



DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-3-419-430

УДК 633.854.78:630\*232.318


EDN BORMTK

Научная статья / Research article

## Дескриптивные показатели и анализ всхожести семян *Helianthus annuus* L. 'Посейдон 625' в условиях Оренбуржья

Н.М. Назарова  , Д.Г. Федорова , А.М. Гвоздикова 

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Российская Федерация

 [nazarova-1989@yandex.ru](mailto:nazarova-1989@yandex.ru)

**Аннотация.** В формировании устойчивой системы сельского хозяйства для каждой климатической зоны приоритетной целью становится повышение урожайности ряда товарных культур, таких как подсолнечник, с точки зрения и количества, и качества. В связи с этим необходимо изучить посевные качества семян подсолнечника в конкретных почвенно-климатических условиях возделывания для оптимизации агротехники, защиты растений, увеличения их урожайности. Цель исследования — определение степени инвариантности дескриптивных показателей и всхожести семян *Helianthus annuus* L. 'Посейдон 625' в климатических условиях Оренбургской области. Исследования проводили на опытном участке, а также в лаборатории экспериментальной ботаники ботанического сада Оренбургского государственного университета. Изучено 5 дескриптивных показателей, проведена оценка лабораторной и грунтовой всхожести семян *H. annuus* 'Посейдон 625' в условиях Оренбуржья. Установлено, что наиболее инвариантны показатели длины семени и массы 1000 семян ( $C_v$  9 и 2 % соответственно). Вес семян определяется длиной семени (на уровне статистической значимости  $p < 0,5$ ). Лабораторная и полевая всхожесть стабильно высокие (88 и 85 % соответственно). Полевая всхожесть определяется степенью прорастания 75 % семян. Установлено, что увеличение температуры среды на ранних этапах онтогенеза значительно сокращало период растянутости всходов (0,8;  $p$ -level = 0,1). Климатический фактор — влажность — не относится к статистически значимым показателям, оказывающим хоть какое-то влияние на анализируемые параметры прорастания семян *H. annuus* 'Посейдон 625'.

**Ключевые слова:** подсолнечник, морфометрические показатели, лабораторное проращивание, грунтовой посев

**Вклад авторов:** авторы внесли равноценный вклад.

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование. Благодарности.** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-10060, <https://rscf.ru/project/23-76-10060/>

© Назарова Н.М., Федорова Д.Г., Гвоздикова А.М., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>


**История статьи:** поступила в редакцию 12 февраля 2024 г., принята к публикации 13 марта 2024 г.

**Для цитирования:** Назарова Н.М., Федорова Д.Г., Гвоздикова А.М. Deskriptivnye pokazateli i analiz vsхожести семян *Helianthus annuus* L. ‘Poseidon 625’ в условиях Оренбуржья // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 19. № 3. С. 419–430. doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-3-419-430

## Descriptive indicators and germination analysis of ‘Poseidon 625’ *Helianthus annuus* L. seeds in the Orenburg region

Natalia M. Nazarova  , Daria G. Fedorova , Anastasia M. Gvozdikova 

Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation

 nazarova-1989@yandex.ru

**Abstract.** In formation of a sustainable agricultural system for each climatic zone, the priority goal is to increase yield of a number of commercial crops, such as sunflower, in terms of both quantity and quality. In this regard, there is a need to study sowing qualities of sunflower seeds in specific soil and climatic conditions of cultivation to optimize agricultural technology, plant protection, and increase yield. The purpose of this study was to determine the degree of invariance of descriptive indicators and germination of ‘Poseidon 625’ *Helianthus annuus* L. seeds under the conditions of the Orenburg region. The experiments were carried out at the experimental site of the Botanical Garden of Orenburg State University, as well as in the laboratory of experimental botany of the Botanical Garden of Orenburg State University. 5 descriptive indicators were studied, the laboratory and soil germination of ‘Poseidon 625’ *H. annuus* seeds were evaluated in the Orenburg region. It was found that the most invariant indicators were seed length and 1000 seed weight ( $C_v$  9 and 2%, respectively). Seed weight of ‘Poseidon 625’ *H. annuus* is determined by seed length (at the level of statistical significance  $p < 0.5$ ). Laboratory and field germination are consistently high (88 and 85%, respectively). Field germination is determined by the rate of germination of 75% of the seeds. It was established that increase in temperature of medium at early stages of ontogenesis significantly reduced elongation period of ‘Poseidon 625’ *H. annuus* seedlings (0.8;  $p$ -level = 0.1). The climatic factor “humidity” was not a statistically significant indicator having at least some influence on the analyzed parameters of germination of ‘Poseidon 625’ *H. annuus* seeds.

