

Т.Ю. Жаворонкова

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ДЕЯКИХ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

біомаса, біопаливо, сировина, ґрунт, багаторічні культури, урожайність

Вступ

Виснаження світових запасів мінерального палива підвищило зацікавленість більшості країн світу в альтернативних (поновлювальних) джерелах енергії, серед яких значне місце займає біомаса – «біологічно відновлювальна речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу» [5, стаття 1]. З біомаси щороку отримують близько 2 млрд. т умовно паливної енергії – біопалива, що забезпечує 14% від загальної потреби в енергоносіях [3]. Біопаливо – це «тверде, рідке та газоподібне паливо, виготовлене з біологічно відновлювальної сировини (біомаси), яке може використовуватися як паливо або компонент інших видів палива» [5, стаття 1], його виробництво успішно розвивається у Фінляндії (19,6% від загальної потреби первинної енергії), Швеції (16,1%), Австрії (11%), Данії (10,3%), Польщі (4,5%), Німеччині (2,1%), Латвії (28%), Естонії (10,5%), Литві (7,6%) [3]. Сировиною для виробництва біопалива використовують відходи сільськогосподарського виробництва і спеціально вирощену біомасу [6–7, 11].

Україна відноситься до енергодефіцитних країн (внутрішні ресурси покривають потреби в енергоносіях лише на 53 %, імпортує 75% необхідного обсягу природного газу та 85% сировини нафти і нафтопродуктів), тому виробництво палива з поновлювальних ресурсів є особливо актуальним для нашої країни [3, 6–7]. На думку вчених, успішний розвиток власної біоенергетики обумовлений багатьма факторами, серед яких важливе місце займає самодостатність відносно сировинного забезпечення на регіональному рівні, оскільки її транспортування на відстань більшу ніж 50 км вважається нерентабельним [3, 6]. Більшість регіонів України мають сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування рослин з високим рівнем накопичення енергії біомаси під час вегетації, при цьому найперспективнішими вважаються ті культури, що можуть зростати на землях, які не використовуються харчовими [3, 6–7].

Донецька область (станом на 2009 р.) має близько 205 тис. га деградованих та малопродуктивних ґрунтів, що підлягають рекультивациі на землях усіх форм власності, серед яких в найближчі роки заплановано провести консервації під багаторічними травами на площі 124 тис. га, які надалі можна використовувати як кормові угіддя або сировинну базу для виробництва твердого біопалива [4]. Тому особливої актуальності набуло вивчення потенціалу багаторічних культур як сировини для виробництва біопалива, що придатні для поширення в даному регіоні.

Інтродукційні дослідження вчених Донецького ботанічного саду НАН України (ДБС) дозволили виділити серед значної кількості господарсько–корисних видів рослин багаторічні трави, що адаптовані до природно–кліматичних умов південного сходу України, зокрема Донецької області, мають високі показники урожайності надземної маси та за поживною цінністю не поступаються кращим бобовим культурам [8]. Вивчення їх проводили у різних ракурсах досліджень як лікарські, кормові, декоративні та інші, окрім аспекту перспективності виробництва біопалива на основі їхньої біомаси в посушливих умовах регіону.

Мета та завдання досліджень

Мета та завдання досліджень – дати оцінку перспективності деяких багаторічних трав'янистих рослин колекційного фонду ДБС для виробництва біопалива на південному сході України на основі визначення успішності їх інтродукції, урожайності надземної маси та біології їхнього розвитку.

Об'єкти та методики досліджень

Для оцінки перспективності рослин на базі ДБС в 2008 р. було закладено колекцію технічних культур, яка нині нараховує 142 зразки, 63 види і 26 сортів з 42 родів та 15 родин, серед яких 16 видів, 1 сорт з 13 родів та 6 родин є багаторічні трави, що досліджуються як сиро-

вина для виробництва твердого біопалива в умовах регіону. Основою для формування колекції став матеріал інших колекцій ДБС, а також насіння, отримане з Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України, Запорізького інституту олійних культур, Інституту луб'яних культур УААН та через ділектусний обмін.

