // *Картофель и овощи*. - 2017. - №4. - С. 31-33.
11. Анисимов Б.В., Белов Г.Л., Варицев Ю.А. и др. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. - М.: Картофелевод, 2009. - 272 с.
12. Стиглазова С.Ю. От посадки до урожая: комплексная защита картофеля // *Картофель и овощи*. - 2014. - №7. - С. 30-31.
13. Кузнецова М.А., Рогожин А.Н., Сметанина, Денисенков И.А. Защита картофеля от ризоктониоза, антракноза и серебристой парши // *Картофель и овощи*. - 2017. - №4. - С. 27-29.
14. Тулинов А.Г. Гумат калия/натрия на картофеле // *Картофель и овощи*. - 2015. - №7. - С. 31-32.
15. Синяшин О.Г., Шаповал О.А., Шулаева М.М. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // *Плодородие*. - 2016. - №5. - С. 38-42.
16. Алексахин Р.М., Лунев М.И. Техногенное загрязнение сельскохозяйственных угодий (исследования, контроль и реабилитация территорий) // *Плодородие*. - 2011. - №3. - С. 32-35.
17. Кирдей Т.А., Калинин Ю.А., Ващурина И.Ю. Гуминовые препараты повышают урожай и качество картофеля // *Картофель и овощи*. - 2008. - №2. - С. 14.
18. Бутов А.В., Адоньев С.О. Регуляторы роста на картофеле // *Картофель и овощи*. - 2015. - №5. - С. 29-30.
19. Шлык Д.П., Шаповалов В.Ф., Корнев В.Б., Талызин В.В. Эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании картофеля в условиях радиоактивного загрязнения // *Плодородие*. - 2015. - №3. - С. 37-40.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1985. - 357 с.
21. *Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях*. - М.: ЦИНАО, 1985. - 22 с.

A.E. Sekirnikov, V.V. Sedov, T.I. Vaskina, V.F. Shapovalov, S.A. Belchenko  
Bryansk State Agrarian University, Sovetskaya ul. 2a, 243365 Kokino s., Russia, e-mail: bgsha @bgsha.com

The effect of organic, organic-mineral and mineral fertilizers both in separate application and in combination with pesticides and the biopreparation Gumistim on the yields and quality of potato variety Kurazh cultivated in crop rotation has been studied in the long field experiment on sod-podzolic loose sandy, radioactively contaminated soil. It has been shown that, on average, over the years of researches, the highest yields of 35.1 t/ha of potatoes was obtained using an organomineral fertilizer system (manure 40 t/ha +  $N_{75}P_{30}K_{90}$ ) in combination with pesticides and the biopreparation Gumistim. The additional yields of potato tubers from the use of pesticides was 4.8 t/ha, and from biopreparation Gumistim – 4.4 t/ha. The applied chemicals increased the marketability of potato tubers. The highest concentration of residual nitrates in potato tubers was observed with the introduction of full mineral fertilizer in a dose of  $N_{150}P_{60}K_{180}$  and  $N_{225}P_{90}K_{270}$ , both when used separately and in combination with plant protection products and the biopreparation Gumistim, but it did not exceed the LOC. The specific activity of  $^{137}\text{Cs}$  in the crop of potato tubers under the influence of the studied agrochemicals, compared with the absolute control, decreased from 2.67 to 8.0 times.

Key words: potatoes, fertilizers, biopreparation Gumistim, quality, starch, nitrates,  $^{137}\text{Cs}$ .

УДК 631.823:631.445.124:631.45:546.815

## ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ФОРМ ЦИНКА В ПОЧВЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА

А.А. Уткин<sup>1</sup>, к.с.-х.н., Н.В. Муханов<sup>1</sup>, к.т.н., А.Х. Занилов<sup>2</sup>, к.с.-х.н.,

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К. Беляева»,  
153012, г. Иваново, ул. Советская, д. 45, e-mail: aleut@inbox.ru

<sup>2</sup>ООО «Органик Эраунд», 357856, Ставропольский край, Курский район, с. Русское,  
ул. Кооперативная, д. 68б

Показано, что применение органоминерального гуминового препарата Дарина способствовало увеличению концентрации подвижного фосфора и, особенно, обменного калия, вызывало заметное увеличение доли гуминовых кислот по отношению к фульвокислотам во всех вариантах опыта. Установлено, что действие препарата приводило к увеличению массовой доли пылевидной и илистой фракций физической глины в почве, ила и почвенно-иловых смесях, сказывалось на незначительном подкислении почвы, ила и их смесей по сравнению с вариантами без использования препарата.

Применение препарата с целью инактивации цинка в донных отложениях, почве и их смесях способствовало снижению концентрации соединений водорастворимых и подвижных форм металла после каждой обработки препаратом к моменту окончания эксперимента. По сравнению с использованием гумата, полив почвы, ила и их смесей водой, приводил во всех вариантах к увеличению концентрации водорастворимых форм цинка и снижению концентрации подвижных форм металла.

Наилучшими вариантами при использовании препарата, в которых отмечалась наибольшая относительная инактивация легкодоступных водорастворимых форм цинка, были 5-й, а подвижных форм металла – 7-й.

Ключевые слова: гуминовый препарат, трансформация, цинк, почва, донные отложения, тяжёлые металлы, агрохимические свойства, инактивация.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.116.21

В большинстве случаев основным фактором, определяющим экологическую безопасность в регионе, является концентрация тяжёлых металлов в различных природных средах. Содержание тяжёлых металлов в окружающей среде в концентрациях, значительно превышающих естественный геохимический фон, приводит к снижению иммунитета населения, увеличению числа мутагенных, канцерогенных, тератогенных и других неблагоприятных эффектов у живых организмов [6].

Экспериментально подтверждено, что подвижность в почвах и доступность соединений тяжёлых металлов для растений можно регулировать, увеличивая содержание гумуса и ёмкость обмена почвенного поглощающего комплекса путём внесения органических, известковых и фосфорных удобрений, активированного угля и цеолитов, заправки сидератов, возделывания многолетних трав и др. [1, 6, 7].

Способность самих традиционных органических удобрений поглощать ионы тяжёлых металлов из почвенного раствора очень низкая даже при больших дозах внесения [4]. Она возрастает только в результате длительного биохимического превращения этих удобрений в гумусовые вещества с участием микроорганизмов и простейших животных. Применение же активированного угля и цеолитов сопряжено с большими материальными-трудовыми затратами.

В настоящее время разработка более эффективных средств и способов обогащения или обновления поглощающего комплекса почв, придание ему большей реакционной способности в отношении инактивации соединений тяжёлых металлов является весьма актуальной научно-производственной задачей. Предназначение таких средств – быстрый перевод ионов тяжёлых металлов из почвенного раствора в малорастворимые и прочносвяз-