

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}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}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. Уткин¹, к.с.-х.н., Н.В. Муханов¹, к.т.н., А.Х. Занилов², к.с.-х.н.,

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

²ООО «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-

занные формы соединений, нетоксичные для растений и живой фазы почв. В этой связи для детоксикации загрязнённых тяжёлыми металлами почв обоснованно предлагается использовать промышленные гуминовые препараты, которые, благодаря наличию гуминовых и фульвокислот, обладают высокой ёмкостью поглощения по отношению к ионам многих металлов [2, 3].

Эффективным средством детоксикации загрязнённых тяжёлыми металлами почв могут служить гуминовые препараты торговой марки Дарина, изготовленные на основе природного, экологически безопасного сырья – озёрного ила (сапропеля).

Особое внимание к цинку вызвано высокой токсичностью его соединений для многих живых организмов. По этой характеристике он относится к 1-му классу химической опасности [6]. Например, употребление человеком в пищу растительной продукции, выращенной на почве, сильно загрязнённой цинком, приводит к нарушению деятельности иммунной системы. Следствие этого – развитие аутоиммунных заболеваний, нарушение функций печени и поджелудочной железы, расстройство работы желудочно-кишечного тракта, замедление роста костной ткани и различных онкопатологий.

Объектом исследования служил органоминеральный гуминовый препарат Дарина, которым обрабатывали загрязнённые цинком донные отложения, почву и их смеси.

Цель исследований – оценить применимость препарата Дарина для улучшения агрохимических свойств субстрата и оздоровления донных отложений, почвы и их смесей путём перевода соединений цинка в менее растворимые формы.

Основу препарата, используемого в эксперименте, представляет гумат калия (А) ТУ 2432-010-39429788. Это однородная паста тёмно-коричневого цвета со слабым специфическим запахом сапропеля. Влажность – 85 %, содержание органического вещества – не менее 60 %, плотность – 1,32-1,53 г/см³. Содержание гуминовых кислот – не менее 15 г/л, фульвокислот – не менее 6,9 г/л. Кислотность препарата – pH 6,0-7,5. Общее содержание растворимых солей, г/л: N – 0,3-0,5, P₂O₅ – 9-17, K₂O – 15-20. В препарате также содержатся Ca, Mg, Fe, Se, Ni, V, Li, Br, I в фоновых естественных концентрациях, характерных для сапропеля. Содержание подвижных форм соединений цинка (ацетатно-аммонийный буфер с pH 4,8) превышало установленный уровень ПДК (23 мг Zn/кг) в почве в среднем в 3,2 раза и было примерно в 3,0 раза меньше содержания ОДК (220 мг Zn/кг) валовых форм в почве [7].

Методика. Вегетационный опыт закладывали на юго-западной экспериментальной площадке г. Санкт-Петербурга в пластиковых сосудах размером 30×55×70 см. Схема двухфакторного опыта включала 8 вариантов в 2-кратной повторности. На основании данных по содержанию обменных форм наиболее опасных металлов, в том числе цинка, в образцах почвы было определено суммарное количество металла, предполагаемое к связыванию в почве. Оно составило для ила – 2,723 мг-экв/кг, почвогрунта – 1,338, для смеси почва : ил = 1:1 – 2,293, смеси почва : ил = 3:1 – 2,206 мг-экв/кг. Исходя из того, что Дарина за счёт карбоксильных и гидроксильных функциональных групп имеет ёмкость поглощения 800 мг-экв/100 г сухого вещества, была рассчитана необходимая доза препарата с целью связывания тяжёлых металлов (табл. 1).

