

УДК 632.98 631.348.45

UDC 632.98 631.348.45

05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОГО 3-D ЭФФЕКТА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОПРЫСКИВАНИЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ ПЕСТИЦИДОВ ПОЛОСОВЫМ МЕТОДОМ

INFLUENCE OF VOLUMETRIC 3-D EFFECT ON THE QUALITATIVE PERFORMANCE OF SPRAYING WHEN APPLYING PESTICIDES BY THE BAND METHOD

Борисенко Иван Борисович
д-р техн. наук, с.н.с., заслуженный изобретатель РФ

Borisenko Ivan Borisovich
Dr.Sci.Tech., senior scientist, Honored inventor of the Russian Federation

AuthorID: 278509

AuthorID: 278509

SPIN – код: 6532-2117

RSCI SPIN – code: 6532-2117

ORCID ID: 0000-0002-6486-9210

ORCID ID: 0000-0002-6486-9210

ScopusID: 57200112191

ScopusID: 57200112191

ResearcherID: AAQ-2310-2021

ResearcherID: AAQ-2310-2021

borisenivan@yandex.ru

borisenivan@yandex.ru

Мезникова Марина Викторовна
к.техн. наук

Meznikova Marina Viktorovna
Candidate in Engineering

AuthorID: 837310

AuthorID: 837310

SPIN – код: 8687-8844

RSCI SPIN – code: 8687-8844

ORCID ID: 0000-0002-9384-7766

ORCID ID: 0000-0002-9384-7766

ScopusID: 57212199815

ScopusID: 57212199815

ResearcherID: AAQ-2284-2021

ResearcherID: AAQ-2284-2021

marina_roxette@mail.ru

marina_roxette@mail.ru

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», Волгоград, Россия

FSBEI HE Volgograd SAU, Volgograd, Russia

Белоусов Сергей Витальевич
канд. техн. наук, доцент, М.Н.С. отдела механизации растениеводства

Belousov Sergey Vitalievich
Candidate in Engineering, associate professor, Junior Researcher of the Department of Crop Mechanization

AuthorID: 714080

AuthorID: 714080

SPIN – код: 6847-7933

RSCI SPIN – code: 6847-7933

ORCID ID: 0000-0002-8874-9862

ORCID ID: 0000-0002-8874-9862

ScopusID: 57190008405

ScopusID: 57190008405

ResearcherID: Q-1037-2017

ResearcherID: Q-1037-2017

sergey_belousov_87@mail.ru

sergey_belousov_87@mail.ru

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T.Trubilin, Krasnodar, Russia

Краснодар, Россия

ANC DONSKOY, Zernograd, Russia

«АНЦ «ДОНСКОЙ», Зерноград, Россия

Разработан новый подход к выполнению технологии химической обработки сельскохозяйственных культур на основе технологического процесса объемного 3-D опрыскивания. Данное направление предлагается реализовать в ресурсосберегающей технологии полосовой химической обработки пропашных культур. Целью исследования является разработка технологии химической обработки при возделывании пропашных технических культур для дифференцированного и безопасного нанесения рабочего раствора и пути модернизации серийного штангового опрыскивателя под новую технологию и влияние применения новой технологии нанесения препарата на объект

The article presents a new approach to performing the technology of chemical treatment of agricultural crops based on the technological process of volumetric 3-D spraying. This direction is proposed to be implemented in the resource-saving technology of strip chemical treatment of row crops. The aim of the research is to develop the technology of chemical processing in the cultivation of row crops for differentiated and safe application of working solution and the ways of modernization of a serial boom sprayer for the new technology and the impact of the new application technology of the preparation on the object of treatment on the quality indicators of spraying. The method of strip chemical treatment advantageously differs from the classical technology of continuous

обработки на качественные показатели опрыскивания. Способ полосовой химической обработки выгодно отличается от классической технологии сплошного опрыскивания, так как позволяет грамотно и эффективно вносить рабочие растворы химических веществ в зависимости от фазы роста и развития культурного растения на объект обработки. Предложенное техническое решение позволяет разделять потоки и направления жидкости по отношению к объекту обработки. При этом образуется новый, более стабильный по ширине и высоте поток, способствующий повышению качественных показателей опрыскивания и снижению загрязнения окружающей среды. Норма внесения средств химизации на растении остается неизменной. За счет переноса рабочего раствора с междурядья на полосу с культурным растением достигается результат по снижению гектарной нормы внесения средств защиты и питания растений. Данные аспекты приводят к улучшению экологической безопасности в области производства продукции растениеводства

