



Доронін В. А.,
доктор с.-г. наук,
професор
E-mail: vladimir.doronin@tdn.org.ua

УДК 633.63: 631. 531.12
DOI 10.31395/2310-0478-2019-2-12-16



Кравченко Ю. А.,
кандидат с.-г. наук, с.н.с.



Дрига В. В.,
кандидат с.-г. наук



Доронін В. В.,
науковий співробітник,
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН
(Київ)



Карпук Л. М.,
доктор с.-г. наук, професор,
Білоцерківський національний аграрний університет

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ СХОЖОСТІ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО (*PANICUM VIRGATUM* L.)

У статті висвітлені питання особливостей пророщування насіння проса прутіподібного (свічграсу), що забезпечують зниження стану його біологічного спокою і, відповідно – підвищення лабораторної схожості.

З'ясовано, що недостатнє і надмірне зволоження ложа за пророщування насіння свічграсу впливало на інтенсивність його проростання але не було вирішальним для значного зниження його стану спокою та збільшення кількості пророслого насіння.

Встановлено значний вплив температури пророщування на інтенсивність проростання насіння проса прутіподібного. При пророщуванні насіння за постійної температури воно інтенсивніше проростало, ніж за перемінної температури. Якщо на сьому добу обліку за постійної температури пророщування 20 °С без його попереднього охолодження було отримано 12 сходів, то за перемінної температури пророщування на цю ж добу, а також на 10 добу (енергія проростання) сходів ще не було.

Попереднє охолодження насіння за пониженої температури 10 °С упродовж 14 діб і подальше його пророщування за постійної температури 20 °С забезпечило зниження стану спокою насіння і підвищення інтенсивності його проростання на 10-у добу з 15 до 61%, але за такого способу зниження стану біологічного спокою схожість насіння можна отримати через 34 доби. Тому було проведено дослідження з насінням свічграсу різних років сівби культури з метою удосконалення існуючого способу визначення схожості. Виявлено, що енергія проростання і схожість насіння більше залежали від років сівби свічграсу, ніж від терміну охолодження насіння перед його пророщуванням. У середньому по 24 дослідках не виявлено достовірної різниці з кількості пророслого насіння проса прутіподібного за охолодження його упродовж 7 діб та пророщування за температури 20 °С, порівняно з контролем – охолодження упродовж 14 діб.

Ключові слова: зволоження ложа, термін охолодження, вегетація, схожість, біологічний стан спокою.

Doronin V. A.,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Kravchenko Yu. A.,
PhD of Agricultural Sciences, PhD

Dryha V.V.,

PhD of Agricultural Sciences

Doronin V.V.,

Researcher Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS (Kyiv)

Karpuk L.M.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Tserkva National Agrarian University

PECULIARITIES OF SWITCHGRASS SEEDS LABORATORY SIMILARITY DETERMINATION (*PANICUM VIRGATUM L.*)

The article deals with the peculiarities of switchgrass seeds germination, which ensure a decrease in the state of its biological rest and, accordingly, a laboratory similarity increase.

The insufficient and excessive moistening of the bed for switchgrass seeds germination affected on the intensity of its germination, but was not decisive for a significant decrease in its dormancy and increase in the number of sprouted seeds was found.

Significant influence of germination temperature on the germination intensity of switchgrass seeds was established. At the same time, when the seeds germinate at a constant temperature, it germinated more intensively than at a variable temperature. If, on the seventh day, 12 seedlings were obtained at a constant germination temperature of 20 °C without first cooling, then no seedlings were observed at the variable germination temperature for that day, as well as for 10th day (germination energy).

Seeds pre-cooling reduced temperature of 10 °C for 14 days and subsequent germination at a constant temperature of 20 °C provided a reduction of the resting state of the seed and increase the intensity of its germination on the 10th day from 15 to 61%, but with this method of reducing the biological Seed germination of seeds can be obtained in 34 days.

Therefore, research was conducted with the switchgrass seeds of different years of culture sowing to improve the existing method of germination. It was found that the germination energy and seeds similarity depended more on the years of sowing of the switchgrass than on the term of seeds cooling before germination. An average of 24 experiments did not reveal a significant difference from the number of switchgrass germinated seeds for cooling it for 7 days and germination at 20 °C, compared to control - cooling for 14 days.

