

1000 нм откалибровываются с помощью двух ссылок на коэффициент пропускания, размещенных на внешней стороне каждой полосы.

Отбракованные клубни картофеля идут на корм для животных, а отсортированные поступают для производства чипсов, крахмала, сухого пюре, полуфабрикатов и других видов продукции, требующих повышенного качества клубней картофеля.

### Заключение

Инфракрасная спектроскопия в отличие от других имеющихся на сегодняшний день систем технического зрения охватывает наибольший диапазон параметров удаления некондиционных (по внутренним дефектам) клубней картофеля.

Ее применение в дальнейшем позволит создать машину для идентификации некондиционных клубней картофеля. Она сможет работать как отдельная единица, так и встраиваться в технологические линии за сухим способом очистки, и будет распознавать и идентифицировать клубни картофеля, поступающие на сортировку ворохом.

В целом, изучив влияние внутренних дефектов на качество возделываемого картофеля, можно повысить рентабельность в картофелеводстве до 50 % и полностью завершить цикл механизации послеуборочной доработки картофеля.

### Литература

- 1 Fang, Tian. Nondestructive and rapid detection of potato black heart based on machine vision technology / T. Fang, P. Yankun, W. Wensong // Sensing for Agriculture and Food Quality and Safety VIII. China Agricultural University. – V. 2. – China, 2016. – P. 83–94.
- 2 Clark, C. J. Detection of Brownheart in ‘Braeburn’ apple by transmission NIR spectroscopy / C. J. Clark, V. A. McGlone, R. B. Jordan // Postharvest Biology and Technology. – 2003. – № 28. – P. 87–96.
- 3 Donghai, Han. Nondestructive detection of brown core in the Chinese pear ‘Yali’ by transmission visible–NIR spectroscopy / H. Donghai, T. Runlin, L. Chao, L. Xinxin, W. Zhaohui // Food Control. – 2006. – № 17. – P. 604–608.
- 4 Diwan, P. Evaluation of internal defect and surface color of whole pickles using hyperspectral imaging / P. Diwan, A. Ariana, L. Renfu // Journal of Food Engineering. – 2010. – № 96. – P. 583–590.
- 5 Takizawa, Kenichi. Development of nondestructive technique for detecting internal defects in Japanese radishes / K. Takizawa, K. Nakano, S. Ohashi, H. Yoshizawa, J. Wang, Y. Sasaki // Journal of Food Engineering. – 2014. – № 126. – P. 43–47.
- 6 Leiqing, Pan. Detection of cold injury in peaches by hyperspectral reflectance imaging and artificial neural network / P. Leiqing, Z. Qiang, Z. Wei, S. Ye, H. Pengcheng, T. Kang // Food chemistry. – 2016. – № 192 – P. 134–141.
- 7 Elbatawi, I. E. An acoustic impact method to detect hollow heart of potato tubers / I. E. Elbatawi, E. Nadi // Biosystems engineering. – 2008. – № 100. – P. 206–213.
- 8 Javad, Khazaeia. Effect of air-jet impingement parameters on the extraction of pomegranate arils / K. Javad, E. R. Nader, S. Majid, Z. N. Seyed // Biosystems engineering. – 2008. – № 100. – P. 214–226.

УДК 631.358:634.7

Поступила в редакцию 30.06.2018  
Received 30.06.2018

**А. Н. Юрин, А. А. Игнатчик, В. В. Викторovich, С. Н. Савченко**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: ignatchick.an@yandex.ru*

### РЕЗУЛЬТАТ ИСПЫТАНИЙ ЯГОДОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КПЯ

В статье приводятся результаты выполненных исследований по уборке ягод аронии и смородины ягодоуборочным комбайном КПЯ на различных рабочих скоростях движения. Также приведены рекомендации по выбору рабочей скорости.

*Ключевые слова:* сбор ягод, технология, средства механизации, производительность механизированных работ, себестоимость, ресурсосбережение, ягодоуборочный комбайн, рабочий процесс.