Ключевые слова: ПОЛОСОВАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПОЛОСОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, ФОРСУНКА, КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОПРЫСКИВАНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

spraying, as it allows making competent and effective application of working solutions of chemicals depending on the phase of growth and development of cultivated plants on the object of treatment. The proposed technical solution makes it possible to separate the flows and directions of the liquid in relation to the object of treatment. This creates a new, more stable flow in terms of width and height, which contributes to improving the quality of spraying and reducing environmental pollution. The application rate of the chemical on the plant remains unchanged. By transferring the working solution from the inter-row to the lane with the cultivated plant, the result is a reduction in the hectare rate of plant protection and nutrition products. These aspects lead to improvement of ecological safety in the field of crop production

Keywords: STRIP CHEMICAL TREATMENT, TECHNOLOGICAL PROCESS, STRIP FARMING, NOZZLE, SPRAYING QUALITY INDICATORS, ENVIRONMENTAL PROBLEMS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-175-003>

Система защиты растений включает совокупность методов, приемов и средств, направленных на сохранение урожая, защиту культурных растений от болезней и вредителей, обеспечение безопасности выращиваемой продукции. Применение химических средств защиты растений снижают риск потерь урожайности до 50 - 70%. Поэтому одним из наиболее распространенных методов защиты растений является химический метод, который предусматривает применение химических препаратов различных классов с целью уничтожения вредных организмов в различных областях хозяйствования человека [4,17].

При осуществлении технологических процессов по защите растений в области растениеводства чаще всего применяются рабочие растворы в жидких фракциях с применением опрыскивания. Главным требованием к процессу внесения пестицидов является способность наносить рабочий

<http://ej.kubagro.ru/2022/01/pdf/03.pdf>

раствор с требуемой точностью на объект воздействия [6,18,19]. Применение жидких форм пестицидов и удобрений способствуют более равномерному распределению по обрабатываемой площади и достижению требуемой точности попадания на объект обработки [7,24]. Проблема необоснованной неравномерности при внесении средств защиты растений и удобрений является серьезной экономической и экологической угрозой [1,13,15]. Как следствие, наблюдается недобор урожая, существенный перерасход вносимых препаратов, ущерб окружающей среде, а также повышение нитратов в выращиваемой продукции [12,14,20].

В области химической защиты и питания растений можно выделить несколько направлений повышения экологической безопасности:

- 1) Снижение гектарной нормы внесения пестицидов;
- 2) Сокращение остаточного количества пестицидов в почве;
- 3) Повышение качественных показателей внесения средств химизации.

При комплексном подходе к решению проблем обеспечения экологической безопасности в аграрном секторе команда ученых Волгоградского Государственного Аграрного Университета (Волгоград, Россия) усовершенствовала известный технологический процесс внесения пестицидов (Рисунок 1).

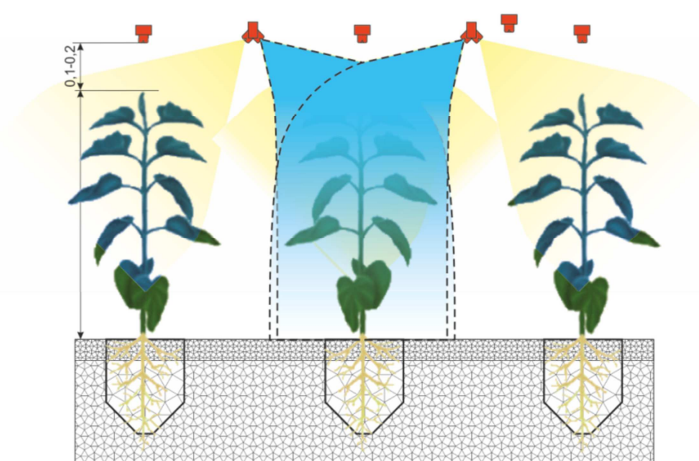


Рисунок 1 - Образование нового потока при полосовой химической обработке с эффектом объемного 3-D опрыскивания.

Разработанное техническое решение позволило оперативно настраивать опрыскиватель как на технологию сплошного, так и полосового опрыскивания.

Применение нового способа нанесения химических препаратов на объект обработки позволяет добиваться снижения гектарной нормы внесения пестицидов [2,7,10]. За счет сокращения расстояния между штангой опрыскивателя и поверхностью почвы достигнут эффект снижения сноса растворов баковых смесей на пределы объекта обработки и сокращение остаточного количества пестицидов в почве [3,5,8].

Для исследования качественных показателей технологического процесса опрыскивания сплошным и полосовым методом применялся индикаторный метод. Результаты исследования распределения капель рабочего раствора на поверхности листьев по ярусам, на стебле и на оборотной стороне листьев подсолнечника подтвердили преимущества новой технологии полосовой химической обработки по сравнению с традиционным сплошным опрыскиванием [7,12]. Оценивалась густота и дисперсный состав осевших капель.

Важным аспектом экологической безопасности технологического процесса внесения пестицидов является повышение качественных показателей, которое достигается равномерностью покрытия объекта обработки. При этом важно, чтобы препарат попадал на обе стороны листа и на стебель растения. Это имеет особое значение при обработке от болезней и вредителей, когда вредоносные объекты находятся в густой листве и на стебле культурного растения [9,21,23].

