

Исследования процесса сортирования клубней картофеля

Н.Н. Колчин, С.Н. Петухов

Приведены результаты исследований работы механических сортировок картофеля при последовательном и параллельном способах сортирования с различными рабочими органами. Показано, что, точность сортирования клубней картофеля на машинах с роликовой рабочей поверхностью выше, чем на транспортерных с ременной, однако и повреждаемость клубней на них также выше. Предлагается уточнить методику определения параметра точности процесса сортирования и значение массовой доли клубней во фракциях, не соответствующих требованиям стандарта (10%), на основе практических показателей, получаемых при сортировании клубней по размерным характеристикам на механических сортировках.

Ключевые слова: картофель продовольственный, стандарты, размер клубня, способы сортирования, рабочие органы, показатели работы.

Академик В.П. Горячкин указывал на вес клубней картофеля (в современной терминологии – массу) как на основную характеристику клубней картофеля, показатель количества запасных питательных веществ. При этом он отмечал, что ручной способ сортирования дает достаточно надежные результаты, но требует большого расхода времени и сил.

Способы сортирования различных плодов по их массе и технические средства их реализации сегодня известны. Но вследствие сложности, сравнительно низкой производительности и дороговизны они получили применение в основном при обработке и товарной подготовке дорогих и экзотических сельхозпродуктов.

Академик В.П. Горячкин также показал, что между массой клубней G разных сортов картофеля и их размерами: длиной – l , шириной (наибольшим поперечным диаметром клубней) – b и толщиной – c существует зависимость $G = \epsilon lbc$. Он определил значение коэффициента ϵ для разных сортов картофеля того времени в пределах $\epsilon = 0,56-0,65$. Для клубней картофеля сорта Невский, размерно-массовые характеристики которых использованы в настоящей статье, $\epsilon = 0,46-0,71$. Он также отметил, что разница в показателях плотности клубней разных размеров не может служить надежным основанием для их сортирования на размерные фракции. Она изменяется только у мелких клубней, а у средних и крупных остается постоянной. Применение механических

сортировок разных типов с круглыми и продолговатыми калибрующими отверстиями может считаться удовлетворительным для практических рыночных целей [1].

Основные требования к клубням определяются государственными стандартами и зависят от их целевого назначения: картофель продовольственный и семенной.

Действовавший до 1 июля 2018 года ГОСТ Р 51808–2013 «Картофель продовольственный. Технические условия» величину клубней определял по их наибольшему поперечному диаметру (по ширине b). Для ранних и поздних сортов с клубнями округло-овальной формы он должен был быть не менее 45 и 30 мм соответственно, а для удлиненных – 30 и 35 мм. При этом количество клубней с отклонениями не более 5 мм в сторону уменьшения указанных размеров в партиях для всех их форм должно было быть не более 10% от их массы.

С 1 июля 2018 года в нашей стране введен в действие новый межгосударственный стандарт на картофель: ГОСТ 7176–2017 «Картофель продовольственный. Технические условия». В его основе – Unece Standard FFV*52:2011, касающийся сбыта и контроля товарного качества раннего и позднего продовольственного картофеля, принятый на 67-й сессии рабочей группы по с.-х. стандартам качества европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН). В новом ГОСТ введен ряд требований по характеристике клубней картофеля, которые не было ранее. Изменены требо-

вания к форме и размерам отверстий для сортирования клубней по размерам. На рабочей поверхности сортировок должны использоваться квадратные отверстия, размер стороны S которых зависит от периодов уборки и формы клубней. Для раннего картофеля размер S составляет минимум 28×28 мм, максимум – 80×80 мм, для позднего соответственно – 35×35 мм и 80×80 мм. На наш взгляд, значение последнего размера завышено.

Определены также параметры отверстий для клубней удлиненной формы с оговоркой их значений для отдельных сортов. Отмечается, что новые требования соответствуют европейским стандартам на продовольственный картофель. Вместе с тем сохранено значение массовой доли клубней во фракциях, не соответствующих этим требованиям – 10%, что, по нашему мнению, не всегда достижимо при сортировке с использованием прямоугольных отверстий. Данный параметр следует уточнить экспериментально. Возможно, что для клубней различной формы он будет различаться.

В США принят стандарт United States Standards for Grades of Potatoes от 03.06.2011, отличающийся от нормативных документов ЕЭК ООН, в соответствии с которым допускается 8 классов клубней продовольственного картофеля. Такая градация, насколько нам известно, принята в связи с особенностями использования продовольственного картофеля в США.

