

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ФТОРОМ В СИСТЕМЕ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗЕМЛИ – РАСТЕНИЯ – МОЛОКО» В ЗОНЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЛИЯНИЯ КРАСНОЯРСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА (ОАО «РУСАЛ КРАСНОЯРСК»)

D.O. Zhbanchikov

ASSESSMENT OF FLUORIDE CONTAMINATION IN THE SYSTEM "AGRICULTURAL LAND – PLANTS – MILK" IN THE ZONE OF INDUSTRIAL INFLUENCE OF KRASNOYARSK ALUMINUM PLANT (JSC "RUSAL KRASNOYARSK")

Жбанчиков Д.О. – асп. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: kgay90@mail.ru

Zhbanchikov D.O. – Post-Graduate Student, Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: kgay90@mail.ru

Выбросы алюминиевой промышленности являются источником загрязнения окружающей среды, в том числе и земель сельскохозяйственного назначения. Красноярский алюминиевый завод (ОАО «РУСАЛ Красноярск») является «гигантом» алюминиевой промышленности, основным компонентом выбросов которого является фтор и его соединения. Фтор (Fluorim) – химический элемент 7-й группы периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Фтор относится к галогенам, атомный вес – 18,9984. В свободном состоянии при нормальных условиях он представляет собой двухатомный газ – F₂. Все галогены в свободном состоянии – окислители, самый сильный из них фтор. Согласно ГОСТ 17.4.1.02-83, фтор относится к первому классу опасности. Актуальность исследования заключается в экологической оценке состояния сельскохозяйственных земель, прилегающих к территории «ОАО РУСАЛ Красноярск». Эти земли являются объектами сельскохозяйственного использования для возделывания овощных и пропашных культур и территорией пастбы крупного рогатого скота. Имеет место накопление водорастворимого фтора на загрязненных территориях и его отрицательное влияние на окружающую среду. Степень загрязнения сельскохозяйственных земель фтором преимущественно зависит от расстояния между источником загрязнения и реперными участками, а именно

размещением реперных участков относительно розы ветров; гранулометрического состава и степени гумусированности почв. Необходим дифференцированный подход при выращивании корнеплодов (свеклы и моркови) и травяных культур (костреца безостого и разнотравья (зеленая масса, сено)). В пробах сырого молока коров, пасущихся на территории с высоким и средним уровнем загрязнения фтора, наблюдается превышение ПДК в 1,6–2,3 раза, употребление такого молока недопустимо.

Ключевые слова: сельскохозяйственные земли, растения, молоко (сырое), фтор, агроэкологический мониторинг, Красноярский алюминиевый завод.

Emissions from aluminum industry are a source of environmental pollution, including agricultural lands. Krasnoyarsk aluminum plant (JSC "RUSAL Krasnoyarsk") is a "giant" of aluminum industry, the main component of which is the emission of fluorine and its compounds. Fluoride (Fluorim) is chemical element of group 7 of Mendeleev periodic system of elements. Fluorine belongs to Halogens, the atomic weight is 18.9984. In a free state under normal conditions it is a diatomic gas, F₂. All the Halogens in free state are oxidants, the most powerful of them is fluoride. According to State Standard 17.4.1.02-83 fluorine belongs to the first class of danger. The relevance of the study lies in the environmental assessment of agricultural lands

adjacent to the territory of "RUSAL Krasnoyarsk". These lands are objects of agricultural use for cultivation of vegetables and row crops and the area of grazing cattle. The accumulation of water-soluble fluoride in the contaminated territories has its negative impact on the environment. The degree of contamination of agricultural lands with fluoride primarily depends on the distance between the source of contamination and reference areas, namely the location of the reference sites in relation to the wind rose; granulometric composition and degree of humus content of soils. A differentiated approach in the cultivation of root crops (beet and carrot) and herbal crops: awnless brome, and forbs (green mass, hay). In the samples of raw milk of cows grazing in the areas with moderate to high contamination of fluoride, there is the excess of MPC in 1.6–2.3 times and the consumption of such milk is not acceptable.