Для улучшения качественных показателей процесса распыления и повышения экологичности внесения пестицидов промышленность выпускает различные виды распылителей и дополнительных приспособлений, способных изменить направление распыляемого потока и снизить время полета капли от распылителя до объекта [1,8,16,20].

Например, при использовании адаптера QJ90-2-NYR (Рисунок 2а) с колпачки Quick TeeJet и установленными двумя плоскоструйными равномерными распылителями с ограничителями сноса серии DG TeeJet (Рисунок 2а), образуют двухсторонний рисунок для распыления спереди и сзади. Данное техническое решение предназначено для улучшения качественных показателей покрытия листьев и обеспечения проникновения препарата между ярусами густых растений.



а) адаптер QJ90-2-NYR; б) плоскоструйный равномерный распылительный наконечник с ограничением сноса серии DG TeeJet.

Рисунок 2 – Техническое решение для сдвоенного распыления:

Источник: https://www.teejet.com/Literature_PDFs/catalogs/C51A/cat51a_us.pdf

Для ограничения сноса капель рабочего раствора в процессе внесения пестицидов могут использоваться двойные плоскоструйные распылительные наконечники серии E TwinJet (Рисунок 3).

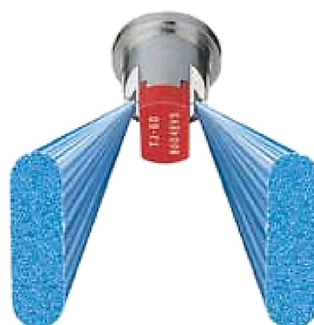


Рисунок 3 – Двухфакельный плоскоструйный распылитель серии E TwinJet.

Источник: https://www.teejet.com/Literature_PDFs/catalogs/C51A/cat51a_us.pdf

Равномерные наконечники TwinJet совмещают в себе преимущества двойного плоскоструйного рисунка распыления и равномерного распределения поперек рисунка. Но данные распылители не могут обеспечивать точное внесение препарата на объект в зоне обрабатываемой полосы.

Изменение направления потока рабочей жидкости в серийных распылителях может быть достигнуто при помощи распылительных наконечников Vesiflo серии ConeJet (Рисунок 4). Распылители данной серии идеально подходят для рядкового опрыскивания с применением двух или трех насадок на ряд. Распыление производится с образованием мелкодисперсного состава рабочей жидкости с возможностью тщательного проникновения в листовую покров. Задача обработки стебля растения и нижних ярусов листьев достигается. Однако, установка понизителей и дополнительных распылителей ведут в техническом плане к усложнению конструкции и снижению надежности системы. Как следствие, это приводит к снижению надежности технической системы распыления и нежелательному загрязнению окружающей среды с образованием зон токсичности вне объекта обработки.



Рисунок 4 - Направленное действие распылителей ConeJet.

Источник: https://www.teejet.com/Literature_PDFs/catalogs/C51A/cat51a_us.pdf

Если рассмотреть факел распыла, образуемый при распылении таким способом нанесения, то можно заметить, что для обработки стебля

растения нужно внести не продуктивно около 90% химикатов, попадающих на почву при проекции конуса распыла в горизонтальной плоскости. Стебель занимает площадь в потоке, примерно равную 10% от общей площади образуемой проекции факела распыла (Рисунок 5).

При таком способе распыла возникает проблема обработки крайних рядов на поле, когда дальность капли рабочего раствора не ограничивается растением в последующем ряду, что приводит к загрязнению почвы за пределами обрабатываемой площади.

Это означает, что данный способ бокового покрытия раствором при помощи понизителей подходит для сплошного способа внесения химии. При необходимости обрабатывать культуру, выращиваемую в полосовой системе земледелия, необходим новый ресурсосберегающий способ распыления и техническое решение, предназначенное для выполнения такого способа (способ полосовой химической обработки пропашных культур).

