

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЛУБНЕПЛОДОВ

Долбаненко В. М.

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

The analytical research of the methodology to define the physical mechanical properties of tuber crops is given in the article.

Основными физико-механическими свойствами клубнеплодов, определяющими в той или иной степени процессы их послеуборочной обработки, являются: форма, геометрические размеры, вес, коэффициенты трения (качения и скольжения) по различным поверхностям и упругость. На рабочие процессы влияют посторонние примеси, их вид и количество в массе клубнеплодов.

Рассмотрим физико-механические свойства клубнеплодов на примере картофеля.

Свойства клубней зависят от сорта, условий возделываний и урожайности.

Встречаются следующие основные формы клубней: круглые, округло-плоские, бочковидные, реповидные, овально-удлиненные, продолговатые.

Форма клубней характеризуется индексами длины и толщины, т. е. отношением этих размеров к ширине клубня.

Клубни картофеля характеризуются длиной – l , шириной – b , толщиной – c и весом – G .

Ввиду большого разнообразия форм и размеров клубней нет их единой размерно-весовой характеристики. Но между весом клубней G и его размерами существует определенная зависимость, установленная академиком В.П. Горячкиным [1]:

$$G = \varepsilon lbc, \quad (1)$$

где ε – числовой коэффициент.

Анализ большого количества сортов, проведенный В.П. Горячкиным, показал, что зависимость между весом клубня и его размерами имеет вид параболы:

$$G = Al^\alpha = Bb^\beta = Cc^\gamma, \quad (2)$$

где коэффициенты A , B , C , α , β , γ могут быть найдены по способу наименьших квадратов.

Дальнейшими исследованиями [2, 3] доказано, что параболические зависимости общего вида (2) могут быть выражены уравнениями:

$$G = A_1 l^3 = B_1 b^3 = C_1 c^3. \quad (3)$$

Значения коэффициентов ε , A_1 , B_1 , C_1 определенные для ряда сортов непроросшего картофеля после его длительного хранения (в феврале месяце).

На рисунке 1. видны графические зависимости, построенные по выражениям (3), для сорта Лорх.

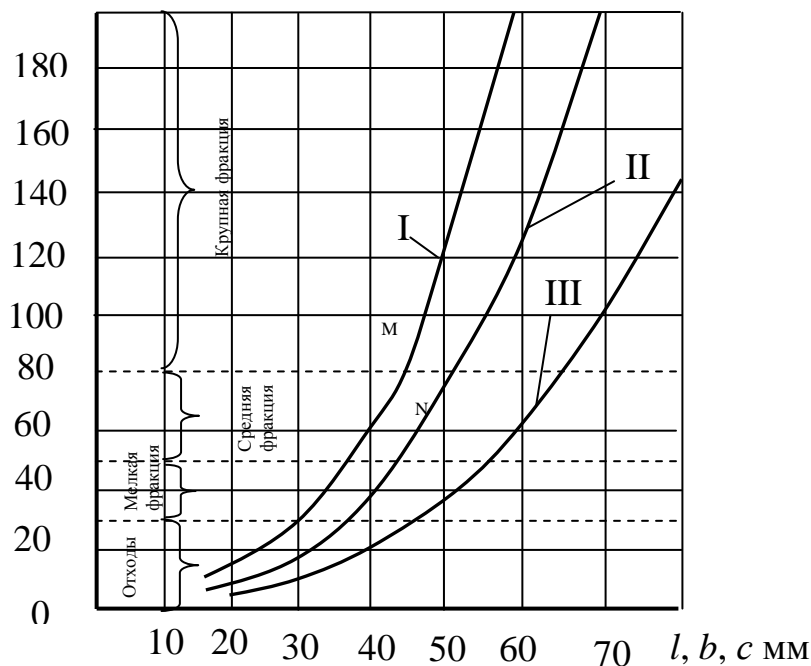


Рисунок 1 – Зависимости между размерами клубня (толщиной c – кривая I, шириной b – кривая II, длиной l – кривая III) и его весом

Кривая I отображает зависимость между весом клубня G и его толщиной c . Кривые II и III на том же рисунке показывают зависимости соответственно между весом клубня G и шириной b , весом клубня G и его длиной l . Эти кривые построены для средних значений веса и размеров клубней.

Вес клубня в граммах может быть приближенно определен, если известны его размеры. Он равен:

$$G = 0,5\delta lbc, \quad (4)$$

где $\delta = 1,04 \div 1,09$ г/см³ – удельный вес.

Клубни картофеля при различной крупности имеют разнообразную форму. Вместе с тем в ряде случаев возникает необходимость характеризовать отдельный клубень или массу клубней каким-либо одним параметром. Им

может быть средний диаметр клубней d_{cp} .

