

УДК 633.179: 631.53.01:631.559

СТРАТИФІКАЦІЯ

ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ СХОЖОСТІ НАСІННЯ

ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО (*PANICUM VIRGATUM L.*)

ДРИГА В.В.,

канд. с.-г. наук

(e-mail: vikadrynika@mail.ru).

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, 03110, м. Київ, вул. Клінічна, 25.

Постановка проблеми. Сьогодні перед людством стоїть важливе питання: раціональне використання запасів палива та зменшення впливу парникових газів на навколишнє середовище. Вчені розраховували, що обмеження змін клімату й утримання його на безпечному рівні, за якого можна уникнути небезпеки для існування екосистем, у XXI столітті слід використовувати лише чверть обсягу викопного палива, яке нині вважається економічно вигідним для споживання [1]. Недостатня забезпеченість нашої країни традиційними власними енергоносіями зобов'язує не лише економно їх використовувати, а й шукати нові альтернативні джерела енергії. В Україні екологічно чиста біоенергія складає всього 3% [2]. Вагомою альтернативою традиційному пальному на сьогодні є біопаливо [3]. Ґрунтово-кліматичні умови України сприятливі для вирощування біоенергетичних культур і вона має великий потенціал створення стабільного ринку енергетичних культур та використання їх сировини для виробництва біопалива [4]. Перспективними видами біоенергетики є використання біомаси рослинного походження — фітоенергетика [5]. Практичний інтерес для виготовлення біопалива з фітомаси представляє багаторічна злакова культура — просо прутоподібне, якому властиві відносно висока врожайність, низька потреба у воді та підживленні, надійна продуктивність у широкому географічному ареалі, зменшена ерозія ґрунту, поглинання вуглецю та покращення середовища існування дикої природи [6]. Розмножується культура переважно насінням, яке характеризується великим станом спокою, що призводить до низької польової схожості та отримання нерівномірних сходів. Це є головним стримуючим фактором широкого впровадження проса прутоподібного у виробництво. Тому розробка способів зниження біологічного стану спокою насіння та підвищення його схо-

жості є актуальним і має теоретичне та практичне значення, що й було метою досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стан органічного спокою притаманний цілому ряду культур: насінню салату, яке перебуваючи у вимушеному спокої, за сприятливих умов проростає вже на 3–5 день, а за глибокого органічного спокою не проростає навіть за сприятливих умов [7], залежно від видового складу злакових багаторічних трав тривалість спокою насіння становить: у костриці тонколистої — 120–158 діб, пирію середнього — 79–85 діб, стоколосу прибережного — 58–90 діб, житняка гребінчастого — 63–117 діб та регнерії шорсткостеблової — 84–113 діб [8], насінню видів роду *Vitex* характерний глибокий фізіологічний спокій із подвійним механізмом гальмування його проростання. Подвійний механізм гальмування проростання насіння є особливий недорозвинутий стан зародка та знижена газопроникність насінневої оболонки [9]. У багатьох видів рослин насіння відразу після його дозрівання не здатне до проростання, наприклад у зернових культур, оскільки знаходиться в стані глибокого спокою.

Стан спокою в рослин буває тривалим (глибоким) і вимушеним. За глибо-

кого стану спокою насіння або бруньки на продуктивних органах не проростають навіть за сприятливих умов. Вимушеним стан спокою буває тоді, коли насіння й бруньки здатні проростати, але для цього немає відповідних умов — низькі температури, нестача води, повітря [10]. Вихід насіння зі стану спокою можливий за впливу широкого спектру ендогенних та екзогенних чинників. Серед екзогенних чинників важливе місце посідають температурний, водний і світловий режими [11], серед ендогенних — фітогормональна система, що регулює метаболізм і сигналінг при переході насіння зі стану спокою до проростання [12–14]. Фітогормони контролюють і координують поділ, ріст та диференціації клітин а також приймають участь у регуляції процесів спокою та проростання насіння [14, 15].

