

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

PROCESSES AND MACHINES OF AGROENGINEERING SYSTEMS

УДК 631.3

В. А. Бурдейко¹, И. В. Дубень²

^{1,2}Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи, Республика Беларусь, тел. +375 (163) 64 06 73, V_A_Victor@mail.ru¹, +375 (163) 45 87 99, duben_i_v@mail.ru²

МАШИНА И РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ СБОРА КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

Рассматриваются основные методы, средства и рабочие органы машин для сбора колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля. Предложена оригинальная конструкция двухрядной машины для сбора колорадских жуков и личинок с пассивными рабочими органами, в результате чего существенно снижается металлоемкость и энергопотребление. Высокая эффективность работы достигается за счет того, что ботва рядка разделяется на две части, и рабочие органы имеют максимальное соприкосновение с обрабатываемой ботвой картофеля.

Ключевые слова: картофель; колорадский жук; машина для сбора колорадского жука; пассивные рабочие органы.

Рис. 1. Табл. 2. Библиогр.: 11 назв.

V. A. Burdeyko¹, I. V. Duben²

^{1,2}Baranovichi State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21 Voykova Str., 225404 Baranovichi, the Republic of Belarus, +375 163 64 06 73, V_A_Victor@mail.ru¹, +375 163 45 87 99, duben_i_v@mail.ru²

MACHINE AND OPERATING TOOLS FOR COLLECTING OF COLORADO POTATO BEETLE

The main methods, means and operating tools of the machines for collecting of Colorado potato beetles during cultivation of ecologically clean potato are considered. An original design of two-row machine for collecting of Colorado potato beetles and maggots with passive operating tools is offered, as a result the metal and energy consumption is essentially declined. High efficiency is achieved due to the fact that the potato tops in the row are divided into two parts and the operating tools have the maximum contact with the processed potato tops.

Keywords: potato; Colorado potato beetle; machine for collecting of Colorado potato beetle; passive operating tools.

Fig. 1. Table. 2. Ref.: 11 titles.

Введение. Органическое производство успешно существует более чем в 140 странах мира, причём производители — в основном относительно небольшие фермы. На мировом рынке органическая продукция занимает примерно 10% от общего объема продукции сельскохозяйственного производства. В настоящее время в Республике Беларусь разработана концепция проекта закона «О производстве и обращении органической продукции» [1], согласно которому при производстве органической агропродукции исключается использование и применение химически синтезированных веществ, консервантов, синтезированных красителей, гормонов, антибиотиков, ароматизаторов, стабилизаторов, усилителей вкуса, генетически модифицированных организмов, производных таких организмов и продуктов, изготовленных из указанных организмов.

Решением Генеральной Ассамблеи ООН 2008 год был объявлен годом картофеля. Данная культура занимает по масштабам производства четвертое место среди главных пищевых сельскохозяйственных культур после пшеницы, риса и кукурузы. В мире ежегодно производят 350 млн т картофеля, 52% этого объема приходится на развивающиеся страны, где он является важным источником пищи, рабочих мест и доходов. За последние 15 лет производство его в этих странах увеличилось более чем в 2 раза. Более 40% мирового объема картофеля сосредоточено в Китае, Российской Федерации и Индии.

В Беларуси картофель считается национальным богатством, его заслуженно называют вторым хлебом. Картофель является ресурсоэффективным товаром растениеводства, при этом Республика Беларусь занимает восьмое место по производству картофеля. Так, в 2016 году в нашей стране выращено 6 млн т картофеля с урожайностью 205 ц/га, а в 2017 году — уже 6,5 млн т картофеля с урожайностью 232 ц/га [2]. Одна из задач дальнейшего повышения урожайности картофеля — это более эффективная борьба с вредителями и болезнями, в том числе с колорадским жуком.

На сегодня в нашей стране для технического обеспечения инновационных технологий производства картофеля имеются современные машины, установки и оборудование производства Республики Беларусь. По-прежнему при выращивании картофеля стоит проблема уничтожения колорадского жука, особенно в тех случаях, когда необходим экологически чистый картофель.

Колорадский жук — опасный вредитель всех пасленовых культур: картофеля, томатов, баклажанов и перца. В настоящее время в мире разработаны и применяются различные методы и средства для сбора и уничтожения колорадского жука. При выращивании экологически чистого картофеля для сбора колорадского жука возможно применение агротехнических, биологических, технических, физических и химических методов и средств.

