

УДК 633:582.547.11

## СВІТЧГРАС ЯК НОВА ФІТОЕНЕРГЕТИЧНА КУЛЬТУРА

**МОРОЗ О.В.,**
*кандидат техн. наук,*
**СМІРНИХ В.М.,**
*кандидат с.-г. наук,*
**КУРИЛО В.Л.,**
*доктор с.-г. наук,*
**ГЕРАСИМЕНКО Ю.П.,**
**МОСТЬОВНА Н.А.,**
**ГОРОБЕЦЬ А.М.,**
*наукові співробітники Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків;*
**КУЛИК М.І.,**
*кандидат с.-г. наук, Полтавська аграрна академія.*

**Вступ.** Запаси енергоносіїв у надрах нашої планети катастрофічно зменшуються. Проблема забезпечення промисловості та населення джерелами енергії загострюється.

У світі зростає споживання відновлюваної енергії та наближується до 14%, приблизно 11% в її складі займає біопаливо. У зв'язку з тим, що наша держава на 60% залежить від енергоносіїв інших країн, питання розвитку біоенергетики є досить актуальним. Перспективним додатковим джерелом енергії на сьогодні є і основним буде в майбутньому - вирощування рослин для виробництва біопалива, яким властивий високий потенціал енерговіддачі.

Практичний інтерес в умовах України для вирощування на малопродуктивних еродованих землях, яких налічується 11,3 млн. га [1], може мати багаторічна злакова культура світчграс (*Panicum Virgatum L.*, просо лозовидне), батьківщиною якої є Північна Америка.

Рослина світчграсу має добре розвинене мичкувате кореневище, яке може досягати глибини понад 2 м, висота рослин залежно від сорту, якості ґрунту та кліматичних умов коливається від 50 до 250 см, продуктивність знаходиться в межах 6-25 т/га сухої речовини й такий урожай на одному й тому ж полі можна отримувати щорічно понад 15 років.

Світчграс позитивно впливає на збереження родючості ґрунту, використовується для виробництва твердого палива у вигляді брикетів та гранул, а також виробництва волокна, етанолу та бутанолу, може бути використаний для годівлі тварин.

Під час спалювання паливна маса

світчграсу не коксується, а співвідношення  $CO_2$ , у поглинанні рослинами й викидах у атмосферу, оптимальне.

**Матеріали та методика проведення досліджень.** Дослідження особливостей росту й розвитку та продуктивності різних сортів світчграсу з метою розроблення та обґрунтування механізованої технології його вирощування в умовах Східного Лісостепу України на Весело-подільській дослідно-селекційній станції розпочали з 2008 року, в 2009-2010 роках продовжили дослідження основних елементів технології його вирощування.

Досліди проводили за методом рендомізованих повторень, у кожному повторенні варіанти досліду розміщувалися у випадковому порядку [2]. Повторність – чотириразова. Площа облікової ділянки – 100 м<sup>2</sup>. В агротехнічних дослідах вивчалися два сорти Sunburst і Cave-in-Rock. Схеми дослідів передбачали визначення необхідних умов для проростання насіння світчграсу, які створювали весною під час допосівної й передпосівної підготовки ґрунту за допомогою різних сільськогосподарських знарядь, а також вивчення оптимальної площі живлення рослин і можливих способів боротьби з бур'янами в посівах.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий потужний малогумусний середньосуглинковий слабосолонцюватий з умістом гумусу 3,8-4,5%, легкогідролізованого азоту – 18-25,  $K_2O$  – 120-150,  $P_2O_5$  – 23-30 мг/кг ґрунту. Попередником світчграсу була пшениця озима, основний обробіток ґрунту – поверхневий. Сівбу проводили в два строки: перший весною 25 травня, другий влітку 10 липня. Урожай біомаси визначали ваговим методом на дослідних ділянках, вміст сухої речовини – методом висушування при температурі 105°C до постійного значення маси, структуру рослин – біометричними вимірюваннями, інші показники площі живлення, зони кореневого живлення, забур'яненості ґрунту й посівів визначали за методикою ВНЦ [3].

