ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-33

SCIENTIFIC ASPECTS OF TECHNICAL MODERNIZATION OF SPRAYERS FOR CHEMICAL PROTECTION OF SUNFLOWER

I.B. Borisenko^{1,2}, M. V. Meznikova¹, E. I. Ulybina^{1,3}

¹Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia,

²Caspian research Institute of arid agriculture, Salt zaymishche village, Astrakhan region

³State Budget Professional Educational Institution

«Sebryakovsky Technological College» Volgograd region, Russia

Received 03.10.2020

Submitted 02.12.2020

Abstract

Introduction. This article discusses the scientific aspects of the strip technology of sunflower cultivation, for chemical protection of the plants. By modernizing boom sprayers with the proposed new method of applying the solution to the plant. The purpose of this work is to analyze the lateral and horizontal spray cone of the working solution, taking into account the growth and development phase of sunflower, as well as the agrotechnical requirements for sprayers. The laboratory studies of the technological process of chemical treatment with the use of strip technology are considered and a technical solution is proposed to increase the efficiency of using the working solution due to rational distribution over the objects of influence and increasing the uniformity of its introduction. That is, using the method of strip chemical treatment of plants, it is possible to reduce the hectare rate of consumption of the working solution by redistributing them between the objects of influence (between the rows and the row with the cultivated plant) without reducing the rate of application of the working solution and the quality of treatment for the objects of influence ... In addition, maintain the spray cone geometry, regardless of the vertical oscillation of the sprayer boom, taking into account the reduction in the distance between the sprayer boom and plant tops. To prove this, it was necessary to study all the parameters of the spray cone. For this, several key indicators were identified that have a significant impact on the redistribution of the solution. These include: plant development phase, nozzle characteristics (spray cone, performance), nozzle angle (spray cone), fluid pressure in the system. In technological terms, depending on the phase of plant development and the current pathogenic situation, it is rational to direct working solutions according to the objects of influence. The technical solution consists in retrofitting a serial sprayer with two lines with spray nozzles along the lanes. And if continuous processing is required, then both lines are included. To reduce the cost of applying liquid chemicals and accurate redistribution along the strips and coverage of the entire surface of the stem and leaves in the vertical plane, spraying is carried out on both sides of the plant with side nozzles located above the row spacing and with oriented spray cones. **Materials and methods.** Measurements of the lateral and horizontal spray cone were carried out on a manufactured laboratory setup. **Results.** Based on the results, graphs of pressure dependence on the geometry of the lateral sides of the spray cone were constructed. An assessment of the dependence of the agrotechnical requirements for sprayers and the phase of plant growth is given. **Discussions and conclusion.** The proposed method is more efficient due to resource conservation and cost savings for plant protection products. The formation of a stable flow of the working solution is possible by reducing the vertical vibrations of the boom and, as a consequence, this leads to an improvement in the quality of spraying, all tiers of the sunflower leaf plate.

Key words: modernization of sprayers, strip spraying, chemical plant protection, sprayer, nozzle, efficiency of using the working solution.

Citation. Borisenko, I. B., Meznikova M. V., Ulybina E. I. Scientific aspects of the technical modernization of the sprayers for chemical protection of sunflower. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 4 (60). 340-349 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-33.

Author's contribution. All authors of this research study were directly involved in the development, planning and analysis of the obtained data. All authors have read and approved the received version of the article.

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

УДК 632.08,632.983.631.348.45

НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА

И. Б. Борисенко^{1,2}, доктор технических наук, старший научный сотрудник

М. В. Мезникова¹, кандидат технических наук, преподаватель

Е. И. Улыбина^{1,3} соискатель

¹Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Россия

²Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия,
с. Соленое Займище, Астраханская область

³Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Себряковский технологический техникум», Волгоградская обл., г. Михайловка, Россия

