

11. Yeh F.C., Boyle T.J.B. Population genetic analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits // Belgian J. of Botany. – 1997. – 129. – P. 157.
12. Rodriguez-Quijano M., Nieto-Taladriz M.T., Carrillo J.M. Polymorphism of high molecular weight glutenin subunits in three species of *Aegilops* // Genet. Resources Crop Evol. – 2001. – 48. – P. 599–607.

**KOZUB N.A.**<sup>1,2</sup>, **SOZINOV I.A.**<sup>1</sup>, **BIDNYK H.Ya.**<sup>1,2</sup>, **DEMIANOVA N.A.**<sup>1,2</sup>, **SOZINOV A.A.**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Plant Protection, NAAS,

Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylykivska str., 33, e-mail: sial@i.com.ua

<sup>2</sup> State Institution “Institute of Food Biotechnology and Genomics, NAS of Ukraine”,

Ukraine, 04123, Kyiv, Osypovskogo str., 2a

## GENETIC DIVERSITY AT STORAGE PROTEIN LOCI IN *AEGILOPS BIUNCIALIS* VIS. IN POPULATIONS FROM THE WESTERN COAST CRIMEA

**Aims.** The objective of the investigation was analysis of genetic diversity of *Ae. biuncialis* populations from the Western coast Crimea. **Methods.** Samples from natural populations of Beregove (Bakhchisarai region) and Sevastopol were analyzed. SDS electrophoresis of high-molecular-weight glutenin subunits and APAG electrophoresis of gliadins were used to identify alleles at the *Gli-U1*, *Gli-M<sup>b</sup>1*, *Glu-U1*, *Glu-M<sup>b</sup>1* loci.

**Results.** Frequencies of alleles at the storage protein loci in two populations of *Ae. biuncialis* and genic variation statistics were determined. The populations were characterized with respect to predominant alleles.

**Conclusions.** The *Ae. biuncialis* populations from the Western coast Crimea show similarly high values of genic diversity at the storage protein loci but significantly differ in the predominant alleles and their frequency. These data can be used for the monitoring of the state of diversity of *Ae. biuncialis* populations of the Western coast Crimea.

**Key words:** *Aegilops biuncialis*, diversity, storage proteins, alleles.

УДК 633.179(477.4):631.529.003.13

**КУЛИК М.І., ЮРЧЕНКО С.О.**

Полтавська державна аграрна академія Міністерства аграрної політики та продовольства України,

Україна, 36003, м. Полтава, вул. Сковороди, 1/3, e-mail: maksimkylik@mail.ru

## ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІНТРОДУКОВАНОГО В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ УКРАЇНИ *PANICUM VIRGATUM* L. (ПРОСА ЛОЗОПОДІБНОГО)

Інтродукція була і залишається дієвим способом виявлення найбільш адаптованих та продуктивних рослин, які у процесі акліматизації мають різні пристосувальні реакції, адаптація яких пов'язана з певною перебудовою фенотипу завдяки тому, що генотип містить деякий надлишок спадкової інформації [1].

Не винятком є і енергетичні рослини, фітомасу яких використовують для виготовлення біопалива – одного із альтернативних видів поновлюваної енергії.

В якості сировини для біопалива передбачається використовувати багаторічні культури, які б були добре адаптовані до певних умов культивування та спрощену технологію вирощування. І це має забезпечити в тих чи інших умовах найбільшу продуктивність та вихід корисної продукції (сухої фітомаси

рослин). Для вирішення цієї проблеми практичний інтерес представляють такі культури: сорго багаторічне, міскантус (слонова трава), верба, світчграс (просо лозоподібне). Із вище перерахованих фітоенергетичних культур, просо лозоподібне є однією з культур у якої низька собівартість вирощування та висока продуктивність [2, 3].

*Panicum virgatum* L. (просо лозоподібне) цінується в першу чергу як сировина для виробництва альтернативних видів енергії – твердого біопалива [4], а також має технічні якості стебел, та використовується як декоративний злак [5].

На даний час просо лозоподібне вже інтродукується в Україні: вивчаються його ботаніко-біологічні особливості [6], розробляються елементи технології вирощування цієї культури [8–10] та етапи виготовлення

біопалива із фітомаси рослин [11].

