

Научная статья

УДК 632.954:633.853.52:632.51

DOI: 10.37102/0869-7698_2022_223_03_7

Способ определения почвенного запаса быстропрорастающих семян сорных растений

В.Н. Мороховец✉, З.В. Басай, Т.В. Мороховец, Е.С. Маркова,
С.С. Вострикова, Н.С. Скорик

Вадим Николаевич Мороховец

кандидат биологических наук, директор

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия
dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4220-2466>

Зоя Викторовна Басай

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия
dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1428-7535>

Тамара Викторовна Мороховец

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия
dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4258-6268>

Елена Сергеевна Маркова

младший научный сотрудник

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия
dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9593-0352>

Светлана Сергеевна Вострикова

научный сотрудник

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия
dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6817-0204>

Нина Сергеевна Скорик

младший научный сотрудник

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия
dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9327-5828>

Аннотация. При проведении исследований последствий гербицидов Флекс и Фюзилад Форте, осуществленных в 2020–2021 гг. в условиях вегетационного домика, успешно испытан упрощенный способ определения почвенного запаса быстропрастающих семян сорных растений, который рекомендуется в качестве альтернативы стандартному биологическому методу. Учет способных к прорастанию семян предлагается проводить по количеству всходов сорняков, появившихся в ходе реализации экспериментов по оценке безопасности почвенных остатков гербицидов для сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: гербицид, сорные растения, быстропрастающие семена, всходы, последствие, способ, метод

Для цитирования: Мороховец В.Н., Басай З.В., Мороховец Т.В., Маркова Е.С., Вострикова С.С., Скорик Н.С. Способ определения почвенного запаса быстропрастающих семян сорных растений // Вестн. ДВО РАН. 2022. № 3. С. 70–79. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2022_223_03_7.

Original article

Method for determining the soil stock of rapidly germinating weed seeds

V.N. Morokhovets, Z.V. Basai, T.V. Morokhovets, E.S. Markova,
S.S. Vostrikova, N.S. Skorik

Vadim N. Morokhovets

Candidate of Sciences in Biology, Director

Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of Federal Scientific Center of
Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai
district, Kamen-Rybolov village, Russia

dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4220-2466>

Zoya V. Basai

Candidate of Science in Agriculture, senior researcher

Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of Federal Scientific Center of

Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai district, Kamen-Rybolov village, Russia
dalniizr@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1428-7535>

Tamara V. Morokhovets

Candidate of Science in Agriculture, leading researcher
Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai district, Kamen-Rybolov village, Russia
dalniizr@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4258-6268>

Elena S. Markova

Junior researcher
Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai district, Kamen-Rybolov village, Russia
dalniizr@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9593-0352>

Svetlana S. Vostrikova

Researcher
Far Eastern Research Institute of Plant Protection – branch of Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai district, Kamen-Rybolov village, Russia
dalniizr@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6817-0204>

Nina S. Skorik

Junior researcher
Far Eastern Research Institute of Plant Protection – branch of Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai district, Kamen-Rybolov village, Russia
dalniizr@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9327-5828>

Abstract. When conducting studies of the aftereffect of Flex and Fusilade Forte herbicides carried out in 2020–2021 in a growing house, a simplified method for determining the soil stock of fast-germinating weed seeds was successfully tested, which is recommended as an alternative to the standard biological method. It is proposed to take into account seeds capable of germination by the number of weed seedlings that appeared during the implementation of experiments to assess the safety of soil residues of herbicides for agricultural crops.

Keywords: herbicide, weeds, fast-germinating seeds, seedlings, aftereffect, technique, method

For citation: Morokhovets V.N., Basai Z.V., Morokhovets T.V., Markova E.S., Vostrikova S.S., Skorik N.S. Method for determining the soil stock of rapidly germinating weed seeds. *Vestnik of the FEB RAS*. 2022;(3):70-79. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2022_223_03_7.

