

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 631.356.4:658.562

**А.В. Кузьмин,
В.С. Болохоев,
В.Л. Цыбиков**

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Ключевые слова: уборка картофеля, повреждаемость клубней, картофелеуборочный комбайн, рабочие органы, совершенствование машин.

Введение

Одной из традиционно важных отраслей сельского хозяйства России является картофелеводство. Кроме того, картофель обладает некоторыми преимуществами в агроэкономическом отношении по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами, что также способствует его распространению. Культура картофеля пластична, что обеспечивает ей возможность возделывания от тропиков до арктического пояса. Картофель обеспечивает высокую окупаемость удобрений [1].

Картофель приобретает значение первостепенной продовольственной культуры в условиях преобладания бедных и лёгких почв, а также в районах с засушливым климатом, например, в Бурятии, его можно выращивать с меньшим расходом воды на единицу сухого вещества.

Главными причинами малоэффективности картофелеводства сегодня являются: низкий технологический уровень возделывания картофеля, использование несовершенной малопроизводительной техники, а также проблема механических повреждений клубней картофеля при уборке.

В настоящее время всё большее внимание уделяется проблеме повреждения клубней, от которой зависит сохранность картофеля во время зимнего хранения.

Различают механические повреждения и повреждения, вызываемые болезнями и вредителями. Потери урожая, причиняемые болезнями в картофелеводстве, составляют ежегодно 22% [2]. Картофель поражается многими грибными, бактериальными, вирусными, вириодальными, микоплазменными и нематодными заболеваниями. Кроме того, существует группа непатогенных функциональных болезней, вызываемых неблагоприятными факторами внешней среды.

Однако из всего этого многообразия повреждений наибольшее значение имеют механические повреждения клубней. Поскольку такие организмы, как бактерии и грибки, не могут проникнуть через неповрежденную кожуру и получают доступ в ткани клубня только при механических повреждениях. Поэтому инфекция зависит от наличия механических повреждений, а устойчивость к последним обеспечивает защиту клубней от болезней. Так, потери картофеля, поврежденного при уборке, достигают при хранении 66,4% по сравнению с 1,9% у неповрежденного [3].

Объекты и методы

Итак, объектом нашего исследования явились процессы повреждения клубней при механизированной технологии уборки картофеля, а также разработка путей их снижения. На сегодня есть два направления исследований, направленных на снижение механических повреждений [4]:

- 1) совершенствование конструкций картофелеуборочных машин;
- 2) селекция сортов, пригодных для механизированной уборки.

Если рассмотреть первое направление, то до последнего времени господствовали следующие точки зрения, или направления, европейское и российское. Российское направление развития картофелеуборочной техники предполагало создание универсальных конструкций, предназначенных для работы в разных климатических и географических зонах. Европейская же наука предлагала создавать конструкции машин, предназначенных для конкретных почвенных и климатических зон.

На первый взгляд, уборка копателями выгоднее, чем уборка комбайнами. Так, производительность двухрядного комбайна составляет в среднем 0,44 га/час, в то время как копателя – 0,6-0,7 га/час, да и расход топлива у трактора при этом меньше в 1,9 раза. К тому же техническое обслуживание и ремонт копателей

проще. Но уборка копателями была выгодна в советское время, когда была возможность привлекать на уборку дешевую рабочую силу из города. Однако в настоящее время тяжелый ручной труд по подборке картофеля необходимо хорошо оплачивать. Помимо этого, ручной подбор сопровождается большими потерями в виде присыпанных клубней. Так, по данным М.Б. Угланова, потери при уборке копателями достигают 30% [5].

Таким образом, комбайновая уборка все же перспективнее. Поэтому мы и остановились на рассмотрении данного вида уборки.

Экспериментальные исследования проводились следующим образом: полевые испытания картофелеуборочных машин в условиях рядовой эксплуатации и рабочих режимов уборки. Далее проводился анализ, обоснование математических моделей повреждаемости клубней картофеля при механизированной уборке и разработка конструкции рабочих органов и технологических схем перспективных картофелеуборочных комбайнов для снижения повреждений картофеля.