Колекція розміщена на дослідних ділянках території ДБС, що знаходиться на висоті 235 м над рівнем моря, клімат помірно-континентальний, з посушливо-суховійними явищами, нерівномірним розподілом опадів протягом року та за роками, з відносною вологістю повітря нижче 30-40% 80–125 днів, абсолютною максимальною температурою повітря + 40,5°C, мінімальною – 38,5°C. Ґрунти – чорноземи звичайні на лесовидному суглинку. Агротехніка в дослідних загальноприйнята для даної групи рослин, зрошування рослин не проводили. Вивчення біології розвитку рослин проводили за методиками фенологічних спостережень, що прийняті в ботанічних садах [10], насінневої продуктивності за І.В. Вайнагієм [2], якості насіння за І.Г. Леурда [9], урожайності культур шляхом обліку надземної маси рослин (сирої та абсолютно сухої речовини), яка повинна бути вище 10 т/га [7], комплексну оцінку успішності інтродукції багаторічних трав проведено на основі методик В.Н. Білова та Р.А. Карписонової [1], Т.Н. Шостаченко та Г.В. Фалькової [12], які характеризують здатність рослин до генеративного та вегетативного розмноження, їхню стійкість до полягання, осипання, хвороб, уражень шкідниками, посухо- та морозостійкість. При оцінці ознак за основу взяли трьохбальну шкалу В. Березкіної (див. табл. 1) та виділяли такі групи культур: П – перспективні (21–24 бал), МП – менш перспективні (16–20 бал), НП – неперспективні (8–15 бал). Визначали відносний вміст (%) стебел у загальній масі рослини (1000 г) пробної навіски, висоту рослин вимірювали на відстані від поверхні ґрунту до верхівки листка або суцвіття у фазах бутонізації, цвітіння, плодоношення.

Таблиця 1. Шкала для оцінки успішності інтродукції багаторічних трав'янистих рослин

Ознаки	Бал		
	3	2	1
Генеративний розвиток	плодоношення рясне та щорічне	плодоношення не щорічне	плодоношення відсутнє
Посухо- та морозостійкість	рослини не випадають	пагони та рослини відмирають в особливо важкий період	щорічне значне відмирання пагонів та особин
Стійкість до полягання та осипання	майже відсутні	не масові	масові
Пошкодження хворобами та шкідниками	не пошкоджуються	пошкодження не масові	щорічні, масові
Вимогливість до родючості ґрунтів	невимогливі	середньо вимогливі	дуже вимогливі

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень успішності інтродукції багаторічних трав дозволили виділити найбільш перспективні культури (*Kitaibelia vitiifolia* Willd., *Lavatera thuringiaca* L., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert, *Sida hermaphrodita* Rusby, *Silphium perfoliatum* L.), що мають найвищу посухо- та морозостійкість, стійкість до полягання, осипання, уражень хворобами та шкідниками, невимогливі щодо родючості ґрунтів (табл. 2). За даними урожайності надземної маси в фазі повного плодоношення з виділених вище культур (див. табл. 2) в 2008-2009 рр. найбільш перспективними були *Kitaibelia vitiifolia*, *Sida hermaphrodita* та *Silphium perfoliatum*, оскільки вихід їхньої абсолютно сухої речовини сягав 20 т/га. Однак, дослідження 2010 р. показали, що у *Sida hermaphrodita* в дуже посушливий рік урожайність її надземної маси в фазі плодоношення знижується на половину за рахунок зменшення маси стебел (табл. 3), тому вона лишається перспективною кормовою культурою в умовах даного регіону, але її рентабельність як сировини для виробництва твердого біопалива знижується, і потребує подальших досліджень.

Таблиця 2. Інтеграційна оцінка успішності інтродукції багаторічних трав у Донецькому ботанічному саду НАН України, 2008–2010 рр.

Вид	Насіннєве розмноження	Посухоустійкість	Морозостійкість	Стійкість до				Вимогливість до родючості ґрунту	Сума балів	Перспективність
				хвороб	шкідників	осипання	полягання			
<i>Bunias orientalis</i> L.	3	3	3	3	2	2	3	1	20	МП
<i>Crambe cordifolia</i> Steven	3	2	2	3	2	2	3	2	19	МП
<i>Crambe pontica</i> Stev ex Rupr.	3	2	2	3	2	2	3	2	19	МП
<i>Kitaibelia vitiifolia</i> Willd.	3	3	3	3	2	2	3	3	22	П
<i>Lavatera thuringiaca</i> L.	3	3	2	3	2	3	3	3	22	П
<i>Festuca regeliana</i> Pavl.	3	3	3	2	3	2	2	2	20	МП
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	3	2	3	3	3	2	2	1	19	МП
<i>Miscanthus sinensis</i> (Thunb.) Andersson	2	3	2	3	3	2	3	2	20	МП
<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert	3	2	3	3	3	2	3	2	21	П
<i>Polygonum weyrichii</i> Fr. Schmidt	3	3	2	3	3	2	2	2	20	МП
<i>Rumex patientia</i> L.	3	3	3	3	2	2	2	2	20	МП
<i>Rumex tianschanicus</i> Losinsk.	3	3	3	3	2	2	2	2	20	МП
<i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	3	2	3	3	2	3	3	2	21	П
<i>Silphium perfoliatum</i> L.	3	3	3	3	3	2	3	2	22	П
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	3	2	2	3	3	2	2	2	19	МП
<i>Urtica cannabina</i> L.	3	3	3	3	3	2	2	1	20	МП