Введение

В настоящее время применение гербицидов – единственный радикальный способ борьбы с сорняками в промышленных масштабах [1, 2]. Но необходимо

учитывать, что гербициды не обладают абсолютной избирательностью действия, и их остатки в почве могут нанести непоправимый урон культуре, которая будет выращиваться на этом поле на следующий год [3–9]. Поэтому химическая защита от сорняков является тем элементом интенсификации растениеводства, вокруг которого в последнее время ведутся дискуссии социального, экологического и экономического характера [10, 11]. Некоторые исследователи утверждают, что даже при самой тщательной процедуре применения химической защиты сорных растений целевого организма достигает не более 1 % препарата. Остальная часть пестицида распределяется в объектах окружающей среды [12, 13]. Слабо изученными остаются аспекты использования баковых смесей пестицидов. На практике очень часто использование научно необоснованных баковых гербицидных композиций приводит к отрицательным фитосанитарным и экономическим последствиям [14, 15]. Пролонгированное действие гербицидов имеет и положительное значение – засоренность обработанного поля снижается на длительное время [16, 17]. Например, в результате пролонгированного действия на сорные растения гербицидов с действующим веществом С-метолахлор посевы сои остаются чистыми весь вегетационный период. Отмечаются лучшее очищение агроценозов от сорной растительности, снижение общей засоренности угодий под следующую культуру [18–20]. Так, на орошаемых землях Нижнего Поволжья на фоне последствия трехлетнего внесения гербицидов численность сорняков в посевах суданской травы была на 40–52 % ниже, чем в контроле. Для Приморского края предложена схема возделывания риса в коротком ротационном севообороте с соей, во время ухода за которой уничтожаются многие сорняки, благодаря чему на рисовом поле можно избежать применения гербицидов [21]. Ранее сотрудниками нашего института было установлено, что гербициды Фабиан 0,1 кг/га и Лазурит 0,5–1,0 кг/га, примененные в посевах сои, на следующий год на 32–63 % снижают запас в почве семян сорных растений, способных к быстрому прорастанию [22, 23].

Таким образом, анализ литературных и собственных данных свидетельствует о том, что зачастую гербициды не только снижают засоренность посевов в сезон применения, но и очищают от сорняков поля под следующие культуры. Количественная оценка очищающего действия гербицидов (по снижению запаса жизнеспособных семян сорняков в почве) традиционно реализуется путем проведения специальных экспериментов в условиях теплицы или вегетационного домика.

Цель исследований – сравнить стандартный биологический метод определения почвенного запаса быстропрорастающих семян сорных растений и предложенный нами способ подсчета всходов сорняков в процессе изучения последствия гербицидов на сельскохозяйственные культуры.

Материал и методы

Опыты по сравнению двух способов количественного определения всхожих семян сорных видов растений проведены по одной схеме в 2020 и 2021 гг. в условиях вегетационного домика. Оценивали последствие на сельскохозяйственные культуры гербицидов и изменение почвенного запаса быстропрорастающих семян сорных растений после применения препаратов Флекс, ВР (д.в. фомесафен, 250 г/л) 1,5 л/га + ПАВ Тренд 90, Ж (90%-й водный раствор этоксилата изодецилового спирта) 0,2 л/га, через трое суток – Фюзилад

Форте, ВР (д.в. флуазифоп-П-бутил, 150 г/л) 1,5 л/га в посевах сои в 2019 и 2020 гг.