Дата поступления в редакцию 03.10.2020

Дата принятия к печати 02.12.2020

Актуальность. В данной статье рассматриваются научные аспекты полосовой технологии возделывания подсолнечника для химической защиты растений. За счет модернизации штанговых опрыскивателей с предложенным новым способом нанесения раствора на растение. Цель данной работы – провести анализ бокового и горизонтального конуса распыла рабочего раствора с учетом фазы роста и развития подсолнечника, а также агротехнических требований к опрыскивателям. Рассматриваются результаты лабораторных исследований технологического процесса химической обработки с применением полосовой технологии и предложено техническое решение для повышения эффективности использования рабочего раствора за счет рационального распределения по объектам воздействия и повышения равномерности его внесения. То есть, используя способ полосовой химической обработки растений, можно снизить гектарную норму расхода рабочего раствора, перераспределив их между объектами воздействия (междурядьем и рядом с культурным растением), не снижая нормы внесения рабочего раствора и качества обработки по объектам воздействия. Кроме того, сохранить геометрию конуса распыла, независимо от вертикальных колебаний штанги опрыскивателя с учетом снижения расстояния между штангой опрыскивателя и макушками растений. Чтобы это доказать, необходимо было изучить все параметры конуса распыла. Для этого выделили несколько ключевых показателей, которые оказывают существенное влияние на перераспределение раствора. К ним относятся: фаза развития растения, характеристики форсунок (конус распыла, производительность), угол наклона форсунки (конуса распыла), давление жидкости в системе. В технологическом плане, в зависимости от фазы развития растений и сложившейся патогенной ситуации, рационально направлять рабочие растворы по объектам воздействия. Техническое решение заключается в дооборудовании серийного опрыскивателя двумя магистралями с распыляющими форсунками по полосам. А если требуется сплошная обработка, то включаются обе магистрали. Для снижения затрат на внесение жидких средств химизации и точного перераспределения по полосам и охвата всей поверхности стебля и листьев в вертикальной плоскости с обеих сторон растения осуществляют распыление боковыми форсунками, расположенными над междурядьями и с ориентированными конусами распыла. **Материалы и методы.** Замеры бокового и горизонтального конуса распыла производились на изготовленной лабораторной установке. **Результаты.** По результатам построены графики зависимости давления на геометрию боковых сторон конуса распыла. Дана оценка зависимости агротехнических требований, предъявляемых к опрыскивателям, и фазы роста растения. **Обсуждение и выводы.** Предложенный способ более эффективен за счет ресурсосбережения и экономии затрат на СЗР. Формирование стабильного потока рабочего раствора возможно за счет снижения вертикальных колебаний штанги, и, как следствие, это приводит к улучшению качества опрыскивания всех ярусов листовой пластины подсолнечника.

Ключевые слова: модернизация опрыскивателей, полосовое опрыскивание, химическая защита растений, опрыскиватели, эффективность использования рабочего раствора.

Цитирование. Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Улыбина Е. И. Научные аспекты техниче-

ской модернизации опрыскивателей для химической защиты подсолнечника. *Известия НВ АУК*, 2020. 4 (60). 340-349. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-33.

Авторский вклад. Все авторы данного научного исследования принимали непосредственное участие в разработке, планировании и анализе полученных данных. Все авторы ознакомились и одобрили полученный вариант статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Россия – аграрная страна, это подтверждается оперативными сводками Министерства сельского хозяйства РФ. Еженедельный обзор рынка конъюнктуры подсолнечника показывает, что с начала сезона 2019-2020 года наибольший объем экспорта приходится на семена подсолнечника и подсолнечное масло, их поставки составляют 1,22 млн т, что в 3,7 раза больше, чем годом ранее. Основными направлениями поставок этой продукции традиционно становятся такие страны, как Китай, Египет, Франция, Германия. Интерес этих стран к подсолнечнику российского производства обусловлен сбалансированной ценой и качеством продукции. Выдерживать баланс между ключевыми показателями, определяющими спрос на рынке культуры, помогает принятая в 2017 году Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. Целью программы является развитие новых технологий для достижения научных и научно-технических результатов и модернизированных технических средств, для получения высокопродуктивного производства для развития внутреннего рынка сельхозпродукции, увеличения ее качества и снижения затрат на производство. Новые технологии позволят создавать новое экологически чистое и ресурсосберегающее производство. Исходя из цели Федеральной программы, производители подсолнечника ищут новые подходы и технологии к выращиванию данной культуры. Как известно, спрос определяет цена, на которую влияют три показателя: затраты, урожайность и качество продукции. Эти показатели зависят от новых технологических приемов выращивания культуры и технических средств, реализующих данные приемы, в частности защиту растений. Развитие новых технологий приводит к интенсивному использованию ресурсов, поэтому разработка новых технических средств должна обеспечить разумное их потребление и использование [2, 12].

