

Насіннева продуктивність проса прутіподібного залежно від сортових особливостей

В. В. Дрига¹, В. А. Доронін^{1*}, Ю. А. Кравченко¹, В. В. Доронін¹, А. І. Бойко²

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, *e-mail: doronin1955@ukr.net

²Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Установити особливості формування врожаю та якості насіння проса прутіподібного залежно від сортових особливостей. **Методи.** Лабораторний, польовий, вимірально-ваговий, математично-статистичний. **Результати.** Установлено, що продуктивність досліджуваних сортозразків проса прутіподібного залежала від групи стиглості. Достовірно вищу врожайність насіння забезпечили середньопізній сортозразок 'Кейв-ін-рок' – 0,137 т/га, ранньостиглий 'Форестбур' – 0,128 т/га та середньоранній 'Небраска' – 0,124 т/га, урожайність інших сортозразків була значно нижчою. Найнижчу врожайність насіння забезпечили дуже ранній сортозразок 'Дакота' та пізній 'Картадж' і дуже пізній 'Канлоу'. З'ясовано, що найвищі показники якості насіння – енергії проростання і схожості мало насіння сортозразків дуже раннього 'Дакота', відповідно – 50 та 52 %, та середньораннього 'Самбурст' – 50 і 53 %. Енергія проростання і схожість насіння ранньостиглого сортозразку 'Форестбур', середньораннього 'Небраска' та середньопізнього 'Кейв-ін-рок' була на рівні відповідно 30–34 та 32–35 %, залежно від сортових особливостей не виявлено істотної різниці. Значно нижча якість насіння отримано в середньопізніх сортозразків, а найнижча – у дуже пізнього. Аналізуючи якість насіння за роками досліджень з'ясовано, що його схожість залежала від суми ефективних температур у період вегетації. Достовірно найвища схожість всіх сортів – 47 % була у 2018-му вегетаційному році, що зумовлено сумою ефективних температур понад 3539 °С. Вегетаційні періоди 2019 та 2020 рр. були менш сприятливими, ніж 2018 р., але значно сприятливішими, ніж 2021-й. **Висновки.** Продуктивність проса прутіподібного – урожайність насіння, його енергія проростання та схожість залежали від груп стиглості сортів та погодних умов вирощування – суми ефективних температур. З'ясовано, що чим більша сума ефективних температур, тим вища схожість насіння. Найвищу схожість всіх сортів, яка становила 47 %, отримано за суми ефективних температур понад 3539 °С. Між схожістю насіння і сумою ефективних температур виявлено сильну кореляцію ($r = 0,96$).

Ключові слова: сортозразок; група стиглості; урожайність насіння; енергія проростання; схожість.

Вступ

Вагомою альтернативою традиційним викопним енергоресурсам – газу, нафті та вугіллю є створення відновлюваних джерел енергії. Серед останніх, енергія з біомаси відіграє найважливішу роль у шляхах зберігання енергії [1], передусім це стосується палива з біомаси [2, 3]. Для нашої держави біопаливо сьогодні є суттєвою альтернативою традиційним енергоресурсам [4]. Враховуючи, що ґрунтово-кліматичні умови в Україні сприятливі для вирощування біоенергетичних культур і вона має для них достатньо великий потенціал земельних ресурсів, є можливість створення ринку енергетичних культур та використання їх сировини для виготовлення біопалива [5].

Біоенергетичні культури – це переважно рослини типів C_3 та C_4 [6]. До яких належать швидкорослі дерева – тополі, різні види верби, багаторічні та однорічні трав'янисті рослини, як-от сорго, міскантус, цукровий очерет, амарант, свічграс (просо лозове), гірчак

гострокінцевий, гібридний тютюн, горець сахалінський, румекс, мальва пенсильванська [7]. Для виробництва біопалива із фітомаси практичний інтерес становляють буряки цукрові, сорго цукрове, просо прутоподібне (свічграс), міскантус [8] та деревні рослини – верба та тополя [9]. Перевагами біоенергетичних культур є можливість їх вирощування на низькопродуктивних землях, непридатних для традиційних сільськогосподарських культур, вони відновлюють непродуктивні землі, зупиняють ерозію ґрунтів, використання їх для виробництва біопалива сприяє зменшенню використання викопних видів палива – газу і вугілля [10, 11].

Серед різноманіття багаторічних рослин для виробництва біопалива в Україні перспективною рослиною є просо прутоподібне, або свічграс (*Panicum virgatum* L.). Сьогодні проводяться дослідження з ефективності його використання для виготовлення біопалива [12–14], вивчення елементів технології, що забезпечують високу врожайність біомаси [15–17], біологічні особливості будови рослин [18], а також розробляння методів визначення якості насіння [19] і підвищення його схожості за післязбиральної підготовки [20, 21].