A. N. Jurin, A. A. Ignatchik, V. V. Viktorovich, S. N. Sauchanka

RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: ignatchick.an@yandex.ru

### TEST RESULT OF BENCHMARK COMBINE

The article presents the results of the research carried out on harvesting berries of chokeberry and currant with a comb picker KPI at various operating speeds. Recommendations for choosing the working speed are also given.

*Keywords:* berries harvesting, technology, mechanization means, productivity of mechanized works, cost price, resource saving, berry harvester, working process.

### Введение

Беларусь располагает благоприятными почвенно-климатическими условиями для выращивания смородины, аронии, которые являются одними из основных культур в ягодоводстве республики. В связи с реализацией государственных целевых программ развития плодородства на 2004–2010 гг. и 2011–2015 гг. «Плодородство» в течение указанного времени площади под плодово-ягодные насаждения расширены до 36,1 тыс. га, из которых 5,9 тыс. га занимают ягодные культуры [1].

Смородина – одна из немногих ягодных культур, возделываемых по интенсивным технологиям, что позволяет резко повысить продуктивность и рентабельность плантаций, существенно снизив или полностью исключив применение ручного труда. В настоящее время все основные этапы, включая подготовку почвы, посадку, уход за насаждениями и даже сбор ягод, могут быть полностью механизированы. В традиционных технологиях возделывания смородины 80 % общих затрат труда приходится на уборку урожая, поэтому механизация процесса уборки ягод является важной агроинженерной задачей.

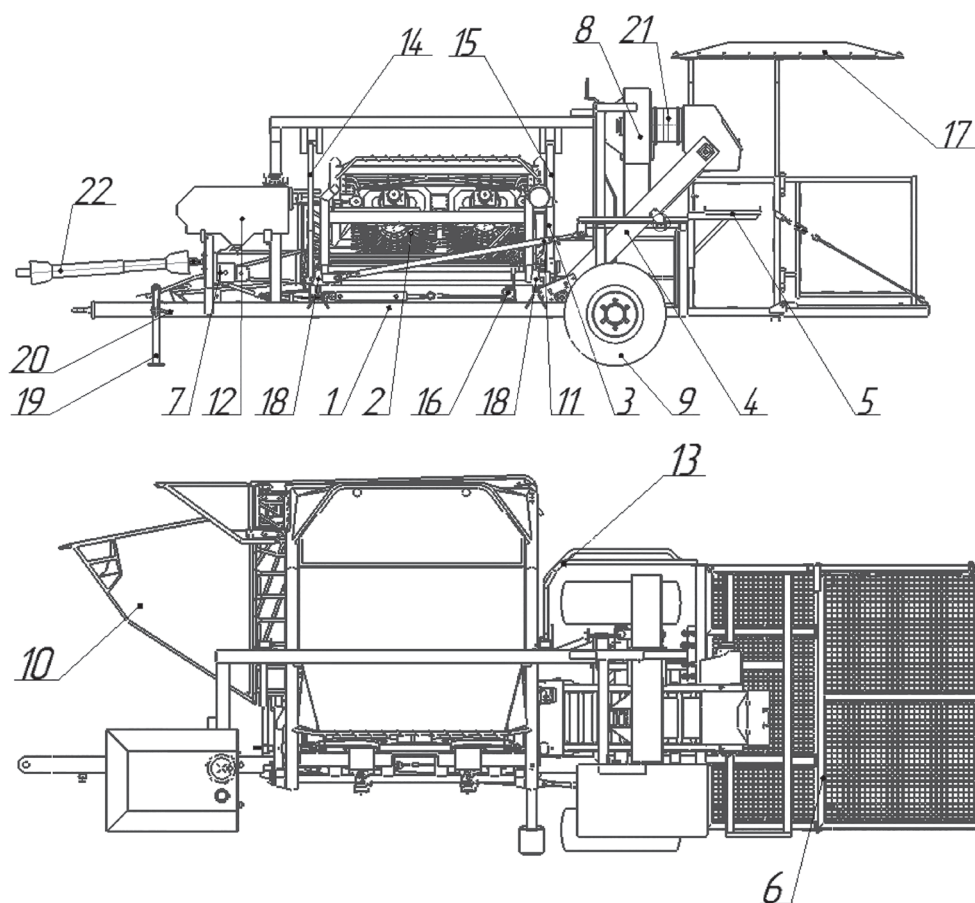
В Республике Беларусь имеется 35 ягодоуборочных комбайнов импортного производства. Сезонная нагрузка на один комбайн составляет 30 га. Потребность Республики Беларусь составляет 200 комбайнов. С целью обеспечить данную потребность в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан полуприцепной ягодоуборочный комбайн КПЯ, предназначенный для уборки ягод смородины и аронии (рисунок 1).



