

ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ЛОЖЕ ДЛЯ ПРОРОЩУВАННЯ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО (*PANICUM VIRGATUM* L.) НА ЙОГО СХОЖІСТЬ

Дрига Вікторія Вікторівна

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000.0001.8085.5313

vikadrynika@mail.ru

У статті наведено результати досліджень з впливу режимів зволоження ложа для пророщування насіння на його енергію проростання і схожість залежно від сортових особливостей для зниження стану спокою насіння та підвищення його якості. Встановлено, що найкраще проростало насіння проса прутоподібного за вологості ложа, яке створювали кількістю води 30 мл на одну ростильню – у середньому за роки досліджень по чотирьох сортах на 10-у добу (енергія проростання) отримано 25 % сходів, а на 15-у добу (схожість) – 26 %. За вологості ложа, яке створювали кількістю води 15 (недостатнє зволоження) або більше 35 мл/ростильню (надмірне зволоження) як енергія проростання, так і схожість були достовірно меншими, порівняно з пророщуванням насіння на ложе, які створювали кількістю води 30 мл/ростильню. При зволоженні ложа за додавання води 20–25 та більше 30 мл на одну ростильню, кількість пророслого насіння зменшувалася, порівняно з пророщуванням на ложе, де додавали 30 мл води і достовірно збільшувалася, порівняно з пророщуванням на ложе, де води додавали 15 та 35 мл/ростильню. Закономірності з інтенсивності проростання насіння сортів різного походження та груп стиглості, залежно від ступеню зволоження, були аналогічними. Найвищі показники якості всіх сортів були за зволоження ложа водою у кількості 25 та 30 мл/ростильню. Зменшення чи збільшення води призводило до зниження інтенсивності проростання насіння. Найкраще на збільшення ступеню зволоження реагував середньостиглий сорт Морозко української селекції, в усі дати обліку кількість насіння, що проросло була найбільшою. Найнижчі показники якості насіння за всіх режимів зволоження отримані у пізньостиглого сорту Алато: на 15-у добу кількість пророслого насіння при зволоженні 15 та 20 мл води на ростильню була меншою на 4 %, за режимів зволоження 30 та 35 мл/ростильню, відповідно – на 7 та 11 %, порівняно з сортом Морозко ($HIP_{0,05\text{ сорт}} = 1,0\%$). З'ясовано, що для проростання насіння проса прутоподібного потреба у воді становить 33,3–40,0 % від його власної маси. Як недостатнє та надмірне зволоження ложа за пророщування насіння проса прутоподібного, так і його сортові особливості достовірно впливали на інтенсивність проростання насіння. Найнижчі показники якості насіння були у пізньостиглого сорту Алато, найвищі – в сорту Морозко.

Ключові слова: режим зволоження, стан спокою, якість насіння, енергія проростання, сортові особливості.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.3>

Вступ. Відновлювальні джерела енергії – важлива альтернатива традиційним викопним енергоресурсам. Україна має великий потенціал біомаси, яка доступна для виробництва енергії, що становить близько 29 млн т умовного палива (у. п.) Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільського господарства (стебла, солома, та ін.) та енергетичні культури (Heletukha & Zheliezna, 2017). В Україні вже є певні напрацювання щодо застосування альтернативного палива за такими напрямками як виробництво біоетанолу на базі спиртових та цукрових заводів, виробництво твердого біопалива та збільшення площ під вирощування біоенергетичних культур задля забезпечення потреб вітчизняного агросектору в біоенергетиці. Використання альтернативного біопалива зможе частково вирішити проблеми енергозалежності України, яка має значний енергетичний потенціал біомаси, наявні трудові, матеріальні та земельні ресурси (Doropin, 2013). Перспективними видами біоенергетики є використання біомаси рослинного походження – фітоенергетика. Серед нових перспективних енергетичних рослин родини злакових, що інтродукуються в Україні, на особливу увагу заслуговує багаторічна злакова культура, яка здатна нагромаджувати значні обсяги біомаси за рахунок фотосинтезу – просо прутоподібне, яка належить до рослин з C_4 -типом фотосинтезу (Shcherbakova & Rakhmetov, 2017). Просо прутоподібне має низьку собівартість сировини для виготовлення біопалива та високу урожайність (Roik et al., 2010; Sanderson et al., 1994), потребує незначних матеріальних вкладень, забезпечує високу врожайність біомаси навіть на непродуктивних землях

