

Таблица 1 — Экономическая и энергетическая оценка агротехнических мероприятий по возделыванию гороха посевного

Показатели	Существующая технология возделывания культуры	Рекомендуемая технология возделывания культуры
Урожайность с 1 га, ц	20,4	37,6
Прибавка	—	17,2
Стоимость продукции, руб.	714,61	1317,13
Производственные затраты на 1 га, руб.	747,90	837,60
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	36,66	22,28
Затраты труда, чел.-ч. на:		8,59
1 га	7,51	
1 ц	0,37	0,23
Чистый доход (прибыль) на 1 га, руб.	-33,29	479,52
Уровень рентабельности, %	-4,5	57,2
Биоэнергетический коэффициент	4,7	8,7

**Заключение.** Совершенствование технологии возделывания гороха посевного позволит увеличить чистый доход на 512,81 руб. / га, снизить себестоимость 1 ц зерна с 36,66 до 22,28 руб., повысить уровень рентабельности с -4,5 до 57,2 %.

#### Список цитируемых источников

1. Крицкий, М. Н. Зернобобовые / М. Н. Крицкий, В. Ч. Шор // *Земледелие и защита растений* : науч.-практ. журн. — 2020. — № Приложение к № 3 (Наука — производству «Новые сорта зерновых и зернобобовых культур»). — С. 19—22.
2. Новинки селекции [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://izis.by/selection-novelty>. — Дата доступа: 05.05.2022.
3. Заяц, Л. К. Решение проблем производства кормового белка — важнейший резерв укрепления аграрной экономики / Л. К. Заяц // *Земледелие и защита растений* : науч.-практ. журн. — 2017. — № 1(110). — С. 3—5.
4. Система применения удобрений : учеб. для студентов учреждений высш. образования по агроном. специальностям / В. В. Лапа [и др.]; ред. В. В. Лапа. — Минск : ИВЦ Минфина, 2016. — 439 с.
5. Государственный реестр сортов / отв. ред. В. А. Бейня. — Минск, 2021. — 279 с.
6. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста и ризобияльного инокулянта на урожайность и качество семян посевного гороха / И. Р. Вильдфлуш, О. В. Малашевская // *Почвоведение и агрохимия* : научн. журн. — 2018. — № 1(60). — С. 228—237.
7. Запрудский, А. А. Защитные мероприятия в посевах гороха посевного / А. А. Запрудский, А. М. Яковенко, Е. С. Белова // *Земледелие и защита растений* : науч.-практ. журнал. — 2020. — № Приложение к № 1 (Зернобобовые культуры — резерв оптимизации содержания белка в зернофураже). — С. 10—12.
8. Малашевская, О. В. Влияние макро-, микроудобрений, регулятора роста и ризобияльного инокулянта на динамику роста, накопление биомассы растений, фотосинтетическую деятельность и урожайность посевного гороха / О. В. Малашевская // *Вестн. Белорус. гос. сельскохозяйств. акад.* : науч.-метод. журн. — 2019. — № 4. — С. 105—110.

УДК 631.3

В. А. Бурдейко, С. Д. Кейзик

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

### ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОРСИНОК ЩЁТОК МАШИНЫ ДЛЯ СБОРА КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

**Введение.** Зеленая экономика уже давно стала центральной темой в глобальной повестке дня производства сельскохозяйственных продуктов. Беларусь не отстает от мирового тренда: 9 ноября 2018 года Президент Республики Беларусь подписал закон «О производстве и обращении органической продукции» [1]. В главе 1 «Общие положения» (статья 4) говорится, что «объектами отношений в области производства и обращения органической продукции являются: семена; процессы производства и обращения органической продукции».

Перспективными методами сбора и уничтожения колорадского жука в период выращивания экологически чистого картофеля являются комплексный и механический [2, с. 2]. Для этого используются специальные машины, установки и приспособления. Основными перспективными рабочими органами машин для сбора колорадского жука являются щётки. Производительность и качество их работы зависит от физико-механических свойств ворса [3, с. 2; 4, с. 25; 5, с. 31; 6, с. 12; 7, с. 8]. Наибольший эффект при работе щёток достигается счёсыванием колорадских жуков полимерным ворсом. Цель статьи — составление классификации

физико-механических свойств материалов ворсинок машины для сбора колорадского жука и рассмотрение основных достоинств, недостатков и параметров полимерного ворса.

**Основная часть.** Физико-механические свойства ворсинок щёток машины для сбора колорадского жука. Щетка состоит из ворса, прикреплённого к её корпусу. Материалом для ворса щеток может служить натуральный (конский, коровий и барсучий волос) и искусственный (из полипропилена, полиамида или поливинилхлорида) ворс. Рассмотрим показатели и характеристики искусственных материалов.

