

## ПОВЫШЕНИЕ ПОЛНОТЫ УДАЛЕНИЯ БОТВЫ КАРТОФЕЛЯ ПРИМЕНЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОРГАНА РОТОРНО- ПРОВОЛОЧНОГО ТИПА

В. Н. Еднач, ассистент, С. Р. Белый, ассистент (УО БГАТУ)

### Аннотация

*В статье обоснована необходимость совершенствования ботвоудаляющих рабочих органов роторно-го типа, указаны пути их совершенствования. Приведена конструкция рабочего органа, которая, по мнению авторов, наиболее полно удовлетворяет требованиям, предъявляемым к рабочим органам машин для удаления ботвы картофеля. Представлены результаты исследований роторно-проволочного рабочего органа.*

### Введение

В настоящее время в Республике Беларусь, как и в большинстве стран мира, возделывающих картофель, принята технология, которая предполагает удаление ботвы перед уборкой клубней. Удаление ботвы картофеля воздействует на биохимические процессы в клубнях и позволяет ускорить фазу созревания, что повышает прочность кожуры и снижает потери при хранении картофеля [1, 2, 3].

Предуборочное уничтожение ботвы картофеля повышает продуктивность клубней картофеля за счет снижения проникновения в них вирусной, бактериальной и грибной инфекций в предуборочный период, что увеличивает лежкость клубней в процессе хранения.

Этот прием оказывает влияние и на потребительскую ценность клубней картофеля за счет выбора срока удаления ботвы. На семенных участках – с учетом выхода семенной фракции и ценности семенного картофеля, на участках продовольственного картофеля – с учетом выхода товарной продукции и ее продовольственных качеств. На участках, занятых картофелем для переработки, с учетом оптимального состава веществ клубней, а на участках, которые заняты техническим картофелем, с учетом получения максимального содержания крахмала [3, 4, 5].

Управление выходом различных фракций позволяет в дальнейшем сократить затраты на послеуборочную обработку картофеля и увеличить производительность картофелесортировальных машин, что обеспечивает снижение себестоимости клубней.

И если со стороны агрономических исследований по изучению влияния процесса удаления ботвы к качеству клубней практически нет претензий, то инженерные исследования требуют дальнейших разработок, направленных на обеспечение более качественной и производительной работы ботвоуборочных машин, что улучшит качество

закладываемых на хранение клубней картофеля.

Среди всего разнообразия схем и конструкций ботвоудаляющих рабочих органов наибольшее распространение получили роторные ботвоудалители с горизонтальной осью вращения, а исследования подтвердили эффективность работы машин с данным типом рабочих органов [6].

В настоящее время с такими рабочими органами выпускается большинство ботводробителей фирм «Agromec», «Amac», «Baselier», «Falc», «Grimme», «Hermes», «Kuhn», «Muratori» и др. [7].

Согласно отраслевому регламенту на возделывание семенного и продовольственного картофеля, а также картофеля, идущего на технические цели, разработанного Институтом Картофелеводства НАН Беларуси, для предуборочного удаления ботвы рекомендуется использовать ботводробители КИР-1,5, БД-4, БД-6 с рабочим органом, имеющим горизонтальную ось вращения [1]. При этом ботва срезается, измельчается и разбрасывается по полю.

В хозяйствах республики используются различные по конструктивному исполнению ботвоуборочные машины. Однако они в большинстве случаев малопроизводительны (ширина захвата 1,5 м) и некачественно измельчают ботву в междурядьях из-за отсутствия копирования профиля гребней. Кроме того, основным недостатком является низкая эксплуатационная надежность рабочих органов, которые шарнирно закреплены на валу ротора с одной степенью свободы, из-за чего они деформируются и разрушаются при касательных ударах о препятствия, что также отрицательно сказывается на приводе трактора и вызывает повышенную опасность работ [5]. Поэтому актуальной задачей для Республики Беларусь является разработка конструкции ботводробителя, которая обеспечит выполнение технологического процесса в соответствии с техническими требованиями на удаление ботвы картофеля.

**Основная часть**

На кафедре «Сельскохозяйственные машины» БГАТУ разработана конструкция ботвоудалителя, которая отвечает требованиям, предъявляемым к машинам для предуборочного удаления ботвы картофеля.

За основу был взят рабочий орган ботводробителя конструкции Ганса Сакка, как наиболее полно соответствующий агротребованиям уборки ботвы картофеля. Основным недостатком данной конструкции является поломка и обрыв молотков, в результате чего нарушается выполнение технологического процесса работы машины, а также возникает динамическая неуравновешенность дробителя.

