

Научная статья

УДК 631.331:631.53.04

EDN YXXJFI

DOI: 10.22450/199996837\_2022\_4\_138

### Влияние сосредоточенной сжимающей нагрузки на всхожесть семян сои

Александр Николаевич Шишлов<sup>1</sup>, Александр Александрович Фадеев<sup>2</sup>,  
Дмитрий Сергеевич Шишлов<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Приморская государственная сельскохозяйственная академия

Приморский край, Уссурийск, Россия

<sup>1</sup> [sergey\\_a\\_shishlov@mail.ru](mailto:sergey_a_shishlov@mail.ru)

**Аннотация.** Семена сельскохозяйственных культур испытывают механическое воздействие различной степени при взаимодействии с рабочими органами сельскохозяйственной техники. Известно, что всхожесть семян непосредственно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. В этой связи, актуально изучение влияния на всхожесть механического воздействия внешних сил, действующих на семена. В условиях Приморского края одной из наиболее широко распространенных и важных для АПК региона сельскохозяйственных культур является соя. В статье представлены некоторые результаты теоретических и экспериментальных исследований по оценке влияния на всхожесть семян сои механического нагружения внешней сосредоточенной нагрузкой перед посевом. Теоретически рассмотрено распределение напряжений в семени сои при действии на него сосредоточенной сжимающей нагрузки с целью обоснования ее распределения по объему семени, вызывающего активизацию прорастания семян и обуславливающего характер их разрушения. Получены экспериментальные зависимости, отображающие изменение всхожести семян трех районированных для Приморского края сортов сои в зависимости от действующей на них сосредоточенной сжимающей нагрузки.

**Ключевые слова:** соя, посев, всхожесть, нагрузка, напряжения, деформация

**Для цитирования:** Шишлов А. Н., Фадеев А. А., Шишлов Д. С. Влияние сосредоточенной сжимающей нагрузки на всхожесть семян сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 138–143. doi: 10.22450/199996837\_2022\_4\_138.

Original article

### The effect of concentrated compressive load on the soybean seed germination

Aleksandr N. Shishlov<sup>1</sup>, Aleksandr A. Fadeev<sup>2</sup>,  
Dmitrii S. Shishlov<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Primorskaya State Agricultural Academy, Primorsky krai, Ussuriisk, Russia

<sup>1</sup> [sergey\\_a\\_shishlov@mail.ru](mailto:sergey_a_shishlov@mail.ru)

**Abstract.** Seeds of agricultural crops experience mechanical effects of varying degrees when interacting with the working bodies of agricultural machinery. It is known that seed germination directly affects crop yields. In this regard, the study of the effect of the mechanical action of external forces acting on seeds on germination is relevant. In the conditions of Primorsky krai, one of the most widespread and important agricultural crops for the agro-industrial complex of the region is soybeans. The article presents some results of theoretical and experimental studies to assess the effect of mechanical loading with external concentrated load before sowing on soybean seed germination. Theoretically, the distribution of stress in a soybean seed under the action of a concentrated compressive load on it is considered in order to justify its distribution over the volume of the seed, which causes the activation of seed germination and determines the nature of their destruction. Experimental dependences have been obtained showing the change in seed germination

of three soybean varieties zoned for Primorsky krai depending on the concentrated compressive load acting on them.

**Keywords:** soybean, sowing, germination, load, stress, deformation

**For citation:** Shishlov A. N., Fadeev A. A., Shishlov D. S. Vliyanie sosredotochennoi szhi-mayushchei nagruzki na vskhozhest' semyan soi [The effect of concentrated compressive load on the soybean seed germination]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 4: 138–143. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837\_2022\_4\_138.

**Введение.** Всхожесть семян сои – один из основных факторов, влияющих на урожайность этой культуры. При низкой всхожести теряется возможность получения высокого урожая, особенно при посеве пунктирным способом, с единичным отбором семян высевальным аппаратом, когда всхожесть каждого семени влияет на формирование рядка растений с заданным интервалом между ними.

На всхожесть семян оказывает влияние множество факторов, среди них механическое воздействие на семена перед посевом.