Экспериментальная часть

В 2005-2008 гг. опыты проводили в ООО «Сокол» (с. Харгана Селенгинского района республики Бурятия). Оценку повреждаемости проводили в соответствии с методикой ОСТ 10-8.5-87.

Клубни отбирали с рабочих органов: основного элеватора, второго элеватора, между барабанным элеватором и горкой, переборочного транспортера, загрузочного транспортера и бункера небольшими партиями по 15-20 шт. после каждой остановки. Масса средней пробы составила 1,5 кг. Регулировки комбайна в процессе отбора не проводились.

Визуально оценивали клубни и описывали внешние повреждения – обдир кожуры более S поверхности, обдир кожуры от j до S поверхности, царапины, трещины длиной более 20 мм, вмятины, вырывы мякоти глубиной более 5 мм, порезы, раздавливания клубней (табл. 1). Затем определяли размерно-массовую характеристику клубней.

Внутренние повреждения – потемнения мякоти, внутренние трещины, повреждение сосудистых пучков определяли после хранения. Хранили картофель в светлом помещении при температуре 10-15⁰С в течение 10 дней. После хранения определяли повреждения мякоти путем разреза-

ния клубней перпендикулярно продольной оси на дольки толщиной 3 мм.

Структура повреждений от общего количества клубней: обдир кожуры глубиной более j – менее S – 11,25%, потемнения мякоти глубиной до 5 мм – 17%, трещины глубиной свыше 5 мм – 4,1%, разрезы и надрезы – 21,1%.

Основными источниками динамических нагрузок в комбайне являются четыре зоны: второй элеватор, перепад в барабанный транспортер, перепад из барабана на горку, перепад в бункер (табл. 2).

При проведении опытов мы выявили, что из механических повреждений преобладают разрезы и надрезы. Порезы клуб-

ней связаны с работой подкапывающих органов (лемехов) из-за неправильных регулировок комбайна, нарушения ширины междурядий, съезжания агрегата при работе на поперечных склонах, из-за конструктивных недоработок. Раздавленные клубни – результат развала грядки или свала клубней через зазоры при перегрузке и проезда по ним колесами агрегатов, реже защемления между элементами рабочих органов. Обдир кожуры и потемнения мякоти вызываются в результате динамического воздействия клубней с рабочими органами машин, камнями и комками почвы, а также между собой.

Таблица 1

Показатели повреждаемости картофеля (сорт Невский) в процентном соотношении

Повторность	Общее количество клубней	Количество клубней				% от общего количества клубней						
		неповрежденных, шт.	поврежденных, шт.	неповрежденных, %	поврежденных, %	обдир кожуры глубиной более j – менее S	обдир кожуры глубиной более S	потемнения мякоти глубиной до 5 мм	потемнения глубиной свыше 5 мм	трещины глубиной до 5 мм	трещины глубиной свыше 5 мм	разрезы и надрезы
1	121	75	46	62	38	12,4	-	24	-	-	6,6	22,3
2	123	78	44	63,4	36,6	10,6	-	13	-	-	2,4	23,6
3	120	77	43	64,2	35,8	10,7	-	14,2	-	-	3,3	17,4
Ср знач.	121	76,7	44,3	63,4	36,6	11,25	-	17	-	-	4,1	21,1
Σ	364	230	133									

Таблица 2

Данные по поврежденным клубням на рабочих органах

Рабочие органы	Количество клубней, шт.							
	1-я повторность		2-я повторность		3-я повторность		Σ	
	общее количество клубней	поврежденных	общее количество клубней	поврежденных	общее количество клубней	поврежденных	общее количество клубней	поврежденных
Основной элеватор	20	7	20	5	20	6	60	18
Второй элеватор	21	8	20	6	20	7	61	21
Между барабанным элеватором и горкой	20	9	20	8	20	6	60	23
Переборочный транспортер	20	6	20	7	19	7	59	20
Загрузочный транспортер	20	7	23	9	21	8	64	24
Бункер	20	9	20	9	20	9	60	27
Σ	121	46	123	44	120	43	364	133

Отдельные клубни имели несколько видов повреждений. Например, потемнения мякоти имели в основном клубни, имеющие внешние повреждения.

