

АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

A.V. Evchenko

ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF GRAIN CROPS SEEDS

Евченко А.В. – канд. техн. наук, доц. каф. агрономии и агроинженерии Тарского филиала Омского государственного аграрного университета, г. Тара. E-mail: evchenko67@mail.ru

Evchenko A.V. – Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy and Agroengineering, Tarsky Branch, Omsk State Agrarian University. Tara. E-mail: evchenko67@mail.ru

Разработка рабочих органов селекционных машин возможна лишь при достаточном изучении физико-механических свойств семян конкретных сортов. Форма и размеры семян изменчивы и зависят как от почвенных, так и от погодных условий в период вегетации. Изучение размеров семян, их геометрической формы и структуры их поверхности позволит определить характер взаимодействия единого зерна с поверхностями семенного ящика, семяпровода, отражателя семян и ограничивающими поверхностями сошника и уточнить параметры конструкции селекционной зерновой сеялки. Цель исследования: изучить физико-механические свойства семян районированных и перспективных сортов зерновых культур Тарского района Омской области. Задачи исследования: определить корреляционную зависимость между признаками (линейными размерами) семян, углы естественного откоса, коэффициенты статистического трения семян по различным материалам (сталь, полиэтилен, органическое стекло, техническая резина). Исследованы следующие сорта зерновых культур: пшеницы – Росинка и Светланка; ячменя – Тарский-3; овса – Тарский-2. Линейные размеры семян определены при помощи микрометра с точностью до 0,01 мм. Влажность определена по ГОСТ Р 50189-92 «Зерно». Установлены корреляционная зависимость между признаками (линейными размерами) семян; углы естественного откоса семян зерновых культур, находящиеся в пределах от 29°25' до 39°12'; коэффициенты внутреннего трения и коэффициенты статического трения, равные соответственно 0,564–0,815 и 0,234–0,410.

Ключевые слова: рабочие органы, семена,

сеялка, свойства, зерновые культуры, сошник, семяпровод.

The development of working bodies of selection machines is possible only under adequate study of physical and mechanical properties of seeds of specific varieties. The shape and size of seeds are variable and depend on the soil and the weather conditions during the growing season. The study of the size of seeds, their geometrical shape and their surface structure allows us to determine the nature of the interaction of single grain surfaces of the seed box, seed stem, the seed coulter reflector and the bounding surfaces and refine design parameters of selection grain drill. The objective of the work was to study physical and mechanical properties of seeds zoned and promising varieties of crops of Tarsky district of Omsk region. The purpose was to determine the correlation between signs (linear dimensions) of seeds; to determine the angles of repose; to find out the coefficients of friction of statistical seeds for various materials (steel, polyethylene, organic glass, and technical rubber). The following varieties of crops were investigated: wheat “Rosinka” and “Svetlana”; barley “Tarsky-3”; oats “Tarsky-2”. The linear dimensions of seeds determined using a micrometer with an accuracy of 0.01 mm. Humidity was determined according to the State standard 50189-92 “Grain”. Correlation dependence between variables (linear dimensions) seeds, installed angle of repose of cereal seeds were in the range of 29°25'/39°12'; the coefficients of internal friction and static friction coefficients respectively were equal to 0.564–0.815 and 0.234–0.410.

Keywords: working organs, seeds, seed, drill, properties, grain crops, opener, seed stem.

Введение. Разработка рабочих органов селекционных машин возможна лишь при доста-

точном изучении физико-механических свойств семян конкретных сортов. Формы и размеры семян изменчивы и зависят как от почвенных, так и от погодных условий в период вегетации. При изучении физико-механических свойств семян важны не только средние размеры, но и все показатели изменчивости отдельных свойств семян зерновых культур [1].

Изучение размеров семян, их геометрической формы и структуры их поверхности позволяет определить характер взаимодействия единого зерна с поверхностями семенного ящика, семяпровода, отражателя семян, ограничивающими поверхностями сошника и уточнить параметры конструкции селекционной зерновой сеялки [2].

