

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРТИРОВКИ КАРТОФЕЛЯ

IMPROVING POTATO SORTING EFFICIENCY

A. Karyakin
V. Sotskov

Summary. The problem of increasing the efficiency of potato sorting is examined. It is noted that sorting is a key stage that determines the quality of the final product and the optimal use of the harvest. To improve efficiency, comprehensive measures are proposed: the implementation of automated lines, optical control systems, personnel training programs, and quality monitoring systems. The most promising direction is the implementation of an optical sorting system with machine vision. Such a system optimizes post-harvest processing, minimizes tuber damage, and ensures sorting accuracy of over 91 % with minimal losses, which meets modern agro-technical standards.

Keywords: efficiency improvement, sorting, potato, method, technology, optical system.

Карякин Александр Тимофеевич

Кандидат технических наук, доцент,
Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова г. Нальчик
karyakin2279@mail.ru

Соцков Владимир Алексеевич

Кандидат технических наук, доцент,
Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова г. Нальчик

Аннотация. В работе рассмотрена проблема повышения эффективности сортировки картофеля. Отмечается, что сортировка — ключевой этап, определяющий качество конечного продукта и оптимальное использование урожая. Для повышения эффективности предлагаются комплексные меры: внедрение автоматизированных линий, оптических систем контроля, программ обучения персонала и систем мониторинга качества. Наиболее перспективным направлением является внедрение оптической системы сортировки с техническим зрением. Такая система оптимизирует послеуборочную обработку, минимизирует повреждение клубней и обеспечивает точность сортировки более 91 % при минимальных потерях, что соответствует современным агротехническим стандартам.

Ключевые слова: повышение эффективности, сортировка, картофель, метод, технология, оптическая система.

Введение

Картофель является важнейшим сельскохозяйственным продуктом как в России, так и во всем мире. Вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО) создает значительное конкурентное давление в сельскохозяйственном секторе страны. Учитывая, что доктрина продовольственной безопасности России предусматривает достижение самообеспеченности продуктами питания не менее чем на 95 %, повышение эффективности производства картофеля имеет первостепенное значение [2]. Несмотря на растущую тенденцию к внедрению современных машинных технологий среди фермеров и сельскохозяйственных организаций, товарное качество картофеля часто остается низким [10]. Кроме того, значительные потери, достигающие 30 % и более, происходят по всей цепочке поставок от поля до потребителя. В значительной степени это может быть связано с устаревшими методами послеуборочной обработки и качеством используемого посадочного материала [8].

Сортировка картофеля, являющаяся важным этапом переработки и коммерциализации, существенно влияет на качество продукции и конкурентоспособность на рынке. Поскольку потребительский спрос на высококачественную сельскохозяйственную продукцию воз-

растает в условиях растущей конкуренции в отрасли, эффективная сортировка становится решающим фактором успеха в агропромышленном секторе. Традиционно ручная сортировка по размеру, форме, цвету и дефектам является трудоемкой и подверженной ошибкам. Благодаря технологическому прогрессу появились механические и автоматизированные системы сортировки, повышающие производительность и точность [6].

Министерство сельского хозяйства подчеркивает, что эффективная сортировка не только повышает качество продукции, но и сводит к минимуму потери, тем самым повышая прибыльность предприятия. Все большее распространение получают оптические сортировочные системы, способные автоматизировать процесс и исключить ошибки человека. Однако перед предприятиями по-прежнему стоят сложные задачи, в том числе высокая стоимость оборудования, необходимость в постоянном техническом обслуживании и недостаточная подготовка персонала. Следовательно, исследование методов оптимизации эффективности сортировки картофеля становится все более актуальным [9].

Целью исследования является проведение анализа существующих методов сортировки картофеля, выявление ключевых проблемных аспектов, с которыми сталкиваются предприятия в ходе данного процесса, а также

разработка рекомендаций по оптимизации процессов сортировки.

Объект исследования — технологические процессы сортирования картофеля.