Широке впровадження культури у виробництво неможливе без наявності якісного насіння, оскільки просо прутоподібне (свічграс) розмножується насінням і кореневищем [22, 23], а також прискореним способом клонального мікророзмноження [24]. Насіння характеризується великим станом спокою, причиною якого може бути понижена активність зародка або різні властивості його оболонки покриву [25, 26]. У науковій літературі мало інформації щодо особливостей формування врожаю та якості насіння як за його вирощування, так і за передпосівної підготовки, що й було завданням наших досліджень.

Мета досліджень – установити особливості формування врожаю та якості насіння проса прутоподібного залежно від сортових особливостей.

Матеріали та методика досліджень

Програмою досліджень було передбачено вивчення закономірностей формування врожайності та якості насіння проса прутоподібного сортозразків залежно від різних груп їх стиглості. Лабораторні досліди проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, польові – в умовах нестійкого зволоження Західного Лісостепу України Ялтушківської дослідно-селекційної станції впродовж 2018–2023 рр. Дослідження проводили із сортозразками проса прутоподібного різних груп стиглості – дуже раннього ('Дакота'), раннього ('Форестбур'), середньораннього ('Небраска', 'Самбурст'), середньопізнього ('Кейв-ін-рок', 'Аламо'), пізнього ('Картадж') і дуже пізнього ('Канлоу').

Урожайність насіння визначали зважуванням на пробних закріплених ділянках, якість насіння – енергію проростання та схожість – за методикою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН [27].

Достовірність експериментальних результатів обраховували дисперсійним і кореляційним методами за Фішером [28] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 та використанням методичних рекомендацій [29].

Ґрунти дослідних ділянок – малопродуктивні, сірі опідзолені слабкозмиті з низьким вмістом гумусу (1,56 %). Вміст рухомих форм фосфору (за Чириковим) становить 170 мг/кг, обмінного калію – 132 мг/кг, азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 59 мг/кг ґрунту. Щільність ґрунту – 1,25 г/см³. Гідролітична кислотність – 2,7 мг-екв на 100 г ґрунту, рН – 5,1. У метровому шарі ґрунту вміст продуктивної вологи становить 110 мм.

У роки проведення досліджень погодні умови були наближеними до оптимальних за співвідношенням кількості опадів та активних температур повітря за вегетаційний період і були сприятливими для формування врожаю і якості насіння.

Результати досліджень

Установлено, що продуктивність проса прутоподібного – урожайність насіння, його енергія проростання та схожість – залежали від груп стиглості сортів (табл. 1). Достовірно вищу врожайність насіння забезпечили середньопізній сортозразок 'Кейв-ін-рок' – 0,137 т/га,

ранньостиглий 'Форестбур' – 0,128 т/га та середньоранній 'Небраска' – 0,124 т/га, урожайність інших сортозразків була значно нижчою. Найнижчу урожайність насіння забезпечили дуже ранній сортозразок 'Дакота' та пізній 'Картадж' і дуже пізній 'Канлоу'.

Аналізуючи якість насіння з'ясовано, що найвищі показники – енергії проростання і схожості мало насіння сортозразків дуже раннього 'Дакота', відповідно – 50 та 52 % та середньораннього 'Самбурст' – 50 і 53 %. Енергія проростання і схожість насіння ранньостиглого сортозразку 'Форестбур', середньораннього 'Небраска' та середньопізнього 'Кейв-ін-рок' була на рівні, відповідно – 30–34 та 32–35 %, залежно від сортових особливостей не виявлено істотної різниці. Значно нижча якість насіння отримано в середньопізніх сортозразків, а найнижча – у дуже пізнього.

Таблиця 1

Насіннева продуктивність сортозразків проса прутоподібного залежно від сортових особливостей (середнє за 2020–2023 рр.)

| Варіант | | Урожайність насіння, т/га | Енергія проростання, % | Схожість, % |
|---|-----------------|---------------------------|------------------------|-------------|
| сортозразок | група стиглості | | | |
| 'Дакота' | дуже ранній | 0,085 | 50 | 52 |
| 'Форестбур' | ранньостиглий | 0,128 | 30 | 32 |
| 'Небраска' | середньоранній | 0,124 | 34 | 34 |
| 'Самбурст' | середньоранній | 0,119 | 50 | 53 |
| 'Кейв-ін-рок' | середньопізній | 0,137 | 33 | 35 |
| 'Аламо' | середньопізній | 0,112 | 26 | 31 |
| 'Картадж' | пізній | 0,097 | 19 | 23 |
| 'Канлоу' | дуже пізній | 0,090 | 6 | 6 |
| НІР _{0,05} заг. | | 0,007 | 8,0 | 7,9 |
| НІР _{0,05} сорт, група стиглості | | 0,005 | 4,3 | 4,1 |

