

СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА МОРФОЛОГІЧНИХ, ФІЗІОЛОГІЧНИХ ОЗНАК (*Panicum virgatum* L.) ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ДЛЯ СТВОРЕННЯ СОРТІВ

ОРЛОВ С. Д. - д.с.-г.н., зав. від. селекції та насінництва зернових і зернобобових культур та багаторічних трав ІБКІЦБ НААН України;

ГОНЧАРУК Г. С. - к. с.-г.н., зав. лабораторії селекції цукрових буряків Ялтушківської дослідно-селекційної станції ІБКІЦБ НААН України;

БРОВКО С. М. - ст. н. співробітник відділу селекції та насінництва зернових і зернобобових культур та багаторічних трав ІБКІЦБ НААН України

КОСТОГРИЗ Л. А. - к. с.-г.н., учений секретар ІБКІЦБ НААН України

Вступ. Перед селекціонерами постійно ставиться завдання, яке полягає у створенні сортів біоенергетичних культур здатних продукувати вегетативну масу для потреб біопалива у певних ґрунтово-кліматичних зонах. Поставлена мета, перш за все, досягається шляхом підбору перспективного вихідного матеріалу біоенергетичних культур із колекційних зразків.

В умовах України біоенергетичні рослини за період вегетації поглинають лише 60% сонячної енергії. Однією з причин є те, що повноцінний листовий апарат досягає максимуму тільки в середині липня, коли надходження ФАР дещо спадає і, головне, збіднюється на довгохвильову радіацію.

Одним із основних резервів подовження періоду вегетації за рахунок весняного та осіннього періоду є більш раннє отримання сходів, тобто підвищення здатності кореневищ рослин проса прутоподібного проростати за понижених температур та продовження вегетації при понижених температурах осені – тобто за ранніх та пізніх строків вегетації.

Природно, що у більш холодостійких сортів або біотипів проса прутоподібного в умовах низьких температур проростання пагонів може бути більшою, ніж у менш холодостійких. Ця здатність біотипів проса прутоподібного проростати при відповідно низьких температурах дозволяє починати їх вегетацію в оптимально ранні строки за наявності підвищених запасів вологи у ґрунті.

На процес формування вегетативної маси і, зокрема, накопичення сухої речовини, окрім спадкових сортових особливостей, мають також сильний вплив вік та густота рослин, забезпеченість необхідними елементами живлення, гідротермічні та, особливо, ґрунтові умови, які безпосередньо визначають умови кореневого живлення рос-

лин. Все це в певній мірі позитивно, або негативно впливає на довжину стебла, облистяність, пагоноутворення, їх щільність, вміст хлорофілу, накопичення сухої речовини, лігніну та геміцелюлоз, тобто зміна одного з елементів структури має відповідний вплив на врожайність або якість проса прутоподібного. Метою дослідження передбачалося оцінити морфологічні, фізіологічні ознаки (*Panicum virgatum* L.) проса прутоподібного для створення сортів.

Матеріал та методика досліджень.

Дослідження проводились в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ, Ялтушківській ДСС протягом 2013-2015 рр.

Агрокліматичні умови Ялтушківської дослідно-селекційної станції характеризуються наступним чином: ґрунти світло-сірі, сірі, темно-сірі опідзолени, середньо-суглинкові, слабозмиті. Глибина гумусного горизонту коливається від 30 до 35 см з вмістом гумусу (за Тюріним) 1,87 - 2,11 %. Вміст азоту 7,0 - 7,5, фосфору - 17,2 - 18,3, калію 13,4 - 16,7 мг на 100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину рН 5,1 - 5,5, гідролітична кислотність дорівнює 2,46 - 2,76 мг-екв. на 100 г ґрунту. Впродовж вегетаційного періоду рослин проса прутоподібного спостерігалось перевищення середньомісячних температур, порівняно до середньо-багаторічних, що в цілому більше на 2,8 С° і склало 17,8 С°. Опади впродовж вегетаційного періоду випадали нерівномірно, їх було менше на 35,1 мм порівняно з середньою багаторічною нормою.