Для ворса щеток используют синтетические полимерные материалы — полиамидные, полипропиленовые и поливинилхлоридные щетины, а также щетину из сополимеров, к которым относятся сэтрон, вайлон и велипропилен.

Сэтрон представляет собой смесь полиамида-6 (капрона) и полиэтилена высокого давления. Жилку выпускают диаметром 0,2...0,9 мм с интервалом 0,05 мм. Сэтрон обладает высокой упругостью, прочностью, хорошей химической стойкостью.

Вайлон — искусственная щетина из поливинилхлорида с примесью полиамида-6. По упругости вайлон уступает полиамиду-6 и сэтрону, кроме того, он недостаточно стоек к некоторым органическим растворителям.

Велипропилен представляет собой смесь полипропилена с полиэтиленом высокого давления. Он выдерживает кипячение, стоек к кислотам и щелочам, обладает значительной упругостью и прочностью.

Синтетическая щетина выпускается диаметром 0,15...0,8 мм и имеет различные цвета. В отличие от натуральной, синтетическая щетина более гладкая, не имеет пор, считается более гигиеничной (например, ее используют при изготовлении зубных щеток), однако некоторые специалисты отмечают высокую абразивность синтетических щетин, что приводит к незначительному повреждению ботвы картофеля. С этой позиции жесткость и абразивность натуральных щетин являются более щадящими при соприкосновении с ботвой картофеля во время работы щетки.

Ворс полипропиленовый для щёток. Материал используется для изготовления щёток бытового и промышленного назначения. Производство данного ворса осуществляется на специально оборудованной линии с применением полипропилена высокой плотности. Это наиболее качественная категория сырья, гарантирующая долговечность и надёжность готовой конструкции. Преимуществом его является то, что в сравнении с другими материалами полипропиленовый ворс надолго сохраняет форму, а средний срок службы почти в 1,5 раза больше, чем у капроновых щёток.

Особенности полипропиленового ворса при удалении колорадского жука. Ворс из полипропилена отличается повышенной износостойкостью и долговечностью, благодаря усовершенствованной технологии обработки. Гранулы полиэтилена, прошедшие поэтапную калибровку, вытягиваются и легко принимают практически любую форму. Кроме того, огромное значение имеют свойства сырья. Полипропилен по праву считается одним из самых прочных и долговечных материалов. Перечисленные характеристики приобретает и готовое изделие. Производится полипропиленовый ворс желтого, зеленого, синего и оранжевого цветов ворсинок и диаметром в сечении 1; 2,5; 3; 4; 5 мм.

Проведённые исследования показали, что продолжительность службы полипропиленовых щёток в машине для сбора колорадского жука больше, чем капроновых, примерно в 1,5 раза (2 625 против 1 820 часов соответственно). При этом во время работы щетки с полипропиленовым ворсом достигается высокое качество работы — счесывание более 75% особей колорадского жука с допустимым уровнем травмирования ботвы картофеля. Наиболее эффективные результаты счесывания особей колорадского жука показали щетки с полипропиленовым ворсом диаметром 2,5 и 3 мм и длиной 7...12 мм (таблица 1).

Т а б л и ц а 1 — Физико-механические свойства щетинок ворса полипропиленового

Наименование показателя	Значение
Диаметр	2,5 мм ± 0,3 мм
Длина	350...950 мм ± 5 мм
Водопоглощение	0,01 %
Профиль (сечение)	Может меняться в зависимости от области применения и сезона от 1,8 до 2,8 мм
Внешний вид	Одинакового диаметра по всей длине без уплотнений

Для изготовления щеточного ворса используется только гранулированный полипропилен со специальными добавками. Полипропилен — идеальный материал для ворса щеток: теплостойкий (до 73 °С), износостойкий и практически не поглощающий влагу (0,01 %). Ворс полипропиленовый изготавливается методом экструзии.

Открытое акционерное общество «Техполимер Групп» изготавливает ворс диаметром 1,8...3,2 и длиной 350...950 мм для щеток различного назначения [8]. Он может быть гофрированным, благодаря чему увеличивается жесткость и упругость, и прямым, который хорошо подходит для изготовления щёток машины для сбора колорадского жука.

Синтетические волокна также имеют различные качественные показатели материала, обладают свойствами эффективности применения в работе (таблица 2).