Стан спокою можна порушити різними способами, але більшість із них ґрунтується на створенні стресових умов у період проростання насіння або ж до початку його проростання: низькими або перемінними температурами, дією світла або темноти; дією різних екологічних факторів; після дозрівання зародку [16, 17]. За даними Г. Сельє [18], стрес — це сукупність усіх неспецифічних змін, які відбуваються

Таблиця 1.

Якість насіння проса прутоподібного залежно від умов його пророщування (середнє з 3 дослідів, 2019-2020 рр.)

Варіант		Енергія проростання, %	Схожість, %
умови пророщування (фактор А)	сорт (фактор В)		
За температури 20 °С	Форесбург	72	74
	Аламо	67	74
	Кейв-ін-Рок	64	67
	Морозко	83	85
Середнє		72	75
Попереднє охолодження упродовж 7 діб за температури 10 °С з пророщуванням за температури 20 °С	Форесбург	78	79
	Аламо	74	75
	Кейв-ін-Рок	72	74
	Морозко	88	88
Середнє		77	79
НІР0,05 заг.		2,3	2,5
НІР0,05 охолодження		1,1	1,2
НІР0,05 сорт		1,6	1,7

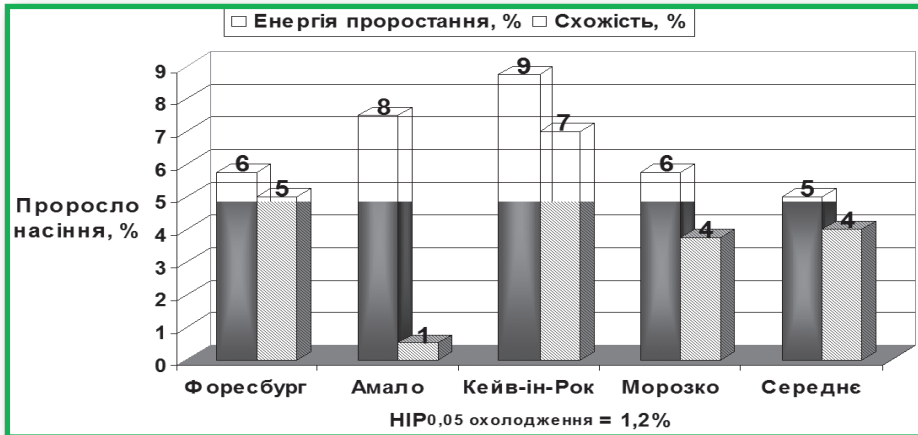


Рис. 1. Приріст енергії проростання та схожості залежно від стратифікації й сортових особливостей

в організмі за впливу на нього різних чинників. Одним зі способів зниження біологічного стану спокою насіння і, відповідно, підвищення його енергії проростання і схожості є застосування стратифікації — штучного створення періоду природного зимового спокою, умов низької температури та підвищеної вологості. Перебування насіння в таких умовах певний період за подальшого пророщування його в теплих умовах сприяє зменшенню стану його спокою й підвищенню схожості.

Метою досліджень було дослідити вплив стратифікації насіння на його енергію проростання та схожість залежно від сортових особливостей пророщування в термостаті за температури 20 °С.

Матеріали та методика досліджень. Програмою досліджень передбачено вивчення впливу стратифікації насіння на його енергію проростання та схожість залежно від сортових особливостей. Дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цу-

крових буряків НААН в 2019–2020 рр. З метою визначення реакції різних генотипів на стратифікацію — дію пониженої температури на схожість насіння був проведений дослід із насінням чотирьох сортів. різних груп стиглості: сорти американського походження: Форесбург (Forestburg) — ранній, Кейв-ін-рок (Cave-in-rock) — середньопізній, Аламо (Alamo) — пізній та українського походження Морозко — середньопізній, яке було вирощене в умовах Ялтушківської ДСС.

Стратифікацію проводили шляхом висіву насіння на вологий субстрат (папір), охолодження його за температури 10 °С протягом 7 діб, після чого пророщування в термостаті за температури 20 °С. Період попереднього охолодження не входив у термін визначення схожості. Підрахунки пророслого насіння проводили лише при його пророщування за постійної температури 20 °С на 10 (енергія проростання) та 150С (схожість) добу згідно з методи-

кою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків [19]. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного аналізу за методом Фішера [20] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від StatSoft [21].

