УДК 631.331.85:631.349: 631.356.24

DOI: 10.35887/2305-2538-2019-5-41-48

СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ КОРНЕПЛОДА РАСТВОРОМ ФУНГИЦИДОВ¹Кузнецов Павел Николаевич¹ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»

Реферат. Существующая в настоящее время технология опрыскивания фунгицидом сахарной свеклы при укладке в кагат не позволяет обработать все корнеплоды равномерно. Изучали вопросы качества обработки корнеплодов сахарной свеклы фунгицидами при их уборке. Показано, для увеличения площади обрабатываемой поверхности корнеплода, и как следствие их лежкости необходимо расположить корнеплоды в один слой на элеваторе или транспортере комбайнов во время уборки или на буртоукладочной машине во время закладки на хранение. Установлено, что наиболее эффективно производить обработку сахарной свеклы во время уборки непосредственно после извлечения и очистки корнеплодов перед их загрузкой в бункер или в идущее рядом транспортное средство. Предлагается способ обработки корнеплодов сахарной свёклы раствором фунгицидов и методика определения степени покрытия поверхности корнеплода раствором фунгицидов при опрыскивании из форсунки. Определена зависимость площади покрытия корнеплодов от расстояния до обрабатываемой поверхности и углов выхода факела распыла относительно горизонтали, при использовании разного количества форсунок. Наибольшее покрытие поверхности корнеплодов сахарной свеклы растворами фунгицидов в пределах 84% можно получить при высоте расположения распыливающего устройства над поверхностью кругового транспортера свеклоуборочного комбайна равной 500 мм, при угле факела распыла $\alpha=500$, угле его установки относительно горизонтали $\beta=45$ градусов, при рабочем давлении 0,25 МПа.

Ключевые слова: корнеплод, сахарная свёкла, технология, уборка, комбайн, устройство для обработки фунгицидами, способ, методика.

METHOD FOR TREATING THE SURFACE OF THE ROOT CROP WITH A SOLUTION OF FUNGICIDES¹Kuznetsov Pavel¹FSBEI HE "Michurinsky State University of Agriculture"

Abstract. The current technology for spraying sugar beets with fungicide when laying in the kagat does not allow to process all root crops evenly. The quality of processing of sugar beet root crops with fungicides during their harvesting was studied. It is shown that to increase the area of the root surface to be treated, and as a result of their keeping quality, it is necessary to place the root vegetables in one layer on the elevator or conveyor of the combines during harvesting or on the bead-laying machine during laying for storage. It has been established that it is most effective to process sugar beets during harvesting immediately after extracting and cleaning the root crops before loading them into the hopper or into a nearby vehicle. A method for treating sugar beet root crops with a fungicide solution is proposed. and a methodology for determining the degree of coverage of the root surface with a fungicide solution when spraying from a nozzle. The dependence of the root crop coverage area on the distance to the work surface and the angles of exit of the spray torch relative to the horizontal was determined using different numbers of nozzles. The largest coverage of the surface of sugar beet root crops with fungicide solutions within 84% can be obtained with a spray device above the surface of the circular conveyor of the beet harvester at 500 mm, with a spray angle of $\alpha = 500$, a horizontal angle of $\beta = 45$ degrees, and a working pressure 0.25 MPa.

Keywords: root crop, sugar beet, technology, harvesting, harvester, device for processing fungicides, method, technique.

Введение. Корнеплоды сахарной свёклы являются основным источником получения сахара в России. При её уборке в настоящее время используется большое количество различной зарубежной свеклоуборочной техники [1].

Одним из важнейших технологических приемов, позволяющим получить высококачественные семена сахарной свеклы является долгосрочное осенне-весеннее хранение корнеплодов [2, 3]. По результатам многолетних исследований установлено, что гибриды зарубежной селекции, несмотря на высокие показатели урожайности и сахаристости, практически непригодны для длительного хранения в кагатах и должны сразу после уборки идти на переработку. Потенциал сахарных заводов не способен обеспечить бесперебойную приемку и переработку поступивших корнеплодов.

Проводимые исследования соответствуют Постановлению Правительства Российской Федерации № 717 от 14 июля 2012 г. «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы».

Основываясь на положениях Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации и Программы развития селекции и семеноводства сахарной свеклы в России до 2020 года, предусматривающих самообеспеченность сахаром более 80% исследования по проблемам хранения убранных корнеплодов являются актуальной задачей.

Цель исследований - повышение качества обработки корнеплодов сахарной свеклы фунгицидами при их уборке.

В настоящее время при укладке корнеплодов сахарной свеклы в кагат наиболее распространена технология опрыскивания, собранной в одном месте массы корнеплодов. Такая технология не позволяет обработать все корнеплоды равномерно.