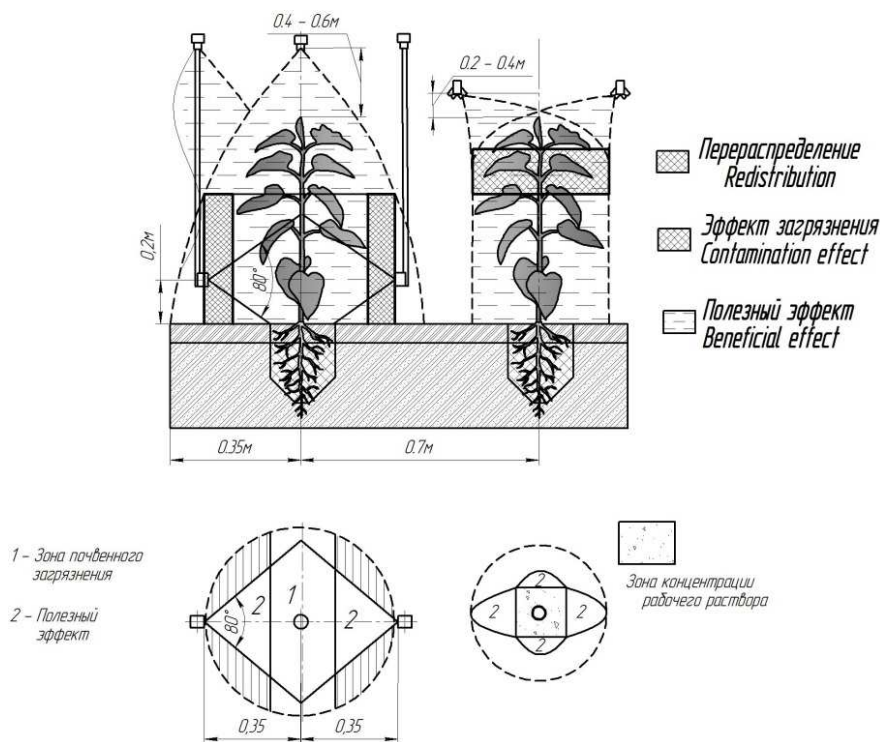


Рисунок 5 - Распределение препарата на объекте обработки по периметру от способа нанесения.

При анализе полевых исследований по распределению препарата на подсолнечнике в фазе 3-4 листьев после обработки химикатами сплошным способом вносимый препарат был обнаружен лишь на листьях исследуемого растения, причем наивысшая концентрация рабочего раствора была на верхнем ярусе растения (Рисунок 6). Это означает, что при применении сплошного способа обработки при борьбе с вредителями и болезнями равномерность покрытия не была достигнута. На стебель и обратную часть листа подсолнечника препарат не попал. Можно сделать вывод, что для более точного, прецизионного воздействия на объект обработки необходимо применять иной способ нанесения препарата на культуру.

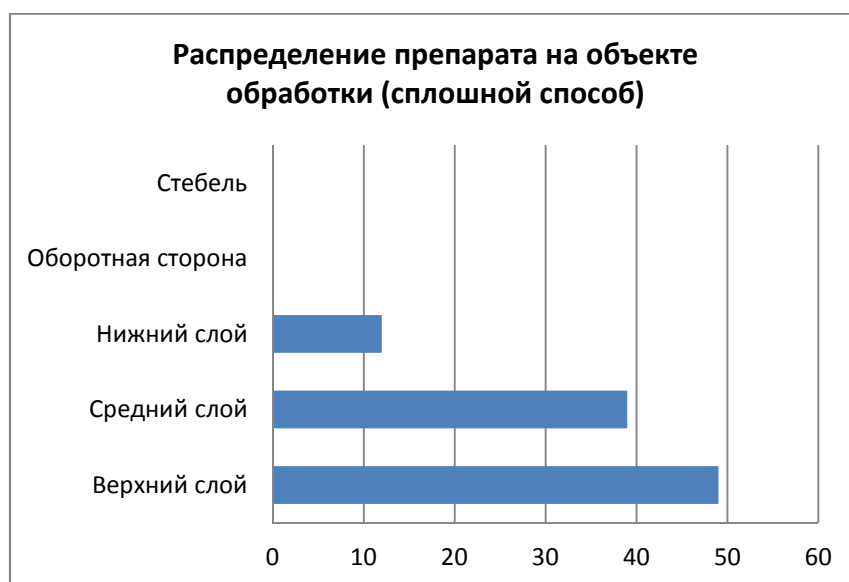


Рисунок 6 - Распределение препарата на объекте обработки при сплошном способе опрыскивания, %.

В зависимости от способа нанесения препарата на объект обработки качественные показатели имеют значительные отличия. Особенно данное отличие заметно по густоте покрытия каплями в зависимости от ярусов листьев, стороны листа и стебля культурного растения. При сплошном способе нанесения препарата на объект обработки (на примере

подсолнечника в фазе 3-4 пар листьев) распределение внесенного препарата происходило следующим образом (Рисунок 6): на верхнем ярусе было обнаружено 49% осевших капель, на среднем ярусе – 39%, на нижнем ярусе – 12%. При этом на оборотной стороне листьев и на стебле капли препарата не были обнаружены.

При анализе данных по распределению капель на объекте, обработанном при помощи инновационного способа полосовой химической обработки с эффектом 3-D опрыскивания, качественные показатели улучшаются (Рисунок 7).