Образцы почвы объемом примерно по 2 л отбирали в пяти точках на четырех опытных участках (делянках) из горизонта 0–20 см после уборки сои, через 3,5 мес. после применения гербицидов. Почва лугово-бурая оподзоленная, по механическому составу – средняя глина, содержание органического вещества (ГОСТ 26213-91) – 3,8 %, подвижного фосфора и обменного калия (ГОСТ 54650-2011) – 16 и 120 мг/кг почвы соответственно, $pH_{\text{сол.}}$ (ГОСТ 26483-85) – 5,3. Для оценки возможного действия почвенных остатков гербицидов на культуру использовали разработанный во ВНИИ фитопатологии метод биотестирования (метод количественной оценки содержания гербицидов в среде)¹. Образцы почвы высушивали в тени до воздушно-сухого состояния, просеивали через сито с ячейками диаметром 5 мм и помещали в пластмассовые вегетационные сосуды (стаканы) высотой 6 см, емкостью 250 см³, с площадью открытой поверхности 57 см². При посеве снимали верхний (2 см) почвенный слой в стакане, оставшуюся почву слегка уплотняли, раскладывали семена тестируемых культур (томаты, морковь, рис) на ее поверхности и засыпали возвращаемым верхним слоем почвы. Одновременно по той же схеме закладывали контрольные варианты с чистой почвой, отобранной с участков, не обработанных гербицидами. Полив вегетационных сосудов осуществляли ежедневно водопроводной водой до уровня 60–70 % от полной влагоемкости (ПВ). Повторность опытов 10-кратная. Продолжительность выращивания в сосудах томатов, моркови и риса – 30 сут. после посева. До срезки и взвешивания растений тест-культур проводили регулярные наблюдения за их ростом и развитием в опытных и контрольных вариантах. Одновременно в течение всего эксперимента фиксировали появление всходов сорных растений. Количественные учеты сорняков с определением видового состава с удалением подсчитанных всходов выполняли через каждые 10–15 сут. и продолжали осуществлять в течение 2 мес. после срезки растений тест-культур. Об очищающем действии препаратов, изменении степени засоренности почвы быстропрорастающими семенами сорных растений судили по снижению суммарного количества всходов сорняков в опытных вариантах в сравнении с контролем (почва с участков, на которых гербициды в 2019–2020 гг. не применяли).

Стандартную оценку почвенного запаса быстропрорастающих семян сорных растений проводили общепринятым биологическим методом, который основан на учете проросших семян сорняков по количеству появившихся в динамике всходов^{2,3}. В соответствии с данной методикой воздушно-сухие образцы почвы тщательно перетирали, чтобы вывести из состояния покоя семена с плотной оболочкой, и засыпали по 250 см³ (400 г) в плоскдонные растильни площадью 134 см². Повторность каждого опыта 5-кратная. Влажность почвы в растильнях поддерживали на уровне 60–70 % от ПВ систематическим поливом. Для

¹ Спиридонов Ю.Я., Ларина Е.Г., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М.: Печатный город, 2009. 252 с.

² Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.

³ Захаренко А.В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системе земледелия. М.: Изд-во МСХА, 2000. 468 с.

предотвращения быстрого пересыхания тонкого почвенного слоя растительными накрывали прозрачными стеклами. Всходы сорняков по видам учитывали (с удалением) каждые 7–9 сут. в течение 3 мес.

Результаты исследований

При изучении возможного последствия гербицидов было выяснено, что почвенные остатки препаратов Флекс и Фюзилад Форте токсичны для тестируемых культур. Снижение надземной биомассы риса, моркови и томатов в опытных вариантах было существенным и в сравнении с контролем в среднем за два года исследований составило 12, 28 и 38 % соответственно. В контрольных сосудах за 90 сут., вне зависимости от того, какая выращивалась тест-культура, в среднем за два года исследований было получено 20,7 шт. всходов сорных растений 10 видов, включая наиболее широко и массово распространенные в посевах сои и других культур Приморского края ежовник обыкновенный, амброзию полыннолистную и акалифу южную (см. таблицу). В общем количестве полученных в вегетационных сосудах всходов эти сорные виды в среднем составили 86 %.

Снижение засоренности почвы быстрорастающими семенами сорняков в результате применения в посевах сои гербицидов Флекс и Фюзилад Форте, среднее за 2020–2021 гг.

Вид сорняка	Кол-во всходов в контроле		Снижение кол-ва всходов сорняков в опытных вариантах, % к контролю	
	шт./вегетационный сосуд	шт./растительно	в вегетационных сосудах	в растительных
Ежовник обыкновенный <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	14,4	26,3	80,1	89,8
Амброзия полыннолистная <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	2,3	10,1	60,4	59,1
Акалифа южная <i>Acalypha australis</i> L.	1,1	7,1	65,4	73,7
Марь белая <i>Chenopodium album</i> L.	0,3	1,5	28,6	28,7
Шерстняк мохнатый <i>Eriochloa villosa</i> (Thunb. ex Murray) Kunth	1,1	0,8	77,2	83,8
Коммелина обыкновенная <i>Commelina communis</i> L.	0,2	0,7	10,0	24,3
Щирица запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	0,2	0,5	66,7	46,0
Жерушник болотный <i>Rorippa palustris</i> (L.) Bess.	0,8	0,4	67,5	67,5
Щавельник курчавый <i>Rumex crispus</i> L.	0,2	0,3	20,0	33,3
Осот полевой <i>Sonchus arvensis</i> L.	0,1	0,1	12,5	0
Всего	20,7	47,8	73,7	76,7