Keywords: bed wetting, cooling time, vegetation, germination, biological state of rest.

Постановка проблеми. Створення відновлювальних джерел енергії є важливою альтернативою традиційним викопним енергоресурсам. Україна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії – близько 29 млн. т у.п. Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільського господарства (солома, стебла та ін.) і енергетичні культури [1]. Але найперспективнішими видами біоенергетики є використання біомаси рослинного походження – фітоенергетика. Практичний інтерес для виготовлення твердих видів біопалива із фітомаси представляють такі рослини як цукрові буряки, просо прутоподібне (свічграс), цукрове сорго, міскантус [2], верба та тополя [3]. Тому, для промислового вирощування сировини цих культур важливим є забезпечення виробників в достатній кількості якісним посівним та садивним матеріалом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливу увагу заслуговує багаторічна злакова культура, яка здатна нагромаджувати значні обсяги біомаси за рахунок фотосинтезу – просо прутоподібне (*Panicum virgatum L.*).

Просо прутоподібне (свічграс), належить до родини Просо (*Panicum*) сімейства Злакових (*Poaceae*), з властивим йому C_4 типом фотосинтезу і має ефективну систему використання сонячної енергії (рис.1). Біомаса свічграсу широко використовується для виготовлення паливних пелет, а також рідкого біопалива (етанолу) [4]. Воно відзначається високим вмістом целюлози та лігніну, що дає всі підстави розглядати його як перспективну сировину для виробництва біопалива [5].

Просо прутоподібне є високопродуктивною біоенергетичною культурою з великим потенціалом вирощування у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Воно є цінним джерелом цукрів, які використовують для виробництва біоетанолу [6]. З однієї тони біомаси можна отримати до 380 л етанолу або 9500 л етанолу з одного гектара, водночас як з цукрових буряків 6200 л/га, а з кукурудзи - 3800 л/га [4].

Розмноження проса прутоподібного можливе насінням і кореневищами, але найсприятливішим способом є розмноження насінням. Ця культура має відносно малі розміри насіння з високим рівнем стану спокою, особливо відразу після його збирання. За високого рівня стану спокою схожість насіння може бути лише 5%, а в польових умовах таке насіння зовсім не проростає. Причини, що викликають стан біологічного спокою дуже різноманітні. Він може бути спричинений пониженою активністю зародка або різноманітними властивостями

його покриву [7, 8]. Але більшість вчених вважають, що стан спокою в переважній кількості видів, контролюється гормональною системою, а саме наявністю абсцизової [9] та індолілоцтової кислоти [10] і концентрацією гіберелінової кислоти [11]. Ученими США виявлено, що навколишні структури насіння (захисна оболонка – оплодень) проса прутоподібного виступали в якості бар'єрів для регулювання надходження кисню до зародка, що і було причиною низької схожості [12]. Біологічний спокій насіння спостерігається у рослин самих різноманітних географічних зон.

Стан спокою можна порушити різними способами, але більшість з них ґрунтується на створенні стресових умов в період проростання насіння або ж до початку його проростання: низькими або перемінними температурами; дією світла або темноти; дією різних екологічних факторів; після дозрівання зародку [13]. Враховуючи таку біологічну особливість насіння проса прутоподібного чинні способи визначення його лабораторної схожості не можуть бути застосованими. Тому виникла потреба розробки способу визначення схожості насіння проса прутоподібного, що і було метою наших досліджень.

Матеріали та методика досліджень. Програмою досліджень передбачено визначення впливу надлишку вологи за пророщування насіння, пророщування його за перемінних та понижених температур. Лабораторні дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України в 2018-2019 роках. Для дослідження використовували насіння з рослин різних років вегетації. Схемою досліду передбачено пророщування насіння за температури 20 °C без попереднього охолодження та з охолодженням упродовж 7 та 14 діб за температури 10 °C; пророщування насіння за перемінної температури 10 та 20 °C. Висіяне на вологий субстрат насіння витримували за температури 10 °C протягом 7 та 14 діб після чого переставляли у термостат з температурою 20 °C. Період попереднього охолодження не входив у термін визначення схожості. Підрахунки пророслого насіння проводили лише при його пророщування за перемінної і постійної температури 20 °C на 10 (енергія проростання) та 15 (схожість) добу. Відбір середніх проб та визначення маси 1000 насінин проводили згідно з чинним ДСТУ [14].

