

А. Н. Юрин

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

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СОРТИРОВКИ ПЛОДОВ

Аннотация. Статья посвящена анализу технических средств для сортировки плодов семечковых культур.
Ключевые слова: плоды, метод осмотра, вероятность осмотра, площадь плода, объект контроля, приемник излучения.

Anton N. Yuryn

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization”
Minsk, Republic of Belarus
E-mail: anton-jurin@rambler.ru*

SUBSTANTIATION OF THE METHOD OF INSPECTION FOR OPTICAL IDENTIFICATION OF FRUIT QUALITY

Abstract. This article provides a rationale for the method of inspecting the surface of fruits during their sorting by means of an optical method using a technical vision system.

Keywords: fruits, inspection method, inspection probability, area of the fetus, control object, radiation receiver.

Введение

Потери плодов от уборки и до момента поступления к конечному потребителю составляют до 30 %. Это вызывает потребность их сортирования. В настоящее время контроль качества плодов – мало механизированный процесс, и на его выполнение приходится до 70 % всех трудозатрат товарной обработки плодов [1–4].

В процессе сортировки учитываются размер плодов, их цвет, наличие повреждений от болезней, вредителей и механического воздействия.

Качественно данную работу при ручном сортировании может выполнить опытный специалист-сортировщик. Однако производительность работ при ручной сортировке на три товарных сорта составляет 40–70 кг/ч, хотя плоды подвергаются минимальному механическому травмированию [1].

В 2019 г. в общественном секторе республики произведено более 157,3 тыс. т яблок. Для осуществления их сортировки требуются трудозатраты в количестве 24,5 тыс. чел.дн [2]. Учитывая складывающийся дефицит рабочих в сельском хозяйстве, актуально внедрение в производство средств механизации и автоматизации, облегчающих или полностью исключаящих ручной труд при сортировке плодов.

В связи с этим создание технического средства, позволяющего определить качество поверхности плода [4–8], является важной агроинженерной задачей.

Основная часть

Повышение производительности труда на операции сортирования возможно за счет сокращения времени осмотра плода автоматическими сортировочными устройствами. Автоматизированная сортировка осуществляется без участия или с частичным участием человека сканирующим устройством, которое осуществляет фото- или видеосъемку плода, распознавание его, присвоение плоду соответствующего сорта и выдачу управляющего сигнала для рабочего органа, осуществляющего непосредственное отделение плода от общего потока яблок.

Для этого в настоящее время используют системы технического зрения (далее – СТЗ). Однако известные в настоящее время технические средства с СТЗ позволяют качественно осуществлять сортировку плодов только по размеру и цвету. Сортировка же по наличию повреждений от вредителей, болезней и механического повреждения не осуществляется, что снижает качество конечного продукта и требует затрат труда операторов-сортировщиков, которым необходимо осуществлять дополнительный контроль качества на выходе продукции.

Системы распознавания качества плодов. В настоящее время существуют различные устройства, предназначенные для съема оптической информации с поверхности плодов. В работах [9–15] предложен и развит принцип осмотра поверхности плода – поэлементный обзор – сканирование поверхности. Сканирующее устройство при осмотре должно обеспечивать:

- 1) съём оптической информации с поверхности плода в определенных диапазонах спектра оптического излучения;
- 2) определенное быстродействие, зависящее от производительности сортировочного устройства;
- 3) количество одновременно осматриваемых плодов должно соответствовать производительности сортировочного устройства, размерам плодов и скорости их перемещения в процессе сортирования;
- 4) «бережное» отношение к плоду – сканирующее устройство не должно наносить плодам дополнительных повреждений.

Сканирующие устройства можно классифицировать по следующим признакам:

- по количеству спектральных диапазонов;
- по принципу действия;
- по способу осмотра поверхности плода;
- по количеству одновременно осматриваемых плодов (по количеству плодов, одновременно находящихся в поле зрения).

По количеству спектральных диапазонов сканирующие устройства подразделяются на монохромные и спектральнональные.

Монохромные сканирующие устройства используют один диапазон оптического излучения, оптимальный для распознавания, как правило, одного показателя качества продукции.

Спектральнональные сканирующие устройства имеют несколько параллельных работающих оптических каналов, каждый из которых выделяет из оптического спектра определенный диапазон, оптимально отвечающий процессу распознавания отдельного показателя качества, причем это может быть как видимый, так и инфракрасный или ультрафиолетовый диапазоны.

Достоинством спектральнональных сканирующих устройств является возможность получения высокой чувствительности при выделении определенного объекта, недостатком – сложность и оригинальность конструкции, приводящие к высокой стоимости изготовления и низкой эксплуатационной надежности. Цветные сканирующие устройства являются разновидностью спектральнональных. Они работают в трех диапазонах, соответствующих чувствительности человеческого глаза – красном, зеленом и синем. Так как этот принцип используют телевизионные камеры вещательного стандарта, то подобные сканирующие устройства получили широкое распространение как в телевидении, так и в прикладных отраслях – медицине, биологии, космических исследованиях и др. При этом современные технологии позволяют изготавливать эти устройства – видеодатчики высокого качества и надежности.