Keywords: *agricultural lands, plants, milk (raw), fluorine, agroecological monitoring, Krasnoyarsk aluminum plant.*

Введение. Город Красноярск и прилегающие к нему земли сельскохозяйственного использования находятся в зоне влияния производственной деятельности Красноярского алюминиевого завода (ОАО «РУСАЛ Красноярск»), серьезно влияющей на состояние окружающей экосистемы [1–8]. Актуальность исследования заключается в экологической оценке состояния сельскохозяйственных земель, прилегающих к территории источника загрязнения [1, 4–6]. Эти почвы являются объектами сельскохозяйственного использования для возделывания овощных и пропашных культур [3, 4] и территорией пастбы и заготовления сена для крупного рогатого скота, содержится в молоке (сыром) [2, 7, 8]. Имеет место накопление водорастворимого фтора на загрязненных территориях и его отрицательное влияние на окружающую среду.

Цель исследования: экологический мониторинг загрязнения фтором в системе «сельскохозяйственные земли (гумусовый горизонт почв и почвенная толща) – растения (зеленая трава, сено, корнеплоды) – молоко (сырое)» под влиянием промышленных выбросов «ОАО РУСАЛ Красноярск»; поиск путей рационального использования загрязненных сельскохозяйственных земель.

Объекты и методы исследования. Загрязненная фтором территория представляет собой эллипс, вытянутый от источника загрязнения – Красноярского алюминиевого завода (ОАО «РУСАЛ Красноярск») – в северо-восточном направлении по розе ветров до 30 км. Общая площадь загрязнения составляет 39,8 тыс. га.

Объектами исследования являются сельскохозяйственные земли в зоне промышленного загрязнения фтором, а именно гумусовый горизонт почвы (чернозем обыкновенный, пахотный); растения – кострец безостый, разнотравье (зеленая трава, сено); корнеплоды (свекла Бордо, морковь Нанская) и продукция животноводства – молоко (сырое).

Объектами почвенных исследований является сеть мониторинга почв, состоящая из 9 реперных (стационарных) участков (РУ) [5, 6]. Исследования проводились в пахотном слое почв и почвенной толще (глубиной 1 м). Размещение точек позволило охватить все разнообразие уровней загрязнения, от фонового (менее 5 мг фтора на 1 кг почвы, равное 0,5 ПДК) до очень высокого (более 50 мг фтора на 1 кг почвы, равное и более 5 ПДК). Расстояние намеченных точек от источника загрязнения – от 2 до 30 км.

Основным методом исследования является экологический мониторинг, в том числе агроэкологический мониторинг, направленный на изучение основных компонентов экосистемы (сельскохозяйственные земли – растения – продукция животноводства (молоко)).

Для определения содержания фтора в растениях взяты сопряженные пары образцов (почва – растение) на РУ с разным уровнем загрязнения почвенного пахотного слоя. Пробы кормов отбирались по ГОСТ 27262-87. Пробы молока отбирали трижды в месяц (в период с июня по сентябрь) по общепринятой методике – ГОСТ 1369-88. Отбор проб молока производился от коров частных хозяйств, расположенных на разных расстояниях от источника загрязнения.

Содержание водорастворимого фтора в почве в 2009–2011 гг. определялось аккредитованными лабораториями ГСАС «Солянская», а в 2012 г. – Красноярским отделом Сибирского ЦПАТИ. Содержание фтора в растениях и молоке – на базе аккредитованной лаборатории ЦАНИЛ Красноярского ГАУ. Комплексные лабораторные исследования проведены в Иннова-

ционной лаборатории «Экологический мониторинг сельскохозяйственных и лесных культур» в Институте агроэкологических технологий при ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Результаты исследования и их обсуждение. Загрязнение почвы фтором представляет опасность для окружающей среды. Установлено, что разные виды растений неодинаково реагируют на фтор. Фоновое содержание водорастворимого фтора в почве, равное ПДК, по данным Е.И. Волошина, составляет 5 мг/кг, что соответствует данным РУ-15 – контроль.