Материалы и методы. Для достижения поставленной научной задачи в качестве изменения способа нанесения раствора на растение была смонтирована лабораторная установка, рабочим органом которой является трубка Dropleg с целевыми форсунками на 65° и 80°. Лабораторная установка позволяет производить ряд исследований, направленных на определение производительности форсунок с течением времени при изменении давления в системе от 1 до 4 атм., производить замеры горизонтального конуса распыла форсунками с определением точки перегиба при сужении конуса распыла к поверхности. Установка позволяет изменять высоту вертикальной штанги в зависимости от фазы развития подсолнечника. А также изменять базовый угол наклона конуса распыла относительно вертикальной оси форсунки на 35°, 45°, 55°. Характерной особенностью установки является возможность наблюдать за точкой слияния потоков, направленных под углом навстречу друг другу. Для обработки параметров конуса распыла была составлена программа и методика испытаний согласно ГОСТ, составлены карты для фиксирования параметров исследования. В работе использовалась инструкция: технология опрыскивания версия для полевых опрыскивателей/ Hardi International. По полученным показаниям построены графики с помощью программы Excel. За фазой развития подсолнечника велись полевые наблюдения на протяжении всей фазы роста и развития подсолнечника со строгой периодичностью. Все замеры фиксировались на видео- и фотосъемку.

Результаты и обсуждение. Сегодня подсолнечник – это высокодоходная культура, и уровень ее рентабельности растет [5]. Но также – это культура, которая сильно восприимчива к болезням и вредителям, поэтому управление её фитосанитарным со-

стоянием осуществляется за счет системы агротехнических требований, предъявляемых к опрыскивателям и средствам химической защиты растений (рисунок 1).

Рисунок 1 – Агротехнические требования, предъявляемые к опрыскивателям

Figure 1 – Agrotechnical requirements for sprayers

Оценивая работу опрыскивателей в соответствии с агротехническими требованиями, выделяют ряд существенных недостатков [3]. Так, обеспечение равномерной обработки подсолнечника без пропусков и пробелов раствором будет во многом зависеть от архитектурных особенностей развития культуры, которые сейчас не учитываются в полном объеме применяемых технологий. Сплошное опрыскивание не всегда удовлетворяет требованию оценки качества обработки верхних, нижних ярусов листовой пластины, обратной стороны листа и стебля подсолнечника. Сильное влияние на снижение качества опрыскивания оказывают вертикальные колебания штанги [4]. Это приводит к механическим повреждениям растения, недостаточности попадания рабочего раствора на объект обработки. Сегодня штанговые опрыскиватели представляют собой технические средства, в систему распыла которых входят форсунки с горизонтальным факелом распыла. Двигаясь по полю, штанговый опрыскиватель испытывает вертикальные колебания, которые приводят к неравномерному захвату и обработке полосы, в которой произрастает растение [9]. В результате приходится прибегать к повторным обработкам, хотя в этом нет необходимости. Некачественная обработка, как следствие, приводит к увеличению затрат, загрязнению почвы и потерям урожая, необходимости дооборудовать штанговые опрыскиватели междрядковыми устройствами для нижнего бокового распыла с учетом высоты растений. В совокупности недостатки и отклонения от агротехнических требований приводят к поиску новых способов нанесения рабочего раствора на растения. Поэтому, при очевидных преимуществах технологии стриптилл, одним из путей ее совершенствования является снижение химической нагрузки на почву за счет перераспределения и точного, полосового внесения по объектам воздействия [1]. Анализируя процесс и технологию полосового возделывания подсолнечника, стоит отметить, что в фазе развития 2-3 пар листьев целесообразно производить сплошное опрыскивание с одновременной обработкой междурядья. Но при достижении растения фазы развития 6-8 пар листьев сорная растительность будет угнетаться культурными растениями. При этом с развитием растения в основном вредители будут находиться на обратной стороне листа подсолнечника, и поэтому сплошная обработка не будет эффективной [6, 10]. В этой связи необходим поиск новых технических ре-