В современных технологиях машинного производства картофеля широко используют механические сортировки разных типов. Они должны разделять клубни картофеля по размерным характеристикам на традиционные фракции, характеризующиеся массой единичных клубней: отходы – до 20 г; мелкая фракция 21–50 г; средняя фракция 51–80 г и крупная фракция – 81 г и выше:

- по ширине клубней b – на поверхностях с круглыми отверстиями;
- по толщине клубней c – на поверхностях с продолговатыми отверстиями, длина которых превышает в несколько раз длину клубня l , или со щелями;

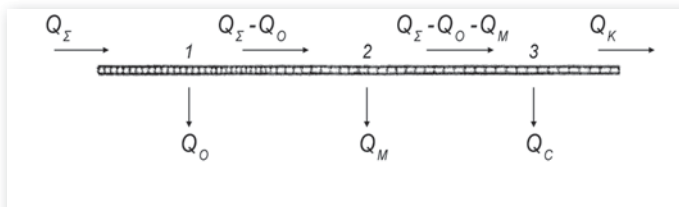


Рис. 1. Схема последовательного выделения фракций: Q_{Σ} – общая подача (производительность); Q_0 – отходы; Q_M – мелкая фракция; Q_C – средняя фракция, Q_K – крупная фракция; 1, 2, 3 – участки выделения мелкой, средней и крупной фракций (соответственно)

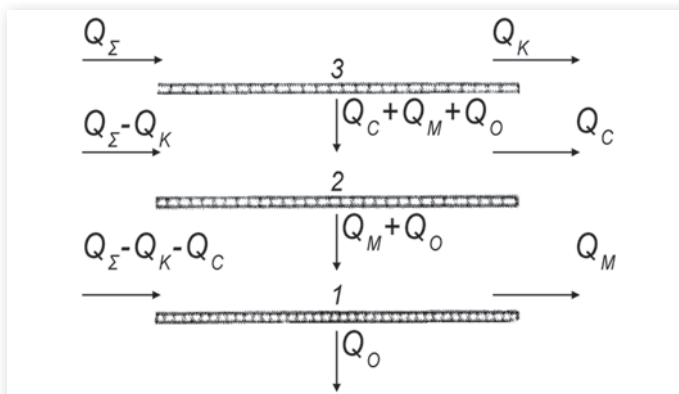


Рис. 2. Схема параллельного выделения фракций (обозначения см. рис. 1)

• по размеру, определяемому по зависимости, как стороной соответствующего квадратного отверстия поверхности.

Для нормального протекания процесса сортирования продукта, имеющего вероятностный характер, необходимо, чтобы он поступал на рабочую поверхность сортирующего устройства машины практически в один слой [2].

Основные параметры процесса сортирования клубней картофеля, а также корней и плодов овощей и фруктов, – его производительность, точность сортирования и показатель повреждений сортируемой продукции. Имеются два способа сортирования продукта на более, чем две фрак-

ции – последовательный и параллельный. При первом способе все участки рабочей поверхности различных размеров располагаются на одном уровне (рис. 1). Первоначально из общей массы продукта выделяется в проход самая мелкая фракция. Затем по степени крупности идут в проход другие фракции, а самая крупная из них сходит с рабочей поверхности. При работе по второму способу (параллельному) участки рабочей поверхности располагаются один над другим. С первого из них в сход идет самая крупная фракция и так далее (рис. 2). Самая мелкая фракция идет в проход с нижнего участка рабочей поверхности [3].

Обобщенные показатели отечественных сортировок первого типа с роликовым рабочим органом с округленными отверстиями для сортирования клубней по ширине b и транспортерного типа с ременным рабочим органом со щелевыми отверстиями для сортирования по толщине c , полученные в процессе исследований и испытаний при их работе непосредственно в хозяйствах на разных сортах продовольственного картофеля, следующие. У сортировок с транспортерной ремен-

ной рабочей поверхностью средняя удельная производительность составляет 16,5 т/ч/м, коэффициент вариации 23,7%, точность сортирования (по крупной фракции) 82,4%, слабых повреждений клубней: 0,04–3,2%, сильных: 1,5–3,2%. У сортировок с роликовой рабочей поверхностью эти показатели составляют, соответственно, 13,9 т/ч/м, 35,2%, 89,2%, 10,2–45,0%, 6,9%.