1. Схема опыта

Схема опыта	Масса сухого вещества почвы, ила и их смесей, кг/сосуд	Норма внесения препарата, мл/кг	Общее количество препарата, мл/сосуд
Ил	58,4	17,0	993
Почвогрунт	55,2	8,4	464
Почва : ил = 1:1	55,2	14,3	789
Почва : ил = 3:1	55,6	13,8	767

Сосуды с нержавеющей поддонами заполняли илом, почвой и их смесями для последующего внесения препарата Дарина (07.06.2006 г.). Препарат вносили дважды с интервалом в 38 сут: 03.07.2006 г. и 09.08.2006 г. Почвенные образцы на анализ отбирали в 2006 г. трижды: 13.06., 12.07. и 22.08. – первый раз до внесения удобрения, второй раз – через 10 сут после первого внесения, третий раз – через 14 сут после второго внесения препарата.

Влажность ила, почвогрунта и их смесей в течение всего эксперимента поддерживали весовым методом в пределах 60-70 % ПВ путём полива водопроводной водой. При этом учитывали количество водного раствора препарата в общей поливной массе воды на сосуд, а также изначальную разницу в значениях влажности и влагоёмкости отложений и почвы.

Отбор почвенных проб с целью проведения агрохимических анализов проводили тростевым буром после тщательного перемешивания почвы в сосуде. Масса смешанного образца – 400-500 г/сосуд.

Анализ почвы, донных отложений и их смесей выполняли согласно принятым в агрохимической практике методикам. Обменную кислотность измеряли потенциометрически, гидролитическую кислотность – по методу Каппена, сумму обменных оснований – по Каппену-Гильковицу, содержание подвижного фосфора и обменного калия – по Кирсанову с дальнейшей фотокolorиметрией и пламенной фотометрией соответственно. Массовую долю общего углерода устанавливали по методу Тюрина, определение ёмкости поглощения почв, ила и их смесей – по методу Бобко-Аскинази-Алёшина в модификации ЦИНАО. Состав гумуса определён методом Кононовой и Бельчиковой, гранулометрический состав почвы, ила и их смесей – методом Качинского.

Определение концентрации цинка проводили в двух вытяжках: водной и с помощью ацетатно-аммонийного буфера (ААБ) с pH 4,8.

Данные, отражающие концентрации цинка в вытяжках его соединений из почвы и отложений, обрабатывали корреляционным анализом с целью установления взаимосвязи между ними.

Результаты и их обсуждение. Для приготовления почвенно-иловых смесей была использована почва со слабощелочной реакцией среды и очень низкой гидролитической кислотностью (табл. 2). Содержание общего углерода – низкое, сумма поглощённых оснований, ёмкость катионного обмена и содержание подвижного фосфора – очень высокие, содержание обменного калия – среднее, общего азота – выше среднего. По гранулометрическому составу исходную почву можно отнести к тяжелосуглинистой (табл. 3).

Сапропель имел среднещелочную реакцию среды и очень низкую гидролитическую кислотность. Содержание общего углерода было несколько выше, чем в почве, а сумма поглощённых оснований, ёмкость катион-

ного обмена и содержание общего азота находились на уровне значений этих параметров в почве. Концентрация подвижного фосфора составила 2/3 от концентрации элемента в почве, а содержание обменного калия было более чем в 3,0 раза выше, чем в почве.

Агрохимическая характеристика почвенно-иловых смесей зависела, в основном, от массовой доли её компонентов (см. табл. 2).

К концу эксперимента несколько увеличились значения рН водной и солевой вытяжек и уменьшились показания гидролитической кислотности в вариантах без препарата. По-видимому, это связано с тем, что полив проводили водопроводной водой, кислотность которой была ниже кислотности природных вод из-за присутствия в ней химически щелочных соединений.

Использование гуминового препарата увеличивало содержание подвижного фосфора и, особенно, обмен-

ного калия во всех вариантах опыта. Однако, применение препарата существенно не отражалось на увеличении обменных оснований в почве, иле и их смесях.

Использование препарата вызывало заметное увеличение доли гуминовых кислот по отношению к фульвокислотам во всех вариантах. Также действие препарата сказалось на увеличении массовой доли пылевидной и илистой фракций физической глины в почве, иле и почвенно-иловых смесях (см. табл. 2).

