УДК 631.461: 632.934
CC BY
DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-3-18-23

Инженерно-экологическое обеспечение борьбы с сорной растительностью

Андрей Викторович Шинделов[1],
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: andrej@nsau.edu.ru;

Николай Михайлович Иванов[2],
доктор технических наук, профессор

[1]Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация;
[2]Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация

Реферат. Чем лучше выполнены полевые операции, тем ниже засоренность посевов, а значит, требуется меньше химических средств защиты, что положительно отражается на плодородии почв, качестве урожая и экологической обстановке в целом. (*Цель исследования*) Изучить кругооборот сорняков в машинных агротехнологиях производства зерновых и предложить способы уменьшения засоренности на всех этапах возделывания с учетом благоприятного экологического отклика агрофона. (*Материалы и методы*) Раскрыли основополагающие критерии выполнения полевых операций на основе многофакторной модели возделывания сельскохозяйственных культур: снижение засоренности, уменьшение участков переуплотнения почвы и повторной обработки, экологический отклик. Продемонстрировали кругооборот сорняков в традиционных технологиях производства зерновых культур. Выявили динамику развития сорняков и их распространения в агрофоне. (*Результаты и обсуждение*) Провели контроль семян сорных растений на посевах яровой пшеницы в производственных условиях в течение уборочных сезонов 2016 и 2017 годов. Обнаружили опытным путем в выделенных продуктах обмолота повышенное содержание семян просовидных сорняков, масса которых варьировалась от 5 до 16 граммов на квадратный метр. Удельный вес семян сорняков в бункерном зерне составлял 2,9 процента. Выявили, что семена сорных растений, выделенные комбайном, сохраняют всхожесть после осенних обработок почвы. Поперечная почвообработка увеличивает область засоренности в 2 раза и более. Предложили комплексную систему борьбы с сорной растительностью на всех этапах полевых работ с учетом экологического отклика агрофона. Показали, что особое значение имеет отделение и уничтожение семян сорняков на этапе уборки урожая. Представили технико-технологические решения снижения сорной растительности, обеспечения благоприятной экологической обстановки. (*Выводы*) Выстроили комплексную систему снижения засоренности. Сократили общую нагрузку от действия средств защиты растений на 30 процентов.
Ключевые слова: снижение сорной растительности, химическая прополка, полевые операции, зерноуборочный комбайн, отделение и травмирование семян сорняков, экологический отклик агроценоза.

Для цитирования: Шинделов А.В., Иванов Н.М. Инженерно-экологическое обеспечение борьбы с сорной растительностью // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. N3. С. 18-23. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-3-18-23.

Engineering and Environmental Support for Weed Control

Andrey V. Shindelov[1],
Ph.D.(Eng.), associate professor;

Nikolay M. Ivanov[2],
Dr.Sc.(Eng.), professor

[1]Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation;
[2]Siberian Federal Scientific Centre of Agro-Bio Technologies at the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation

Abstract. Better field operations are performed result in lower weed contamination of crops, which means less chemical protection is required. This makes a positive effect on soil fertility, crop quality and the ecological situation in general. (*Research purpose*) To study weed circulation in mechanized farm technologies for cereal production and propose ways of reducing the weed content at all stages of cultivation, taking into account the favorable environmental response of the agricultural background. (*Materials and methods*) The authors have revealed the fundamental criteria for the implementation of field operations based on a multifactorial model of crop cultivation: reduction of the weed content, reduction of soil compaction sites and re-processing, and environmental

response. They have demonstrated weed circulation in traditional cereal production technologies, identified the development dynamics of weeds and their distribution in the agricultural background. (*Results and discussion*) The authors controlled weed seeds on spring wheat fields under production conditions during the harvest seasons of 2016 and 2017. They experimentally found an increased content of miliary weed seeds in the selected threshing products, the mass of which ranged from 5 to 16 grams per m^2. The share of weed seeds in grain hopper amounted to 2.9 percent. It was revealed that weed seeds isolated by a combine remain viable after autumn tillage. Transverse tillage increases the area of contamination in 2 times or more. The authors propose a comprehensive system of weed control at all stages of field operations, taking into account the environmental response of the agricultural background. It is shown that the separation and destruction of weed seeds at the harvest stage is of particular importance. The authors present technical and technological solutions to reduce weeds and ensure a favorable ecological situation. (*Conclusions*) The authors have designed a comprehensive system to reduce weed contamination, thus reducing the overall impact of plant protection remedies by 30 percent.