Используя в качестве молотков различные по длине отрезки цепи, можно значительно снизить количество поломок, однако для исключения пропусков, особенно на сильно засоренных участках, необходимо устанавливать большое количество отрезков цепи, что увеличивает металлоемкость конструкции и приводит к трудностям в балансировке ротора. Вследствие захвата частичек почвы будет происходить повышенный износ звеньев цепи и обрыв режущих элементов [8].

С целью обеспечения качественного среза и дробления ботвы необходимо обеспечивать роторно-цепочному рабочему органу более высокую окружную скорость, нежели молотковому [9], что вследствие сравнительно большой массы отрезков цепи вызывает сложности в балансировке рабочего органа. Уменьшить массу режущих элементов можно заменив среднюю часть отрезком проволоки, диаметр которой равен диаметру проволоки звеньев цепи, но имеет массу примерно в пять раз меньшую, чем отрезок цепи той же длины.

Обеспечить копирование поверхности грядки, а также динамическую устойчивость барабана ботводробителя, можно используя тросовые рабочие элементы [8], однако при износе троса, особенно в местах наибольшего изгиба (около молотков и точек крепления), отламываются проволоочки и попадают в почву, ботву и даже в клубни, что недопустимо. Поэтому использовать дробитель с данным типом рабочего органа для предуборочного удаления ботвы картофеля нельзя [10].

С учетом вышесказанного разработан рабочий орган для предуборочного удаления ботвы картофеля, схема которого представлена на рис. 1. Данный рабочий орган включает барабан 1, длинные 2 и короткие 3 цепочно-проволочные петли. Каждая петля состоит из двух отрезков цепи 4 и отрезка проволоки 5.

Экспериментальная проверка данного рабочего органа производилась в СПК «ЛУКИ-АГРО» Кореличского района Гродненской области (рис. 2).

Опыты проводились с использованием картофеля сортов «Журавинка», «Дар», «Гусяр» и плотностью посадки 50тыс. шт./га. Урожайность клубней картофеля

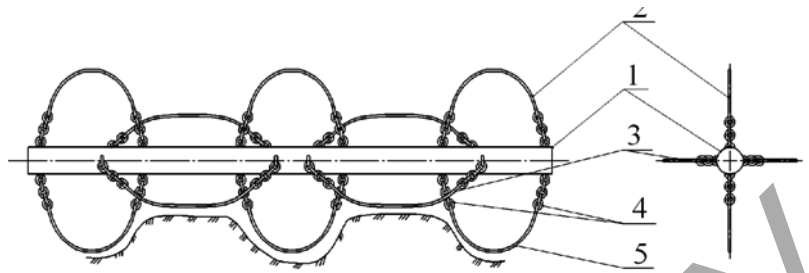


Рисунок 1. Схема рабочего органа ботводробителя.

составила 280-290ц/га, урожайность ботвы – 150-160 ц/га. В период с 05.09 по 20.09.2005 г. удаление ботвы было произведено на 15 га.

В качестве энергетического средства использовался трактор МТЗ-80. Привод рабочего органа ботводробителя осуществлялся от ВОМ трактора через конический редуктор и ременную передачу. В процессе проведения исследований частота вращения ротора изменялась в пределах от 900 до 2200 мин<sup>-1</sup>, а поступательная – от 1,0 до 3,2 м/с.



Рисунок 2. Проведение хозяйственной проверки ботводробителя.

Для определения оптимальных режимов работы дробителя ботвы были проведены предварительные исследования, целью которых был выбор оптимального значения диаметра проволоки и определение влияния угла установки петель относительно оси вращения на качество среза ботвы.

Анализируя силовое воздействие на петли ботводробителя, установлено, что оптимальный диаметр проволоки, из которой изготавливались петли, должен составлять 8мм. Для проверки данного предположения на рабочий орган устанавливались петли, изготовленные из проволоки диаметром 6, 8 и 10мм. В результате исследований установлено, что на качество выполнения технологического процесса диаметр проволоки не оказывает влияния. Однако петли из проволоки диаметром 6мм оказались подвержены частым разрывам. Поэтому экспериментальная проверка ботводробителя проводилась с петлями из проволоки диаметром 8мм.

Исследования также показали, что установка петель под различными углами к оси вращения ротора не обеспечивает постоянство формы петли и,

следовательно, выполнение технологического процесса работы ботводробителя.

Согласно [11] и [12], основным показателем, по которому производилась оценка качества выполнения технологического процесса работы ботводробителя, являлась полнота удаления ботвы, которая определялась долей несрезанной ботвы, оставшейся на участке –  $y$ .

В качестве факторов оптимизации были приняты: поступательная скорость агрегата  $x_1$ , высота установки рабочего органа над поверхностью поля  $x_2$  и частота вращения рабочего органа  $x_3$ .