Дослідженнями L. E. Moser та K. P. Vogel [30] виявлено, що основними факторами, які визначають територію адаптації сорту до навколишнього середовища, є довжина світлового дня, вологість повітря та ґрунту – кількість опадів. В умовах Західного Лісостепу сортозразки середньопізньої, пізньої та дуже пізньої груп стиглості не дозрівають, що призводить до значного зниження якості насіння – схожості. Тому для отримання якісного насіння сортозразків цих груп стиглості насінництво їх доцільно концентрувати в інших агрокліматичних зонах, де будуть створені сприятливі умови для проходження всіх фенологічних фаз росту й розвитку рослин.

Найбільшим вплив на врожайність насіння був фактору «сорт» – 63,0 %, взаємодія факторів «рік урожаю × сорт» – 21,1 %, а умов вирощування – меншим і становив 15,1 % (рис. 1).

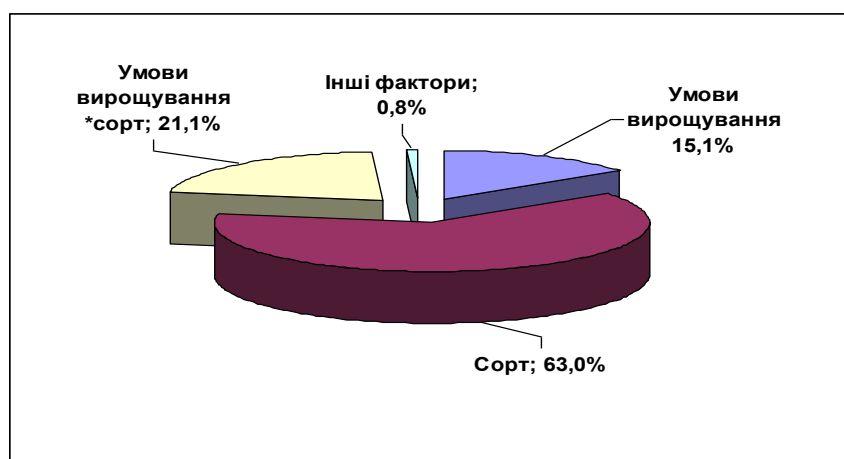


Рис. 1. Вплив факторів на врожайність насіння (середнє за 2020–2023 рр.)

РОСЛИННИЦТВО

Аналізуючи якість насіння за роками досліджень з'ясовано, що його схожість залежала від суми ефективних температур у період вегетації (рис. 2).

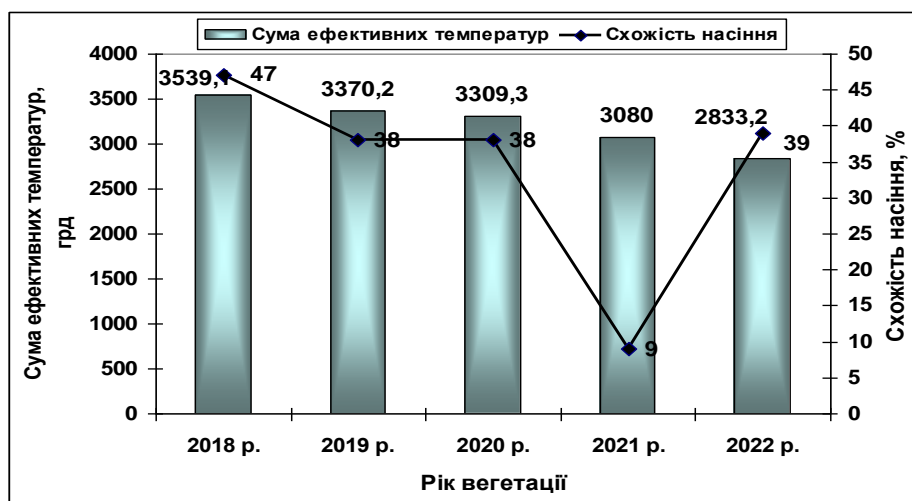


Рис. 2. Схожість насіння залежно від суми ефективних температур за вегетаційний період (2018–2023 рр.)