**Цель работы – установить влияние на всхожесть семян сои механического нагружения внешней сосредоточенной нагрузкой перед посевом.**

В соответствии с заданной целью поставлены и решены следующие задачи:

1) выявление закономерности распределения напряжений внутри семени сои от действия сосредоточенной силы;

2) установление зависимости изменения всхожести семян сои от величины действующей на них перед посевом сосредоточенной нагрузки;

3) установление значения сосредоточенной нагрузки, при котором происходит наиболее эффективное воздействие на всхожесть семян сои.

**Условия и методы исследования.** Исследования проводились для семян трех сортов сои, районированных в Приморском крае: Ходсон, Приморская 69 и Приморская 81. Влажность семян находилась в пределах от 10 до 12 процентов. Закономерности изменения геометрических размеров семян сои в зависимости от их длины были исследованы ранее [1].

Сжимающая нагрузка прикладывалась вдоль короткой оси семени, в плоскости наименьшей его жесткости. Фиксирование величины прикладываемой

нагрузки проводилось на лабораторной установке (рис. 1).

Установка монтировалась на слесарных тисках, в которых жестко закреплялась винтовая струбцина. В растворе струбцины устанавливался тарированный пружинный динамометр индикаторного типа. Изменение нагрузки производилось ступенчато: от 10 до 80 Ньютонов. С семенами, подвергавшимися нагрузке, дальнейшие действия проводились в соответствии с методикой полевого опыта [2].

**Результаты исследований.** Для определения напряжений, возникающих внутри семени сои от действия сосредоточенной сжимающей нагрузки, воспользуемся решением задачи Ж. Буссинеска [3]. Принимая, что радиальные напряжения ( $\sigma_r$ ) пропорциональны  $\cos \varphi$  и обратно пропорциональны квадрату расстояния от точки приложения силы (рис. 2), получим выражение (1):

$$\sigma_r = \frac{k \cdot \cos \varphi}{R^2} \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент, который определяется из условия равновесия.

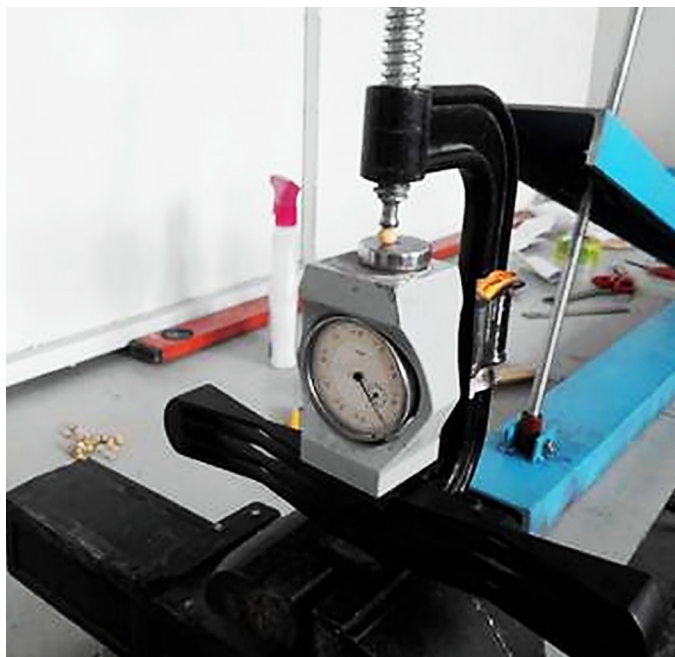
Принимая вертикальные напряжения:  $\sigma_z = \sigma_r \cdot \cos \varphi$ , из условия равновесия системы находим:

$$F = 2\pi k \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 \varphi \cdot \sin \varphi d\varphi = \frac{2}{3} \pi k \quad (2)$$