(Parrish et al., 2008). Таким чином, його можна вирощувати на землях, не придатних для культивування інших сільськогосподарських культур (Vogel et al., 2002). Ця культура має цілий ряд переваг, порівняно з іншими біоенергетичними культурами, а саме: розмноження насінням, високий потенціал продуктивності, висока ефективність використання поживних речовин і води, хороші горючі властивості біомаси, а також той факт, що його можна збирати один раз на рік з пізньої осені до ранньої весни; можливий і відкладений урожай. Слід відзначити, що водовикористання у рослин C_4 фотосинтезу приблизно удвічі більше, ніж у рослин C_3 фотосинтезу (Lewandowska et al., 2003).

Просо прутоподібне відноситься до найпоширеніших енергетичних культур, але в Україні вирощування цієї культури поки що не набуло поширення, через відсутність агротехнічного та економічного обґрунтування (Dumych et al., 2013), а також головним стримуючим фактором широкого використання для промислового вирощування є низька схожість насіння, яка зумовлена значним періодом його стану спокою. Тому, вивчення факторів, які знижують тривалість стану спокою насіння даної культури і, відповідно, підвищують його схожість, є актуальним.

Механізми, що зумовлюють стан спокою насіння можна розділити на два основні типи: ті, що базуються у тканинах, які оточують ембріон і ті, які знаходяться всередині ембріона або ендосперму. У багатьох видів ембріон має здатність до проростання, але спокій зумовлений одним або кількома шарами тканин, які його оточують. Такі тканини можуть

діяти як: а) бар'єри проникності, що перешкоджають поглинанню води або газоподібний обмін; б) механічні бар'єри, що запобігають розширенню ембріона; або слугувати с) джерелом інгібіторів, що знижують проростання (Adkins et al., 2002). За даними S. W. Adkins та ін. (Adkins et al., 2002), Yunwen Wang та ін. (Yunwen Wang et al., 2010) стан біологічного спокою насіння може бути спричинений пониженням активності зародку (зародок не зрілий чи нерозвинений) або різноманітними властивостями його покриву (захисної оболонки). Вчені США вважають, що оболонка насіння проса прутіподібного виступає в якості бар'єру для регулювання надходження кисню до зародка, що і є причиною низької схожості (Duclos et al., 2013). Більшість вчених вважають, що стан спокою у переважній кількості видів контролюється гормональною системою, а саме наявністю абсцизової (Yunwen Wang et al., 2010) та індолілоцтової кислоти (Kulaeva, 1995) і концентрацією гіберелінової кислоти (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006). Вихід насіння зі стану спокою контролюють складні фізіолого-біохімічні механізми, на які впливає широкий спектр ендогенних та екзогенних чинників. Ендогенні чинники – фітогормональна система, що регулює метаболізм і сигналінг при переході насіння зі стану спокою до проростання (Bewley & Black, 1994, Liu et al., 2013, Shu et al., 2016). Фітогормони контролюють і координують поділ, ріст та диференціації клітин, а також приймають участь у регуляції процесів спокою і проростання насіння (Graeber et al., 2012, Shu et al., 2016). Серед екзогенних чинників важливе місце посідають температурний, водний і світловий режими (Nykolaeva et al., 1999). Вчені G. Sarath та R. Mitchell (Sarath & Mitchell, 2010) вважають, що існує три основні типи спокою: первинний, вторинний та залишковий. Первинний стан спокою настає відразу після збору врожаю і може бути усунений різними механічними обробками (скарифікацією, післязбиральним сортуванням за аеродинамічними властивостями та масою насіння або стратифікацією – штучне створення періоду природного зимового спокою, умов низької температури та підвищеної вологості). Дослідженнями з'ясовано, що застосування скарифікації – механічного пошкодження поверхні насінини проса прутіподібного за видалення біля 9 % оболонки забезпечило підвищення його енергії проростання і схожості, відповідно – на 9 і 6 %, що свідчить про зниження стану спокою його насіння (Dryha, 2020; Kulyk et al., 2019). Стратифікація насіння забезпечила підвищення лабораторної схожості на 37 %, польової – на 30 %.

Сортування насіння цієї культури за аеродинамічними властивостями забезпечило істотне підвищення його схожості на 10 % а маси 1000 насінин в 1,2 рази, порівняно з контролем – без сортування (Doronin et al., 2021). За даними М. І. Кулика, І. І. Рожко (Kulyk & Rozhko, 2018) сортування насіння за розмірами забезпечувало підвищення його схожості – крупне насіння мало вищу схожість, порівняно з дрібнішим.

