

УДК 634.1.03: 631.541.11: 634.1-13

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СОРТИРОВКИ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

**Дубровский Максим Леонидович**

кандидат сельскохозяйственных наук,

заведующий лабораторией

element68@mail.ru

**Гордеев Александр Сергеевич**

доктор технических наук, профессор

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные модели и принципы действия современных технических средств для сортировки клоновых подвоев плодовых культур, используемых в крупнейших питомниках мира. Применение автоматизированной сортировки укорененных отводков клоновых подвоев с помощью оптико-механических устройств позволяет значительно ускорить данный технологический этап питомниководства и повысить объективность и точность анализа. Ни у одного из рассмотренных технических сортирующих устройств нет автоматической подачи растительного материала: подвои укладываются вручную на ленточный транспортер. Участие операторов позволяет значительно не усложнять сортировочную линию и не повышать ее стоимость.

**Ключевые слова:** плодовые культуры, клоновые подвои, сортировка, автоматизированный анализ, товарный сорт.

Клоновые подвои плодовых культур – и в первую очередь яблони – являются важнейшим технологическим элементом интенсивного садоводства, позволяя получать одномерный высококачественный посадочный материал и возделывать высокопродуктивные многолетние насаждения [1, 5-13].

Современное массовое производство посадочного материала яблони и других плодовых культур объединяет несколько технологически сложных и экономически затратных этапов в маточнике и питомнике, требующих оптимизации в составе единого комплекса выращивания товарных саженцев путем повышения производительности и суммарного снижения различных затрат. Для решения этой задачи в питомниководстве необходимо использовать современные научно-технологические достижения в области селекции слаборослых клоновых подвоев яблони, возделывать в маточнике и питомнике их лучшие районированные формы и повысить объективность методов анализа и оценки выращиваемого посадочного материала, в том числе с использованием современных технических средств и вычислительных возможностей электронной программной среды [1, 2, 3, 11, 13].

Сортировка подвойного материала осуществляется в соответствии с национальными стандартами, регламентирующими основные морфологические показатели анализируемых растений [4]. В настоящее время для сортировки клоновых подвоев плодовых культур, получаемых с маточника в значительных количествах, разработаны и используются различные технические средства, однако ассортимент их моделей и список производителей сравнительно невелик.

В крупнейших питомниках мира применяют автоматические устройства для сортировки подвоев плодовых культур, разработанные и производимые компаниями Tecto Ltd. (Израиль), GeJo Grading Services B.V., Daamen Sorting, Jamafa Machinery BV (Нидерланды), Fischell Machinery LLC (США) и др. Каждое из этих технических устройств позволяет ежедневно производить сортировку тысяч отделенных укорененных отводков клоновых подвоев. С целью унификации линейки выпускаемых устройств и расширения спектра их применения, некоторые производители рекомендуют использовать технические

устройства также для сортировки саженцев цветочно-декоративных, овощных и некоторых лесных древесных культур, а также крупных одиночных цветков (в основном, роз).

Компаниями GeJo Grading Services (Нидерланды) и Tecto Ltd. (Израиль) совместно разработано несколько устройств для автоматизированного опико-электронного анализа и сортировки клоновых подвоев плодовых культур (рис. 1-5). Подача подвоев к рабочей зоне с оптическим сенсором производится замкнутым ленточным или сегментным транспортером, однако данная операция не автоматизирована полностью и требует наличия операторов, укладывающих подвои на транспортер с ориентацией их корней в определенную сторону (рис. 3, 4). Регистрация изображений осуществляется цифровой камерой с соответствующим объективом (рис. 5). Затем полученные изображения обрабатываются микропроцессорным устройством с установленным программным обеспечением, которое регистрирует все учетные морфологические параметры и на основе этих данных осуществляет сортировку подвоев (рис. 6).



