

Подобный способ осмотра поверхности реализован в технологической линии сортировки и фасовки яблок ЛСП-4, разработанной РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [3].

Выводы

1. Для качественного выполнения идентификации качества плодов важным является наиболее полный осмотр поверхности плода.
2. Наиболее рациональным способом осмотра поверхности плода является применение СТЗ с одним приёмником излучения, который осуществляет осмотр объекта контроля, осуществляющего вращение вокруг собственной оси.

Список использованных источников

1. Старовойтов, В. И. Автоматизация контроля качества картофеля, овощей и плодов / В. И. Старовойтов, А. М. Башилов, А.Л. Андержанов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 197 с.
2. Юрин, А. Механизация трудоемких процессов в садоводстве [Электронный ресурс] / А. Юрин, Д. Жданко // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Режим доступа: <https://belagromech.by/articles/mehanizatsiya-trudoemkih-protssessov-v-sadovodstve/>. – Дата доступа: 30.04.2018.
3. Казакевич, П. П. Система технического зрения распознавания дефектов яблок: обоснование, разработка, испытание / П. П. Казакевич, А. Н. Юрин, Г. А. Прокопович // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, № 4. – С. 488–500.

УДК 631.171

Поступила в редакцию 19.10.202
Received 19.10.2022

А. Н. Юрин

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: anton-jurin@rambler.ru*

ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ В САДОВОДСТВЕ БЕЛАРУСИ

Аннотация. В данной статье рассмотрен вопрос определения границ экономической эффективности различных агрегатов для механизации наиболее трудоемких процессов возделывания интенсивных садов в природно-производственных условиях Республики Беларусь, таких как уборка плодов и ягод, обрезка деревьев, утилизация обрезанных веток и сортировка плодов.

Так при выполнении указанных операций один и тот же агрегат в одних условиях при одном объеме работ может быть самым эффективным из ряда других, при ином же объеме работ он может оказаться недостаточно эффективным.

Выполнение данных технологических операций возможно, как с применением ручного труда, так и с использованием машинно-тракторных агрегатов различной производительности. Обоснование выбора способа выполнения операций проводилось на основе анализа удельных затрат при различной годовой наработке. При выборе агрегатов для проведения уборочных работ учитывались также потери урожая от нарушения агротехнических сроков.

В процессе исследования установлено, что применение механизированных средств для выполнения уборки плодов, обрезки деревьев и сортировки плодов целесообразнее, чем применение ручного труда при годовой выработке более 18 га, 130 га и 750 т соответственно. Уборка ягод смородины и аронии полурядным комбайном эффективна при годовой выработке не более 35 га, при большем годовом объеме работ целесообразно применение однорядного самоходного ягодоуборочного комбайна.

Ключевые слова: сады интенсивного типа, ручной труд, механизация, уборка плодов, обрезка деревьев, сортировка плодов, утилизация веток, затраты труда, себестоимость, экономическая эффективность, плодуборочной платформа, ягодоуборочный комбайн, измельчитель веток, потери урожая, агротехнические сроки.

A. N. Yurin

RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: anton-jurin@rambler.ru

SUBSTANTIATION OF THE PERFORMANCE OF MECHANIZATION IN BELARUS GARDENING

Abstract. This article discusses the issue of determining the boundaries of the economic efficiency of various units for the mechanization of the most labor-intensive processes of cultivating intensive orchards in the natural and production conditions of the Republic of Belarus, such as harvesting fruits and berries, pruning trees, recycling cut branches and sorting fruits.

So, when performing these operations, the same unit in one and the same conditions with one amount of work may be the most efficient of a number of others, with a different amount of work it may not be effective enough.

The performance of these technological operations is possible both with the use of manual labor and with the use of machine-tractor units of various capacities. The rationale for choosing the method of performing operations was carried out on the basis of an analysis of unit costs for various annual operating hours.

When choosing units for harvesting, crop losses from violation of agrotechnical terms were also taken into account. In the course of the study, it was found that the use of mechanized means for harvesting fruits, pruning trees and sorting fruits is more expedient than the use of manual labor with an annual output of more than 18 ha, 130 ha and 750 tons, respectively. Harvesting currant and chokeberry berries with a semi-row harvester is effective with an annual output of no more than 35 hectares; with a larger annual volume of work, it is advisable to use a single-row self-propelled berry harvester.

Keywords: high-type orchards, manual labor, mechanization, fruit harvesting, tree pruning, fruit sorting, branch disposal, labor costs, cost, comparable efficiency.

Введение

Постоянное повышение уровня технической оснащённости сельскохозяйственных процессов объясняется стремлением снизить до минимума затраты на проведение технологических операций и повысить производительность труда. Особенно это актуально для садоводства как наиболее трудоёмкой отрасли сельского хозяйства, где уровень механизации не превышает 15–20 % [1–6].

Очевидно, что данные требования вступают в противоречие между собой, так как повышение производительности в основном достигается увеличением ширины захвата машин и рабочей скорости их движения, что приводит к росту массы, усложнению машин и в конечном итоге увеличению удельных затрат на их эксплуатацию и себестоимость производимой продукции.

В то же время нарушение агротехнических сроков проведения сельскохозяйственных работ приводит к увеличению потерь и недобору урожая.

Таким образом, задача определения экономической эффективности применения различных средств механизации интенсивного садоводства является актуальной агроинженерной задачей.

Ранее изучению данного вопроса были посвящены труды таких ученых, как И.И. Пиуновский, И.Н. Матвеев, Н.В. Спириданчук, С.В. Щитов, Д.В. Саклаков, В.А. Гаспарский и другие [7–12].

