

Научная статья

УДК 631.445.2:631.81:633.491

## ДИНАМИКА СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

<sup>1,2</sup>Александр Александрович Пашковский, <sup>2</sup>Петр Витальевич Прудников,

<sup>1</sup>Евгений Владимирович Смольский

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

<sup>2</sup>Брянский филиал ФГБУ «РосАгрохимсервис», Брянская область, Брянск, Россия

**Аннотация.** Динамику изменения содержания макро и микроэлементов дерново-подзолистой супесчаной почвы и радиологических характеристик территории при совершенствовании системы удобрения картофеля исследовали в период исследования 2020-2022 годов в условиях ООО ФХ «Пуцко» Новозыбковского района Брянской области. В результате исследований, проведённых в разных погодных и почвенных условиях, установили, что совершенствование системы удобрения картофеля по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро повышало содержание гумуса, снижало обменную кислотность, повышало содержание подвижного фосфора и калия. Применение гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия как отдельно, так и совместно с биопрепаратором Гумитон, повышало содержания бора в почве до высокого уровня. Удельная активность <sup>137</sup>Cs дерново-подзолистой супесчаной почвы по годам исследования до проведения мероприятий по применению удобрений колебалась от 601 до 1205 Бк/кг, а после - от 575 до 1120 Бк/кг и зависела главным образом от количества выпавших радиоактивных осадков в результате аварии на ЧАЭС и естественного распада радионуклидов. Средства химизации не влияют на удельную активность <sup>137</sup>Cs почвы.

**Ключевые слова:** дерново-подзолистая супесчаная почва, агрохимические показатели плодородия почвы, радиологические показатели почвы, средства химизации, биологический препарат.

**Для цитирования:** Пашковский А.А., Прудников П.В., Смольский Е.В. Динамика свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы при совершенствовании системы удобрения картофеля // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 4 (110). С. 8-15.

### Original article

## DYNAMICS OF PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL WHEN IMPROVING THE POTATO FERTILIZER SYSTEM

<sup>1,2</sup>Aleksandr A. Pashkovsky, <sup>2</sup>Pyotr V. Prudnikov, <sup>1</sup>Yevgeny V. Smol'sky

<sup>1</sup>Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

<sup>2</sup>Bryansk branch of FGBI "RosAgrokhimservice", Bryansk region, Russia

**Abstract.** The dynamics of changes in the content of macro and microelements of sod-podzolic sandy loam soil and radiological characteristics of the territory when improving the potato fertilization system were investigated during the study period of 2020-2022 in the conditions of FC Putsko LLC in the Novozybkov district of the Bryansk region. As a result of researches conducted in different weather and soil conditions, it was established that the improvement of the potato fertilization system by means of using the biological preparation Gumiton, granulated fertilizer mixture Borkalimagnesia and fertilizer mixture PhosAgro increased the humus content, reduced exchange acidity, and increased the content of mobile phosphorus and potassium. The use of granular fertilizer mixture Borcalimagnesia both separately and together with the bio-preparation Gumiton increased the boron content in the soil to a high level. The specific activity of <sup>137</sup>Cs sod-podzolic sandy loam soil by the years of research before the fertilizer application measures ranged from 601 to 1205 Bq/kg, and after - from 575 to 1120 Bq/kg and was mainly weighed by the amount of radioactive fallout as a result of the Chernobyl accident and the natural decay of radionuclides. Chemicalization means do not affect the specific activity of soil <sup>137</sup>Cs.

**Key words:** sod-podzolic sandy loam soil, agrochemical indicators of soil fertility, radiological indicators of soil, chemicalization means, biological preparation.

**For citation:** Pashkovsky A.A., Prudnikov P.V., Smolsky Ye.V. Dynamics of properties of sod-podzolic sandy loam soil when improving the potato fertilizer system// Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 4 (110): 8-15.

**Введение.** Производство клубней картофеля обуславливает постоянный вынос с урожаем макро- и микроэлементов, агротехника картофеля, поддерживающая почву в рыхлом состоянии, вли-

яет на гумификацию и минерализацию органического вещества, средства защиты растения влияют на биологические системы картофельного поля, даже климатические условия, как один из факторов почвообразования влияет на происходящие почвенные процессы [1-3]. Применяя научно обоснованные виды, дозы минерального удобрения и соотношения в нём элементов питания, известковые материалы, биологические препараты и регуляторы роста пытаются снизить негативные последствия возделывания картофеля на плодородие почв [4-6].