**Результати досліджень.** Світчграс є культурою дрібнонасіною, маса 1000 насінин залежно від умов вирощування та сорту коливається в межах 0,43-1,33 г, що потребує якісної підготовки ґрунту й заготання насіння на оптимальну глибину. Культура також теплолюбна, сівбу пропонується проводити в пізні строки, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 10 см досягне 12-15°C. За нашими спостереженнями сходи не витримують найменших заморозків, росли-

ни гинуть, тому, обираючи строки сівби, необхідно передбачити й уникнути негативного впливу заморозків, які в цьому регіоні трапляються навіть у другій декаді травня.

Враховуючи зазначені фактори й одночасно щоб зменшити непродуктивні втрати вологи із ґрунту весною, у період від початку польових робіт до сівби, тривалістю 28-40 днів, кількість технологічних операцій із підготовки ґрунту для сівби, способи й строки їх виконання, підбір сільськогосподарських знарядь повинні бути оптимальними, вивчення яких передбачалося у варіантах дослідів. У найкращих із них запаси продуктивної вологи в 0-20 см шарі ґрунту на час сівби насіння світчграсу за рівня 27-30 мм були на 9-12 мм більшими, ніж в інших варіантах досліду, що позитивно вплинуло на польову схожість насіння, а в подальшому й на продуктивність культури. Польова схожість насіння світчграсу сорту Sunburst за таких умов зростала на 5-15%, до рівня 53-59%, сорту Cave-in-Rock – на 7-5%, до 59-62%. Густота сходів відповідно по сортах складала 1,6-1,8 та 2,16-2,30 млн.шт./га. Урожайність фітомаси світчграсу сорту Sunburst при цьому збільшувалась на 0,6-1,5 т/га й на кінець вегетації, 31 жовтня, складала 8,9-9,5 т/га, сорту Cave-in-Rock збільшувалась на 0,8-1,8 т/га й становила 17,0-17,5 т/га. Сухої речовини в рослинах, відповідно по сортах, містилося 45,32 і 38,97%. Таку закономірність спостерігали також і на рослинах другого строку сівби, проте врожайність фітомаси тут була значно меншою – по сортах відповідно 3,5-3,9 і 5,98-6,17 т/га, сухої речовини містилося 42,92 і 35,63%.

Згідно з існуючими в зарубіжних країнах рекомендаціями, щоб зменшити вміст шкідливих речовин у рослинах, які при згоранні вивільнюються в атмосферу, травостій світчграсу пропонується збирати в пізні строки – наприкінці осені або на початку зими. Оптимальним є строк, коли врожай залишають на зиму в полі, а збирання проводять весною. За цей час відбувається природне розкладання й вилугування шкідливих речовин із рослин і якість виготовленого біопалива істотно зростає.

Обліки маси травостою світчграсу першого року життя, який зимував у полі, станом на 6 квітня весною 2010 року засвідчили, що врожайність надземної маси світчграсу сорту Sunburst першого строку сівби становила 3,59 т/га, сухої речовини в рослинах містилося 85,88%, сухої

маси було 3,08 т/га. За другого строку сівби показники врожайності були менші, відповідно 2,00 т/га, 85,92%, 1,78 т/га. Біомаси світчграсу сорту Cave-in-Rock першого строку сівби було 4,79 т/га, сухої речовини в рослинах містилося 86,21%, сухої маси було 4,13 т/га, другого строку сівби – відповідно 3,16 т/га, 86,0%, 2,71 т/га.

Фенологічні спостереження на посівах першого року вегетації світчграсу засвідчили, що незалежно від сорту, за сівби весною 21 травня період до появи сходів рослин становив 10 днів, повні сходи спостерігали 8 червня, на 18 день після сівби. 26 червня рослини мали 4-5 справжніх листочків, розпочалося формування коренів другого порядку, кушціня наступало 9 липня, викидання волоті світчграсу сорту Sunburst відбулося 4 серпня, сорту Cave-in-Rock – 16 серпня. На 10 жовтня насіння світчграсу сорту Sunburst доспіло повністю, сорту Cave-in-Rock знаходилося в фазі молочної сплості та до кінця вегетації не доспіло.

За сівби світчграсу влітку, 10 липня, рослини успішно пройшли фази формування коренів другого порядку й кушціня, проте утворення насінневої волоті до кінця вегетації було лише поодиноким.

