

## СЕЛЕКЦІЯ ТА НАСІННИЦТВО

УДК 633.179: 631. 53.01:631.559

DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.244433>

### Визначення якості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.)

В. А. Доронін\*, Ю. А. Кравченко, В. В. Дрига, В. В. Доронін, Г. С. Гончарук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, \*e-mail: [doronin1955@ukr.net](mailto:doronin1955@ukr.net)

**Мета.** Розробити спосіб визначення лабораторної схожості насіння, який забезпечував би зниження його біологічного стану спокою і, відповідно, – підвищення інтенсивності проростання. **Методи.** У дослідженнях використовували лабораторний, вимірювально-ваговий, математично-статистичний. **Результати.** З'ясовано, що охолодження насіння проса прутоподібного за температури 10 °С упродовж 7 діб в середньому за три роки не призводило до зниження енергії проростання та схожості порівняно з його охолодженням упродовж 14 діб, ці показники були майже однаковими і становили відповідно – 74 і 76 % та 73 і 75 %. Не спостерігалось значних відхилень з енергії проростання і схожості насіння і за роками досліджень залежно від терміну його охолодження. Виробнича перевірка розробленого способу, проведена в акредитованій контрольно-вимірювальній лабораторії органу сертифікації, підтвердила отримані результати в лабораторних умовах Інституту. **Висновки.** Пророщування насіння за удосконаленим способом, коли проводять попереднє охолодження упродовж 7, а не 14 діб та підрахунок схожого насіння на 15-ту, а не на 20-ту добу, забезпечило скорочення терміну визначення схожості на 13 діб без зниження якості аналізу. Масу 1000 насінин доцільно визначати одним з трьох способів, але найточнішим є третій спосіб – підрахування насіння в 10 повтореннях.

**Ключові слова:** енергія проростання; схожість; охолодження насіння; температура пророщування; стан спокою.

#### Вступ

Однією з найперспективніших багаторічних злакових рослин для виробництва біопалива є просо прутоподібне – свічграс (*Panicum virgatum* L.). Розмножувати цю культуру можна насінням і кореневищем, але найсприятливішим способом – насінням [1,2]. Характерною особливістю насіння є великий біологічний стан спокою, що призводить до отримання нерівномірних, зріджених сходів в польових умовах і, відповідно, – до зниження продуктивності культури. Низька схожість насіння, яка зумовлена великим станом спокою, є одним з головних стримуючих факторів широкого впровадження проса прутоподібного у виробництво. Враховуючи цю біологічну особливість насіння, чинні методи визначення його схожості не можуть бути використані для оцінки інтенсивності проростання насіння проса прутоподібного, оскільки не забезпечать отримання об'єктивних показників з його якості.

Над розробкою способів визначення якості насіння сільськогосподарських культур працювали М. Кіндрок, О. Слюсаренко; В. Гечу; В. Маласай та ін. (сільськогосподарські культури) [3], А. Мусієнко, В. Кузнечикова, О. Кобко, К. Бідуля (цукрові буряки) [4], В. А. Доронін, Ю. А. Кравченко та ін. (цукрові буряки) [5]. Однак ці методи не можна використовувати для визначення якості насіння проса прутоподібного, якому притаманний тривалий стан спокою. Порушити біологічний стан спокою можна різними способами, але всі

вони ґрунтуються на створенні стресових умов в період проростання насіння або до початку його проростання. Одним з таких чинників є температурний режим в період пророщування насіння, що було нами використано для розробки способу визначення його схожості. За результатами досліджень 2013–2015 рр. в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків був розроблений спосіб визначення схожості насіння проса прутоподібного (свічграсу) [6], яким передбачалося охолодження насіння (температурний стрес) проса прутоподібного проводити упродовж 14 діб, а підрахунок схожості – на 20-ту добу, що значно збільшувало термін визначення схожості та його вартості. Тому виникла необхідність удосконалення цього способу з метою зменшення терміну визначення схожості насіння без зниження якості аналізу.