Рисунок 1. – КПЯ на уборке аронии

### Устройство, принцип действия и технические характеристики КПЯ

Комбайн прицепляется на гидрокрюк трактора и состоит из рамы 1, ягодосборщика 2, транспортеров 3 и 4, стола 5, площадки 6, привода 7, вентилятора 8, хода колесного 9, подъемника 10, тяги 11, гидросистемы 12, ограждения 13, подвесов 14 и 15, механизма подъема 16, козырька 17, замка 18, домкрата 19, фиксатора 20, рукава 21 и вала карданного 22.



1 – рама; 2 – ягодоборщик; 3 – горизонтальный транспортер; 4 – наклонный транспортер; 5 – стол; 6 – площадка; 7 – привод; 8 – вентилятор; 9 – ход колесный; 10 – подъемник; 11 – тяга; 12 – гидросистема; 13 – ограждение; 14, 15 – подвес; 16 – механизм подъема; 17 – козырек; 18 – замок; 19 – домкрат; 20 – фиксатор; 21 – рукав; 22 – вал карданный

Рисунок 1. – Комбайн полурядный ягодоуборочный КПЯ

Рабочий процесс осуществляется комбайном следующим образом. Агрегируемый с трактором комбайн подъезжает к ягодику и останавливается перед началом ряда ягодника. Оператор комбайна, располагающийся на площадке 6, посредством органов управления комбайна последовательно запускает транспортеры (горизонтальный 3 и наклонный 4), включает вентилятор 8 с отряхивателями и переводит ягодоборщик в рабочее положение, при котором он опирается на почву посредством лыжи.

Агрегат начинает движение по ряду. При этом делитель отделяет половину куста, наклоняет ветки и направляет их совместно с подъемником 10 в пространство между ягодоборщиком и транспортером (горизонтальным 3), где они взаимодействуют с отряхивателями, совершающими колебательные движения относительно своей оси, благодаря которым происходит отделение ягод. Ягоды поступают на транспортер (горизонтальный 3), затем на транспортер (наклонный 4), где проходят очистку направленным воздушным потоком от вентилятора 8. Далее ягоды поступают в тару, установленную на столе, где оператор меняет ее по мере заполнения.

В процессе движения по ряду оператором осуществляется корректировка направления движения агрегата и угла наклона ягодоборщика посредством органов управления гидроцилиндрами колесного хода 9 и механизма подъема 16.

После прохода ряда оператор переводит комбайн в транспортное положение, осуществляет разворот, и рабочий процесс уборки ягод повторяется.

Основные параметры и размеры комбайна приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Технические характеристики КПЯ

Наименование показателя	Значение
Тип комбайна	Полуприцепной
Агрегатирование	Тракторы кл. 0,6
Масса, кг	1630
Габаритные размеры в рабочем положении, мм:	
– длина	6450
– ширина	2500
– высота	2480
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
– длина	6200
– ширина	2500
– высота	2480
Дорожный просвет, мм	120–240
Частота вращения ВОМ трактора, мин <sup>-1</sup>	540
Рабочая скорость, км/ч	0,4–0,7
Транспортная скорость, км/ч	5–10
Минимальный радиус поворота, м	8
Удельный расход топлива за сменное время работы, кг/га, не более	65
Производительность основного времени, га/ч	0,075–0,14
Производительность сменного времени, га/ч	0,04–0,093
Производительность эксплуатационного времени, га/ч	0,047–0,088
Количество обслуживающего персонала, чел.	2