Умови зимівлі в 2010 році озимих культур, у т.ч. і світчграсу, були складними. Промерзання ґрунту на глибину 46 см і його температура на глибині вузла кушціня, яка впродовж зими не опускалася нижче мінус 11°С, озимим культурам не загрожували. Проте, велика кількість снігу, часті відлиги й повернення морозів

спричинили утворення льодової кірки товщиною 7-15 см, місцями до 25 см, яка була 40 днів і покривала 80% площі. За таких умов посіви озимого ячменю, озимого ріпаку в регіоні загинули повністю, посіви пшениці – частково, при цьому посіви світчграсу залишилися неушкодженими.

Відновлення вегетації світчграсу другого року вегетації весною 2010 року відбувалося пізно – 27-30 квітня, для порівняння озима пшениця розпочала вегетувати 31 березня, люцерна й еспарцет – у перших числах квітня.

Веgetаційний період 2010 року характеризувався підвищеними температурами, які спричинили швидкі й непродуктивні втрати вологи із ґрунту. В квітні, травні, червні, липні й серпні середньодобова температура становила відповідно 10,2; 17,3; 22,1; 25,0 і 24,9°С, що перевищувало середньобогаторічні значення на 0,3; 1,4; 1,6; 2,3 і 3,1°С. Опадів випало відповідно 16; 44; 29; 45 і 3,3 мм, у сумі 137,3 мм, що було менше норми на 5; 10; 20; 23 і 25 мм, у сумі на 85 мм. За таких умов усі культурні рослини на полях, починаючи із червня місяця, у денні часи втрачали тургор, а частка засохлих рослин буряків цукрових у першій половині серпня на окремих полях у регіоні сягала 40 відсотків. Одночасно рослини світчграсу всі літні місяці вегетували задовільно, тобто без таких ознак. Пояснення знаходимо в особливостях накопичення й раціональному використанні рослинами світчграсу продуктивної вологи із ґрунту.

В умовах сніжної зими травостій світчграсу, який зимував, затримував сніг і сприяв значно більшому його накопиченню, ніж це спостерігалось на інших ділянках полів, що відповідно сприяло й більшому накопиченню продуктивної вологи в ґрунті. Якщо на 14 квітня в 1,5 м шарі ґрунту на посівах світчграсу продуктивної вологи містилося 309 мм, то в полі ячменю після буряків було 214-247 мм, у полі буряків цукрових після озимої пшениці – 259-275 мм, у полі озимої пшениці залежно від різних попередників – 196-250 мм, що було менше відповідно на 95-62, 50-34, 113-59 мм або на 31-20, 16-112, 36-19 відсотків.

Рослини світчграсу раціонально використовували накопичену продуктивну вологу ґрунту впродовж періоду вегетації, а щільний і потужний травостій був екраном на поверхні, який захищав ґрунт від прямих сонячних променів і вітру. Такий екран у свою чергу зменшував непродуктивне випаровування води.

Запаси продуктивної вологи в 1,5 м шарі ґрунту в посівах буряків цукрових і світчграсу станом на 29 червня склали відповідно 118 і 164 мм, 29 липня в полях буряків цукрових, ячменю, пшениці озимої відповідно – 62; 32 і 32 мм, у посівах світчграсу – 137 мм, що було більше на 75; 105 і 105 мм. На 29 серпня в полях із зазначеними культурами продуктивної вологи було в ґрунті відповідно 35; 4 і 5 мм, у посівах світчграсу – 122 мм, що більше на 87; 118 і 117 мм. Одночасно в ґрунті поля чорного пару, для порівняння, її було 197 мм. У вересні й жовтні після рясних дощів у кількості відповідно 125 і 41 мм запаси продуктивної вологи в 1,5 м шарі ґрунту в полях буряків цукрових і світчграсу зросли відповідно до 110 і 177 мм.