Кліматичні умови протягом вегетаційного періоду проса прутоподібного (2013-2015 років) характеризувались недостатньою кількістю опадів, підвищеною температурою повітря та пониженою відносною вологістю повітря, що вплинуло на ріст, розвиток, насінневу продуктивність рослин.

Дослідження проведені з викорис-

танням загально-прийнятих методик в селекції й сортовипробуванні та методичними підходів, які використовуються в міжнародній практиці. Використано польовий метод – спостереження за динамікою росту й розвитку рослин проса прутоподібного. Лабораторний – визначення біохімічного складу. Вимірювально-ваговий метод – встановлення біометричних характеристик рослин. Математично-статистичний – оцінка достовірності отриманих результатів досліджень [1].

Застосовано індивідуальний добір, схрещування з метою виявлення та поліпшення рослин за ознаками: анатомічними – архітектоніка рослини; фізіологічними – накопичення, вмісту сухої речовини та ін.

При індивідуальному доборі рослин проса прутоподібного за найбільш цінними ознаками (висока куцистість, високий вміст сухої речовини, висока врожайність), які відповідають вимогам до майбутніх ліній, здійснювали запилення на 5-10 рослинах кожного селекційного зразка.

Рослини оцінені за такими біометричними показниками: висота головної стебла, см; число надземних вузлів, шт.; загальна куцистість, шт.; довжина волоті, см; довжина листка, см; ширина листка, см; маса 1000 зерен, г; вегетаційний період, біохімічними: вміст хлорофілу а і b, сухої речовини, зольних елементів. Визначення показників вмісту лігніну, геміцелюлоз проведені у фазі повної стиглості (кінець вегетації) [2].

Збирання насіння здійснювали поділянков та індивідуально з рослин. Визначення енергії проростання та схожість насіння проведено на фільтрувальному папері за методикою контролю-насінневих лабораторій.

Масу 1000 насінин визначено шляхом зважування та підрахунку їх кількості у середніх пробах триразової повторності [3].

На посівах проса прутоподібного впродовж вегетації проведено спостереження: дата відростання, забарвлення, форма стебла, листової пластинки, наростання листків, дата початку та кінця цвітіння, сухої речовини, накопичення зольних елементів, ураження хворобами, ушкодження шкідниками, зав'язування насіння, продуктивність та врожайність, вегетаційний період.

Результати досліджень. При стабільних позитивних температурах сорт має забезпечувати швидке накопичування вегетативної маси. З цією метою необхідне визначення інтенсивності відростання рослин – навесні після відновлення вегетації. Відростання пагонів навесні відбувається за рахунок пазушних бруньок із зони кушіння.

Впродовж вегетації проса прутоподібного проведена комплексна оцінка від початку відновлення вегетації й до осіннього дозрівання (табл. 1).

З'ясовано, що зразки проса прутоподібного різняться як за метричними показниками так і за біологічними ознаками. В середньому по зразках,

відновлення вегетації наставало 12 квітня. Але Санберст, Небраска Дакота розпочинали відростання 8 квітня, сорти Кейв-ін-Рок, Аламо, Форесбург – 12 квітня, пізніше Картадж та Канлоу – 16 квітня. Наростання вегетативної маси по різних зразках відбувалося з неоднаковою інтенсивністю. Найбільш інтенсивно вегетували зразки Канлоу та Картадж, хоча відростати вони розпочали найпізніше, та Санберст, Аламо і Кейв-ін-Рок.

Для створення цінних біотипів важливе значення має розмір та форма суцвіття і за даними показниками зразки проса прутоподібного особливо різняться між собою.

В процесі вегетації зразків проса прутоподібного на основі вивчених біологічних та метричних ознак проведено добір рослин за показниками ранньостиглості в поєднанні з високою продуктивністю, і з них окремо зібрано насіння.

Величина довжини стебла проса прутоподібного може змінюватись залежно від видових і сортових особливо-

стей, гідротермічних умов, режиму живлення, віку рослин, способів сівби та варіює в межах 160-275 см.