Метою досліджень було вивчення впливу режимів зволоження ложа для пророщування насіння на зниження його стану спокою і, відповідно, – підвищення енергії проростання і схожості, залежно від сортових особливостей.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України у 2020–2021 рр. з насінням чотирьох сортів різних груп стиглості: сорти американського походження Forestburg – ранній, Cave-in-rock – середньопізній, Alamo – пізній (Sector, 2008) та українського походження Морозко середньопізній. Насіння вирощене у зоні нестійкого зволоження Лісостепу України в умовах Ялтушківської дослідно-селекційної станції. Схемою досліду передбачено зволоження ложа для пророщування насіння водою у кількостях 15, 20, 25, 30 та 35 мл на одну ростильню з наступним пророщуванням у термостаті за температури 20 °С. Енергію проростання та схожість насіння визначали за методикою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (Doronin et al., 2015), за виключенням попереднього його охолодження на 4-у, 8-у, 10-у (енергія проростання) та 15-у (схожість) добу. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного аналізу за методом Р. А. Фішера (Fisher, 2006) з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від StatSoft.

Результати. Одним з чинників, що може створювати стресову ситуацію для насіння та зниження його стану спокою є недостатнє або надмірне зволоження ложа за пророщування насіння. Встановлено, що найкраще проростало насіння проса прутіподібного за вологості ложа при пророщуванні, яке створювали кількістю води 30 мл на одну ростильню – у середньому за роки досліджень по чотирьох сортах на 10-у добу (енергія проростання) отримано 25 % сходів, а на 15-у добу (схожість) – 26 %. За вологості ложе, яке створювали кількістю води менше 25 мл/ростильню енергія проростання і схожість насіння були нижчими, відповідно – на 2 та 3 % (рис. 1).

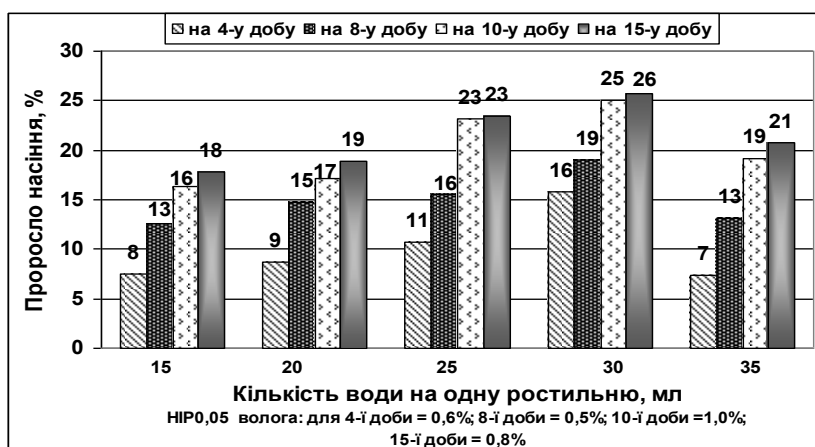


Рис. 1. Інтенсивність проростання насіння, залежно від ступеню зволоження ложе (середнє по 4 сортах, 2020–2021 рр.).

За вологості ложа менше 25 або більше 30 мл/ростильню як енергія проростання, так і схожість були достовірно меншими, порівняно з пророщуванням насіння на ложе, які створювали кількістю води 25 і 30 мл/ростильню відповідно. Аналогічна залежність зберігалася за інтенсивності проростання насіння через 4 та 8 днів після сівби. Зниження інтенсивності проростання насіння, його енергії проростання та схожості за меншої вологості ложа пояснюється не достатньою кількістю вологи, яка необхідна для набухання та проростання насіння. Збільшення кількості вологи понад 30 мл на одну ростильню також призводило до зниження кількості насіння, яке проросло, що можливо зумовлено утворенням водяної плівки навколо насінини, яка перешкоджає доступу кисню, необхідного для проростання насіння. Тобто, як не достатнє (вологість ложа, де додавали 15–25 мл води), так і

надмірне (вологість ложа, де додавали 35 мл води) зволоження ложа для пророщування насіння призводить до зниження якості насіння. Оптимальним зволоженням ложа для насіння був варіант із додаванням 30 мл води на одну ростильню.