Биологическая зрелость клубней и, соответственно, выбранные сроки уборки являются одними из главных факторов, влияющих на повреждения клубней при механизированной уборке. В данном случае клубни достигли полной зрелости, что показывает незначительный обдир кожуры.

Эффективной мерой снижения повреждаемости клубней картофеля является выбор поступательной скорости и оптимальных регулировок комбайна, обеспечивающих наличие почвенной прослойки между клубнями и поверхностями рабочих органов.

Результаты и их обсуждение

Наши исследования показали, что основное влияние на повреждаемость картофеля оказывают сепарирующие рабочие органы и перепады с одного рабочего органа на другой (до 95% повреждений) [4]. К тому же, действительно, клубни картофеля, как любой другой живой организм, по-разному реагируют на динамические воздействия на рабочих органах при разных условиях влажности и состава почвы.

Анализ литературных источников, проведенные нами предварительные эксперименты позволили нам установить основные факторы, влияющие на повреждаемость клубней картофеля, и выявить пределы их изменения.

Опыты проводили в трехкратной повторности и с доверительной вероятностью 0,80 определяли повреждаемость картофеля при уборке, т.е. процентное содержание поврежденных клубней. Все эксперименты проводили на одном и том же поле.

После обработки экспериментальных данных мы получили следующую адекватную математическую модель повреждаемости клубней картофеля комбайнами:

$$y = 10,51 - 4,53x_1 - 1,03x_2 + 15,05x_3 - 0,998x_1x_3 + 11,58x_1^2 + 5,34x_2^2 + 18,14x_3^2 \quad (1)$$

Анализируя данную математическую модель, можно сделать вывод, что повреждаемость клубней картофеля при уборке комбайнами зависит в большей степени от конструктивных особенностей уборочных машин (51%), затем от сорто-

вых отличий (33%) и далее от рабочей скорости (16%).

Рассмотрим математическую модель повреждения клубней Р.Ю. Соловьева [6]:

$$Y_6 = 0,0196017 \cdot P_3 \cdot P_{14} + 0,773474 \cdot P_{12} \cdot P_{14} - 0,07367 \cdot P_{17} \cdot P_{14} + 7,45534 \cdot R_5 + 0,138228 \cdot R_3 \cdot R_4 - 0,0391869 \cdot R_4 \cdot R_7 + 0,0257428 \cdot R_2 \cdot P_7 + 0,0517033 \cdot P_{13} \cdot R_4 + 2,13151 \cdot P_{14} \cdot R_5 - 1,51845 \cdot P_{17} \cdot R_5 - 0,0356566 \cdot P_{14} \cdot R_7 + 0,00421785 \cdot P_9 \cdot R_7 \quad (2)$$

Анализируя данную модель, сделаем вывод о том, что на повреждения клубней картофеля влияют в основном следующие факторы (параметры), в порядке убывания весомости: R_5 – давление в комкодавителях; P_{14} – масса камней; P_{17} – температура почвы; P_{12} – твердость почвы на глубине 0-25 см; R_3 и R_4 – амплитуда встряхивания первого и второго встряхивателя; P_{13} – влажность почвы на глубине 0-25 см; R_7 – угол наклона устройства отделения ботвы и т.д.

Следовательно, подтверждается вывод, сделанный нами выше. Повреждаемость клубней картофеля при уборке его машинами зависит, прежде всего, от особенностей конструкции этой машины: давления в комкодавителях, амплитуды встряхивания сепарирующих органов, угла наклона устройства отделения ботвы и т.п., а затем от условий среды: массы камней, температуры, твердости и влажности почвы и т.д. Причем зависимость от физико-механических свойств и типа почвы очень существенная.