Keywords: weeds, application of plant protection means, field operations, harvester-thresher, separation and breaches in weed seeds, environmental response.

For citation: Shindelov A.V., Ivanov N.M. Inzhenerno-ekologicheskoe obespechenie bor'by s sornoy rastitel'nost'yu [Engineering and environmental support for weed control]. *Selskokhosyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. Vol. 13. N3. 18-23 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-3-18-23.

Чем лучше выполнены полевые операции, тем ниже засоренность посевов, а значит, требуется меньше химических средств защиты, что положительно отражается на плодородии почв, качестве урожая и экологической обстановке в целом.

Согласно результатам последних исследований и расчетам научных учреждений потери урожая сельскохозяйственных культур от сорняков достигают 50%. Большой вред сорные растения причиняют в семеноводстве сельскохозяйственных культур (особенно многолетних трав). Наличие в семенах культурных растений сопутствующих сорняков вызывает необходимость проводить многократные очистки их в семяочистительных машинах, которые приводят к потере до 30% выращенного урожая. Урожайность большинства культур снижается из-за низкой всхожести культурных растений на засоренных территориях.

В Новосибирской области засорены более 60% посевов. Площади, пораженные сорняками в сильной и средней степени (10 шт. на 1 м^2 и более), превышают 1 млн га. Анализ засоренности посевов пшеницы в Кемеровской области показал, что, несмотря на постоянные химические прополки, неизменной остается засоренность яровыми сорняками (до 50%) и корнеотпрысковыми. В Кемеровской области из года в год возрастает площадь гербицидной обработки. Так, в 1989 г. она составляла 44 тыс. га (32% посевных площадей пшеницы), а с 2005 г. обрабатывают 343,4 тыс. га (99%) При этом гербициды несут в себе потенциальную опасность для нецелевых объектов [1]. В другой климатической зоне, например в Оренбургской области, сильная и средняя степень засоренности достигает 39% от общей площади, пораженной сорной растительностью. Основными причинами сильной засоренности остаются несоблюдение севооборота, минимизация обработки почвы, нерациональность гербицидных обработок в предыдущие годы [2]. В Свердловской области в 2015 г. на 326,774 тыс. га выявили превышение экономического порога вредоносности. По данным обследований, засоренность посевов характеризуется главным образом средней и сильной степенью [1, 3]. Подобная ситуация складывается и в других областях.

Цель исследования – изучить кругооборот сорняков в машинных агротехнологиях производства зерновых и предложить способы уменьшения засоренности на всех этапах их возделывания с учетом благоприятного экологического отклика агрофона.

Материалы и методы. Исследования проводили в северной лесостепи Приобья на посевах яровой пшеницы УОХ «Практик» Новосибирского ГАУ (рис. 1). Контроль семян сорных растений выполнили на посевах яровой пшеницы в производственных условиях в течение уборочных сезонов 2016 и 2017 гг. Провели по 3 замера на 6 проходах зерноуборочных комбайнов. При устойчивой работе молотильно-сепарирующей системы (МСУ) мерная площадка площадью 0,5 м^2 соответствовала площади между передними и задними колесами комбайна. После прохода комбайна подсчитывали:

- количество семян сорных растений, выделенных из МСУ на поверхность поля;
- количество семян сорных растений, прошедших

Рис. 1. Закладка опытной площадки и выделение продуктов обмолота

Fig. 1. Laying out an experimental site and analyzing threshing products

МСУ и оказавшихся в бункере;

- потери урожая.