Оцінку інтенсивності проростання насіння доцільно проводити не лише по його енергії проростання або схожості, а і по кількості отриманих сходів на початку проростання від загальної їх кількості. Цей показник більше корелює з польовою схожістю і чим від вищий, тим більша гарантія отримання дружних і рівномірних сходів у польових умовах.

З'ясовано, що при зволоженні ложа за додавання води менше 20 та більше 30 мл на одну ростильню, кількість пророслого насіння достовірно зменшувалася, порівняно з пророщуванням на ложе, де додавали 30 мл води (рис. 2).

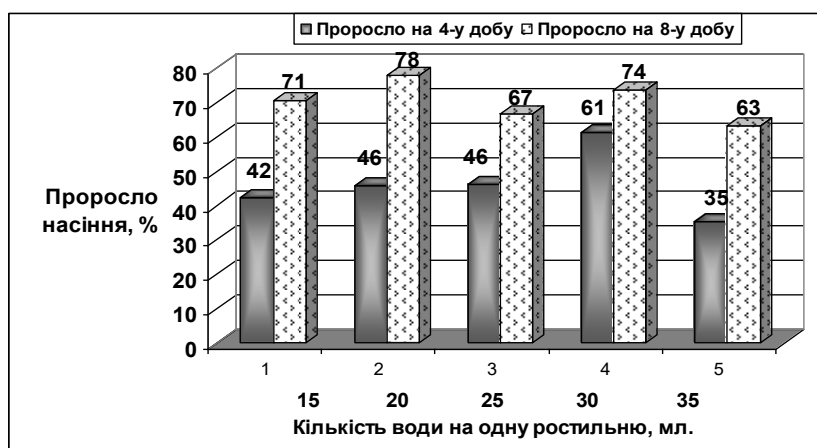


Рис. 2. Кількість насіння, яке проросло від всього, що проросло (середнє по 4 сортах, 2020–2021 рр.).

У середньому по сортах на 4-у добу після сівби за вологості, яку створювали додаванням 15 та 20 мл/ростильню води отримано, відповідно – 42 та 46 % сходів від загальної кількості пророслого насіння, а за вологості, коли додавали води 30 мл/ростильню сходів було в 1,3–1,5 разів більше, ніж за зволоження ложа водою у кількості 15 та 20 мл/ростильню. За надмірного зволоження інтенсивність проростання насіння значно знижувалася, порівняно з оптимальним зволоженням. На 8-у добу підррахунку насіння, яке проросло, спостерігалася

аналогічна залежність. За зволоження ложа 25 мл води отримано на 15 % менше сходів від загальної кількості пророслого, а за зволоження 30 мл води на 13 % сходів було менше. За інших режимів зволоження інтенсивність проростання насіння була значно нижчою.

Інтенсивність проростання насіння сортів різного походження та груп стиглості, залежно від ступеню зволоження були аналогічними (табл. 1).

Таблиця 1

Інтенсивність проростання насіння різних сортів залежно від ступеня зволоження ложа (середнє за 2020–2021 рр.)

сорт	Варіант зволоженість ложа, мл/ростильню	Проросло насіння на добу, %			
		4-у	8-у	10-у	15-у
Forestburg	15	8	11	16	18
	20	9	12	17	18
	25	10	12	25	25
	30	15	21	26	26
	35	7	9	22	23
Alamo	15	5	6	15	16
	20	7	9	16	18
	25	10	11	18	19
	30	14	16	21	22
	35	6	7	13	15
Cave-in-rock	15	7	12	16	18
	20	8	13	17	19
	25	10	13	22	22
	30	17	24	25	26
	35	8	11	18	20

Варіант	Проросло насіння на добу, %				
		4-у	8-у	10-у	15-у
сорт	зволоженість ложа, мл/ростильню				
Морозко	15	11	14	19	20
	20	11	16	19	22
	25	13	17	27	28
	30	18	24	29	29
	35	8	12	25	26
HIP _{0,05 заг.}		1,6	1,5	2,8	2,2
HIP _{0,05 рік урожаю}		0,4	0,3	0,6	0,5
HIP _{0,05 сорт}		0,5	0,5	0,9	0,7
HIP _{0,05 волога}		0,6	0,5	1,0	0,8