Цель работы – обосновать применение средств механизации для интенсивного садоводства Беларуси в зависимости от объема годовой наработки и потерь урожая от срыва агротехнических сроков проведения операций.

Основная часть

Технология возделывания интенсивного яблоневого сада [13] предусматривает выполнение 42 технологических операций. Затраты финансовых средств и потребное количество работников для выполнения данных операций отражены на рис. 1 и 2. Из графиков, представленных на рисунках, видно, что затраты и потребность в рабочих для различных операций разнятся. Наиболее затратными являются операции по уборке плодов и транспортировке урожая из сада (операции 30 и 31), обрезка деревьев (операция 40), сортировка плодов (операция 42), а также утилизация обрезанных веток (операции 1, 2, 3).

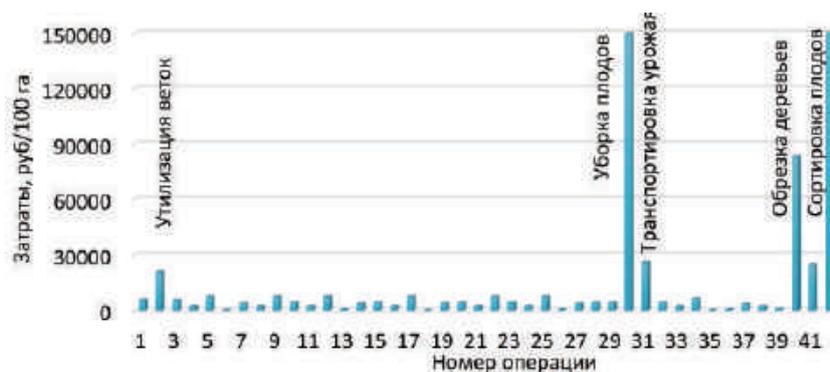


Рис. 1. Затраты финансовых средств на выполнение технологических операций по возделыванию яблоневого сада площадью 100 га по традиционной технологии

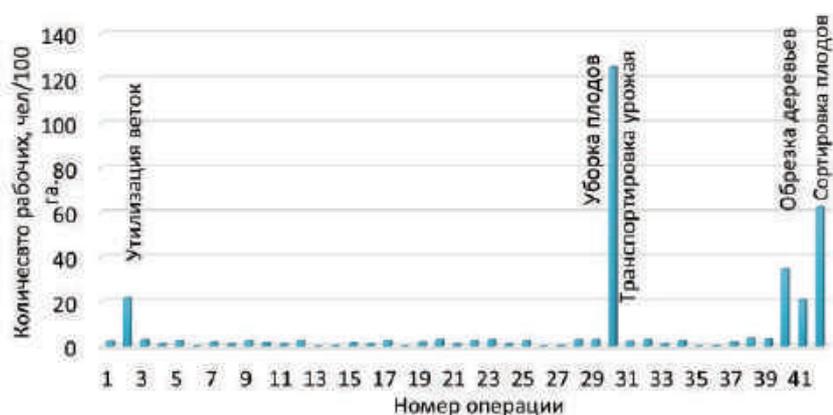


Рис. 2. Потребное количество рабочих на выполнение технологических операций по возделыванию яблоневого сада площадью 100 га по традиционной технологии

В настоящее время данные операции выполняются или целиком вручную, или с минимальным использованием простейших средств механизации, что негативно сказывается на производительности труда по каждой операции и себестоимости производства конечного продукта.

Очевидно, что именно эти операции в значительной мере определяют качество получаемого продукта и его конкурентоспособность на рынке.

В настоящее время существуют средства механизации, способные уменьшить количество ручного труда на выполнение данных операций и снизить затраты на их проведение. Однако применение дорогостоящих и технически сложных машин также может негативно сказаться на себестоимости производимой продукции.

В связи с этим проведено экономическое обоснование применения технических средств для механизации возделывания многолетних насаждений, которое позволило бы минимизировать затраты труда и себестоимость производства плодово-ягодной продукции, так как один и тот же агрегат в одних условиях, при одном объеме работ может быть самым эффективным среди других, при ином же объеме он может оказаться недостаточно эффективным [11, 12].

Минимизация затрат на производство механизированных работ зависит от многих факторов, которые можно представить уравнением удельных затрат

$$I = B + \frac{A}{W_{сез}}, \quad (1)$$

где I – удельные затраты, руб./га; B – пропорциональные затраты, руб./га; $W_{сез}$ – сезонный объем данной работы, выполняемый машино-тракторным агрегатом, га; A – условно-постоянные затраты, руб.; $\frac{A}{W_{сез}}$ – удельные условно-постоянные затраты, руб./га.

Если одну и ту же работу можно выполнить двумя способами, необходимо определить границы наиболее эффективного применения этих способов.

Так, уборку ягод смородины, аронии можно осуществлять посредством однорядного (Victor, фирма Weremczuk, РП) или полурядного комбайна (Беларус-321 + Jarek 5, фирма Jagoda, РП).

Рассмотрим решение этой задачи.