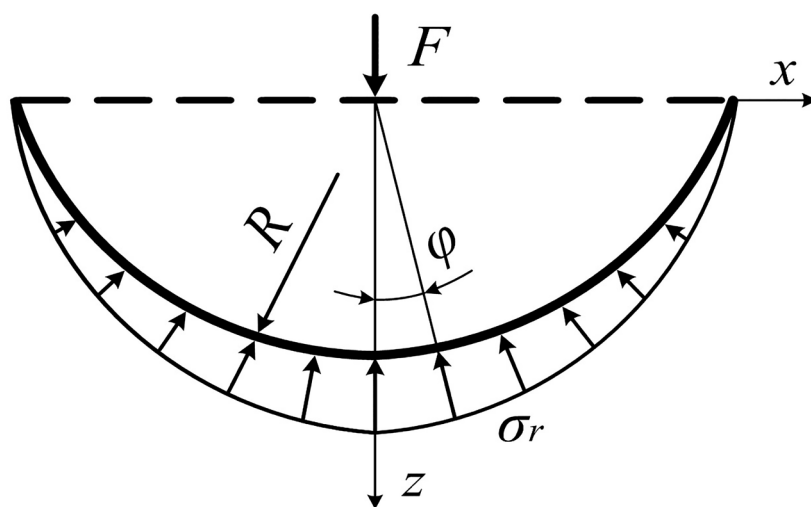
Из уравнения (2) определим величину коэффициента  $k$ :

$$k = \frac{3F}{2\pi} \quad (3)$$

Тогда величина радиальных напряжений с учетом уравнения (1) имеет вид:



**Рисунок 1 – Лабораторная установка для механического нагружения семян сои внешней сосредоточенной нагрузкой**



**Рисунок 2 – К определению радиальных напряжений в семени сои  $\sigma_r$  от действия сосредоточенной силы  $F$**

$$\sigma_r = \frac{3F \cos \varphi}{2\pi R^2} \quad (4)$$

Следовательно, задача определения напряжений в данном случае носит явно выраженный пространственный характер, при этом вертикальные напряжения определяются выражением:  $\sigma_z = \sigma_r \cdot \cos \varphi$ ; горизонтальные напряжения:  $\sigma_x = \sigma_z \cdot \sin \varphi$ .

Влияние горизонтальных напряжений незначительно по сравнению с вертикальными, но тем не менее они воздействуют на массу зерна сои, выводя ее из состояния покоя.

Для выявления влияния нагрузок на всхожесть семян сои проведены лабораторные исследования по нагружению семян сжимающим усилием. Результаты