Цель исследований. Изучить физико-механические свойства семян районированных и перспективных сортов зерновых культур Тарского района Омской области.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) определить корреляционную зависимость между признаками (линейными размерами) семян;
- 2) углы естественного откоса;
- 3) коэффициенты статистического трения семян по различным материалам.

Материал и методы исследований. Исследованы следующие сорта зерновых культур: пшеницы – Росинка и Светланка; ячменя – Тарский-3; овса – Тарский-2. Образцы семян были взяты из урожая селекционных делянок ФГБНУ «СибНИИСХ» в 2012–2014 гг.

Методика отбора навески аналогична для всех образцов семян. Из трехкилограммового среднего образца методом крестообразного деления выделена навеска, содержащая 200–300 шт. семян, которые затем были измерены и взвешены.

Линейные размеры семян определены при помощи микрометра с точностью до 0,01 мм. Влажность определена по ГОСТ Р 50189-92 «Зерно». Соотношение и связь между линей-

ными размерами семян представлены через корреляционно-регрессионный анализ. Между признаками (размерами) проведено n независимых парных наблюдений, по полученным значениям определены выборочные эмпирические коэффициенты корреляции (R), регрессии (B_{yx}), стандартная ошибка коэффициента корреляции (S_r), критерий существенности коэффициента корреляции (T_r) и ошибка коэффициента регрессии (S_b).

Углы естественного откоса определены при помощи прибора, изготовленного в учебной мастерской филиала. Прибор представляет собой прямоугольный ящик, одна из боковых стенок которого выполнена из органического стекла, с размерами: длина – 365 мм; ширина – 200; высота – 230 мм. В днище ящика имеется прорезь (125 × 200 мм), перекрываемая задвижкой. Ящик устанавливается горизонтально и заполняется семенами, затем выдвигается задвижка, и материал высыпается через прорезь на горизонтальную поверхность, образуя конус с углом естественного откоса. Величина углов естественного откоса установлена угломером с точностью $\pm 0,5^\circ$. Повторность опытов принята восьмикратной, среднее значение углов естественного откоса определено как среднее арифметическое [2].

Коэффициент внутреннего трения между поверхностями отдельных зерен в их совокупности определен как тангенс угла естественного откоса.

Коэффициенты статического трения определены на наклонной плоскости (рис.1) по четырем материалам: стали, полиэтилену, органическому стеклу и технической резине.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований физико-механических свойств семян установлено, что геометрические размеры исследуемых сортов зерновых культур варьируют в широких пределах. Средние и экстремальные размеры их приведены в таблице 1.

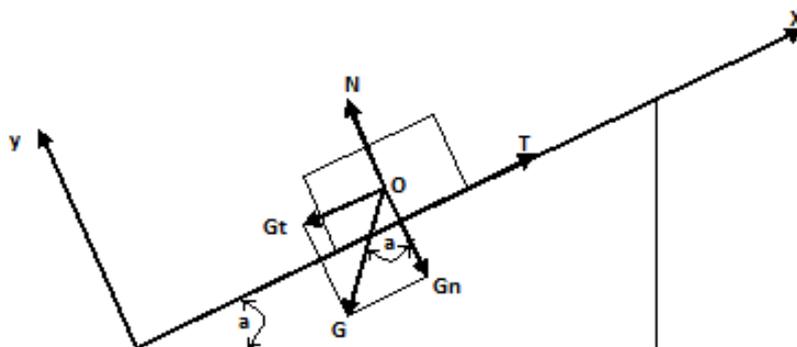


Рис. 1. Схема сил, действующих на исследуемый материал:
 α – угол между наклонной (ось X) и горизонтальной плоскостями; G – вес груза, установленного на исследуемый материал; N – нормальное давление на исследуемый материал со стороны груза; G_t , G_n – проекции веса груза на оси координат X и Y; T – сила трения семени по стали, полиэтилену, органическому стеклу, технической резине

Таблица 1

Линейные размеры семян зерновых культур урожая 2014 года, мм

Культура и сорт	Длина L (максимальный)	Ширина B (средний)	Толщина A (минимальный)
Пшеница – Росинка	6,75	3,22	2,92
Пшеница – Светлана	6,58	3,46	3,09
Ячмень – Тарский-3	10,05	4,05	2,96
Овес – Тарский-2	11,8	3,32	2,61

Анализ таблицы 1 показывает, что длина семян овса Тарский-2 превышает длину семян пшеницы Светлана более чем на 5 мм. По одноименным размерам – ширине и толщине – семена находятся в узком диапазоне, не пре-

вышающем 1 мм.