Для визначення впливу ступеню зволоження ложе, пророщування насіння проводили з додаванням води на одне ложе від 15 до 35 мл з інтервалом 5 мл.

Статистичну обробку експериментальних даних



Рис. 1. Дослідні ділянки різних сортів проса прутоподібного

в усіх дослідях здійснювали методами дисперсійного і кореляційного аналізів за методом Фішера, викладено у книзі Доспехова Б.А. [15] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0.

Результати досліджень. Одним з чинників, що може створювати стресову ситуацію для насіння є недостатнє або надмірне зволоження ложа за його пророщування. Встановлено, що найкраще проростало насіння свічграсу за вологості ложа, яке створювали кількістю води від 20 до 30 мл/кювету. Так, на 7-й день після сівби за вологості 15–25 мл/кювету води отримано 59–61%, а за вологості 30 мл/кювету – 74% сходів від загальної кількості пророслого насіння. При зволоженні ложа за додавання води менше 20 та більше 30 мл. на одну кювету, кількість пророслого насіння істотно зменшувалася. Тобто, як недостатнє, так і надмірне зволоження ложа за пророщування насіння свічграсу впливало на інтенсивність його проростання але не було вирішальним для значного зниження його стану спокою та збільшення кількості пророслого насіння. Тому було проведено дослідження з впливу температурного режиму пророщування на стан спокою зародка насіння.

Встановлено значний вплив температури пророщування на інтенсивність проростання насіння проса прутоподібного (свічграсу). При цьому пророщування насіння за постійної температури сприяло інтенсивнішому проростанню, ніж за перемінної температури (табл. 1). Так, якщо на сьому добу обліку за постійної температури пророщування 20°C без його попереднього охолодження було отримано 12 сходів, то за перемінної температури пророщування на цю ж добу, а також на 10 добу (енергія проростання) сходів ще не було. В пізніші дати обліку (14, 20 та 28 добу) в цих варіантах краще проростало насіння за перемінної температури, що зумовлено незначним стресом пониженої температури пророщування.

Попереднє охолодження насіння значно впливало на інтенсивність його проростання. Навіть охолодження упродовж чотирьох діб забезпечило підвищення інтенсивності проростання на сьому добу після сівби за пророщування при постійній температурі 20°C на 15% порівняно з контролем ($НІР_{0,05} = 4,1\%$). За пророщування насіння при перемінній температурі після попереднього охолодження упродовж чотирьох діб на 10-ту і подальші дати обліку інтенсивність проростання була значно

Таблиця 1
Інтенсивність проростання насіння проса прутоподібного залежно від умов його пророщування
(середнє з 10 дослідів за 2018-2019 рр.)

температура пророщування (фактор А)	Варіант	Проросло насіння (%) на добу						
		термін охолодження, діб за температури 10°C (фактор Б)	4-у	7-у	10-у	15-у	20-у	28-у
За постійної, 20°C	без охолодження, контроль		0	12	15	19	22	22
	4		9	27	36	38	39	39
	7		27	36	40	41	42	43
	14		58	59	61	62	63	63
за перемінної температури: 10°C – 8 годин, за 20°C 16 годин	без охолодження, контроль		0	0	0	25	41	49
	4		0	1	35	38	44	48
	7		0	9	22	37	43	49
	14		25	37	42	48	55	56
НІР _{0,05} заг			5,8	5,8	6,5	7,7	8,1	6,6
НІР _{0,05} фактор А, температура			2,9	2,9	3,2	3,7	4,0	3,3
НІР _{0,05} фактор Б, термін охолодження			4,1	4,1	4,6	5,5	5,7	4,7

вищою, ніж за пророщування за постійної температури, що зумовлено впливом пониженої температури на стан спокою насіння як в період охолодження, так і в період його пророщування.

Найінтенсивніше проростало насіння за постійної температури пророщування після попереднього його охолодження упродовж 14 діб. За таких умов уже на четверту добу обліку було 58% пророслого насіння, водночас як за охолодження упродовж семи діб – лише 27% ($HP_{0,05} = 4,1\%$). На 20-у добу обліку все схоже насіння проросло. За перемінної температури пророщування за охолодження насіння упродовж 14 діб інтенсивність проростання була значно нижчою, ніж за постійної температури.

