

УДК 631.356.22

В.Н. Барановский

(Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, г. Тернополь, Украина);

В.Б. Онищенко, И.М. Сторожук

(Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАССИВНОГО ДООБРЕЗЧИКА ОСТАТКОВ БОТВЫ

Введение

На основе исследования технологических процессов срезания ботвы корнеплодов и технологических схем корне- и ботвоуборочных машин отечественного и зарубежного производства можно констатировать, что на современном этапе ботвоуборочные устройства срезают основной массив ботвы только на корню и выполняют уборку ботвы без копирования головок корнеплодов [1].

При всем разнообразии способов механического удаления ботвы (срезания, отбивания, отрывания, смятия и т. п.) наиболее распространенными являются срезание и отбивание.

Срезание, во время которого удаление ботвы происходит в результате резания лезвием ножа, применяется как для удаления основного массива ботвы, так и ее остатков при дообрезке головок корнеплодов. Причем ножи, которые могут быть активны или пассивны, выполняют, как правило, резание ботвы без подпора, то есть без применения противорежущих элементов или встречного движения ножей. Это обусловлено в первую очередь физико-механическими свойствами ботвы и корнеплодов, а также технологией сбора или использования ботвы – на корм или в качестве органических удобрений путем разбрасывания ее на убранное поле [2].

Разнообразие компоновочных схем ботвоуборочных механизмов связано как с технологиями сбора, так и с требованиями к показателям качества их работы, а в конечном итоге – качества ботвы и корнеплодов. При этом количество общих повреждений корнеплодов рабочими органами должно быть не больше 10 %, а количество выбитых корнеплодов – не больше 1,5 % [3].

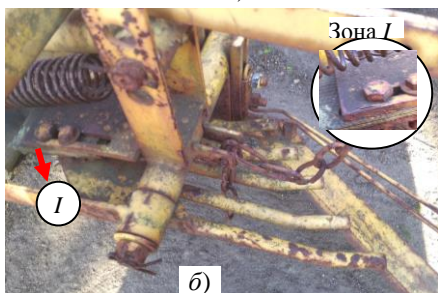
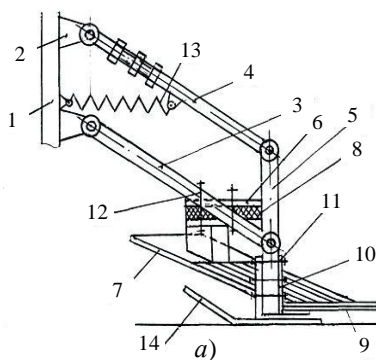
Основная часть

Ботвоуборочные устройства типа «пассивный копир – пассивный нож» (дообрезчики остатков ботвы) применяются для срезания остатков ботвы с головок корнеплодов, которые остаются после предварительной уборки основного массива. Ими укомплектованы машины ведущих зарубежных фирм «Kleine», «Herriau», «Stoll», «Moreau», «Tim» и др.

Поэтому выбор перспективных компоновочных схем ботвоуборочных механизмов и разработка новых конструкций рабочих органов ботвоуборочных машин в целом должны базироваться на мировом опыте с учетом особенностей отечественных агротехнических, технико-экономических, экологических и других производственных требований.

Существующие конструкции дообрезчиков остатков ботвы, которые выполнены по схеме «пассивный копир – пассивный нож», не обеспечивают необходимых показателей качества обрезки согласно агротехническим требованиям: количество поврежденных и поваленных корнеплодов в процессе контактного взаимодействия копира, ножа и головки корнеплодов превышает установленные значения – соответственно 10 и 1,5 % от общего числа обрезанных корнеплодов [1].

Для уменьшения повреждений и количества поваленных корнеплодов (выбитых из почвы) копиром и ножом нами предложена усовершенствованная конструкция дообрезчика головок корнеплодов (рисунок 93).