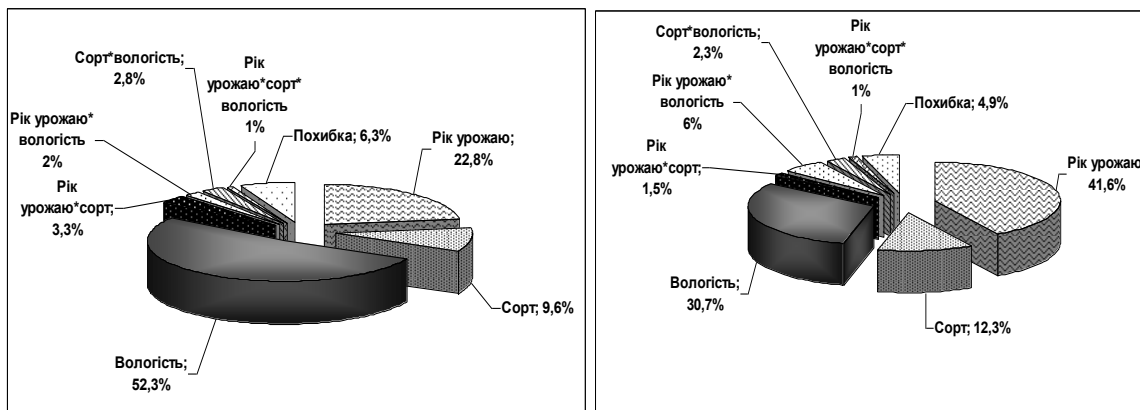
Найвищі показники якості всіх сортів були за зволоження ложе водою у кількості 30 мл/ростильню. Зменшення (менше 30 мл) та збільшення (більше 30 мл) води призвело до зниження інтенсивності проростання насіння.

Найкраще на збільшення ступеню зволоження реагував середньостиглий сорт Морозко, в усі дати обліку кількість насіння, що проросло, була найбільшою. Найнижчі показники якості насіння за всіх режимів зволоження отримані у пізньостиглого сорту Alamo: на 15-у добу кількість пророслого насіння при зволоженні 15 та 20 мл води на ростильню була меншою на 4 % (HIP_{0,05 сорт} = 0,5 %), за режимів зволоження 30 та

35 мл/ростильню, відповідно – на 7 та 11 % (HIP_{0,05 сорт} = 0,9 %), порівняно з сортом Морозко.

Якість насіння сортів ранньостиглого Forestburg та середньостиглого Cave-in-rock була майже однаковою, але нижчою, ніж сорту Морозко, за всіх режимів зволоження.

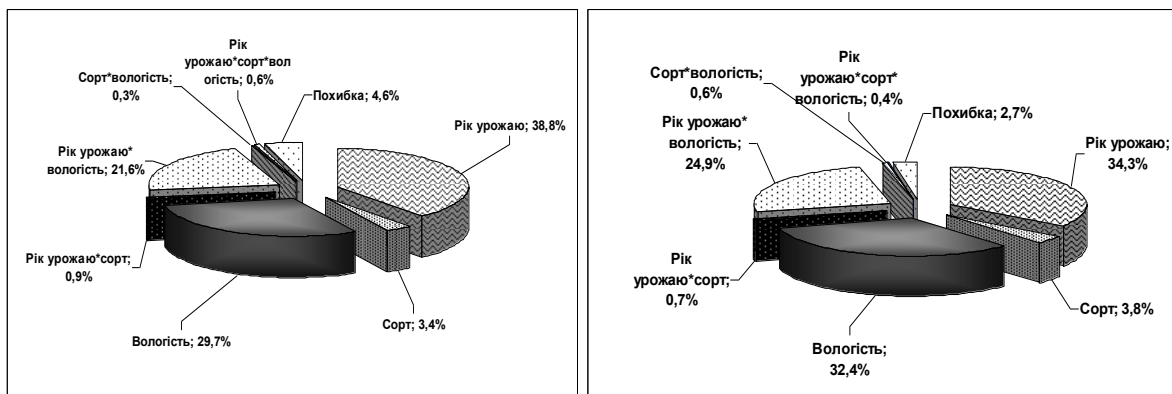
За аналізу факторів, які впливали на інтенсивність проростання насіння виявлено, що на початкових етапах проростання (4-а доба обліку) значний вплив мав фактор «волога», а фактор «сорт» був занадто низьким і становив всього лише 9,6 % (рис. 3, рис. 4).



а) на 4-у добу
б) на 8-у добу
Рис. 3. Вплив факторів на інтенсивність проростання насіння.