На підставі цих результатів досліджень був розроблений спосіб визначення схожості насіння проса прутноподібного [16], яким передбачено пророщування насіння за постійної температури 20 °C з попереднім охолодженням упродовж 14 діб за температури 10 °C. Схожість насіння підрховувати на 20 добу за температури пророщування 20 °C. За такого способу зниження стану біологічного спокою та визначення схожості на 28 добу, схожість насіння можна отримати через 34 доби.

Це занадто довго. Тому було проведено дослідження з насінням свічграсу різних років сівби культури з метою удосконалення існуючого методу. Виявлено, що енергія проростання і схожість насіння більше залежали від років сівби свічграсу, ніж від терміну охолодження насіння перед його пророщуванням (табл. 2).

Так, енергія проростання і лабораторна схожість насіння, зібраного з рослин проса прутноподібного, яке було висіяне в 2009 р. (термін вегетації 10 років) були значно нижчими, ніж за інших років сівби. Якість насіння, яке зібране з рослин, що вегетують з 2014 та 2015 рр. була значно вищою за інші роки. Щодо терміну охолодження, то не було достовірної різниці з кількості насіння, що проросло незалежно від періоду вегетації проса прутноподібного.

У середньому по 24 дослідах за охолодження насіння проса прутноподібного упродовж 7 діб та пророщування його за температури 20 °C не виявлено достовірної різниці з кількості пророслого насіння, порівняно з контролем – охолодження упродовж 14 діб (рис. 2). У середньому з 24 дослідів за попереднього охолодження упродовж 7 діб енергія проростання і лабораторна схожість були такими ж як і за охолодження упродовж 14 діб і становили,

Таблиця 2
Якість насіння свічграсу залежно від терміну його охолодження (середнє за 2018-2019 рр.)

Варіант		Енергія проростання, %	Схожість, %
термін охолодження, діб	рік сівби культури		
7	2009	61	61
	2011	72	73
	2012	70	71
	2014	79	81
	2015	78	79
	2016	69	72
14	2009	59	60
	2011	72	74
	2012	69	72
	2014	79	81
	2015	78	81
	2016	67	70
HP _{0,05 заг.}		7,8	6,6
HP _{0,05 охолодження}		3,7	3,1
HP _{0,05 рік сівби}		5,5	4,7