Результаты исследования

Картофель является сельскохозяйственным товаром мирового значения, входящим в число наиболее прибыльных культур благодаря своему статусу основного источника продовольствия во всем мире. Его пищевая ценность удовлетворяет различные потребности людей, сидящих на диете, обеспечивая их необходимыми витаминами, минералами (макро- и микроэлементами), антиоксидантами, аминокислотами, углеводами, биофлавоноидами и фитонцидами [9]. Россия занимает третье место в мире по производству картофеля. В соответствии с инициативой правительства по ускорению импортозамещения основных видов сельскохозяйственной продукции в 2024 году был собран значительный урожай картофеля. Этот показатель производства включает как крупные сельскохозяйственные предприятия, так и небольших независимых производителей, общий объем которых составил 7,3 млн тонн (рисунок 1).

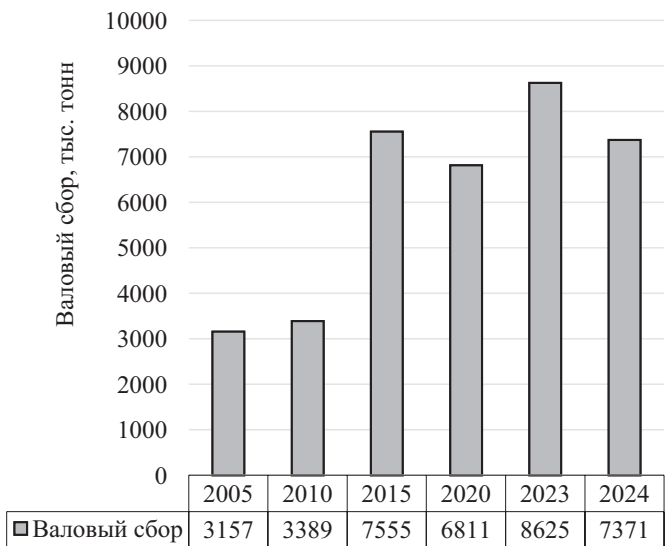


Рис. 1. Валовый сбор картофеля в динамике, тыс. тонн [3]

Лидером по сбору картофеля в промышленном секторе картофелеводства РФ в 2024 году является Брянская область (валовые сборы составили — 990,9 тыс. тонн, доля в общих сборах — 13,4 %). За год сборы сократились на 27,6 % (на 377,2 тыс. тонн). Второе место занимает Тульская область с объемом в 659,1 тыс. тонн. За год сборы здесь снизились на 11,4 %, а доля в общем по стране производстве составила 8,9 % [3].

Снижение объемов производства произошло как за счет некоторого сокращения размеров площадей, так и за счет снижения урожайности (рисунок 2).

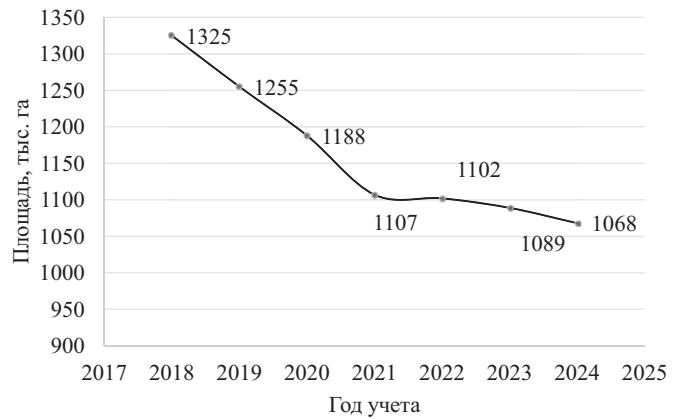


Рис. 2. Динамика площадей картофеля [1]