Удельные затраты по двум способам можно представить в виде следующих функций:

$$I_1 = \frac{A_1}{W_{\text{сез}}} + B_1; \quad (2)$$

$$I_2 = \frac{A_2}{W_{\text{сез}}} + B_2; \quad (3)$$

Решая эту систему уравнений, получаем

$$I = \frac{A_1 B_2 - A_2 B_1}{A_1 - A_2}, \quad (4)$$

что записывается как частное определителей

$$I = \frac{\begin{vmatrix} A_1 B_1 \\ A_2 B_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A_1 & 1 \\ A_2 & 1 \end{vmatrix}}. \quad (5)$$

Таким же образом находим:

$$W_{\text{сез}} = \frac{A_1 - A_2}{B_2 - B_1}, \quad (6)$$

или в форме определителей

$$W_{\text{сез}} = \frac{\begin{vmatrix} A_1 & 1 \\ A_2 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & B_1 \\ 1 & B_2 \end{vmatrix}}. \quad (7)$$

Система уравнений (2) и (3) имеет решение при условии

$$\begin{vmatrix} A_1 & 1 \\ A_2 & 1 \end{vmatrix} \neq 0; \quad \begin{vmatrix} 1 & B_1 \\ 1 & B_2 \end{vmatrix} \neq 0.$$

Решением системы является точка Р с координатами $W_{\text{сез } p}$ и I_p , которая является точкой пересечения двух функций. В данной точке выполняется условие $I_1 = I_2$, т.е. при объеме работы $W_{\text{сез } p}$ оба способа уборки равнозначны.

Точка Р есть точка границы применения обоих методов. Исходя из того, что функции уравнений (2) и (3) непрерывные во всей области их существования, то достаточно исследовать их поведение в одном интервале.

Проводя исследование в интервале I, достаточно найти, для какого метода удельные затраты при объеме работы $W_{\text{сез}} = 1$ будут наименьшими, т.е.

$$I_1 = A_1 + B_1, \quad (8)$$

$$I_2 = A_2 + B_2. \quad (9)$$

Если $I_1 > I_2$, то в интервале II более экономичен метод 2, а в интервале I – метод 1.

В развернутой форме функции (2) и (3) можно представить в следующем виде:

$$I_1 = \sum \frac{A_1}{W_{сез}} \alpha_1 + R_{кр1} + \sum R_{ТР,ТО1} + 3_1 + F_1; \quad (10)$$

$$I_2 = \sum \frac{A_2}{W_{сез}} \alpha_2 + R_{кр2} + \sum R_{ТР,ТО2} + 3_2 + F_2; \quad (11)$$

$$B_1 = R_{кр1} + \sum R_{ТР,ТО1} + 3_1 + F_1; \quad (12)$$

$$B_2 = R_{кр2} + \sum R_{ТР,ТО1} + 3_2 + F_2. \quad (13)$$

где α – норма амортизационных отчислений; $R_{кр}$ – отчисления на капитальный ремонт, руб./га; $R_{ТР,ТО}$ – отчисления на текущий ремонт и техническое обслуживание, руб./га; 3 – заработная плата механизатора, руб./га; F – стоимость топлива, руб./га.

Находим условия $I_1 = I_2$, т.е. определяем значения сезонной наработки $W_{сез}$, при которой затраты в случае использования обоих способов будут равными.

Данное условие, как было определено выше, выполняется в случае соблюдения равенства

$$W_{сез} = W_{сез p} = \frac{A_1 - A_2}{B_2 - B_1}, \quad (14)$$

или

$$W_{сез p} = \frac{A_1 - A_2}{(R_{кр2} + \sum R_{ТР,ТО2} + 3_2 + F_2) - (R_{кр1} + \sum R_{ТР,ТО1} + 3_1 + F_1)}. \quad (15)$$

Далее определяем:

$$A_1 = Cб_1 \alpha_1 \gamma_1 + Cб_2 \alpha_2 \gamma_2; \quad (16)$$

$$A_2 = Cб_3 \alpha_3 \gamma_3. \quad (17)$$

где $Cб_1$ – балансовая стоимость трактора Беларус-321, руб.; $Cб_2$ – балансовая стоимость комбайна Jarek 5, руб.; $Cб_3$ – балансовая стоимость самоходного комбайна Victor, руб.; γ – удельный вес работы в годовом объеме выполняемых работ.

Подставляя в уравнение значения составляющих, получим, что оба способа уборки ягод будут равноценны при сезонной наработке, равной 60 га (рис. 3).

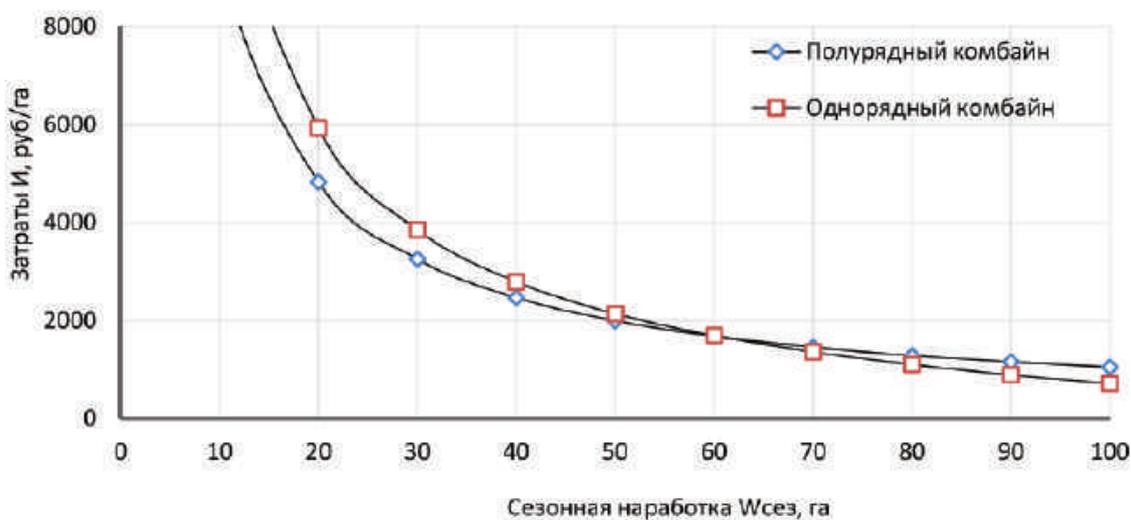


Рис. 3. График сравнительной эффективности применения одно- и полуэридного ягодоуборочных комбайнов на уборке ягод смородины