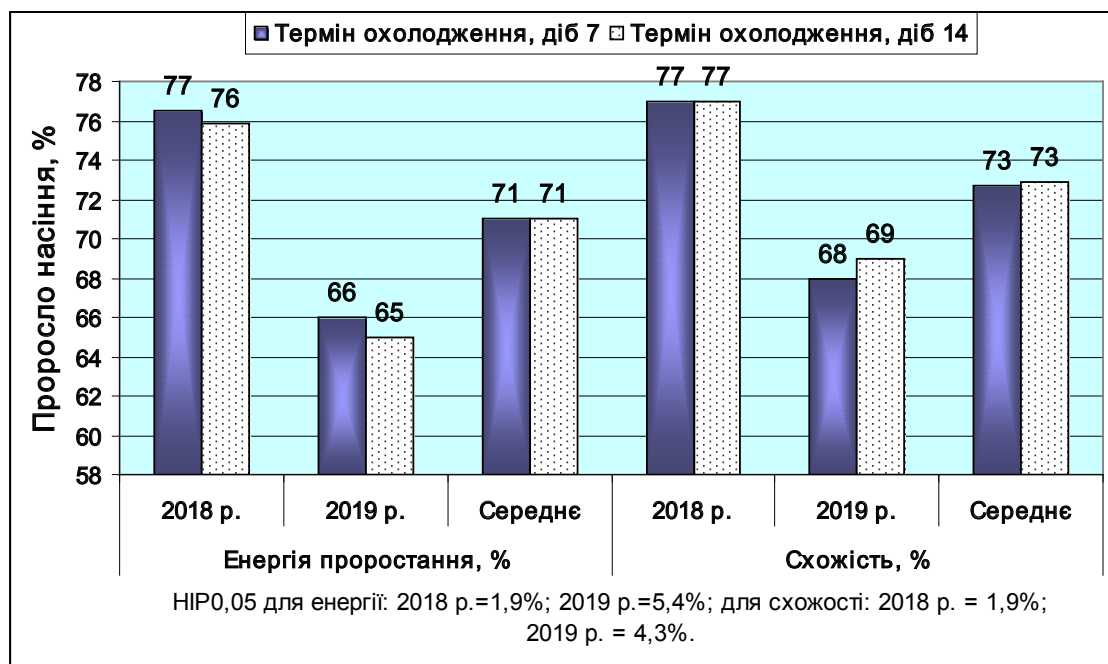


Рис. 2. Якість насіння свічграсу залежно від умов пророщування (середнє по 24 дослідах)

відповідно 71% та 73%.

Враховуючи отримані результати досліджень будуть внесені зміни до способу визначення схожості насіння проса прутоподібного, а саме: попереднє охолодження проводити упродовж 7 діб, а облік схожості – на 15 добу, що скоротить термін визначення схожості на 13 діб.

Висновки

1. Ступінь зволоження ложе за пророщування насіння впливала на інтенсивність його проростання. Найінтенсивніше воно проростало за вологості ложе від 20 до 30 мл. води на одну кювету. Але вирішальним для значного зниження стану біологічного спокою як надмірне, так і недостатнє зволоження не було.

2. Попереднє охолодження насіння за пониженої температури 10°C упродовж 14 діб і подальше його пророщування за постійної температури 20°C забезпечило зниження стану спокою насіння і підвищення інтенсивності його проростання на 10-у добу з 15 до 61%.

3. За визначення енергії проростання та схожості проса прутоподібного не виявлено достовірної різниці з кількості пророслого насіння за охолодження його упродовж 7 діб та пророщування за температури 20 °C, порівняно з контролем – охолодження упродовж 14 діб. Доцільно внести зміни до способу визначення схожості насіння проса прутоподібного, а саме: попереднє охолодження проводити упродовж 7 діб, а облік схожості – на 15 добу, що скоротить термін визначення схожості на 13 діб.

Список використаних літературних джерел

1. Гелетуша Г.Г., Желєзна Т.А. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2017. Т. 39, № 2. С. 60– 64.
2. Можарівська І.А. Технологія вирощування малопоширених енергетичних культур для виробництва різних видів біопалива. *Наукові праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. пр. Київ, 2013 . Вип. 19. 85с.
3. 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*: зб. наук. пр. 2009. Вип. 7. С. 66–69.
4. Купцов Н.С., Попов Е.Г. Энергоплантации. *Справочное пособие по использованию энергетических культур*. Минск, 2015. 128 с.
5. Гументик М.Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутоподібного «*Panicum virgatum L.*». *Біоенергетика*. 2014. № 1. С. 29-32.
6. Рахметов Д.Б., Вергун О.М., Рахметова С.О. *Panicum virgatum L.* – перспективний інтродуцент у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка України. *Інтродукція рослин*. 2014. №3. С. 3-14.
7. Adkins S.W., Bellairs S.M., Loch D.S. Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica*. 2002. V. 126. № 1. P. 13-20.
8. Li M. [and other] Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the *Caryopsis* in zoysiagrass (*Zoysia japonica Steud.*). *Seed Science and Technology*. 2010. V. 38. № 2. P. 320-331.
9. Кулаева О.Н. Как регулируется жизнь растений. *Образовательный журнал*. 1995. № 1. С. 20-27.
10. Finch-Savage [and other] Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*. 2006. V. 171. № 3. P. 501-523.
11. Николаева М.Г. Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. СПб: НИИ

химии СПбГУ, 1999. 232 с.

12. Denise V.Duclos^a Dennis T.Ray^b Daniel J.Johnson^b Alan G.Taylor^a Investigating seed dormancy in switchgrass (*Panicum virgatum L.*): understanding the physiology and mechanisms of coat-imposed seed dormancy. *Industrial Crops and Products*. Volume 45, February 2013, Pages 377-387.
13. Биология семян и семеноводство [перевод с польского Г.Н. Мирошниченко]. М.: Колос, 1976. 415 с.
14. Методи визначення якості. Насіння сільськогосподарських культур: ДСТУ 4138–2002. [Чинний від 2004-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с. (Національні стандарти України).
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1979. С. 271-289.
16. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., та ін.. Визначення схожості насіння проса прутоподібного (свичграсу) *Panicum virgatum L.* (*Методичні рекомендації*) Київ, 2015. 10 с.