В условиях радиоактивного загрязнения возделывание сельскохозяйственных культур влечёт за собой накопление радионуклидов в продукции, применения средств химизации, особенно калийного удобрения и известковых материалов, ограничивает переход радионуклидов из почвы в растения, тем самым снижается биологический вынос радиоактивных веществ, также происходит перераспределения радионуклидов в почвенном профиле [7].

**Цель исследования** - выявить значение совершенствования системы удобрения при возделывании картофеля на изменение агрохимических и радиологических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы.

**Материалы и методы исследования.** Экспериментальные исследований проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве в период с 2020 по 2022 год на полях ООО ФХ «Пуцко» Новоизбковского района Брянской области.

В период исследований динамика ГТК была следующей 2020 год - влажный, 2021 год - избыточно влажный, 2022 год - засушливый.

Агрохимические свойства почв картофельного поля в зависимости от года исследования представлены в таблице 1, если говорить почвенном плодородии в целом (комплексно), то почвенные условия при возделывании картофеля в 2022 году были наилучшими. Возделывание картофеля в 2021 году обусловлено наименьшим 0,76 показатель почвенного плодородия, при этом почвы хорошо обеспечены гумусом и кислотность была нейтральной.

Таблица 1 - Средние показатели основных агрохимических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы картофельного поля

Год	pH <sub>KCl</sub> , ед.	Подвижный фосфор, мг/кг	Подвижный калий, мг/кг	Гумус, %	Показатель почвенного плодородия, ед.
2020	5,6	263	216	1,46	0,97
2021	6,6	153	34	2,34	0,76
2022	4,5	480	155	1,36	1,12

Плотность загрязнения <sup>137</sup>Cs территории проведения эксперимента изменялась в зависимости от года, картофель возделывался в условиях 2020 и 2021 году при плотности загрязнения <sup>137</sup>Cs соответственно 283,0 и 418,3 кБк/м<sup>2</sup>, данная территория относится к группе 185-555 кБк/м<sup>2</sup>, в 2022 году территория эксперимента относилась к группе 37-185 кБк/м<sup>2</sup>, плотность загрязнения <sup>137</sup>Cs - 111,0 кБк/м<sup>2</sup>.

Объект исследования - элементы системы удобрения картофеля (гранулированная удобрительная смесь Боркалимагнезия, смесь ФосАгро, Гумитон), схема опыта включал следующие варианты: 1. Контроль, N<sub>10</sub>P<sub>40</sub>K<sub>120</sub> (фон - система удобрения хозяйства); 2 N<sub>10</sub>P<sub>40</sub>K<sub>120</sub> + Гумитон (1 л/га в фазу бутонизации); 3 N<sub>10</sub>P<sub>40</sub>K<sub>120</sub> + Mg<sub>120</sub>CaO<sub>140</sub>K<sub>140</sub>B<sub>3</sub>; 4. N<sub>10</sub>P<sub>40</sub>K<sub>120</sub> + Mg<sub>120</sub>CaO<sub>140</sub>K<sub>140</sub>B<sub>3</sub> + Гумитон (1 л/га); 5. N<sub>10</sub>P<sub>40</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>40</sub>P<sub>100</sub>K<sub>150</sub>; 6. N<sub>10</sub>P<sub>40</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>40</sub>P<sub>100</sub>K<sub>150</sub> + Гумитон (1 л/га).

Фоном служила система удобрения в хозяйстве, калий хлористый - 200 кг/га ф.в. с осени; аммофос - 80 кг/га ф.в.

Эксперимент проводили в севообороте, предшественником картофеля была озимая пшеница. Возделывали картофель сорта Леди Клер, агротехника и система защиты растения типичная для региона, посадку проводили в первой декаде мая, уборку урожая проводили в последней декаде августа.

Повторность опыта трёхкратная. Расположение делянок систематическое.

Лабораторно-аналитические исследования почвенных образцов проводили в соответствии гостированными методиками в соответствующих лабораториях Брянского филиала ФГБУ «РосАгроХимслужба».