В растильнях за счет размещения почвы более тонким слоем общее контрольное количество сорняков превысило количество всходов в сосудах в 2,3 раза, но на долю ежовника обыкновенного, амброзии полыннолистной и акалифы южной пришлось примерно столько же – 91 %. Близкими оказались и данные о динамике всходов в стаканах и растильнях. В вегетационных сосудах 96 % всех сорняков появилось в течение 60 сут., в том числе 99 % всходов ежовника обыкновенного, 100 % – амброзии полыннолистной и 94 % всходов акалифы южной. В растильнях за 60 сут. получено 93 % всех всходов, 100 % всходов ежовника обыкновенного, 93 % – амброзии полыннолистной и 83 % – акалифы южной. В токсикологических исследованиях сравнение контрольных данных с результатами учета сорняков в опытных сосудах показало, что общее количество быстропрастающих жизнеспособных семян в почве в среднем сократилось на 74 % (см. таблицу). Снижение количества всходов ежовника обыкновенного, амброзии полыннолистной и акалифы южной на почве с остатками гербицидов составило 80, 60 и 65 % соответственно. Количество всходов всех однолетних двудольных сорняков уменьшилось на 56 %, однолетних сорных злаков – на 80 %. В специализированных опытах положительное, очищающее действие гербицидов выразилось в снижении общего почвенного запаса быстропрастающих семян сорняков в среднем на 77 %. Для тройки доминирующих видов снижение количества всходов, полученных за 90 сут. в опытных растильнях, составило от 59 до 90 % в сравнении с контролем. Количество всхожих семян однолетних злаковых сорняков в почве сократилось на 90 %, всех однолетних двудольных видов – на 62 %. Препараты на 46,0–89,8 % уменьшили количество способных к прорастанию семян щирицы запрокинутой, амброзии полыннолистной, жерушника болотного, акалифы южной, шерстняка мохнатого, ежовника обыкновенного.

Выводы

Таким образом, сравнение традиционного биологического метода определения почвенного запаса быстропрастающих семян сорных растений и предложенного нами способа подсчета всходов сорняков в процессе изучения последствие гербицидов на сельскохозяйственные культуры показало, что в обоих случаях мы получаем аналогичные данные об очищающем действии ранее примененных гербицидов. Упрощенный способ учета всходов не требует закладки специальных достаточно трудоемких опытов и позволяет получать объективную информацию о видовом разнообразии однолетних сорняков и преобладающих видах, сохранивших максимальный запас семян в почве. Более 70 % способных к прорастанию семян сорняков в оптимальных условиях дают всходы за 30 сут. (до срезки растений тест-культур), еще примерно 25 % – в следующие три декады, поэтому общую продолжительность учетов всходов сорняков можно без ущерба для информативности сократить с 90 до 60 сут.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Сайфуллина Л.Б., Ленович Д.Р., Султанов А.С. Последствие гербицидов и динамика их разложения в различных агроландшафтах // Аграр. науч. журн. 2019. № 2. С. 27–31.