**Мета досліджень** – розробити спосіб визначення лабораторної схожості насіння, який забезпечував би зниження його біологічного стану спокою і, відповідно, – підвищення інтенсивності проростання.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в лабораторії насіннізнавства та насінництва буряків, зернових та біоенергетичних культур Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків упродовж 2018–2020 рр. У досліджах використане насіння після первинної очистки. Насіння пророщували в термостаті за постійної температури  $20 \pm 2$  °С, за попереднього його охолодження при температурі 10 °С упродовж 7 та 14 діб (температурний стрес). Облік енергії проростання проводили на 10-ту добу, схожості – на 15-ту. Масу 1000 насінин визначали двома способами: у двох повтореннях по 500 насінин та 10-ти повтореннях по 100 насінин. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного аналізу за методом Фішера [7] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від StatSoft [8].

### Результати досліджень

Раніше проведеними дослідженнями виявлено, що температура пророщування мала значний вплив на зниження стану спокою насіння проса прутоподібного, що забезпечило підвищення інтенсивності його проростання. Так, навіть охолодження насіння упродовж чотирьох діб забезпечило підвищення інтенсивності його проростання на сьому добу після сівби на 15 % ( $\text{НІР}_{0,05} = 4,1$  %), а на 15-ту добу – на 19% ( $\text{НІР}_{0,05} = 5,5$  %), порівняно з контролем. Найвищі показники схожості отримані за охолодження насіння упродовж 14 діб [9]. На підставі цих результатів був розроблений спосіб визначення схожості насіння проса прутоподібного, яким передбачено пророщування насіння за постійної температури 20 °С з попереднім охолодженням його на вологому субстраті упродовж 14 діб за температури 10 °С. Схожість насіння підраховувати на 20-ту добу за температури пророщування 20 °С. За такого способу зниження стану біологічного спокою насіння та визначення схожості на 20-ту добу результат якості можна отримати через 34 доби – це занадто довго. Тому виникла потреба додаткового дослідження з охолодженням насіння проса прутоподібного (свічграсу) упродовж 7, а не 14 діб з метою скорочення терміну визначення схожості – удосконалення існуючого способу.

З'ясовано, що охолодження насіння проса прутоподібного за температури 10 °С упродовж 7 діб в середньому за три роки не призводило до зниження енергії проростання та схожості порівняно з його охолодженням упродовж 14 діб, ці показники були майже однаковими (рис.).

## СЕЛЕКЦІЯ ТА НАСІННИЦТВО

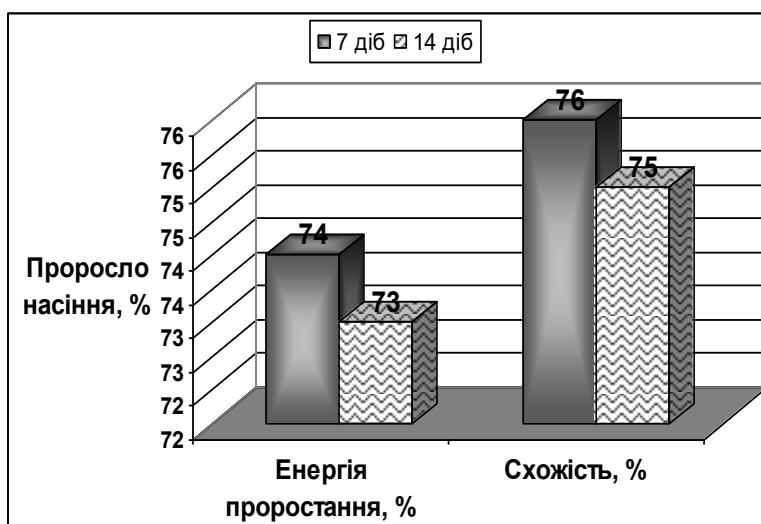


Рис. Якість насіння залежно від терміну його охолодження (середнє за 2018–2020 рр.)

Не спостерігалося значних відхилень з енергії проростання і схожості насіння і за роками досліджень залежно від терміну його охолодження (табл.).

Таблиця

Якість насіння проса прутіподібного залежно від терміну його охолодження (середнє за 2018–2020 рр.)