В 2024 году в Центральном федеральном округе находилась самая большая в России доля земель, отведенных под промышленное выращивание картофеля, — 100,8 тыс. га, что составляло 36,0 % от общей площади страны. Этот показатель снизился на 11,4 % (что эквивалентно 13,0 тыс. га) по сравнению с предыдущим годом. За ним следует Приволжский федеральный округ с площадью 43,2 тыс. га, что составляет 15,4 % от общей посевной площади. Однако это на 16,9 % (или на 8,8 тыс. га) меньше, чем в 2023 году. Аналогичным образом, площади промышленного выращивания картофеля в Сибирском федеральном округе сократились на 7,8 % (на 2,9 тыс. га), достигнув 33,8 тыс. га, что составило 12,1 % от общего объема выращивания картофеля в России. В остальных федеральных округах в 2024 году наблюдался разный уровень промышленного выращивания картофеля: в Уральском федеральном округе — 28,7 тыс. га (10,3 %); в Южном федеральном округе — 28,0 тыс. га (10,0 %); в Северо-Западном федеральном округе — 18,6 тыс. га (6,6 %); в Северо-Кавказском федеральном округе — 14,0 тыс. га (5,0 %); и Дальневосточный федеральный округ — 12,7 тыс. га (4,5 %) [1].

В настоящее время для классификации картофеля используется несколько методов (таблица 1).

Каждый метод сортировки картофеля обладает специфическими характеристиками, эффективность которых может варьироваться в зависимости от конкретных условий производства. Сортировка на роликах и ситах после сбора урожая стала стандартной практикой как в отечественном, так и в зарубежном оборудовании для переработки картофеля. Хотя оба метода позволяют калибровать клубни по толщине и ширине, ни один из них не имеет явного преимущества перед другим. Некоторые исследователи рекомендуют использовать сортировку на сите из-за ее способности одновременно сортировать картофель, отделяя сначала крупные фракции и, таким образом, сводя к минимуму порчу продукта [9].

Сортировка клубней картофеля является важнейшим этапом в производстве картофеля, поскольку она напрямую влияет на оптимальное использование собранного

Таблица 1.
Методы сортировки картофеля

Метод	Описание
Ручная сортировка	Отличается простотой и низкой затратой времени. Работники индивидуально отбирают картофель на основе заранее определенных критериев. Ручная сортировка, требующая минимальных затрат на оборудование, требует значительного количества рабочей силы и подвержена человеческим ошибкам.
Механическая сортировка	Использование специализированного оборудования, такого как сортировочные устройства, может значительно ускорить процесс. Механические системы способны классифицировать картофель по размеру и форме, однако их эффективность может снизиться при обнаружении поврежденного или порченого продукта.
Оптическая сортировка	Этот усовершенствованный подход использует камеры и датчики для автоматического определения качества картофеля. Оптические системы могут эффективно выявлять дефекты, связанные с истечением срока годности или механическими повреждениями, что значительно повышает точность сортировки.

урожая [5]. Точное фракционирование гарантирует, что картофель будет классифицирован в соответствии с его размером, качеством и назначением. Это, в свою очередь, влияет на такие ключевые факторы, как качество семенного картофеля, которое впоследствии влияет на урожайность и характеристики хранения. Для повышения эффективности сортировки картофеля можно принять несколько мер:

1. Внедрение автоматизированных линий сортировки повышает скорость обработки и сводит к минимуму человеческие ошибки.
2. Интеграция оптических систем значительно повышает точность сортировки, позволяя проводить точную идентификацию и разделение на основе визуальных характеристик, тем самым сокращая количество отходов.
3. Комплексные программы обучения для сортировщиков повышают их квалификацию и снижают вероятность ошибок.
4. Использование систем мониторинга и анализа данных позволяет оптимизировать процессы сортировки. Эти системы могут выявлять узкие места в производственной цепочке, способствуя целенаправленным улучшениям.

Наиболее перспективным направлением повышения эффективности сортировки картофеля является внедрение оптической системы сортирования клубней с применением технического зрения. Этот подход оптимизирует послеуборочную обработку за счет интеграции различных механических компонентов в единую производственную линию. Примечательно, что в этой системе

используется конвейерный сортировщик, оснащенный системой видеонаблюдения на основе камер, которая охватывает всю рабочую зону двух конвейерных лент. Блок управления обрабатывает визуальные данные и управляет исполнительными механизмами, оснащенными упруго деформируемыми сортировочными механизмами, приводимыми в действие электроприводами [7].