При этом до сезонной наработки в 60 га экономически целесообразнее на уборке ягод применять полурядный ягодоуборочный комбайн типа Jarek 5 в агрегате с трактором Беларус-321, а при наработке более 60 га более выгодным становится применение однорядного самоходного комбайна Viktor.

Проведем аналогичные расчеты эффективности для операций уборки плодов семечковых культур, сортировки яблок, обрезки деревьев и утилизации обрезанных веток.

Уборка плодов традиционно проводится вручную. Производительность труда при таком способе уборки составляет 0,1 т/ч. Производительность уборки плодов при использовании ягодоуборочных платформ Munchhof Pluck-o-Track составляет 0,25–0,35 т/ч – на каждого сборщика, то есть в 2,5–3,5 раза выше.

При сортировке плодов ручным способом производительность труда низкая (0,1–0,6 т/см.). Автоматизированная сортировка плодов посредством технических линий позволяет получить производительность в 2,0–3,0 раза выше. Так, линия голландского производства Aweta Rollerstar CV-C3.1-7+1 обеспечивает производительность труда в 2,5 т/ч. Стоимость такой линии составляет 150–200 тыс. евро, а количество обслуживающего персонала – 7 человек.

Значительные затраты средств и труда требуются на ежегодную обрезку деревьев и утилизацию обрезанных веток при возделывании многолетних насаждений [1].

Традиционно обрезка деревьев выполняется вручную и весьма трудоемка, однако существуют средства механизации, облегчающие детальную обрезку, в частности, с применением пневмосекаторов, установленных на специализированных самоходных платформах типа Pluck-o-Track фирмы Munchhof, Нидерланды и др. [14–18]. Технология утилизации веток со сгребанием (Беларус-921 с волокушей ВСН-2,5), погрузкой (Амкодор-352С-02) и вывозом древесных отходов за пределы сада (Беларус-921 с прицепом 2ПТС-6) также трудоемка и требует большого количества ручного труда вспомогательных рабочих при выполнении операции сволакивания веток. При этом использование специальной машины типа Perfect 116-180 позволяет полностью механизировать технологический процесс и измельчать ветки непосредственно в междурядьях сада [19–22].

Осуществив расчет затрат по указанным позициям, получим следующие зависимости затрат от сезонной наработки, графическая интерпретация которых представлена на рис. 4–7.

Из графиков, представленных на рисунках, видно, что уборка плодов механизированной ягодоуборочной платформой эффективнее ручного труда при сезонной наработке более 70 га, механизированная обрезка деревьев посредством пневмоинструмента – при наработке более 130 га, автоматическая сортировка плодов линией с системой технического зрения – при наработке более 750 т. Утилизация же веток в междурядье сада посредством их валкования и измельчения эффективнее во всем диапазоне наработки.

В то же время рассмотренные функции затрат представляют удельные приведенные затраты, связанные с работой машин и агрегатов. Однако такой расчет затрат имеет недостаток, так как не учитывает влияния продолжительности выполнения работ на сбор и качество урожая.

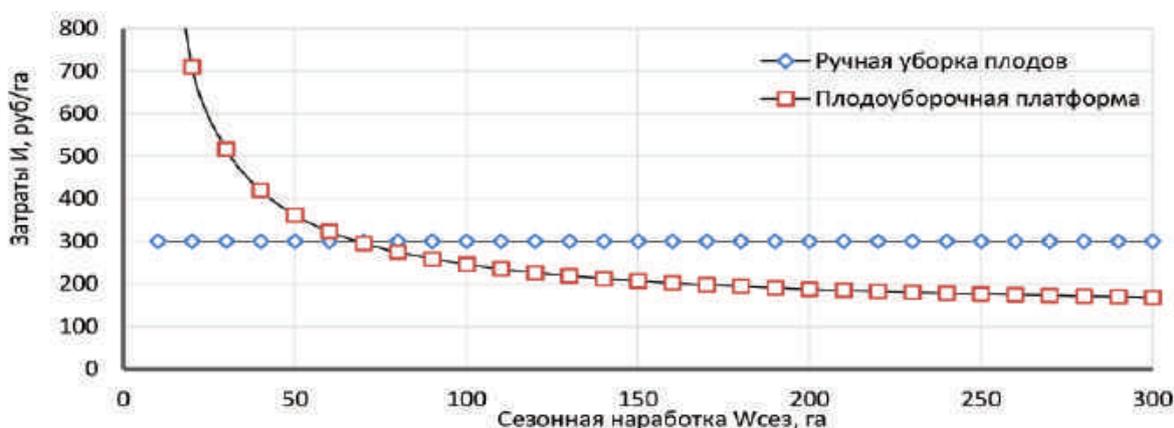


Рис. 4. График сравнительной эффективности применения различных способов уборки плодов семечковых культур