Рік досліджень	Варіант – термін охолодження, діб	Енергія проростання, %	Схожість, %
2018	7	76	77
	14	75	77
НІР <sub>0,05</sub>		3,0	2,6
2019	7	69	71
	14	66	69
НІР <sub>0,05</sub>		5,4	4,3
2020	7	77	79
	14	78	80
НІР <sub>0,05</sub>	–	1,4	1,5

Згідно удосконаленого способу визначення енергії проростання та схожості насіння, охолодження висіяного на вологому субстраті насіння витримують у охолоджувальному термостаті за температури повітря 10 °С протягом 7 діб. Період попереднього охолодження не входить у термін визначення схожості. Через 7 діб попереднього охолодження насіння поміщають у нагрівальний термостат для його пророщування, яке проводять за постійної температури 20 ± 2 °С. Облік енергії проростання проводять на 10-ту добу, схожості – на 15-ту. День закладки насіння на пророщування і день обліку пророслого насіння вважають за одну добу.

Пророщування насіння за удосконалим способом, коли попереднє охолодження проводять упродовж 7, а не 14 діб та підрахунок схожого насіння проводять на 15-ту, а не на 20-ту добу, забезпечило скорочення терміну визначення схожості на 13 діб без зниження якості аналізу. Розроблений спосіб захищено патентом № 143580 «Спосіб визначення лабораторної схожості насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.)».

Виробнича перевірка розробленого способу, проведена в акредитованій контрольно-вимірjuвальній лабораторії органу сертифікації ТОВ «АГРОСЕРТ» (м. Київ) в квітні 2021 р., підтвердила отримані результати в лабораторних умовах Інституту. За попереднього охолодження насіння упродовж 7 діб енергія проростання і лабораторна схожість його були такими ж як і за охолодження упродовж 14 діб і становили відповідно – 70 та 72%.

Не менш важливим показником якості насіння є маса 1000 насінин, за яким розраховують норму висіву насіння. У проса прутіподібного насіння дуже дрібне. За масою 1000 насінин його розділяють на три групи: з малою масою до 1,5 г; середньою масою – 1,5–1,8 г та великою масою – понад 1,8 г [10].

Масу 1000 насінин можна визначати одним з трьох методів:

**Перший метод** – підрахування насіння в повній робочій пробі. Насіння основної культури кондиційної вологості зважують з точністю до однієї сотої грама і рахують його кількість за допомогою лічильника насіння чи вручну. Оскільки насіння проса прутіподібного дуже дрібне, цей спосіб трудомісткий і тому практично не використовується.

**Другий метод** – підрахування насіння у двох повтореннях. З робочої проби насіння основної культури кондиційної вологості за допомогою лічильника або вручну відраховують дві повторності по 500 насінин і зважують їх з точністю до однієї сотої грама, якщо різниця між двома зважуваннями не перевищує 5 %, результати зважувань двох проб (по 500 насінин в кожній) підсумовують – це і буде фактичне значення показника маси 1000 насінин. Якщо в робочій пробі немає 1000 насінин основної культури, використовують насіння основної культури другої робочої проби або відбирають від середньої проби додаткову робочу пробу.

**Третій метод** – підрахування насіння в 10 повтореннях. Із робочої проби насіння основної культури кондиційної вологості за допомогою лічильника або вручну відраховують десять повторень по 100 насінин кожна і зважують їх з точністю до однієї сотої грама. Масу 1000 насінин визначають як суму всіх результатів зважування, округлену до десятої долі грама. Крім того, проводять математичне оброблення результатів, для чого за формулою обчислюють варіансу:

$$\text{Варіанса} = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

де  $x$  – маса кожної повторності в грамах;

$n$  – кількість повторень;

$\Sigma$  – сума.

Після цього обчислюють стандартне відхилення за формулою:

$$\text{Стандартне відхилення (S)} = \sqrt{\text{варіанса}}$$

$$\text{Коефіцієнт варіації} = \frac{S}{x_{\text{сер}}} * 100$$

де  $S$  – стандартне відхилення;

$x_{\text{сер}}$  – середня маса 100 насінин, г

#### Математичне аналізування (зразок)

Маса 100 насінин за повтореннями становить 0,128; 0,129; 0,125; 0,122; 0,127; 0,122; 0,126; 0,125; 0,131 і 0,123 г. Сума визначень дорівнює 1,26 г, кількість повторень  $n = 10$ ; сума квадратів всіх значень  $\sum x^2 = 0,158338$ ; квадрат суми  $(\sum x)^2 = 1,58256$ . Варіанса дорівнює 0,00001; стандартне відхилення  $S = 0,003$ , середнє арифметичне  $x_2 = 0,1258$ ; коефіцієнт варіації 2,38. Отже, результат визначення 1,26 г приймають за масу 1000 насінин.