шений, обеспечивающих качественное опрыскивание без вреда для культуры и необоснованного загрязнения почвы [8, 11].

Новый подход был найден в качестве способа полосовой химической обработки растений, обеспечивающей перераспределение растворов по полосам для повышения равномерности нанесения раствора вне зависимости от вертикальных колебаний штанги. Технический результат данного способа обеспечивается за счет распыления над рядами растений боковыми форсунками с углами распыла 65° и 80°, ориентированными навстречу друг другу конусами распыла, при этом угол пересечения между их верхними краями составляет менее 180° [13]. Научные исследования нового способа, во-первых, направлены на изучение архитектурных особенностей фазы развития подсолнечника. Согласно таблице комплексной защиты подсолнечника, обработка производится и зависит от фазы развития, обусловленной ростом стебля и количеством пар листьев. Так, при росте до двух пар листьев проводится сплошная обработка защиты от сорняков, вредителей и болезней (рисунок 2).

Комплексная система защиты подсолнечника
(работа с опрыскивателем) /
Comprehensive sunflower protection system
(working with the sprayer)

Дни / Days	0	5	12	16	18-53	57	59-61	65-71	90-94
Высота растений, см / Plant height, cm	0	3	20	50	100	130	170	170	160
Назначение / Appointment	До посева / Before seeding	Прорастание / Germination	1 пара листьев / 1 pair of leaves	2-3 пары листьев / 2-3 pairs of leaves	4-6 пар листьев / 4-6 pairs of leaves	Бутонизация / Budding	Цветение / Flowering	Начало побурения корзины / The beginning of the Browning of baskets	Полное созревание / Full maturation
1. Внесение почвенного гербицида / Application of soil herbicide	+								
2. Защита от сорняков / Protection from weeds		5		14	32-34				
3. Защита от вредителей / Protection from pests	+			14	40-44		60		
4. Защита от болезней / Protection from disease	+			16	40-44		60	70	
5. Листовая подкормка / Foliar application				16	36-38	57			
6. Десикация / Desiccation									90
№ операции / № operations	3	4		5,6	7,8,9	10	11	12	13
... сплошная обработка / solid processing ... обработка в междурядье / processing in the aisle ... обработка по культуре / processing by culture									

Рисунок 2 – Комплексная защита подсолнечника работы с опрыскивателем

Figure 2 – Comprehensive sunflower protection when working with a sprayer

Однако при достижении растением 50 см сплошную обработку нецелесооб-

разно производить, так как строение верхних и нижних ярусов листьев будет перекрываться друг другом, а значит, качество обработки будет страдать. Для анализа данного предположения были произведены замеры подсолнечника, зависимости роста стебля культуры от ширины слоев листьев верхних и нижних ярусов, и построен график (рисунок 3).

Рисунок 3 – Зависимости высоты стебля подсолнечника от ширины листьев по ярусам

Figure 3 – Dependences of the height of the stem of the sunflower on the width of the leaves along the row

Как видно из графика, верхние листья перекрывают нижние ярусы листьев, а значит, капли рабочего раствора на данной фазе развития подсолнечника не будут в достаточной степени попадать на стебель, обратную и внешнюю стороны листьев, прикрытые верхними ярусами. Все это будет приводить к развитию болезней и вредителей, меньшему питанию от ЖКУ и, в конечном итоге, гибели урожая. Поэтому на второй стадии научных исследований потребовалось изменить угол наклона оси конуса распыла от вертикали для форсунок с конусом распыла 80° и 65° . Исследования проводились для углов наклона оси конуса распыла на 35° , 45° и 55° . Изучено поведение верхних и нижних ветвей конуса распыла и определены зависимости влияния давления на геометрию боковых сторон конуса распыла (рисунок 4).