В производственном опыте на полях высевали яровую пшеницу сорта Новосибирская 29. Срок посева – последние числа мая, норма высева – 270 кг/га. Предшественник – однолетние травы. В конце июня посев обработали баковой смесью дианата (дикамба, ВР, д.в. – диметиламинная соль; норма – 0,15 л/га). В опытах задействовали зерноуборочные комбайны «Полесье GS 812» и *Acros 585*.

Результаты и обсуждение. Практика и литературные источники указывают на высокую, порой прогрессирующую засоренность растительных массивов в различных регионах [1-3].

Рассмотрим полевые операции (почвообработку, посев, обработку против болезней и вредителей, уборку) как отдельные этапы выращивания зерновых в целостной технологической системе в виде распределенных блоков и с изложением их составляющих. Каждый блок, соответствующий какой-либо полевой операции, определяется как система с распределенными параметрами. Такой методологический подход учитывает всю совокупность технических средств, участвующих в возделывании зерновых на разных этапах (уровнях подсистем) технологии, использует их общую технико-технологическую направленность на сохранение экологической обстановки и снижение сорной растительности (*рис. 2*). Анализируя схему, видим, что на исходные настройки каждой полевой операции влияет текущее состояние сорной растительности *Y*, а также наличие и величина зон повторной обработки *P*, возникающих вследствие перекрытия смежных проходов агрегата. Зачастую это происходит при объезде естественных и искусственных препятствий (колка, опоры линии электропередачи, гидранта и прочих) и выражается в переуплотнении почвы и повышенном внесении ядохимикатов на ограниченном пространстве, что нарушает естественные физиологические процессы в агроценозе [1, 4-6].

В процессе почвообработки под воздействием МТА при смещении проходов почва приобретает повышенное уплотнение (*рис. 2*). Участки с повторной обработкой P_1, огрехи в обработке и нерациональные настройки почвообрабатывающих орудий предопределяют уровень засоренности Y_1 [6, 7].

В процессе посева уплотнение почвы дополнительно увеличивается за счет действия посевных агрегатов. Площадь повторно обработанных участков достигает уровня P_2 из-за наложения проходов агрегата друг на друга, особенно в местах объезда препятствий, тем самым создаются зоны многократного посева. Засоренность претерпевает изменения, с одной стороны, вследствие механического уничтожения сорняков рабочими органами посевной машины, с другой стороны, в результате огрехов и пониженной нормы высева, что дает возможность естественного до-

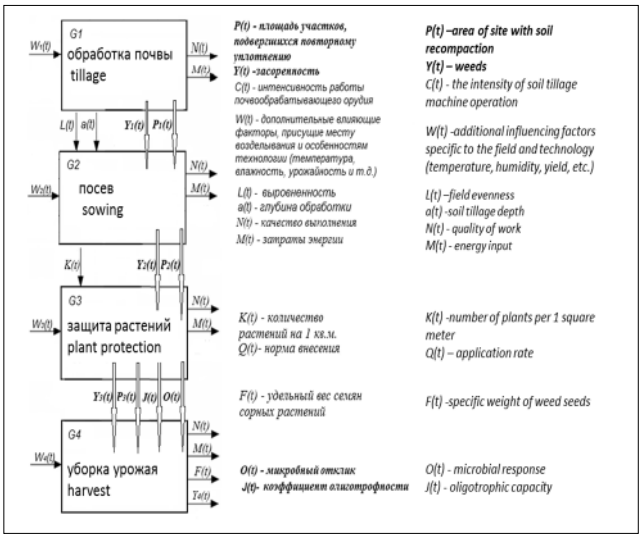

Рис. 2. Количественные и качественные показатели выполнения полевых операций

Fig.2. Quantitative and qualitative indicators of field operations

минирования сорняков над полезной культурой. Уровень засоренности приобретает значение Y_2.