Агротехнический метод борьбы с колорадским жуком основан на применении разных агроприемов, которые улучшают рост и развитие защищаемых растений, способствует повышению их устойчивости к повреждениям, и тем самым затрудняют и ухудшают условия жизни и численность вредителей. Жуки больше повреждают слабые растения, поэтому надо применять такие агроприемы, которые способствуют улучшению роста и развития растений, укреплению их жизнеспособности. Основными средствами агротехнических мероприятий, позволяющих значительно снизить численность колорадского жука, являются технологическое использование сельскохозяйственной техники и орудий, соблюдение правильного севооборота, правильная подготовка посадочного материала и уход за посадками, а также полный сбор урожая. Достоинства этого метода в том, что он весьма экономичен и способствует получению экологически чистого картофеля, но при этом значительно уступает по эффективности химическому способу защиты растений от вредителей [3].

Биологический метод защиты растений от колорадского жука предполагает использование паразитирующих насекомых, хищных птиц, микроорганизмов и энтомофагов. К последним относятся некоторые паразитирующие насекомые — клопы периллюс (*Perrillus bioculatus* Fab.) и подизус (*Podisus maculiventris* Say), трихограмма, жужелица *Lebia grandis* Hentz (Carabidae) и др. Применение энтомофагов позволяет биологическим методом существенно сократить численность вредителей. Колорадским жуком могут питаться почти 640 видов энтомофагов [4; 5].

К биологическим средствам защиты растений от вредителей относится также использование фитонцидов растений — естественных ароматизаторов, которые отпугивают вредителей [3]. Например, бархатцы отпугивают колорадского жука, а чеснок — клещей. Отпугивающее действие на колорадского жука оказывают бобы и чеснок, благодаря содержанию в них фитогемагглютининов. Этот метод очень эффективен и популярен среди населения при выращивании пасленовых культур на своих сельскохозяйственных участках.

В целом применение биологических препаратов промышленного производства позволяет значительно ослабить физиологическое состояние популяции колорадских жуков, снизить его вредоносность. Однако объемы применения биологического метода в борьбе с колорадским жуком пока недостаточны, что связано со стоимостью производства препаратов в больших объемах и относительно невысокой эффективностью при большой численности колорадского жука [4].

Народные методы борьбы с колорадским жуком предполагают использование растений, водных настоев и отваров, отпугивающих и губительно действующих на вредителя. Например, древесная зола является настоящим врагом колорадского жука и в то же время отличным удобрением для картофельных кустов. При посадке картофеля в каждую лунку вносится по горсти древесной золы, а опыление золой картофельных кустов (желательно после дождя или утренней росы) приводит к гибели не только взрослых особей, но и их личинок [3].

Физические методы основаны на использовании высоких и низких температур, ультразвуковых колебаний, токов высокой частоты, радиационных излучений, с помощью которых ухудшается жизнь вредителя и даже наступает его гибель. Однако этот метод еще мало распространен и не доступен для массового применения по причине его сложности и дороговизны [3].

Из всех существующих методов борьбы с колорадским жуком химический метод, основанный на использовании синтетических химических препаратов, наиболее эффективен и экономичен. Химический метод привлекает своей надежностью, быстротой действия, малой зависимостью от метеорологических факторов и состояния популяции вредителя. Основой комплекса истребительных приемов борьбы с колорадским жуком является опрыскивание растений инсектицидами. Уже через несколько часов, реже через 1—3 суток, можно обеспечить высокую степень уничтожения жуков и личинок всех возрастов и предотвратить потери листовой поверхности растений. В борьбе с вредными насекомыми, в частности с колорадским жуком, используются в основном химические инсектициды группы пиретроидов: Актеллик, Волиам Флекси, Карате, Эфория (фирма Syngenta AG, Швейцария), Децис, Биская, Конфидор (компания Bayer, Германия), Би-58 и Регент 800 (концерн BASF Societas Europaea). Успех применения ядохимикатов зависит от многих факторов — правильного выбора инсектицидов, норм расхода, сроков применения, кратности обработок, технических возможностей средств механизации и др. Однако химический метод имеет существенные недостатки: с применением химических средств уничтожения вредителей происходит загрязнение окружающей среды, снижение популяции полезных насекомых, увеличивается резистентность колорадских жуков к пестицидам.