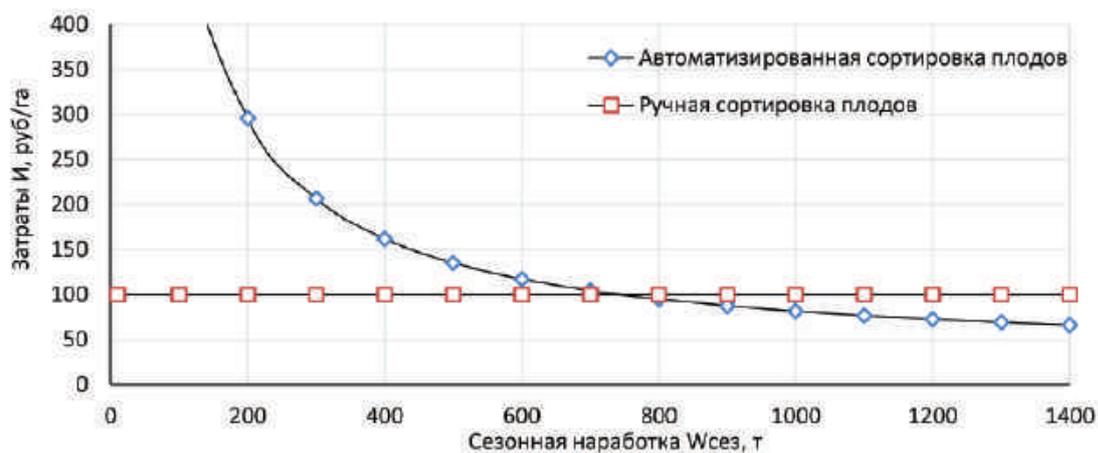


Рис. 5. График сравнительной эффективности применения различных способов сортировки плодов

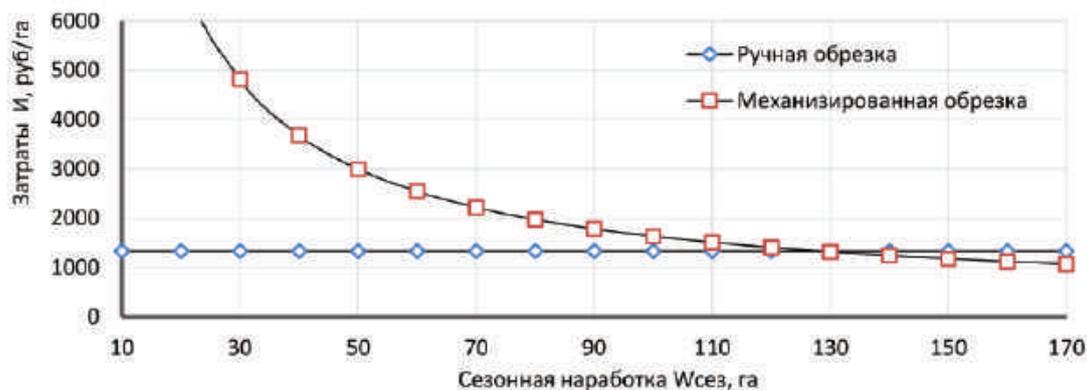


Рис. 6. График сравнительной эффективности применения различных способов обрезки деревьев

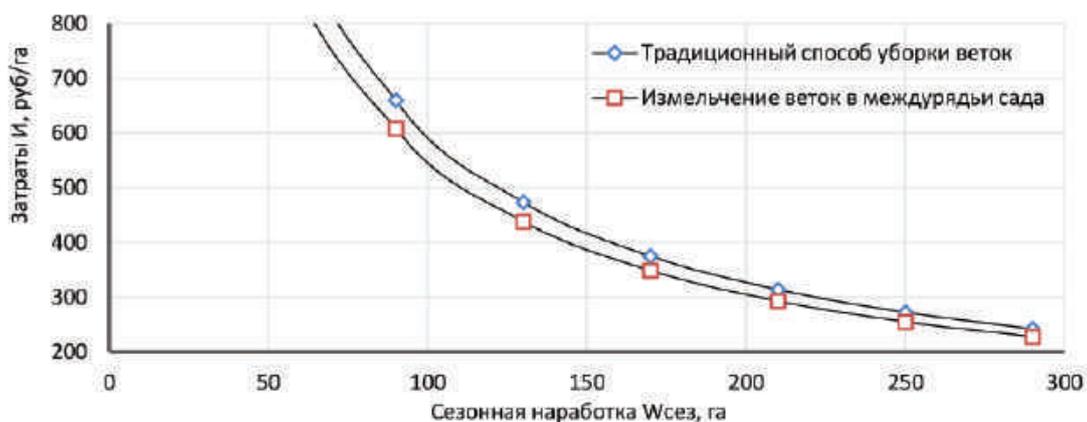


Рис. 7. График сравнительной эффективности применения различных способов утилизации обрезанных веток плодовых деревьев

При этом аграрное производство отличается от других видов производств тем, что предъявляет строгие требования к срокам проведения работ. Значительное их отклонение от оптимальных приводит к уменьшению валового сбора и снижению качества продукции. Размер же получаемых издержек многократно превышает затраты на выполнение операций агрегатами.

Изменение сбора урожая в зависимости от продолжительности выполнения работ может быть представлено степенной зависимостью от времени

$$Y_i = E D_p^2 + B D_p + Y_0, \quad (18)$$

где V_i – изменения сбора урожая, ц/га; E – коэффициент уравнения, ц/га·день²; B – коэффициент уравнения, ц/га·день; D_p – продолжительность выполнения процесса, дни; V_o – урожайность, соответствующая выполнению работ в оптимальные агросроки, ц/га.