Внесение средств защиты еще больше уплотняет почву из-за давления движителей опрыскивателей. Возникают площади перекрытия соседних проходов опрыскивателя на уровне P_3, а засоренность растительного массива претерпевает изменения, как правило, в сторону уменьшения до уровня Y_3. Действие химических препаратов обусловливает реакцию агрофона, выраженную через микробный отклик $O(t)$ и олиготрофность $J(t)$. Особо негативные последствия, проявляющиеся в чрезмерном длительном угнетении физиологических процессов и микробиоты в почве, наблюдаются в зонах повторной обработки [1, 4, 8]. В период уборки помимо зерноуборочных комбайнов вступают в работу технические средства для сбора, перегрузки и транспортировки зерновой и незерновой частей урожая. Поэтому уплотнение почвы существенно возрастает до уровня P_4, а видимая засоренность Y_4 трансформируется в количество оставшихся на поле сорняков, их семян, выделенных из зерноуборочного комбайна и способных к прорастанию [8].

При почвообработке, посеве, внесении средств защиты растений, уборке изменяются количественные и качественные показатели сорной растительности и величины зон повторной обработки. Некорректное реагирование на эти изменения лишь усугубляет их. Поэтому текущее состояние сорной растительности определяем, используя объективные целевые индикаторы, которые отражают влияние качества выполненной операции на исходные настройки по выполнению последующей операции, а на этапе внесения средств защиты растений ориентируемся на экологический отклик агроценоза (*рис. 3*).

Превышение норм внесения химических средств защиты растений сохраняет отягчающий характер

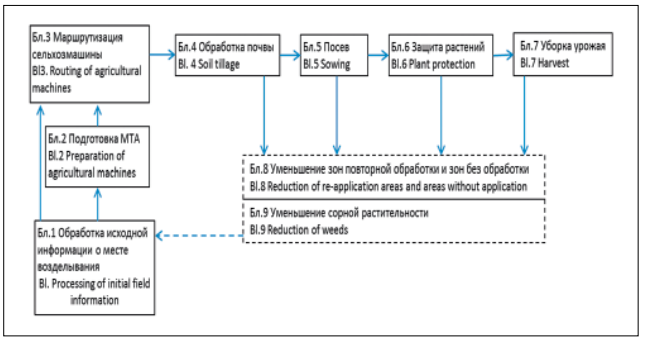

Рис. 3. Элементы технологии возделывания зерновых
Fig. 3. Elements of the grain cultivation technology

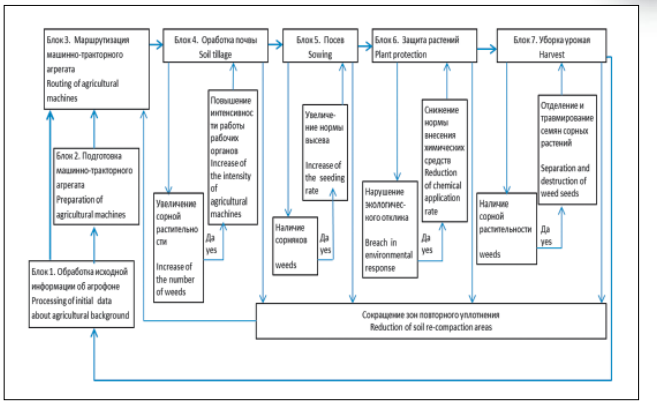

Рис. 4. Построение технологии возделывания зерновых
Fig. 4. Designing the technology of crop cultivation

продолжительное время и ухудшает плодородие почвы в целом. Поэтому комплексный алгоритм реализации полевых элементов технологий возделывания целесообразно строить на текущих параметрах сорной растительности и на экологическом отклике агроценоза (*рис. 4*). При почвообработке, чтобы сократить число сорняков, увеличиваем интенсивность работы почвообрабатывающих органов. Например, можно регулировать частоту вращения катков, которые выделяют сорные растения на поверхность поля. Дополнительно изменяем уровень воздействия на обрабатываемый слой, регулируя подпорную пластину под катками. При этом меняется степень разрушения почвенных комьев и, как следствие, эффективность выделения сорных растений. Причем дифференцированная обработка почвы с переменной интенсивностью работы рабочих органов способствует долгосрочной защите почвы.