**Key words:** sunflower, morphometric indicators, laboratory germination, soil sowing

**Author contributions.** All authors contributed equally to this manuscript.

**Conflict of interests.** The authors declared no conflict of interests.

**Funding. Acknowledgments.** The study was supported by the Russian Science Foundation Grant No. 23-76-10060, <https://rscf.ru/project/23-76-10060/>

**Article history:** Received: 12 February 2024. Accepted: 13 March 2024.

**For citation:** Nazarova NM, Fedorova DG, Gvozdikova AM. Descriptive indicators and germination analysis of ‘Poseidon 625’ *Helianthus annuus* L. seeds in the Orenburg region. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2024;19(3):419–430. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-3-419-430

## Введение

Род *Helianthus* L. представляет собой разнообразную таксономическую группу, насчитывающую около 50 видов, которые культивируются не только как масличные, но и как декоративные растения [1, 2]. В последние годы подсолнечник оказывается в центре внимания аграриев именно благодаря своей высокой пищевой ценности. Семена подсолнечника богаты ненасыщенными жирными кислотами (UFA), множеством витаминов и микроэлементов, которые могут подавлять синтез холестерина в организме человека. Поэтому подсолнечное масло является приоритетным продуктом в развитых странах [3].

Согласно статистическим данным мировой Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) площадь посева подсолнечника в мире достигает примерно 25,4 млн га [4]. По сообщению Минсельхоза РФ, площадь посевов подсолнечника в России еще в 2021 г. превышала 9 млн га. При этом в стране в рамках федерального проекта развития экспорта продукции агропромышленного комплекса принята стратегия дальнейшего расширения площади посевов данной культуры [5]. На начальных этапах реализации таких масштабных целей возникает необходимость в значительном увеличении производства высококачественного семенного материала подсолнечника. На первое место выходит создание и комплексное изучение отечественных гибридов, которые должны обеспечить наиболее высокую урожайность и лучшее качество конечного продукта.

Для расширения производства подсолнечника особое значение имеют вопросы изучения семенной продуктивности гибридов и особенностей применения агротехнических приемов возделывания в соответствии с почвенно-климатическими условиями конкретного региона. Это может обеспечить, с одной стороны, получение высоких урожаев, с другой — надлежащее качество продукции [6].

Семена — основа сельскохозяйственного производства. Успешное прорастание семян и появление всходов имеют первостепенное значение для роста растений и формирования урожайности всех сельскохозяйственных культур [7]. Прорастание семян — интегративная характеристика, определяемая их способностью быстро прорасти в сложных полевых условиях [8]. Этот процесс контролируется совместным множеством эндогенных и экзогенных факторов и обеспечивается жизнеспособностью и/или долговечностью посевного материала, которые в свою очередь определяются генетическим и физиологическим потенциалом семян, а также условиями их хранения [9, 10].

Семенной материал с высокой способностью к прорастанию обуславливает высокую всхожесть и продуктивность культур, в то время как использование семян с низкой прорастаемостью всегда приводит к снижению урожайности. Раннее появление всходов — важный этап развития сельскохозяйственных культур. Прежде чем сеянец приобретет способность к фотосинтезу, как прорастание семян, так и появление всходов обеспечивается энергией запасящего материала, хранящегося в самом семени [11, 12].

Урожай семян и масло подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) снижается в условиях климатического стресса [13]. Поэтому производство подсолнечника значи-

тельно ниже в засушливых и полузасушливых регионах из-за различных проблем растениеводства, осложненного факторами среды [14].

Семена свежесобранного подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) считаются находящимися в состоянии покоя, потому что они не могут прорасти при относительно низких температурах (10 °С). Это состояние покоя является результатом в основном состояния покоя эмбрионов и исчезает при сухом хранении и прокаливании [15].

В современном растениеводстве наиболее действенным агроприемом, напрямую зависящим от биологических характеристик посевного материала гибрида, является соблюдение густоты стояния растений. Это позволяет получить высокий экономический эффект при производстве товарного подсолнечника [16].

В связи с этим возникает необходимость исследования посевных качеств семян гибридов подсолнечника на этапах их производства в конкретных почвенно-климатических условиях возделывания для получения информации, которая может использоваться для выбора оптимальных агротехнических приемов возделывания, защиты растений, увеличения их урожайности.

**Цель исследования** заключается в определении степени инвариантности дескриптивных показателей и всхожести семян подсолнечника в климатических условиях Оренбургской области.