Из этих данных видно, что точность сортирования клубней картофеля на машинах с роликовой рабочей поверхностью типа несколько выше, чем на транспортерной с ременной. Но повреждения клубней на них более высокие. Эти особенности объясняются различным взаимодействием клубней картофеля с элементами разных типов этих рабочих поверхностей.

Значения показателей процесса сортирования при его разной удельной производительности представлены на рис. 3. Они могут изменяться в зависимости от условий работы и свойств продукта. Например, велико изменение фракционного состава сортируемого картофеля (в 2,5 раз и более). Но при этом имеется оптимальная зона значений основных параметров процесса сортирования. В ней достигаются достаточно высокие показатели производительности и точности процесса сортирования при сравнительно невысоких повреждениях продукта.

Были проведены исследования работы сортировок с различными рабочими органами и с названными способами сортирования. Для обеспечения работы в равных условиях сортировки были установлены в одном агрегате. Они представлены на рис. 4. Нижняя сортировка – серийная из пункта КСП – 15Б с роликовой сортирующей поверхностью с последовательным способом выделения фракций. Верхняя – с ременно-роликовым рабочим органом с па-

Таблица 1. Основные показатели пробы клубней картофеля, сорт Невский

Фракции клубней и их границы, г	Кол-во клубней, шт.	Масса фракций, г Доля в пробе, %	Значения характеристик клубней, макс./мин.		
			ширина b , мм	толщина c , мм	квадратные отверстия S , мм
Отходы 20 и менее	103	1 559 4,8	40	38	39
			20	20	24
Мелкая 21–50	317	11 075 34,2	55	49	50
			30	27	29
Средняя 51–80	186	11 867 36,6	59	56	56
			42	36	41
Крупная 81 и более	75	7 914 24,4	68	64	65
			50	44	50

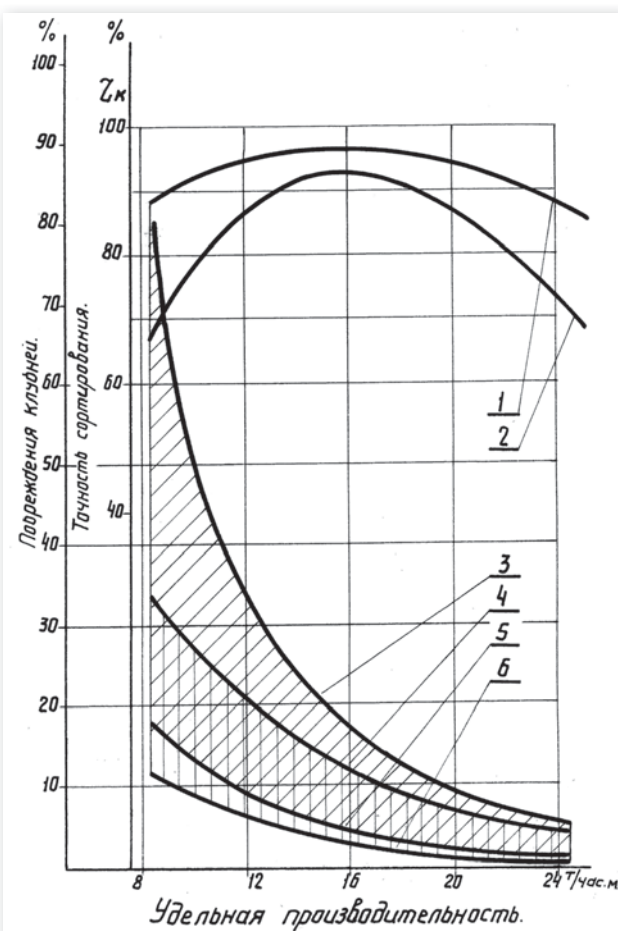


Рис. 3. Основные параметры процесса сортирования: 1 – точность сортирования для ременной поверхности; 2 – точность сортирования для роликовой поверхности; 3, 5 – повреждение клубней на роликовой поверхности; 4, 6 – повреждение клубней на ременной поверхности

параллельным способом. В этой сортировке клубни крупной фракции идут с первого участка в сход. На ней для снижения их повреждений была установлена ременная сортирующая поверхность. Под ней был смонтирован участок серийных роликов для выделения средней фракции в сход на сторону и в проход – мелкой.

верстий рабочей поверхности. Для определения их влияния на точность процесса сортирования была выполнена оценка прохождения клубней по их размерным характеристикам *b*, *c* и *S*, определяемого на основе стороны квадратного отверстия через соответствующие калибрующие отверстия.