Reference

1. Geletuxa G.G., Zhelyezna T.A. Stan ta perspekty`vy` rozvy`tku bioenergety`ky` v Ukrainy`. *Promy` slova teplotexnika*. 2017. T. 39, № 2. S. 60– 64.
2. Mozharivs`ka I.A. Texnologiya vy`roshhuvannya maloposhy`reny`x energety`chny`x kul`tur dlya vy`robnny`ctva rizny`x vy`div biopaly`va. *Naukovi pracі In-tu bioenergety`chny`x kul`tur i czukrovyy`x buryakiv` : zb. nauk. pr. Ky`yiv, 2013 . Vy`p. 19. 85 s.*
3. Fuchy`lo Ya.D., Sby`tna M.V., Fuchy`lo O.Ya., Litvin V.M. Dosvid ta perspekty`vy` vy`roshhuvannya topoli (*Populus sp.l.*) v pıvdenomu stepu Ukrainy`. *Naukovi pracі Lisovoyi akademiyi nauk Ukrainy` : zb. nauk. pr. 2009. Vy`p. 7. S. 66–69.*
4. Kupczov N.S., Popov E.G. Energoplantacy`y`. *Spravochnoe posoby`e po y` spoi`zovany`yu energety`chesky`x kul`tur. My` nsk, 2015. 128 s.*
5. Gumenty`k M.Ya. Agrotexnichni pry`jomyy` vy`roshhuvannya prosa prutopodibnogo «*Panicum virgatum L.*». *Bioenergety`ka*. 2014. # 1. S. 29-32.
6. Raxmetov D.B., Vergun O.M., Raxmetova S.O. *Panicum virgatum L.*–perspekty`vny`j introducent u Nacional`nomu botanichnomu sadu im.. M.M. Gry`shka Ukrainy`. *Introdukciya rosly`n*. 2014. #3. S. 3-14.
7. Adkins S.W., Bellairs S.M., Loch D.S. Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica*. 2002. V. 126. № 1. P. 13-20.
8. Li M. [and other] Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the *Caryopsis* in zoysiagrass (*Zoysia japonica Steud.*). *Seed Science and Technology*. 2010. V. 38. № 2. P. 320-331.
9. Kulaeva O.N. Kak reguly`ruetsya zhy`zn` rasteny`j. *Obrazovatel`nyj zhurnal*. 1995. # 1. S. 20-27.
10. Finch-Savage [and other] Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*. 2006. V. 171. № 3. P. 501-523.
11. Ny`kolaeva M.G. Lyanguzova Y` .V., Pozdova L.M. By`ology`ya semyan. Spb: NY`Y` xy`my`y` SPbGU, 1999. 232 s.
12. Denise V.Duclos^a Dennis T.Ray^b Daniel J.Johnson^b Alan G.Taylor^a Investigating seed dormancy in switchgrass (*Panicum virgatum L.*): understanding the physiology and mechanisms of coat-imposed seed dormancy. *Industrial Crops and Products*. Volume 45, February 2013, Pages 377-387.
13. By`ology`ya semyan y` semenovodstvo [perevod s pol`skogo G.N. My`roshny`chenko]. M.: Kolos, 1976. 415 s.
14. Metody` vy`znachennya yakosti. Nasinnya sil`s`kogospodars`ky`x kul`tur: DSTU 4138–2002. [Chy`nny`j vid 2004-01-01]. Ky`yiv: Derzhspozhy`vstandart Ukrainy`, 2003. 173 s. (Nacional`ni standarty` Ukrainy`).
15. Dospexov B.A. Metody`ka polevogo opyta. Moskva : Kolos, 1979. S. 271-289.
16. Doronin V.A., Kravchenko Yu.A., Busol M.V., ta in.. Vy`znachennya sxozhosti nasinnya prosa prutopodibnogo (svichgrasu) *Panicum virgatum L.* (*Metody`chni rekomendaciyi*) Ky`yiv, 2015. 10 s.