В качестве **объекта исследования** использованы семена *Helianthus annuus* L. 'Посейдон 625'

**Задачи исследования:**

1. Определить дескриптивные показатели (длина, ширина, толщина, масса 1000 штук и индивидуальный вес) семян *Helianthus annuus* L. 'Посейдон 625'.
2. Оценить показатели лабораторной всхожести и энергию прорастания семян *Helianthus annuus* L. 'Посейдон 625'.
3. Оценить уровень грунтовой всхожести семян *Helianthus annuus* L. 'Посейдон 625' в климатических условиях Оренбуржья.
4. С помощью методов математической статистики определить степень инвариантности и взаимосвязи дескриптивных показателей семян *Helianthus annuus* L. 'Посейдон 625'.
5. Оценить зависимость грунтовой всхожести семян *Helianthus annuus* L. 'Посейдон 625' от температуры и влажности среды.

## Материалы и методы исследования

Исследования проводили на опытном участке и в лаборатории экспериментальной ботаники ботанического сада Оренбургского государственного университета.

По природно-климатическим условиям Оренбургская область относится к зоне сухих степей. Почвы опытного участка представлены черноземом обыкновенным среднегумусным среднемоющим тяжелосуглинистым. Влагообеспеченность почвы пониженная.

Образцы семян подсолнечника предварительно прокаливали и хранили в сухом герметичном контейнере при температуре окружающей среды до момента проведения исследований. Оценку дескриптивных показателей семян (длина, ширина,

толщина семени) провели с использованием электронного штангельциркуля ADA Mechanic 150 Pro. Индивидуальный вес семени и вес 1000 семян определили по ГОСТ 10842–89<sup>1</sup>.

Опыт по лабораторному проращиванию заложен по методике ГОСТ 12038–84<sup>2</sup>. Оценка посевных качеств проведена по ГОСТ Р 52325–2005<sup>3</sup>.

Оценку уровня грунтовой всхожести провели с формированием пяти пробных площадок, которые располагались на отдельных участках размером 5×5 м. При подготовке к посеву осуществляли механическую вспашку и боронование почвы. Посев производили ручной однорядной сеялкой с заделкой семян на глубину не более 5 см во третьей декаде мая с нормой высева 60 тыс./га.

После появления первых всходов количество новых проростков подсчитывали каждый день до того момента, когда их число на пробной площадке стало неизменным. Быстроту всходов и растянутость прорастания определяли согласно методическим указаниям<sup>4</sup>.

Оценку корреляционной зависимости между дескриптивными характеристиками семян провели с применением коэффициента корреляции Пирсона (уровень статистической значимости  $p < 0,05$ ).

Ввиду широкой вариативности экспериментальных данных по лабораторной и грунтовой всхожести и их зависимости от климатических параметров для статистической обработки результатов исследования использовали ранговый корреляционный анализ Спирмена (уровень статистической значимости  $p < 0,05$ ).

Математическую обработку данных провели с использованием программного обеспечения Statistica 10.0. Стандартная статистическая обработка, направленная на определение ошибки средней и коэффициента вариации  $C_v$ , проводилась с помощью программного обеспечения Microsoft Excel.

## Результаты исследования и обсуждение

В ходе исследования определили дескриптивные показатели семян подсолнечника (табл. 1). Все показатели имеют различную степень варьирования, однако уровень изменчивости их отличается. Наиболее стабильным параметром оказалась длина семени при среднем значении, равном  $13,12 \pm 1,2$  мм (табл. 1).

Средний уровень варьирования признака характерен для ширины и толщины семени при практически равных коэффициентах изменчивости — 10,14 и 10,66 % соответственно. Наиболее нестабильным показателем оказался индивидуальный вес семени, его вариация близка к высокому уровню и равна 18,18 %.

<sup>1</sup> ГОСТ 10842–89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. М. : Стандартинформ, 2009. 4 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М. : Стандартинформ, 2011. 11 с.

<sup>3</sup> ГОСТ Р 52325–2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. М. : Изд-во стандартов, 2005. 24 с.

<sup>4</sup> Фоканова А.М., Акманова И.М., Богданова К.А., Крутова А.Г. Методические указания по разработке способа прогнозирования полевой всхожести семян. М. : МСХ СССР, 1978. 31 с.

Таблица 1

**Параметры семян *Helianthus annuus* 'Посейдон 625'**

| Длина семени |                       |                 | Ширина семени |                   |           | Толщина семени |                   |           | Индивидуальный вес семени |                 |           |
|--------------|-----------------------|-----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|-------------------|-----------|---------------------------|-----------------|-----------|
| Lim*, мм     | $X \pm S_x^{**}$ , мм | $C_v^{***}$ , % | Lim, мм       | $X \pm S_x'$ , мм | $C_v$ , % | Lim, мм        | $X \pm S_x'$ , мм | $C_v$ , % | Lim, г                    | $X \pm S_x$ , г | $C_v$ , % |
| 11,1...15,9  | 13,12 ± 1,2           | 9,14            | 5,6...8,8     | 6,9 ± 0,7         | 10,14     | 3,8...5,6      | 3,75 ± 0,4        | 10,66     | 0,08...0,17               | 0,11 ± 0,02     | 18,18     |

Примечание.\*— крайние значения признака; \*\* — среднее значение и стандартное отклонение; \*\*\*— коэффициент вариации.