Примітка: П – перспективні; МП – малоперспективні.

Таблиця 3. Урожайність надземної маси *Sida hermaphrodita* Rusby. в Донецькому ботанічному саду НАН України, 2008–2010 рр.

Параметри	Рік дослідження		
	2008	2009	2010
Урожайність зеленої маси (т/га) в фазі:			
бутонізації	48,43	47,23	39,11
цвітіння	83,12	65,23	41,92
повного плодоношення	109,76	87,98	42,11
Урожайність абсолютно сухої маси стебел (т/га) в фазі:			
бутонізації	9,25	10,61	7,24
цвітіння	15,33	13,64	7,81
повного плодоношення	20,13	17,62	8,42
Вміст стебел, % в фазі:			
бутонізації	45,6	44,7	42,3
цвітіння	58,3	62,1	43,9
повного плодоношення	87,3	78,3	46,8

Фенологічні спостереження протягом вегетаційного періоду за *Kitaibelia vitiifolia* та *Silphium perfoliatum* (від сходів/відростання до повного плодоношення) дозволили визначити, що повноцінний урожай абсолютно сухої маси, що можна отримати вже на 2–3 рік зростання, формується за 140–170 днів, при цьому збір урожаю краще проводити після встановлення температури повітря нижче нуля, що зменшує витрати на висушування сировини (табл. 4).

Таблиця 4. Фази розвитку багаторічних технічних культур в Донецькому ботанічному саду НАН України, 2008–2010 рр.

Вид	Етапи вегетаційного розвитку, дата					
	посів насіння	сходи	відростання	бутонізація	цвітіння	плодоношення
<i>Kitaibelia vitiifolia</i> Willd.	22.04.08	15.05.08	20.03.09 15.03.10	05.06 – 30.06.	22.06 – 27.09	06.07 – 16.09
<i>Silphium perfoliatum</i> L.	22.04.08.	05.04.08	23.03.09 15.03.10	17.06 – 08.07	30.06 – 31.07	23.07 – 10.09

Дослідження якості насінневого матеріалу показали, що зразки *Kitaibelia vitiifolia* мають низькі показники енергії проростання та схожості насіння через високу щільність насінневої оболонки, тому найкращі результати дають озимі посіви, що забезпечують природну скарифікацію насіння (табл. 5).

Таблиця 5. Якість насінневого матеріалу *Kitaibelia vitifolia* Willd., *Silphium perfoliatum* L.

Вид	Показники		
	енергія проростання, %	схожість насіння, %:	маса 1000 насінин, г
<i>Kitaibelia vitiifolia</i> Willd.	8,91	20,11	3,16±0,03
<i>Silphium perfoliatum</i> L.	43,21	67,33	17,89±0,13

Вивчення особливостей росту та розвитку надземної маси цих культур показало, що в фазі повного плодоношення основну біомасу рослин складають огрубілі стебла та плоди, їхня облістяність складає від 20 до 26%, що підвищує якість сировини (табл. 6).

Таблиця 6. Біологічні особливості *Kitaibelia vitiifolia* Willd. та *Silphium perfoliatum* L. у Донецькому ботанічному саду НАН України, 2008–2010 рр.

