

*In this article a visual method of research of dependence of the categorical variables, based on geometrical interpretation of frequencies in the contingency table is described. Differentiation of independence is produced on ideal, statistical and practical.*

*Keywords: categorical variables, contingency tables, frequency, dependence, visual method, ideal independence, statistical independence, practical independence.*

УДК 51-76

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМЫ СЕМЯН ЛИМСКОЙ ФАСОЛИ (Phaseolus limensis L.)**

*Ирина Семеновна Виноградова, старший научный сотрудник,  
профессор кафедры физики*

*Тел.: 3912 494 678, e-mail: vis.akadem@mail.ru*

*Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, Россия*

*www.kit-sibstu.ru*

*Форма семян является важной их характеристикой, необходимой при проектировании оборудования для сбора урожая на плантациях, транспортировки, сушки, хранения и проветривания высушенных семян. В работе проведены расчёты объемов и площадей поверхности семян лимской фасоли в процессе их созревания из измеренных размеров - длины, ширины и толщины. Для расчётов применялись модели, используемые в литературе, проводится сравнение с экспериментально измеренными значениями объёма.*

*Ключевые слова: семена, лимская фасоль, выращивание, измерения и расчёты объёма и площади поверхности.*

В последние годы физические свойства семян интенсивно исследовались в зарубежной литературе, их результаты опубликованы в ведущих журналах по технологии продуктов питания. В этих работах изучались размеры семян, их масса, объем и площадь поверхности, пористость, отклонение от сферичности и другие физические свойства. Эта информация важна не только для инженеров, проектирующих машины, но и для растениеводов. Использование компьютерной техники позволяет расширить диапазон измерений и проводить аттестацию качества и классификацию сорта продукта. Считается, что внешний вид продукта является важным для маркетинга и продажи. Размер, форма, цвет и наличие пятен и дефектов влияет на восприятие покупателя.



**И.С. Виноградова**

Фасоль Лима происходит из Южной Америки. Свое название она получила от города Лима в Перу, где ее обнаружили европейцы. Ее научное название *Phaseolus limensis* L. или *Phaseolus lunatus* L. Это второй по значению американский вид фасоли, которую из-за согнутых бобов и сплюснутых семян называют лунообразной. Лимскую фасоль в основном возделывают в районах жаркого климата - в Центральной и Южной Америке, на Антильских островах, в Африке, тропической Азии. Она культивируется в южных районах России - на Северном Кавказе, в Закавказье, в Молдове, перспективная культура для Средней Азии и юга Украины. Её семена содержат около 20% белка, который представлен в основном глобулинами и альбуминами, около 60% крахмала, 1,6-1,9% жира. Полкило Лимы содержит столько же питательных веществ, сколько содержится в 1 кг мяса.

В настоящей работе проведены измерения на семенах лимской фасоли основных геометрических параметров: длины, ширины и толщины, проведены расчёты их объём-

мов и площади поверхности для различных моделей, проводится сравнение с экспериментально измеренными величинами объёмов.

Растения Лимы выращивались в теплице из коммерческих семян, посаженных в почву в конце мая. Перед посевом семена замачивались в воде комнатной температуры. Бобы Лимы широкие, плоские, серповидной формы, за что её и называют лунообразной. Внутри бобов может находиться 2-3, в отдельных 4-5 более мелких семян. Семена округлые, сплюснутые, белой окраски.

После снятия плодов с вегетирующего растения из них извлекались семена и сразу же для каждого семени проводились измерения длины, ширины и толщины с помощью штангенциркуля с ценой деления 0,1 мм. Из них рассчитывались степень сферичности, средний геометрический диаметр, площади поверхности и объёмы. Измерения проводились на 17, 21, 24, 27, 30, 34, 39, 44, 52 дни после появления завязи. Холодная погода и заморозки, характерные для климата Сибири, не позволили продолжить исследования до полного вызревания семян. Всего было измерено 250 семян на разных сроках созревания.