Провівши багаторічні дослідження, зарубіжні вчені встановили, що врожайність фітомаси світчграсу змінюється в межах від 6 т сухої речовини на ґрунтах з низькою родючістю до 25 т на ґрунтах з високою родючістю. За умови відповідного догляду урожай можна збирати протягом 15 років [12].

У той же час, в центральній частині Лісостепу України встановлено, що світчграс другого року вегетації формує наступну врожайність: сорт Форесбург – 6,22 т/га, сорт Кейв-ін-рок – 5,60 т/га, а Картадж – 5,23 т/га [13]. Інші вчені [14] визначили: сорти Кейв-ін-рок та Санбурст на другий рік вегетації формують врожайність, відповідно, 11,5 та 8,7 т/га сухої біомаси.

На основі комплексної оцінки визначено, що за інтродукції сорти світчграсу: Кейв-ін-рок, Форестбург, Санбурст, Шелтер, Аламо, Канлоу є придатні для поширення в природно-кліматичних умовах Лісостепу України. Продуктивність біомаси залежить від сортового складу. Найбільша врожайність 17,9 т/га була у сорту Кейв-ін-рок [15].

Отже, неоднозначні дані та невивчені аспекти особливостей формування продуктивності світчграсу в умовах України викликають необхідність дослідити це питання й встановити рівень врожайності фітомаси та насінневої продуктивності даної культури залежно від елементів структури врожаю, та у зв'язку з інтродукцією.

#### **Матеріали і методи**

Робота по даній тематиці виконана згідно міжнародного наукового проекту «Pellets for power» на базі Полтавської державної аграрної академії. Протягом трьох років (2010–2013 рр.) було проведено експеримент, що включав дослідження п'яти сортів світчграсу: Аламо, Канлоу, Кейв-ін-рок, Картадж та Форесбург. В даному повідомленні вміщені результати досліджень по трьох сортах: Cave-in-roch (надалі: Кейв-ін-рок, скорочено – КІР), Carthage (Картадж), та Forestburg (Форесбург) – у зв'язку з низькою стійкістю до біотичних факторів та тривали періодом вегетації сортів Аламо і Канлоу, які загинули після першого вегетаційного року.

Досліди закладено на малопродуктивних ґрунтах, що мали наступні агрохімічні показники: вміст гумусу – 2,07%; азоту – 44,8; фосфору – 65,0 і калію 113,0 мг на 1 кг ґрунту.

Методика закладання і проведення експерименту – загальноприйнята [16] та згідно

рекомендацій зарубіжних вчених [17]. Розміщення варіантів у дослідах рендомізоване; повторність – чотириразова. Площа облікової ділянки – 10 м<sup>2</sup>.

Агротехніка в дослідах поєднувала: в перший рік вегетації – дискування поля де росло різнотрав'я та проведення двох культиваций (осінню та весняну), сівбу й коткування ґрунту, прополювання міжрядь у міру забур'яненості; на другий рік – два міжрядних обробітки та скошування рослин на час закінчення вегетації.

Фенологічні спостереження під час росту й розвитку рослин та облік кількісних показників здійснювали за «Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур» [18]. Облік елементів структури врожаю світчграсу: висоту рослин і кількість стебел на 1 м<sup>2</sup>, визначення врожайності фітомаси та насінневої продуктивності культури проводили на час закінчення вегетації рослин.

#### **Результати та обговорення**

За погодними умовами в період вегетації проса лозоподібного (травень-жовтень, листопад) виокремилися останні два роки, що характеризувалися підвищеним температурним режимом за одночасного зниження кількості опадів, що вказує на посушливі умови другого та третього року вегетації культури, відповідно у 2012 і 2013 роках.

Досліджувані сорти світчграсу мають різну плоідність, походження та поділяються на два екотипи: низинні та височинні [19, 20]. Низинні види характеризувалися високими, товстими та грубими стеблами із низьким коефіцієнтом кушіння та мають подовжений період вегетації. Височинний тип рослин має тонші стебла, ніж низовинні, але значно більшу їх кількість на одиницю площі, за тривалістю вегетаційного періоду відносимо їх до ранніх, середніх та пізньостиглих форм (табл. 1).