Для более качественного равномерного покрытия поверхности корнеплодов их следует разложить одним слоем. Наиболее подходящим моментом для более качественной равномерной обработки поверхности корнеплодов раствором фунгицидов является обработка при нахождении их на элеваторе или транспортере комбайнов во время уборки или на буртоукладочной машине во время закладки на хранение. Это позволит увеличить площадь обрабатываемой поверхности корнеплода, тем самым повысить эффективность обработки раствором фунгицидов при хранении и как следствие их лежкость.

Проанализировав существующие в настоящее время устройства для обработки корнеплодов сахарной свеклы защитным препаратом, их можно классифицировать на группы (рисунок 1):

Рисунок 1 – Классификация устройств для обработки сахарной свеклы защитным препаратом

Группы классификации подразделяются следующим образом:

- по подключению:
 - к самоходному комбайну (патенты: 16719, 16903, 4150);
 - к буртоукладочной машине (патенты: 16711, 5744, 7014);
- по наличию камеры протравливания (патенты: 4307, 4150, 5444);
- по дополнениям к опрыскивателю:
 - с установленным вентилятором (патенты: 4868, 5609, 16711);
 - с установленным зарядным электродом (патенты: 16447, 6571);
 - без дополнений (патенты: 6087, 5635, 7309, 2644591).

Деление на группы является не абсолютным, а условным, так как существуют устройства, совмещающие в себе несколько групп (рисунок 1).

Наиболее эффективным, по нашему мнению, является способ обработки, при котором она производится во время уборки непосредственно после извлечения и очистки корнеплодов перед их загрузкой в бункер или в идущее рядом транспортное средство. Например, устройство, реализующее данный способ, можно разметить на загрузочном транспортере свеклоуборочного комбайна типа ROPA EURO TIGGER [4] таким образом (рисунок 2).

1 – бак с раствором фунгицидов; 2 – насос; 3 – трубопровод; 4 - форсунки

Рисунок 2 – Место установки устройства для обработки фунгицидами выкопанных корнеплодов сахарной свеклы на свеклоуборочный комбайн ROPA EURO TIGGER

Устройство монтируется на борту транспортера комбайна (рисунок 2). Бак с раствором фунгицидов 1 крепится выше системы опрыскивания на стенке бункера комбайна, насос 2 для подачи вещества крепится под баком. Форсунки 4 располагаются поперек транспортера, под углом 45 градусов относительно транспортера. Трубопровод 3 закрепляется на транспортере, повторяя форму защитного каркаса.

Система трубопровода имеет замкнутую циркуляцию жидкости, что позволит максимально эффективно использовать рабочее вещество, так как при засорении некоторых форсунок уменьшается расход жидкости, что приводит к срабатыванию спускного клапана 1, который располагается внутри бака 2 на конце трубопровода.

Данное устройство возможно разместить на круговом транспортере свеклоуборочного комбайна, например ROPA EURO TIGGER, ширина захвата которого составляет 860 мм.

Материалы и методы. Нами предлагается «способ обработки корнеплодов сахарной свёклы раствором фунгицидов» [3],[5] и методика определения степени покрытия поверхности корнеплода раствором фунгицидов при опрыскивании из форсунки.

Способ заключается в следующем. «В процессе работы выкопанные корнеплоды 1 прутковым транспортером 2 подаются на шнековый транспортер 3, придающий корнеплодам вращательное движение, где они однослойно распределяются в продольном направлении и подаются на обработку фунгицидами (рисунок 3). Насос 4 засасывает рабочий раствор фунгицидов из бака 5 и под давлением подает его к распыливающим устройствам 6, которые равномерно покрывают раствором препарата всю поверхность корнеплодов. Вентилятор с нагревательным элементом 7 создает воздушный поток теплого воздуха и направляет его на обработанные корнеплоды, тем самым высушивая их, после чего они поступают на выгрузку.» [5] Данный способ защищен патентом №2644591.

1 – корнеплоды; 2 – транспортер прутковый; 3 – транспортер шнековый; 4 – насос; 5 – бак; 6 – устройство распыливающее; 7 – вентилятор с нагревательным элементом

Рисунок 3 – Устройство для обработки корнеплодов сахарной свёклы защитным раствором фунгицидов при уборке

Далее представлены методика и результаты определения степени покрытия поверхности корнеплода раствором фунгицидов при опрыскивании из форсунки.

Упрощенная модель поверхности корнеплода сахарной свеклы представляет собой два совмещенных конуса (рисунок 4).