Механический метод предполагает сбор и уничтожение колорадского жука различными способами стряхивания, сбора, а также уничтожение жуков, личинок и яиц с помощью агрегатов, оборудованных вибрационными стряхивателями, пневматической системой или другими рабочими органами механического воздействия. Этот способ защиты растений от вредителей весьма трудоемок и поэтому применяется на небольших площадях и участках, где другие способы защиты растений от вредителей использовать не представляется возможным. Например, сооружение ловушек для вредных насекомых, применение ловчих поясов, а также уничтожение вредителей вручную сбор и сжигание колорадского жука возможны только на небольших приусадебных участках.

Перспективным методом сбора и уничтожения колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля на небольших участках является механический с использованием специальных машин, установок и приспособлений, комбинированный с одновременным рыхлением междурядий картофеля, механическим уничтожением сорных растений, окучиванием, распределением водных растворов для борьбы с колорадским жуком, а также внесением минеральных удобрений [6]. Приведем сводную характеристику известных средств и методов (таблица 1).

Т а б л и ц а 1. — Краткая характеристика методов и средств сбора и уничтожения колорадского жука [6]

Метод	Средства	Достоинства, недостатки	Уровень эффективности	Применяемость на практике
Агротехнический	Сельскохозяйственные машины, орудия, агроприемы	Экологически чистый картофель; высокие требования к организации	Высокая	Средняя
Биологический	Птицы, микроорганизмы, насекомые, энтомофаги	Экологически чистый картофель; высокая стоимость препаратов	Средняя	Низкая
Механический	Машины, установки, приспособления	Экологически чистый картофель; высокие энергозатраты; возможно повреждение ботвы	Средняя	Низкая
Народный	Растения, водные растворы, отвары	Экологически чистый картофель; большие затраты труда; затруднительно применение в промышленных масштабах	Средняя	Низкая
Физический	Приборы ультразвуковых колебаний, радиационные установки	Экологически чистый картофель; высокая стоимость машин и оборудования	Средняя	Низкая
Химический	Пестициды	Невысокая стоимость препаратов; технологичность применения; вреден для окружающей среды и человека	Высокая	Высокая

Многообразие предлагаемых «народных» механических методов и средств в настоящее время сочетается с необоснованно малым числом реально применяемых машин как заводского производства, так и индивидуального изготовления. Причины недостаточного использования механических методов видятся в относительной дешевизне инсектицидов, простоте их применения, а также в том, что нет полной ясности в рациональной конструкции машины для сбора и уничтожения колорадского жука, которая могла бы стать классической или перспективной.

На наш взгляд, наибольшей эффективности можно достичь, применяя комбинированный (комплексный) способ борьбы с колорадским жуком, сочетающий в себе несколько из рассмотренных выше методов. В настоящее время нами ведётся разработка устройства, обеспечивающего механический сбор и уничтожение колорадского жука с последующей обработкой картофеля экологически чистыми препаратами, которые препятствуют повторному появлению вредителей. Применение данного устройства позволит ограничиться всего одной обработкой в течение вегетационного периода, а также исключить неблагоприятное воздействие на растения и почву, которое возникает при традиционной химической обработке высокотоксичными веществами.

Основная часть. На машинах для сбора и уничтожения колорадского жука устанавливаются как основные, так и дополнительные рабочие органы различной конструкции [7—9]. Основные рабочие органы предназначены для сбора и уничтожения колорадского жука, а дополнительные выполняют вспомогательные операции (подъём ботвы картофеля или удаление измельчённой массы колорадского жука на поверхность междурядья и др.). Применяются активные основные рабочие органы, т. е. для работы им необходим привод от вала отбора мощности или от колес машины.

Основные рабочие органы по принципу действия подразделяются на механические, пневматические и пневмомеханические. По способу снятия колорадского жука основные механические органы классифицируются на ударно-стряхивающие, счёсывающе-сгребающие, стряхивающе-очёсывающие, комбинированные. По конструктивной форме — зубья, пальцы, бичи, гребёнки, метёлки, щётки, рассекатели, стряхиватели ударного типа, эластичные битеры, качающиеся ролики, вращающиеся диски с гребёнками, державки с эластичными пластинами, пластины с прорезями, эластичные стержни, активаторы вибрационные, роторы с упруго-эластичными лопастями, гибкие лепестки в виде ромашки, эластичные копирующие щётки и комбинированные рабочие органы [5].