Результати досліджень. З'ясовано, що стратифікація — охолодження насіння впродовж 7 діб за температури 10 °С і пророщуванням його за температури 20 °С забезпечило достовірне підвищення енергії проростання й схожості насіння всіх сортів, що вивчали. У середньому по сортах енергія проростання збільшилася на 5%, а схожість — на 4% (табл. 1).

Стратифікація насіння по різному впливала на його якість залежно від сортових особливостей, при цьому не спостерігалось закономірних змін його якості залежно від груп стиглості сортів пророщування. Найвищі показники якості (85–88%) як за пророщування без охолодження насіння, так і з його охолодженням отримано в середньопізнього сорту українського походження Морозко, найнижчі — в середньопізнього сорту американського походження Кейв-ін-рок (67–74%).

Схожість насіння раннього сорту Форесбург та пізнього Аламо були на рівні 74–79%. Виявлено, що між енергією проростання та схожістю до стратифікації й після її проведення є тісна кореляція, коефіцієнт кореляції становить, відповідно — 0,99 та 0,93. Тобто, енергія проростання та схожість насіння достовірно підвищилися в усіх сортах після стратифікації й цей захід передпосівної підготовки насіння більше впливав на енергію проростання (рис. 1).

Найбільший приріст енергії проростання отримано за стратифікації насіння сортів Кейв-ін-рок (9%) та Аламо (8%), приріст енергії проростання сортів Форесбург та Морозко був однаковим і становив 6%. Схожість насіння також достовірно підвищувалася в усіх сортах, але приріст цього показника був меншим, а в сорту Аламо він становив лише 1%.

Аналіз факторів, які впливали на якість насіння, показав, що вплив стратифікації на енергію проростання становив 20%, а на схожість 10% (рис. 2).

Найбільше впливали на якість насіння сортові особливості: на енергію проростання він становив 77%, на схожість — 82%.

Висновки. Стратифікація насіння — попереднє його охолодження у вологому ложі за пониженої температури 10 °С упродовж 7 діб і подальше пророщування за постійної температури 20 °С — забезпечило зниження біологічного стану спокою насіння та

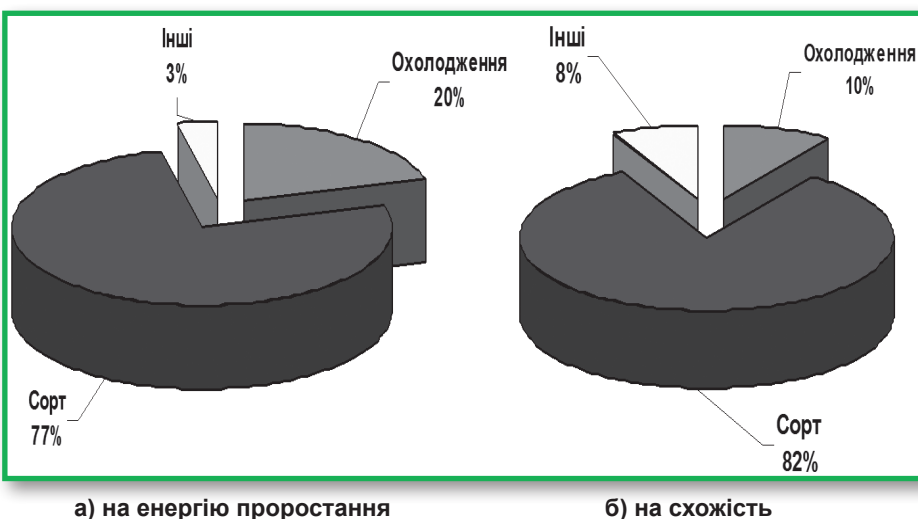


Рис. 2. Вплив факторів на якість насіння

підвищення енергії проростання на 5%, схожості — на 4%. Цей захід передпосівної підготовки насіння більше впливав на енергію проростання, ніж на схожість, частка впливу становила 20%. Але цей спосіб зниження стану спокою