По результатам обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии следующего вида:

$$y = 0,3786 + 0,1838 x_2 - 0,0788 x_3 - 0,0350 x_1 x_2 + 0,0475 x_2 x_3 + 0,1227 x_2^2. \quad (1)$$

Вид поверхности отклика в зависимости от значений факторов оптимизации представлен на рис. 3.

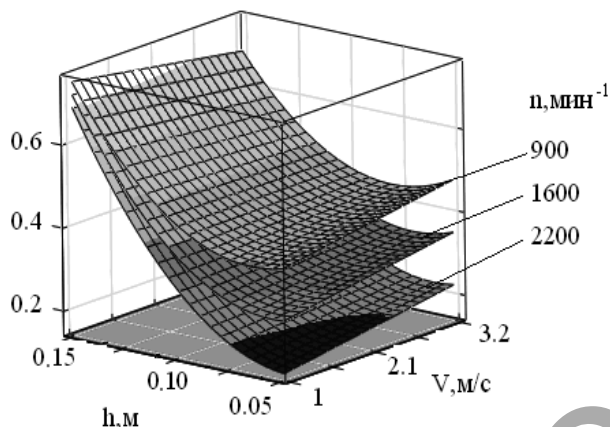


Рисунок 3. Зависимость доли неубранной ботвы от частоты вращения рабочего органа  $n$ , поступательной скорости ботводробителя  $V$  и высоты установки рабочего органа над поверхностью поля  $h$ .

Опытами установлено, что полнота удаления ботвы  $Y$  возрастает с уменьшением поступательной скорости ботводробителя и увеличением частоты вращения рабочего органа (соответственно от  $Y=51\%$  при  $V=3,2$  м/с и  $n=900$  мин<sup>-1</sup> до  $Y=88,6\%$  при  $V=1$  м/с и  $n=2200$  мин<sup>-1</sup>). На участках с сильно развитыми ползущими сорняками при частоте вращения рабочего органа  $n=900$  мин<sup>-1</sup> выявлено наматывание растительности на барабан ботводробителя.

В результате проведенных исследований выявлено, что наибольшее влияние на полноту удаления ботвы картофеля роторно-проволочным рабочим органом оказывает высота установки рабочего органа над поверхностью поля. Поэтому максимальной эффективности предуборочного удаления ботвы картофеля можно добиться при обеспечении копирования формы картофельной грядки рабочим органом.

Также определялись высота среза  $h$  и величина измельчения стеблей  $l$ .

Высота среза определялась длиной несрезанных стеблей ботвы. Величина измельчения стеблей оценивалась длиной измельченных частей стеблей. Установлено, что значения данных двух показателей растут с увеличением поступательной скорости ботводробителя и уменьшением частоты вращения рабочего органа (соответственно высота среза – от  $h=0,056$  м при  $V=1,0$  м/с и  $n=2200$  мин<sup>-1</sup> до  $h=0,153$  м при  $V=3,2$  м/с и  $n=900$  мин<sup>-1</sup>; величина измельчения – от  $l=0,016$  м при  $V=1,0$  м/с и  $n=2200$  мин<sup>-1</sup> до  $l=0,037$  м при  $V=3,2$  м/с и  $n=900$  мин<sup>-1</sup>).

Одновременно с оценкой качества работы экспериментального проволочного ботводробителя проводилась энергетическая оценка агрегата.

Согласно [13] энергетическая оценка производилась по количеству использованного двигателем топлива на единицу выполненной работы, кг/га. Расход топлива определялся расходомером ИП-179 ТУ 70 002.025 – 85.

Замеры показали, что средний удельный расход топлива на выполнение технологического процесса составляет 6,68 кг/га.

Новизна данной разработки подтверждена патентами РБ №1558, № 3078 и № 3909.

### Заключение

Для предуборочного удаления ботвы целесообразно применять рабочий орган роторно-проволочного типа, обеспечивающий копирование поверхности картофельной грядки. При этом режущие элементы должны устанавливаться параллельно оси вращения ротора.

Результатами эксперимента установлено, что полнота удаления ботвы  $Y$ , высота среза  $h$  и величина измельчения стеблей  $l$  зависят от кинематического режима работы ботводробителя. При этом полнота удаления ботвы растет с уменьшением поступательной скорости ботводробителя и увеличением частоты вращения его рабочего органа. Значения последних двух показателей растут с увеличением поступательной скорости ботводробителя и уменьшением частоты вращения рабочего органа.