2. Спиридонов Ю.Я., Чичварина О.А., Босак Г.С., Селютин О.Ю., Поляков Н.Д., Варламова А.И., Федоровский О.Ю., Чкаников Н.Д., Халиков С.С. Инновационный подход в создании про-травителей с антидотным действием против почвенных остатков гербицидов сульфонилмочевинно-го ряда // *Агрохимия*. 2019. № 5. С. 35–47. DOI:10.1134/S0002188119050089.
3. Голубев А.С., Коротов Н.А., Федоровский О.Ю., Спиридонов Ю.Я., Чкаников Н.Д. Фторсо-держащие аналоги промышленного антидота Фурилазол // *Агрохимия*. 2017. № 6. С. 62–67.
4. Ольшевская В.А., Черепанов И.А., Спиридонов Ю.Я., Спиридонова Г.С., Макаренков А.В., Самарская А.С., Пономарев А.Б., Моисеев С.К. Гербицидная активность производных карборанов, сидномина, ферроцена // *Агрохимия*. 2017. № 4. С. 16–21.
5. Захаренко В.А. Анализ рисков химического загрязнения, связанных с химизацией защитных меро-приятий при интегрированном управлении фитосанитарным состоянием агроэкосистем // *Аг-рохимия*. 2017. № 9. С. 3–24.
6. Захаренко В.А. Особенности проявления рисков химического загрязнения, связанных с при-менением пестицидов // *Защита и карантин растений*. 2017. № 6. С. 3–7.
7. Дворянкин Е.А. Продуктивность сахарной свеклы, поврежденной гербицидами гормонопод-обного действия в сублетальных и изнеживающих посевах дозах // *Агрохимия*. 2021. № 1. С. 49–54. DOI:10.31857 / S0002188121010051.
8. Дворянкин Е.А. Влияние загрязнения опрыскивателя остаточными количествами сульфонил-мочевинки и имидазолинона на продуктивность сахарной свеклы // *Агрохимия*. 2021. № 4. С. 62–69. DOI:10.31857 / S0002188121040037.
9. Филиппов А.В., Спиридонов Ю.Я. Гербицидные токсикозы картофеля // *Защита и карантин растений* 2014. № 3. С. 44–46.
10. Санин С.С. Защита растений и устойчивое земледелие в XXI столетии // *Защита и карантин растений*. 2020. № 4. С. 9–16.
11. Филипчук О.Д. Системное биотестирование компонентов агроценоза на экологическую без-опасность // *Агрохимия*. 2018. № 9. С. 84–92. DOI:10.1134//S0002188118090065.
12. Odukkathil G., Vasudevan N. Toxicity and bioremediation of pesticides in agricultural soil // *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 2013. Vol. 12. P. 421–444.
13. Данилова А.А. Контроль остаточных количеств гербицидов в объектах окружающей среды // *Агрохимия*. 2021. № 6. С. 49–56. DOI:10.31857/S0002188121030042.
14. Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: Материалы 3-го Всероссийского съезда по за-щите растений в 3-х томах / редкол.: В.А. Павлюшин (гл. ред.) и др. Т. 3: Резистентность вредных организмов к пестицидам: материалы симпозиума / сопред. Г.И. Сухорутченко, И.Н. Яковлева, В.Г. Коваленков, Г.В. Беньковская. СПб: ВИЗР, 2013. 56 с.
15. Санин С.С. Проблемы фитосанитарии России на современном этапе // *Защита и карантин растений*. 2016. № 4. С. 3–6.
16. Стецов Г.Я. Последствие гербицидов в Западной Сибири // *Защита и карантин растений*. 2015. № 3. С. 17–19.
17. Стецов Г.Я. О последствии гербицидов в засушливом земледелии // *Аграрный сектор*. 2014. № 2 (20). С. 74–77.
18. Шадских В.А., Пешкова В.О., Кижаяева В.Е., Рамазанов Д.Ш. Особенности агротехнических приемов борьбы с сорной растительностью на орошаемых землях // *Орошаемое земледелие*. 2020. № 2. С. 29–32. DOI:10.35809/2618-8279-2020-2-6.
19. Байрамбеков Ш.Б. Влияние гербицидов и удобрений на засоренность овощных культур // *Защита и карантин растений*. 2004. № 2. С. 40–41.
20. Гумаев В.В., Матвйчук П.В. Значение почвенных гербицидов в системе защиты сахарной свеклы от сорняков // *Сахарная свекла*. 2008. № 3. С. 16–17.
21. Чайка А.К. Научное обеспечение производства основных сельскохозяйственных культур в Дальневосточном регионе // *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 11. С. 32–33.
22. Мороховец В.Н., Басай З.В., Яковец В.П. Последствие гербицида Лазурит, примененного в посевах сои // *Современные проблемы исследований в биологии: сб. науч. трудов. Благовещенск, 2009*. С. 84–88.
23. Мороховец В.Н., Басай З.В., Мороховец Т.В. Оценка безопасности возделывания зерновых культур после применения Фабиана в посевах сои // *Земледелие*. 2014. № 7. С. 36–38.