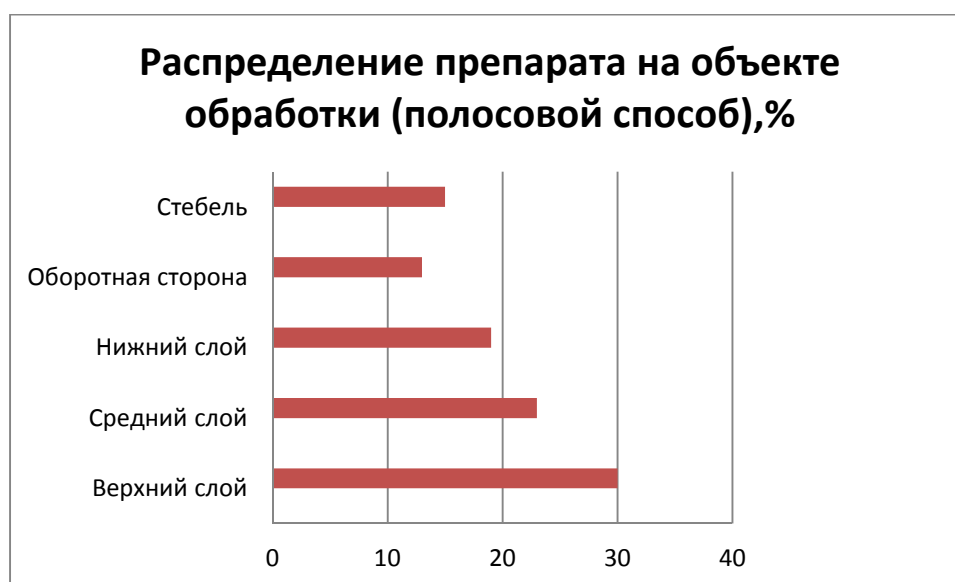


Рисунок 7 - Распределение препарата на объекте обработки при полосовом способе опрыскивания, %.

Если говорить об общем объеме попавших на объект обработки капель из образовавшихся при новом способе нанесения препарата, по сравнению со сплошным опрыскиванием, у полосового качественные показатели по густоте покрытия выше (Рисунок 8).

При применении нового способа нанесения химического препарата на объект обработки растение покрывается на 80% гуще, чем при применении

традиционного сплошного способа внесения химикатов. При этом стебель и обратная сторона листьев обрабатываются только при применении нового способа полосовой химической обработки. Это говорит о существенном улучшении качественных показателей полосового опрыскивания.

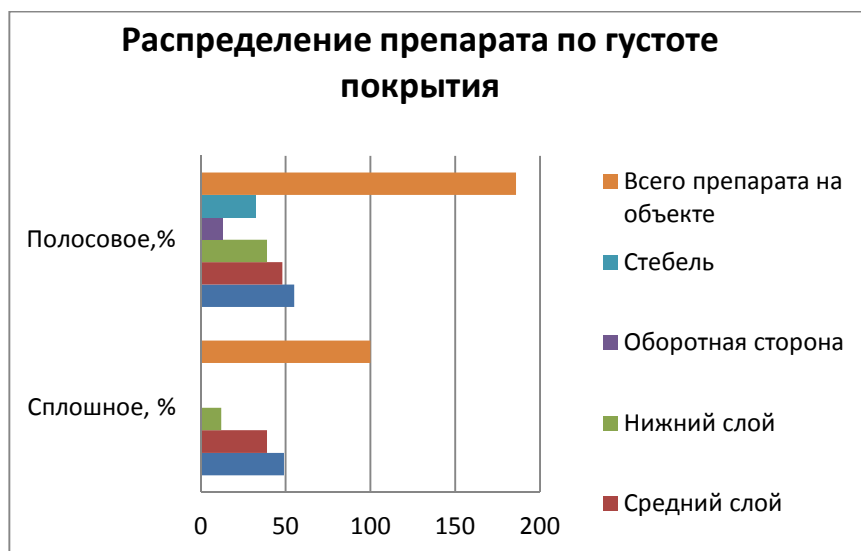


Рисунок 8 - Распределение препарата по густоте покрытия.

Новое техническое решение по переоборудованию серийного опрыскивателя под полосовую технологию формирует новый способ нанесения рабочего раствора на объект обработки с эффектом 3-D. Способ бокового распыла позволяет добиваться формирования нового более стабильного потока, образуемого при слиянии двух соседних потоков. Данное технологическое решение делает возможным внесение средств химизации в пределах обрабатываемой полосы при стабильном распределении (плотности) рабочего раствора и при отсутствии зависимости от вертикальных перемещений штанги во время движения опрыскивателя. В технологическом плане это позволяет избежать образования зон токсичности за счет образования не обработанных полос в междурядье и позволяет регулировать качественные характеристики процесса распыления в верхней части культурного растений. Такой подход

позволяет грамотно настраивать опрыскиватель при обработках растений с различной геометрией в различные фазы их роста и развития.