Результати вирощування проса лозоподібного в Європі [21] засвідчують, що його можна культивувати і в умовах України так як географічна широта збігається з ареалом походження рослин. Згідно з дослідженнями L.E. Moser і K.P. Vogel [22], сорти, що походять із Південної Америки, найкраще пристосовані до умов південних територій Європи, проте вони також продуктивні і в північній Європі, але холодостійкість їх менша, в порівнянні з сортами північного походження. Це знайшло підтвердження і в наших дослідженнях коли сорти Аламо і Канлоу не перезимували після першого року вегетації.

За визначення елементів структури врожаю (біометричних показників) встановлено їх значне варіювання залежно від сортових властивостей та умов року вегетації (табл. 2).

У перший рік, на час закінчення вегетації рослин, зафіксовано значні відмінності за біометричними показниками досліджуваних сортів: відмічено незначне варіювання висоти – від 42,0 до 56,8 см та суттєві відхилення за густиною стеблостою – від 9,1 до 14,0 шт./м<sup>2</sup>. На другий рік найбільша висота рослин була у сорту Картадж, а кількість стебел – у сортів Форесбург та КІР. Густина та висота стеблостою рослин третього вегетаційного періоду була найбільшою у сорту КІР, суттєво меншими ці показники були у сорту Картадж і найнижчі – у сорту Форесбург.

Елементи структури врожаю певним чином мали вплив на загальну врожайність фітомаси рослин проса лозоподібного (табл. 3).

З-поміж досліджуваних сортів світчграсу другого року вегетації найбільшу врожайність

формував сорт Картадж – 14,3 т/га, суттєво менше – КІР (13,0 т/га), а найнижча врожайність зафіксована у сорту Форесбург (11,0 т/га).

Статистично доказова врожайність сортів світчграсу була в умовах 2013 року і варіювала від 13,5 до 18,0 т/га. Сорт Картадж третього року вегетації формував найбільшу врожайність фітомаси – прибавка до попереднього року становила 3,7 т/га, сорт Кейв-ін-рок забезпечив суттєво нижчу продуктивність, але прибавка врожаю була значною – 3,6 т/га. Найнижча врожайність і прибавка врожаю була у сорту Форесбург, відповідно 13,5 та 2,5 т/га. Що передусім пов'язано із тривалістю вегетаційного періоду, за якого рослини закладають стеблостій та відповідну врожайність фітомаси.

Формування насінневої продуктивності рослин свідчить про здатність до подальшого генеративного розмноження, акліматизацію генотипу до певних умов вирощування, що відрізняються від ареалу походження проса лозоподібного (табл. 4).

Таблиця 1. Характеристика екотипів сортів проса лозоподібного

Сорт (українська і англійська назва)	Екотип	Плоідність	Походження	Веgetаційний період, діб	Строк дозрівання
Форесбург (Forestburg)	**	тетраплоїд	Південна Дакота	162-173	ранній
Кейв-ін-рок (Cave-in-rock)	**	октаплоїд	Південний Іллінойс	174-180	середньо- пізній
Картадж (Carthage)	**	октаплоїд	Північна Кароліна	181-190	пізній
Аламо (Alamo)	*	тетраплоїд	Південний Техас	понад 190	дуже пізній
Канлоу (Kanlow)	*	тетраплоїд	Оклахома	понад 190	дуже пізній

Примітка: \*\* – височинний, \* – низинний екотип.

Таблиця 2. Біометричні показники рослин проса лозоподібного, 2012–2013 рр.

Фактор		Висота рослин, см	Кількість стебел, шт./м <sup>2</sup>
Рік (фактор А)	Сорт (фактор В)		
2011	Кейв-ін-рок	56,8	14,0
	Картадж	42,0	9,1
	Форесбург	43,1	12,5
2012	Кейв-ін-рок	90,2	426,2
	Картадж	115,0	359,8
	Форесбург	110,1	430,0
2013	Кейв-ін-рок	174,9	705,0
	Картадж	170,3	570,4
	Форесбург	160,0	560,2
HP <sub>05</sub> фактор А		15,4	45,4
HP <sub>05</sub> фактор В		1,7	3,5

Таблиця 3. Урожайність сухої фітомаси проса лозоподібного, 2012–2013 рр.