За подальшого пророщування насіння на 8-у, 10-у та 15-у добу обліку, частка впливу факторів змінювалася: вплив факторів «волога» та «сорт» зменшувався, а зростав вплив

фактору «рік урожаю насіння» (рис. 4). Вплив фактору «рік урожаю насіння» збільшився з 22,8 % (на 4-у добу обліку) до 41,6 % (на 8-у добу обліку).



на 10-у добу (енергія проростання)
на 15-у добу (схожість)
Рис. 4. Вплив факторів на якість насіння.

Одним із чинників, що впливають на схожість насіння, є умови його пророщування. Температура та кількість води, необхідної для проростання насіння є головними чинниками,

які впливають на його життєздатність – інтенсивність проростання. Наприклад, за даними Інституту біоенергетичних куль-

тур і цукрових буряків для проростання насіння буряків і одержання сходів необхідно 150–180 % води від її маси.

З'ясовано, що для насіння проса прутіподібного потреба у кількості води для проростання значно менша, що зу-

мовлено як його розмірами, так і оболонкою, що набагато менша, ніж в насіння буряків. Найкраще насіння проса прутіподібного проростало при забезпеченні 33,3–40,0 % води від його власної маси (рис. 5).



Рис. 5. Потреба в воді для проростання насіння проса прутіподібного.

Збільшення кількості води понад 40,0 % чи зменшення призводило до достовірного зниження схожості насіння ($HR_{0,05\text{волога}} = 0,8 \%$).

Обговорення. Насіння проса прутіподібного характеризується великим біологічним станом спокою, що є причиною низької енергії його проростання та схожості. Це є одним із стримуючих факторів широкого впровадження культури у виробництво для вирощування біомаси й отримання біопалива. Дослідженням причин, які зумовлюють стан спокою насіння та способів його зниження займаються вчені багатьох країн. І якщо природу цього явища частково розкрито, то ефективних способів зниження стану спокою і підвищення якості насіння ще не розроблено. Тому, для з'ясування можливостей управління цим явищем і вдосконалення технологій підготовки достатньої кількості високосхожого насіння, дослідження в цьому напрямку доцільно продовжити.

Висновки. Найвищі показники енергії проростання та

схожості отримали за вологості ложа, яке створювали додаванням 30 мл води на одну рослину, відповідно – 25 та 26 %. Як недостатнє (менше 30 мл/рослину) та надмірне (більше 30 мл/рослину) зволоження ложа за пророщування насіння проса прутіподібного, так і його сортові особливості достовірно впливали на інтенсивність проростання насіння. Найнижчі показники якості насіння були у пізньостиглого сорту Алато, найвищі – у сорту Морозко. Якість насіння сортів ранньостиглого Forestburg та середньостиглого Cave-in-rock була майже однаковою, але нижчою, ніж сорту Морозко, за всіх режимів зволоження. Цей захід забезпечує достовірне підвищення енергії проростання та схожості насіння проса прутіподібного але він не вирішує проблеми зниження тривалості його біологічного спокою, тому доцільно продовжити вивчення природи спокою насіння, з метою з'ясування можливостей управління цим явищем і вдосконалення технологій отримання достатньої кількості високосхожого насіння.

Бібліографічні посилання:

- Adkins, S. W., Bellairs, S. M. & Loch, D. S. (2002). Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. Netherlands. Euphytica. Academic Publishers. Printed, 126(1), 13–20. doi: 10.1023/A1019623706427
- Bewley, J. D., & Black, M. (1994). Seeds: Physiology of Development and Germination. Berlin: Springer doi: 10.1007/978-1-4899-1002-8
- Doronin, A. V. (2013). Formuvannya konkurentospromozhnosti alternatyvnykh vydiv palnoho v konteksti stratehii rozvytku APK Ukrainy [Formation of alternative fuels competitiveness in the context of the development strategy of agro-industrial complex of Ukraine]. Zb. nauk. prats IBKiTsB, Kyiv, 19, 181–187 (in Ukrainian).
- 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. (Metodychni rekomendatsii) [Determination of millet seeds (candlegrass) *Panicum virgatum* L. germination (Methodical recommendations)]. IBKiTsB NAAN, Kyiv, 10 (in Ukrainian).
- Doronin, V., Polishchuk, V., Dryga, V., Kravchenko, Ju., Sinchenko, V., Zinchenko, O., Karpuk, L., Mykolaiko, V. (2021). Technology of Preparation of Seeds of Rod-Shaped Millet (*Panicum virgatum* L.). Annals of the Romanian Society for Cell Biology. Association of Cell Biology Romania. Wageningen University & Research. Romania, 25(4), 10656–10664. Access mode: <http://analsofscb.ro/index.php/journal/article/view/3831>
- Duclos, D. V., Ray, D. T. Ray, Johnson, D. J., & Taylor, A. G. (2013). Investigating seed dormancy in switchgrass (*Panicum virgatum* L.): understanding the physiology and mechanisms of coat-imposed seed dormancy. Industrial Crops and Products, 45, 377–387.
- Dumych, V. V., Zhurba, H. I., & Kurylo, V. L. (2013). Tekhniko-tekhnologichni zakhody dlia zakladannia enerhoplantatsii svichhrasu v umovakh Polissia Ukrainy [Technical and technological measures for laying energy plantations of candlegrass in the conditions of Polissya of Ukraine]. Zb. nauk. prats IBKiTsB, Kyiv, 19, 37–42 (in Ukrainian).

8. Dryha, V. V. (2020). Biologichnyi stan spokoju nasinnia prosa prutopodibnoho (*Panicum virgatum* L.) ta sposoby yoho znyzhennia [Biological dormancy of millet seeds (*Panicum virgatum* L.) and ways of its reduce]. Zb. nauk. prats Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva, 96(1). Silskohospodarski ta tekhnichni nauky, 193–205. (in Ukrainian).
9. Finch-Savage, W. E. & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501–523.
10. Fisher, R. A. (2006). *Statistical methods for research workers*. Cosmo Publications, New Delhi, 354.
11. Graeber, K., Nakabayashi, K., Miatton, E., Leubner-Metzger, G. & Soppe, W. (2012). Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant Cell Environ.*, 35(10), 1769–1786. doi: 10.1111/j.1365-3040.2012.02542.x
12. Heletukha, H. H., & Zheliezna, T. A. (2017). Stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukrainy. Promyslova teplotekhnika [Status and prospects of bioenergy development in Ukraine]. *Industrial heat engineering*, 39(2), 60–64 (in Ukrainian).
13. Vogel, K. P., Brejda, J. J., Walters, D. T. & Buxton, D. R. (2002). Switchgrass biomass production in the Midwest USA: Harvest and nitrogen management. *Agron. J.*, 413–420.
14. Kulaeva, O. N. (1995). Kak rehulyruetsia zhyzn rastenyi [How plant life is regulated]. *Obrazovatelnyi zhurnal*, 1, 20–27. (in Russian).
15. Kulyk, M. I., & Rozhko, I. I. (2018). Urozhaini vlastyvoli ta posivni yakosti nasinnia prosa prutopodibnoho zalezno vid umov vyroshchuvannia [Yield properties and sowing qualities of millet seeds, depending on growing conditions.]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahranoi akademii*, 2, 78–84. doi: 10.31210/visnyk2018.02.12. (in Ukrainian).
16. Kulyk, M. I., Rozhko, I. I., Syplyva, N. O., & Bozhok, Yu. O. (2019). Ahrobiologichni osoblyvosti formuvannia vrozhaivosti ta yakosti nasinnia prosa prutopodibnoho [Agrobiological features of yield formation and quality of millet seeds]. *Visnyk ahranoi nauky Prychornomia*, 4, 51–60. doi: 10.31521/2313-092X/2019-4(104) (in Ukrainian).
17. Lewandowskia, I., Jonathan, M. O., Scurlock, Ella Lindvall, Myrsini Christoud (2003). The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy*, 25, 335–361.
18. 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. doi: 10.1371/journal.pone.0056570
19. Nykolaeva, M. H., Lianhuzova, Y. V., & Pozdova, L. M. (1999). Byolohiya semian [Seed biology]. *NYU khymy SPbHU, SPb*, 232 (in Russian).
20. Parrish, D. J., Fike, D. I., Bransby, J. H. & Samson, R. (2008). Establishing and managing switchgrass as an energy crop. *Forage and Grazinglands*, 68–82.
21. Roik, M. V., Kurylo, V. L., & Humentyk, M. Ya. (2010). Enerhetychni kultury dlia vyrobnytstva biopalyva [Energy crops for biofuel production]. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahranoi akademii*, 7(26): «Enerhozberezhennia ta alternatyvni dzherela enerhii: problemy i shliakhy yikh vyvishennia». RVV PDAA, Poltava, 12–17 (in Ukrainian).
22. Sanderson, M. A., Reed, R. L., McLaughlin, S. B. & Wullschleger, B. V (1994). Switchgrass as a sustainable bioenergy crop. *Bioresource Technology*, 56, 83–93.
23. Sarath, G., & Mitchell, R. B. (2008). Aged switchgrass seed lot's response to dormancybreaking chemicals. *J. Seed Technol*, 30, 7–16. Access mode: <http://ddr.nal.usda.gov/dspace/bitstream/10113/26968/1/IND44152430.pdf> (accessed 15 May 2010).
24. Sectar, B. (2008). Plentiful switchgrass emerges as breakthrough biofuel. *The San Diego Union-Tribune*. Retrieved, 2008, 5–24.
25. Shcherbakova, T. O., & Rakhmetov, D. B. (2017). Osoblyvosti budovy pahoniv prosa prutopodibnoho (*Panicum virgatum* L.) v umovakh introduksii v Pravoberezhnomu Lisostepu ta Polissi Ukrainy [Peculiarities of the structure of millet shoots (*Panicumvirgatum* L.) in the conditions of introduction in the Right-bank Forest-steppe and Polissya of Ukraine]. *Plant Varieties Studying and protection*, 13(1), 85–88. (in Ukrainian).
26. Shu, K., Liu, X., Xie, Q. & He, Z. (2016). Two Faces of One Seed: Hormonal Regulation of Dormancy and Germination. *Mol. Plant.*, 69, 34–45. doi: 10.1016/j.molp.2015.08.010
27. Yunwen Wang, Jianguo Han, Manli Li, Jiefeng Sun, & Yong He (2010). Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the Cypopsis in zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud). *Seed Science and Technology*, 38(2), 320–331.