Рисунок 4 – Конусы, имитирующие поверхность корнеплода и пример определения площади покрытия корнеплодов

Чтобы определить площадь боковой поверхности конуса, воспользуемся формулой

$$S_{\text{бок}} = \pi * r * l, \quad (1)$$

где r – радиус окружности основания, м;

l – длина образующей конуса, м.

У корнеплода радиусы окружности основания конусов совмещены поэтому $r_1 = r_2$, тогда площадь поверхности корнеплода находим по формуле

$$S_{\text{к}} = \pi * r * l_1 + \pi * r * l_2 = \pi * r * (l_1 + l_2). \quad (2)$$

Для определения площади покрытия свеклы защитным препаратом оборачиваем корнеплод белой бумагой. Препарат заменяет красящий раствор, который во время опрыскивания остается на бумаге. После высыхания краски, неокрашенные части обрезаются. Обрезанные листы укладываются на стекло сканера и накрываются листом миллиметровой бумаги и производится сканирование. Полученные проекции обработанной поверхности обрабатываются в программе КОМПАС и производится расчёт площади (рисунок 4). Для этого полученное сканированное изображение обработанной поверхности на миллиметровой бумаге копируется в программу и производится масштабирование (масштаб 1:1). При помощи кривой Безье получается кривая внешнего контура. Производится измерение выделенной площади поверхности при помощи специальной функции, встроенной в программу.

Для каждой обработки покрываются 5 корнеплодов, после нахождения площади каждого находится среднее арифметическое площадей.

Лабораторные исследования технического средства для обработки корнеплодов раствором фунгицидов проводились в лаборатории на разработанном и изготовленном стенде, общий вид которого дан на рисунке 5.

1 - рама транспортера; 2 – ролик; 3 – трубопровод; 4 – форсунка распылителя; 5 - насос с регулятором давления и компрессором

Рисунок 5 – Стенд для лабораторных исследований процесса распыления раствора

Стенд состоит из рамы транспортера 1 с роликами 2 и установленным на ней трубопроводом 3. На нем расположены форсунки 4, установленные с возможностью изменения углов наклона и регулировками относительно горизонтальной поверхности основания и вертикальной плоскости.

Результаты и их обсуждение. Результаты определения оптимального расстояния распылителя форсунки до поверхности корнеплода.

Минимальная ширина охвата одной форсунки должна составлять максимальной длине корнеплода, то есть 272 мм, для его полной обработки. Согласно методике, описанной выше минимальной необходимой высотой является

$$h = \frac{272}{2 * \tan 55^\circ} = 95 \text{ мм.}$$

Расположение форсунок на такой высоте позволяет обрабатывать корнеплоды, но сплошным веером обрабатывается только центр, остальное распыляется на отдельные капли.

Сплошное обрабатывание корнеплода по всей длине достигается на высоте 250 мм (рисунок 6), но шире веер распыляется на отдельные капли.

Рисунок 6 – Ширина охвата веера распылы форсунки на высоте 25 мм.

На высоте 550 мм отсутствует сплошной веер, а происходит полное распыление веера на отдельные капли (рисунок 7), что не подходит для обработки.

Рисунок 7 – Ширина охвата веера распылы форсунки на высоте 55 мм.

Из проведенных экспериментов следует, что оптимальными являются высоты от 300 до 500 мм.

Результаты определения степени покрытия поверхности корнеплода раствором фунгицидов при опрыскивании из форсунки.

Зависимость площади покрытия корнеплодов от расстояния до обрабатываемой поверхности и углов выхода факела распыла относительно горизонтали, при использовании разного количества форсунок показана на рисунках 8-10.

Рисунок 8 – Площадь покрытия корнеплодов при использовании трех форсунок

Рисунок 9 – Площадь покрытия корнеплодов при использовании четырех форсунок

Рисунок 10 – Площадь покрытия корнеплодов при использовании пяти форсунок

При использовании постоянного количества форсунок, с увеличением расстояния до обрабатываемой поверхности, площадь покрытия растет, с увеличением угла выхода веера распыла относительно горизонтали на одной высоте, площадь покрытия уменьшается. С увеличением количества форсунок растет площадь покрытия.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующий вывод: наибольшее покрытие поверхности корнеплодов сахарной свеклы растворами фунгицидов в пределах 84% можно получить при высоте расположения распыливающего устройства над поверхностью кругового транспортера свеклоуборочного комбайна равной 500 мм, при угле факела распыла $\alpha=500$, угле его установки относительно горизонтали 45 градусов, при рабочем давлении 0,25 МПа.