Применение нового технологического процесса полосовой химической обработки с эффектом 3-D является одним из путей повышения экологической безопасности в области химической защиты и питания растений. Полосовое внесение химикатов снижает гектарную норму, не сокращая нормы действующего вещества, попадающего на объект обработки. Внесение рабочего раствора полосовым методом позволяет снизить загрязнение окружающей среды в области накопления химикатов в зонах токсичности. Уменьшение расстояния между штангой опрыскивателя и поверхностью почвы снижает снос капель рабочей жидкости. Сокращение полета капли рабочей жидкости способствует рациональному расходу применяемых химикатов.

Сокращение затрат на химическую обработку почвы и посевов при применении нового технологического процесса полосовой химической обработки с эффектом 3-D позволяют снизить затраты на химизацию на 20-30% при выращивании культур с междурядьем 0,7 м. Применение нового способа открывает широкие перспективы при внесении пестицидов на овощных, бахчевых культурах, в хлопководстве. Применение индикаторного метода при оценке качества опрыскивания в способе полосовой химической обработки растений на примере подсолнечника показал преимущества данного способа по сравнению со сплошным опрыскиванием, а установка инновационных корпусов-делителей с ориентированными навстречу друг другу факелами распыла способствует созданию более стабильного потока и повышению качества обработки посевов.

Список использованных источников.

1. Belousov S.V. Methods and means of concentrated fertilizers plication Belousov S.V., Khanin Y.V., Zhadko V.V. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Сер. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2020 - Machine Science, Mechanization, Auotomatization and Robotics" 2020. С. 052050.
2. Meznikova, M. V. Innovative method of strip-till 3-D spraying in chemical treatment of crops to implement resource-saving approaches in strip-till technology / M. V. Meznikova, I. B. Borisenko, O. G. Chamurliiev, E. I. Ulybina and O. N. Romenskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 839, Biological Technologies in Agriculture: from Molecules to Ecosystems (2021) 042043 IOP Publishing <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/4/042043>
3. Fuglie, K.O (1999) Conservation Tillage and Pesticide Use in the Cornbelt. Journal of Agricultural and Applied Economics, 31(1), 133–147
4. Palapin, A.V., & Belousov, S.V. (2016) Modern approach to chemical protection of plants. British Journal of Innovation in Science and Technology, 3, 13-24
5. Белоусов С.В. Химическая защита посадок картофеля / Белоусов С.В., Ханин Ю.В. В сборнике: Наука, образование, молодежь: горизонты развития. Сборник трудов по материалам Национальной научно-практической конференции. Под общей редакцией Е.П. Масюткина, науч. редактор Т.Н. Попова. 2021. С. 121-125.
6. Борисенко И.Б. Научные аспекты технической модернизации опрыскивателей для химической защиты подсолнечника / И.Б. Борисенко. М.В. Мезникова, Е.И. Улыбина [Текст] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - № 4 (60). - С. 340 – 349.
7. Борисенко, И.Б. Качественные показатели опрыскивания при применении способа полосовой химической обработки подсолнечника / И.Б. Борисенко. М.В. Мезникова, Е.И. Улыбина [Текст] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2021. - № 2 (62). - С. 338 – 347.
8. Бородычев, В.В. Исследование насадки с малозергоемким искусственным дождем / В.В. Бородычев, А.Е. Новиков, М.И. Филимонов и др. // Научная жизнь. – 2016. - №2. – С.50 - 57.
9. Гуреев, И.И. Современные технологии возделывания и уборки сахарной свеклы: Практическое руководство / И.И. Гуреев // Печатный город. -2011. - Россия, Москва.
10. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2020 году»/ Ред. колл.: Е.П. Православнова [и др.]; комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. – Ижевск: ООО «Принт», 2021. – 300 с.
11. Иванов, А.Ю. Битва за климат: Углеродное фермерство как ставка России / А.Ю. Иванов, Н.Д. Дурманов // Издательство Высшей школы экономики. – 2021. - Россия, Москва.
12. Кретинин, В.М. Агролесомелиорация почв / Волгоград: ВНИИАЛМИ, 2009. – 298 с.
13. Кулик К.Н. Красная книга почв Волгоградской области / К.Н. Кулик, В.М. Кретинин, А.С. Рулев, В.М. Шишкунов // Печать-2. -2017. - Россия, Ижевск.
14. Медведев, Г. А. Эффективность инновационных систем возделывания подсолнечника на южных черноземах Волгоградской области / Г. А. Медведев, Н. Г. Екатериничева, А. В. Ткаченко [Текст] // *Известия Нижневолжского*

агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - № 3 (59). - С. 116 – 124

15. Мельник, В.И. Эволюция систем земледелия - взгляд в будущее / В.И. Мельник // Земледелие. – 1. – 2015. - С. 8-12.