Важной технологической характеристикой семян является их объем и площадь поверхности. Знание этих параметров необходимы при проектировании машин и механизмов для их калибровки и размола, для создания наиболее экономных режимов сушки. Размеры и форма семян также важны при обработке их аэрозолями для длительного хранения. Объем можно измерять экспериментально пикнометрическим методом. Но его можно рассчитать теоретически, и в зарубежной литературе разработаны методы таких расчётов. При этом необходимо выбрать модель, описывающую форму семян. Как правило, для расчёта объёма и площади поверхности используются модели семян в виде правильных геометрических фигур: эллипсоида, сплюснутой сферы или двух сложенных вместе шаровых сегментов [1, 2]. Расчёт объёма производится по формулам: для сплюснутой сферы

$$V = \frac{4}{3} \pi a^2 b \quad (1)$$

для сегмента сферы

$$V = \frac{1}{6} \pi b (3a^2 + b^2) \quad (2)$$

где  $a$  – половина геометрического среднего диаметра

$$D_g = (LWT)^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

$b$  – половина толщины. Эти формулы использовались в работах [1, 2]. Расчет объёма для модели эллипсоида проведён в работе [3] с использованием формулы

$$V = \frac{\pi}{6} L \times W \times T \quad (4)$$

где  $L$ ,  $W$  и  $T$  – длина, ширина и толщина семени. Для каждого срока созревания при расчетах мы использовали средние значения параметров  $L$ ,  $W$  и  $T$ .

Более часто при оценке объёмов используется формула

$$V = \frac{\pi B^2 L^2}{6(2L - B)} \quad \text{где } B = (WT)^{0,5} \quad [6] \quad (5)$$

Приведенные выше формулы мы использовали для расчета объема семян лимской фасоли в процессе их созревания и проводили сравнение полученных результатов с экспериментальными значениями объемов, измеренных пикнометрическим методом. Результаты представлены на рисунке 2. Из рисунка видно, что для семян лимской фасоли хорошей моделью для расчета их объема является модель сплюснутого сфероида, которую можно использовать на практике, проводя измерения основных линейных

размеров семян. Моделирование семян с помощью двух сегментов сферы дает худшее согласие с экспериментом. И наибольшее разногласие с экспериментом получено при использовании формулы (5).

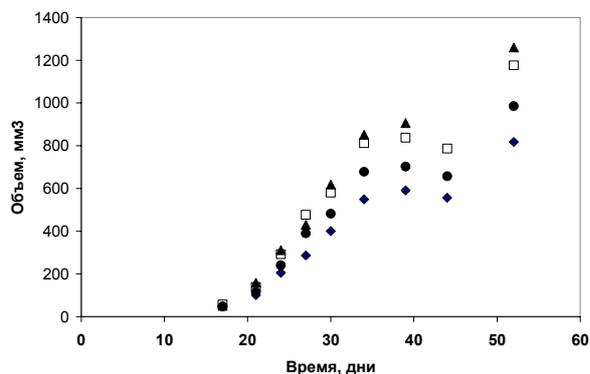


Рис.1 Экспериментальные (▲) и расчетные (□ - формула 1; ● - формула 2; ◆ - формула 5) величины объёмов семян лимской фасоли для различных моделей в зависимости от срока созревания.

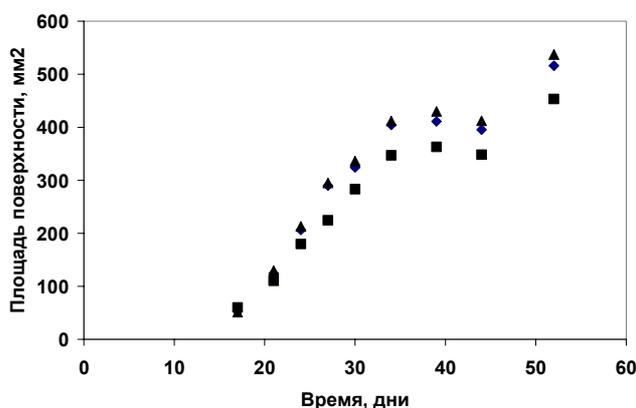


Рис. 2 Рассчитанные значения площади поверхности семян лимской фасоли в зависимости от срока созревания для различных моделей ▲ – формула (9), ■ – формула (8), ◆ - формула (7)

При расчётах площади поверхности семян мы использовали следующие модели и формулы, которые приводятся в литературных источниках:

- сегмента сферы  $S = \pi(a^2 + b^2)$ , обозначения те же, что и в (2) (7)

- $$S = \frac{\pi B L^2}{2L - B} [4] \quad (8)$$

- $$S = (\pi D_g)^2 [5,6,7] \quad (9)$$

Результаты проведенных расчётов представлены на рисунке 2

Экспериментально измерение площади поверхности не проводилось. Из приведённых на рис. 2 зависимостей следует, что использование для расчётов формул (8) и (9) даёт близкие значения величин площадей поверхности. Особенно удобно в практических целях воспользоваться наиболее простой формулой (9), которая позволяет быстрее всего произвести расчёты.