При створенні сортів найперше враховується динаміка наростання довжини стебла. Середньодобові прирости у проса прутоподібного, залежно від сортових особливостей, гідротермічних умов та віку, становили від 0,64 до 1,1 см/доба. Динаміка росту й середньодобовий приріст відображують біологічні властивості та морфологічні особливості рослин і проходження окремих міжфазних періодів.

Високими показниками середньодобового приросту 0,9-1,1 см характеризувались зразки Канлоу, Кейв-ін-Рок.

Одним із найважливіших показників, від якого залежить урожайність вегетативної маси, є довжина стебла рослин перед збиранням. Між цими ознаками виявлено середній та високий позитивний кореляційний взаємозв'язок, в цілому він становив $r=0,69-0,93$.

Цінним компонентом вегетативної маси проса прутоподібного є листя,

Таблиця 1.

Комплексна характеристика рослин проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L), 2013-2015 рр.

Селекційні зразки	Біологічні ознаки								Відсоток наявності листків на стеблі, форма	Колір рослини на період обліку врожаю
	Висота рослин, см	Кількість, шт			Вміст хлорофілу а/б	Розмір, см, форма волоті	Кількість розгалужень волоті, шт.	Форма, колір та розмір насіння		
		стебел на 1 пог.м	міжвузлів стебел	листіків						
Канлоу	275	210	7	85	0,237/0,330	48 компактна	28	подовжене, світло-сіре, 4 мм	35 широкі	зелений
Дакота	160	225	5	82	0,185/0,228	20 розгалужена	24	покрите лусками, світло-сіре, 3 мм	15 вузькі	світло-коричневий
Небраска	185	208	7	25	0,186/0,267	45 розгалужена	30	подовжене, темно-сіре, 4 мм	20 широкі	темно-коричневий
Санберст	230	218	6	83	0,227/0,257	40 компактна	28	подовжене, темно-сіре, 4 мм	18 вузькі	світло-коричневий
Аламо	225	215	8	76	0,198/0,203	50 компактна	30	подовжене, світло-коричневе, 4 мм	30 широкі	темно-коричневий
Форест-бург	185	220	5	72	0,184/0,230	25 розгалужена	32	подовжене, світло-сіре, 4 мм	15 вузькі	світло-коричневий
Кейв-ін-Рок	260	232	7	96	0,245/0,279	60 розгалужена	28	подовжене, світло-сіре, 4 мм	20 вузькі	світло-коричневий
Картадж стандарт	230	230	8	95	0,177/0,235	45 розгалужена	30	подовжене, темно-сіре, 4 мм	38 широкі	зелений
НІР 0,05	0,75	2	0,8	0,97	0,011/0,017	0,88	0,2	0,01		

Таблиця 2.

Продуктивність зразків проса прутоподібного 2013-2015 рр.

Селекційні зразки	Веgetаційний період, діб	Урожай сиріої маси, т/га.	Вміст сухої речовини, %	Збір сухої речовини, т/га
Канлоу	250	16,8	84	14,1
Дакота	245	22,4	82	18,4
Небраска	245	22,4	82	18,4
Санберст	250	20,0	83	16,6
Аламо	250	26,8	84	22,5
Форестбург	245	22,5	82	18,4
Кейв-ін-Рок	250	28,4	85	24,1
Картадж (стандарт)	201	30,2	78	23,6
НІР 0,05		0,91	0,6	0,78

саме у зеленій пластинці листка міститься найбільша кількість вуглеводів, лігніну, органо-мінеральних речовин. Порівняно зі стеблами, які мають у своєму складі більше геміцелюлози (клітковини).

Облистяність зразків проса прутоподібного знаходилась в межах 25–95 шт. Різниця в облистяності очевидно обумовлена насамперед генотипом, гідротермічними умовами, зокрема, наявністю доступної вологи та поступовим збільшенням кількості пагонів при наростанні кореневищ, внаслідок чого облистяність стебел є вищою. Надмірне вологозабезпечення в окремі періоди вегетації сприяло інтенсивному росту стебел та їх потовщенню, що дещо зменшувало облистяність. Посушливі, навіть недовготривалі, періоди також сприяли зменшенню кількості листя.