Рисунок 1 – Сортировка клоновых подвоев яблони с помощью автоматизированной линии компаний Tecto Ltd. и GeJo Grading Services (источник изображения: <https://gejogradng.nl/wp-content/uploads/2017/01/GeJo-8-lindeweg-2016.jpg>)



а



б

Рисунок 2 – Автоматизированная линия компаний Tecto Ltd. и GeJo Grading Services для сортировки клоновых подвоев яблони: а – общий вид; б – транспортеры для рассортированных подвоев различного диаметра стволика

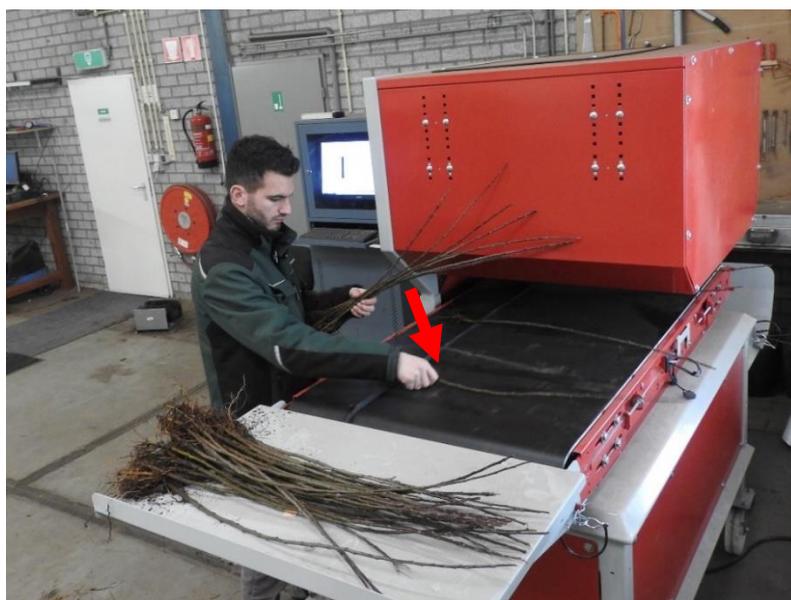


Рисунок 3 – Укладка оператором подвоев (корневая зона размещается снизу от линии, указанной стрелкой) на движущийся ленточный транспортер сортировочного устройства компаний Tecto Ltd. и GeJo Grading Services (источник изображения: <https://gejogradng.nl/wp-content/uploads/2017/01/registratie-band-fairplant-2.jpg>)

Сегментный замкнутый транспортер имеет сложное устройство. Укладка подвоев осуществляется оператором на полимерное основание в специальные отсеки, при этом зона корней размещается снизу от перегородки (рис. 4). После оптического модуля лента транспортера поворачивает вниз, при этом подвои в каждом отсеке фиксируются специальными пальчиковыми захватами. Раскрытие захватов осуществляется по сигналу с управляющего микропроцессорного устройства точно над соответствующим отсеком-накопителем. Подвои одинаковой размерной группы (и соответственно товарного сорта) падают в один и тот же накопитель.

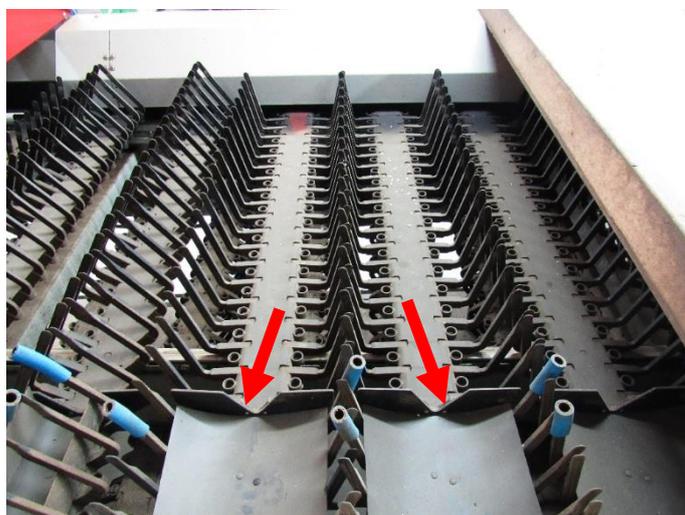


Рисунок 4 – Сегментный замкнутый транспортер с захватами для укладки клоновых подвоев (корневая зона размещается снизу от перегородки, указанной стрелкой) сортировочной линии компаний Tecto Ltd. и GeJo Grading Services



а



б

Рисунок 5 – Модуль с оптическим сенсором (а) на основе цифровой камеры Sony XCD-SX90 с объективом Fujinon DF6HA-1B 1:1.2/6 mm (б) устройства для сортировки клоновых подвоев компаний Tecto Ltd. и GeJo Grading Services