а) – конструктивная схема; б) – общий вид
Рисунок 93 – Дообрезчик остатков ботвы корнеплодов

Дообрезчик головок корнеплодов состоит из рамы 1 с кронштейнами 2, к которым шарнирно закреплены продольные нижние 3 и верхние 4 тяги. Они шарнирно соединены со стойкой 5 параллелограммной подвески. Стойка 5 имеет кронштейн 6, к которому прикрепляется пассивный гребенчатый копир 7 через амортизатор 8, установленный между кронштейном 6 и гребенчатым копиром 7 (зона I). Амортизатор 8 может быть выполнен в виде прокладки из упругого материала или в виде пружины сжатия, или в виде пластинчатой пружины, на одном конце которой закреплен гребенчатый копир 7, а на втором – кронштейн 6 механизма навески. Нож 9 закрепляется к кронштейну 10, который соединяется со стойкой 5

резьбовым соединением 11, а копир 7 имеет возможность передвигаться в пазах кронштейна 6 и фиксируется резьбовым соединением 12.

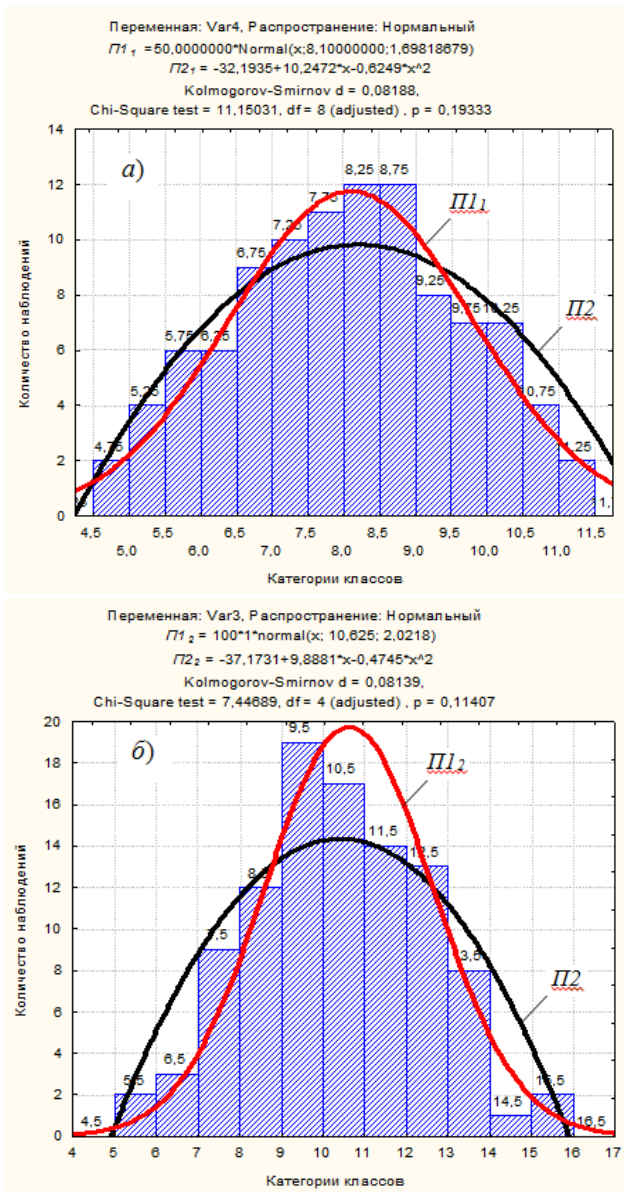
Горизонтальный зазор между гребенчатым копиром 7 и ножом 9 регулируют перемещением копира 7 в пазах кронштейна 6, а вертикальный зазор – передвиганием кронштейна 10 в пазах стойки 5 и фиксацией положения ножа 9 резьбовым соединением 11. Изменяя длину верхней тяги 4, устанавливают угол резания головки корнеплодов лезвием ножа 9, а установленная между верхней тягой 4 и рамой 1 пружина 13 прижимает копир 7 вниз.