Среди комбинированных наиболее перспективными являются счёсывающе-вибрационные. В качестве счёсывателей в основном применяются зубья длиной от 200 до 750 мм, изготавливаемые из гибкого материала. Короткие зубья длиной 200...400 мм изготавливают из полимерного материала диаметром 6...10 мм. Длинные зубья изготавливают из стальной пружинной проволоки диаметром 2...4 мм, которая покрывается полимерным эластичным материалом или резиной. Пальцы длиной 50...200 мм изготавливают из полимерного материала или резины круглого сечения диаметром 2...7 мм. Иногда счёсывающие пальцы изготавливают из стальной пружинной проволоки различной длины и диаметра, однако их существенный недостаток состоит в том, что при работе происходит повышенное травмирование ботвы. Стряхиватели чаще всего изготавливают из верёвки (бечёвки) круглого сечения длиной от 250 до 700 мм диаметром 8...15 мм [5].

В учреждении образования «Гродненский государственный аграрный университет» разработана действующая модель машины для сбора колорадского жука, в которой рабочими органами являются сплошные прямоугольные упруго-эластичные лопасти, закрепленные вдоль оси роторов с вертикальной осью вращения [8]. Диаметр ротора рекомендуется принять примерно в два раза больше его рабочей высоты, которая, в свою очередь, выбирается несколько большей половины средней высоты ботвы картофеля. Ширина лопастей равна половине диаметра ротора. Этими же авторами сконструирован комбинированный агрегат, в состав которого входит культиватор-окучник и машина для сбора колорадского жука с активными рабочими органами [9].

Среди пассивных рабочих органов для сбора колорадского жука наиболее эффективными являются сложные рассекатели в виде колокола, состоящие из центрального корпуса и частей усечённых конусов с различным диаметром. Такие рассекатели претерпели изменения, имея ту же общую форму колокола. Но центральная часть конуса овальная, остальные части — усечённые конусы с различными диаметрами. Конусы выполнены полыми с вырезными окнами в верхней части [10].

Рабочий орган может быть выполнен в виде закрытой с боков камеры, внутри которой размещён барабан с бичами, установленными на длине дуг, равной расстоянию между культурными растениями в рядке, и карманы в нижней части камеры из непроницаемого для насекомых и их личинок материала. Кромки карманов изготовлены из эластичного материала, плотно охватывающего нижние части растений [11].

Рассмотрим подробную характеристику основных рабочих органов, их эффективность и применяемость (таблица 2).

Т а б л и ц а 2. — Достоинства и недостатки основных рабочих органов для сбора колорадского жука

Принцип действия основного рабочего органа	Степень полноты сбора	Уровень травмирования ботвы	Уровень сложности и металлоёмкости основного рабочего органа	Энерго- потребление	Применя- емость
Ударно-стряхивающие	Средняя	Высокий	Высокий	Среднее	Низкая
Счёсывающе-сгребающие	Средняя	Средний	Высокий	Среднее	Средняя
Стряхивающе-счёсывающие	Средняя	Средний	Высокий	Среднее	Средняя
Комбинированные счёсывающе-ударные	Высокая	Средний	Средний	Низкое	Средняя
Комбинированные счёсывающе-вибрационные	Высокая	Низкий	Средний	Низкое	Высокая

Представленная классификация современных методов и средств для сбора и уничтожения вредителей картофеля характеризует основные пути развития методов и средств для сбора и уничтожения колорадского жука как альтернативу химическому методу и его соответствующим средствам, особенно при выращивании экологически чистого картофеля. Наиболее перспективными методами сбора и уничтожения колорадского жука с точки зрения выращивания экологически чистого картофеля являются биологический, физический и комплексный методы. Развитие конструкций машин направлено на повышение полноты сбора вредителей, снижение травмирования ботвы, уменьшение сложности и металлоёмкости основных рабочих органов и энергопотребления. Наиболее перспективными рабочими органами являются комбинированные, например, счёсывающе-вибрационные, на которых установлены эластичные щётки, регулируемые как по месту расположения относительно ботвы картофеля, так и по амплитуде колебаний.

В целом анализ известных конструкций машин для сбора колорадского жука и их рабочих органов позволяет сделать вывод, что данные машины малопроизводительны, имеют высокую металлоёмкость и энергопотребление, а также низкое качество работы — 30...60% особей колорадского жука остается на картофельном поле. Приблизительно половина вредителей остается на картофельной ботве, а остальная часть ссыпается на поверхность гребня вокруг стеблей картофеля. Чтобы устранить вышеуказанные недостатки, нами разработана конструкция машины для сбора колорадского жука с рабочими органами нового типа.