Существует ряд зависимостей для определения среднего диаметра. Он может быть подсчитан как среднее арифметическое трёх размеров клубня:

$$d_{cp} = \frac{l + b + c}{3} \text{ см,} \quad (5)$$

или же среднее геометрическое тех же размеров:

$$d_{cp} = \sqrt[3]{lbc}, \text{ см.} \quad (6)$$

Для определения среднего диаметра группы клубней, например, фракции, можно рекомендовать зависимости:

$$d_{cpi} = \frac{d_{\max i} + d_{\min i}}{2}, \text{ см,} \quad (7)$$

или

$$d_{cpi} = \sqrt{d_{\max i} d_{\min i}}, \text{ см.} \quad (8)$$

Средний диаметр всей массы клубней $d_{cp\Sigma}$ может быть определен из выражения:

$$d_{cp\Sigma} = \frac{\sum_i^n d_{cpi} G_i}{\sum_i^n G_i}, \quad (9)$$

где d_{cpi} – средний диаметр фракции, см;

G – вес клубня отдельной фракции, кг.

При этом следует отметить, что чем большее количество фракций берется для определения $d_{cp\Sigma}$, чем однороднее клубни в этих фракциях, тем точнее может быть определен средний диаметр. В выражениях (5) – (9) значения l, b, c взяты в сантиметрах.

Известно, что при различных комбинациях толщины, ширины и длины клубни могут иметь один и тот же вес, а при одинаковых соответственных одном или даже двух размерах вес их может быть разным.

Таким образом, в данном случае одной независимой величине (например, толщине клубня) соответствует несколько значений другой величины (веса клубня), которые варьируют около какого-то среднего значения, т. е. эти величины связаны корреляционной зависимостью [4].

Средние величины коэффициентов трения качения f_k и трения скольжения f_c свежесобранных клубней различных сортов по поверхностям из некоторых материалов приведены в таблице 1.

На движение клубней по сепарирующим и обрабатывающим рабочим органам оказывают влияние различные коэффициенты трения. Величина этих коэффициентов зависит от положения наибольшей оси клубня относительно наклона плоскости.

Коэффициент трения качения клубня о клубень составляет $f_k=0,5 \div 0,6$, а трения скольжения – $f_c=0,8$. Коэффициент внутреннего трения клубней $f_g=0,625 \div 0,725$.

В процессе длительного хранения клубней величина коэффициентов трения качения и трения скольжения несколько увеличивается.

Таблица 1 – Значения коэффициентов трения

Материал поверхности	Коэффициент трения качения f_k при положении наибольшей оси относительно наклона плоскости		Коэффициент трения скольжения f_c при положении наибольшей оси относительно наклона плоскости	
	вдоль	поперёк	вдоль	поперёк
Листовая резина	0,43 – 0,53	0,35 – 0,37	0,70 – 0,75	0,70
Прорезиненный ремень	0,50 – 0,54	0,37 – 0,40	0,60 – 0,78	–
Металлическая поверхность (сталь)	0,37 – 0,45	0,32 – 0,36	0,58 – 0,69	–
Листовая пластмасса (полиэтилен)	–	–	0,40 – 0,42	

Упругие свойства клубней характеризуются коэффициентом восстановления их скорости при ударе.

Значения коэффициентов восстановления при падении клубней на различные поверхности приведены в таблице 2.

Масса клубней, поступающая на сепарирование, содержит значительное количество почвенных примесей и растительных остатков, которые влияют на этот процесс.

Примеси встречаются как в виде мелких свободных частиц, так и в почвенных комках. Почва, особенно глинистая и при повышенной влажности, находится и на поверхности клубней. Общее количество

почвенных примесей в свежееубранном картофеле, предназначенном для сепарирования, составляет 30 – 40 % от веса клубней.

Растительные примеси – остатки ботвы, столонов и различных корневищ – имеют коэффициент трения-скольжения больший, чем у клубней.

Таблица 2 – Коэффициенты восстановления

Поверхность	Состояние клубней	Коэффициент восстановления
Деревянная	Свежееубранные	0,32 – 0,45
	Неяровизированные после длительного хранения	0,27 – 0,31
	Яровизированные	0,11 – 0,22
Металлическая	Свежееубранные	0,55 – 0,63

Литература

1. Горячкин, В.П. О сортировании картофеля. – М.: Сельхозгиз. – 1940.
2. Глухих, Е.А. Размерная характеристика клубней картофеля, как основание для проектирования машин. – М: док. ВАСХНИЛ. – 1949. – вып. 11.
3. Гудзенко, И.П. Машины для возделывания и уборки картофеля. – М: Машгиз. – 1962.
4. Лукомский, Я.И. Теория корреляции и её применение к анализу производства. – М: Госстатиздат. – 1961.