Гранулометрический состав ила - тяжелосуглинистый. Применение гуминового препарата Дарина во всех вариантах опыта, за исключением соотношения почва : ил = 3:1, приводило к существенному повышению дисперсности за счет увеличения массовой доли фракции физической глины. Особенно заметно это было в варианте с почвой (+6,357 %) (табл. 3).

2. Агрохимическая характеристика почвы, ила и почвенно-иловых смесей

Вариант	C _{общ.} , %	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Нг	S	ЕКО	Подвижные соединения		N, %	Сг.к./ Сф.к.
							P ₂ O ₅	K ₂ O		
							мг-экв/100 г почвы			
Отбор образцов до внесения препарата Дарина 13.06.2006 г.										
Ил	4,60	7,82	7,67	0,52	47,20	94,00	42,0	26,8	0,43	-
Почва	3,68	7,47	7,32	0,96	49,00	97,00	69,0	8,1	0,39	-
Почва : ил - 1:1	3,96	7,69	7,53	0,70	48,00	92,00	52,5	18,1	0,43	-
Почва : ил - 3:1	3,75	7,59	7,44	0,70	48,20	94,00	70,5	20,6	0,41	-
Отбор образцов после второго внесения препарата 22.08.2006 г.										
Ил + Дарина	4,60	7,67	7,52	0,52	47,40	-	51,5	36,6	-	0,7
Ил + H ₂ O	4,22	7,77	7,26	0,35	48,60	-	45,0	26,4	-	0,5
Почва + Дарина	3,90	7,48	7,27	0,52	47,60	-	87,5	13,0	-	1,6
Почва + H ₂ O	3,86	7,64	7,47	0,52	47,80	-	58,0	7,5	-	0,4
Почва : ил - 1:1 + Дарина	4,14	7,56	7,27	0,52	47,60	-	52,0	21,9	-	1,5
Почва : ил - 1:1 + H ₂ O	3,90	7,74	7,54	0,32	47,20	-	65,0	17,5	-	0,7
Почва : ил - 3:1 + Дарина	4,05	7,55	7,31	0,52	47,20	-	66,5	23,5	-	1,1
Почва : ил - 3:1 + H ₂ O	4,14	7,70	7,52	0,35	48,20	-	67,5	21,2	-	0,6

3. Гранулометрический состав почвы, ила и их смесей

Вариант	Количество фракций, % к сухой массе						Σ фракций, % к сухой массе		
	1-0,25 мм	0,25-0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,005 мм	0,005-0,001 мм	< 0,001 мм	> 0,01 мм	< 0,01 мм	
Почва + Н ₂ O	19,781	8,298	25,417	21,417	13,583	11,504	53,496	46,504	
Почва + Дарина	11,496	10,171	25,472	21,111	18,528	13,222	47,139	52,861	
Ил + Н ₂ O	12,273	14,315	28,872	18,574	15,926	10,040	55,460	44,540	
Ил + Дарина	11,818	13,988	26,778	19,750	17,722	9,944	52,584	47,416	
Почва : ил - 1:1 + Н ₂ O	16,355	8,729	24,861	20,389	18,444	11,222	49,945	50,055	
Почва : ил - 1:1 + Дарина	12,638	6,362	26,111	21,556	19,222	14,111	45,111	54,889	
Почва : ил - 3:1 + Н ₂ O	10,818	3,016	30,333	29,166	17,667	9,000	44,167	55,833	
Почва : ил - 3:1 + Дарина	16,232	3,160	30,806	24,361	17,219	8,222	50,198	49,802	

В рамках второго отбора проб из почвы, ила и их смесей, гуминовый препарат, за исключением 7-го варианта, приводил к заметному снижению концентрации водорастворимых соединений цинка в 1-, 3- и 5-м вариантах опыта (табл. 4). С течением времени, в рамках третьего отбора проб инактивирующая способность

препарата по отношению к наиболее легкоподвижным соединениям металла несколько снижалась и его инактивирующая способность к металлу отмечалась только в вариантах 3 и 5.

