

Как снизить повреждение клубней в машинных технологиях

Н.Н. Колчин, А.Г. Пономарев, С.Н. Петухов

Рассмотрены особенности машинных технологий производства картофеля с анализом возникающих при этом повреждений клубней и с оценкой потерь от их возможных повреждений. Показаны пути снижения повреждений клубней при выращивании картофеля по технологиям с меньшим количеством перегрузок клубней. Отмечены разные способы оценки повреждений клубней.

Ключевые слова: картофель, клубни, уборка, механические повреждения, снижение потерь.

Машинные технологии производства и уборки картофеля, получившие широкое развитие за последние годы, предусматривают сбор в поле всего биологического урожая. Комплекс технологических операций при этом включает выделение стандартной продукции из полевого вороха от комбайнов, ее закладку на хранение, последующую выгрузку из хранилищ и предреализационную подготовку после хранения, в том числе разделение продукта на фракции (сортирование).

Передовой отечественный и зарубежный опыт показывает, что если названные технологические операции неразрывно связаны с полевыми по подготовке почвы, посадке (посеву), уходу и уборке, то повреждения и потери продукции сводятся к минимуму, снижается себестоимость, повышается качество [1, 2].

Широкое применение машинных, а в перспективе цифровых, технологий производства картофеля ставит задачу обеспечения его высокого качества, в том числе путем снижения допустимого уровня повреждений клубней на всех этапах. Этот уровень определяется, в основном, их сортовыми особенностями, совершенством технических средств и технологий, условиями работы машин и организацией их применения.

Современные машинные технологии производства картофеля и другой продукции сельского хозяйства должны быть отнесены к высоким технологиям (high tech). Основание для этого – сложные и из-

менчивые условия их применения, высокий уровень требований, большое разнообразие технологических операций и сложных машин, устройств, приспособлений и пр.

Важно также, что все технические средства для картофелеводства, в работе взаимодействуют с объектами живой природы, уникальные свойства продукции которых в результате их применения должны быть сохранены для потребителей длительное время до урожая следующего года, а свойства почвы как живой среды должны быть при этом сохранены для последующего производства.

Клубни картофеля при взаимодействии с рабочими органами машин в процессе уборки с твердыми примесями (камни, почвенные комки и пр.) и между собой получают различные виды повреждений, которые увеличивают потери при последующем их хранении и снижают качество.

На почвах тяжелого гранулометрического состава при ее низкой влажности образуются твердые комки с острыми гранями, а клубни в сухой почве частично теряют тургор, становятся более мягкими. При контактах с ними образуются вырывы мякоти клубней. При низких температурах отмечается образование крупных трещин, при повышенных температурах (выше 14 °С) чаще образуются мелкие радиально расходящиеся трещины.

Установлено, что появление различных повреждений при уборке у созревших клубней снижается при соблюдении на выполняемых тех-

нологических машинных операциях нормативных показателей сроков работ, высот перепадов, скоростных режимов и др. параметров и условий применения техники [3].

Новый отечественный межгосударственный стандарт ГОСТ 7176–2017 «Картофель продовольственный. Технические условия», введенный в действие с 1 июля 2018 года, допускает в товарной массе клубни картофеля с механическими повреждениями (порезы, вырывы, трещины, вмятины) глубиной не более 4 мм и длиной не более 10 мм. При этом доля клубней с повреждениями, превышающими указанные параметры в совокупности с клубнями, поврежденными проволочником (более 1 хода), не должна превышать 2,0% по весу. Для раннего картофеля допускаются клубни, частично непокрытые кожурой, для позднего картофеля – все клубни должны быть покрыты плотной кожурой. Раздавленные клубни, их половинки и части не допускаются ни у раннего, ни у позднего картофеля.