Дообрезчик остатков ботвы с головок корнеплодов работает следующим образом. При движении дообрезчика происходит контактное взаимодействие головки корнеплода с копиром 7 и последующее копирование головок корнеплодов. При этом копир 7 наезжает на корнеплод и поднимается вверх, а когда съезжает с головки, движется вниз. Это движение через нижние тяги 3 и верхнюю тягу 4 и стойку 5 передается ножу 9, который срезает головку корнеплода на установленной высоте в зависимости от величины горизонтального и вертикального зазоров. Лыжа 14 ограничивает движение ножа 9 вниз и обеспечивает его перемещение над уровнем почвы. Установленный упругий элемент, или амортизатор 8, смягчает удар упругого гребенчатого копира 7 по головке корнеплода, при этом часть энергии удара идет на деформацию амортизатора 8 и не передается на шарнирные соединения и другие части дообрезчика. Это снижает повреждения и выбивание корнеплодов из почвы и уменьшает износ шарнирных соединений.

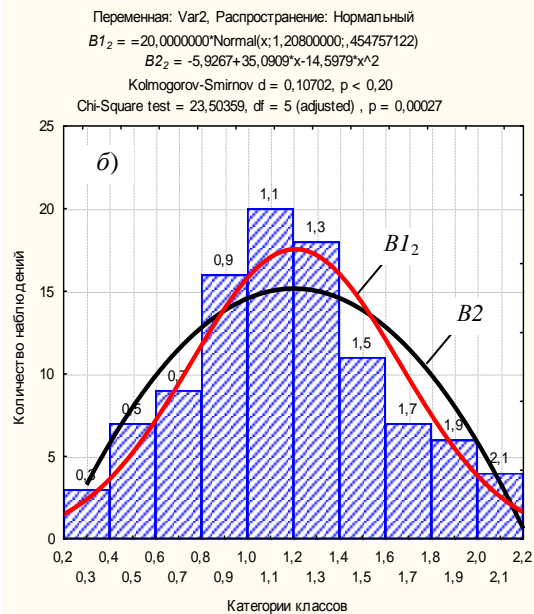
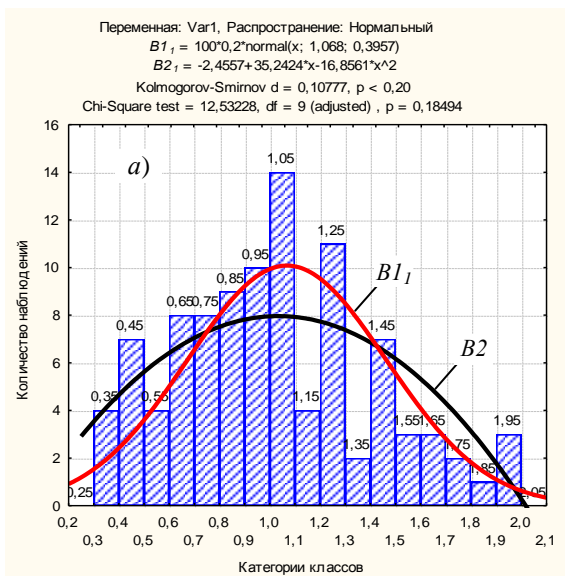
Для определения технологической эффективности практического использования усовершенствованной конструкции дообрезчика остатков ботвы, установленного на ботвоборочную машину [4], были проведены полевые сравнительные экспериментальные исследования двух типов копира – без амортизатора и с установленным амортизатором, выполненным в виде упругой пластины (рисунок 93, зона *Л*). Переменными факторами трифакторного эксперимента, реализованного на трех уровнях варьирования, были: скорость движения дообрезчика (машины) $1,2 \leq V_k \leq 1,8$ м/с; диаметр ротора ботвореза $0,55 \leq D_p \leq 0,75$ м; частота вращения ротора ботвореза $500 \leq n_p \leq 900$ мин⁻¹.