Table 1

**Parameters of 'Poseidon 625' *Helianthus annuus* seeds**

| Seed Length |                    |                 | Seed width |                   |           | Seed thickness |                   |           | Individual seed weight |                 |           |
|-------------|--------------------|-----------------|------------|-------------------|-----------|----------------|-------------------|-----------|------------------------|-----------------|-----------|
| Lim*, mm    | $X \pm S_x^*$ , mm | $C_v^{***}$ , % | Lim, mm    | $X \pm S_x'$ , mm | $C_v$ , % | Lim, mm        | $X \pm S_x'$ , mm | $C_v$ , % | Lim, g                 | $X \pm S_x$ , g | $C_v$ , % |
| 11.1...15.9 | 13.12 ± 1.2        | 9.14            | 5.6...8.8  | 6.9 ± 0.7         | 10.14     | 3.8...5.6      | 3.75 ± 0.4        | 10.66     | 0.08...0.17            | 0.11 ± 0.02     | 18.18     |

Note. \* — extreme values of the parameter, \*\* — average value and standard deviation, \*\*\* — coefficient of variation.

Масса 1000 семян высокая, в среднем равна 266,3 ± 3,7 г. Изменчивость данного признака показала минимальное значение при коэффициенте вариации, равном 1,38 %. Однако данный показатель не имеет ключевого значения, так как в условиях Оренбургской области не подлежит обязательному нормированию.

Для определения силы взаимосвязи измерений (распределение нормальное по критерию Шапиро — Уилка, связь между признаками линейная) нами использована такая статистическая мера, как корреляционный анализ Пирсона, статистическая значимость принята при  $p < 0,05$ . Анализ представленных данных корреляционной матрицы показывает, что вес семян определяется таким параметром, как длина семени. В данном случае положительная зависимость признака 1 отмечена и с индивидуальным весом, и весом 1000 семян ( $r = 0,802$ ;  $r = 0,997$ ). Обратная зависимость установлена между индивидуальным весом и толщиной семени ( $r = -0,901$ ). Последний показатель также проявляет отрицательную взаимосвязь с шириной семени ( $r = -0,802$ ) (табл. 2).

Таблица 2

**Корреляционная зависимость дескриптивных показателей семян *Helianthus annuus* 'Посейдон 625'**

| Параметры      | Длина семени | Ширина семени | Толщина семени | Индивидуальный вес семени | Вес 1000 семян |
|----------------|--------------|---------------|----------------|---------------------------|----------------|
| Длина семени   | 1            |               |                |                           |                |
| Ширина семени  | 0,115        | 1             |                |                           |                |
| Толщина семени | 0,465        | -0,826*       | 1              |                           |                |

Окончание табл. 2

| Параметры                 | Длина семени | Ширина семени | Толщина семени | Индивидуальный вес семени | Вес 1000 семян |
|---------------------------|--------------|---------------|----------------|---------------------------|----------------|
| Индивидуальный вес семени | 0,802        | 0,50          | -0,901         | 1                         |                |
| Вес 1000 семян            | 0,997        | 0,189         | 0,397          | 0,755                     | 1              |

Примечание. \* — цветом выделены статистически значимые величины.

Table 2

**Correlation dependence of descriptive indicators of 'Poseidon 625'  
*Helianthus annuus* seeds**

| Parameters             | Seed length | Seed width | Seed thickness | Individual seed weight | 1000 seed weight |
|------------------------|-------------|------------|----------------|------------------------|------------------|
| Seed length            | 1           |            |                |                        |                  |
| Seed width             | 0.115       | 1          |                |                        |                  |
| Seed thickness         | 0.465       | -0.826*    | 1              |                        |                  |
| Individual seed weight | 0.802       | 0.50       | -0.901         | 1                      |                  |
| 1000 seed weight       | 0.997       | 0.189      | 0.397          | 0.755                  | 1                |

Note. \* — statistically significant values are highlighted in color.

Для оценки всхожести семян выполнено лабораторное проращивание. Средний показатель лабораторной всхожести по повторностям опыта составляет  $88 \pm 3\%$  (табл. 3).