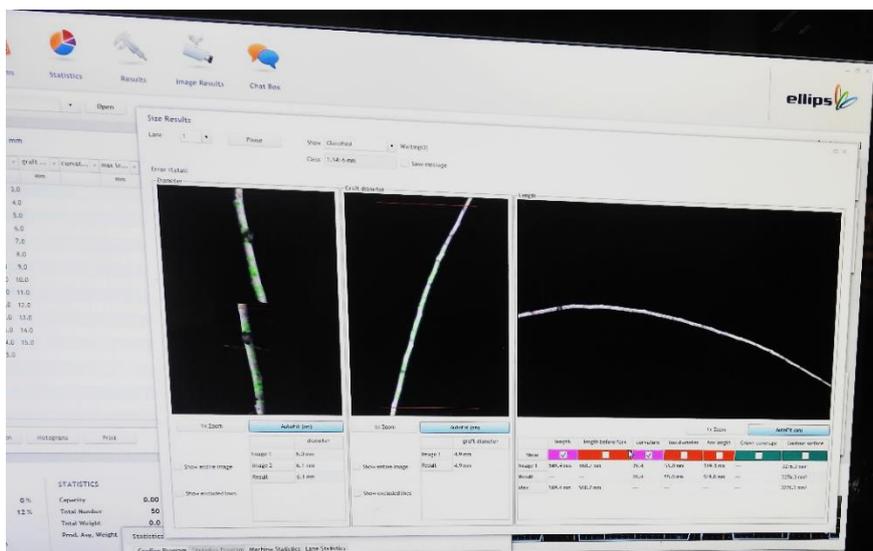


Рисунок 6 – Интерфейс программного обеспечения компании Ellips для опико-электронной сортировки подвоев и саженцев плодовых и лесных древесных культур на автоматизированных линиях GeJo Grading Services (источник изображения: <https://gejogradng.nl/wp-content/uploads/2017/01/oak-screenshot.jpg>)

Аналогично данному техническому средству сконпонованы и автоматизированные сортирующие устройства других компаний (Daamen Sorting, Jamafa Machinery BV, Fischell Machinery LLC), которые также использует замкнутый транспортер и цифровую фотовидеокамеру для анализа подвоев.

В сортировочной линии CTGS Tree Grader производства компании Fischell Machinery LLC (США) применены опико-электронный принцип сортировки и транспортер особой конструкции (рис. 7). Операторы устройства укладывают подвои на транспортер в специальные лотки в форме половинки цилиндра, способные поворачиваться относительно своей продольной оси. Встроенное программное обеспечение осуществляет сортировку подвоев на основе анализа их изображений, размещает проанализированные подвои в разные приемные отсеки, а также с помощью разработанного интерфейса позволяет изменять параметры классов сортировки и выдает визуальную информацию о статистике проведенного анализа (рис. 8).

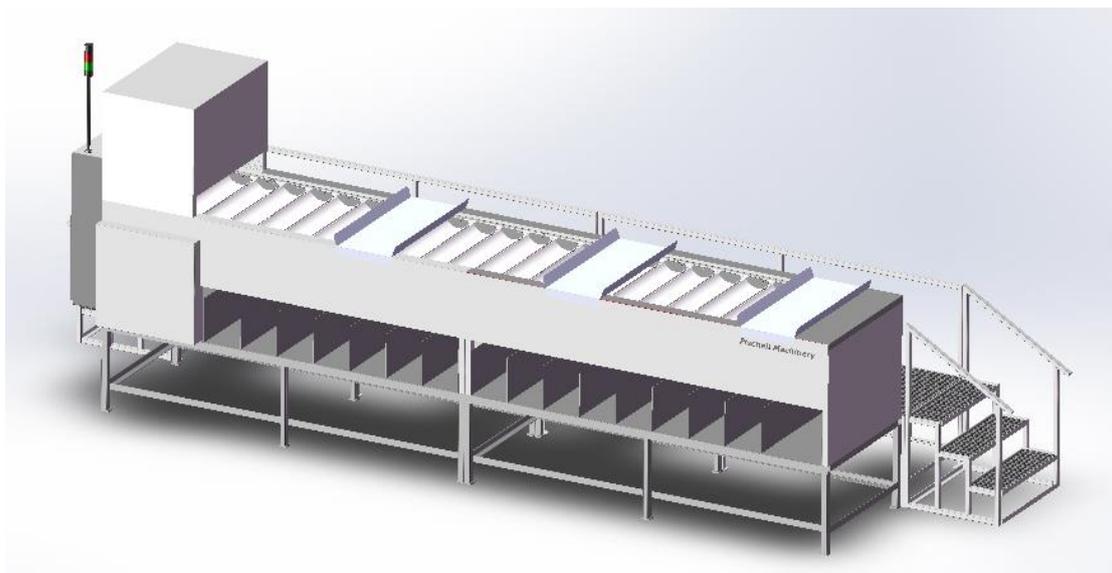


Рисунок 7 – Сортировочная машина CTGS Tree Grader компании Fischell Machinery LLC (источник изображения: <http://www.fischellmachinery.com/images/graderwdnlarge.jpg>)