Исследование функции на экстремумы позволило определить зависимость для определения оптимальной продолжительности выполнения процесса:

$$D_p = 0,3 \sqrt{\frac{C_o \cdot \alpha \cdot \kappa_g}{0,05 \cdot I \cdot C_u \cdot W_u \cdot T_p}}, \quad (19)$$

где D_p – продолжительность работы, дни; C_o – балансовая стоимость машины, руб.; κ_g – доля времени выполнения данного процесса по отношению к общей продолжительности применения машины в течение года; C_u – товарная цена единицы продукции, руб./ц; W_u – часовая производительность агрегата, т/ц; га/ч; T_p – продолжительность времени смены, ч.

Очевидно, что в рассматриваемых нами ранее операциях возделывания наибольшее влияние на валовый сбор урожая оказывает продолжительность уборочных операций. Поэтому далее будем рассматривать два процесса: уборка яблок (ручная и механизированная) и уборка ягод (полурядным и однорядным комбайнами).

Анализ функции $V_i = f_i(D_p)$ позволил установить, что в пределах значений D_p возможна аппроксимация зависимости, т.е.

$$V_T = V_O - \kappa'_n V_O D_{HO}, \quad (20)$$

или

$$V_T = V_O (1 - \kappa'_n D_{HO}). \quad (21)$$

где V_T – текущая урожайность, ц/га; κ'_n – коэффициент учета потерь урожая, доля/день, при увеличении длительности выполнения операции сверх агротехнического срока; D_{HO} – продолжительность выполнения работ сверх агротехнического срока, дней.

Тогда общие потери урожая от нарушения сроков проведения операций определяются из выражения

$$P_y = V_O - V_T \quad (22)$$

В настоящее время крупнотоварные хозяйства осуществляют производство десертных плодов для длительного хранения и реализации на экспорт. В связи с этим уборку плодов необходимо осуществлять в оптимальные агротехнические сроки. Так, преждевременная уборка плодов приводит к снижению урожая от падалицы и убыли массы плодов при хранении в размере 1–2 % в день вследствие увеличения сроков проведения операции. В ягодоводстве наблюдается аналогичная ситуация [1].

Таким образом, потери урожая плодов от нарушения сроков уборки могут быть представлены в виде зависимости, приведенной на рис. 8.

Тогда зависимость эффективности применения средств механизации от сезонной наработки при уборке плодов и ягод будут выглядеть следующим образом (рис. 9, 10).

Таким образом, можно утверждать, что применение механизированной уборки яблок более эффективно при сезонной наработке от 18 до 34 га по сравнению с ручным трудом, а применение однорядного ягодоуборочного комбайна окупается при сезонной наработке более 35 га.

Практические исследования

В настоящее время в Беларуси насчитывается более 70 крупных садоводческих организаций (с площадью садов от 100 га и выше), возделывающих плодовые и ягодные культуры [24–25]. Очевидно, что для таких предприятий необходим полный перечень рассмотренных выше средств механизации. Для достижения этой цели на основании полученных результатов исследований в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан прицепной ягодоуборочный комбайн КПЯ, предназначенный для

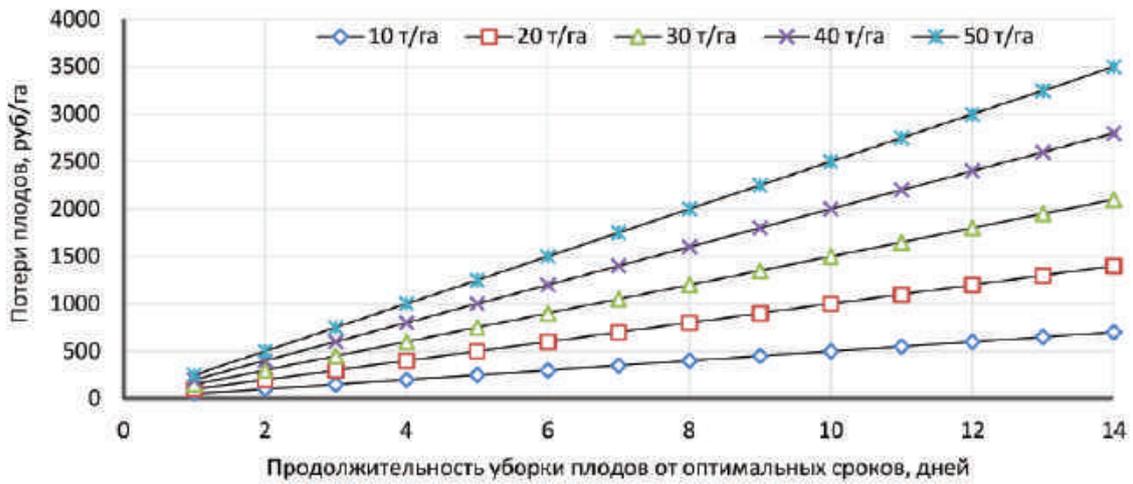


Рис. 8. График зависимости потерь плодов от затягивания сроков их уборки при различной урожайности яблоневого сада