Таблица 3

**Оценка лабораторной всхожести семян *Helianthus annuus* 'Посейдон 625'**

| Лабораторная всхожесть, % |                      |                 | Энергия прорастания, % |                      |                 |
|---------------------------|----------------------|-----------------|------------------------|----------------------|-----------------|
| Lim*, %                   | $X \pm S_X^{**}$ , % | $C_V^{***}$ , % | Lim*, %                | $X \pm S_X^{**}$ , % | $C_V^{***}$ , % |
| 85...90                   | $88 \pm 2,7$         | 3,11            | 75...85                | $80 \pm 5,0$         | 6,3             |

Примечание. \* — крайние значения всхожести; \*\* — среднее значение и стандартное отклонение; \*\*\* — коэффициент вариации.

Table 3

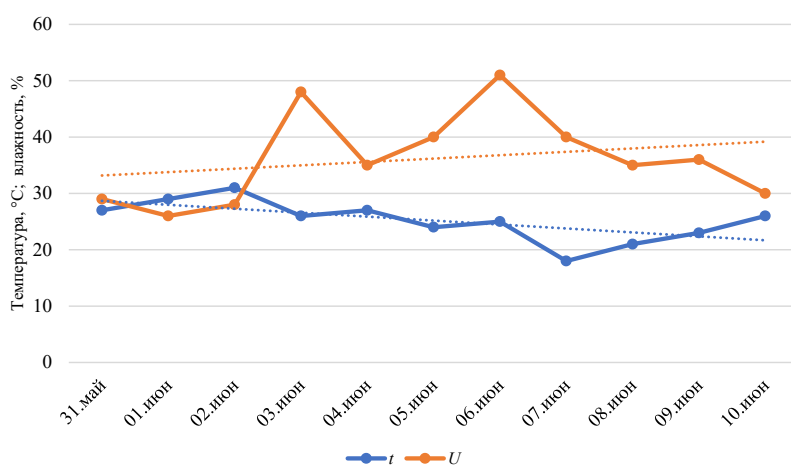
**Laboratory germination of 'Poseidon 625' *Helianthus annuus* seeds**

| Laboratory germination, % |                      |                 | Seed vigor, % |                      |                 |
|---------------------------|----------------------|-----------------|---------------|----------------------|-----------------|
| Lim*, %                   | $X \pm S_X^{**}$ , % | $C_V^{***}$ , % | Lim*, %       | $X \pm S_X^{**}$ , % | $C_V^{***}$ , % |
| 85...90                   | $88 \pm 2.7$         | 3.11            | 75...85       | $80 \pm 5.0$         | 6.3             |

Note. \* — extreme germination values, \*\* — average value and standard deviation, \*\*\* — coefficient of variation.

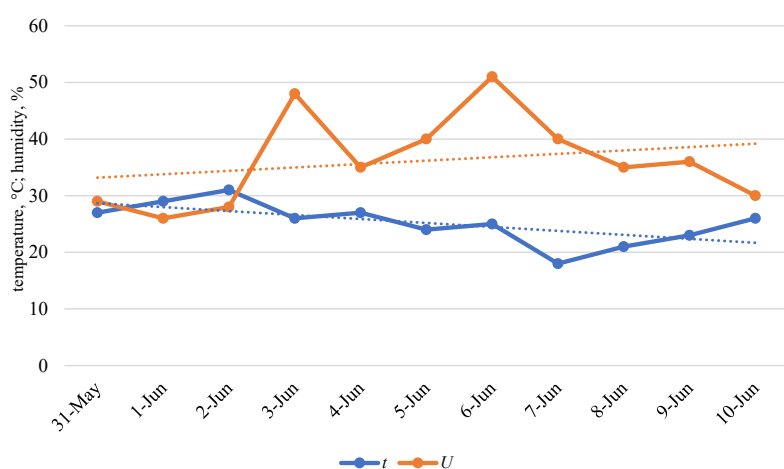
Отмечено, что всхожесть по пробам достаточно однородная, что подтверждается низким значением  $C_V$ , равным 3 %. Энергия прорастания достаточно высока и составляет  $80 \pm 5$  % также с низким показателем изменчивости по пробам ( $C_V = 6$  %). Результаты всхожести подтвердили высокое качество исследуемых семян.

Климатические параметры проанализированы на основе данных по температуре и влажности среды на момент прорастания семян подсолнечника при грунтовом посеве. Для каждого дня вывели среднее значение по пяти замерам температуры и влажности в течение суток и составили график (рисунок) их динамики по времени от грунтового посева семян до учета показателя полевой всхожести.