На наш взгляд, наиболее перспективными рабочими органами являются комбинированные счёсывающе-вибрационные или счёсывающе-ударные с применением эластичных материалов для снижения травмирования ботвы. Для повышения полноты сбора целесообразно применять щётки — горизонтальные, вертикальные и комбинированные с регулировкой углов наклона в различных направлениях в зависимости от сорта картофеля и периода его роста [6].

Рабочими органами в предлагаемой нами машине для сбора колорадского жука (рисунок 1) служат конические щетки, гофрированные боковины и рифленые пруты-ударники.

Каждая конусообразная щетка 2 выполнена в форме перевернутого усеченного конуса и закреплена на вертикальной оси с возможностью свободного вращения. Диаметр большего основания конуса — в пределах от 350 до 600 мм, меньшего — 50...150 мм. Непосредственное воздействие на листву картофеля оказывают эластичные прутки, изготовленные из капроновой нити диаметром 1...2 мм.

Материалом для изготовления боковин 3 служит гофрированный полимерный лист. Гофры-волны имеют синусоидальную в сечении форму и направлены под углом 45° к горизонтали таким образом, что в передней части машины они находятся выше, чем в задней по ходу ее движения. Более высокий результат работы гофрированных боковин следует ожидать при резонансном ударном воздействии на ботву, за счет чего в щадящем режиме с ботвы стряхивается большое количество вредителей. Как показали наблюдения, больший эффект работы достигается при высокой шероховатости поверхности боковин.