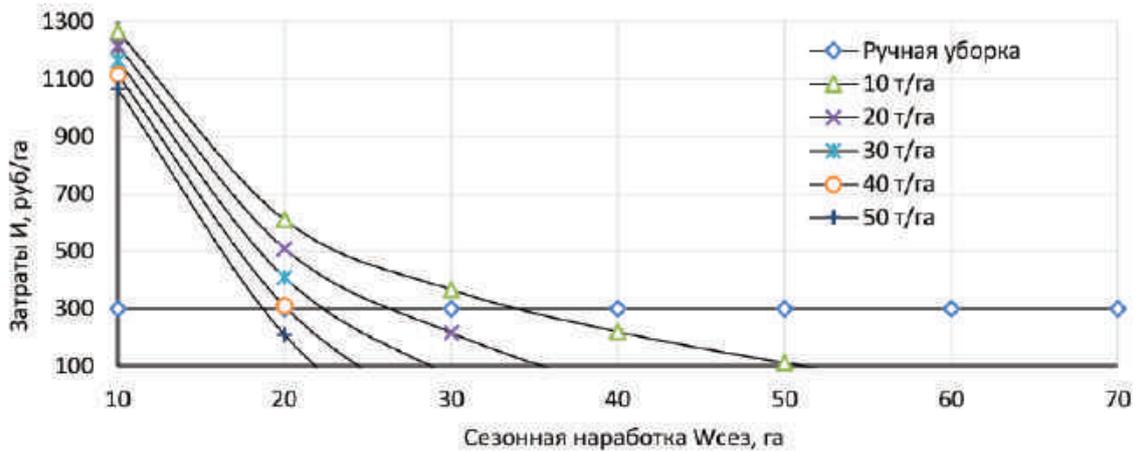


Рис. 9. График сравнительной эффективности применения различных способов уборки плодов семечковых культур с учетом потерь урожая от нарушения агротехнических сроков уборки

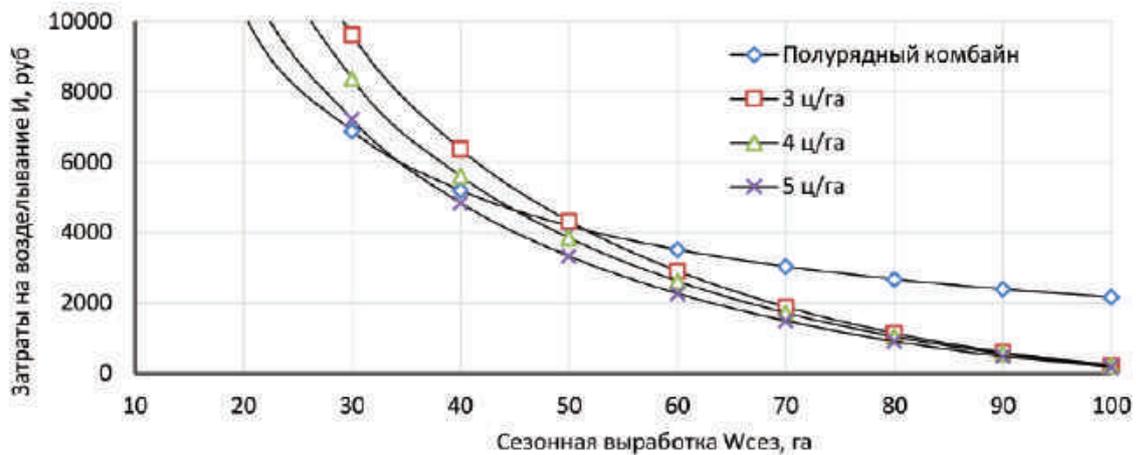


Рис. 10. График сравнительной эффективности применения различных способов уборки ягод семечковых культур с учетом потерь урожая от нарушения агротехнических сроков уборки

уборки ягод смородины, аронии (рис. 11), агрегат самоходный универсальный АСУ-6 для сбора плодов и формирования кроны семечковых культур (рис. 12), комплекс уборки веток КУВ-1,8, предназначенный для утилизации обрезанных веток плодовых деревьев (рис.13), и технологическая линия ЛСП-4 для сортировки яблок посредством системы технического зрения (рис. 14).



Рис. 11. Прицепной ягодоуборочный комбайн КПЯ



Рис. 12. Агрегат самоходный универсальный для сбора плодов и обрезки деревьев АСУ-6



а



б

Рис. 13. Комплекс уборки веток плодовых деревьев КУВ-1,8: а – валкователь веток; б – измельчитель веток.



Рис. 14. Технологическая линия сортировки и фасовки яблок ЛСП-4

Данные технические средства успешно прошли все испытания и проверки в производственных предприятиях Республики Беларусь и доказали эффективность их применения.

Выводы

1. Технология утилизации обрезанных веток плодовых деревьев непосредственно в междурядье сада посредством валкователя-измельчителя ветвей эффективнее традиционной технологии при любой сезонной выработке агрегата.

2. Эффективность уборки плодов и ягод посредством средств механизации зависит не только от сезонной выработки, но и от потерь урожая от несоблюдения агросроков уборочных работ.

3. Применение механизированных средств для уборки плодов, обрезки деревьев и сортировки плодов целесообразно при годовой выработке технических средств более 18 га, 130 га и 750 т соответственно. Уборка полурядным комбайном эффективна до 35 га. При большем годовом объеме работ целесообразно применение однорядного ягодоуборочного комбайна.

Благодарности. Работа выполнялась в рамках заданий подпрограммы «Белсельхозмеханизация-2025» государственной научно-технической программы «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии» 2021–2025 гг., а также ОНТП «Импортозамещающая продукция» 2010–2015 гг.