Таблица 2 — Физико-механические свойства ворса синтетического

Наименование показателя	Характеристика
Нейлон 6.6 (Полиамид 6.6)	Наиболее широко применяется в промышленности, высокая стойкость к температуре и износу
Нейлон 6.12 (Полиамид 6.12)	Не поглощает влагу, сопротивление лучше, чем у Нейлона 6.6
Rilsan®	Не поглощает влагу, очень хорошая стойкость к абразивному износу
Полипропилен (PP)	Не поглощает влагу, стойкость к кислотам, износостойкость ниже, чем у нейлона 6.6 и 6.12
Полиэстер (PE)	Очень хорошая стойкость к температуре, хорошая износостойкость, не поглощает влагу
Полимерабразив	Для деликатного удаления заусенцев, полирования, матирования

Мягкий нейлон (полиамид, PA6) — самое мягкое волокно из всех щетин, отлично подходит для работы щетки при счесывании особой колорадского жука в верхней части картофельной ботвы (не травмирует листья ботвы). Степень водной абсорбции — 9,5 %, термостойкость во влажной среде +90 °С, цвет прозрачный/черный, диаметр волокна — 0,008...2,5 мм, плотность — 1,14 г / см<sup>3</sup>, показатель стойкости к абразиву (PA6.12 = 100 %) — 75.

Нейлон 6.6 (полиамид ПА 6.6) отличается от «РА6» меньшей степенью абсорбции и большей абразивной стойкостью и представляет собой наиболее распространенную композицию промышленных нейлонов. В данном материале хорошо сбалансированы свойства прочности, жесткости, термостойкости. Помимо хороших физических качеств, нейлон обладает также превосходными диэлектрическими свойствами. Этим обусловлено широкое применение изделий из нейлона. Степень водной абсорбции — 8,5 %, Термостойкость во влажной среде +100 °С, цвет прозрачный/черный, диаметр волокна 0,008...1,5 мм, плотность 1,14 г / см<sup>3</sup>, стойкость к абразиву (PA6.12 = 100 %) — 85.

Нейлон 12 (PA12) — волокно высокого качества с очень высокой абразивной и деформационной стойкостью, в отличие от PA6. Используется он преимущественно во влажной среде, где щетки контактируют с водой (например, при работе щетки на картофельном поле после дождя). Нейлон 12 (PA12) представляет собой еще одну популярную модификацию полиамида, по некоторым качествам превосходящую характеристики традиционного нейлона 6.6. Данный материал отличает высокая стойкость к воздействию масел, растворителей и солей. Устойчивость к растрескиванию под воздействием напряжений и абразивному истиранию делает его незаменимым в тех случаях, когда требуются повышенная прочность и износостойкость. Нейлон 12 имеет самый низкий показатель адсорбции воды среди всех полиамидов, однако обратной стороной применения данного материала является его стоимость, цена изделий может быть в 2—4 раза выше, чем на продукты из PA6.6. Степень водной абсорбции — 3,0 %, термостойкость во влажной среде +100 °С, цвет прозрачный/черный, диаметр волокна 0,008...2,5 мм, плотность 1,08 г / см<sup>3</sup>, стойкость к абразиву (PA6.12 = 100 %) — 100.

Полимерное волокно PBT (полибутилтерефталат) дешевле, чем PA6.12. Имеет очень низкую степень водной абсорбции (0,3 %), подходит для использования в условиях высокой влажности при температуре не более 60 °С, очень высокая устойчивость к пластической деформации. Термостойкость во влажной среде +60 °С, цвет прозрачный, диаметр волокна 0,20...2,5 мм, плотность 1,31 г / см<sup>3</sup>, показатель стойкости к абразиву (PA6.12 = 100 %) — 80.

Материал PEK (груша полиарилэфиркетоны) используется при высоких температурах, например, для уплотнения оборудования для сушки. Отличается волокно очень высокой химической стойкостью, а также имеет стойкость к гидролизу и горению. Степень водной абсорбции — 1,0 %, термостойкость во влажной среде +190 °С, цвет желтый, диаметр волокна 0,20...2,5 мм, плотность 1,31 г / см<sup>3</sup>, стойкость к абразиву (PA6.12 = 100 %) — 110.

Полипропилен (PP) — термопластичный полимер пропилена, хороший диэлектрик. Обладает износостойкостью, малым водопоглощением, химической устойчивостью к агрессивным жидкостям. Идеально подходит для легкой и средней очистки. Из данного материала получают отличную универсальную щетку, так как у полипропилена практически отсутствует водная абсорбция (0,1 %), меньшая абразивная стойкость и устойчивость деформации, чем у PA6—6.12 и PBT. Показатель термостойкости во влажной среде составляет +90 °С, цвет прозрачный/черный, диаметр волокна 0,10...2,0 мм, плотность 0,91 г / см<sup>3</sup>, стойкость к абразиву (PA6.12 = 100%) — 60.

**Заключение.** Представленная классификация перспективных материалов щёток машины для сбора колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля характеризует их физико-механические свойства, которые влияют как на производительность, так и на качество работы. Наиболее перспективными материалами ворса для изготовления щёток с целью счесывания колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля является полипропиленовые и синтетические волокна диаметром 2,5 и 3 мм, так как они при работе щёток более эффективно счесывают особи колорадского жука по сравнению с натуральным ворсом, обладая для этого соответствующими физико-механическими свойствами.