Фактор		Продуктивність, кг/м <sup>2</sup>	Урожайність сухої фітомаси, т/га	Прибавка врожаю до попереднього року, т/га
Рік (фактор А)	Сорт (фактор В)			
2012	Кейв-ін-рок	1,3	13,0	-
	Картадж	1,4	14,3	-
	Форесбург	1,1	11,0	-
2013	Кейв-ін-рок	1,7	16,6	3,6
	Картадж	1,8	18,0	3,7
	Форесбург	1,4	13,5	2,5
НР <sub>05</sub> фактор А		0,03	0,32	-
НР <sub>05</sub> фактор В		0,02	1,7	-

Таблиця 4. Насіннева продуктивність проса лозоподібного (кг/м<sup>2</sup>), 2012–2013 рр.

Сорт	Роки		В середньому за роки
	2012	2013	
Кейв-ін-рок	0,036	0,038	0,037
Картадж	0,045	0,083	0,064
Форесбург	0,013	0,031	0,022
НР <sub>05</sub>	0,008	0,005	0,012

У сортів, поставлених на вивчення, насіннева продуктивність за роками вегетації збільшувалась і на третій рік виявилась найвищою у пізньостиглого сорту Картадж, а найнижча – у ранньостиглого сорту Форесбург, середнє значення за даним показником мав сорт КІР. Що свідчить про те, що поряд із сортовими властивостями і погодними умовами тривалість вегетаційного періоду також має вплив на урожай насіння.

#### Висновки

1. За терміном дозрівання досліджувані сорти проса лозоподібного відносимо до ранніх, середньостиглих та пізньостиглих. Це певним чином відображається на біометричних показниках рослин (висота та кількість стебел на одиницю площі): найвищими вони виявились у сортів середньо- та пізньостиглих сортів (Кейв-ін-рок та Картадж), що характеризувалися подовженим періодом вегетації, порівняно із

ранньостиглим сортом Форесбург.

2. На другий і третій вегетаційний рік найбільшу продуктивність рослин та урожайність сухої фітомаси формували сорти Картадж, суттєво менше, але на високому рівні – Кейв-ін-рок і найнижчим цей показник був у сорту Форесбург.

3. З-поміж досліджуваних сортів проса лозоподібного насіннева продуктивність за роки досліджень виявилась найвищою у сорту Картадж, найнижча – у сорту Форесбург, проміжне значення мав сорт Кейв-ін-рок.

Отже, просо лозоподібне є перспективною фітоенергетичною культурою, яка під час інтродукування в умовах центральної частини України на малопродуктивних ґрунтах забезпечила потужний стеблостій на другий-третій рік вегетації, формувала стабільну врожайність фітомаси (сировини для виробництва біопалива) та насінневу продуктивність.

#### Література

1. Гродзінський А.М. До системи уявлень про інтродукцію та акліматизацію рослин // Інтродукція та акліматизація рослин на Україні. – К., 1978. – Вип. 12. – С. 3–7.
2. Гументик М.Я. Перспективи вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива // Цукрові буряки. – 2010. – № 4. – С. 21–22.
3. Роїк М.В., Курило В.Л., Гументик М.Я. Енергетичні культури для виробництва біопалива // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. «Енергозбереження та альтернативні джерела енергії: проблеми і шляхи їх вирішення». – Полтава: РВВ ПДАА, 2010. – 7 (26). – С. 12–17.
4. Sanderson M.A., Reed R.L., McLaughlin S.B., et al. Switchgrass as a sustainable bioenergy crop // Bioresource Technology, 1994. – N 56. – P. 83–93.
5. Porter C.L. An analysis of variation between upland and lowland switchgrass, *Panicum virgatum* L., in central Oklahoma // Ecology, 1996. – N 47. – P. 980–992.
6. Кулик М.І. Ботанічні особливості та характеристика екотипів проса лозовидного // Матеріали восьмої

міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Простір і час сучасної науки», 18–19 квітня 2012 р. – Київ, 2012. – С. 6–7.