Корреляционно-регрессионная связь основных размерных характеристик семян при значении критерия $T_{0,5} = 2,07$; $T_{0,1} = 2,81$; $T_{0,01} = 3,77$ представлена в таблицах 2–5.

Таблица 2

Корреляционно-регрессионная связь пшеницы Росинка

X	Y	R	Sr	Tr	Вух	Св	Связь
Толщина	Ширина	0,547	0,174	3,14	0,755	0,241	**
Толщина	Длина	0,43	0,188	2,28	0,845	0,367	*
Ширина	Длина	0,503	0,180	2,79	0,71	0,712	**

Здесь и далее. * – слабая корреляционная зависимость; ** – средняя корреляционная зависимость; *** – сильная корреляционная зависимость.

Таблица 3

Корреляционно-регрессионная связь пшеницы Светлана

X	Y	R	Sr	Tr	Вух	Св	Связь
Толщина	Ширина	0,657	0,157	4,18	0,650	0,155	***
Толщина	Длина	0,613	0,164	3,73	1,157	0,309	**
Ширина	Длина	0,344	0,134	2,56	0,651	0,253	*

Таблица 4

Корреляционно-регрессионная связь ячменя Тарский-3

X	Y	R	Sr	Tr	Вух	Sв	Связь
Толщина	Ширина	0,674	0,140	4,79	0,85	0,177	***
Толщина	Длина	0,262	0,201	1,303	1,069	0,819	
Ширина	Длина	0,466	0,152	3,06	1,553	1,685	**

Таблица 5

Корреляционно-регрессионная связь овса Тарский-2

X	Y	R	Sr	Tr	Вух	Sв	Связь
Толщина	Ширина	0,694	0,150	4,62	0,697	0,150	***
Толщина	Длина	0,274	0,201	1,363	1,512	1,106	
Ширина	Длина	0,11	0,207	0,531	0,606	1,138	

Анализ таблиц 2, 3 показывает, что семена пшеницы имеют среднюю корреляционную зависимость. У пшеницы сорта Росинка около 24 % изменчивости зависимой переменной (результативного признака) связано с изменчивостью независимой переменной (факториального признака), у пшеницы сорта Светланка – 29 %.

Анализ таблиц 4, 5 показывает различную корреляционную зависимость между признаками (размерами). Так, у ячменя Тарский-3 по признаку «толщина – ширина» и «ширина – длина» средняя корреляционная зависимость, а по признаку «толщина – длина» – слабая. У ов-

са Тарский-2 по признаку «толщина – ширина» средняя корреляционная зависимость, а по остальным признакам – слабая.

На рисунках 2–4 представлены вариационные кривые распределения по длине, ширине и толщине 100 штук семян пшеницы, овса, ячменя. Анализ вариационных кривых распределения семян убеждает, что характер распределения имеет закономерность нормального распределения: случайные величины группируются вокруг центра распределения, при удалении которого вправо или влево частоты их постепенно убывают.