не забезпечує повного вирішення зниження біологічного стану спокою насіння. За даними Shen ZX, Parrish DJ, Wolf DD, Welbaum DE [22], стратифікацію насіння неможливо застосувати у виробничих умовах, оскільки вологе

насіння для механічного висіву необхідно підсушувати до силучого стану, а після його висушування ефект зниження стану втрачається й попередньо охолоджене насіння повертається до стану спокою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про Єдиний митний тариф» № 2097-XII від 05.02.1992р. URL: www.rada.gov.ua.
2. Пояснювальна записка до Закону України про зменшення споживання природного газу стосовно котлів на біомасі та інших видах місцевого палива. URL: http://www.journal.esco.co.ua/2006_2/art123.htm.
3. Сінченко В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С. Перспективи технології виробництва біопалива. Біоенергетика № 2(4). Київ. 2014. С. 13.
4. Курило В. Л., Роїк М. В., Ганженко О. М. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. Біоенергетика. 2013. № 1. С. 5–10.
5. Талавиря М. П., Барановська О. Д., Добрівська М. В. та ін. Розвиток та застосування різних видів біоенергетики: [Монографія]. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2012. 180 с.
6. Switchgrass — practical issues in developing a fuel crop Yogendra N. Shastrі, Alan C. Hansen, Luis F. Rodriguez and K. C. Ting Address: Energy Biosciences Institute and Department of Agricultural and Biological Engineering, 1206 W. Gregory Drive, 1119 IGB, Urbana, IL 61801, USA
7. Лещук Н. В., Шлак Л. А. Вплив стану спокою насіння салату (*Lactuca sativa* L.) на зміни його анатомічної будови і хімічного складу. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2005. № 2. С. 21–27.
8. Бугайов В. В. Особливості проростання та зберігання насіння малопоширених видів злакових багаторічних трав. автореф. дис. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.05. «Селекція і насінництво» / Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Київ, 2015. 19 с.
9. Левчик Н. Я. Природа глибокого спокою насіння представників роду *Vitex* L. Та практичний досвід його подолання. Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2013. Том 11. С. 58–67.
10. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Біологічні основи овочівництва. Київ: Арістей, 2005. 350 с.
11. Николаева М. Г. Лянгузова И. В., Поздова Л. М. Биология семян. СПб: НИИ химии СПбГУ, 1999. 232 с.
12. Bewley, J.D. & Black, M. (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination*. Berlin: Springer doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1002-8>
13. Liu, A., Gao, F., Kanno, Y., Jordan, M., Kamiya, Y., Seo, M. & Ayele, B. (2013). Regulation of wheat seed dormancy by after-ripening is mediated by specific transcriptional switches that induce changes in seed hormone metabolism and signaling. *PLoS One*, 8, e56570. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056570>.
14. Shu, K., Liu, X., Xie, Q. & He, Z. (2016). Two Faces of One Seed: Hormonal Regulation of Dormancy and Germination. *Mol. Plant.*, 69, pp. 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2015.08.010>
15. Graeber, K., Nakabayashi, K., Miatton, E., Leubner-Metzger, G. & Soppe, W. (2012). Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant Cell Environ.*, 35 (10), pp. 1769–1786. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2012.02542.x>
16. Биология семян и семеноводство [перевод с польского Г. Н. Мирошниченко]. М.: Колос, 1976. 415 с.
17. *Vy'ology' ya semyan y' semenovodstvo* [perevod s pol'skogo G. N. My' roshny' chenko]. М.: Kolos, 1976. 415 с.
18. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. Москва: Медгиз, 1960. 254 с.
19. 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. (Методичні рекомендації) — К., ІБКІЦ НААН. 2015. 10 с.
20. Fisher R. A. *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.
21. Сайт компанії StatSoft, розробочка программи Statistica 6.0: <http://www.statsoft.ru/>.
22. Shen ZX, Parrish DJ, Wolf DD, Welbaum DE. Stratification in switchgrass seeds is reversed and hastened by drying. *Crop Sci* 2001;41(5):1546e51.