Полученные экспериментальные данные проходили статистическую обработку с использованием вариационного анализа с использованием персонального компьютера и программы Excel 7.0.

**Результаты и их обсуждение.** Исследования по влиянию совершенствования системы удобрения картофеля на динамику свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы проводили в различных климатических и почвенных условиях, которые отразились в значении средств химизации на изменения агрохимических и радиологических показателей почвенного плодородия.

В 2020 году среднее содержание гумуса по вариантам опыта - 1,66 % по опытному полю, вы-

явили среднюю изменчивость ( $V = 13\%$ ) показателя, средняя обменная кислотность - 5,6 ед., определили незначительную изменчивость показателя, среднее содержание подвижного фосфора и калия соответственно 263 и 213 мг/кг, установили значительную изменчивость показателей.

Совершенствование системы удобрения по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро в дополнение к используемой системе вело к повышению показателей среднего содержания гумуса в почве до 1,99 %, обнаружили незначительную изменчивость показателя по вариантам опыта, средней обменной кислотности до 6,1, определили незначительную изменчивость показателя, среднего содержания подвижного фосфора и калия соответственно до 458 и 329 мг/кг, установили незначительную изменчивость показателей.

Установили, что в условиях 2020 года система удобрения картофеля хозяйства и приёмы её совершенствования выравнивают агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, изменчивость показателей в сравнении со средними величинами незначительная (табл. 2).

Таблица 2 - Динамика основных агрохимических показателей почвы под действием средств химизации

Система удобрения	Гумус, %	рН <sub>КCl</sub> , ед.	Подвижный	Подвижный		
			фосфор	калий		
МГ/КГ						
2020 год исследования						
до проведения мероприятий						
$N_{10}P_{40}K_{120}$ (фон)	1,81	5,6	170	266		
Фон + $Mg_{120}CaO_{140}K_{140}B_3$	1,42	5,8	300	174		
Фон + $N_{40}P_{100}K_{150}$	1,75	5,4	320	198		
Среднее	1,66	5,6	263	213		
Коэффициент вариации, %	13	4	31	22		
после проведения мероприятий						
$N_{10}P_{40}K_{120}$	1,99	6,1	398	320		
$N_{10}P_{40}K_{120} + \Gamma^*$	2,10	6,3	493	340		
Фон + $Mg_{120}CaO_{140}K_{140}B_3$	1,84	5,8	446	301		
Фон + $Mg_{120}CaO_{140}K_{140}B_3 + \Gamma$	2,17	6,0	496	286		
Фон + $N_{40}P_{100}K_{150}$	1,92	6,1	418	369		
Фон + $N_{40}P_{100}K_{150} + \Gamma$	2,01	6,1	497	359		
Среднее	2,01	6,1	458	329		
Коэффициент вариации, %	6	3	10	10		
2021 год исследования						
до проведения мероприятий						
$N_{10}P_{40}K_{120}$ (фон)	2,16	5,1	62	133		
Фон + $Mg_{120}CaO_{140}K_{140}B_3$	2,58	5,4	94	90		
Фон + $N_{40}P_{100}K_{150}$	1,51	4,7	43	148		
Среднее	2,08	5,1	66	124		
Коэффициент вариации, %	26	7	39	24		
после проведения мероприятий						
$N_{10}P_{40}K_{120}$	2,21	5,2	63	120		
$N_{10}P_{40}K_{120} + \Gamma$	2,18	5,2	74	161		
Фон + $Mg_{120}CaO_{140}K_{140}B_3$	2,31	5,9	137	397		
Фон + $Mg_{120}CaO_{140}K_{140}B_3 + \Gamma$	2,45	5,9	105	430		
Фон + $N_{40}P_{100}K_{150}$	1,67	5,4	129	249		
Фон + $N_{40}P_{100}K_{150} + \Gamma$	1,57	5,5	117	203		
Среднее	2,07	5,5	104	260		
Коэффициент вариации, %	17	6	29	49		
2022 год исследования						
до проведения мероприятий						
$N_{10}P_{40}K_{120}$ (фон)	1,46	5,8	397	265		
Фон + $Mg_{120}CaO_{140}K_{140}B_3$	1,52	5,9	496	168		
Фон + $N_{40}P_{100}K_{150}$	1,19	6,1	506	224		
Среднее	1,39	5,9	466	219		
Коэффициент вариации, %	13	3	13	22		