Величина накопления водорастворимого фтора в почве под влиянием промышленного загрязнения зависит от количества фторидов в атмосфере, географического положения реперных участков (РУ), удаленности от предприятия – источника загрязнения (ИЗ) и других факторов. На расстоянии от 3 до 4 км на северо-восток наблюдается зона высокого влияния ИЗ. В пахотном слое чернозема обыкновенного содержание водорастворимого фтора составляет 67,7–74,8 мг/кг. Такое же высокое содержание водорастворимого фтора отмечается в верхнем

слое пойменной почвы на расстоянии 1,3 км в восточном направлении (74,6 мг/кг). В 4 км западнее ИЗ в пахотном слое чернозема обыкновенного содержание водорастворимого фтора составляет 53,5 мг/кг, которое, являясь также высоким, ниже на 14,2 мг/кг, чем на РУ северо-восточного направления.

На расстоянии 9 км северо-восточнее ИЗ в пахотном слое чернозема обыкновенного количество водорастворимого фтора составляет 21,1–22,8 мг/кг, т. е. существенно снижается. В верхнем слое пойменных почв в 10 км юго-восточнее ИЗ содержание водорастворимого фтора составляет 7,8 мг/кг, а в 18 км восточнее ИЗ – 9,1 мг/кг. И даже этот показатель превышает контроль более чем в четыре раза.

Уровень загрязнения пахотного слоя почв также определяется сезонностью (табл. 1). Наибольшее содержание фтора отмечается в весеннее время за счет того, что при таянии снега весной фтор поступает в почву. К осени содержание фтора уменьшается из-за вымывания его летними дождевыми водами в нижележащие горизонты почвы.

Таблица 1

Содержание водорастворимого фтора в пахотном слое чернозема обыкновенного в зависимости от сезонности, мг/кг

Номер РУ	Год	Весна	Осень
РУ-16 (3 км на северо-восток)	2012	74,8	41,2
	2013	59,4	39,0
	2014	47,2	40,4
РУ-24 (4 км на северо-восток)	2012	67,7	42,5
	2013	63,9	43,9
	2014	56,4	45,2
РУ-14 (9 км на северо-восток)	2012	22,8	17,6
	2013	16,2	12,3
	2014	10,9	7,4
РУ-22 (24 км на северо-восток)	2012	8,7	5,3
	2013	7,4	5,1
	2014	5,2	4,9
РУ-15 (контроль) (30 км на север)	2012	4,4	4,8
	2013	3,2	3,4
	2014	1,9	2,1

Весенне-осенняя закономерность распределения водорастворимого фтора в почвенном пахотном слое колеблется также в зависимости

от переувлажненных и засушливых периодов лета.

Результаты содержания водорастворимого фтора в пахотном горизонте почв позволяют

наметить зоны с разным уровнем загрязнения: очень высокий уровень (50 мг/кг =10 ПДК) – наблюдается на расстоянии до 4 км от источника загрязнения; высокий уровень (2,5–5,0 ПДК) – на расстоянии 4–8 км; средний (1,5–2,5) – 8–15 км; низкий (1,0–1,5 ПДК) – 15–18 км и допустимый (0,5–1,0 ПДК) – 18–25 км. Фоновое содержание (< 0,5 ПДК) – более 30 км.

Растения, в том числе и сельскохозяйственные, в вегетативных органах способны накапли-

вать фтор, содержание которого зависит от загрязнения почвы. Анализ сопряженных пар образцов: почва – кострец (зеленая масса, сено); почва – разнотравье (зеленая масса, сено); корнеплоды: почва – морковь; почва – свекла позволил определить возможность использования продукции, выращенной в зоне промышленного влияния (табл. 2).

Таблица 2

Содержание фтора в некоторых растениях в зоне производственной деятельности, мг/кг