При посеве для доминирования над сорной растительностью увеличивают норму высева до максимального уровня, исходя из потенциала питательных веществ участка. Избегают повторных объездов препятствий для исключения пересева [4, 8, 9].

Внесение средств защиты регламентируют по экологическому отклику с целью обеспечения устойчивых физиологических процессов в почве, которые могут выражаться в снижении микробиологической активности и замедлении трансформационных процессов [10]. При данной опасности норму приводят к минимальному значению.

В борьбе с сорной растительностью на фоне уменьшения применения химических средств объективно встает задача отделения и уничтожения семян сорных растений на этапе уборки с целью недопущения их последующего прорастания. Последовательный контроль и управление сорной растительностью на всех этапах возделывания снижают уровень применения химических средств защиты растений, позволяют раздробленные сорняки направлять в качестве органического удобрения на поле. Тем самым замыкается логическая цепь борьбы с сорными растениями на основных этапах технологии выращивания сельскохозяйственных культур:

- при почвообработке разрушают почвенные комья и выделяют сорняки на поверхность поля;
- при посеве стимулируют естественное угнетение сорняков доминированием полезных растений;
- обработку средствами защиты растений выполняют с учетом экологического отклика агроценоза;
- при уборке урожая семена сорняков отделяют и подвергают механическому травмированию с целью исключения их прорастания.

Разработанное технико-технологическое решение защищено патентом на изобретение «Способ возделывания сельскохозяйственных культур» (Пат. 2637521Р МПК A01B79/00). Полевые наблюдения 2016-2017 гг. выявили пространственное распределение сорной растительности. Причем ее очаги формируются сплошным массивом (*рис. 5*).

При обработке гербицидами можно явно выделить точки переключения настроек опрыскивателя, а также выстроить модель его рациональных проходов. На опытных полях количество сорных растений на 1 м^2 варьировалось от 60 до 80 шт. Одна из причин, согласно нашим наблюдениям, заключается в выделении зерноуборочным комбайном семян сорных растений, которые сохраняют свою целостность и способность к прорастанию (*рис. 6а*).

На опытной площадке наглядно представлено количественное доминирование семян просовидных сорняков. Масса выделенных на поле семян сорняков составляла 5-18 г/м^2. Большинство из них сохраняют всхожесть и прорастают по маршруту движения уборочной машины (*рис. 6*).

Общие потери урожая за МСУ достигали 8,3%. Одна из причин – стремление комбайнеров максимально отделить примеси от зерна. Средняя масса семян сорняков в пробах бункерного зерна составляла 2,9% от намолота, то есть 5,15 г/м^2. Обычно осенью сроки почвообрабатывающих работ растягиваются, что не позволяет в полной мере уничтожить сорняки, большинство из которых сохраняют свою жизнеспособность (*рис. 7*). Как видим, лента всходов сорняков намного шире валка незерновой массы, выделяемого

из зерноуборочного комбайна. Почвообработка поперек движения зерноуборочных комбайнов увеличивает ширину полосы со всходами сорняков в 2 раза и более, зачастую образуя устойчивые ареалы сплошной засоренности. Объективна необходимость отделения и уничтожения сорняков на этапе уборки. Для эффективной обработки почвы и выделения сорняков на поверхность поля разработаны комбинированные почвообрабатывающие агрегаты. Они снабжены катками с редуктором, регулирующим частоту их вращения, и подпорной пластиной, позволяющей подобрать степень воздействия агрегата на обрабатываемый почвенный слой [4, 6, 10].

Рис. 5. Распределение сорняков в растительном массиве
Fig. 5. Location of weeds in the vegetation

Для уменьшения, а порой и полного отказа от химических средств наиболее эффективны отделение и уничтожение семян сорных растений на всех этапах возделывания растений, и особенно уборки. С этой целью предложена логическая совокупность технологических и технических решений, направленных на снижение засоренности растительных массивов и урожая, новизна и уникальность которых подтверждена патентами на изобретения:

- способ возделывания сельскохозяйственных культур, направленный на выполнение полевых операций с сокращением текущей засоренности и учетом экологического отклика агрофона (патент 2637521 РФ, МПК A01B79/00). На каждом этапе измеряют и максимально снижают имеющуюся и контролируют оставшуюся засоренность. Для этого регулируют интенсивность работы почвообрабатывающих органов до максимально возможного уничтожения сорняков. При посеве регламентируют норму внесения с учетом естественной борьбы культуры и сорняков. Норму внесении средств защиты устанавливают исходя из уровня засоренности. Дополнительно определяют экологический отклик агроценоза, выраженный в предельно допустимых уровнях подавления микробиоты и повышения олиготрофности почвы, и согласно ему корректируют норму внесения средств защиты растений;

- способ уборки зерновых культур и машина для его осуществления, обеспечивающие выделение из зернового вороха семян сорных растений и их травмирование во избежание прорастания, что снижает засоренность убранных полей. Данное решение подразумевает установку дополнительного решета для выделения семян сорняков, которые будут направлены на дробление специальным барабаном и выгружены на поле в раздробленном виде в качестве удобрения;

Рис. 6. Семена сорняков среди продуктов обмолота, выделенных комбайном на поверхность поля (a) и их всходы (b)
Fig. 6. Threshing products separated by combine on the field surface (a) and their shoots (b)

Рис. 7. Засоренность поля после почвообработки
Fig. 7. location of the weeds in the field after tillage

- способ уборки зерновых культур и зерноуборочная машина для его осуществления, обеспечивающие выделение из зернового вороха легковесных примесей и семян сорных растений с помощью направленных воздушных потоков замкнутого цикла и аспирационной камеры, что снижает засоренность убранных полей сорняками и окружающей среды пылью из легковесных примесей (патент 2659244РФ, МПК A01Д 91/04; A01Д 41/02).

Выводы

1. Выделение зерноуборочным комбайном семян просовидных сорняков, способных к прорастанию, составляет более 5 г/м^2, что обусловливает значительную последующую засоренность массивов. Удельный вес семян сорняков в бункерном зерне составляет в среднем 2,9%.

2. Почвообработка поперек движения зерноуборочных комбайнов увеличивает ширину полосы со всходами сорняков в 2 раза и более, зачастую образуя устойчивые ареалы сплошной засоренности.

3. Обосновали основные критерии характеристики технологии возделывания сельхозкультур: текущая засоренность и экологический отклик агроценоза, выраженный через коэффициент олиготрофности и микробиологической активности агрофона.

4. Комплексная система снижения засоренности выстроена на отслеживании фактического состояния засоренности на всех этапах возделывания, а на этапе химической прополки дополнительно принят в учет экологический отклик агроценоза, что позволило сократить общую нагрузку от действия средств защиты растений на 30% и более.

5. Предложили эффективный прием снижения засоренности агрофона: отделение и травмирование семян сорных растений для исключения их последующего прорастания на этапе обмолота зерноуборочным комбайном.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов Н.М., Чепурин Г.Е. Научно-техническое обеспечение аграрного комплекса Сибири // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2014. N5. С. 93-100.
2. Шинделов А.В., Коробова Л.Н., Танатова А.В., Ферапонтова С.А. Научно-методические рекомендации по использованию микробиологических показателей для оценки состояния пахотных почв Сибири. Новосибирск: ВПО НГАУ. 2013. 37 с.
3. Литвишко В.С. Экологизация средств защиты растений // *Естественные и технические науки*. 2018. N2(116). С. 53-54.
4. Иванов Н.М., Колинко В.П., Кудашкин П.И., Голиков В.Р. Почвообрабатывающие машины для борьбы с сорной растительностью // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2013. Т. 7. N2. С. 24-26.
5. Шинделов А.В., Коробова Л.Н., Шинделов А.В., Танатова А.В Модели маршрутизации и навигация опрыскивающей техники как фактор коррегирования биологических свойств почвы // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015. N5(127). С. 65-70.
6. Иванов Н.М., Докин Б.Д., Ёлкин О.В., Чекусов М.С. Альтернативные варианты технологий и технических средств для производства зерна в условиях Сибири // *Достижения науки и техники в АПК*. 2015. N1. С. 49-51.
7. Терпигорев А.А., Гжибовский С.А., Грушин А.В. Технологии и технические средства для защиты растений в термически напряженные периоды // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2017. Т. 51. С. 327-332.
8. Иванов Н.М., Чепурин Г.Е. Обоснование разработки технологического паспорта зерноуборочных комбайнов // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2016. Т. 10. N4. С. 25-31.
9. Шинделов А.В. К моделированию оптимальных траекторий движения полевой машины // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009. N11. С. 98-106.
10. Абдулгалимов М.М., Магомедов Ф.М., Сенькевич С.Е., Умаров Р.Д., Меликов И.М. Совершенствование технологии и средств механизации для борьбы с сорной растительностью // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. Т. 11. N5. С. 38-42.