Выводы. Наибольшее покрытие поверхности корнеплодов сахарной свеклы растворами фунгицидов в пределах 84% можно получить при высоте расположения распыливающего устройства над поверхностью кругового транспортера свеклоуборочного комбайна равной 500 мм, при угле факела распыла $\alpha=500$, угле его установки относительно горизонтали $\beta=45$ градусов, при рабочем давлении 0,25 МПа. При угле $\beta=300$ степень покрытия свекловичных корнеплодов раствором фунгицида наибольших своих значений 82% достигает при высоте расположения распылителя относительно поверхности транспортера 600 мм. При угле $\beta=600$ степень покрытия свекловичных корнеплодов раствором фунгицида наибольших своих значений 67% достигает при высоте расположения распылителя относительно поверхности транспортера 400 мм.

Список литературы

1. Использование устройств для транспортировки и очистки корнеклубнеплодов в условиях центрального Черноземья РФ /: Рекомендации. Учебное издание / С.В. Соловьёв, В.И. Горшенин, П.Н. Кузнецов – Мичуринск-наукоград: Издательско-полиграфический центр ФГБОУ ВПО «МичГАУ», 2013. – 21 с., ил.
2. Новикова А.В., Бартенев И.И., Кравец М.В., Гаврин Д.С. Результаты исследования влияния препаратов фунгицидного действия на сохранность маточных корнеплодов // Приемы и средства повышения продуктивности сахарной свеклы и других культур севооборота: сб. науч. тр. — Воронеж: Воронежский ЦНТИ — филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России. — 2014. — С. 92–96.
3. Соловьёв С.В., Кузнецов П.Н., Клишкин А.А. Обработка корнеплодов сахарной свеклы фунгицидами при их уборке // Молодой ученый. — 2016. — №29. — С. 248-251. — URL <https://moluch.ru/archive/133/37189/> (дата обращения: 17.10.2019).
4. Проспект. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.ropa-maschinenbau.de/mediathek/ru/ropa-euro-tiger-v8-4/prospekte/#filter> (дата обращения: 17.10.2019)
5. Пат. 2644591 Российская Федерация, МПК51; Способ обработки корнеплодов сахарной свёклы раствором фунгицидов при их уборке / В.И. Горшенин, П.Н. Кузнецов, С.В. Соловьёв, Абросимов А.Г., Дробышев И.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет».- № 2016133266; заявл. 11.08.2016; опубл. 13.02.2018, Бюл.№5.

References

1. Ispol'zovanie ustroystv dlya transportirovki i ochistki korneklubneplodov v usloviyah central'nogo Chernozem'ya RF /: Rekomendacii. Uchebnoe izdanie / S.V. Solov'yov, V.I. Gorshenin, P.N. Kuznecov – Michurinsk-naukograd: Izdatel'sko-poligraficheskij centr FGBOU VPO «MichGAU», 2013. – 21 s., il.
2. Novikova A.V., Bartenev I.I., Kravec M.V., Gavrin D.S. Rezul'taty issledovaniya vliyaniya preparatov fungicidnogo dejstviya na sohrannost' matochnyh korneplodov // Priemy i sredstva povysheniya produktivnosti saharnoj svekly i drugih kul'tur sevooborota: sb. nauch. tr. — Voronezh: Voronezhskij CNTI — filial FGBU «REA» Minenergo Rossii. — 2014. — S. 92–96.
3. Solov'ev S.V., Kuznecov P. N., Klimkin A. A. Obrabotka korneplodov saharnoj svekly fungicidami pri ih uborke // Molodoj uchenyj. — 2016. — №29. — S. 248-251. — URL <https://moluch.ru/archive/133/37189/> (data obrashcheniya: 17.10.2019).
4. Prospekt. [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <https://www.ropa-maschinenbau.de/mediathek/ru/ropa-euro-tiger-v8-4/prospekte/#filter> (data obrashcheniya: 17.10.2019)
5. Pat. 2644591 Rossijskaya Federaciya, MPK51; Sposob obrabotki korneplodov saharnoj svyokly rastvorom fungicidov pri ih uborke / V.I. Gorshenin, P.N. Kuznecov, S.V. Solov'ev, Abrosimov A.G., Drobyshev I.A.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO «Michurinskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet».- № 2016133266; zayavl. 11.08.2016; opubl. 13.02.2018, Byul.№5.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Кузнецов Павел Николаевич — кандидат технических наук, доцент Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет», Россия, г. Мичуринск, e-mail: pank-77@mail.ru.

Author credentials

Affiliations

Kuznetsov Pavel — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “Michurinsky State University of Agriculture”, Russia, Michurinsk, e-mail: pank-77@mail.ru.

Поступила в редакцию (Received): 25.08.2019 Принята к публикации (Accepted): 03.10.2019