16. Помеляйко, С.А., & Белоусов, С.В. (ред.). (2017) Materials of the X All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 120th anniversary of I.S. Kosenko. Научное обеспечение агропромышленного комплекса, Краснодар, Россия

17. Ударцева, О. В. Геоэкологические подходы к устойчивому развитию / О. В. Ударцева // Философия, методология, история знаний: тр. Сиб. ин-та знанияеведения. – Барнаул : Изд-во АГУ, 2009. – Вып. 7. – С. 113-117.

18. Ударцева, О. В. Методология системного экологического мониторинга концентраций пестицидов в почве / О. В. Ударцева // Современный научный вестник. – 2012. – № 25(137). – С. 97-100.

19. Ударцева, О.В. Анализ основных критериев обеспечения экологической безопасности процесса распыления пестицидов / О.В. Ударцева // Fundamental and applied science. - Materials of the XI international research and practice conference // Volume 15. Ecology. Geography and geology. Sheffield. Science and education LTD, 2014. – С.21-26

20. Чурзин, В. Н. Влияние способов основной обработки на водно-физические свойства чернозема южного и урожайность гибридов подсолнечника / В. Н. Чурзин, А. О. Дубовченко [Текст] // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.* - 2020. - № 3 (59). - С. 181 – 189

21. Чурзин, В. Н. Урожайность гибридов подсолнечника в зависимости от влагообеспеченности посевов на черноземах Волгоградской области / В.Н. Чурзин, А. О. Дубовченко [Текст] // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.* - 2020. - № 1 (57). - С. 158 – 16

22. Шишкунов, В.М. Оценка степени загрязнения почв в местах размещения отходов / В.М. Шишкунов, В.Е. Сидоров, М.А. Мытарев // *Агрохимический вестник.* – 2009. - №2 – с.19-20

23. Щукин, С. В. Оценка действия энергосберегающих технологий основной обработки почвы на содержание органического вещества и агрофизические показатели плодородия / С. В. Щукин, Е. А. Горнич, А. М. Труфанов, А. Н. Воронин [Текст] // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.* - 2019. - № 4 (56). - С. 119 – 167.

24. Пат. 2709762 Российская Федерация, МПК А01М 7/00, А01С 23/02 Способ полосовой химической обработки растений / Борисенко И.Б., Овчинников А.С., Чамурлиев О.Г., Филин В.И., Мезникова М.В., Улыбина Е.И., Лама П.Ф., Патрика Б., Вачугов С.Ю.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. № 2019102345; заявл. 28.01.19; опубл. 19.12.19, Бюл. № 35. - 7 с.

References

1. Belousov S.V. Methods and means of concentrated fertilizers plication Belousov S.V., Khanin Y.V., Zhadko V.V. V sbornike: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Ser. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2020 - Machine Science, Mechanization, Auotomatization and Robotics" 2020. S. 052050.

2. Meznikova, M. V. Innovative method of strip-till 3-D spraying in chemical treatment of crops to implement resource-saving approaches in strip-till technology / M. V. Meznikova, I. B. Borisenko, O. G. Chamurliiev, E. I. Ulybina and O. N. Romenskaya // IOP

Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 839, Biological Technologies in Agriculture: from Molecules to Ecosystems (2021) 042043 IOP Publishing <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/4/042043>

3. Fuglie, K.O (1999) Conservation Tillage and Pesticide Use in the Cornbelt. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 31(1), 133–147

4. Palapin, A.V., & Belousov, S.V. (2016) Modern approach to chemical protection of plants. *British Journal of Innovation in Science and Technology*, 3, 13-24

5. Belousov S.V. Ximicheskaya zashhita posadok kartofelya / Belousov S.V., Xanin Yu.V. V sbornike: Nauka, obrazovanie, molodezh': gorizonty` razvitiya. Sbornik trudov po materialam Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. Pod obshej redakciej E.P. Masyutkina, nauch. redaktor T.N. Popova. 2021. S. 121-125.

6. Borisenko I.B. Nauchny`e aspekty` texnicheskoy modernizacii opry`skivatelyj dlya ximicheskoy zashhity` podsolnechnika / I.B. Borisenko. M.V. Meznikova, E.I. Uly`bina [Tekst] // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie*. - 2020. - № 4 (60). - S. 340 – 349.

7. Borisenko, I.B. Kachestvenny`e pokazateli opry`skivaniya pri primenenii sposoba polosovoj ximicheskoy obrabotki podsolnechnika / I.B. Borisenko. M.V. Meznikova, E.I. Uly`bina [Tekst] // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie*. - 2021. - № 2 (62). - S. 338 – 347.

8. Borody`chev, V.V. Issledovanie nasadki s maloe`nergoemkim iskusstvenny`m dozhdem / V.V. Borody`chev, A.E. Novikov, M.I. Filimonov i dr. // *Nauchnaya zhizn`*. – 2016. - №2. – S.50 - 57.