REFERENCES

1. Spiridonov Yu.Ya., Budynkov N.I., Strizhkov N.I., Suminova N.B., Saifullina L.B., Lenovich D.R., Sultanov A.S. Posledeistvie gerbitsidov i dinamika ikh raz-lozheniya v razlichnykh agrolandshaftakh = [Aftereffect of herbicides and the dynamics of their decomposition in various agricultural landscapes]. *Agrarian Scientific Journal*. 2019;(2):27-31. (In Russ.).
2. Spiridonov Yu.Ya., Chichvarina O.A., Bosak G.S., Selyutina O.Yu., Polyakov N.D., Varlamova A.I., Fedorovskii O.Yu., Chkanikov N.D., Khalikov S.S. Innovatsionnyi podkhod v sozdanii protравitelei s antidotnym deistviem protiv pochvennykh ostatkov gerbitsidov sul'fonilmochevinnogo ryada = [Innovative approach in development of disinfectants with antidote action against soil residues of herbicides of sulfonylurea series]. *Agrokimiya*. 2019;(5):35-47. (In Russ.). DOI: 10.1134/S00021881190500893.
3. Golubev A.S., Korotov N.A., Fedorovskii O.Yu., Spiridonov Yu.Ya., Chkanikov N.D. Ftorsoderzhashchie analogi promyshlennogo antidota Furilazol = [The Fluorinated analogues of the industrial antidote furilazole]. *Agrokimiya*. 2017;(6):62-67. (In Russ.).
4. Ol'shevskaya V.A., Cherepanov I.A., Spiridonov Yu.Ya., Spiridonova G.S., Ma-karenkov A.V., Samarskaya A.S., Ponomarev A.B., Moiseev S.K. Gerbitsidnaya aktivnost' proizvodnykh karboranov, sidnonimina, ferrotsena = [Herbicidal activity of carboranes, sydnone imine and ferrocene derivatives]. *Agrokimiya*. 2017;(4):16-21. (In Russ.).
5. Zakharenko V.A. Analiz riskov khimicheskogo zagryazneniya, svyazannykh s khimizatsiei zashchitnykh meropriyati pri integrirovannom upravlenii fitosanitarnym sostoyaniem agroekosistem = [Risk Analysis of chemical contamination associated with the chemicalisation of protective measures in the integrated management of phytosanitary status of agroecosystems]. *Agrokimiya*. 2017;(9):3-24. (In Russ.).
6. Zakharenko V.A. Osobennosti proyavleniya riskov khimicheskogo zagryazneniya, svyazannykh s primeneniem pestitsidov = [Features of occurrence of the risks of chemical contamination as a result of the pesticides use]. *Zashchita i karantin rastenii*. 2017;(6):3-7. (In Russ.).
7. Dvoryankin E.A. Produktivnost' sakharnoi svekly, povrezhdennoi gerbitsida-mi gormonopodobnogo deistviya v subletal'nykh i iznezhivayushchikh posev dozakh = [Productivity of sugar beet damaged by hormone-like herbicides in sublethal and thinning doses]. *Agrokimiya*. 2021;(1):49-54. (In Russ.). DOI:10.31857/S0002188121010051.
8. Dvoryankin E.A. Vliyanie zagryazneniya opryskivatelya ostatochnymi koliche-stvami sul'fonilmocheviny i imidazolinona na produktivnost' sakharnoi svekly = [Influence of a sprayer pollution with sulfonyl-urea and imidazolinone residuals on sugar beet productivity]. *Agrokimiya*. 2021;(4):62-69. (In Russ.). DOI:10.31857/S0002188121040037.
9. Filippov A.V., Spiridonov Yu.Ya. Gerbitsidnye toksikozy kartofelya = [Potato herbicidal toxicosis]. *Zashchita i karantin rastenii*. 2014;(3):44-46. (In Russ.).
10. Sanin S.S. Zashchita rastenii i ustoichivoe zemledelie v XXI stoletii = [Plant protection and sustainable agriculture in the XXI century]. *Zashchita i karantin rastenii*. 2020;(4):9-16. (In Russ.).
11. Filipchuk O.D. Sistemnoe biotestirovanie komponentov agrotsenoza na ekologicheskuyu bezopasnost' = [System biotesting of agrocenosis components for environmental safety]. *Agrokimiya*. 2018;(9):84-92. (In Russ.). DOI: 10.1134/S0002188118090065.
12. Odukkathil G., Vasudevan N. Toxicity and bioremediation of pesticides in agricultural soil. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol*. 2013;12:421-444.
13. Danilova A.A. Kontrol' ostatochnykh kolichestv gerbitsidov v ob'ektakh okruzhayushchei sredy = [Control of pesticide residuals in the environment]. *Agrokimiya*. 2021;(6):49-56. (In Russ.). DOI:10.31857/S0002188121030042.
14. Pavlyushin V.A. Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem: Materialy 3-go Vserossiiskogo s'ezda po zashchite rastenii V.A. Pavl'ushin (ge. red.) i dr. Redkol: v 3-h tomah. T. 3: Rezistentnost' vrednykh organizmov k pestitsidam = [Resistance of harmful organisms to pesticides]: materialy simpoziuma. Sukhorutchenko G.I., Yakovleva I.N., Kovalenkov V.G., Ben'kovskaya G.V. / sopred. St. Petersburg: VISR. 2013; 56 p.
15. Sanin S.S. Problemy fitosanitarii Rossii na sovremennom etape = [Phytosanitary problems of Russia at the present stage]. *Zashchita i karantin rastenii*. 2016;(4):3-6. (In Russ.).
16. Stetsov G.Ya. Posledeistvie gerbitsidov v Zapadnoi Sibiri = [Aftereffect of herbicides in Western Siberia]. *Zashchita i karantin rastenii*. 2015;(3):17-19. (In Russ.).