Порівняно з двома вищезгаданими методами цей – найточніший, його можна використовувати для перевіряння точності перших двох способів або ж, за необхідності, для арбітражного визначення показника.

#### Висновки

Пророщування насіння за удосконаленим способом, коли попереднє охолодження проводять упродовж 7, а не 14 діб та підрахунок схожого насіння проводять на 15-ту, а не на 20-ту добу, забезпечило скорочення терміну визначення схожості на 13 діб без зниження якості аналізу.

Масу 1000 насінин доцільно визначати одним з трьох способів, але найточнішим є третій спосіб – підрахування насіння в 10 повтореннях.

**Використана література**

1. Elbersen H. W., Christian D. G., El Bassen N. W. et al. Switchgrass variety choice in Europe. *Asp. Appl. Biol.* 2001. Vol. 65. P. 21–28.
2. Beaty E. R., Engel J. L., Powell J. D. Tiller development and growth in switchgrass. *Journal of Range Management.* 1978. Vol. 31. P. 361–365.
3. ДСТУ 4138-2002. Методи визначення якості. Насіння сільськогосподарських культур. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
4. ДСТУ 2292-93. Методи визначення схожості, одноростковості та доброякісності. Насіння цукрових буряків. Київ : Держстандарт України, 1995. 11 с.
5. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Бусол М. В., Доронін В. В., Бойко І. І. Удосконалення методу визначення схожості насіння цукрових буряків. *Цукрові буряки.* 2014. № 6. С. 16–17.
6. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Бусол М. В., Доронін В. В., Мандровська С. М., Гончарук Г. С. Визначення схожості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L. Київ : ІБКиЦБ НААН, 2015. 10 с.
7. Fisher R. A. *Statistical methods for research workers.* New Delhi : Cosmo Publ., 2006. 354 p.
8. Сайт компанії StatSoft, розробчика програми Statistica 6.0: <http://www.statsoft.ru/>
9. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Бусол М. В., Доронін В. В., Мандровська С. М. Визначення енергії проростання та схожості насіння свічграсу. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* 2015. № 1. С. 64–68.
10. Рожко І. І., Дьомін Д. Г., Кулик М. І. Вивчення сортів проса прутоподібного вітчизняної та зарубіжної селекції за продуктивністю та схожістю насіння. *Генетика та селекція сільськогосподарських рослин – від молекули до сорту: матеріали II інтернет-конференції молодих учених (м. Київ, 30 серпня 2018 р.).* Київ, 2018. С. 23.

**References**

1. Elbersen, H. W., Christian, D. G., El-Bassem, N., Bacher, W., Sauerbeck, G., Alexopoulou, E., ... Parker, S. R. (2001). Switchgrass variety choice in Europe. *Asp. Appl. Biol.*, 65, 21–28.
2. Beaty, E. R., Engel, J. L., & Powell, J. D. (1978). Tiller Development and Growth in Switchgrass. *Journal of Range Management*, 31, 361–365.
3. DSTU 4138-2002. *Metody vyznachennia yakosti. Nasinnia silskohospodarskykh kultur* [DSTU 4138-2002. Methods for determining quality. Seeds of agricultural crops]. (2003). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian]
4. DSTU 2292-93. *Metody vyznachennia skhozhosti, odnorostkovosti ta dobroiakisnosti. Nasinnia tsukrovykh buriakiv* [DSTU 2292-93. Methods for determining similarity, uniformity and good quality. Sugar beet seeds]. (1995). Kyiv: Derzhstandart Ukrainy. [in Ukrainian]
5. Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Busol, M. V., Doronin, V. V., & Boiko, I. I. (2014). Improving the method of determining the germination of sugar beet seeds. *Tsukrovi buriaky* [Sugar Beet], 6, 16–17. [in Ukrainian]
6. Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Busol, M. V., Doronin, V. V., Mandrovska, S. M., & Honcharuk, H. S. (2015). *Vyznachennia skhozhosti nasinnia prosa prutopodibnoho (svichhrasu) Panicum virgatum L.* [Determination of germination of seeds of *Panicum virgatum* L.]. Kyiv: IBKiTsB NAAN. [in Ukrainian]
7. Fisher, R. A. (2006). *Statistical methods for research workers.* New Delhi: Cosmo Publ.
9. Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Busol, M. V., Doronin, V. V., & Mandrovska, S. M. (2015). Determination of switchgrass sprouting energy and seed germination. *Vіsник Umans'kogo NUS* [Bulletin of Uman NUH], 1, 64–68. [in Ukrainian]
10. Rozhko, I. I., Domin, D. H., & Kulyk, M. I. (2018 August). Study of rod millet varieties of domestic and foreign selection by seed productivity and germination. In *Henetyka ta selektsiia silskohospodarskykh roslyn – vid molekuly do sortu: materialy II internet-konferentsii molodykh uchenykh* [Genetics and selection of agricultural plants – from molecule to variety: materials of the II Internet conference of young scientists] (p. 23). Kyiv: N. p. [in Ukrainian]