9. Gureev, I.I. Sovremenny`e texnologii vozdelay`vaniya i uborki saxarnoj svekly`: Prakticheskoe rukovodstvo / I.I. Gureev // *Pechatny`j gorod*. -2011. - Rossiya, Moskva.

10. Doklad «O sostoyanii okruzhayushhej srede` Volgogradskoj oblasti v 2020 godu»/ Red. koll.: E.P. Pravoslavnova [i dr.]; komitet prirodny`x resursov, lesnogo xozyajstva i e`kologii Volgogradskoj oblasti. – Izhevsk: OOO «Print», 2021. – 300 s.

11. Ivanov, A.Yu. Bitva za klimat: Uglerodnoe fermerstvo kak stavka Rossii / A.Yu. Ivanov, N.D. Durmanov // *Izdatel`stvo Vy`sshej shkoly` e`konomiki*. – 2021. - Rossiya, Moskva.

12. Kretinin, V.M. Agrolesomeliyaciya pochv / Volgograd: VNIILMI, 2009. – 298 s.

13. Kulik K.N. Krasnaya kniga pochv Volgogradskoj oblasti / K.N. Kulik, V.M. Kretinin, A.S. Rulev, V.M. Shishkunov // *Pechat`-2*. -2017. - Rossiya, Izhevsk.

14. Medvedev, G. A. E`ffektivnost` innovacionny`x sistem vozdelay`vaniya podsolnechnika na yuzhny`x chernozemax Volgogradskoj oblasti / G. A. Medvedev, N. G. Ekaterinicheva, A. V. Tkachenko [Tekst] // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie*. - 2020. - № 3 (59). - S. 116 – 124

15. Mel`nik, V.I. E`volyuciya sistem zemledeliya - vzglyad v budushhee / V.I. Mel`nik // *Zemledelie*. – 1. – 2015. - S. 8-12.

16. Pomelyajko, S.A., & Belousov, S.V. (red.). (2017) Materials of the X All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 120th anniversary of I.S. Kosenko. Nauchnoe obespechenie agropromy`shlennogo kompleksa, Krasnodar, Rossiya

17. Udarceva, O. V. Geoe`kologicheskie podxody` k ustojchivomu razvitiyu / O. V. Udarceva // *Filosofiya, metodologiya, istoriya znaniy: tr. Sib. in-ta znanievedeniya*. – Barnaul : Izd-vo AGU, 2009. – Vy`p. 7. – S. 113-117.

18. Udarceva, O. V. Metodologiya sistemnogo e`kologicheskogo monitoringa koncentracij pesticidov v pochve / O. V. Udarceva // *Sovremenny`j nauchny`j vestnik*. – 2012. – № 25(137). – S. 97-100.

19. Udarceva, O.V. Analiz osnovny`x kriteriev obespecheniya e`kologicheskoy bezopasnosti processa raspy`leniya pesticidov / O.V. Udarceva // Fundamental and applied science. - Materials of the XI international research and practice conference // Volume 15. Ecology. Geography and geology. Sheffield. Science and education LTD, 2014. – S.21-26
20. Churzin, V. N. Vliyanie sposobov osnovnoj obrabotki na vodno-fizicheskie svojstva chernozema yuzhnogo i urozhajnost` gibrinov podsolnechnika / V. N. Churzin, A. O. Dubovchenko [Tekst] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie. - 2020. - № 3 (59). - S. 181 – 189
21. Churzin, V. N. Urozhajnost` gibrinov podsolnechnika v zavisimosti ot vlagoobespechennosti posevov na chernozemakh Volgogradskoj oblasti / V.N. Churzin, A. O. Dubovchenko [Tekst] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie. - 2020. - № 1 (57). - S. 158 – 16
22. Shishkunov, V.M. Ocenka stepeni zagryazneniya pochv v mestax razmeshheniya otkhodov / V.M. Shishkunov, V.E. Sidorov, M.A. My`tarev // Agroximicheskij vestnik. – 2009. - №2 – s.19-20
23. Shhukin, S. V. Ocenka dejstviya e`nergosberegayushhix texnologij osnovnoj obrabotki pochvy` na sodержanie organicheskogo veshhestva i agrofizicheskie pokazateli plodorodiya / S. V. Shhukin, E. A. Gornich, A. M. Trufanov, A. N. Voronin [Tekst] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie. - 2019. - № 4 (56). - S. 119 – 167.
24. Pat. 2709762 Rossijskaya Federaciya, MPK A01M 7/00, A01S 23/02 Sposob polosovoj ximicheskoy obrabotki rastenij / Borisenko I.B., Ovchinnikov A.S., Chamurliev O.G., Filin V.I., Meznikova M.V., Uly`bina E.I., Lama P.F., Patrika B., Vachugov S.Yu.; заявитель i patentoobladatel` FGBOU VO Volgogradskij GAU. № 2019102345; заявл. 28.01.19; opubl. 19.12.19, Byul. № 35. - 7 s.