7. Гументик М.Я., Каськів М.Я., Мандровська С.М. Вдосконалення елементів технології вирощування проса лозоподібного в умовах західного Лісостепу України // Матеріали міжнародної науково-практичної конференція «Біоенергетика: вирощування енергетичних культур, виробництво та використання біопалива», 25–26 жовтня 2011 р. – Київ: Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2011 – С. 139–140.
8. Кулик М.І. Вплив умов вирощування на врожайність фітомаси світчграсу (*Panicum virgatum* L.) другого року вегетації // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – № 2, 2013. – С. 30–35.
9. Курило В.Л., Гументик М.Я., Гончарук Г.С. Смірних В.М., Горобець А.М., Каськів В.В., Максименко О.В., Мандровська С.М. Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітку ґрунту і сівби проса лозовидного. – К.: Інститут біоенергетичних культур і біопалива НААН, 2012. – 26 с.
10. Писаренко П.В., Кулик М.І., Elbersen W. та ін. Методичні рекомендації по технології вирощування енергетичних культур (світчграсу) в умовах України. – Полтава: Полтавська ДАА, 2011. – 40 с.
11. Крайсвітній П.А., Рій О.В., Кулик М.І. Світчграс як енергоємна сировина для виробництва біопалива // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. – Вінниця, 2012. – Вип. 1 (57). – С. 41–47.
12. Lee D.K., Voe A. Biomass Production of Switchgrass in Central South Dakota // Crop Sci. – 2005. – N 45. – P. 2583–2590.
13. 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.
14. Мороз О.В., Смірних В.М., Курило В.М. та ін. Світчграс як нова фітоенергетична культура // Цукрові буряки. – Київ, 2011. – № 3 (81). – С. 12–14.
15. Мандровська С.М. Світчграс (*Panicum virgatum* L.) – перспективний інтродуцент для виробництва біопалива в Лісостепу України // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць. – К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2013. – Вип. 19. – С. 82–84.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Борис Александрович Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 336 с.
17. Elbersen Wolter. Draft Protocols for Ukraine Switchgrass experiments // Food and Biobased. Wageningen. UR. – 5 p.
18. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: Фенологические наблюдения за растениями зерновых, крупяных и зернобобовых культур / под ред. М.А. Федина. – М.: Агропромиздат, 1988. – 121 с.
19. Wullschlegel S.D., Sanderson M.A., McLaughlin S.B., Biradar D.P., Rayburn A.L. Photosynthetic rates and ploidy levels among populations of switchgrass // Crop Sci, 1996. – N 36. – P. 306–312.
20. Richards Mary S., Landers R.Q. Responses of species in Kalsow Prairie, Iowa, to an April fire // Proceedings Iowa Academy of Science. – 1973. – N 80. – P. 159–161.
21. Wolter Elbersen Switchgrass for biomass: Bibliography and management practices Draft document FAIR 5-CT97-3701: Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative energy crop in Europe. Initiation of a productivity network. ATO-DLO, Wageningen. – 1998. – 22 p.
22. Moser L.E., Vogel K.P. Switchgrass, Big Bluestem, and Indiangrass. In: An introduction to grassland agriculture // Iowa University Press, 1995. – P. 409–420.

#### **KULYK M.I., YURCHENKO S.O.**

*Poltava State Agrarian Academy of the Ministry Agrarian Policy and Food of Ukraine, Ukraine, 36003, Poltava, Skovorody str., 1/3, e-mail: maksimkylik@mail.ru*

#### **FORMATION OF PRODUCTIVITY INTRODUCED IN CENTRAL UKRAINE *PANICUM VIRGATUM* L. (SWITCHGRASS)**

**Aims.** To use plant phytomass for biofuels production peculiarities formation phytomass yield and productivity of seeds a new, exotic culture – switchgrass. **Methods.** Research Methods in the field experiments – conventional and special: quantitative indicators of plant. **Results.** The results of the three-year research: the duration of the growing season, forming the elements of the vegetative and generative performance culture *Panicum virgatum* L. when grown sorts of American origin introduced in the central steppes of Ukraine. **Conclusions.** Is established elements of the structure part (height and number of plants per unit area), dry phytomass yield and seed production the switchgrass. Stated that switchgrass well acclimatized to growing conditions in central Ukraine and can be used as feedstock for biofuel production plant origin.

**Key words:** introduction, phytomass structure, raw materials, productivity, switchgrass *Panicum virgatum* L.