После обработки полученных значений генеральной выборки проведенных экспериментов построены гистограммы и полигон распределения частот случайных величин для двух конструкций копира, характеризующие функциональную зависимость распределения случайных величин, или эмпирический закон распределения количества поврежденных *П* и выбитых *В* корнеплодов из почвы (рисунок 94, 95). Объем выборки, или количество измерений каждого значения повреждений корнеплодов *П* и выбитых корнеплодов из почвы *В* (% от общего числа корнеплодов каждого эксперимента), составлял $N = 100$.

Разбивка на классы полученного экспериментального массива данных генеральной выборки беспрерывного случайного процесса повреждения и выбивания из почвы корнеплодов выполнена по правилу Штюргесса.



а) без амортизатора; б) с амортизатором
 Рисунок 94 – Гистограмма и полигон плотности распределения поврежденных корнеплодов



а) без амортизатора; б) с амортизатором
**Рисунок 95 – Гистограмма и полигон плотности распределения
выбитых из почвы корнеплодов**

Анализ построенных гистограмм и полигона плотности распределения случайности процесса повреждения корнеплодов и выбивания их из почвы показывает, что дифференциальный закон плотности распределения Π и B близок к нормальному и описывается соответственно кривой Π_1 , Π_2 (рисунок 94) и кривой B_1 , B_2 (рисунок 95). Непосредственно дифференциальный закон вероятности плотности распределения в общем виде регламентируется зависимостью:

$$f(x_i) = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x_i - \mu_i}{\sigma_i} \right)^2},$$

где σ_i – среднее квадратическое отклонение i -го параметра соответствующего диапазона количества поврежденных и выбитых из почвы корнеплодов;

μ_i – соответствующее математическое ожидание i -го параметра соответствующего диапазона количества поврежденных и выбитых из почвы корнеплодов.

Числовые значения σ и μ для количества поврежденных и выбитых корнеплодов из почвы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Числовые значения σ и μ

| | Π_1 | Π_2 | B_1 | B_2 |
|----------|---------|---------|-------|-------|
| σ | 8,1 | 10,63 | 1,07 | 1,21 |
| μ | 1,7 | 2,02 | 0,4 | 0,46 |

Проверку адекватности изменения случайной величины эмпирическому нормальному закону распределения, как по повреждениям, так и по количеству выбитых из почвы корнеплодов, провели по критерию соответствия $K(\lambda)$ Колмогорова-Смирнова [5].

Таким образом, получены зависимости, которые описывают дифференциальный закон вероятной плотности распределения (рисунок 96):

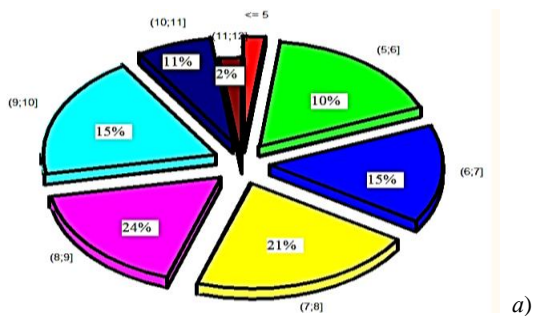
- поврежденных корнеплодов с использованием упругого элемента, или амортизатора:

$$\Pi_1 = f(x_{1\Pi}) = \frac{1}{8,1\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x_{1\Pi} - 1,7}{8,1} \right)^2};$$