Динамика температуры  $t$  и влажности  $U$  в период «посев – всхожесть» семян подсолнечника

Источник: составлено Н.М. Назаровой, Д.Г. Федоровой, А.М. Гвоздиковой с использованием MS Excel



Dynamics of temperature  $t$  and humidity  $U$  during the “sowing – germination” stage of sunflower seeds

Source: created by N.M. Nazarova, D.G. Fedorova, A.M. Gvozdikova using MS Excel software



Средняя температура за период наблюдений составляла  $25 \pm 5$  °С с регистрацией температурных перепадов средней степени изменчивости ( $C_V = 18$  %). Влажность регистрировалась на уровне  $36 \pm 11$  % и варьировала в течении наблюдений значительно ( $C_V = 31$  %). Линии тренда на графиках позволяют констатировать факт увеличения влажности среды и снижения температуры атмосферного воздуха в период полевого опыта.

При высеве семян в открытый грунт первые всходы наблюдали уже спустя 3 дня после закладки опыта (табл. 4).

Таблица 4

Грунтовая всхожесть семян *Helianthus annuus* 'Посейдон 625'

| Повторность | Дата появления первых проростков | Полные проростки*, дата шт. | Полевая всхожесть, дата % | Быстрота всходов**, дни | Растянность прорастания***, дни |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1           | 2,06                             | <u>7.06</u><br>84           | <u>9.06</u><br>88         | 3                       | 7                               |
| 2           |                                  | <u>7.06</u><br>88           | <u>8.06</u><br>88         |                         | 6                               |
| 3           |                                  | <u>9.06</u><br>83           | <u>9.06</u><br>88         |                         | 7                               |
| 4           |                                  | <u>8.06</u><br>79           | <u>11.06</u><br>81        |                         | 9                               |
| 5           |                                  | <u>8.06</u><br>77           | <u>11.06</u><br>80        |                         | 9                               |

Примечание. \* — 75 % проростков; \*\* — количество дней от высева семян до появления первых проростков; \*\*\* — количество дней от первых до последних всходов проростков.

Table 4

Soil germination of 'Poseidon 625' *Helianthus annuus* seeds

| Replication | Date of appearance of first seedlings | Full seedlings*, date number | Field germination, date % | Speed of germination**, days | Length of germination***, days |
|-------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 1           | 2.06                                  | <u>7.06</u><br>84            | <u>9.06</u><br>88         | 3                            | 7                              |
| 2           |                                       | <u>7.06</u><br>88            | <u>8.06</u><br>88         |                              | 6                              |
| 3           |                                       | <u>9.06</u><br>83            | <u>9.06</u><br>88         |                              | 7                              |
| 4           |                                       | <u>8.06</u><br>79            | <u>11.06</u><br>81        |                              | 9                              |
| 5           |                                       | <u>8.06</u><br>77            | <u>11.06</u><br>80        |                              | 9                              |

Note.\* — 75 % of seedlings, \*\* — the number of days from sowing the seeds to the appearance of the first seedlings, \*\*\* — the number of days from the first to the last shoots of seedlings.

Всхожесть регистрировали на 11 сутки после посева, так как именно за этот срок появляются все проростки. Однако срок всхожести семян в пробах значительно варьирует ( $C_V = 14\%$ ). Полевая всхожесть также, как и лабораторная, слабо изменяется по пробам ( $C_V = 5\%$ ) и составляет в среднем  $85 \pm 4\%$ .

В большей степени варьирует величина растянутости прорастания семян подсолнечника по дням ( $C_V = 18\%$ ). В среднем от момента появления всходов до полной всхожести семян проходит  $8 \pm 1$  дней.

Так как сроки регистрации показателя полевой всхожести варьируют по пробам опыта, для более детального исследования мы регистрировали дату наступления 75%-й всхожести проростков (полные проростки). Полные проростки появляются на 9 сутки после высева семян в открытый грунт и обладают меньшей изменчивостью ( $C_V = 11\%$ ) по пробам, в отличие от полевой всхожести.

Для установления линейных связей между анализируемыми данными применен коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Установлена высокая корреляционная зависимость (при  $p < 0,05$ ) между энергией прорастания семян подсолнечника и их лабораторной всхожестью ( $0,9$ ;  $p\text{-level} = 0,01$ ). Обратно пропорциональная зависимость высокой степени значимости установлена между полными проростками и полевой всхожестью с растянутостью прорастания семян подсолнечника Посейдон 625 в условиях Оренбуржья по дням ( $-0,9$ ;  $p\text{-level} = 0,01$  и  $-0,8$ ;  $p\text{-level} = 0,05$  соответственно). Это позволяет доказать факт того, что прорастание семян значительно растягивается по времени. Уровень полевой всхожести зависит от величины полного прорастания семян ( $0,9$ ;  $p\text{-level} = 0,04$ ).