Основные результаты исследований названных сортировок, проводившиеся в Центральной МИС в хозяйственных условиях, следующие. У сортировок роликового типа производительность составляет 14,3 т/ч, точность сортирования 67,9%, повреждение клубней по массе 5%, по количеству – 4,8%, всего повреждений клубней на 100 шт. 4,8, сильных – 2,1, объем наработки – 500 т. У сортировок ременно-роликового типа эти показатели составляют, соответственно, 25,6 т/ч; 70,5%; 2,2%; 0,8%; 0,8%, 0,4%, 508 т.

Из этих данных видно, что при параллельном способе сортирования клубней картофеля на фракции при использовании соответствующих рабочих органов существенно повышается эффективность процесса сортирования.

Важную роль в процессе сортирования клубней картофеля играют форма и размеры калибрующих от-

Ее выполняли аналитически на примере технологической операции «минимальной» послеуборочной доработки – выделения из пробы отходов и мелкой фракций клубней в указанных выше традиционных весовых границах на пробу сорта картофеля Невский округло-овальной формы в количестве 681 клубень с общей массой 32,415 кг при испытаниях сортировок в хозяйственных условиях. Основные показатели пробы представлены в **табл. 1**.

Как видно из данных **таблицы 1**, значения размерных характеристик ширины *b* и толщины *c* клубней разных фракций перекрываются, что затрудняет получение по ним достаточно объективной оценки точности сортирования. При этом было принято, что клубни всех фракций, имеющие названные размерные характеристики по величине равные или ниже указанных, идут в проход. На практике в проходные фракции поступают неопределенные доли других фракций, зависящие от изменчивых условий: формы и размеров калибрующих отверстий и клубней, долей и соотношений отдельных фракций в общей массе клубней, интенсивности подачи и других факторов и условий.

Процесс сортирования клубней по каждой из их размерных характеристик анализировали отдельно:

- по ширине *b* = 40 мм в соответствии с утратившим силу ГОСТ Р 51808–2013 на продовольственный картофель;
- по толщине *c* = 35 мм, соответствующему названному выше размеру ширины клубня *b*;
- по размеру квадратного отверстия *S* = 35×35 мм, ГОСТ 7176–2017.

Принимаем, что все клубни фракций отходов и мелкой с проходными и ниже значениями их размеров *b*, *c* и *S* имеют беспрепятственную возможность пройти через соответствую-

Таблица 2. Показатели сортирования фракций клубней картофеля по различным размерным характеристикам

Исходная масса фракций и проходных клубней с различными размерными характеристиками	Фракция клубней и их возможные проходные массы по различным признакам, г/%	
	отходов	мелкая
Исходная масса фракций	1 559 / 100,0	11 075 / 100,0
Сортирование: по ширине клубней <i>b</i> ≤ 40 мм		
Масса проходных клубней	1 475 / 94, 6	939 / 8,4
по толщине клубней <i>c</i> ≤ 40 мм		
Масса проходных клубней	1 559 / 100,0	7 038 / 63,5
по стороне квадратного отверстия <i>S</i> ≤ 35 x 35 мм		
Масса проходных клубней	1 559 / 100,0	2 305 / 20,8

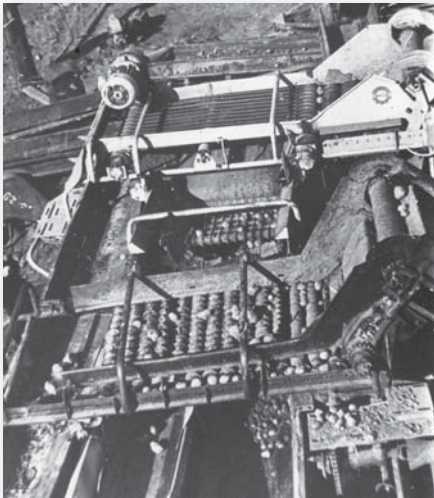


Рис. 4. Сортировки разных типов, установленные в одном агрегате

ющие отверстия сортирующей поверхности. Итоговые материалы анализа прохода клубней фракций по их соответствующим размерным характеристикам представлены в табл. 2.

Из таблицы 2 следует, что при сортировании клубней по их размерным характеристикам возможны значительные примеси других фракций. Наибольшее их значение получено при сортировании массы клубней по толщине с. Такая ситуация достаточно часто наблюдается в практике работы сортировок. В этом плане, сохраненный в новом стандарте при переходе на другой тип калибрующего отверстия показатель массовой доли примесей клубней в отсортированных фракциях – 10% не отвечающих требованиям к ним, следует скорректировать и определить его величину с учетом реально достигаемых на практике показателей.