Найкраща облистяність у рослин спостерігається у фазі початку цвітіння і становить в цілому 62 %.

Одним із показників цінності листя у всій масі є вміст хлорофілу. У зразках проса прутоподібного вміст хлорофілу а/в коливався від 0,184/0,239 в Форестбург до 0,245/0,279 у Кейв-ін-Рок.

За роки досліджень виділилися зразок проса прутоподібного Кейв-ін-Рок з підвищеною облистяністю, який перевищував значення стандартного сорту.

Продуктивне використання зимових запасів ґрунтової вологи при формуванні вегетативної маси проса прутоподібного та більш рівномірний розподіл опадів під час вегетації, на фоні дещо знижених температур, порівняно з середньобогаторічними значеннями на Ялтушківській ДСС, сприяли збереженню динаміки середньодобового приросту. В окремих зразків на п'ятому році вегетації було виявлено 76,2 г/м² підвищення середньодобового приросту маси, порівняно з третім 35,5 г/м².

При аналізі продуктивних показників відмічаємо непряму залежність між продуктивністю та початком відростання – чим раніше просо прутоподібне дозрівало, тим менша його продуктивність.

В середньому кращу врожайність вегетативної маси було виявлено у зразків проса прутоподібного, які перевищили стандартний сорт на 2,6 т/га (табл. 2).

Урожайність вегетативної маси зразків проса прутоподібного коливалася від найменшого значення 16,8 т/га у Дакота до 30,2 т/га у Канлоу.

Здатність сорту інтенсивно відростати після кожного року вегетації, формуючи високі пагони, є важливим при створенні сортів з підвищеним рівнем збору сухої речовини.

Накопичення сухої речовини у зразків проса прутоподібного колива-

лось від найменшого значення 78 % у Канлоу до 85 % у Кейв-ін-Рок.

Найбільший вміст сухої речовини мали зразки Дакота, Аламо, Кейв-ін-Рок 84,0-85,0%.

Більш об'єктивною є оцінка динаміки накопичення маси за показником збору сухої речовини. У наших дослідженнях накопичення та збір сухої речовини коливались від найменшого значення 14,1 т/га у Дакота до 24,1 т/га у Кейв-ін-Рок.

Найбільш високопродуктивними за збором сухої речовини є зразки Канлоу, Аламо, Кейв-ін-Рок та Картадж – 22,1 – 24,1 т/га, їх слід використовувати для подальшої селекційної роботи.

Загальновідомо, що геміцелюлоза та лігнін є одними з необхідних компонентів проса прутоподібного. Тому вміст лігніну, геміцелюлоз у вегетуючих рослин є одним із головних критеріїв їх порівняльної оцінки. Вміст та вихід лігніну, геміцелюлоз у сухій речовині проса прутоподібного значною мірою залежить від густоти посіву, фази та облистяності, врожайності вегетативної маси; гідро-

термічних умов; забезпеченості елементами живлення. Залежно від вказаних чинників вміст лігніну знаходиться в межах 14,3–15,2 %, а геміцелюлоз 11,4 – 12,3 % (табл. 3).

Вищий вміст лігніну за стандарт було виявлено у 3 зразків: Форестбург, Аламо, Кейв-ін-Рок.

Вміст лігніну, геміцелюлоз у сухій речовині є важливим у селекційній роботі при створенні сортів, однак більш суттєвим показником вважається збір (кількість) сухої речовини, отриманої з одиниці площі певного зразка.

Висновки. В середньому відновлення вегетації проса прутоподібного наступало 12 квітня. Наростання вегетативної маси у різних зразків відбувалося з неоднаковою інтенсивністю.

Сортозразки проса прутоподібного різняться як за метричними показниками, так і за біологічними ознаками. Величина довжини стебла проса прутоподібного змінювалась залежно від видових і сортових особливостей, гідротермічних умов, режиму живлення, віку рослин, способів сівби та варію-

Таблиця 3.