## Продолжение таблицы 2

Система удобрения	Гумус, %	рН <sub>КCl</sub> , ед.	Подвижный	Подвижный		
			фосфор	калий		
мг/кг						
после проведения мероприятий						
N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>	1,66	5,6	479	202		
N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub> + Г	1,74	5,8	396	181		
Фон + Mg <sub>120</sub> CaO <sub>140</sub> K <sub>140</sub> B <sub>3</sub>	1,76	5,9	504	186		
Фон + Mg <sub>120</sub> CaO <sub>140</sub> K <sub>140</sub> B <sub>3</sub> + Г	1,86	6,0	486	176		
Фон + N <sub>40</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub>	1,49	5,9	405	227		
Фон + N <sub>40</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub> + Г	1,51	6,2	480	230		
<i>Среднее</i>	<i>1,67</i>	<i>5,9</i>	<i>458</i>	<i>200</i>		
Коэффициент вариации, %	9	3	10	12		

**Примечание:** Г - Гумитон

В 2021 году среднее содержание гумуса по вариантам опыта - 2,08 % по опытному полю, выявили значительную изменчивость показателя, средняя обменная кислотность - 5,1 ед., определили незначительную изменчивость показателя, среднее содержание подвижного фосфора и калия соответственно 66 и 124 мг/кг, установили значительную изменчивость показателей.

Совершенствование системы удобрения картофеля по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро в дополнение к используемой системе удобрения не изменяло среднее содержания гумуса - 2,07 %, обнаружили среднюю изменчивость показателя по вариантам опыта, вело к повышению показателей средней обменной кислотности до 5,5, определили незначительную изменчивость показателя, среднего содержания подвижного фосфора и калия соответственно до 104 и 260 мг/кг, установили значительную изменчивость показателей.

Установили, что в условиях 2021 года система удобрения картофеля хозяйства и приёмы её совершенствования повышают показатели агрохимических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы (табл. 2).

В 2022 году по опытному полю среднее по вариантам опыта содержание гумуса - 1,39 %, выявили среднюю изменчивость показателя, средняя обменная кислотность - 5,9 ед., определили незначительную изменчивость показателя, среднее содержание подвижного фосфора и калия соответственно 466 и 219 мг/кг, установили соответственно среднюю и значительную изменчивость показателей.

Совершенствование системы удобрения картофеля по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро в дополнение к используемой системе удобрения вело к повышению показателей среднего содержания гумуса в почве до 1,67 %, обнаружили незначительную изменчивость показателя по вариантам опыта, к снижению среднего содержания подвижного фосфора и калия соответственно до 458 и 200 мг/кг, установили среднюю изменчивость показателей, средний показатель обменной кислотности не изменился, определили незначительную изменчивость показателя.

Установили, что в условиях 2022 года система удобрения картофеля хозяйства и приёмы её совершенствования повышают среднее содержание гумуса, снижают среднее содержание подвижного фосфора и калия и оставляют неизменной обменную кислотность дерново-подзолистой супесчаной почвы (табл. 2).

При совершенствовании системы удобрения картофеля применяли высокие нормы минерального удобрения, что могла повлиять на повышение содержания подвижных форм микроэлементов в почве.

В 2021 и 2022 годах по опытным полям до проведения исследований определили низкое содержание подвижных форм меди, магния, цинка, молибдена, кобальта и среднее содержание бора (табл. 3).

Таблица 3 - Содержание подвижных форм микроэлементов в почве под действием применение средств химизации при возделывании картофеля

Система удобрения	Cu	Mn	Zn	B	Mo	Co						
	мг/кг											
2021 год исследования												
до проведения мероприятий												
N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub> (фон)	1,12	15,18	0,68	0,44	0,09	0,42						
Фон + Mg <sub>120</sub> CaO <sub>140</sub> K <sub>140</sub> B <sub>3</sub>	1,18	18,54	0,72	0,54	0,09	0,48						
Фон + N <sub>40</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub>	1,22	18,78	0,84	0,48	0,10	0,40						