Номер РУ, уровень загрязнения почвы	Год исследования	Сельскохозяйственные культуры			ПДК, мг/кг	
		Вид растения	Зеленая масса	Сено		Корнеплоды
РУ-16, очень высокий	2012	Кострец безостый	23,1	36,2	-	2,5
	2013		23,5	36,4	-	
	2014		21,9	34,6	-	
	2012	Морковь	-	-	2,5	
	2013		-	-	2,3	
	2014		-	-	1,9	
	2012	Свекла	-	-	5,9	
	2013		-	-	5,1	
2014	-		-	5,1		
РУ-14, высокий	2012	Кострец безостый	19,2	26,5	-	2,5
	2013		20,6	27,4	-	
	2014		19,0	26,7	-	
	2012	Морковь	-	-	1,0	
	2013		-	-	0,9	
	2014		-	-	0,7	
	2012	Свекла	-	-	4,2	
	2013		-	-	3,3	
2014	-		-	3,0		
РУ-22, средний	2012	Кострец безостый	6,7	5,5	-	2,5
	2013		5,9	6,2	-	
	2014		5,4	6,0	-	
	2012	Морковь	-	-	0,9	
	2013		-	-	0,8	
	2014		-	-	0,5	
	2012	Свекла	-	-	3,5	
	2013		-	-	3,3	
2014	-		-	2,4		
РУ-15, допусти- мый	2012	Кострец безостый	2,5	2,9	-	2,5
	2013		1,9	2,4	-	
	2014		1,8	2,3	-	
	2012	Морковь	-	-	0,3	
	2013		-	-	0,2	
	2014		-	-	0,2	
	2012	Свекла	-	-	2,6	
	2013		-	-	2,4	
2014	-		-	2,5		

Анализ таблицы 2 показал, что при уровнях загрязнения «очень высокий», «высокий» содержание фтора в зеленой массе костреца составляет 9 ПДК, а в сене – 14 ПДК. При среднем уровне загрязнения содержания фтора в зеленой массе костреца составляет 3 ПДК, а в сене – 1,8 ПДК. Прослеживается тенденция увеличения содержания фтора в сене костреца. Использование костреца (зеленая масса и сено) с участков с очень высоким и высоким содержанием фтора в почве для скармливания животным недопустимо, даже при условии разбавления безопасной продукцией. При среднем уровне загрязнения (20 км до источника загрязнения) возможно использование сена костреца при таком уровне загрязнения почв, но желательно разбавлять его безопасной продукцией.

В свекле (корнеплодах) при уровнях загрязнения «очень высокий», «высокий» содержание фтора составляет 2–1,5 ПДК. В 2012 и 2013 гг. при среднем уровне загрязнения определяется 1,4–1,3 ПДК, а в 2012 г. – 0,6 ПДК даже в допустимом уровне загрязнения. Употребление корнеплодов свеклы возможно при определенной технологии переработки сырья. Морковь не накапливает в корнеплодах фтор, даже при очень высоком уровне загрязнения пахотного слоя почв в весеннее время. Употребление корнеплодов моркови допустимо даже при выращивании близко к источнику загрязнения.

Результаты исследования содержания фтора в молоке (сыром) коров, пасущихся на пастбищах, расположенных на территории с разным уровнем загрязнения, представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Содержание фтора в молоке коров частных хозяйств
в зоне производственной деятельности, мг/л**

Населенный пункт; уровень загрязнения	Месяц	Молоко сырое			
		Номер пробы			Среднее
		1	2	3	
с. Сухобузимское (контроль) (40 км от ИЗ)	Июнь	0,39	0,42	0,35	0,38
	Июль	0,41	0,35	0,33	0,36
	Август	0,46	0,41	0,37	0,41
д. Кубеково; высокий (6 км от ИЗ)	Июнь	1,79	1,84	1,91	1,84
	Июль	1,73	1,74	1,86	1,77
	Август	1,81	1,79	1,88	1,82
д. Ермолаево; высокий (8 км от ИЗ)	Июнь	1,76	1,64	1,65	1,68
	Июль	1,65	1,56	1,59	1,60
	Август	1,71	1,69	1,63	1,67
д. Худогово; средний (14 км от ИЗ)	Июнь	1,39	1,35	1,41	1,38
	Июль	1,32	1,24	1,39	1,31
	Август	1,46	1,31	1,36	1,37
д. Серебряково; средний (18 км от ИЗ)	Июнь	1,32	1,28	1,27	1,29
	Июль	1,29	1,22	1,25	1,25
	Август	1,35	1,32	1,29	1,32
д. Частоостровское; средний (22 км от ИЗ)	Июнь	1,64	1,56	1,59	1,59
	Июль	1,59	1,47	1,54	1,53
	август	1,57	1,48	1,56	1,53
ПДК	0,75				

Примечание. Уровень достоверности по отношению к контролю > 0,05.