Были определены потери клубней при их последующем хранении в зависимости от отдельных видов их механических повреждений по сравнению с неповрежденными, выкопанными вручную. Клубни с содранной кожурой до 1/2 их поверхности при хранении теряют до 10,4% своей первоначальной массы. Потемнение мякоти клубней ведет к потерям 14,7% массы, а клубни с трещинами и раздавленные теряют соответственно 58,6% и 75,4% массы. Значительнее потери массы клубней при нанесении им нескольких, в том числе различных повреждений, что показано в таблице 1 [3].

Общий уровень повреждений клубней картофеля, выявленный на приемочных (государственных) испытаниях ряда серийных отечественных машин в различных условиях, неодинаков. Уровень повреждений картофеля в полевых машинах изменяется в широких пределах [4]. Так, при

Таблица 1. Потери клубней картофеля с механическими повреждениями при хранении

Проба клубней с разными видами механических повреждений	Доля клубней с заживленными механическими повреждениями, %	Потери при хранении, %		
		убыль массы	сгнившие	всего
Клубни, выкопанные вручную, не поврежденные	90,4–96,2	3,8–6,0	0–3,6	3,8–9,6
Клубни, прошедшие уборочный комплекс без повреждений	78,3–91,3	5,3–8,8	0–7,7	5,3–16,5
Клубни с одним видом механических повреждений	30,9–50,2	13,4–14,8	16,8–24,8	30,2–39,6
Клубни с двумя видами механических повреждений	16,7–27,2	15,6–18,2	29,2–32,8	44,8–51,0
Клубни с тремя видами механических повреждений	7,2–10,1	22,4–43,8	37,2–46,3	59,6–90,1

использовании картофелеуборочных комбайнов разных типов доля поврежденных клубней составляет от 5% до 45%. На картофелесортировальных пунктах КСП–25; КСП–15Б; КСП–15В поврежденные клубни составляли 3,7–24,1% от общего количества, на транспортерах-загрузчиках картофеля ТЗК–30; ТЗК–60/30–0,9–1,0%.

Уровень повреждений клубней картофеля в уборочном процессе зависит от многих факторов. Как показывает практика, на их уровень существенно влияет конфигурация этого пути и способы транспортировки. По имеющимся данным, в том числе института ВНИИКХ, в существовавшей ранее системе городских плодоовощных баз в крупных городах нашей страны в отдельных партиях картофеля при его доставке в хранилища навалом, в том числе в железнодорожных вагонах, повреждалось до 99% клубней. При использовании контейнеров уровень повреждений снижался до 55% [4, 5].

При расположении хранилищ в хозяйствах он был существенно ниже и составлял 19%, что соответствует данным **таблицы 2**. Они получены нами на основе анализа протоколов испытаний отечественной техники в средней полосе России в составе: комбайн (К) – транспортное средство (ТС) – послеуборочная доработка (ПД) – хранение и реализация (ХР). Оценивались два варианта машинной технологии уборки картофеля, отличающиеся местом расположения хранилищ: единая технология – хранилища расположены в хозяйстве, разомкнутая – хранилища расположены вне хозяйства.

Параметры рабочих органов и отдельные устройства технических средств, применяемых в производстве картофеля, которые могут вызвать в тех или иных условиях повреждения клубней, должны быть отрегулированы для определенных условий работы или устранены в рабочем процессе. Конструкции технических средств должны обеспечивать надежную работу на допустимом уровне повреждений в широком диапазоне. Вместе с тем, в практике машинной уборки картофеля встречаются случаи, когда при перегрузках убранный массы клубней из одной машины в другую, например, из бункера комбайна в кузов транспортного средства, образуются большие и нерегулируемые перепады, клубни наносятся серьезные повреждения [3, 4].

На уровень повреждений клубней картофеля в уборочном процессе и во время последующего их хранения влияет ряд факторов, важнейшие из которых следующие:

- клубни картофеля, выращенные на почвах с низким содержанием калия, в большей степени подвержены внутренним повреждениям;
- недостаточно рыхлая почва в гребнях, частая посадка картофеля или излишнее перемешивание почвы при ее обработке могут стать причинами повышенных внутренних повреждений;
- сорта картофеля с клубнями, содержащими лучшее по качеству сухое вещество для пищевой промышленности, дают сравнительно больше потерь от повреждений;
- выполнение транспортных и по-

ручных работ во время низких температур (ниже 8 °С) окружающего воздуха приводит к росту внутренних повреждений клубней;

- картофель, долго лежавший в хранилище и подвявший, более подвержен повреждениям.