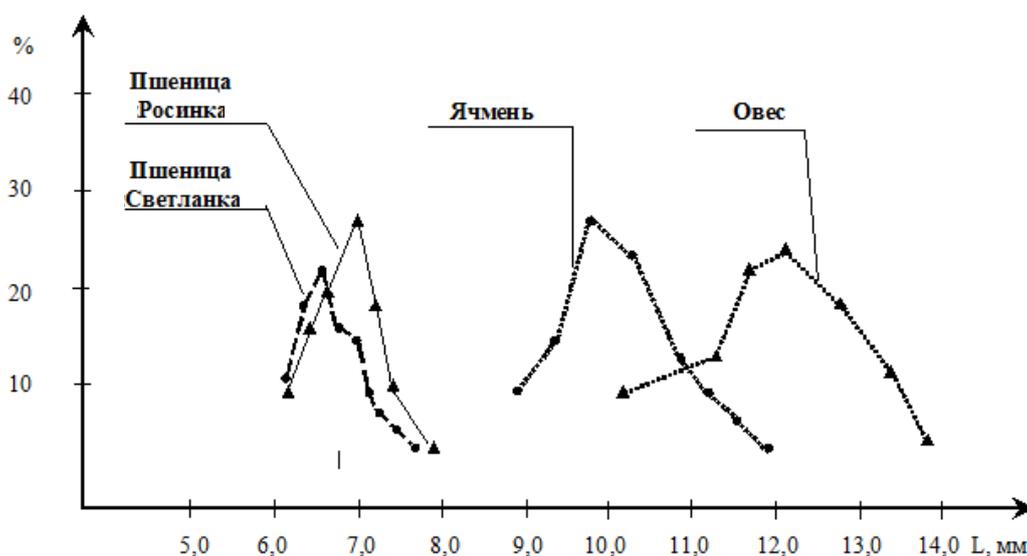


Рис. 2. Вариационные кривые распределения длины семян

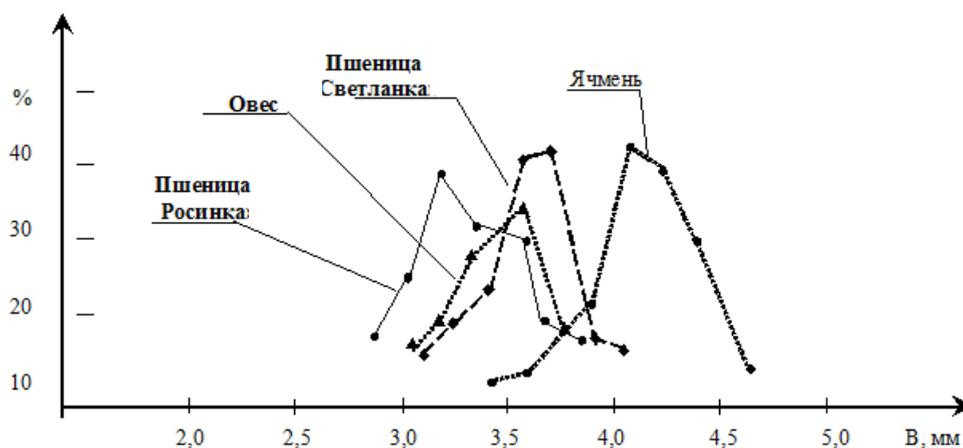


Рис. 3. Вариационные кривые распределения ширины семян

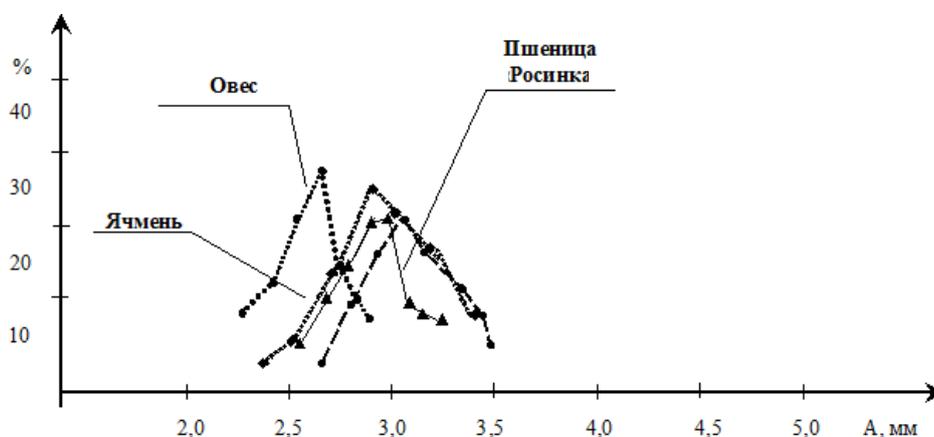


Рис. 4. Вариационные кривые распределения толщины семян

Коэффициент внутреннего трения между поверхностями отдельных зерен в их совокупности с некоторыми допущениями определен как тангенс угла естественного откоса.