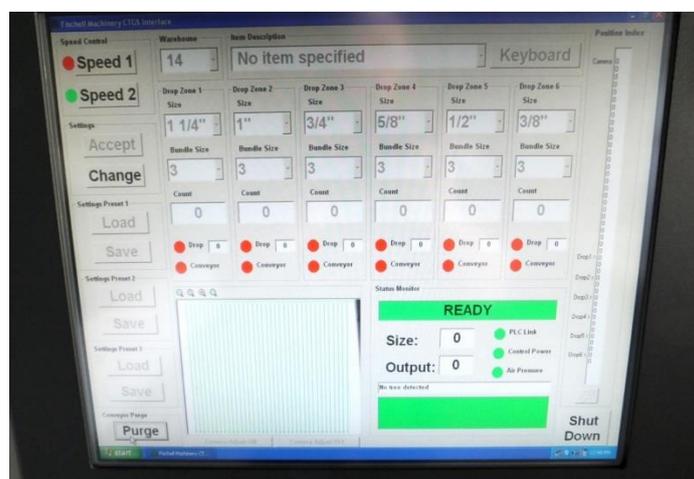


Рисунок 8 – Интерфейс программного обеспечения компании Fischell Machinery LLC для оптоэлектронной сортировки подвоев и саженцев древесных плодовых культур на автоматизированных линиях CTGS Tree Graders (источник изображения: <http://www.fischellmachinery.com/images/CTGS2/2012ctgs8lg.jpg>)

Рассмотренные технические устройства позволяют эффективно производить сортировку клоновых подвоев плодовых культур по товарным сортам с максимальной долей объективности, способствуя автоматизации данной стадии производства посадочного материала. Однако, часть вспомогательных операций требует наличия операторов. Очевидно, это сделано, чтобы значительно не усложнять сортировочную линию и дополнительно не повышать ее стоимость. Полностью автоматизировать все операции сортировки подвоев не представляется возможным еще и вследствие необходимости обрезки боковых разветвлений у части укорененных отводков, что может наиболее

эффективно осуществляться только людьми. Кроме того, ни у одного из рассмотренных технических сортирующих устройств нет автоматической подачи растительного материала: подвои укладываются вручную на ленточный транспортер, причем для зоны корнеобразования отводков выделены специальные отсеки или полосы на транспортере для облегчения и ускорения распознавания корней на анализируемых подвоях с помощью встроенного программного обеспечения. Также вручную осуществляется выемка подвоев разных товарных сортов из отсеков-накопителей.

В связи с вышеуказанными особенностями, первоочередная задача для дальнейшего усовершенствования конструкции данных устройств заключается в повышении уровня автоматизации анализа и полном отказе от участия операторов в обслуживании сортировочных средств.

Таким образом, применение автоматизированной сортировки укорененных отводков клоновых подвоев с помощью оптико-механических устройств позволяет значительно ускорить данный технологический этап питомниководства и повысить объективность анализа.

*Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства сельского хозяйства РФ на 2020 г. по теме: «Селекция зимостойких слаборослых клоновых подвоев яблони с использованием молекулярных маркеров и культуры соматических тканей in vitro» (№ АААА-А20-120011400199-6).*

#### **Список литературы:**

1. Винтер М.А. Выращивание посадочного материала плодовых культур в системе современного питомниководства [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2017. – № 46 (04). – С. 1-9. – Режим доступа: <https://journalkubansad.ru/pdf/17/04/03.pdf> (дата обращения 14.09.2020).

2. Влияние новых клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского аграрного университета на морфологические показатели деревьев в саду конкурсного испытания / А.В. Кружков, А.В. Дубровский, Р.В. Папихин, Н.Л.

Чурикова, Л.В. Скороходова // Сб.: Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVI Международной научной конференции, 2019. - С. 691-695.