Достовірно найвищу схожість усіх сортів були у 2018-му вегетаційному році, яка становила 47 %, за найбільшої суми ефективних температур понад 3500 °С.

Веgetаційні періоди 2019 та 2020 років були менш сприятливими, ніж 2018-й, але значно сприятливішими, ніж 2021 р. Сума ефективних температур в ці роки сягала понад 3300 °С, що сприяло формуванню якісного насіння проса прутіподібного всіх сортів, схожість яких у середньому становила 38 %. Найнижчу схожість насіння всіх сортів отримано у 2021 р., що зумовлено як сумою ефективних температур упродовж вегетації, так і погодними умовами в період формування насіння – температурним режимом та вологістю ґрунту.

Ефективність взаємодії цих показників визначається гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) і коли він дорівнює одиниці або наближеним до одиниці, то період вважається сприятливим для росту й розвитку рослин. В усі роки досліджень за вегетаційний період ГТК був наближеним до одиниці (табл. 2).

Таблиця 2

Гідротермічний коефіцієнт за роки проведення досліджень

| Місяць | Роки проведення досліджень | | | | | |
|--------------|----------------------------|------|------|------|------|------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Травень | 0,3 | 4,5 | 2,1 | 1,2 | 0,6 | 0,3 |
| Червень | 1,6 | 1,0 | 1,4 | 0,7 | 0,4 | 1,6 |
| Липень | 1,3 | 0,6 | 0,3 | 0,9 | 0,5 | 1,1 |
| Серпень | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 1,5 | 0,6 | 0,4 |
| Вересень | 0,8 | 0,6 | 1,0 | 0,7 | 2,6 | 0,4 |
| Жовтень | 1,2 | 0,3 | 3,8 | 0,0 | 0,6 | 2,3 |
| За вегетацію | 0,9 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,9 |

У 2021 р. ГТК за вегетацію становив одиницю, але якість насіння була найменша за всі роки досліджень. Аналіз погодних умов за фазами росту і розвитку рослин показав, що в міжфазний період формування насіння ГТК був 1,5, тобто цей період був занадто зволеним, що вплинуло на істотне зменшення схожості насіння, яка становила 9 %, щодо насіння сортів пізньостиглих і дуже пізніх, то воно зовсім не проросло. В інші роки досліджень міжфазний період формування насіння проходив в засушливих умовах, що забезпечило формування якісного насіння. Адже, за даними Caddel J. L. та ін. [31], якщо

міжфазний період формування та дозрівання насіння (серпень і вересень) проса прутіподібного проходить у суху погоду, то формується якісне насіння.

На основі експериментальних даних з'ясовано, що між схожістю насіння і сумою ефективних температур існують сильна кореляція, яка зображено у вигляді графіків на рисунку 2. Розташування точок на діаграмах показує, що схожість насіння підвищується зі збільшенням суми ефективних температур.

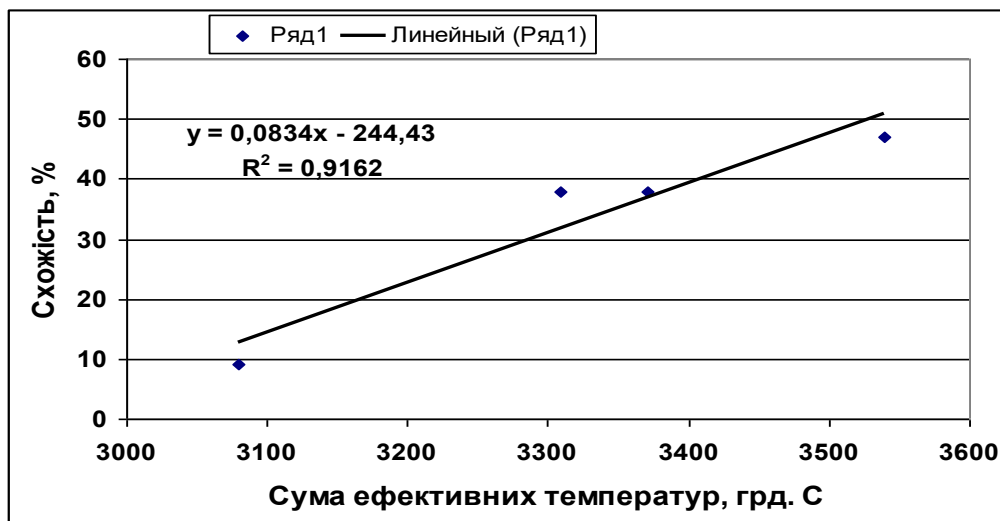


Рис. 2. Залежність схожості насіння проса прутіподібного від суми ефективних температур

Залежність між вказаними величинами є лінійною, кореляція сильна, коефіцієнт кореляції між сумою ефективних температур та схожістю становить 0,96. Побудовані рівняння регресії, що описують цю залежність: для схожості $y = 0,0834x - 244,43$, величина достовірності апроксимації становить 0,92.