Экспериментальными исследованиями установлено, что форма конуса распыла сохраняется идентичной той, которая образуется при вертикальном распыле при отклонении потока от вертикальной оси форсунки на 0,6-0,8 м. Далее форма изменяется под действием гравитации и зависит от размера капель и интенсивности потока. При этом нижняя ветвь отклоняется от вертикальной оси в пределах от 80 до 190 мм. Соответственно, при слиянии двух противоположных потоков рабочий раствор переносится с необработанной части междурядья на обрабатываемую полосу (рисунок 5). Определение данного факта экспериментальным путем позволяет сделать вывод относительно уменьшения загрязнения междурядья химическими растворами. Комплексное решение задачи в части перераспределения раствора позволяет при постоянной норме вылива на растение, уменьшать расход гектарной нормы внесения рабочего раствора, а также снизить зависимость конуса распыла от влияния погодных условий, превращая его в более стабильный и равномерный распыл. Применение такой технологии и нового способа нанесения раствора на растение в будущем дает возможность оценить энергоэффективность и экономию рабочего раствора. С точки зрения практического подхода, на поле это будет выглядеть, как улучшение объема захвата растения при направлении оси конуса распыла под углом 45° , а значит, и улучша-

ется покрытие боковых листьев культуры. Если говорить о процентном соотношении, то расстояние захвата покрытия увеличивается на 87,5 % [13] .

Рисунок 4 – Влияние давления на геометрию абриса конуса распыла в поперечной плоскости: а) для угла 35°; б) для 45°; в) для 55°

Figure 4 – Influence of pressure on the geometry of the spray cone outline in the transverse plane: a) for an angle of 35 °; b) for 45 °; c) for 55 °

Рисунок 5 – Влияние отклонения нижней ветви конуса распыла от давления в системе при разных углах направления оси форсунки

Figure 5 – Influence of the deviation of the lower branch of the spray cone from the pressure in the system at different angles of the nozzle axis

Выводы. Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы. В применяемых технологических процессах химической обработки посевов подсолнечника не в полной мере учитываются архитектурные особенности растения, из-за чего снижается качество опрыскивания в фазе развития 2-8 пар листьев. Наиболее эффективным будет считаться новый способ нанесения раствора на растения с учетом перераспределения раствора с междурядья на обрабатываемую полосу. Для этого разработано техническое решение, которое позволяет смешивать потоки рабочих растворов, направленные навстречу друг к другу, с образованием нового. Применение бокового способа распыла позволяет при слиянии преобразовывать потоки распыла от каждой форсунки в новый, более стабильный поток, имеющий постоянные геометрические параметры с большей площадью покрытия у верхушки растений и неизменяемой при колебаниях штанги опрыскивателя.

Библиографический список

1. Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Улыбина Е. И. Новые технологии применения опрыскивателя // Сельский механизатор. 2019. № 8. С. 4-5,13.
2. Борисенко И. Б., Шапоров М. Н., Борисенко П. И. Агротехнические подходы при проектировании рабочего органа минимальной обработки почвы с полосным углублением // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 4 (32). С. 193-197.
3. Варфоломеева М. М., Фомина И. В. Из опыта модернизации прицепного штангового опрыскивателя // Всероссийский научно-исследовательский институт механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. 2017. № 11. С. 128-134.
4. Данилов М. В., Абаев В. В. Особенности технологии защиты растений с применением штанговых опрыскивателей и ее недостатки // Вестник научных конференций. 2019. № 3-1(43). С. 46-47.