Вміст лігніну, геміцелюлоз у зразках проса прутоподібного, 2013-2015 рр.

Селекційні зразки	Вміст лігніну, %			Вміст геміцелюлоз		
	роки		середнє	роки		середнє
	2014 р.	2015 р.		2014 р.	2015 р.	
Картадж (стандарт)	14,7	15,3	15,0	11,7	12,6	12,2
Канлоу	14,9	14,2	14,5	10,9	11,8	11,4
Дакота	14,3	15,3	14,8	11,5	12,3	11,9
Аламо	14,4	15,7	15,1	11,6	12,7	12,1
Форестбург	14,8	15,6	15,2	11,8	12,6	11,7
Кейв-ін-Рок	14,7	15,5	15,1	11,7	12,8	12,2
Санберст	14,2	15,0	14,6	11,2	12,0	11,6
Небраска	14,0	14,9	14,4	11,0	12,9	11,9
НІР 0,05	0,140	0,134		0,12	0,14	

вала в межах 160-275 см. Облистяність зразків проса прутноподібного знаходилась в межах 25-95 шт. Очевидно, вона обумовлена генотипом, гідротермічними умовами (наявністю доступної вологи) та поступовим збільшенням кількості пагонів при наростанні кореневищ, внаслідок чого облистяність стебел є вищою.

Врожайність вегетативної маси зразків проса прутноподібного була в межах 16,8 т/га у Дакота до 30,2 т/га. у Канлоу.

Накопичення сухої речовини у зразків проса прутноподібного відмічено від 78 % у Канлоу до 85 % у Кейв-ін-Рок.

Найбільший вміст сухої речовини мали зразки Дакота, Аламо, Кейв-ін-Рок 84,0-85,0%, а накопичення та збір сухої речовини коливався від найменшого значення 14,1 т/га у Дакота до 24,1 т/га. у Кейв-ін-Рок.

З'ясовано, що вміст лігніну знаходиться в межах 14,3-15,2 %, а геміцелюлоз 11,4-12,3 %. Отже, найбільшу

цінність представляють сортозразки Дакота, Аламо, Кейв-ін-Рок, які в подаль-

шому необхідно залучати в селекційний процес.

Використані літературні джерела:

1. Методики проведення досліджень у буряківництві. К., 2014.
2. В.П. Ковальчук Сборник методов исследования почв и растений / В.Г. Васильев, Л.В. Бойко, В.Д. Зосимов// из-во «XXI век»-Труд-ГриПол.-К.:2010.-249с.
3. ДСТУ 4232-2003 Насіння буряків. Методи визначення маси 1000 насінин та маси однієї посівної одиниці.

Анотація

Для селекційної оцінки вихідного матеріалу (*Panicum virgatum* L.) проса прутноподібного широко використовувати ознаки: довжину стебла, облистяність, пагоноутворення, їх щільність, вмісту хлорофілу, накопичення сухої речовини, лігніну та геміцелюлоз, які значною мірою залежать від умов навколишнього середовища та генотипу, тому найбільш цінною є інформація, отримана в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні, для умов якої планується створення сорту.

Анотація

Для селекційної оцінки вихідного матеріалу (*Panicum virgatum* L.) проса прутноподібного широко використовувати ознаки: довжина стебла, кількість листків, пагоноутворення, їх кількість, вміст хлорофілу, накопичення сухої речовини, лігніну та геміцелюлоз, які значною мірою залежать від умов навколишнього середовища та генотипу, тому найбільш цінною є інформація, отримана в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні, для умов якої планується створення сорту.

Анотація

For the selection of the starting material evaluation (*Panicum virgatum* L.) switchgrass commonly used features: stem length, number of leaves, pagonoobrazovanie their number, chlorophyll content, dry matter accumulation, lignin and hemicellulose, which are largely dependent from the growth conditions and the genotype, so the most valuable is information that is obtained from the particular soil and climatic zone, the conditions for which it is planned the creation of varieties.