В пробах молока (сырого) коров, пасущихся на территории с высоким и средним уровнем загрязнения почвы фтором (5–25 км от ИЗ), на-

блюдается превышение ПДК в 1,6–2,3 раза. Превышение ПДК почти в 2 раза в молоке (сыром) коров, пасущихся на пастбищах д. Частоо-

стровское (22 км от ИЗ), говорит о том, что легкие соединения фтора оседают из атмосферы на значительном расстоянии, а они лучше усваиваются растениями. Молоко (сырое) необходимо пастеризовать. Для получения безопасной продукции (молока сырого) необходимо ограничить сельскохозяйственное использование земель под пастбища и сенокосы на расстояние до 30 км от источника загрязнения ОАО «РУСАЛ Красноярск» по направлению господствующих ветров.

Выводы. В пахотном горизонте почв исследуемой территории возможно определить зоны с разным уровнем загрязнения: очень высокий – (50 мг/кг = 10 ПДК) – наблюдается на расстоянии до 4 км от источника загрязнения; высокий – (2,5–5,0 ПДК) – на расстоянии 4–8 км; средний – (1,5–2,5) – 8–15 км; низкий – (1,0–1,5 ПДК) – 15–18 км и допустимый – (0,5–1,0 ПДК) – 18–25 км. Фоновое содержание (< 0,5 ПДК) – более 30 км.

При среднем уровне загрязнения почв возможно использование сена костреца, но желательно разбавлять его безопасной продукцией. В свекле (корнеплодах) при всех уровнях загрязнения наблюдается превышение ПДК, что потребует использование определенной технологии переработки сырья. Морковь не накапливает в корнеплодах фтор, и ее использование допустимо даже при выращивании близко к источнику загрязнения.

Наблюдается связь между содержанием фтора в почве, растениях, в том числе сельскохозяйственных, и в продукции животноводства – молоке (сыром).

За период исследования в 2012–2014 гг. наблюдается тенденция уменьшения содержания фтора как в пахотном слое почв, так и в сельскохозяйственных культурах из-за совершенствования технологии производственного процесса ОАО «РУСАЛ Красноярск».

Литература

1. Демиденко Г.А., Жбанчиков Д.О. Влияние водорастворимого фтора на загрязнение почв в зоне промышленных выбросов алюминиевого завода // Вестн. КрасГАУ. – 2014. – № 5. – С. 116–120.
2. Демиденко Г.А., Миронов А.Г., Жбанчиков Д.О. Влияние промышленного загрязнения фто-

- ром на систему «почва-корма-молоко» // Молочнохозяйственный вестн. – 2016. – № 2(22). – С. 16–25.
3. Демиденко Г.А., Жбанчиков Д.О., Миронов А.Г. Загрязнение фтором сельскохозяйственных земель и растений в зоне влияния производственной деятельности алюминиевого завода // В мире научных открытий. – 2016. – № 2 (74). – С. 148–158.
4. Жбанчиков Д.О., Демиденко Г.А. Влияние водорастворимого фтора на загрязнение почв и растений в зоне промышленных выбросов ОАО «РУСАЛ Красноярск» // Инновационные тенденции развития Российской науки: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Красноярск, 2015. – С. 20–22.
5. Крупкин П.И. Пути рационального использования почв, загрязненных фтором // Агрохимия. – 2005. – № 3. – С. 78–87.
6. Крупкин П.И., Косицина А.А. К вопросу загрязнения фтором почв пригородной зоны г. Красноярска // Вестн. КрасГАУ. – 2006. – № 10. – С. 162–169.
7. Коломейцев А.В., Тарарина Л.И. Биологическая ценность продуктов питания, полученных в зоне промышленного загрязнения // Пища. Экология. Человек: тез. докл. V Междунар. конф. – М., 2003. – С. 123.
8. Коломейцев А.В., Тарарина Л.И. Влияние повышенного поступления фтора на физиологическое состояние организма животных // Вестн. КрасГАУ. – 2003. – № 3. – С. 366–369.