**Выводы.** В данной статье новыми являются:

- измерение геометрических параметров семян лимской фасоли в процессе их онтогенеза;
- измерение объёмов семян в зависимости от сроков их созревания;
- теоретические расчёты объёмов и площадей поверхности семян лимской фасоли;

Анализ имеющихся в литературе методов расчёта этих величин и выбор наиболее пригодных для практического использования.

### Литература

1. Firatligil-Durmus E., Šárka E., Bubník Z. Image Vision Technology for the Characterisation of Shape and Geometrical Properties of Two Varieties of Lentil Grown in Turkey // Czech Journal Food Sciences. 2008. Vol. 26, No. 2, P. 109-116.
2. Firatligil-Durmus E., Šárka E., Bubník Z., Scheibal M., Kadlec P. Size properties of legume seeds of different varieties using image analysis // Journal of Food Engineering. 2010. Vol. 9. P. 445-451.
3. Cheng-Jin Du, Da-Wen Sun Estimating the surface area and volume of ellipsoidal ham using computer vision // Journal of Food Engineering. 2006. Vol. 73. P. 260-268.
4. Jain R.K. and Bal S.. Physical properties of pearl millet // Journal of Agricultural Engineering Research. 1997. Vol. 66. 85-91.
5. McCabe W.L., Smith J.C., Harriott P. Unit operations of chemical engineering. – New York: McGraw-Hill Book Co, 1986.

6. Olajide J.D. and Ade-Omowaye B.I.O. Some physical properties of locust bean seed //Journal of Agricultural Engineering Research. 1999. Vol. 74 (2). P. 213-215.
7. Sacilik K., O'ztu'rk R., Keskin R.. Some physical properties of hemp grain // Biosystems Engineering. 2003. Vol. 86 (2). P. 213-215.

### Modeling of the form of the lima bean seeds (phaseolus limensis l.)

Irina Semyenovna Vinogradova, senior researcher, professor physics department  
Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, Russia

*The form of seeds is a very significant characteristic which is required for designing the equipment, for the harvest in plantations, transport, drying, storage and airing of dried seeds. In these work the calculations of the volume and surface area of Lima bean seeds in the process of their maturation were carried out from the measured dimensions - length, width and thickness. Some models from the literature were used for the calculations, a comparison with the experimentally measured values of the volume was carried out.*

*Keywords: lima bean, seeds, the growing, volume and surface area measurement and calculations.*

УДК 51.77

## О ТЕСТИРОВАНИИ ДИСКРЕТНОЙ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ SIGMA.CA В РАЗЛИЧНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИТУАЦИЯХ

*Татьяна Брониславовна Витова, младший научный сотрудник*  
Тел. 8 391 249 4784, e-mail: tata\_yurgel@mail.ru  
ИВМ СО РАН  
<http://icm.krasn.ru>

*В работе описываются проведённые исследования для дискретной стохастической модели движения людей SIGMA.CA. Рассматривались различные тестовые ситуации, в которых реализуются основные явления, свойственные движению людей. Приведены некоторые построенные зависимости потока от плотности (фундаментальные диаграммы).*

*Ключевые слова: движение людей, модель движения людей, фундаментальная диаграмма.*

### 1. Введение

Моделирование движения людей представляет интерес, как с научной точки зрения, так и с точки зрения практических применений. Такие модели могут использоваться для организации безопасной эвакуации и нормального функционирования процесса движения людей в различных зданиях и сооружениях. И, как следствие, пригодны для решения задач пожарной безопасности и для организации людских потоков в местах массового скопления людей (для определения времени эвакуации, мест скопления людей и длительности существования заторов и т.д.). На сегодняшний день существует достаточное количество, как коммерческих предложений подобных моделей, так и научных исследований в этой области.

Вместе с развитием моделей появляются и новые данные о движении людей: зависимости скорости от плотности, поведение людей в сужениях, на поворотах и т.д. Основной в этой области можно считать работу Предтеченского и Милинского [1], где описаны основные расчётные случаи движения людей.



Т.Б. Витова