

# 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  $\varepsilon$  – 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  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  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  $\varepsilon$ ,  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  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.

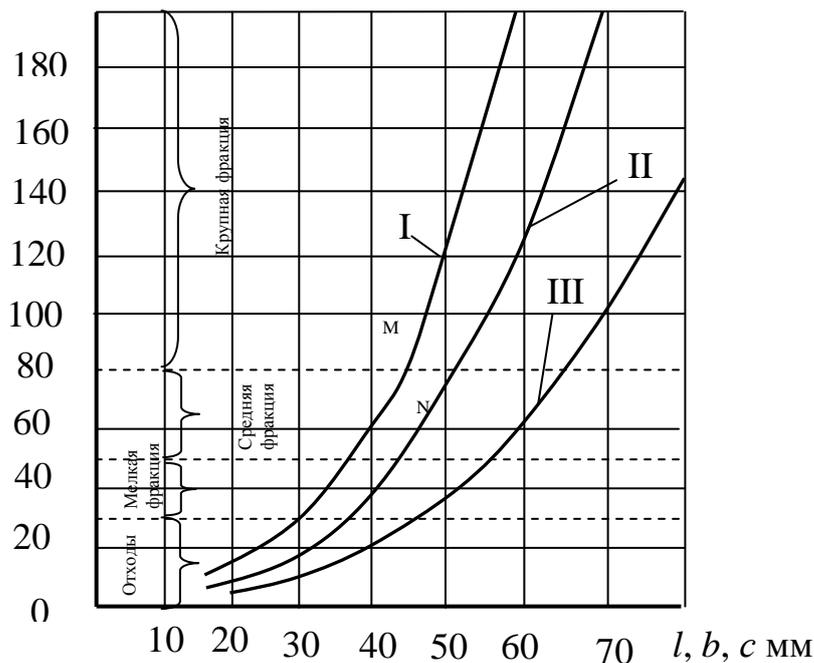


Рисунок 1 – Зависимости между размерами клубня (толщиной  $c$  – кривая I, шириной  $b$  – кривая II, длиной  $l$  – кривая III) и его весом

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/см<sup>3</sup> – 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  $f_s=0,625 \div 0,725$ .

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 свежесобранном 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	Свежесобранные	0,32 – 0,45
	Неяровизированные после длительного хранения	0,27 – 0,31
	Яровизированные	0,11 – 0,22
Металлическая	Свежесобранные	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.