SWITCH FROM GAS TO BIOMASS IN DH: SUCCESS STORY OF LITHUANIA

REMIGIJUS LAPINSKAS, President World Bioenergy Association

На XII Міжнародній науково-практичній конференції, яка в кінці вересня ц.р. відбулася в Києві, редактор журналу «Біоенергетика/Bioenergy» під час знайомства з присутнім на форумі Президентом Всесвітньої Біоенергетичної Асоціації (WBA) Ремігіусом Лапінскасом, висловив побажання, щоб відомий у світі біоенергетик став автором українського видання й розповів на його сторінках про досвід країн ЄС у справі енергозаміщення.

Щойно на адресу редакції надійшов зі штаб-квартири Всесвітньої Біоенергетичної Асоціації (Стокгольм, Швеція) лист такого змісту: «У додатку надсилаю статтю, яку обіцяв для вашого журналу. Я сподіваюсь, вона допоможе вам у розвитку енергії з біомаси в Україні, заохочуванні до прийняття розумних і правильних рішень. З найкращими побажаннями, Ремігіус Лапінскас».

Редакція щиро дякує панові Лапінскасу за оперативність, добрі побажання й цікаву статтю про повчальний для України досвід Литви, яка першою з пострадянських країн отримала повну й остаточну перемогу в битві за подолання залежності від імпорту вогняного палива з Росії та досягла цілей Директиви ЄС щодо споживання поновлюваних джерел енергії.

For Lithuania dependence on imported fossil fuels from Russia was an economic and political challenge. At the same time, indigenous biomass resources were and still are abundant. From 2000 to 2015 biomass use in DH sector increased from 2 % to 61 % - the share of biomass used in DH first time exceeded the share of imported gas. Lithuania has already reached the targets of the EU Directive regarding the Incentives for Consumption of Renewable Energy Resources for Lithuania to increase this rate to 23 percent until 2020. The main reason for this growth is enormous renewable energy resources in Lithuania (for example, forests cover ~ 33.2 percent of Lithuania (2,2 M ha)), also the price of using biomass for heating is up to 3 times lower than price of natural gas). The amount of biomass per capita in Lithuania

is one of the highest in the European Union and it is estimated that in 2020 Lithuania will take the lead in the EU according to the quantity of available biomass for energy needs.

Heating has always been one of the most important and problematic global issues for people living in the altitudes like Lithuania. Over a span of 6 to 7 months a year, when the temperature at night time drops below 0°C (and sometimes even below -30°C), only a well-prepared person (family, community, city, nation) can survive and develop the country.

Lithuania is a unitary parliamentary republic with a population of around 3 million people only. It is a part of the so-called "Nordic Baltic" region of Europe, occupying the area of 65.300 sq. kilometers with the capital of Vilnius (est. 1323, population- 543.000). The first written

mention of Lithuania is found in a medieval German manuscript the "Annals of Quedlinburg" dated 9th of March, 1009. The country has a great history: in the 15-18th centuries The Grand Duchy of Lithuania was part of the Polish-Lithuanian Commonwealth, ruling the territory from the Baltic to the Black sea.

Lithuania was part of the Soviet Union (1940-1990), and since the country got back its independence on 11th of March 1990 the issues of energy supply and security have become of major importance. The energy system during the Soviet times was developed in the same way as in all the other Republics of the Soviet Union: the electricity supply system was based on large generators, including nuclear (Lithuania had two nuclear blocks at Ignalina NPP, 1600MW each), the heating of the cities was based on heat generation from gas and supplied through well-developed, but poorly maintained district heating systems. Also, all the gas supply was designed only by the pipe-line from Russia, and all the electricity system was connected only with the neighboring Byelorussia and Latvia (in so called BRELL ring, there was no connection to the West). Therefore, the transformation of such "inheritance" was inevitable, the question was only how to get out of this situation.

(Повністю статтю «Перехід від газу на біомасу в теплотостачанні: історія успіху Литви» буде надруковано мовою оригіналу в наступному номері журналу «Біоенергетика/Bioenergy»).