## Продолжение таблицы 3

Система удобрения	Cu	Mn	Zn	B	Mo	Co
	мг/кг					
после проведения мероприятий						
N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>	1,15	14,23	0,73	0,44	0,09	0,48
N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub> + Г*	1,28	20,57	0,84	0,48	0,10	0,51
Фон + Mg <sub>120</sub> CaO <sub>140</sub> K <sub>140</sub> B <sub>3</sub>	1,06	19,53	0,68	0,73	0,09	0,46
Фон + Mg <sub>120</sub> CaO <sub>140</sub> K <sub>140</sub> B <sub>3</sub> + Г	1,23	20,57	0,69	0,75	0,09	0,56
Фон + N <sub>40</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub>	1,63	17,13	1,03	0,54	0,09	0,40
Фон + N <sub>40</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub> + Г	1,55	19,57	0,81	0,53	0,10	0,40
2022 год исследования						
до проведения мероприятий						
N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub> (фон)	1,22	28,18	1,25	0,52	0,10	0,34
Фон + Mg <sub>120</sub> CaO <sub>140</sub> K <sub>140</sub> B <sub>3</sub>	1,22	28,48	1,28	0,50	0,10	0,38
Фон + N <sub>40</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub>	1,22	29,55	1,28	0,48	0,10	0,46
после проведения мероприятий						
N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>	2,02	41,20	1,68	0,55	0,12	0,40
N <sub>10</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub> + Г	1,85	34,19	0,58	0,55	0,12	0,50
Фон + Mg <sub>120</sub> CaO <sub>140</sub> K <sub>140</sub> B <sub>3</sub>	1,84	36,24	1,48	0,76	0,12	0,42
Фон + Mg <sub>120</sub> CaO <sub>140</sub> K <sub>140</sub> B <sub>3</sub> + Г	1,68	38,45	1,05	0,78	0,11	0,54
Фон + N <sub>40</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub>	2,27	48,26	1,02	0,45	0,12	0,43
Фон + N <sub>40</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub> + Г	1,78	48,36	0,81	0,58	0,11	0,56

Примечание: Г - Гумитон

Совершенствование системы удобрения картофеля по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро в дополнение к используемой системе удобрения вело к изменению содержания подвижных форм некоторых микроэлементов. В 2021 году от применения смеси удобрения ФосАгро, как отдельно, так и совместно с биопрепаратором Гумитон повысило содержание меди до средней обеспеченности, а применение гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия как отдельно, так и совместно с биопрепаратором Гумитон повысило содержание бора до высокой обеспеченности в почве.

В 2022 году от применения гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро, как отдельно, так и совместно с биопрепаратором Гумитон повысило содержание меди, магния и молибдена до средней обеспеченности, а применение гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия как отдельно, так и совместно с биопрепаратором Гумитон повысило содержание бора до высокой обеспеченности в почве.

В различных условиях 2021 и 2022 годов система удобрения картофеля хозяйства и приёмы её совершенствования разнообразно влияли на содержание подвижных форм микроэлементов и только гранулированная удобрительная смесь Боркалимагнезия как отдельно, так и совместно с биопрепаратором Гумитон, повышал содержания бора в дерново-подзолистой супесчаной почвы до высокого уровня (табл. 3).

В условиях радиоактивного загрязнения производство ограничивается допустимым содержанием радионуклидов в продукции растениеводства, главным источником поступления радионуклидов в продукцию является почва. С течением времени происходит естественный радиоактивный распад, для <sup>137</sup>Cs он наступил через 30 лет после аварии на ЧАЭС, также происходит вертикальная и горизонтальная миграция радионуклидов и вынос их с продукцией растениеводства.

Исследования по влиянию удобрения на радиологические показатели территории при возделывании картофеля проводили в период 2020-2022 годов. В период исследований при возделывании картофеля наблюдали различия в климатических, почвенных, радиологических условиях.

В период 2020-2022 годов средний гамма-фон опытных полей до проведения опытов колебался в пределах 18-27 мкР/час, выявили незначительную изменчивость показателя вне зависимости от года исследования. Совершенствование системы удобрения картофеля по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро в дополнение к используемой системе удобрения не изменяло гамма-фон опытных полей, который колебался в пределах 20-27 мкР/час, установили незначительную изменчивость показателя (табл. 4).