По принципу действия сканирующие устройства разделяются на оптико-механические и электронно-оптические.

Принцип действия оптико-механических устройств заключается в механической развертке изображения поверхности продукта [15].

В начале исследований по данной проблеме они широко применялись в исследованиях и экспериментальных устройствах. Однако, ввиду своей специфичности и низкой надежности, они не нашли дальнейшего применения.

Электронные оптические сканирующие устройства в современных приборах представлены в основном твердотельными датчиками (видеокамерами) [14, 15].

Электронно-оптические сканирующие устройства разделяются на вакуумные и твердотельные.

По способу осмотра поверхности плода сканирующие устройства могут быть:

- с односторонним осмотром поверхности объекта;
- с многосторонним осмотром поверхности объекта;
- с несколькими одновременно осматриваемыми плодами.

Так как дефекты плодов могут располагаться на разных сторонах плода, целесообразной является сканирующая система с *многосторонним осмотром поверхности объекта*, так как только она сможет обеспечить качественную сортировку плодов.

Очевидно, что сканирующее устройство, осуществляющее видеосъемку одновременно большого количества плодов, является наиболее перспективным, так как обеспечивает более высокую производительность труда.

Заключение

1. Существующее многообразие сортировочных устройств в настоящее время не решает на должном уровне проблемы сортировки плодов по качеству поверхности.

2. Задачей создания технических средств автоматического сортирования плодов является создание средств распознавания их качества в видимой области спектра оптического излучения, основу которых составляют видеокамеры.

3. Система СТЗ должна быть основана на цветной электронной видеокамере видимого спектра оптического излучения, осуществляющей многостороннюю одновременную съемку большого количества плодов.

Список использованных источников

1. Юрин, А. Н. Перспективы развития садоводства в Республике Беларусь. [Электронный ресурс] // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства – Режим доступа: <https://belagromech.by/articles/perspektivy-razvitiya-sadovodstva-v-respublike-belarus>. – Дата доступа: 30.04.2018.
2. Юрин, А. Н. Инновационные технологические процессы и технические комплексы для интенсивного садоводства Беларуси / А. Н. Юрин. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 208 с.
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.
4. Бобров, В. П. Применение систем технического зрения / В. П. Бобров // Механизация и автоматизация производства. – 1989. – № 9. – С. 23.
5. Бусаров, Н. А. Сбор и товарная обработка плодов и ягод / Н. А. Бусаров. – М.: Колос, 1970. – 246 с.
6. Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия: СТБ 2288-2012. – Введ. 08.11.12. – Минск : Госстандарт, 2012. – 11 с.
7. Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – 235 с.
8. Валовой сбор и урожайность фруктов и ягод в Республике Беларусь за 2019 год / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2019. – 14 с.
9. Будаговская, О. Н. Лазерно-оптические методы и технические средства многопараметрической диагностики растений и плодов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / О. Н. Будаговская ; Моск. гос. агроинж. ун-т им. В. П. Горячкина. – М., 2013. – 39 с.
10. Гурьянов, Д. В. Распознавание качества плодов. Сортировочные устройства для плодов по их качеству / Д. В. Гурьянов // Робототехника в с.-х. технологиях : сб. ст. / Мичур. гос. аграр. ун-т. – Мичуринск, 2014. – С. 177–182.
11. Применение методов люминесцентного анализа в системах технического зрения при сортировании плодов / М. В. Кирина [и др.] // Робототехника в с.-х. технологиях : сб. ст. / Мичур. гос. аграр. ун-т. – Мичуринск, 2014. – С. 188–191.
12. Гурьянов, Д. В. Повышение эффективности сортирования яблок на основе цветных телевизионных датчиков: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / Д. В. Гурьянов. – Мичуринск, 2004. – 199 л.
13. Будаговская, О. Н. Оптические методы диагностики зрелости и качества плодоовощной продукции / О. Н. Будаговская // Вестн. Мичурин. гос. аграр. ун-та : сб. ст. / Всерос. науч.-исслед. ин-т садоводства им. И. В. Мичурина. – 2011. – № 2 (2). – С. 83–91.
14. Родиков, С. А. Совершенствование методов электрического и оптического контроля качества яблок при созревании и хранении : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / С. А. Родиков ; Всерос. НИИ садоводства им. Мичурина. – Мичуринск-Наукоград, 2010. – 39 с.
15. Лакомов, Д. В. Обработка изображений при распознавании образов сельскохозяйственной продукции / Д. В. Лакомов // Цифровизация агропром. комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Тамбов, 10–12 окт. 2018 г. / М-во науки и высш. образования / Тамбов. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2018. – Т. 1. – С. 261–263.