Исследования, проведенные Н.В. Сазоновым, демонстрируют превосходную точность оптической системы сортировки клубней картофеля. Эта система обеспечивает точность сортировки, превышающую 91 %, при скорости конвейера 1,2 метра в секунду, скорости подачи 0,75 килограмма в секунду и времени работы вспомогательного рабочего органа 1,8 секунды. Важно отметить, что этот процесс снижает повреждение клубней всего до 2,3 %, что соответствует строгим агротехническим стандартам послеуборочной обработки. Примечательно, что этот оптический метод приводит к снижению повреждения труб в среднем на 9,8 % по сравнению с традиционными методами механической сортировки, широко используемыми в стране. Внедрение линии послеуборочной обработки картофеля с автоматизированной оптической системой сортировки корнеплодов позволит получить существенные экономические выгоды. По предварительным расчетам, годовой экономический эффект составит 316 011 рублей. Кроме того, прогнозируется ежегодная экономия в размере 20 354 рублей благодаря повышению производительности, точности сортировки и минимизации повреждений картофеля. Короткий срок окупаемости инвестиций — всего четыре месяца — свидетельствует о высокой финансовой эффективности данного проекта [6].

Заключение

Повышение эффективности производства картофеля требует комплексного подхода, основанного на механизации и научных методах выращивания. Это предполагает интеграцию оборудования для выполнения основных и дополнительных задач по всей производственной цепочке, от посадки и сбора урожая до первичной обработки и хранения. Современное картофелеводство ставит во главу угла рентабельность не только за счет повышения урожайности, но и за счет оптимизации методов послеуборочной обработки. К ним относятся передовые технологии обработки и хранения клубней, позволяющие минимизировать потери и максимизировать экономическую отдачу.

Оценка существующих технологий, используемых при послеуборочной переработке картофеля, показывает, что автоматизация систем оптической сортировки представляет собой наиболее эффективную стратегию повышения эффективности. Эти системы могут упростить требования законодательства на целых 70 % при одновременном увеличении производительности до 20 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Посевные площади РФ в 2024 г. весеннего учета в хозяйствах всех категорий — Росстат. — <https://zerno.ru/node/27070> (дата обращения 02.05.2025)
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 05.05.2018 № 559 «О внесении изменений в Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы», Москва. — 61 с.
3. Рынок картофеля: ситуация в России, мировые производители, цены и тенденции — URL: https://dzen.ru/a/Zy81SIUY_nk_bRuQ?ysclid=mben13tj2l449463551
4. Сазонов Н.В. Анализ способов и устройств для сортирования картофеля / В сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО2019). Сборник трудов VII // Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ДГТУ (РИСХМ). — 2019. — С. 210–215.
5. Сазонов Н.В. Технологическое и техническое обеспечение производства картофеля в России / Н.В. Сазонов, А.А. Дорохов // Картофель и овощи. — 2019. — № 3. — С. 20–22.
6. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А. Транспортировка и послеуборочная доработка клубней картофеля // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию первого выпуска технологов с.-х. пр-ва. — 2018. — С. 215–221.
7. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А., Аллаяров Ж.Ж. Инновационные технологии послеуборочной доработки клубней картофеля // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. XI Междунар. науч.-практ. интернет-конф. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. — С. 416–420. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А., Аллаяров Ж.Ж. Инновационные технологии послеуборочной доработки клубней картофеля // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. XI Междунар. науч.-практ. интернет-конф. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. — С. 416–420.
8. Ушачев И.Г., Маслова В.В., Колесников А.В. (2022). Нарастивание объемов агропромышленного производства для обеспечения продовольственной безопасности и увеличения экспортного потенциала АПК России. Экономика региона, 18 (4). С. 1178–1193. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-4-15>.
9. Федоренко В.Ф., Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Мишуров Н.П., Щеголихина Т.А., Манохина А.А., Воронов Н.В., Баранов В.В. Инновационные технологии и оборудование для сортировки и хранения картофеля: аналит. обзор. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. — 84 с.
10. Wei Z C Experiment and analysis of potato-soil separation based on impact recording technology / Wei Z C, Li H W, Mao Y J, Sun C Z, Li X Q, Liu W Z, // Int J Agric & Biol Eng. — 2019. — No 12 (5). P. 71–80.

© Карякин Александр Тимофеевич (karyakin2279@mail.ru); Соцков Владимир Алексеевич
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»