UDC 633.179: 631. 53.01:631.559

**Doronin, V. A.\***, Kravchenko, Yu. A., Dryha, V. V., Doronin, V. V., & Honcharuk, H. S. (2021). Determination of swithgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds quality. *Naukovì pracì Institutu bioenergetičnih kul'tur ta cukrovih burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 29, 113–118. [in Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, \*e-mail: doronin1955@ukr.net*

**Purpose.** Developing a method for determination of the laboratory seed germination that could reduce the biological dormancy period and, accordingly, increase the intensity of germination. **Methods.** Laboratory, measuring and weighing, mathematical and statistical. **Results.** Cooling switchgrass seeds at a temperature of 10°C for 7 days on average for three years did not lead to a decrease in germination energy and germination compared to cooling for 14 days. These indexes were almost the same and amounted to 74 and 76%, 73 and 75%, respectively. There were no significant deviations in germination energy and seed germination over the years of research as affected by duration of the cool period. The production test of the developed method, carried out in the accredited control and measuring laboratory, confirmed the obtained in the laboratory results. **Conclusions.** Seed germination by an improved method, when pre-cooling is carried out for 7 instead of 14 days and counting of germinated seeds on 15<sup>th</sup> day instead of 20<sup>th</sup>, has reduced the time to determine germination by 13 days without reducing the quality of analysis. It is advisable to determine the 1000-seed weight in one of three ways, but the most accurate is the third way, i.e. counting the seeds in 10 repetitions.

**Keywords:** germination energy; germination; seed cooling; germination temperature; dormancy.

*Надійшла / Received 15.10.2021*

*Погоджено до друку / Accepted 29.11.2021*

УДК 633.63.631.52

DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.244452>

## Генетичний контроль урожайності гібридів цукрових буряків, отриманих на основі діалельних схрещувань

**М. О. Корнєєва**

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail: mira31@ukr.net*

**Мета.** Визначити комбінаційну здатність ліній-запилювачів та виявити генетичний контроль ознаки врожайності у міжлінійних діалельних гібридів цукрових буряків. **Методи.** Вихідний матеріал був гомозиготним в результаті самозапилення. Комбінаційну здатність і генетичний контроль кількісних ознак визначали на основі моделі В. І. Науман. **Результати.** На основі генетичного аналізу лінії-запилювачі цукрових буряків виявили генетичний контроль врожайності у діалельних гібридів цукрових, який здійснюється 14 генами (або групами генів). Відібрані лінії з високою загальною комбінаційною здатністю (BZ 1 і BZ 4), які характеризувалися значним адитивним ефектом генів. Виявлені ефекти специфічної комбінаційної здатності, які значно вплинули на урожайність гетерозисних гібридів. Їх частка впливу становила відповідно 36,4 та 23,8 %. Відібрані високопродуктивні гібридні комбінації батьківських форм, які передано для їх розмноження і тестування на екологічну пластичність. **Висновки.** На основі моделі В. І. Науман для діалельних гібридів встановлено генетичний контроль ознаки урожайності. Визначено вплив комбінаційної здатності запилювачів цукрових буряків та відібрано кращі батьківські пари. За ефектами специфічної