При установлении зависимости между дескриптивными показателями семян с климатическими факторами среды, установлена прямо пропорциональная связь средней степени значимости между динамикой температуры в период проведения наблюдений и регистрацией 75%-й полевой всхожести семян ( $0,8$ ;  $p\text{-level} = 0,1$ ). Также статистически значимым оказалось влияние температуры на растянутость появления всходов: увеличение температурного показателя значительно сокращает период растянутости всходов подсолнечника ( $0,8$ ;  $p\text{-level} = 0,1$ ). Влажность не является статистически значимым показателем, оказывающим хоть какое-то влияние на анализируемые параметры прорастания семян подсолнечника.

## Заключение

1. Среди проанализированных дескриптивных показателей семян *Helianthus annuus* 'Посейдон 625' наиболее инвариантными по пробам являются длина семени и масса 1000 семян ( $13,12 \pm 1,2$  мм и  $266,3 \pm 3,7$  г соответственно).

2. Методом параметрического корреляционного анализа Пирсона установлено, что вес семян *Helianthus annuus* 'Посейдон 625' определяется длиной семени (на уровне статистической значимости  $p < 0,5$ ).

3. Лабораторная всхожесть и энергия прорастания высокие — 88 и 80 % соответственно. Варьирование параметра лабораторной всхожести низкое ( $C_V$  до 3 %), что позволяет определить исследуемые семена как высококачественные.

4. Полевая всхожесть семян *Helianthus annuus* ‘Посейдон 625’ достаточно высокая — по вариантам опыта изменяется слабо ( $C_V = 5\%$ ) и в среднем находится на уровне 85 %.

5. Методом непараметрического статистического анализа установлена высокая зависимость (при  $p < 0,05$ ) между энергией прорастания семян *Helianthus annuus* ‘Посейдон 625’ и их лабораторной всхожестью. Полевая всхожесть определяется прорастанием 75 % семян, высеванных в конкретном варианте опыта.

6. Доказана зависимость средней степени значимости регистрации показателя 75 % полевой всхожести семян от температуры среды (0,8;  $p$ -level = 0,1). Также установлено, что увеличение температурного показателя на ранних этапах онтогенеза значительно сокращает период растянутости всходов *Helianthus annuus* ‘Посейдон 625’ (0,8;  $p$ -level = 0,1).

### Список литературы / References

1. Makarenko M, Usatov A, Tatarinova T, Azarin K, Kovalevich A, Gavrilova V, et al. The investigation of perennial sunflower species (*Helianthus* L.) mitochondrial genomes. *Genes*. 2020;11(9):982. doi: 10.3390/genes11090982
2. Buti M, Giordani T, Cattonaro F, Cossu RM, Pistelli L, Vukich M, et al. Temporal dynamics in the evolution of the sunflower genome as revealed by sequencing and annotation of three large genomic regions. *Theor Appl Genet*. 2011;123:779—791. doi: 10.1007/s00122-011-1626-4
3. Celus M, Salvia-Trujillo L, Kyomugasho C, Maes I, Van Loey AM, Grauwet T, et al. Structurally modified pectin for targeted lipid antioxidant capacity in linseed/sunflower oil-in-water emulsions. *Food Chem*. 2018;241:86—96. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.08.056
4. Zhang Y, Zhang WL. Analysis of changes and trends in world sunflower production and trade structure. *World Agric*. 2018;9:119—126.
5. Bushnev AS, Gridnev AK, Orekhov GI, Kurilova DA. Impact of agrotechnical methods on improvement of sowing qualities of F1 seeds of sunflower hybrid Fakel on hybridization plot (report I). *Oil Crops*. 2021;(3):19—28. (In Russ.). doi: 10.25230/2412-608X-2021-3-187-19-28  
Бушнев А.С., Гриднев А.К., Орехов Г.И., Курилова Д.А. Влияние агротехнических приемов на улучшение посевных качеств семян F<sub>1</sub> гибрида подсолнечника Факел на участке гибридизации (сообщение I) // Масличные культуры. 2021. № 3 (187). С. 19—28. doi: 10.25230/2412-608X-2021-3-187-19-28
6. Bushnev AS, Orekhov GI, Podlesny SP. Productivity potential of new domestic sunflower hybrids depending on growing conditions. *AgroForum*. 2020;(2):58—61. (In Russ.).  
Бушнев А.С., Орехов Г.И., Подлесный С.П. Потенциал продуктивности новых отечественных гибридов подсолнечника в зависимости от условий выращивания // АгроФорум. 2020. № 2. С. 58—61. EDN: KWCONC
7. Nonogaki H, Bassel GW, Bewley JD. Germination—still a mystery. *Plant Science*. 2010;179(6):574—581. doi: 10.1016/j.plantsci.2010.02.010
8. Wang L, Hu W, Zahoor R, Yang X, Wang Y, Zhou Z, et al. Cool temperature caused by late planting affects seed vigor via altering kernel biomass and antioxidant metabolism in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crop Res*. 2019;236:145—154. doi: 10.1016/j.fcr.2019.04.002
9. Rajjou L, Duval M, Gallardo K, Catusse J, Bally J, Job C, et al. Seed germination and vigor. *Annu Rev Plant Biol*. 2012;63:507—533. doi: 10.1146/annurev-arplant-042811-105550
10. Dang X, Thi TGT, Dong G, Wang H, Edzesi WM, Hong D. Genetic diversity and association mapping of seed vigor in rice (*Oryza sativa* L.). *Planta*. 2014;239:1309—1319. doi: 10.1007/s00425-014-2060-z