В пробах почвы, ила и их смесей второго отбора на фоне применения Дарины, за исключением 3-го вари-

анта, отмечено снижение концентрации подвижных соединений металла по сравнению с начальной его концентрацией (1-й отбор).

После второго внесения препарата концентрация подвижных соединений металла снижалась. Наибольшее снижение концентрации водорастворимых и подвижных комплексов с цинком под действием гуминового препарата по сравнению с исходными значениями концентраций отмечалось в вариантах 5 (на 55,5 %) и 7 (на 24,5 %).

По сравнению с использованием препарата полив почвы, ила и их смесей водой к третьему отбору проб приводил во всех вариантах к увеличению концентрации водорастворимых форм цинка и снижению концентрации подвижных форм соединений металла. Факт увеличения концентрации водорастворимых форм металла связан предположительно с привнесением цинка с водопроводной водой при поливе сосудов, так как, по результатам анализов ФГБУН Санкт-Петербургский НИЦЭБ РАН, водопроводная вода во всех районах Санкт-Петербурга содержит от 20 до 400 мг Zn/л.

Установлено, что интенсивность и характер инактивации соединений цинка в почве в значительной степени определяются количественным и качественным составом органического вещества почвы или субстрата, типом гранулометрического состава и уровнем реакции почвенной среды [5, 8].

Из всех компонентов почвы, гумус наиболее сильно удерживает тяжёлые металлы. При взаимодействии с гуминовым препаратом ионы цинка, по-видимому, образуют гуматы и фульваты цинка. На катионы Zn (II) при $pH_{\text{пол.}} \approx 7,0$ замещаются в основном водородные атомы карбоксильных групп, фенольные гидроксилы в этих условиях среды в обменную реакцию с цинком вступают неполностью [5]. Известно, что металлы по убывающей устойчивости их комплексов с хелатирующими веществами располагаются в следующий ряд (ряд Миллера и Мели): Cu, Ni, Co = Zn, Cd, Fe, Mn, Mg. Хелатообразователи дают менее прочные комплексы с металлами, расположенными в конце ряда. В этой связи комплексные соединения цинка с гумусовыми кислотами недостаточно прочны. Поэтому обменные формы его легче извлекаются ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8, из-за чего получаются несколько завышенные как в относительном, так и в абсолютном выражении количества подвижных форм цинка по сравнению с аналогичными вариантами без использования препарата (табл. 4).

На фоне выраженного увеличения высокодисперсности гранулометрического состава почвы, ила и их смесей под действием гумата не отмечалось заметной инактивации как водорастворимых, так и подвижных форм цинка (табл. 3, 4).

Использование препарата Дарина не оказывало существенного влияния на изменение реакции кислотно-основной среды в опыте (см. табл. 2). Значения кислотности ($pH_{\text{пол.}}$) слабо различались между всеми вариантами опыта. В результате, роль этого фактора, во влиянии на трансформацию и инактивацию форм цинка в почве, иле и их смесях, вероятно, не являлась определяющей.

Известно, что между различными формами соединений любого химического элемента в почве существует

определенное динамическое равновесие, которое может изменяться под воздействием различных факторов.

4. Концентрации водорастворимых и подвижных соединений цинка, мг/кг

Вариант	1-й отбор проб		2-й отбор проб		3-й отбор проб	
	Водная вытяжка	ААБ с pH 4,8	Водная вытяжка	ААБ с pH 4,8	Водная вытяжка	ААБ с pH 4,8
1. Ил* + Дарина**	0,40	161	0,33	136	0,68	192
2. Ил* + H ₂ O**	0,55	171	0,38	163	0,68	163
3. Почва* + Дарина**	0,30	73,4	0,16	88,0	0,16	58,3
4. Почва* + H ₂ O**	0,30	78,9	0,51	58,5	0,33	61,1
5. Почва : ил - 1:1* Дарина**	0,45	122	0,27	101,0	0,20	157
6. Почва : ил - 1:1* H ₂ O**	0,30	119	0,22	98,5	0,46	94,4
7. Почва : ил - 3:1* Дарина**	0,25	95,3	0,33	82,7	0,46	71,9
8. Почва : ил - 3:1* H ₂ O**	0,35	76,2	0,16	91,9	0,42	54,2

*1-й отбор проб; **2 и 3-й отборы проб.