В 2020 году по опытному полю среднее по вариантам опыта удельная активность <sup>137</sup>Cs дерново-подзолистой супесчаной почвы составила 1021 Бк/кг, выявили незначительную изменчивость

показателя, средняя плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории - 284 кБк/м<sup>2</sup>, определили незначительную изменчивость показателя.

Совершенствование системы удобрения по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро в дополнение к используемой системе вело к снижению средних показателей удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  почвы до 869 Бк/кг и плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории до 235 кБк/м<sup>2</sup>, что в сравнении с измерением до проведения мероприятий соответственно на 15 и 18 % меньше, обнаружили незначительную изменчивость показателей по вариантам опыта.

В 2021 году по опытному полю среднее по вариантам опыта удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  дерново-подзолистой супесчаной почвы составила 1205 Бк/кг, выявили незначительную изменчивость показателя, средняя плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории - 325 кБк/м<sup>2</sup>, определили незначительную изменчивость показателя.

Совершенствование системы удобрения картофеля по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро в дополнение к используемой системе удобрения вело к снижению средних показателей удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  почвы до 1120 Бк/кг и плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории до 302 кБк/м<sup>2</sup>, что в сравнении с измерением до проведения мероприятий соответственно на 8 и 7 % меньше, обнаружили незначительную изменчивость показателей по вариантам опыта.

Таблица 3 - Динамика основных радиологических показателей территории исследования под действием средств химизации

Система удобрения	Гамма-фон, мкР/час	Удельная активность $^{137}\text{Cs}$ почвы, Бк/кг	Плотность загрязнения $^{137}\text{Cs}$ территории, кБк/м <sup>2</sup>
2020 год исследования			
до проведения мероприятий			
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120}$ (фон)	20	1064	292
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3$	18	1015	281
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150}$	17	983	278
Среднее	18	1021	284
Коэффициент вариации, %	8	4	3
после проведения мероприятий			
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120}$	20	900	244
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120} + \Gamma^*$	23	811	218
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3$	21	893	241
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3 + \Gamma$	19	852	229
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150}$	20	847	229
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150} + \Gamma$	19	912	248
Среднее	20	869	235
Коэффициент вариации, %	7	4	5
2021 год исследования			
до проведения мероприятий			
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120}$ (фон)	28	1259	340
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3$	26	1176	318
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150}$	28	1179	317
Среднее	27	1205	325
Коэффициент вариации, %	4	4	4
после проведения мероприятий			
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120}$	29	1219	329
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120} + \Gamma$	27	1176	318
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3$	26	1065	288
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3 + \Gamma$	24	1059	286
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150}$	26	1179	318
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150} + \Gamma$	28	1019	275
Среднее	27	1120	302
Коэффициент вариации, %	7	7	7

## Продолжение таблицы 3

Система удобрения	Гамма-фон, мкР/час	Удельная активность $^{137}\text{Cs}$ почвы, Бк/кг	Плотность загрязнения $^{137}\text{Cs}$ территории, кБк/м <sup>2</sup>
2022 год исследования			
до проведения мероприятий			
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120}$ (фон)	23	543	171
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3$	23	564	168
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150}$	24	697	198
Среднее	23	601	179
Коэффициент вариации, %	2	14	9
после проведения мероприятий			
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120}$	22	634	171
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120} + \Gamma$	22	614	166
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3$	22	612	165
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3 + \Gamma$	23	589	155
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150}$	23	516	166
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150} + \Gamma$	20	483	140
Среднее	22	575	161
Коэффициент вариации, %	5	11	7

**Примечание:** Г - Гумитон

В 2022 году по опытному полю среднее по вариантам опыта удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  дерново-подзолистой супесчаной почвы составила 601 Бк/кг, выявили среднюю изменчивость показателя, средняя плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории - 179 кБк/м<sup>2</sup>, определили незначительную изменчивость показателя (табл. 4).

Совершенствование системы удобрения картофеля по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгроВ в дополнение к используемой системе удобрения вело к снижению средних показателей удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  почвы до 575 Бк/кг и плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории до 161 кБк/м<sup>2</sup>, что в сравнении с измерением до проведения мероприятий соответственно на 5 и 6 % меньше, обнаружили среднюю и незначительную изменчивость показателей по вариантам опыта.