3. Гордеев А.С. Сенсорные системы роботов как источники информации о биообъекте и дополнительного воздействия на его качество // Робототехника в сельскохозяйственных технологиях: Материалы Международной науч.-практ. конференции. – Мичуринск, 2014. – С. 12-23.

4. ГОСТ Р 53135-2008 «Посадочный материал плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных, цитрусовых культур и чая. Технические условия»: Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2009. – 45 с. – Режим доступа: <http://gostrf.com/normadata/1/4293830/4293830451.pdf> (дата обращения: 25.08.2020).

5. Изучение новых клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского государственного аграрного университета в питомнике конкурсного испытания / М.Л. Дубровский, Р.В. Папихин, А.В. Кружков, Н.Л. Чурикова, Л.В. Скороходова // Сборник трудов международной научно-практической конференции "Наука, производство, бизнес: современное состояние и пути инновационного развития аграрного сектора на примере Агрохолдинга «Байсерке-Агро», посвященной 70-летию заслуженного деятеля Республики Казахстан Досмухамбетова Темирхана Мынайдаровича, 2019. - С. 250-252.

6. Кружков А.В. Ранжирование клоновых подвоев яблони по товарным сортам с помощью анализа их фотоизображений / А.В. Кружков, М.Л. Дубровский, Н.Л. Чурикова // Сб.: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича. отв. ред. Григорьева Л.В., 2019. - С. 275-278.

7. Куликов И.М. Основы инновационного развития питомниководства России / И.М. Куликов, Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, А.А. Борисова, Т.А.

Тумаева, М.Т. Упадышев, С.А. Муратова, Т.А. Грачева. – М., 2018. – 188 с.

8. Оценка зимостойкости новых слаборослых клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского ГАУ в полевых и лабораторных условиях / З.Н. Тарова, Н.Л. Чурикова, Р.В. Папихин, М.Л. Дубровский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2019. - № 3 (58). - С. 27-31.

9. Оценка новых клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского агроуниверситета в питомнике конкурсного испытания / М.Л. Дубровский, Р.В. Папихин, А.В. Кружков, Н.Л. Чурикова, Л.В. Скороходова // Сб.: Роль сорта в современном садоводстве: материалы Международной научно-методической дистанционной конференции, посвященной 70-летию со дня рождения академика РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Н.И. Савельева, 2019. - С. 75-79.

10. Перспективные клоновые подвои яблони для интенсивных садов / Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, Р.В. Папихин, М.Л. Дубровский, И.Н. Шамшин // Садоводство и виноградарство. - 2020. - № 2. - С. 34-40.

11. Придорогин М.В. Системный подход к цифровизации деятельности садоводческих предприятий / М.В. Придорогин, А.С. Гордеев, Н.С. Попов, О.В. Пещерова, Л.Н. Чуксина // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2020. – № 1 (75). – С. 115-124.

12. Трунов Ю.В. Технологии выращивания высококачественного посадочного материала плодовых и ягодных растений: учебное пособие / Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, И.И. Козлова, С.А. Муратова. – Мичуринск, 2018. – 246 с.

13. Федоренко В.Ф. Анализ состояния и перспективные направления развития питомниководства и садоводства: науч. анализ. обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, О.В. Кондратьева, А.Д. Федоров, О.В. Слинько. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.

**UDC 634.1.03: 631.541.11: 634.1-13**

**MODERN TECHNICAL DEVICES FOR SORTING CLONAL  
ROOTSTOCKS OF FRUIT CROPS**

**Dubrovsky Maksim Leonidovich**

Candidate of Agricultural Sciences, Head of Laboratory  
element68@mail.ru

**Gordeev Aleksandr Sergeevich**

Doctor of Technical Sciences, Professor  
Michurinsk State Agrarian University  
Michurinsk, Russia

**Abstracts.** The article discusses the basic models and principles of operation of modern technical devices for sorting clonal rootstocks of fruit crops used in the world's largest nurseries. The applying of automated grading of rooted layers of clonal rootstocks using optical and mechanical devices can significantly accelerate this technological stage at nursery and increase the objectivity and accuracy of the analysis. Considered technical sorting devices haven't an automatic feeding of plant material: the rootstocks are placed manually on a belt conveyor. The participation of operators makes it possible not to significantly complicate the sorting line and not to increase its cost.

**Key words:** fruit crops, clonal rootstocks, grading, automated analysis, commercial grade.