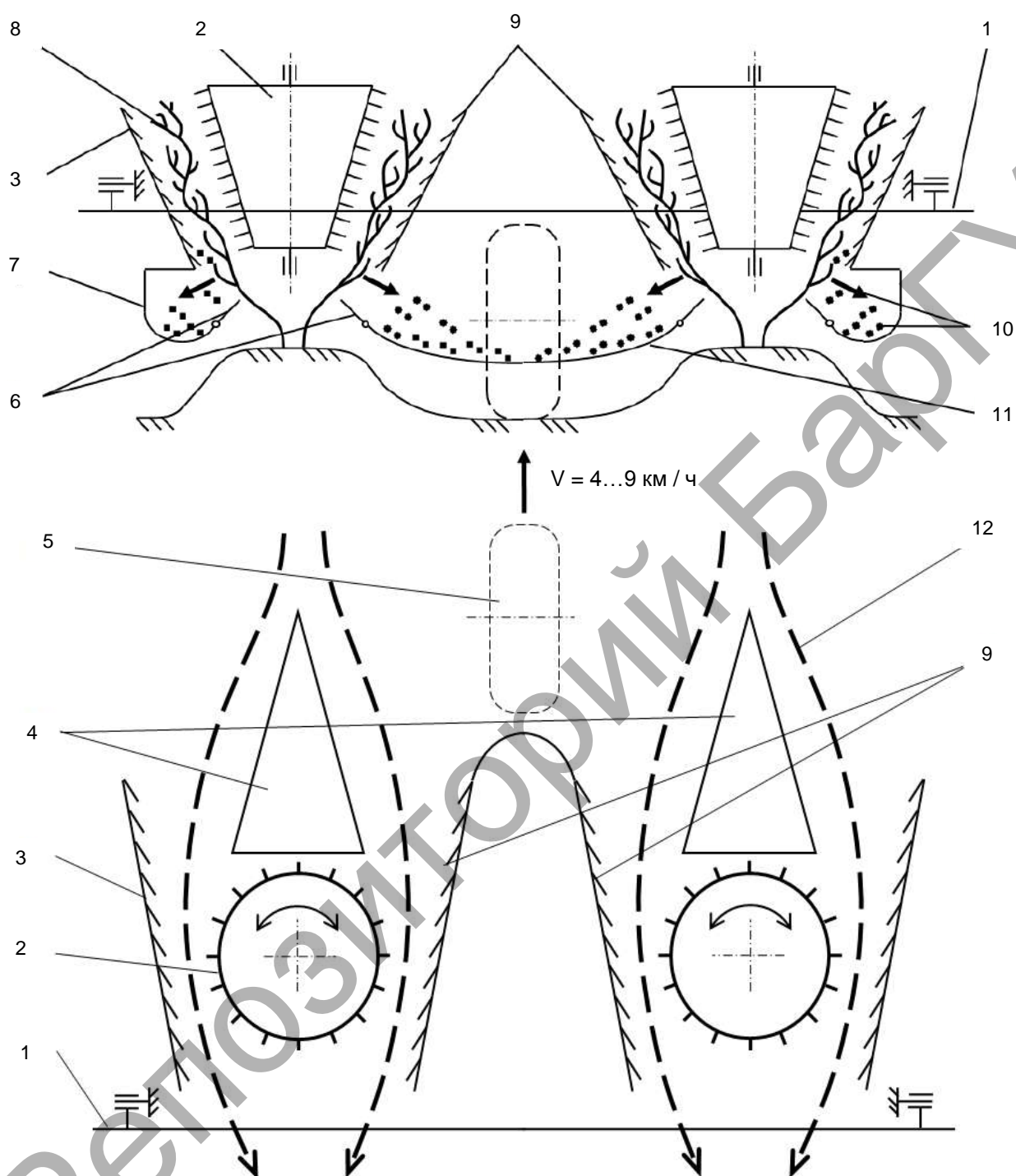


Рисунок 1. — Схема предлагаемой конструкции машины для сбора колорадского жука

Гофрированные боковины в задней части машины соединены прут-ударником 1, который изготовлен из стального прута и имеет возможность регулировки по высоте. Прут-ударник оказывает дополнительное воздействие на ботву картофеля, стряхивая вредителей в желоба-накопители 7 и 11.

К средним боковинам прикреплены продольные щетки длиной 800 мм с закрепленными на них эластичными капроновыми прутками длиной 50...80 мм и диаметром 1...2 мм.

По бокам машины под боковинами продольно размещены боковые желоба-накопители 7, а в средней части машины — центральный желоб-накопитель 11 для сбора колорадского жука

и личинок. К бортам желобов-накопителей шарнирно прикреплены продольные эластичные копиры-ловители 6, которые под воздействием нажимных пружин прижимаются к стеблям ботвы 8 в ее нижней части, предотвращая тем самым просыпание вредителей на почву.

На машине установлены торпедные делители ботвы 4, изготовленные из стальных прутков диаметром 5...8 мм. Для снижения потерь вредителей верхняя часть делителей прикрыта полуцилиндрическим кожухом из полимерной трубы диаметром 40...50 мм. Передняя часть машины опирается на опорно-копирующее колесо 5.

Гофрированные боковины в передней части машины соединены между собой дугами из стального прута диаметром 10 мм. Достаточная жесткость несущей части машины достигается также за счет продольных и центральных желобов-накопителей. Рабочие органы (за исключением роторов) являются несущей частью машины, благодаря чему металлоемкость и энергопотребление значительно снижаются по сравнению с другими известными конструкциями.

Работает предлагаемая конструкция двухрядной машины для сбора колорадского жука (см. рисунок 1) следующим образом. Машина присоединяется к мини-трактору или мотоблоку спереди. Возможно также передвижение машины за счет мускульной силы работника, для чего предусмотрена установка поручня. При движении машины со скоростью 4...9 км / ч опорно-копирующее колесо 5 перекатывается по борозде. Торпедные делители 4 разделяют ботву 8 рядка, при этом левый делитель прижимает часть ботвы к левой рифленой боковине, а правый делитель — к неподвижной щетке. В зоне задней части делителя за счет сил инерции вредители начинают ссыпаться в желоба-накопители 7 и 11. Когда картофельная ботва 12 оказывается между основными рабочими органами — коническими щетками 2 и боковинами 3, а также между коническими и неподвижными щетками 9, — происходит наиболее интенсивное отделение жуков и личинок 10, которые попадают в желоба-накопители 7 и 11. Одновременное прижатие обеих частей ботвы рядка происходит за счет схождения боковин по направлению к задней части машины. Окончательное удаление вредителей осуществляет рифленый прут-ударник 1, который воздействует на ботву в момент ее схода со щеток. Небольшое количество оставшихся вредителей удаляется с ботвы одновременно во все желоба-накопители.

Основной новизной конструкции данной машины является то, что все рабочие органы — пассивного типа и не требуют привода, в результате существенно снижается металлоемкость и энергопотребление. Высокая эффективность работы достигается за счет того, что ботва рядка разделяется на две части, и рабочие органы имеют максимальное соприкосновение с обрабатываемой ботвой картофеля.