Заключение

Сортирование картофеля на фракции по размерам – одна из основных операций его современного качественного машинного производства. Имеются достаточно обширные материалы исследований этой сложной технологической операции, производят машины для ее механизации. Однако комплексные НИОКР с целью создания более совершенных машин сегодня в нашей стране проводят в недостаточных объемах. Необходимо их развитие и ускорение реализации результатов в промышленности и в сельском хозяйстве страны. Это позволит повысить качество картофеля, улучшить его многоцелевое использование и даст высокий экономический результат.

Библиографический список

1. Горячкин В.П. О сортировании картофеля. Собрание сочинений. Т. V. М.: ОГИЗ «СЕЛЬХОЗГИЗ», 1940. С. 147–158.
2. Колчин Н.Н., Трусов В.П. Машины для сортирования и послеуборочной обработки картофеля. М.: Машгиз, 1966. 340 с.
3. Колчин Н.Н. О повышении эффективности процесса сортирования // Исследование технологических процессов и рабочих органов машин для уборки сельскохозяйственных культур. Труды ВИСХОМ. Вып. 89. М.: ВИСХОМ–ОНТИ, 1978. С. 73–79.
4. Сорокин А.А., Пономарев А.Г., Бышов Н.В. Снижение повреждения клубней на сепарирующих элеваторах // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2004. № 2. С. 37–38.
5. Пономарев А.Г., Колчин Н.Н., Зернов В.Н., Петухов С.Н. Селекции и семеноводству картофеля необходима механизация // Картофель и овощи. 2017. № 3. С. 22–24.

Об авторах

Колчин Николай Николаевич, доктор техн. наук, профессор, г. н. с., Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). E-mail: kolchin@mail.ru

Петухов Сергей Николаевич, канд. с.-х. наук, в. н. с., Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). E-mail: vim@vim.ru

Researches of potato tubers sorting process

N.N. Kolchin, DSc, professor, chief research fellow, All-Russian Institute of Mechanization. E-mail: kolchin@mail.ru
S.N. Petukhov, PhD, leading research fellow, All-Russian Institute of Mechanization. E-mail: vim@vim.ru

Summary. The basic dimensional characteristics of tubers of the potato, used are shown at its sorting on the mechanical sortings, systematised by academician V.P. Gorjachkin. In again entered national standards the basic standard requirements are resulted in process of a food potato sorting on the basis of a square calibrating aperture and in standards of some foreign countries. Results of researches of work of mechanical sortings a potato are resulted at consecutive and parallel ways of sorting with various working organs. It is shown that, accuracy of sorting of tubers of a potato by machines with a roller working surface above, than on elevating surface with belt. However, tuber damaging by means of them was also higher. Specification of an available technique of definition of accuracy process sorting is offered. It is also offered to specify value of a mass fraction of tubers in the fractions which are not corresponding to requirements of the standard (10%), on the basis of the practical indicators received at sorting of tubers under dimensional characteristics on mechanical sortings.

Keywords: food potato, standards, the size of a tuber, ways of sorting, working organs, work indicators.

Владимир Иванович Тарушкин



Исполнилось 80 лет известному ученому, доктору технических наук, профессору Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина в составе РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, специалисту в области автоматизации и электрификации с.-х. производства, заслуженному деятелю науки и техники РФ, лауреату Премии Правительства РФ в области науки и техники, изобретателю СССР – Владимиру Ивановичу Тарушкину.

Результаты исследований Владимира Ивановича отражены в базовых учебниках и учебных пособиях. В.И. Тарушкин создал научную школу. В лаборатории, которой он руководит в течение 30 лет, подготовлено 8 докторов и 35 кандидатов наук, которые опубликовали более 500 научных работ и получили 375 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

Сегодня В.И. Тарушкин, впервые в новейшей истории Российского государства, на базе системы инновационно-созидательных синергетических, мультипликативных и кумулятивных эффектов, интенсифицирующих конкурентно-комплексное развитие страны, разработал инновационно-комплексную бинарно-кластерную экономику и стратегический мега-проект «Прогрессивная модель экономики нового типа, обеспечивающая процветание Российской Державы в XXI веке».

Научное сообщество страны, многочисленные друзья, ученики и коллеги от всего сердца поздравляют Владимира Ивановича с юбилеем и желают крепкого здоровья, неиссякаемой творческой энергии для новых научных идей на благо России!