На якість насіння – енергію проростання та схожість вплив фактору «умови року» у період вегетації був найбільшим і становив 37,3–37,6 % (рис. 3). Вплив фактору «сорт», був меншим і становив на енергію проростання 33,8 %, схожість – 34,0 %.

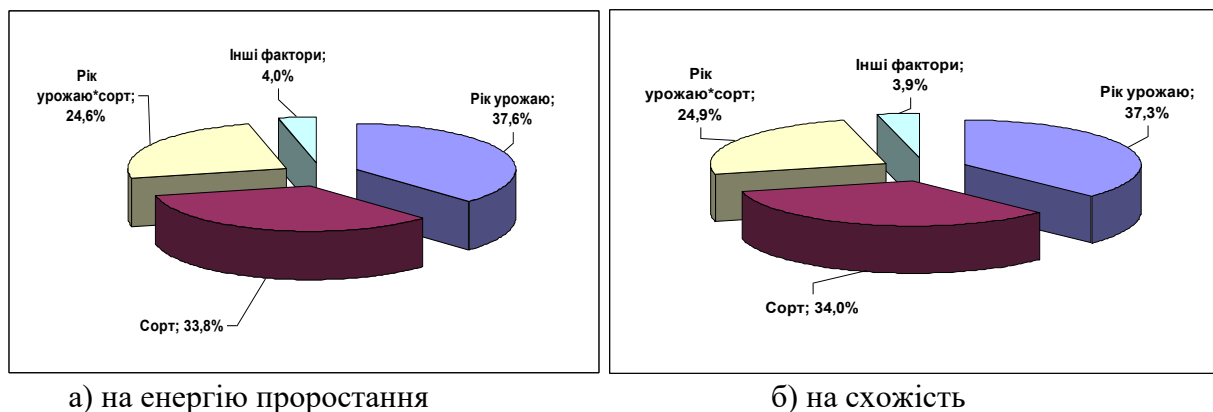


Рис. 3. Вплив факторів на якість насіння проса прутіподібного

Висновки

Продуктивність проса прутіподібного – урожайність насіння, його енергія проростання та схожість залежали від груп стиглості сортів та погодних умов вирощування – суми ефективних температур. З'ясовано, що чим більша суми ефективних температур, тим вища схожість насіння. Найвищу схожість всіх сортів, яка становила 47 %, отримано за суми ефективних температур понад 3539 °С. Між схожістю насіння і сумою ефективних температур виявлено сильну кореляція ($r = 0,96$).