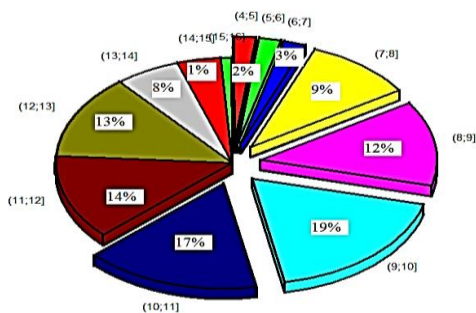
- поврежденных корнеплодов без использования упругого элемента, или амортизатора:

$$\Pi_2 = f(x_{2\Pi}) = \frac{1}{10,63\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x_{2\Pi} - 2,02}{10,63} \right)^2};$$

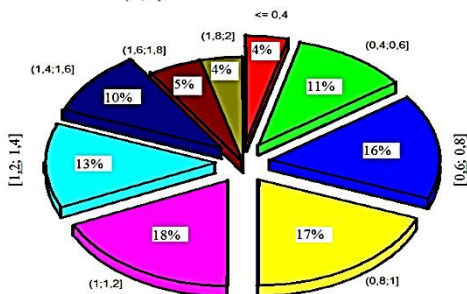
- выбитых корнеплодов с использованием упругого элемента, или амортизатора:



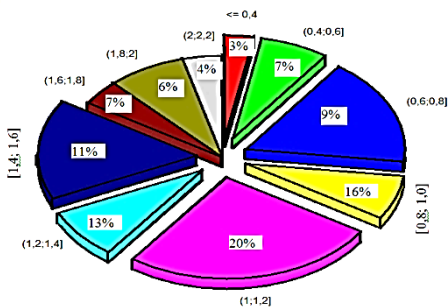
a)



b)



v)



z)

а, в) без амортизатора; б, з) с амортизатором
 Рисунок 96 – Диаграмма плотности распределения количества поврежденных (а и б) и количества выбитых из почвы корнеплодов (в и з)

$$BI_1 = f(x_{1B}) = \frac{1}{1,07\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x_{1B}-0,4}{1,107}\right)^2};$$

• выбитых корнеплодов без использования упругого элемента, или амортизатора:

$$BI_2 = f(x_{2B}) = \frac{1}{1,21\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x_{2B}-0,46}{1,21}\right)^2}.$$

Установлено, что количество поврежденных корнеплодов для первого случая со значением $PI_1 > 10\%$ и для второго случая со значением $PI_2 > 10\%$ составляет соответственно 13 и 55 случаев (рисунок 94). Количество выбитых из почвы корнеплодов для первого случая со значением $BI_1 > 1,5\%$ и для второго случая со значением $BI_2 > 1,5\%$ составляет соответственно 12 и 23 случая (рисунок 95). Закономерности изменения установленных показателей повреждения и выбивания корнеплодов из почвы также подтверждаются диаграммами плотности распределения количества поврежденных и выбитых из почвы корнеплодов (рисунок 96).

Заключение

Применение амортизатора в конструкции копира дообрезчика остатков ботвы значительно снижает степень повреждений и количество выбитых из почвы корнеплодов, значения которых превышают установленные показатели согласно агротехническим требованиям к ботвоуборочным машинам.

Таким образом, использование усовершенствованной конструкции копира позволяет в конечном итоге уменьшить потери корнеплодов в процессе их уборки корнеуборочной машиной.

12.11.2014

Литература

1. Погорелый, Л.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорелый, М.В. Татьяна. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
2. Булгаков, В.М. Теория свеклоуборочных машин: монография / В.М. Булгаков, М.И. Черновол, Н.А. Свирень. – Кировоград: КОД, 2009. – 256 с.
3. Машины бурякозбиральні: ДСТУ 2258–93. – К.: Держстандарт України, 1993. – 18 с.
4. Машина гичкозбиральна: пат. 82972 Україна, МКІ⁷ А 01 Д 23/02 / В.М. Барановський, М.В. Смаль, М.Р. Паньків, Н.А. Дубчак, В.Р. Паньків; заявник і патентовласник Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – № 021301438; заявл. 07.02.2013; опубл. 27.08.2013. – 2013. – Бюл. № 16.
5. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки данных / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. – 159 с.