5. Лукомец В. М., Пивень В. Т., Тишков Н. М. Защита подсолнечника от вредителей и болезней // Защита и карантин растений. 2017. № 5. С. 14-16.
6. Мезникова М. В. Исследование проблем защиты растений от химически опасных воздействий в условиях чрезвычайных ситуаций // Вестник НЦ БЖД. 2019. № 2(40). С. 98-104.
7. Повышение эффективности химической обработки пропашных культур в рамках полосовой технологии / М. В. Мезникова, И. Б. Борисенко, Е. И. Улыбина, О. В. Бояркина // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2019. Т. 14. № 4. С. 453-465.
8. Снижение поражения сельскохозяйственных растений как способ защиты биосферы от загрязнения химически опасными воздействиями / М. В. Мезникова, И. Б. Борисенко, О. Г. Чамурлиев, Г. О. Чамурлиев, Л. С. Идрисова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2020. Т. 15. № 2. С. 173-181.
9. Фомина И. В., Варфоломеева М. М. Современное состояние и тенденции развития техники для химической защиты растений // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. 2017. № 11. С. 182-189.
10. 5-point program for sustainable plant protection / T. Frische, S. Eherer, Sh. Of. Matesky, K. Pickle, Th. Vogram // Environmental Sciences Europe. 2018. Vol 30. No 8. <https://doi.org/10.1186/s12302-018-0136-2>.
11. Ghasemzadeh H. R., Humburg D. Using fan nozzles with adjustable spray angle on long rods // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2016. Vol. 18. P. 80-92.
12. Methods and applications of new technologies used for reducing of chemical usage and controlling of pests (a review) / M. A. Ebrahimi, M. H. Khoshtaghaza1, S. Minaei1, B. Jamshidi // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2018. Vol. 20. No. 2. P. 144-154.
13. Resource-saving method of chemical treatment of tilled crops / I. B. Borisenko, A. S. Ovchinnikov, M. V. Meznikova, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, A. F. Rogachev, E. I. Ulybina // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019.

Conclusion. Thus, according to the results of the studies carried out, the following conclusions can be drawn. In the applied technological processes of chemical treatment of sunflower crops, the architectural features of the plant are not fully taken into account, due to which the quality of spraying decreases in the phase of development of 2-8 pairs of leaves. The most effective will be considered a new method of applying the solution to plants, taking into account the redistribution of the solution from the aisle to the processed strip. For this, a technical solution has been developed that allows mixing streams of working solutions directed towards each other, with the formation of a new one. The use of the side spray method makes it possible, when merging, to transform the spray flows from each nozzle into a new, more stable flow, having constant geometric parameters with a larger coverage area at the top of the plants and unchanged when the sprayer boom vibrates.

References

1. Borisenko I. B., Meznikova M. V., Ulybina E. I. New technologies for the use of spraying // Rural machine operator. 2019. No. 8. P. 4-5,13.
2. Borisenko I. B., Shaprov M. N., Borisenko P. I. Agrotechnical approaches in the design of a working body of minimal tillage with strip deepening // News of the Izvestie agro-university complex: science and higher professional education. 2013. No. 4.
3. Varfolomeeva M. M., Fomina I. V. From the experience of modernization of a trailed barbell sprayer // Russian Research Institute of Mechanization and Informatization of Agricultural Chemical Support of Agriculture. 2017. No. 11. P. 128-134.
4. Danilov M. V., Abaev V. V. Features of plant protection technology using barbell sprayers and its shortcomings // Bulletin of scientific conferences. 2019. No. 3-1 (43). P. 46-47.