Удачная компоновка рабочих органов позволяет одновременно увеличить производительность и качество работы за счет увеличенной площади рабочих органов, которая во время работы воздействует на вредителей, находящихся на картофельной ботве.

Заключение. Разработанная нами оригинальная машина для сбора колорадского жука с перспективными рабочими органами позволяет обеспечить необходимую производительность и качество сбора колорадского жука с картофельной ботвы, которая будет повреждаться в минимальной степени. Вместе с тем конструкция машины достаточно проста, имеет небольшую металлоемкость, не требует привода для рабочих органов. Простота конструкции способствует ее надежности в сравнении с другими машинами для сбора колорадского жука и личинок.

Список цитируемых источников

1. Закон об органическом земледелии в Республике Беларусь может быть принят в I полугодии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblasti-prava/2018/february/27801/>. — Дата доступа: 10.03.2018.

2. Валовой сбор и урожайность картофеля [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь : офиц. сайт. — Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. — Дата доступа: 12.03.2018.

3. Бурдейко, В. А. Перспективные методы и средства для сбора и уничтожения колорадского жука / В. А. Бурдейко, Ю. И. Шахид // Технологии, экономика и право: актуальные проблемы и инновации : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 20 нояб. 2014 г., Барановичи, Респ. Беларусь / редкол.: А. В. Никишова (гл. ред.), А. К. Гавриленя (отв. ред.) [и др.]. — Барановичи : РИО БарГУ, 2014. — С. 139—142.

4. Зискинд, Л. А. Хищный клоп *Podisus maculiventris* Say и его совместное использование с пестицидами против колорадского жука : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Л. А. Зискинд. — М., 1984. — 188 с.

5. Коваль, А. Г. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) полей овощных паслёновых культур: видовой состав, экология, биология, энтомофаги колорадского жука : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.09 / А. Г. Коваль. — СПб., 141 с.

6. Бурдейко, В. А. Перспективные рабочие органы машин для сбора колорадского жука / В. А. Бурдейко // Техника и технологии. Инновации и качество : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. 18 дек. 2015 г. Барановичи, Респ. Беларусь / редкол. А. В. Никишова (гл. ред.), Ю. Е. Горбач (отв. ред.) (и др.). — Барановичи : РИО БарГУ, 2015. — С. 7—8.

7. Заяц, В. А. Анализ методов борьбы с колорадским жуком при возделывании экологически чистого картофеля / В. А. Заяц // Агропанорама. — 2008. — № 6. — С. 35—38.

8. Тележка для сбора колорадского жука [Электронный ресурс] : пат. U20070400 Респ. Беларусь, МПК А01М5/00 / В. К. Пестис, Э. В. Заяц, С. Н. Ладутько, П. П. Казакевич, П. В. Заяц ; заявитель и патентообладатель Гродн. гос. аграр. ун-т // База патентов Беларуси. — Режим доступа: <http://bypatents.com/>. — Дата доступа: 10.09.2015.

9. Заяц, П. В. Комбинированный агрегат для получения экологически чистого картофеля / П. В. Заяц, Э. В. Заяц // Сельское хозяйство — проблемы и перспективы : сб. науч. тр. : в 4 т. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь ; Гродн. гос. аграр. ун-т / под ред. В. К. Пестиса. — Т. 1. Сельскохозяйственные науки (агрономия). — С. 185—191.

10. Устройство механического сбора вредных насекомых, их личинок или семян [Электронный ресурс] : пат. РФ 2390127 МПК А01М5/04 / В. А. Парамошко // Нац. цифровой ресурс Руконт. — Режим доступа: <http://rucont.ru/>. — Дата доступа: 10.09.2015.

11. Устройство для сбора колорадского жука [Электронный ресурс] : пат. РФ № 2202883, МПК 7 А01М 5/04 / Н. В. Бышов, И. Б. Гришкин, В. Д. Липин, В. В. Важинский, В. П. Топилин, Т. В. Липина / заявитель и патентообладатель Рязан. гос. агротехнол. ун-т им. П. А. Костычева // Информ. портал рос. изобретателей. — Режим доступа: <http://bankpatentov.ru/>. — Дата доступа: 10.09.2015.

Поступила в редакцию 12.03.2018