В нашем опыте было решено установить взаимовлияние и трансформацию водорастворимых и подвижных соединений цинка в почве и отложениях под действием гуминового препарата.

Изменение содержания водорастворимых соединений металла в иле (1-й вариант) и почво-иловой смеси (7-й вариант) сильно зависело от подвижных форм токсиканта: $r = 0,96$ и $r = -0,98$ соответственно.

В 3- и 5-м вариантах отмечалась слабой и средней степени взаимосвязь изменения концентрации водорастворимого цинка от концентрации подвижных форм соединений металла: $r = 0,01$ и $r = -0,41$ соответственно.

На фоне полива почвы и почвенно-иловой смеси – 1:3 в условиях 4- и 8-го вариантов между концентрациями двух форм отмечались следующие высокие взаимосвязи: $r = -0,70$, $r = -0,94$ соответственно. При поливе ила и почвенно-иловой смеси – 1:1 (2 и 6-й варианты) прослеживались следующие взаимосвязи: $r = 0,08$ и $r = -0,34$ соответственно.

Заключение. По результатам вегетационного опыта наилучшими вариантами при использовании препарата Дарина, в которых отмечалась наибольшая относительная инактивация легкодоступных водорастворимых форм цинка, был 5-й, а подвижных форм металла – 7-й.

Литература

1. Кабата-Пендиас, А., Пендиас, Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
2. Карпунин, А.И. Комплексные соединения гумусовых кислот с тяжёлыми металлами / А.И. Карпунин // Почвоведение. – 1998. – №7. – С. 840-847.
3. Кокотов, Ю.А. Иониты и ионный обмен. – Л.: Химия, 1980. – 152 с.
4. Лиштван, И.Н., Круглицкий, И.Н., Третинник, В.Ю. Физико-химическая механика гуминовых веществ / И.И. Лиштван и др. АН БССР, Ин-т торфа, АН УССР, Ин-т коллоидной химии и химии воды. – Минск: Наука и техника, 1976. – 263 с.
5. Орлов, Д.С. Химия почв: Учебник / Под ред. Д.С. Орлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 399 с.
6. Тяжёлые металлы в системе почва - растения - удобрения / Под ред. М.М. Овчаренко. – М.: Пролетарский светоч, 1997. – 290 с.
7. Черных, Н.А., Овчаренко, М.М. Тяжёлые металлы и радионуклиды в биогеоценозах. Уч. пособие. – М.: Агроконсалт, 2002. – 200 с.
8. Шильников, И.А., Лебедева, Л.А., Лебедев, С.Н. и др. Факторы, влияющие на поступление тяжёлых металлов в растения / И.А. Шильников и др. // Агрохимия. – 1994. – №10. – С. 94-101.

A.A. Utkin¹, N.V. Mukhanov¹, A.Kh. Zanirov²

¹Ivanovo State Agricultural Academy named after D.K. Belyaev, Sovetskaya ul. 45, 153012 Ivanovo, Russia, e-mail: aleut@inbox.ru;

²Organic Around, Kooperativnaya ul. 68b, 357856 Russkoe s., Russia

The use of the humic preparation "Darina" contributed to an increase in the concentration of mobile phosphorus and, especially, exchange potassium, and caused a noticeable increase in the proportion of humic acids relative to fulvic acids in all variants of the experiment. The effect of the drug led to an increase in the mass fraction of powdery and silty fractions of physical clay in the soil, silt and soil-silt mixtures. The drug also caused a slight acidification of the soil, silt and their mixtures, compared with the options without the use of the drug.