Ботводробитель обеспечивает удаление ботвы на рабочих скоростях машины 1,7–2,2 м/с при среднем удельном расходе топлива на выполнение технологического процесса 6,68 кг/га.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Минсельхозпрод. Респ. Беларусь. – Минск, 2006. – Режим доступа: <http://mshp.minsk.by>. – Дата доступа: 25.12.2006.
2. Банадысев, С. А. Особенности применения современных технологий возделывания картофеля/ С. А. Банадысев, М.И. Юхевич // Картофелеводство: сб. науч. тр., вып. 10. – Мн., 2000. – С. 230–241.

3. Рапинчук, А. Л. Состояние и перспективы развития механизации картофелеводства Республики Беларусь/ А. Л. Рапинчук, В.В. Азаренко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тем. сб., вып. 38. – Мн., 2004. – С. 132–140.

4. Кононученко, Н.В. Зависимость урожайности и семенных качеств картофеля от способов предуборочного удаления ботвы/ Н.В. Кононученко, В.П. Ковшер // Картофелеводство: селекция, семеноводство, агротехника: сб. науч.тр. / БелНИИКПО.— Мн., 1986. – С. 129-136.

5. Кострома, С. П. Обоснование рабочих органов для измельчения ботвы картофеля/ С. П. Кострома// Весці нацыянальнай акадэміі навук беларусі: Сер. аграрных навук –№ 5, 2006

6. Kaminski J., Kaminski E Technika oprusku roztworami azotowymi. III Symposium «Inzynieria Systemow Bioagrotechnicznych». – 1993-09-20/21. Politechnica Warszawska, Plock, 1993. Zeszyt 3. – P. 243-250.

7. Каталог сельхозмашин LMK-2006 [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. и прогн. (416 Мб). – Landwirtschaftsverlag GmbH, Dr.Gottfried Eikel, Redaktion profi. – электрон. опт.

диск (CD-ROM).

8. Ивакин, О.В. Обоснование технологического процесса и рабочих органов тросового ботводробителя: автореф. ... дис. канд. техн. наук / О.В.Ивакин; Новосибирск. обл., 1996. – 18с.

9. Константинов, В.А. Исследование работы цепового измельчителя. Конструирование и производство сельскохозяйственных машин/ В.А. Константинов// Труды РИСХМа. – Ростов н/Д: университетское изд-во, 1964. – С. 106 – 113.

10. Механизация технологических процессов сельскохозяйственного производства: науч. - техн. бюл./ РАСХН. Сиб. от-ние. – Новосибирск: СибИМЭ, 1997. – Вып. 1. – С. 36 – 38.

11. РД. 10.1.1 Испытания сельскохозяйственной техники. Основные положения. Номенклатура показателей.

12. РД 10.8.5. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки и послеуборочной обработки картофеля. Программа и методика испытаний.

13. РД 10.2.2. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки.

УДК [634.1.055:631.319.4]:632.931

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 23.06.2008

## **К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОДАЮЩЕГО И РАСПРЕДЕЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВ МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МУЛЬЧИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ В САДАХ**

А.А. Жешко, аспирант (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

### Аннотация

*Предложены формулы, позволяющие определить координаты рационального взаимного расположения оси ротора относительно оси поперечного транспортера машины для внесения мульчирующих материалов, обеспечивающие минимальные габаритные размеры машины по ширине.*

### Введение

Ввиду того, что мульчирование приствольных полос проводится один раз в 2-3 года, изготовление специальных машин для внесения мульчирующих материалов является нецелесообразным. Наиболее перспективным техническим решением является изготовление дополнительных распределяющих устройств, которые позволяют использовать серийно выпускающиеся в Республике Беларусь кузовные сельхозмашины для мульчирования путем их нетрудовой перенастройки.

В качестве базовой машины целесообразно использовать кормораздатчик КР-Ф-10. Это объясняется тем, что использование данной машины, ширина которой составляет 2,2 м, исключает возможность повреждения штамбов, а вместимость кузова 10 м<sup>3</sup> позволяет формировать ленту без дозагрузки машины на длине гона 100 – 130 м.

Однако применение распределяющего устройства (адаптера) приводит к дополнительному увеличению ширины машины [1, с.157]. Поэтому важно расположить это устройство таким образом, чтобы ширина машины была минимальной, при этом технологический процесс протекал устойчиво и качественно. Решению этой задачи посвящена настоящая работа.

### Основная часть

Объемная производительность  $Q_M$  машины для внесения мульчи определится как

$$Q_M = H \cdot B \cdot u, \quad (1)$$

где  $H$  – ширина ленты, м;

$B$  – высота слоя материала в ленте, м;

$u$  – скорость движения агрегата по саду, м/с.

С другой стороны, объемную производительность  $q$  поперечного транспортера кормораздатчика