Весною 2010 року, після відновлення вегетації, густина травостою світчграсу сортів Cave-in-Rock і Sunburst першого строку сівби складала відповідно 1,225 і 1,150 млн. стебел/га, за другого строку сівби – 0,908 і 0,824 млн./га. До 5 травня на рослинах світчграсу другого року життя відросло лише по два листочки, а вже станом на 21 травня висота рослин першого строку сівби світчграсу сорту Sunburst сягала 70-76 см, сорту Cave-in-Rock – 82-85 см, маса травостою відповідно становила 1,83 і 1,45 т/га із вмістом сухої речовини 27,33 і 27,03%. Веgetативна маса рослин другого строку сівби була меншою, відповідно по сортах вона становила лише 0,52 і 0,81 т/га, вміст сухої речовини тут склав 27,64 і 27,55% (табл. 1). Відставання у висоті травостою світчграсу другого строку сівби, його продуктивності в другому році вегетації спостерігали до

**Таблиця 1.**  
**Динаміка наростання фітомаси різних сортів світчграсу другого року вегетації (2010 р.)**

Сорти	Строки сівби в 2009 році	Дати обліків						
		21.V	2.VI	2.VII	2.VIII	3.IX	21.X	
Cave-in-Rock	весна, 25.V	1*	1,83	14,72	39,50	42,0	38,5	27,5
		2	27,03	29,22	35,3	39,64	39,92	41,92
		3	0,39	4,0	13,9	16,6	15,36	11,52
Sunburst	весна, 25.V	1	1,45	13,70	24,20	33,50	31,50	18,25
		2	27,33	31,11	38,7	40,11	42,00	47,61
		3	0,50	4,57	9,28	13,4	13,23	8,68
Cave-in-Rock	літо, 10.VII	1	0,81	6,20	16,25	17,25	24,12	14,35
		2	27,55	28,92	34,95	39,7	42,30	44,61
		3	0,22	1,79	5,67	6,84	10,23	6,40
Sunburst	літо, 25.VII	1	0,52	3,95	14,0	14,75	15,0	7,80
		2	27,64	32,05	39,1	43,4	46,30	49,7
		3	0,14	1,26	5,47	6,40	6,94	3,87

Примітка \*: 1 - урожай фітомаси, т/га; 2 – вміст сухої речовини, %; 3 – урожай сухої речовини, т/га.

**Таблиця 2.**
**Енергетична характеристика фітомаси різних сортів світчграсу (2010 р.)**

Сорти	Строки сівби в 2009 р.	Вихід сухої біомаси, т/га	Тепловіддача біопалива, МДж/кг	Вихід біопалива з 1 т сухої біомаси, кг	Вихід біопалива з 1 га, кг	Вихід умовного палива (у.п.) з 1 га, кг	Вихід енергії, ГДж/га	Вихід енергії, ГВт год./га
<b>Cave-in-Rock</b>	весна, 25. V	11,52	16,6	1000	11520	6912	191,23	53,1
<b>Sunburst</b>	весна, 25. V	8,68	17,6	1000	8680	5208	152,76	42,4
<b>Cave-in-Rock</b>	літо, 10. VII	6,40	15,9	1000	6400	3840	101,76	28,3
<b>Sunburst</b>	літо, 10. VII	3,87	16,3	1000	3870	2322	63,08	17,5

періоду збирання, що є особливістю культури, яка зобов'язує правильно вибирати строки сівби насіння й потребує подальшого детальнішого вивчення.

Накопичення сухої речовини в рослинах світчграсу й наростання маси травостою впродовж 206 днів вегетації відрізнялися. Вміст сухої речовини в рослинах зростає поступово з 27,03-27,33 до 41,92-47,62%, а надземна маса світчграсу збільшувалася лише перших 105-110 днів і максимальною була в першій половині серпня, станом на 2 серпня – відповідно в Cave-in-Rock і Sunburst 42,0 і 33,5 т/га, вміст сухої речовини складав 39,64 і 40,11%, вихід сухої маси – 16,6 і 13,4 т/га. В наступні 101-96 днів, коли відбувалося формування й дозрівання насіння, а поживні речовини зі стебла переміщалися в кореневище, урожайність травостою поступово зменшувалась по сортах відповідно до 27,5 і 18,25 т/га, в перерахунку на суху речовину – до 11,57 і 8,68 т/га. Висота рослин першого строку сівби сорту Cave-in-Rock на 21 жовтня складала 159,2 см, листків на рослинах у середньому налічувалося 5,25 шт., а сорту Sunburst відповідно – 156,7 см, 4,85 шт. Рослини другого строку сівби були низькорослими, висота відповідно по сортах складала в середньому 127,9 і 116,6 см, листків було 4,50 і 4,30 шт.