АНОТАЦІЯ

УДК 633.179: 631. 53.01:631.559

Стратифікація як спосіб підвищення схожості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.)

Дрига В. В., канд. с.-х. наук; e-mail: vikadrynika@mail.ru

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, (Київ, Україна)

У статті наведено результати досліджень із впливу стратифікації насіння на його енергію проростання та схожість залежно від сортових особливостей із метою зниження біологічного стану спокою насіння та значне підвищення схожості. **Методи.** Лабораторний, вимірювально-ваговий, математично-статистичний. **Результати.** Визначення реакції різних генотипів на стратифікацію — дію пониженої температури на схожість насіння проводили з насінням чотирьох сортів, різних груп стиглості: сорти американського походження Форесбург (Forestburg) — ранній, Кейв-ін-рок (Cave-in-rock) — середньопізній, Аламо (Alamo) — пізній та українського походження Морозко — середньопізній. З'ясовано, що стратифікація — охолодження насіння впродовж 7 днів за температури 10 °С і пророщуванням його за температури 20 °С — забезпечила достовірне підвищення енергії проростання та схожості насіння всіх сортів, що вивчали. В середньому по сортах енергія проростання збільшилася на 5%, а схожість — на 4%. Стратифікація насіння по різному впливала на його якість залежно від сортових особливостей, при цьому не зазначено закономірних змін його якості залежно від груп стиглості проса прутоподібного. Виявлено, що стратифікація більше впливала на енергію проростання, частка впливу становила 20%. **Висновки.** З'ясовано, що стратифікація забезпечила достовірне підвищення енергії проростання й схожості насіння всіх сортів, що вивчали. В середньому по сортах енергія проростання збільшилася на 5%, а схожість — на 4%. Проте цей захід не забезпечує повного вирішення зниження біологічного стану спокою насіння.

Ключові слова: стратифікація, стан спокою, якість насіння, енергія проростання, схожість.

ABSTRACT

UDC633.179: 631. 53.01:631.559

Stratification as a way to increase the germination of switchgrass seeds (*Panicum virgatum* L.)

Dryga V. V., candidate of agricultural sciences

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine; 25 Klinichna Str., Kyiv, 03141, Ukraine

Introduction. There is a practical interest in biofuels production from biomass of perennial cereal grasses such as switchgrass, which is characterized by relatively high yields, low water and fertilization demand, reliable productivity in a wide geographical area, reduced soil erosion, carbon sequestration and improved wildlife habitat. The crop is propagated mainly by seeds, which is characterized by a long dormancy period, which leads to low field germination and uneven germination. **Methods.** Laboratory, visual, measuring and weighing, mathematical and statistical. **Results.** The main restraining factor in switchgrass widespread introduction into production and one of the ways to reduce the biological state of rest is stratification. Therefore, the aim of the research was to investigate the influence of seed stratification on the seed vigour and germination depending on the switchgrass varietal characteristics. The article presents the results of research on the seed stratification influence on its vigor and germination depending on varietal characteristics in order to reduce the biological dormancy of seeds and significantly increase germination. Determination of the response of different genotypes to stratification, the effect of low temperature on seed germination was carried out using seeds of four varieties of different groups of maturity: American origin varieties Foresburg — early, Cave-in-rock — mid-late, Alamo — late and Ukrainian origin Morozko — mid-late. Stratification, i.e. cooling seeds for 7 days at a temperature of 10°C and germination at a temperature of 20°C provided a significant increase in seed vigour and seed germination of all studied varieties. On average, the germination energy increased by 5% and germination by 4%. Seeds stratification differently affected seeds quality depending on varietal characteristics, while no natural changes in the seed quality by maturity groups were observed. It was found that stratification had a greater impact on germination energy, with the share of impact being 20%. **Conclusions.** Stratification provided a significant increase in seed vigour and germination in all studied varieties. On average, seed vigour increased by 5% and germination by 4%. But this measure does not provide a complete solution to reduce the biological state of seed dormancy.

Keywords: stratification, dormancy, seed quality, seed vigor, germination.