### Эксплуатационные параметры

Комбайн полурядный ягодоуборочный КПЯ предназначен для сбора ягод смородины, аронии. Сроки созревания смородины – июль-сентябрь, аронии – август-октябрь. Для обеспечения качественной уборки урожая условия эксплуатации должны соответствовать следующим требованиям:

- рельеф участков под ягодные кустарники должен быть ровный [2];
- допустимый наклон участков, как продольный, так и поперечный, не должен превышать 5°;
- через каждые 100 м должны быть проложены внутриквартальные дороги шириной 3–4 м;
- ширина междурядий должна быть не менее 3,8 м, а расстояние в ряду между кустами, образующими полосу, – от 0,5 до 0,7 м;
- побеги ягодных кустарников должны быть расположены вертикально либо иметь наклон в направлении междурядий до 45°.

Основные размеры кустов и физико-механические свойства ягод должны соответствовать указанным в таблице 2.

Таблица 2. – Основные размеры куста убираемой культуры

Основные показатели	Значение показателей
Высота полосы (куста), см	110–180
Ширина полосы (куста), см	110–150
Диаметр основания куста, см, не более	20–25
Диаметр ветвей у основания, см, не более	0,8–2,0
Усилие на отрыв ягод от ветвей, г	120–200
Наклон скелетных ветвей от вертикали, град., не более	50
Расположение ягод на кусте, см, не ниже	50,0

Эксперимент по исследованию функциональных показателей качества выполняемого технологического процесса КПЯ завершен в 2017 году. Его цель заключалась в определении вышеупомянутых показателей на рабочих скоростях движения выше, чем указано в техническом задании. Также стояла задача определить возможность замены трактора тягового класса 0,6 трактором тягового класса 1,4. Это обусловлено тем, что в республике количество тракторов

тягового класса 1,4 составляет 22307 штук, а тягового класса 0,6 – 929 штук. Из чего следует, что не в каждом хозяйстве есть в наличии трактор класса 0,6. В первую очередь это объясняется большей универсальностью и задействованностью на большем перечне работ тракторов тягового класса 1,4, нежели класса 0,6. Также надо учесть, что приобретение трактора класса 0,6 вместе с комбайном КПЯ для большинства организаций не представляется возможным.

Испытания проводились в составе МТА с тракторами МТЗ-100 и Т-25 на территории РУП «Институт плодоводства», поселок Самохваловичи Минского района, в 2016 году. В 2017 году на территории КФХ «Зеленая ферма» Столбцовского района КПЯ агрегатировался с трактором Беларус-320.4. В 2016 году выполнялась уборка аронии, а в 2017 году – смородины. Данные по результатам проведенных испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Функциональные показатели

Наименование показателя	Значение				
	по ТЗ	по результатам испытаний			
Марка комбайна	КПЯ	КПЯ			
Вид работы	Сбор ягод смородины и аронии	Сбор ягод аронии			Сбор ягод смородины
<b>Режим работы:</b>					
Рабочая скорость движения, км/ч	0,40–0,70, не более	1,17	1,20	1,10	0,75
<b>Показатели качества выполнения технологического процесса:</b>					
Полнота съема ягод, %	85,0, не менее	98,1	94,5	98,5	94,6
Полнота улавливания, %	85,0, не менее	89,0	88,7	89,5	92,8
Потери ягод, %:		11,0	11,3	10,5	7,2
– на земле	нет данных				
– оставшиеся на кусте (на одном метре ряда)	нет данных	1,9	5,5	1,5	5,4
Повреждение ягод, %	5,0, не более	1,6	1,5	1,7	3,7
Повреждение элементов куста, %:					
– поломка побегов:	8,0, не более	6,6	2,5	7,0	0,8
в том числе:		1,3	2,5	1,1	0,8
– однолетних		2,0	0	2,6	0
– двухлетних		2,0	0	2,1	0
– боковых		1,3	0	1,1	0
– плодовых		4,3	5,4	4,1	6,4
– поломка скелетных веток	6,0, не более				
Обдиры коры многолетних веток, %:					
– до 1/3 длины окружности	10,0, не более	8,2	–	6,8	10,9
– более 1/3 длины окружности	5,0, не более	2,9	–	2,7	5,5
Содержание примесей в товарной продукции, %	1,0, не более	0,2	0,5	0,2	0,8

Проанализировав полученные функциональные показатели, можно сделать вывод о том, что для увеличения темпов уборки допускается увеличение рабочей скорости движения свыше 0,7 км/ч при уроке ягод аронии. При уборке ягод смородины такое превышения недопустимо и рабочая скорость должна быть в пределах 0,4–0,7 км/ч, так как увеличение скорости приводит к большому повреждению элементов куста (выше, чем указано в техническом задании и агро-требованиях), что, в свою очередь, приведет к снижению урожайности в последующие годы.