5. Lukomets V. M., Piven V. T., Tishkov N. M. Protection of sunflower from pests and diseases // Protection and quarantine of plants. 2017. No. 5. P. 14-16.
6. Meznikova M. V. Study of plant protection problems from chemically hazardous impacts in emergency situations // Bulletin of the Scientific Center of the Belarusian Railways. 2019. No. 2 (40). P. 98-104.
7. Improving the efficiency of chemical treatment of pro-arable crops within the framework of strip technology / M. V. Meznikova, I. B. Borisenko, E. I. Ulybina, O. V. Boyarkina // Bulletin RUDN. Series: Agronomy and animal husbandry. 2019. V. 14. No. 4. P. 453-465.
8. Reduction of damage to agricultural plants as a way to protect the biosphere from contamination by chemically hazardous actions / M. V. Meznikova, I. B. Borisenko, O. G. Chamurliiev, G. O. Chamurliiev, L. S. Idrissov // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry. 2020. V. 15. No. 2. P. 173-181.
9. Fomina I. V., Varfolomeeva M. M. Current state and trends in the development of technology for chemical plant protection // Problems of mechanization of agrochemical support of agriculture: All-Russian Research Institute for Mechanization and informatting of agrochemical support of agriculture. 2017. № 11. P. 182-189.
10. 5-point program for sustainable plant protection / T. Frische, S. Eherer, Sh. Of. Matesky, K. Pickle, Th. Vogram // Environmental Sciences Europe. 2018. Vol 30. No 8. <https://doi.org/10.1186/s12302-018-0136-2>.
11. Ghasemzadeh H. R., Humburg D. Using fan nozzles with adjustable spray angle on long rods // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2016. Vol. 18. P. 80-92.
12. Methods and applications of new technologies used for reducing of chemical usage and controlling of pests (a review) / M. A. Ebrahimi, M. H. Khoshtaghazal, S. Minaei, B. Jamshidi // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2018. Vol. 20. No. 2. P. 144-154.
13. Resource-saving method of chemical treatment of tilled crops / I. B. Borisenko, A. S. Ovchinnikov, M. V. Meznikova, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, A. F. Rogachev, E. I. Ulybina // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019.

Authors information

Borisenko Ivan Borisovich, doctor of technical Sciences, senior researcher, Department of agriculture and Agrochemistry, Volgograd state agrarian University, Volgograd, Russia, Caspian research Institute of arid agriculture, Salt zaymishche village, Astrakhan region, (Russia, 400002, Volgograd region, Volgograd, 26 pr. Universitetskiy) <https://www.orcid-ru.org/0000-0002-6486-9210>, t.+7 (8442) 41-12-20, +7 (902) 387-29-42, E-mail: borisenivan@yandex.ru

Meznikova Marina Viktorovna candidate of technical Sciences, teacher, Department of life safety, Volgograd state agrarian University, Volgograd (Russia, 400002, Volgograd region, Volgograd, 26 pr. Universitetskiy), <https://www.orcid-ru.org/0000-0002-9384-7766>, t.+7 (8442) 41-15-18, +7(960)883-09-50, E-mail: marina_roxette@mail.ru

Ulybina Ekaterina Ivanovna, teacher GBPOU «Sebryakovsky technological technical» (Russia, 403345, Volgograd region, Mikhaylovka, 146a Communesreet), <https://www.orcid-ru.org/0000-0002-3523-478t>, t.+7(905)434-39-16, E-mail: ulibina.ekat@yandex.ru

Информация об авторах:

Борисенко Иван Борисович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, кафедры "Земледелие и агрохимия", ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Россия, Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, с. Соленое Займище, Астраханская область, (РФ, 400002, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26) <https://www.orcid-ru.org/0000-0002-6486-9210>, т. +7 (8442) 41-12-20, +7 (902) 387-29-42, E-mail: borisenivan@yandex.ru

Мезникова Марина Викторовна, кандидат технических наук, преподаватель, кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград (РФ, 400002, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), <https://www.orcid-ru.org/0000-0002-9384-7766>, т.+7 (8442) 41-15-18, +7(960)883-09-50, E-mail: marina_roxette@mail.ru

******* ИЗВЕСТИЯ *******

**НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА:
НАУКА И ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

№ 4 (60), 2020

Улыбина Екатерина Ивановна, преподаватель ГБПОУ «Себряковский технологический техникум» (РФ, 403345, Волгоградская обл., г. Михайловка, ул. Коммуны д. 146 а), <https://www.orcid-ru.org/0000-0002-3523-4478> т. +7(905)434-39-16, E-mail: ulibina.ekat@yandex.ru