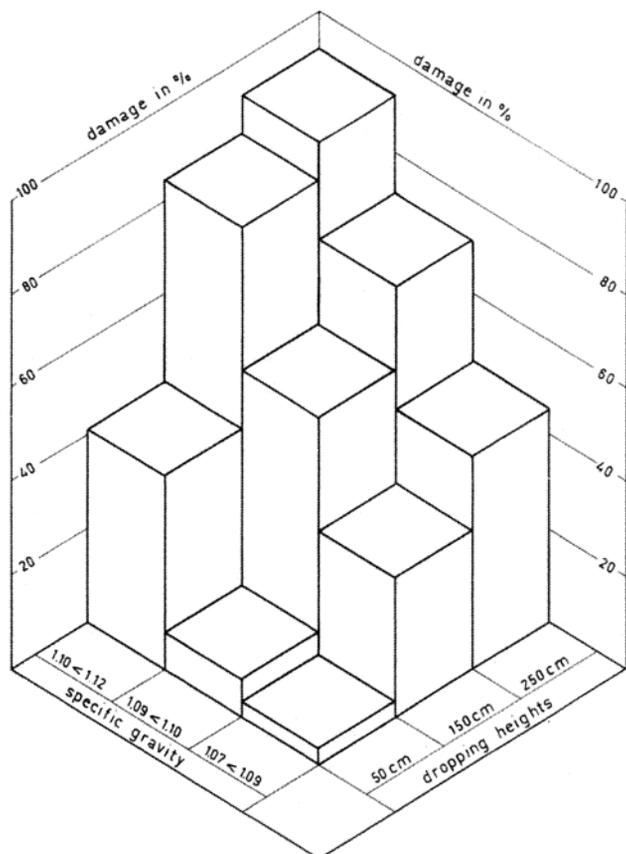
При оценке возможностей снижения механических повреждений при уборке на различных сортах клубней картофеля следует оценить влияние на их величину плотности клубней. Этот показатель существенно влияет на уровень повреждений (**рис.**) [6]. Вместе с тем, в каталогах отечественных и зарубежных сортов картофеля, содержащих их многие свойства и характеристики, его нет.

В разных странах применяют различные методики определения показателя уровня повреждений клубней картофеля машинного производства. Так, в нашей стране он определяется показателями в процентах (по массе) поврежденных мелких, средних и крупных клубней в пробах различных размерных фракций, взятых из общей их массы. Возможна оценка по отдельным видам повреждений.

В ряде европейских стран оценка уровня повреждений также базируется на доле (в процентах) по массе поврежденных клубней в пробах мелких, средних и крупных клубней из их убранный массы. Затем полученные показатели по средней и крупной фракциям умножают на разные целые числа. Например, в Великобритании – это 3 и 7. Они в ряде стран могут быть другими. Сумма названных всех полученных числовых показателей представляет собой индекс потерь

Таблица 2. Показатели вариантов машинных технологий производства картофеля

Тип технологий	Общая схема технологии	Показатель		
		число перегрузок между машинами	число технологических операций	доля поврежденных клубней, %
Разомкнутая	(К+ТС) – (ПД) – (ТС) – (ХР)	6	12–21	8–45
Единая	(К+ТС) – (ПД+ХР)	3	7–14	3–12



Повреждения клубней картофеля (%) в зависимости от их плотности и высоты падения [6]. Specific gravity – плотность клубня, г/см³. Dropping heights – высота падения, см. Damage in – повреждения, %

клубней в машине или в их комплексе в целом и может быть использована для сравнения с аналогичными индексами потерь других технических средств [7, 8].