Список использованных источников

1. Новые технологии и технические средства для механизации работ в садоводстве / В. Ф. Воробьев [и др.]; под общ. ред. М. И. Куликова. – М.: Росинформагротех, 2012. – 164 с.
2. Юрин, А. Н. Механизация трудоемких процессов в садоводстве / А. Юрин, Д. Жданко // Наука. – 2016. – 15 февр. – С. 4.
3. Развитие технических средств для возделывания многолетних насаждений в садоводстве России и Беларуси [Электронный ресурс] / Я. П. Лобачевский [и др.] // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Режим доступа: <https://belagromech.by/articles/razvitie-tehnicheskikh-sredstv-dlya-vozdelvaniya-mnogoletnih-nasazhdenij-v-sadovodstve-rossii-i-belarusi/> – Дата доступа: 30.04.2018.
4. Казакевич, П. П. Система технического зрения распознавания дефектов яблок: обоснование, разработка, испытание / П. П. Казакевич, А. Н. Юрин, Г. А. Прокопович // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2021. – Т. 59, № 4. – С. 488–500.
5. Казакевич, П. П. Садоводство Республики Беларусь: проблемы и перспективы развития / П. П. Казакевич, А. Н. Юрин // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 6 (133). – С. 3–7.
6. Казакевич, П. П. Интенсивное садоводство: механизация валкования обрезанных веток / П. П. Казакевич, А. Н. Юрин // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2020. – Т. 58. – № 4. – С. 483–494.
7. Пиуновский, И. И. Интенсификация технологических процессов производства кормов из трав механико-химической обработкой: дисс. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / И. И. Пиуновский. – Минск, 1992. – 388 л.

8. Матвеев, И. Н. Обоснование выбора технологии и состава машинно-тракторного агрегата с использованием коэффициента энергообеспеченности / И. Н. Матвеев // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары. – 2021. – С. 131–136.
9. Щитов, С. В. Влияние энергозатрат на выбор энергетического средства / С. В. Щитов, Н. В. Спириданчук, Е. С. Поликутина // Научное обозрение. – 2014. – № 8 (2). – С. 535–538.
10. Щитов, С. В. Оценка полных энергозатрат машинно-тракторных агрегатов на предпосевной обработке почвы / С. В. Щитов, О. П. Митрохина // Научное обозрение. – 2014. – № 2. – С. 38–40.
11. Саклаков, Д. В. Технично-экономическое обоснование выбора средств механизации / Д. В. Саклаков, М. П. Сергеев. – М.: Колос, 1973. – 200 с.
12. Гаспарский, В. А. Праксеологический анализ проектно-конструкторских разработок / В. А. Гаспарский. – М.: Мир, 1978. – 172 с.
13. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сб. отраслевых регламентов / Нац. академия наук Беларуси; Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси; рук. разработ.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 520 с.
14. Phil Brown Welding Corp. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://philbrownwelding.com/index.php/new-products>. – Date of access: 17.07.2020.
15. FRUMACO Europe srl. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.frumacoeurope.eu/Apps/WebObjects/RFrumaco.woa/wa/viewFile?id=304&lang=eng> – Date of access: 17.07.2020.
16. Munckhof Fruit Tech Innovators [Electronic resource]: Mode of access: <https://www.munckhof.org/machine/pluk-o-trak-senior/>. – Date of access: 17.07.2020.
17. N. BLOSI Manufacturers of agricultural machinery [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.nblosi.com/en/harvesting_conveyor/harvesting_conveyor.php. – Date of access: 17.07.2020.
18. Feucht fruit technology [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.feucht-obsttechnik.de/en/fruit-harvesting-technology/fruit-harvesting-machines.html>. – Date of access: 17.07.2020.
19. Косилка-валкователь для установки на трактор RX300 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agriexpo.ru/prod/fama/product-175225-49766.html>. – Дата доступа: 22.08.2020.
20. Валкователь для виноградной лозы MAGIC Series [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agriexpo.ru/prod/corbins-agricultural-technology/product-183374-64828.html>. – Дата доступа: 22.08.2020.
21. Heavy duty flail pruning choppers – Series KG en KK [Electronic resource]. – Mode of access: <https://vanwamel.nl/en/products/orchards-vineyards/pruning-choppers/134-kg-kk-heavy-duty-models>. – Date of access: 17.07.2020.
22. Flail mowers and shredders – DRAGONE [Electronic resource]. – Mode of access: <http://weremczukagro.com/en/products/mower-flail-shredder-dragone-2/>. – Date of access: 17.07.2020.
23. Организации и предприятия по производству, переработке и торговле продукцией плодовоговодства и научному обеспечению отрасли: адресно-телефонный справочник / РУП «Институт плодовоговодства». – Самохваловичи, 2010. – 222 с.
24. Валовый сбор и урожай фруктов и ягод в Республике Беларусь за 2019 год: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2019. – 14 с.
25. О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 дек. 2017 г., № 962 // Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21700962&p1=1&p5=0>. – Дата доступа: 17.07.2020.

УДК 631.358:634

Поступила в редакцию 19.10.2022

Received 19.10.2022

А. Н. Юрин

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: anton-jurin@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ЗАГРУЗКИ ЯБЛОК В КОНТЕЙНЕР ПЛОДОУБОРОЧНОГО АГРЕГАТА

Аннотация. В данной работе рассмотрен процесс загрузки яблок в контейнеры при механизированной уборке десертных плодов, предназначенных для длительного хранения.

С целью повышения качества уборки и обеспечения снижения повреждения плодов проведено обоснование конструктивно-технологической схемы устройства для загрузки и его параметров, обеспечивающих минимальное повреждение и максимальную загрузку контейнера плодами при уборке без участия человека.

Ключевые слова: плодововодство, уборка плодов, механизированные работы, степень заполнения, рабочий процесс.