Выводы

Итак, на условия окружающей среды человеку воздействовать довольно трудно и создать универсальную конструкцию комбайна, удовлетворяющую многообразию условий выращивания картофеля, на данном этапе развития техники проблематично, к тому же урожайность картофеля в значительной степени зависит от его территориального размещения. Поэтому необходимо производить картофелеуборочную технику, предназначенную для конкретных условий: почвы и климата. При разработке же перспективных технологических схем картофелеуборочных комбайнов предпочтение следует отдавать комбайнам с минимальным количест-

вом перепадов и длиной сепарирующих элеваторов.

На наш взгляд, существуют следующие направления для развития картофелеуборочной техники с точки зрения снижения механических повреждений клубней:

1) обоснование оптимального технологического процесса механизированной уборки картофеля для каждой почвенно-климатической зоны;

2) создание принципиальных схем картофелеуборочного комбайна для конкретных почвенно-климатических условий;

3) создание конструкций рабочих органов для определенных почвенно-климатических условий.

С учетом вышеизложенного нами предложены некоторые варианты конструкций картофелеуборочных комбайнов [7, 8].

Библиографический список

1. Картофелеводство зарубежных стран / Б.П. Литун, А.И. Замотаев, Н.А. Андрюшина. – М.: Агропромиздат, 1988. – 167 с.

2. Росс Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы / Х. Росс; под ред. И.М. Яшиной; пер. с англ. В.А. Лебедева. – М.: Агропромиздат, 1989. – 183 с.

3. Рослов Н.Н. Хранение картофеля / Н.Н. Рослов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 96 с.

4. Кузьмин А.В. Методы снижения повреждаемости клубней картофеля и совершенствования картофелеуборочных

машин: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / А.В. Кузьмин. – М., 2005.

5. Угланов М.Б. Разработка комплекса машин для уборки картофеля на основе совершенствования рабочих органов и рационального их сочетания: дис. ... д-ра техн. наук: 05. 20. 01 / М.Б. Угланов. – Рязань, 1989.

6. Соловьев Р.Ю. Критерии и методы оценки адаптивности картофелеуборочных агрегатов к зональным условиям на основе системного анализа процессов их функционирования, обеспечивающие повышение достоверности решений (рекомендаций) при их испытаниях: дис. ... канд. техн. наук / Р.Ю. Соловьев. – СПб., 2001.

7. Пат. 2210881 Российская Федерация, МПК⁷ А 01 D 17/00. Картофелеуборочный комбайн / С.В. Сосоров, Ч.Е. Арданов, Ю.А. Сергеев, А.В. Кузьмин; заявитель и патентообладатель Бурятская государственная сельскохозяйственная академия. – № 2001112455/13; заявл. 04.05.2001; опубл. 27.08.2003, Бюл. № 24. – 5 с.

8. Пат. 2324322 Российская Федерация, МПК А01D 17/00. Картофелеуборочный комбайн / А.В. Кузьмин, Ч.Е. Арданов, Э.Б. Вамбуева, Г.А. Хагдыров, В.В. Никишин, В.С. Болохоев; заявитель и патентообладатель Бурятская государственная сельскохозяйственная академия. – № 2005123661/11; заявл. 25.07.2005; опубл. 20.05.2008, Бюл. № 14. – 5 с.



УДК 621.9Т

А.А. Багаев,
В.Г. Лукьянов,
Р.С. Чернущ

ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО РАСХОДОМЕРА СЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Ключевые слова: передаточная функция, центробежный расходомер, датчик, точность измерения, расход зерна, переходный процесс.

Введение

Одной из особенностей процессов зерноочистительно-сушильных пунктов,

комбикормовых и зерноперерабатывающих предприятий является возможность применения поточной технологии, предусматривающей последовательное выполнение ряда операций по доведению соответствующего продукта до требуемых кондиций качества.