Для получения полной и объективной характеристики существующих и вновь выводимых сортов на устойчивость к механическим повреждениям целесообразно разработать устройства, позволяющие имитировать комплекс воздействия факторов аналогичный тому, что имеет место при работе уборочных и других машин, и таким образом более оперативно определять сорта, пригодные к современным технологиям машинной уборки уже в ходе селекционного процесса.

Заключение

Основные пути снижения повреждения клубней при уборке, послеуборочной и предреализационной доработке следующие:

- оптимальное питание растений картофеля (особенно калийное), строгое соблюдение технологических параметров обработки почвы, схемы посадки, уборка и транс-

портировка при температуре воздуха выше 8 °С;

- параметры и отдельные устройства рабочих органов технических средств должны быть тщательно отрегулированы для конкретных условий работы;

- хранилища должны быть расположены на территории хозяйства (единая технология);

- при отсутствии хранилищ на территории хозяйства – транспортировка клубней в контейнерах (не навалом).

Также в целом следует активизировать комплексные работы по разработке и широкому применению способов и устройств для снижения повреждений клубней и повышения объективности оценки повреждений в применяемых и перспективных машинных технологиях с. – х. производства. Целесообразно выработать универсальный показатель оценки уровня поврежденных картофеля машинного производства для применения его во всех опытах в разных странах. Это позволит более объективно оцени-

вать работу комплексов машин по разным технологиям в различных условиях.

Библиографический список

1. Применение и развитие машинных технологий производства картофеля / Н.Н. Колчин, В.Н. Зернов, С.Н. Петухов, А.Г. Аксенов, В.И. Еремченко // Картофелеводство: Материалы научно-технической конференции «Современные технологии производства, хранения и переработки картофеля», 1–3 августа 2017 года, под ред. С.В. Жеворы. М.: ФГБНУ ВНИИКС, 2017. С. 89–97.
2. Колчин Н.Н., Елизаров В.П. Снижение уровня поврежденный картофеля и овощей в машинных технологиях // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 6. С. 18–21.
3. Верещагин Н.И., Пшеченков К.А. Рабочие органы машин для возделывания, уборки и сортирования картофеля. М.: Издательство «Машиностроение», 1965. С. 112.
4. Туболев С.С. и др., Машинные технологии и техника для производства картофеля. М.: Агроспас, 2010. 316 с.
5. Рослов Н.Н. Комплексы для хранения картофеля и овощей. М.: Россельхозиздат, 1985. 207 с.
6. Rastovski A., Van Es A. et al. Storage of potatoes: post-harvest behavior, store design, storage practice, handling. Wageningen: Padoc. 1987. 468 p.
7. Бишоп К.Ф., Мондер У.Ф. Механизация производства и хранения картофеля / Пер. с англ. А.С. Каменского, под ред. и с предисл. Г.Д. Петрова. М.: Колос, 1983. 256 с., ил.

Об авторах

Колчин Николай Николаевич, доктор техн. наук, профессор, г.н. с.

E-mail: kolchinnn@mail.ru.

Пономарев Андрей Григорьевич, канд. техн. наук, в.н.с.

E-mail: agrodisel@mail.ru.

Петухов Сергей Николаевич, канд. с. – х. наук, в.н.с.

E-mail: vim@vim.ru

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

How to reduce potato tubers damaging under machine technologies

N.N. Kolchin, DSc, professor, chief research fellow. E-mail: kolchinnn@mail.ru

A.G. Ponomarev, PhD, leading research fellow. E-mail: agrodisel@mail.ru.

S.N. Petukhov, PhD, leading research fellow. E-mail: vim@vim.ru

FSBSI All-Russian institute of Mechanization (FSBSI FSAC VIM)

Summary. Features of machine technologies of production of potatoes with the analysis of the damages of tubers arising thus and with an assessment of losses from their possible damages are considered. The ways of reducing the damage of tubers when growing potatoes by technologies with fewer overloads of tubers are shown. It is noted the use of different methods for assessing damage of tubers.

Keywords: potato, tubers, harvesting, mechanical damages, loss reduction.