### Список цитируемых источников

1. О производстве и обращении органической продукции [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 9 нояб. 2018 г. № 144-З. — Режим доступа : <https://etalonline.by/document/?regnum=h11800144>. — Дата доступа : 15.04.2022.
2. 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., Барановичи, 18 дек. 2015 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Баранов. гос. ун-т, Студен. науч. сообщество БарГУ ; редкол. : А. В. Никишова (гл. ред.), Ю. Е. Горбач (отв. ред.) [и др.]. — Барановичи : РИО БарГУ, 2015. — С. 7—8.
3. Бурдейко, В. А. Перспективные методы и средства для сбора и уничтожения колорадского жука / В. А. Бурдейко, Ю. И. Шадид // 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. 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.
5. Тележка для сбора колорадского жука [Электронный ресурс] : пат. U20070400 Респ. Беларусь, МПК A01M5/00 / В. К. Пестис [и др.] ; заявитель и патентообладатель Гродн. гос. аграр. ун-т // База патентов Беларуси. — Режим доступа : <http://bypatents.com/>. — Дата доступа : 10.04.2022.
6. Устройство для сбора колорадского жука [Электронный ресурс] : пат. РФ № 2202883, МПК 7 A01M 5/04 / Н. В. Бышов [и др.] /заявитель и патентообладатель Рязан. гос. агротехнол. ун-т им. П. А. Костычева // Информ. портал рос. изобретателей. — Режим доступа : <http://bankpatentov.ru/>. — Дата доступа : 10.04.2022.
7. Устройство механического сбора вредных насекомых, их личинок или семян [Электронный ресурс] : пат. РФ 2390127 МПК A01M5/04 / В. А. Парамошко // Нац. цифровой ресурс Руконт. — Режим доступа : <http://rucont.ru/>. — Дата доступа : 10.04.2022.
8. Техполимер: каталог продукции [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.techpolymer.com/> — Дата доступа : 12.04.2022.

УДК 631.3

В. А. Бурдейко, С. Д. Кейзик, С. Ю. Корчик

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЩЕТОК МАШИНЫ ДЛЯ СБОРА КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

**Введение.** До сегодняшнего дня, несмотря на все достижения сельского хозяйства, около трети мирового урожая теряется из-за вредителей и болезней растений. Появление новых методов защиты растений быстро приводит к появлению у вредителей приспособленности к ним и сводит на нет все затраты средств и человеческого труда.

Все это в полной мере относится и к печально известному колорадскому жуку, некогда завезенному из Северной Америки в Европу. Колорадский жук в нашей стране является массовым видом в основном в европейской части, но с недавнего времени он появился и на азиатской территории. С ним ведут борьбу уже и в Челябинской области. Личинки и имаго (взрослые насекомые) жука могут полностью уничтожить листья картофеля, на которых они вылупились.

Перспективными методами сбора и уничтожения колорадского жука в период выращивания экологически чистого картофеля являются комплексный и механический [1]. Для этого используются специальные машины, установки и приспособления. В перспективе данные машины будут оснащены дополнительными и комбинированными рабочими органами для выполнения таких операций, как рыхление междурядий картофеля, механическое уничтожение сорных растений, окучивание растений картофеля, распределение водных растворов для борьбы с колорадским жуком, а также внесение минеральных удобрений при подкормке растений. [2—6]. Цель статьи — описание конструкций щёток и методики их изготовления, а так же способы посадки кустов ворса в зависимости от конструкций щёток.

**Основная часть.** Щетки состоят из корпуса и ворса. Материалом для ворса щеток служит искусственная (полипропилен, полиамида или поливинилхлорида) щетина.

Искусственная щетина. Для ворса щеток используют также синтетические полимерные материалы — полиамидные, полипропиленовые и поливинилхлоридные щетины, а также щетину из сополимеров, к которым относятся сэтрон, вайлон и велипропилен. Сэтрон представляет собой смесь полиамида-6 (капрона) и полиэтилена высокого давления. Жилку выпускают диаметром 0,2...0,9 мм с интервалом 0,05 мм. Сэтрон обладает высокой упругостью, прочностью, хорошей химической стойкостью. Вайлон — это искусственная щетина из поливинилхлорида с примесью полиамида-6. По упругости вайлон уступает полиамиду-6 и сэтрону; кроме того, он недостаточно стоек к некоторым органическим растворителям. Велипропилен представляет собой смесь полипропилена с полиэтиленом высокого давления. Он выдерживает кипячение, стоек к кислотам и щелочам, обладает значительной упругостью и прочностью.