Використана література

1. Wang M., Dewil R., Maniatis K. et al. Biomass-derived aviation fuels: Challenges and perspective. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2019. Vol. 74. P. 31–49. doi: 10.1016/j.peccs.2019.04.004
2. Robinius M., Otto A., Heuser P. et al. Linking the power and transport sectors – Part 1: The principle of sector coupling. *Energies*. 2017. Vol. 10, Iss. 7. Article 956. doi: 10.3390/en10070956
3. Caspeta L., Buijs N. A. A., Nielsen J. The role of biofuels in the future energy supply. *Energy & Environmental Science*. 2013. Vol. 6, Iss. 4. P. 1077–1082. doi: 10.1039/C3EE24403B
4. Сінченко В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С. Перспективи технології виробництва біопалива. *Біоенергетика*. 2014. № 2. С. 13.
5. Курило В. Л., Роїк М. В., Ганженко О. М. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. *Біоенергетика*. 2013. № 1. С. 5–10.
6. Calabrò P. S., Catalán E., Folino A. et al. Effect of three pretreatment techniques on the chemical composition and on the methane yields of *Opuntia ficus-indica* (prickly pear) biomass. *Waste Management & Research*. 2018. Vol. 36, Iss. 1. P. 17–29. doi: 10.1177/0734242X17741193
7. Яценко А. С., Балюк А. В., Єсіпов О. В. Світчграсс як енергоємка сировина для виробництва біопалива. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ»*. Харків, 2020. С. 54–55.
8. Можарівська І. А. Технологія вирощування малопоширених енергетичних культур для виробництва різних видів біопалива. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. С. 85–89.
9. Фучило Я. Д., Сбитна М. В., Фучило О. Я., Літвін В. М. Досвід та перспективи вирощування тополі (*Populus sp.l.*) в південному степу України. *Наукові праці Лісової академії наук України*. 2009. Вип. 7. С. 66–69.
10. Vogel K. P., Brejda J. J., Walters D. T., Buxton D. R. Switchgrass biomass production in the Midwest USA: Harvest and nitrogen management. *Agronomy Journal*. 2002. Vol. 94, Iss. 3. P. 413–420. doi: 10.2134/agronj2002.0413
11. Роїк М. В., Ягольник О. Г. Агропромислові енергетичні плантації – майбутнє України. *Біоенергетика*. 2015. № 2. С. 4–7.
12. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я. та ін. Роль і місце фітоенергетики у паливно-енергетичному комплексі України. *Цукрові буряки*. 2011. № 1. С. 6–7.
13. Мандровська С. М. Світчграсс (*Panicum virgatum* L.) – перспективний інтродуцент для виробництва біопалива в Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. С. 82–84.
14. Кулик М. І. Вплив умов вирощування на врожайність фітомаси світчграсу (*Panicum virgatum* L.) другого року вегетації. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 2. С. 30–35.
15. Мандровська С. М., Балан В. М. Продуктивність проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від норми висіву та сортових особливостей. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 44–49.
16. Кулик М. І., Сиплова Н. О. Рівень врожайності проса прутоподібного залежно від сорту та строку збирання. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 107. С. 93–100. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.12
17. Гументик М. Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутоподібного «*Panicum virgatum* L.». *Біоенергетика*. 2014. № 1. С. 29–32.
18. Щербакова Т. О., Рахметов Д. Б. Особливості будови пагонів проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах інтродукції в Правобережному Лісостепу та Поліссі України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Т. 13, № 1. С. 85–88. doi: 10.21498/2518-1017.13.1.2017.97334
19. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Дрига В. В. та ін. Визначення якості насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2021. Вип. 29. С. 113–118. doi: 10.47414/np.29.2021.244433

20. Дрига В. В. Якість насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від режиму його скарифікації. *Агробіологія*. 2020. Вип. 1. С. 35–41. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-35-41
21. Дрига В. В., Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Доронін В. В. Підготовка насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) для сівби. *Передгірне та гірське землеробство та тваринництво*. 2022. Вип. 71(2). С. 112–125. doi: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-8
22. Elbersen H. W., Christian D. G., El Bassen N. et al. Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology*. 2001. Vol. 65. P. 21–28.
23. Beaty E. R., Engel J. L., Powell J. D. Tiller development and growth in switchgrass. *Journal of Range Management*. 1978. Vol. 31, Iss. 5. P. 361–365. doi: 10.2307/3897360
24. Патент 85560 Україна, МКИ А01Н 4/00. Спосіб прискороного відтворення свічграсу / Войтовська В. І., Мандровська С. М. (Україна). u201306037, Заяв. 16.05.2013; Опубл. 25.11.2013; Бюл. 22.
25. Adkins S. W., Bellairs S. M., Loch D. S. Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica*. 2002. Vol. 126, Iss. 1. P. 13–20. doi: 10.1023/A:1019623706427
26. Li M., Han J., Wang Y. et al. Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the Caryopsis in zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.). *Seed Science and Technology*. 2010. Vol. 38, Iss. 2. P. 320–331. doi: 10.15258/sst.2010.38.2.05
27. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Бусол М. В. та ін. Визначення схожості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L. (методичні рекомендації). Київ, 2015. 10 с.
28. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. New Delhi : Cosmo Publications, 2006. 354 p.
29. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 55 с.
30. Moser L. E., Vogel K. P. Switchgrass, Big Bluestem, and Indiangrass. *An introduction to grassland agriculture* / R. F. Barnes, D. A. Miller, C. J. Nelson (Eds.). 5th ed. Ames, IA : Iowa University Press, 1995. Vol. 1. P. 409–420.
31. Caddel J. L., Kakani G., Porter D. R. et al. Switchgrass Production Guide for Oklahoma. Stillwater, OK : Oklahoma Cooperative Extension Service, 2002. P. 28–30.