REFERENCES

1. Ivanov N.M., Chepurin G.E. Nauchno-tekhnicheskoye obespecheniye agrarnogo kompleksa Sibiri [Scientific and technical support of the farm industry of Siberia]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2014. N5. 93-100 (In Russian).
2. Shindelov A.V., Korobova L.N., Tanatova A.V., Ferapontova S.A. Nauchno-metodicheskiye rekomendatsii po ispol'zovaniyu mikrobiologicheskikh pokazateley dlya otsenki sostoyaniya pakhotnykh pochv Sibiri [Scientific and methodological recommendations on the use of microbiological indicators for assessing the condition of arable soil in Siberia]. Novosibirsk: VPO NGAU. 2013. 37 (In Russian).
3. Litvishko V.S. Ekologizatsiya sredstv zashchity rasteniy [Ecologization of plant protection products]. *Yestestvennye i tekhnicheskiye nauki*. 2018. N2(116). 53-54 (In Russian).
4. Ivanov N.M., Kolinko V.P., Kudashkin P.I., Golikov V.R. Pochvoobrabatyvayushchiye mashiny dlya bor'by s sornoy rastitel'nost'yu [Tillage machines for weed control]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2013. Vol. 7. N2. 24-26 (In Russian).
5. Shindelov A.V., Korobova L.N., Shindelov A.V., Tanatova A.V. Modeli marshrutizatsii i navigatsiya opryskivayushchey tekhniki kak faktor korregirovaniya biologicheskikh svoystv pochvy [Routing models and spray navigation techniques as a factor of correcting the biological soil properties]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. N5(127). 65-70 (In Russian).
6. Ivanov N.M., Dokin B.D., Elkin O.V., Chekusov M.S. Al'ternativnye varianty tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv dlya proizvodstva zerna v usloviyakh Sibiri [Alternative technologies and technical means for grain production in Siberia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki v APK*. 2015. N1. 49-51 (In Russian).
7. Terpigorev A.A., Gzhibovskiy S.A., Grushin A.V. Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva dlya zashchity rasteniy v termicheski napryazhennyye periody [Technologies and technical means for plant protection in thermally intense periods]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2017. Vol. 51. 327-332 (In Russian).
8. Ivanov N.M., Chepurin G.E. Obosnovaniye razrabotki tekhnologicheskogo pasporta zernouborochnykh kombaynov [Grounds for the development of technological passport for combine harvesters]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii* 2016. Vol. 10. N4. 25-31 (In Russian).
9. Shindelov A.V. K modelirovaniyu optimal'nykh trayektoriy dvizheniya polevoy mashiny [Modeling the optimal trajectories of the field machine movement]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2009. N11. 98-106 (In Russian).
10. Abdulgalimov M.M., Magomedov F.M., Sen'kevich S.Ye., Umarov R.D., Melikov I.M. Sovershenstvovaniye tekhnologii i sredstv mekhanizatsii dlya bor'by s sornoy rastitel'nost'yu [Improvement of technology and mechanization means for weed control]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2017. Vol. 11. N5. 38-42 (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 04.01.2019
The paper was submitted to the Editorial Office on 04.01.2019

Статья принята к публикации 12.04.2019
The paper was accepted for publication on 12.04.2019