Сорт Sunburst і на другий рік вирощування виявився більш ранньостиглим, початок викидання насінневої волоті спостерігали в кінці червня - на початку липня. На 21 жовтня в рослинах містилося сухої речовини 47,61%, волоть була сухою, а насіння повністю спілим. У сорту Cave-in-Rock вміст сухої речовини на 5,69% був меншим, насіння дозріло лише в нижній частині волоті, комбайновий обмолот і якість бункерної насінневої маси з великою кількістю зелених частинок стебел і недозрілого насіння були проблематичними. Тобто сорт пізньостиглий з низькою насінневою продуктивністю.

Насіння світчграсу після дозрівання схильне до самоосипання, що у випадку

використання посівів на насінневі цілі потребує правильного визначення строків і способів його збирання.

Насіннева продуктивність світчграсу сорту Sunburst першого строку сівби становила 0,597, другого – 0,219 т/га, сорту Cave-in-Rock відповідно 0,373 і 0,157 т/га.

Особливістю світчграсу є те, що насіння, яке дозріло восени й самоосипалося, весною наступного року не проростало й сходів від самовисіву не було.

Тепловіддача сухої фітомаси світчграсу сортів була різною – сорту Cave-in-Rock першого і другого строків сівби відповідно 16,6 і 15,9 МДж/кг, сорту Sunburst – 17,6 і 16,3 МДж/кг. Вихід умовного палива відповідно за сортами – першого строку сівби 6912 і 5208 кг/га, другого – 3840 і 2322 кг/га.

Вихід енергії світчграсу сорту Cave-in-Rock відповідно до строків сівби складав 191,23; 101,76 ГДж/га і 53,1; 28,3 ГВт год./га, сорту Sunburst 152,76; 63,08 ГДж/га і 42,4; 17,5 ГВт год./га (табл. 2).

*Більш повні й детальніші рекомендації з технології вирощування світчграсу для виробництва біопалива й насіння в умовах України, за відповід-*

#### Бібліографія:

- Носко Б.С., Прістер Б.С., Лобода М.В. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України/ Б.С. Носко. – К.: Урожай, 1994.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985.
- Барштейн Л.А., Гизбуллин Н.Г. Методика исследований по сахарной свекле/ Л.А. Барштейн. – К.: ВНИС, 1986.

#### Анотація

Проведено дворічні дослідження вирощування нової фітоенергетичної культури світчграс (Panicum Virgatum L, просо лозовидне) в умовах Східного Лісостепу України.

Експериментально встановлено особливості технології вирощування світчграсу, окремі біоенергетичні показники й потенціал продуктивності фітомаси та насіння першого й другого року вегетації.

#### Анотация

Проведены двухлетние исследования возделывания новой фитозенергетической культуры свитчграс (Panicum Virgatum L, просо лозовидное) в условиях Восточной Лесостепи Украины.

Экспериментально установлено особенности технологии выращивания свитчграса, отдельные биометрические показатели и потенциал продуктивности фитомассы и семян первого и второго года вегетации.

#### Annotation

Two year researches of growing new phytoenergetic crop svitchgras (Panicum Virgatum L, millet) were conducted under the conditions of East Forest-steppe of Ukraine. The features of technology of growing svitchgras, some biopower indexes and potential of the productivity of phytomass and seed of the first and second year of vegetation were experimentally established.

ну плату, можна отримати на Весело-подільській дослідно-селекційній станції Семенівського району Полтавської області, телефон 05341-96-1-48, або в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, м. Київ, телефон 044-275-53-55.

#### Висновки.

1. Результати досліджень засвідчують, що культура світчграс, завдяки можливістю довготривалого використання на біопаливо та інші цілі, невибагливості до режимів зволоження й живлення, потужній кореневій системі, може бути перспективною для вирощування на еродованих і інших малопродуктивних землях у більшості регіонів України.

2. Найбільшою складністю в технології вирощування світчграсу є велика чутливість рослин до умов життєзабезпечення в перший рік вегетації, особливо на початку росту й розвитку.

3. Оптимальні умови для культури можна створити різними агротехнічними заходами до й після сівби, підбираючи відповідні сорти, сільськогосподарські знаряддя й оптимальні строки сівби, враховуючи агробіологічні особливості регіону й погодні умови року.