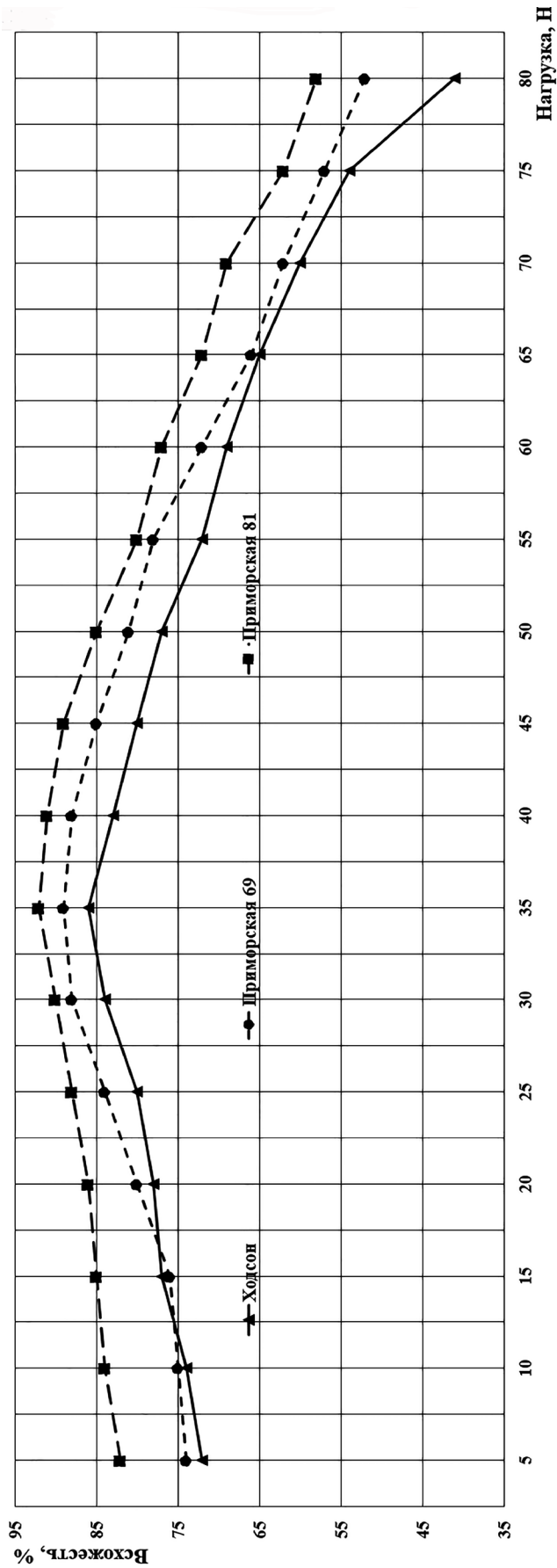


Рисунок 3 – Всхожесть семян сои сортов Ходсон, Приморская 69 и Приморская 81 в зависимости от сжимающей нагрузки

исследований графически представлены на рисунке 3.

Анализ приведенных зависимостей показывает, что для всех рассматриваемых сортов сои рост нагрузки свыше 40 Н приводит к резкому снижению всхожести.

При нагрузке более 75 Н семена имеют всхожесть менее 50 %, то есть практически неспособны прорасти. Очевидно, увеличение нагрузки приводит к повреждению зародыша, расположенного внутри семени, за счет сплющивания всей массы семени и растрескивания оболочки.

**Выводы.** 1. Распределение напряжений внутри семени сои от действия сжимающей нагрузки воздействует на весь его объем. Активизация процесса прорастания и повышения всхожести происходит в случае воздействия на семя сои сосредоточенной сжимающей нагрузки, не превышающей 40 Ньютон. Дальнейший рост нагрузки ведет к потере всхожести и разрушению семени.

2. Наибольшая всхожесть семян сои достигается при сжатии их перед посевом сосредоточенной силой величиной 30 Ньютон.

### Список источников

1. Шишлов С. А., Шишлов А. Н. Влияние геометрических размеров семян сои на параметры загрузочного окна высевающего аппарата // Наука в центральной России. 2013. № 5S. С. 4–6.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Колос, 1985. 416 с.
3. Аменадзе Ю. Ф. Теория упругости. М. : Высшая школа, 1976. 272 с.

### References

1. Shishlov S. A., Shishlov A. N. Vliyaniye geometricheskikh razmerov semyan soi na parametry zagruzochnogo okna vysevayushchego apparata [Influence of the geometric dimensions of soybean seeds on the parameters of the loading window of the sowing machine]. *Nauka v tsentral'noi Rossii. – Science in Central Russia*, 2013; 5S: 4–6 (in Russ.).
2. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)], Moskva, Kolos, 1985, 416 p. (in Russ.).
3. Amenadze Yu. F. *Teoriya uprugosti* [Theory of elasticity], Moskva, Vysshaya shkola, 1976, 272 p. (in Russ.).

© Шишлов А. Н., Фадеев А. А., Шишлов Д. С., 2022

Статья поступила в редакцию 29.10.2022; одобрена после рецензирования 30.11.2022; принята к публикации 05.12.2022.

The article was submitted 29.10.2022; approved after reviewing 30.11.2022; accepted for publication 05.12.2022.

**Информация об авторах**

**Шишлов Александр Николаевич**, кандидат технических наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия,  
[sergey\\_a\\_shishlov@mail.ru](mailto:sergey_a_shishlov@mail.ru);

**Фадеев Александр Александрович**, старший преподаватель, Приморская государственная сельскохозяйственная академия;

**Шишлов Дмитрий Сергеевич**, студент бакалавриата, Приморская государственная сельскохозяйственная академия

**Information about authors**

**Aleksandr N. Shishlov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Primorskaya State Agricultural Academy, [sergey\\_a\\_shishlov@mail.ru](mailto:sergey_a_shishlov@mail.ru);

**Aleksandr A. Fadeev**, Senior Lecturer, Primorskaya State Agricultural Academy;

**Dmitrii S. Shishlov**, Undergraduate Student, Primorskaya State Agricultural Academy