Допускается увеличение рабочей скорости движения при уборке аронии в связи с тем, что модуль упругости древесины ягодников, усилие отрыва зрелых ягод, усилие раздавливания зрелых ягод выше, чем у ягод смородины. Поэтому повреждения элементов куста не столь критичны по сравнению со смородиной.

### Выводы

1. Площадь ягодных культур составляет 5,9 тыс. га.
2. Потребность в ягодоуборочных комбайнах в Республике Беларусь составляет 200 штук. На данный момент в стране имеется 35 штук. Необходимы еще 165 единиц этого вида техники.



С целью обеспечить недостающее количество в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан полуприцепной ягодоуборочный комбайн КПЯ.

3. В соответствии с результатами проведенного эксперимента, в котором исследовались функциональные показатели качества выполняемого технологического процесса, допускается при уборке ягод аронии эксплуатация КПЯ на рабочих скоростях выше, чем указано в техническом задании.

4. Уборка ягод смородины на рабочих скоростях выше, чем указаны в техническом задании, не допускается.

### Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2017. – 364 с.

2. Техническое задание на разработку комбайна полурядного ягодоуборочного КПЯ: утв. 06.12.16 первым заместителем министра сельского хозяйства и продовольствия Л. А. Мариничем. – Минск, 2016. – 14 с.

УДК 631.363

Поступила в редакцию 03.07.2018

Received 03.07.2018

**П. В. Авраменко<sup>1</sup>, А. Г. Вабищевич<sup>1</sup>, А. Н. Смирнов<sup>1</sup>, Г. Ф. Громыко<sup>2</sup>,  
Ю. Л. Салапура<sup>3</sup>, М. Н. Салапура<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

e-mail: [minsk777@tut.by](mailto:minsk777@tut.by)

<sup>2</sup>ГНУ «Институт математики НАН Беларуси»

г. Минск, Республика Беларусь

e-mail: [labmkr@yandex.ru](mailto:labmkr@yandex.ru)

<sup>3</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь,

e-mail: [salapura.yurii@mail.ru](mailto:salapura.yurii@mail.ru)

<sup>4</sup>УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

г. Минск, Республика Беларусь

e-mail: [marinasalapura@gmail.com](mailto:marinasalapura@gmail.com)

### ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПНЕВМОКОРМОВОГО ПОТОКА В СИЛОСОПРОВОДЕ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КВК-800

В статье представлена модель движения потока измельченного растительного материала в силосопроводе кормоуборочного комбайна.

*Ключевые слова:* модель, поток, скорость.

**P. V. Auramenka<sup>1</sup>, A. G. Vabischevich<sup>1</sup>, A. N. Smirnov<sup>1</sup>, G. F. Gromiko<sup>2</sup>, Y. L. Salapura<sup>3</sup>, M. N. Salapura<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>EE «Belarusian State Agrarian Technical University»

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: [minsk777@tut.by](mailto:minsk777@tut.by)

<sup>2</sup>SNI «Institute of Mathematics NAS of Belarus»

Minsk, Republic of Belarus,

e-mail: [grom@im.bas-net.by](mailto:grom@im.bas-net.by)

<sup>3</sup>RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: [salapura.yurii@mail.ru](mailto:salapura.yurii@mail.ru)

<sup>4</sup>EE «Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics»

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: [marinasalapura@gmail.com](mailto:marinasalapura@gmail.com)

The article presents numerical model of motion of cut green material flow in the silotube of a forage harvester KVK-800.

*Keywords:* model, flow, speed.