The use of the drug for the purpose of zinc inactivation in bottom sediments, soil and their mixtures led to a decrease in the concentration of water-soluble compounds and mobile forms of the metal after each treatment with the drug by the end of the experiment. In comparison with the use of humate, watering the soil, silt and their mixtures with water, in all variants led to an increase in the concentration of water-soluble forms of zinc and a decrease in the concentration of mobile forms of this metal.

The best variants when using the drug, in which the greatest relative inactivation of readily available water-soluble forms of zinc was observed, were variant 5, and mobile forms of metal – variant 7.

Key words: humic preparation, transformation, zinc, soil, sediments, heavy metals, agrochemical properties, inactivation.

УДК: 631.43

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

А.Г. Прудникова, д.с.-х.н., А.Д. Прудников, д.с.-х.н., ФГБОУ «Смоленская ГСХА»

г. Смоленск, ул. Большая Советская, д. 10/2, 214000

e-mail: prudnikov_47@mail.ru

В земледелии воспроизводство агрофизических показателей плодородия почв возможно путем экологизации земледельческих технологий: внедрение севооборотов с многолетними бобовыми травами, природофильная механическая обработка, внесение органических удобрений, возделывание промежуточных культур.

Ключевые слова: севооборот, природофильная обработка, критерий техногенной нагрузки (КТН), агрофизические свойства.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.116.22

Цели исследований – установить зависимость агрофизических свойств дерново-подзолистых почв, в том числе сопротивления почвы размыву, от видов и доз удобрений, показать изменения агрофизических свойств агроценозов от техногенной нагрузки, определить критерий техногенной нагрузки для дерново-подзолистой почвы.

Методика. Исследования агрофизических свойств дерново-подзолистых почв проведены в длительных стационарных опытах МСХА и ДАОС (1972-1976 гг.) в различных севооборотах в учебных хозяйствах Смоленской ГСХА Коробово и Смоленское, а также в производственных посевах хозяйств Смоленской области (1980-2015 гг.), по методике А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной [1]. Статистическую обработку экспериментальных данных и выявление зависимостей между изучаемыми факторами проводили по программе Stadia, а урожайных данных – по методике Б.А. Доспехова [2].

Результаты и их обсуждение. Переход к органическому сельскому хозяйству предусматривает, прежде всего, реконструкцию и перевод на органическую основу такой важной отрасли АПК как земледелие с ее неотъемлемой частью – плодородием почвы.

Агрофизические свойства почвы обуславливают: скорость протекания биогеохимических циклов, активность почвенной биоты, процессы трансформации веществ и энергии в агроценозах, характер развития кор-

невых систем растений, доступность и степень использования элементов питания, формирование подземной и надземной фитомассы и величину урожая [3-5]. Кроме того, велика роль агрофизических свойств, как фактора устойчивости почв и агроценозов, в природных и антропогенных воздействиях [6]. Использование почвы как средства производства приводит к негативным последствиям – дегумификации, переуплотнению, агрофизической деградации, что вызывает необходимость экологизации технологий воспроизводства агрофизических свойств и научного их обоснования.

Экологическая сущность агрофизических свойств обусловлена продукционным процессом и количеством растительных остатков, попадающих в почву. Количество растительных остатков и содержание органического вещества определяют состояние агрофизических свойств на 96% [7].

Определяющим фактором воспроизводства агрофизических показателей плодородия дерново-подзолистых почв являются удобрения. Они влияют на биохимические и биологические процессы, трансформацию органического вещества и, вследствие этого, на агрофизические свойства почвы. Важный фактор оптимизации агрофизических свойств – увеличение активных центров органической и органоминеральной матрицы почвы [4, 5] путем внесения удобрений и поддержания бездефицитного баланса гумуса, что достигается