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  дерново-подзолистой супесчаной почвы по годам исследования до проведения мероприятий по применению удобрений колебалась от 601 до 1205 Бк/кг, а после - от 575 до 1120 Бк/кг и зависела главным образом от количества выпавших радиоактивных осадков в результате аварии на ЧАЭС и естественного распада радионуклидов. Организационных, агротехнических и агрохимических мероприятий реабилитации радиоактивно загрязнённой территории в малой степени влияли на изменчивость показателя. В тоже время применение агрохимических мероприятий реабилитации создаёт барьер для перехода радионуклида из почвы в растения, тем самым мы снижаем накопление и вынос  $^{137}\text{Cs}$  с урожаем. Наши исследования установили, что средства химизации не влияют на удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  почвы, а создают условия получения продукции растениеводства с допустимым содержанием  $^{137}\text{Cs}$  (табл. 4).

**Заключение.** Совершенствование системы удобрения картофеля по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгроВ в зависимости от погодных и почвенных условий повышало содержание гумуса, снижало обменную кислотность, повышало содержание подвижного фосфора и калия. Применение гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия как отдельно, так и совместно с биопрепаратором Гумитон, повышало содержания бора в дерново-подзолистой супесчаной почве до высокого уровня.

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  дерново-подзолистой супесчаной почвы по годам исследования до проведения мероприятий по применению удобрений колебалась от 601 до 1205 Бк/кг, а после - от 575 до 1120 Бк/кг и зависела главным образом от количества выпавших радиоактивных осадков в результате аварии на ЧАЭС и естественного распада радионуклидов. Средства химизации не влияют на удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  почвы, а создают условия получения продукции растениеводства с допустимым содержанием  $^{137}\text{Cs}$ .

#### Список источников

1. Трубников Ю.Н., Крючков А.А. Продуктивность и изменение агрохимических свойств агросерых почв за длительный период их использования в Средней Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38, № 4. С. 10-16.

2. Новиков М.Н. Оценка систем удобрения в пропашном севообороте с картофелем // Агрохимия. 2022. № 12. С. 3-6.
3. Влияние предшественников и удобрений на изменение активности почвы и развитие корневой системы картофеля в короткоротационных севооборотах / А.А. Молявко, А.В. Марухленко, Н.П. Борисова и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 2. С. 22-28.
4. Иванова Ж.А. Эффективность применения биоактивированного помёта под картофель на дерново-подзолистой почве // Плодородие. 2022. № 2. С. 57-61.
5. Плодородие почвы и урожайность картофеля на основе научно обоснованной системы применения мелиорантов и удобрений / С.В. Жевора, Л.С. Федотова, Н.И. Аканова и др. // Плодородие. 2022. № 6. С. 55-59.
6. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В. Агрохимические и экологические основы адаптивного земледелия: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 228 с.
7. Динамика коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  в сельскохозяйственную продукцию после аварии на ЧАЭС: зерно, картофель и овощи / С.В. Фесенко, П.В. Прудников, Е.С. Емлютина и др. // Радиационная биология. Радиоэкология. 2023. Т. 63, № 2. С. 172-185.

#### Информация об авторах

**А.А. Пашковский** - аспирант, кафедра агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, сотрудник Брянского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба».

**П.В. Прудников** - доктор сельскохозяйственных наук, директор Брянского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба».

**Е.В. Смольский** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, sev\_84@mail.ru.

#### Information about the authors

**A.A. Pashkovsky** - Postgraduate student, Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk SAU, Employee of the Bryansk branch of the RosAgrokhimservice

**P.V. Prudnikov** - Doctor of Agricultural Sciences, Director of the Bryansk branch of the Federal State Budgetary Institution " RosAgrokhimservice ".

**Ye.V. Smol'sky** -Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk SAU, sev\_84@mail.ru.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

**Статья поступила в редакцию 26.06.2025, одобрена после рецензирования 28.07.2025, принята к публикации 30.07.2025.**

**The article was submitted 26.06.2025, approved after reviewing 28.07.2025, accepted for publication 30.07.2025.**

© Пашковский А.А., Прудников П.В., Смольский Е.В.