11. Chen M, Thelen JJ. The plastid isoform of triose phosphate isomerase is required for the postgerminative transition from heterotrophic to autotrophic growth in *Arabidopsis*. *The Plant Cell*. 2010;22(1):77–90. doi: 10.1105/tpc.109.071837

12. Huang Y, Cai S, Ruan X, Xu J, Cao D. CSN improves seed vigor of aged sunflower seeds by regulating the fatty acid, glycometabolism, and abscisic acid metabolism. *J Adv Res*. 2021;33:1–13. doi: 10.1016/j.jare.2021.01.019

13. Zamani S, Naderi MR, Soleymani A, Nasiri BM. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) biochemical properties and seed components affected by potassium fertilization under drought conditions. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2020;190:110017. doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.110017

14. Sher A, Arfat MY, Ul-Allah S, Sattar A, Ijaz M, Manaf A, et al. Conservation tillage improves productivity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under reduced irrigation on sandy loam soil. *PLoS One*. 2021;16(12): e0260673. doi: 10.1371/journal.pone.0260673

15. Oracz K, El-Maarouf-Bouteau H, Bogatek R, Corbineau F, Bailly C. Release of sunflower seed dormancy by cyanide: cross-talk with ethylene signalling pathway. *J Exp Bot*. 2008;59(8):2241–2251. doi: 10.1093/jxb/ern089

16. Ludanova EV, Malai NF, Shurupov VG. Plant density influence on productivity of sunflower. *Bulletin of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region. Natural Sciences*. 2015;(4):101–103. (In Russ.). doi: 10.18522/0321-3005-2015-4-101-103

Луданова Е.В., Малай Н.Ф., Шурупов В.Г. Влияние густоты стояния растений на продуктивность подсолнечника // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2015. № 4 (188). С. 101–103. EDN: VAYIDX

#### Об авторах:

Назарова Наталья Михайловна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научной группы Ботанического сада, Оренбургский государственный университет, Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13; e-mail: nazarova-1989@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-7449-0378 SPIN-код: 1242-9420

Федорова Дарья Геннадьевна — кандидат биологических наук, руководитель научной группы Ботанического сада, Оренбургский государственный университет, Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13; e-mail: daryaorlova24@rambler.ru

ORCID: 0000-0002-5323-4965 SPIN-код: 6805-9269

Гвоздикова Анастасия Михайловна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-образовательного центра «Биологические системы и нанотехнологии», Оренбургский государственный университет, Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13; e-mail: anastasiaporv@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-7981-7245 SPIN-код: 8099-9606

#### About the authors:

Nazarova Natalia Mikhailovna — Candidate of Biological Sciences, Senior researcher, Botanical Garden, Orenburg State University, 13 Pobedy ave., Orenburg, Orenburg region, 460018, Russian Federation; e-mail: nazarova-1989@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-7449-0378 SPIN-code: 1242-9420

Fedorova Daria Gennadievna — Candidate of Biological Sciences, head of the scientific group, Botanical Garden, Orenburg State University, 13 Pobedy ave., Orenburg, Orenburg region, 460018, Russian Federation; e-mail: daryaorlova24@rambler.ru

ORCID: 0000-0002-5323-4965 SPIN-code: 6805-9269

Gvozdikova Anastasia Mikhailovna — Candidate of Biological Sciences, Senior researcher, Scientific and Educational Center «Biological Systems and Nanotechnology», Orenburg State University, 13 Pobedy ave., Orenburg, Orenburg region, 460018, Russian Federation; e-mail: anastasiaporv@mail.ru

ORCID: 0000-0002-7981-7245 SPIN-code: 8099-9606