Dryha, V. V., PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

INFLUENCE OF HUMIDITY LODGE SEED FOR GERMINATION OF MILLET ROD-SHAPED (*PANICUM VIRGATUM* L.) ON ITS SIMILARITY

To establish features of influence of modes of moistening of a bed during germination of seeds of different grades of millet rod-shaped on decrease in a condition of its rest and, accordingly, increase of germination. Laboratory, visual, measuring and weighing, mathematical and statistical.

It was found that the best germinated seeds of millet rod-shaped in terms of humidity of the bed for its germination, which was created by the amount of water from 25 to 30 ml on one plant – on the average on four grades on the 10-th day (germination energy) 25 % of sprouts are received, and on the 15-th day (germination) – 26 %. At the humidity of the bed, which was created by the amount of water 15 (not enough moisture) or more than 35 ml/plant (excessive moisture), both germination energy and germination were significantly lower compared to the germination of seeds on the bed, which created the amount of water from 25 to 30 ml/plant. When moistening the bed with the addition of water less than 20 and more than 30 ml per germination, the number of germinated seeds decreased compared to germination on the bed, where 30 ml of water was added, and significantly increased compared to germination

on the bed, where water was added 15 and 35 ml/germination. Regularities of seed germination intensity of varieties of different origin and maturity groups depending on the degree of moisture were similar. The highest quality indicators of all varieties were for moistening the bed with water in the amount of 25 and 30 ml/plant. The decrease or increase of water led to a decrease in the intensity of seed germination. The medium-ripe variety 'Morozko' of the Ukrainian selection reacted best to the increase in the degree of moisture, and the number of germinated seeds was the largest in all accounting dates. The lowest seed quality indicators for all humidification modes were obtained immature variety Alamo: on the 15-th day the amount of germinated seeds when moistened with 15 and 20 ml of water per germination was lower by 4 %, with humidification modes 30 and 35 ml/germination, respectively – by 7 and 11 %, compared to the variety 'Morozko' ($LSD_{0.05}$ grade = 1.0 %). It was found that the need for water for the germination of rod millet seeds is 33.3–40.0 % of water by weight.

Both insufficient and excessive moistening of the bed during the germination of rod millet seeds and its varietal characteristics significantly affected the intensity of seed germination, but was not decisive for a significant reduction in its dormancy and increase in the number of germinated seeds.

Keywords: humidification mode; state of rest; seed quality; germination energy, varietal features.

Дата надходження до редакції: 10.03.2021 р.