Literatura

1. Demidenko G.A., Zhbanchikov D.O. Vlijanie vodorastvorimogo fтора na zagraznenie pochv v zone promyshlennyh vybrosov aljuminievogo zavoda // Vestn. KrasGAU. – 2014. – № 5. – S. 116–120.
2. Demidenko G.A., Mironov A.G., Zhbanchikov D.O. Vlijanie promyshlennogo zagraznenija fтором na sistemu «pochva-korma-moloko» // Molochnohozjajstvennyj vestn. – 2016. – № 2 (22). – S. 16–25.
3. Demidenko G.A., Zhbanchikov D.O., Mironov A.G. Zagraznenie fтором sel'skhozjajstvennyh zemel' i rastenij v zone vlijanija

- prizvodstvennojdejatel'nosti aljuminievogo zavoda // V mire nauchnyh otkrytij. – 2016. – № 2 (74). – S. 148–158.
4. Zhbanchikov D.O., Demidenko G.A. Vlijanie vodorastvorimogo ftora na zagriznenie pochv i rastenij v zone promyshlennyh vybrosov OAO «RUSAL Krasnojarsk» // Innovacionnye tendencii razvitija Rossijskoj nauki: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh. – Krasnojarsk, 2015. – S. 20–22.
 5. Krupkin P.I. Puti racional'nogo ispol'zovanija pochv, zagriznennyh ftorom // Agrohimiya. – 2005. – № 3. – S. 78–87.
 6. Krupkin P.I., Kosicina A.A. K voprosu zagriznenija ftorom pochv prigorodnoj zony g. Krasnojarska // Vestn. KrasGAU. – 2006. – № 10. – S. 162–169.
 7. Kolomejcev A.V., Tararina L.I. Biologicheskaja cennost' produktov pitaniya, poluchennyh v zone promyshlennogo zagriznenija // Pishha. Jekologija. Chelovek: tez. dokl. V Mezhdunar. Konf. – M., 2003. – S. 123.
 8. Kolomejcev A.V., Tararina L.I. Vlijanie povyshennogo postuplenija ftora na fiziologicheskoe sostojanie organizma zhivotnyh // Vestn. KrasGAU. – 2003. – № 3. – S. 366–369.



УДК 631.544.72

А.А. Алексеева, Н.В. Фомина

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФУНГИЦИДОВ НА АКТИВНОСТЬ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ПОЧВЕННЫХ ФЕРМЕНТОВ

A.A. Alekseeva, N.V. Fomina

THE ASSESSMENT OF FUNGICIDES IMPACT ON THE HYDROLYTIC SOIL ENZYMES ACTIVITY

Алексеева А.А. – асп. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: allochka777.alex@mail.ru

Фомина Н.В. – канд. биол. наук, доц. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: natvalf@mail.ru

Alekseeva A.A. – Post-Graduate Student, Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: allochka777.alex@mail.ru

Fomina N.V. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: natvalf@mail.ru

Цель исследования – оценить изменение показателей активности гидролитических ферментов после применения фунгицидов в посевах семян сосны сибирской. В статье представлены результаты изучения показателей активности гидролитических ферментов, оценивающих направленность биохимических процессов в агрогенно измененной почве лесного питомника, расположенного на территории Красноярского края. Проведены исследования химического фунгицида «Байлетон» и биологических фунгицидов «Фитоспорин» и «Триходермин», рекомендованных для

использования при защите семян хвойных в лесопитомниках. Объектом исследования являлись образцы почвы, отобранные под сеянцами сосны сибирской в лесопитомнике. Отбор почвенных образцов проводился в течение периода вегетации сеянцев. Контролем являлась агросерая почва без обработки биопрепаратами. (рН водное – 5,88, гумус – 7,61 %; общий азот – 0,45 %; фосфор – 139 мг/кг почвы; калий – 101,6 мг/кг почвы). Обработка почвы фунгицидом «Фитоспорин» – в концентрации 20 г/10 л. Действующее вещество: *Bacillus subtilis* 26 Д, 100 млн кл/г. Норма расхода рабочей