17. Stetsov G.Ya. O posledestvii gerbitsidov v zasushlivom zemledelii = [On the aftereffect of herbicides in arid agriculture]. *Agrarnyi sektor*. 2014;(2(20)):74-77. (In Russ.).
18. Shadskikh V.A., Peshkova V.O., Kizhaeva V.E., Ramazanov D.Sh. Osobennosti agrotekhnicheskikh priemov bor'by s sornoi rastitel'nost'yu na oroshaemykh zemlyakh = [Features of agrotechnical methods of combatinsg weed vegetation on irrigated lands]. *Oroshaemoe zemledelie*. 2020;(2):29-32. (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2020-2-6.
19. Bairambekov Sh.B. Vliyanie gerbitsidov i udobrenii na zasorennost' ovoshch-nykh kul'tur = [The influence of herbicides and fertilizers on the contamination of vegetable crops]. *Zashchita i karantin rastenii*. 2004;(2):40-41. (In Russ.).
20. Gumaev V.V., Matvichuk P.V. Znachenie pochvennykh gerbitsidov v sisteme za-shchity sakharnoi svekly ot sornyakov = [The value of soil herbicides in the protection system of sugar beets from weeds]. *Sakharnaya svekla*. 2008;(3):16-17. (In Russ.).
21. Chaika A.K. Nauchnoe obespechenie proizvodstva osnovnykh sel'skokhozyai-stvennykh kul'tur v Dal'nevostochnom regione = [Scientific support of the main crops production in Far East region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2010;(11):32-33. (In Russ.).
22. Morokhovets V.N., Basai Z.V., Yakovets V.P. Posledeistvie gerbitsida Lazurit, primennogo v posevakh soi = [Aftereffect of the herbicide Lapis lazuli used in soybean crops]. In: *Sovremennye problemy issledovaniy v biologii*: sb. nauch. trudov. Blagoveshchensk; 2009. 84-88 p. (In Russ.).
23. Morokhovets V.N., Basai Z.V., Morokhovets T.V. Otsenka bezopasnosti vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur posle primeneniya Fabiana v posevakh soi = [Evaluation of safety of the cereal crops cultivation after usage of Fabian in soybean sowings]. *Zemledelie*. 2014;(7):36-38. (In Russ.).