Параметри	Вид	
	<i>Kitaibelia vitiifolia</i>	<i>Silphium perfoliatum</i>
Продуктивність насіння, г/м: потенційна реальна	367,8 228,0	196,1 53,7
Висота рослини (см) у фазі: бутонізації цвітіння плодоношення	147,15±3,11 165,12±4,13 176,45±2,81	167,65±4,16 188,42±3,83 237,32±3,04
Діаметр стебла у основи (мм) у фазі: бутонізації цвітіння плодоношення	7,11±0,12 9,13±0,22 11,21±0,31	8,11±0,23 10,16±0,35 12,83±0,24
Кількість продуктивних стебел на погонний метр, шт.	56,72±1,18	58,33±0,27
Урожайність зеленої маси (т/га) у фазі: бутонізації цвітіння повного плодоношення	62,43 84,12 93,76	68,11 89,92 98,11
Вміст стебел (%) у фазі: бутонізації цвітіння повного плодоношення	48,6 71,3 79,3	41,7 67,1 74,3
Урожайність абсолютно сухої маси стебел (т/га) у фазі: бутонізації цвітіння повного плодоношення	6,25 15,33 19,48	12,44 14,52 19,22

Висновки

На основі комплексної оцінки успішності інтродукції, урожайності надземної маси та біології розвитку технічних культур виділено *Kitaibelia vitiifolia* Willd. та *Silphium perfoliatum* L. як найперспективніші для виробництва твердого біопалива з багаторічних трав, що придатні для поширення в природно-кліматичних умовах південного сходу України.

1. Березкіна В. Оцінка успішності інтродукції видів *Sedum* L./В. Березкіна // Вісник Київс. нац. ун-та імені Тараса Шевченка. – 2007. – №11. – С. 4–6.
2. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растения/И.В. Вайнагий// Ботанический журнал. – 1974. – Т.59. – № 6. – С. 826 – 831.
3. Гелетуха Г.Г. Современное состояние и перспективы развития биоэнергетики в Украине / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная, Н.М. Жовтоир, Ю.Б. Матвеев // Промышленная теплотехника. – 2005. – Т. 27. – № 1. – С. 78-85.
4. Донецкая область делится опытом по охране земель [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://sovnet.donbass.com/m1/ru/press_service/news/2009-2/23598976
5. Закон України № 1391-VI Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.president.gov.ua/documents/9463.html>
6. Кобець М.І. Проблемні питання розвитку біодизельного виробництва в Україні / М.І. Кобець // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://brc.undp.org.ua/mg/publications/Problems_of_biodiesel_production_ua.pdf
7. Концепція цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: “Біомаса як паливна сировина” (“Біопалива”) http://www.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2007/regulations/OpenDocs/070228_56_d1.pdf
8. Кормовые растения для улучшения низкопродуктивных естественных угодий юго-востока Украины: Справочник [Л.Р. Азарх, А.З. Глухов, Е.Н. Кондратюк, И.Т. Юрченко, Н.А. Купенко, А.А. Смородина] Под ред. Кондратюка Е.Н. – Донецк: 1991.– 205 с.
9. Леурда И.Г. Определение качества семян. Альбом / И.Г. Леурда, Л.В. Белинских – М.: Колос, 1974.– 100 с.
10. Методы фенологических наблюдений при ботанических исследованиях. – Москва-Ленинград: Наука, 1966. – С. 5–71.
11. Рахметов Д.Б. Нові інтродуценти в фітоенергетиці України // Мат. Міжнар. конф. «Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку» – Донецьк, 2007. – С. 370–376.
12. Шостаченко Г.Н. Методические рекомендации по оценке засухоустойчивости растений, применяемых для скальных садов в субаридных условиях. / Г.Н. Шостаченко, Г.В. Фалькова. – Ялта: Б.и., 1974. – 20 с.

Донецький ботанічний сад НАН України

Получено 06.07.2010

УДК 633.81(477.60)

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ДЕЯКИХ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА
Т.Ю. Жаворонкова

Донецький ботанічний сад НАН України

На основі оцінки успішності інтродукції, урожайності надземної маси та біології розвитку багаторічних трав виділено *Kitaibelia vitiifolia* Willd. та *Silphium perfoliatum* L. як найперспективніші для виробництва твердого біопалива з багаторічних технічних культур, що придатні для поширення в природно-кліматичних умовах південного сходу України.

UDC 633.81(477.60)

THE ASSESSMENT OF SOME PERENNIAL HERBS POTENTIAL FOR THE BIOFUEL PRODUCTION
T.Yu. Zhavoronkova

Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine

Kitaibelia vitiifolia Willd. and *Silphium perfoliatum* L. has been singled out as the most perspective for the dry fuel production from perennial technical crops, which are of use for expansion in natural and climatic conditions of southern east of Ukraine, as a result of the assessment of successful introduction, crop-producing power of top and biology of perennial herbs elaboration.