Теоретическими исследованиями доказано, что при свободном пересыпании шаров одинакового диаметра угол естественного откоса может находиться от $25^{\circ}57'$ до $70^{\circ}37'$. Отсюда следует, что величина угла естественного откоса не зависит от диаметра шаров. Но, как отмечают исследователи, свойства их поверхности влияют на плотность укладки и через нее на величину угла естественного откоса [2].

Форма исследуемых семян далека от правильной формы шара, однако плотность их

укладки определяется конкретными коэффициентами трения, вследствие этого углы естественного откоса зерновых культур по каждому сорту не имеют значительных различий и варьируют в незначительных пределах. Результаты экспериментов приведены в таблице 6.

Полученные углы естественного откоса семян для всех сортов зерновых культур находятся в пределах от $29^{\circ}25'$ до $39^{\circ}12'$ и соответственно коэффициенты внутреннего трения равны 0,564–0,815.

В результате обработки экспериментальных данных получены коэффициенты статического трения по фрикционным поверхностям (табл. 7).

Таблица 6

**Значение углов естественного откоса Q
и коэффициент внутреннего трения ψ изучаемых культур**

Культура и сорт	Абсолютная масса 1000 семян, г	Угол естественного откоса, Q			Коэффициент внутреннего трения, ψ		
		макс.	средний	мин.	макс.	средний	мин.
Овес – Тарский-2	43,4	38°18'	35°05'	32°10'	0,789	0,644	0,628
Ячмень – Тарский-3	41,8	39°12'	34°18'	29°25'	0,815	0,682	0,564
Пшеница – Росинка	35,8	36°20'	33°15'	30°22'	0,735	0,655	0,585
Пшеница – Светланка	38,6	37°05'	33°50'	31°08'	0,775	0,670	0,604

Таблица 7

Коэффициенты статического трения семян по фрикционным поверхностям

Культура и сорт	Влажность, %	Коэффициент статического трения			
		Сталь	Полиэтилен	Техническая резина	Органическое стекло
Пшеница – Росинка	15,4	0,354	0,321	0,410	0,328
Пшеница – Светланка	16,2	0,344	0,302	0,403	0,303
Ячмень – Тарский-3	15,8	0,311	0,271	0,350	0,274
Овес – Тарский-2	16,4	0,325	0,288	0,383	0,234

Анализ таблицы 7 показывает, что различия в величине коэффициентов статического трения по одноименным материалам между культурами незначительное. С изменением фрикционной поверхности коэффициенты статического трения изменяются от 0,234 до 0,410. Наименьший коэффициент статического трения получен при контакте с полиэтиленом и органическим стеклом, максимальный – при контакте с технической резиной.

Выводы

1. Установлена корреляционная зависимость между признаками (линейными размерами) семян.
2. Установлены углы естественного откоса семян зерновых культур, находящиеся в пределах от 29°25' до 39°12', коэффициенты внутреннего трения равны 0,564–0,815.
3. Установлено, что с изменением фрикционной поверхности коэффициенты статического

трения изменяются от 0,234 до 0,410.

Литература

1. *Евченко А.В., Кобяков И.Д.* Посевные машины / М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Тарский фил. ФГОУ ВПО «Омский гос. аграрный ун-т». – Омск, 2006.
2. *Евченко А.В.* Совершенствование рабочих органов пневматических селекционных сеялок: дис. ... канд. техн. наук. – Омск, 2006.

Literatura

1. *Evchenko A.V., Kobjakov I.D.* Posevnye mashiny / M-vo sel'skogo hoz-va Rossijskoj Federacii, Tarskij fil. FGOU VPO «Omskij gos. agrarnyj un-t». – Omsk, 2006.
2. *Evchenko A.V.* Sovershenstvovanie rabochih organov pnevmaticheskikh selekcionnyh sejalok: dis. ... kand. tehn. nauk. – Omsk, 2006.