References

1. Wang, M., Dewil, Raf., Maniatis, K., Wheeldon, J., Tan, T., Baeyens, J., & Fang, Y. (2019). Biomass-derived aviation fuels: Challenges and perspective. *Progress in Energy and Combustion Science*, 74, 31–49. doi: 10.1016/j.pecs.2019.04.004
2. Robinius, M., Otto, A., Heuser, P., Welder, L., Syranidis, K., Ryberg, D., Grube, T., Markewitz, P., Peters, R., & Stolten, D. (2017). Linking the power and transport sectors – Part 1: The principle of sector coupling. *Energies*, 10(7), Article 956. doi: 10.3390/en10070956
3. Caspeta, L., Buijs, N. A. A., & Nielsen, J. (2013). The role of biofuels in the future energy supply. *Energy & Environmental Science*, 6(4), 1077–1082. doi: 10.1039/C3EE24403B
4. Sinchenko, V. M., Humentyk, M. Ya., & Bondar, V. S. (2014). Prospects of biofuel production technology. *Bioenergy*, 2, 13. [In Ukrainian]
5. Kurylo, V. L., Roik, M. V., & Hanzhenko, O. M. (2013). Bioenergy in Ukraine: state and prospects for development. *Bioenergy*, 1, 5–10. [In Ukrainian]
6. Calabrò, P., Catalán, E., Folino, A., Sánchez, A., & Komilis, D. (2017). Effect of three pretreatment techniques on the chemical composition and on the methane yields of *Opuntia ficus-indica* (prickly pear) biomass. *Waste Management & Research*, 36(1), 17–29. doi: 10.1177/0734242X17741193
7. Yatsenko, A. S., Baliuk, A. V., & Yesipov, O. V. (2020). Switchgrass as an energy-intensive raw material for biofuel production. In *Materials of the international scientific and practical conference “Youth and technical progress in APV”* (pp. 54–55). Kharkiv. [In Ukrainian]
8. Mozharivska, I. A. (2013). Technology of cultivation of rare energy crops for the production of various types of biofuel. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 19, 85–89. [In Ukrainian]

9. Fuchylo, Ya. D., Sbytna, M. V., Fuchylo, O. Ya., & Litvin, V. M. (2009). Experience and prospects of growing poplar (*Populus* sp.l.) in the southern steppe of Ukraine. *Scientific works of the Forest Academy of Sciences of Ukraine*, 7, 66–69. [In Ukrainian]
10. Vogel, K. P., Brejda, J. J., Walters, D. T., & Buxton, D. R. (2002). Switchgrass biomass production in the Midwest USA: Harvest and nitrogen management. *Agronomy Journal*, 94(3), 413–420. doi: 10.2134/agronj2002.0413
11. Roik, M. V., & Yagolnyk, O. H. (2015). Agro-industrial energy plantations – the future of Ukraine. *Bioenergy*, 2, 4–7. [In Ukrainian]
12. Roik, M. V., Kurylo, V. L., & Humentyk, M. Ya. (2011). The role and place of phytoenergy in the fuel and energy complex of Ukraine. *Sugar Beet*, 1, 6–7. [In Ukrainian]
13. Mandrovska, S. M. (2013). Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) is a promising introducer for biofuel production in the Forest Steppe of Ukraine. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 19, 82–84. [In Ukrainian]
14. Kulyk, M. I. (2013). The influence of growing conditions on the yield of phytomass of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) in the second year of vegetation. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 30–35. [In Ukrainian]
15. Mandrovska, S. M., & Balan, V. M. (2015). Productivity of millet (*Panicum virgatum* L.) depending on the rate of sowing and varietal characteristics. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 23, 44–49. [In Ukrainian]
16. Kulyk, M. I., & Siplova, N. O. (2019). The yield level of rod-shaped millet depending on the variety and harvesting period. *Taurian Scientific Bulletin*, 107, 93–100. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.12
17. Humentyk, M. Ya. (2014). Agrotechnical methods of growing millet “*Panicum virgatum* L.”. *Bioenergy*, 1, 29–32. [In Ukrainian]
18. Shcherbakova, T. O., & Rakhmetov, D. B. (2017). Structural peculiarities of shoots of switch grass (*Panicum virgatum* L.) in the context of introduction in the Right-Bank Forest-Steppe and Polissia zones of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13(1), 85–88. doi: 10.21498/2518-1017.13.1.2017.97334 [In Ukrainian]
19. Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Dryha, V. V., Doronin, V. V., & Honcharuk, H. S. (2021). Determination of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds quality. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 29, 113–118. doi: 10.47414/np.29.2021.244433 [In Ukrainian]
20. Dryha, V. (2020). Seeds quality of the domestic millet (*Panicum virgatum* L.) depending on the scarification mode. *Agrobiologia*, 1, 35–41 doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-35-41 [In Ukrainian]
21. Dryha, V. V., Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., & Doronin, V. V. (2022). Preparation of panicle millet (*Panicum virgatum* L.) seeds for sowing. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 71(2), 112–125. doi: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-8 [In Ukrainian]
22. Elbersen, H. W., Christian, D. G., El Bassen, N., Bacher, W., Sauerbeck, G., Aleopoulou, E., ... Van Den Berg, D. (2001). Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology*, 65, 21–28.
23. Beaty, E. R., Engel, J. L., & Powell, J. D. (1978). Tiller development and growth in switchgrass. *Journal of Range Management*, 31(5), 361–365. doi: 10.2307/3897360
24. Patent 85560 Ukraine, MKY A01N 4/00. The method of accelerated reproduction of switchgrass / V. I. Voitovska, S. M. Mandrovska (Ukraine). u201306037, App. 16.05.2013; Publ. 25.11.2013; Bul. 22.
25. Adkins, S. W., Bellairs, S. M., & Loch, D. S. (2002). Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica*, 126(1), 13–20. doi: 10.1023/A:1019623706427
26. Li, M., Han, J., Wang, Y., Sun, J., & Haferkamp, M. (2010). Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the Cypypopsis in zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud). *Seed Science and Technology*, 38(2), 320–331. doi: 10.15258/sst.2010.38.2.05

27. Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Busol, M. V., Doronin, V. V., Mandrovska, S. M., & Honcharuk, H. S. (2015). *Determining the germination of Panicum virgatum L. millet seeds (Methodological recommendations)*. Kyiv. [In Ukrainian]

28. Fisher, R. A. (2006). *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications.

29. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic research data in package Statistica 6.0*. Kyiv: PolihrafKonsaltnh. [In Ukrainian]

30. Moser, L. E., & Vogel, K. P. (1995). Switchgrass, Big Bluestem, and Indiangrass. In R. F. Barnes, D. A. Miller, C. J. Nelson (Eds.), *An introduction to grassland agriculture* (5th ed., Vol. 1, pp. 409–420). Ames, IA: Iowa University Press.

31. Caddel, J. L., Kakani, G., Porter, D. R., Redfearn, D. D., Walker, N. R., Warren, J., Wu, Y., & Zhang, H. (2002). *Switchgrass Production Guide for Oklahoma* (pp. 28–30). Stillwater, OK: Oklahoma Cooperative Extension Service.

UDC 633.179: 631. 53.01:631.559

Dryha, V. V.¹, Doronin, V. A.^{1*}, Kravchenko, Yu. A.¹, Doronin, V. V.¹, & Boiko, A. I.² (2023). Seed productivity of switchgrass depending on varietal characteristics. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 31, 76–84. [In Ukrainian]

¹*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e-mail: doronin1955@ukr.net*

²*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine*

Purpose. To establish the features of yield formation and seed quality of switchgrass depending on varietal characteristics. **Methods.** Laboratory, field, measuring and weighing, mathematical and statistical. **Results.** It was established that the productivity of switchgrass varieties depends on the ripeness group. A significantly higher seed yield was provided by the mid-late cultivar ‘Cave-in-Rock’, 0.137 t/ha, early-ripening ‘Forestbur’, 0.128 t/ha, and mid-early ‘Nebraska’, 0.124 t/ha, while the yield of other cultivars was significantly lower. The lowest seed yield was provided by the very early variety ‘Dakota’ and late ‘Carthage’ and very late ‘Kanlow’. The highest indicators of seed quality – germination energy and germination – were found in very early ‘Dakota’ variety, 50 and 52%, respectively, and in mid-early ‘Samburst’, 50 and 53%, respectively. Germination energy and seed germination of the early-ripening variety ‘Forestbur’, mid-early ‘Nebraska’, and mid-late ‘Cave-in-Rock’ were 30–34 and 32–35%, respectively, depending on the varietal characteristics, and no significant difference was found. Much lower seed quality was obtained in mid-late varieties, and the lowest – in very late varieties. Analyzing seed quality over the years of research, it was found that its germination depended on the sum of effective temperatures during the growing season. The highest germination of all varieties, 47% was in 2018, which is caused by the sum of effective temperatures over 3539 °C. The 2019 and 2020 growing seasons were less favourable than 2018, but significantly better than 2021. **Conclusions.** Productivity of switchgrass, seed yield, its germination energy and germination depended on maturity group and growing weather conditions, i.e., the sum of effective temperatures. It was found that the higher the sum of effective temperatures, the higher the seed germination. The highest germination of all varieties, 47%, was obtained for the sum of effective temperatures above 3539 °C. A strong correlation was found between seed germination and the sum of effective temperatures ($r = 0.96$).

Keywords: variety; maturity group; seed yield; germination energy; germination.

Надійшла / Received 16.11.2023

Погоджено до друку / Accepted 27.11.2023