

Д. Б. Рахметов,
доктор сільськогосподарських наук
Національний ботанічний сад
ім. М. М. Гришка НАН України

А. В. Андрющенко,
кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник

К. М. Кривицький,
кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник

В. В. Мамайсур,
молодший науковий співробітник
Український інститут експертизи
сортів рослин

УДК 631.529:636.086.3:633.8:664.8/.9:635.1/.8(477)

Державна експертиза сортів рослин фітоенергетичного напрямку використання

В статті подано тенденції розвитку біоенергетики в світі і надано оцінку різним видам рослин щодо комплексного використання у фітоенергетиці. Висловлено пропозиції відносно критеріїв опису сортів рослин фітоенергетичного напрямку використання.

Ключові слова:

біоенергетика (фітоенергетика), енергетичні рослини, сорт, біопаливо (біоетанол, біодизель, біогаз, тверде біопаливо), опис, енергетична оцінка.

Вступ. Фітоенергія – це відновлюваний вид енергії за рахунок використання в енергетичних цілях рослинної сировини. Отримання і відновлення одиниці енергії з неї потребує значно менше матеріальних, енергетичних та економічних витрат порівняно з вугіллям, нафтою та їхніми похідними. Крім того, за спалювання фітопалива у довікля вивільнюється вуглекислий газ у кількості, що дорівнює спожитій рослиною в процесі її росту і розвитку.

Біологічне пальне (англ. *biofuels*) – це поновлюване джерело енергії, на відміну від інших природних ресурсів (нафта, вугілля, ядерне пальне). Біопаливом вважається будь-яке пальне, що містить не менше 80% (за об'ємом) матеріалів, отриманих від живих організмів. Біопаливо включає широкий асортимент різноманітних органічних продуктів. Тому рослинну сировину, яку використовують як енергетичну, краще називати фітопаливо, а отриману енергію – фітоенергією, а напрям, який включає виробництво фітомаси та

енергії з неї, називати фітоенергетикою.

Термін «фітоенергетика» запропоновано завідувачем відділом нових культур Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка Національної академії наук України, доктором сільськогосподарських наук Д. Б. Рахметовим і схвалено світовою науковою спільнотою [1].

В усьому світі ведеться активний пошук альтернативної енергії, яка б не наносила шкоди довкіллю і була б якомога дешевшою.

Альтернативою вугіллю, нафті і газу є використання відновлюваної біоенергії: пальне з олії рослинного походження (сої, ріпаку, соняшнику, редьки олійної тощо), отримання біоетанолу (із зерна пшениці, кукурудзи, сорго), виробництво газу (із відходів сільськогосподарського виробництва, переробної і харчової промисловостей).

Світова спільнота вже має на озброєнні теоретичні і практичні напрацювання в галузі біоенергетики: найперспективніші джерела отримання сировини,

методи переробки та використання різних видів біопалива.

Так, Швеція майже повністю замінила бензин і дизельне пальне біопаливом [2].

В Чехії з 1994 року працює національна програма, згідно з якою уряд фінансово підтримує ініціативу населення і заохочує перехід на біопаливо. В країні організовано виробництво індивідуальних котлів для переходу на тверде біопаливо [3]. Чеські вчені ще з початку 90-х років проводять спільну роботу з відділом нових культур Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України з добору найцінніших енергетичних видів рослин.

Серед перспективних культур для Чехії виявився щавнат – новий гібрид щавлю шпинатного і щавлем тяншанським, створений у відділі нових культур НБС (автори: професори Ю.А. Утеуш, Д.Б. Рахметов). Наразі цей гібрид у країні займає понад 10 тисяч гектарів. За всебічної підтримки державою цього напрямку значно зменшилось використання дорогих і шкідливих для довкілля

вугілля, нафти і газу, що поліпшило екологію країни загалом. Натомість Чехія відмовилась від рослинного етанолу і в державних дотаціях вирощування цукроносних культур [3].

В європейських країнах, як біоенергетичні види використовують вербу, тополю, троянду багатоквіткову, топінсоняшник, сіду багаторічну, гірчак сахалінський, сорго, багаторічні й однорічні трави [4].

Наприклад, у Швеції площі під вербою займають понад 20 000 га, насадження якої можуть використовуватися до 30 років з отриманням сухої енергетичної маси до 45 т/га через кожні 2-3 роки [5].

В Італії у 2001-2005 рр. закладено 20 плантацій верби і тополі. У північних районах верба формує 19 т/га сухої маси, а тополя – 17 т/га.

Для Польщі важливим джерелом відновлюваної енергії є солома зернових. Відповідно розроблено піролізні котли для ефективного її спалювання, а також деревини та іншої біомаси без шкідливих викидів у довілля [6].

Європейський Союз із 2007 року через Агентство реструктуризації та модернізації сільськогосподарства зі свого бюджету фінансує вирощування енергетичних рослин [7].

Окремі автори, які люблять «противників» біопалива, вважають недоцільність його виробництва, обґрунтовуючи це багатьма проблемами. Але вони забувають про те, що продукти фотосинтезу протягом багатьох тисячоліть були і лишаються не лише основним джерелом харчування, а й важливою, навіть, єдиною енергетичною сировиною для людства.

Поряд з позитивними висновками щодо підтримки біопалива в січні 2008 року Королів-

ське товариство і Парламент Великої Британії оприлюднили дві доповіді, в яких жорстко оцінили біопаливо першого покоління (із зерна пшениці, кукурудзи, ріпаку, сої). Подібну оцінку біопаливу 1-го покоління дав і Європарламент, прогнозовано знизивши частку біопалива із 20% до 10% у 2020 році [3].

Але Євросоюз прийняв науково обґрунтований закон про доведення частки автомобільного біопального до 5,9% у 2010, до 7-10% у 2020 році. Активно в процес виробництва біопалива 1-го покоління включилися Іспанія, Франція, Німеччина, Італія та Англія [8].

Особливо актуальним стає виробництво біопалива II та III покоління. Ведеться активний пошук альтернативних відновлювальних джерел енергії. Підтримується виробництво електромобілів, використання сонячної, вітрової енергії і фітоенергетики у разі вирощування рослин спеціального призначення. Розробляються технології отримання біопалива III-го покоління – із мікроводоростей та мікроорганізмів.

Фітоенергетика в Україні.

В Україні фітоенергетичні види рослин використовують, покладаючись на європейський досвід. Так, у ботанічних садах Чернівців, Львова та Києва енергетична рослина сильфій росте на одному місці понад 40 років і формує врожай сухої маси 40-45 т/га за умов підживлення мінеральними добривами. В Національному ботанічному саду (НБС) ім. М.М. Гришка НАН України створено 2 сорти сильфію енергетичного напрямку використання.

У відділі нових культур НБС ім. М.М. Гришка НАН України, починаючи з 90-х років минулого століття, створено колекцію фітоенергетичних рослин.

Тепер вона нараховує понад 350 ботанічних таксонів для різних напрямів використання у фітоенергетиці:

1) група сировинних рослин для перероблення на тверде паливо (брикети, пелети) та біогаз – це сировинні рослини на основі високопродуктивних, переважно багаторічних, які забезпечують велику фітомасу. До цієї групи входять близько 145 таксонів: щавнат, сіда багаторічна, сильфій суцільнолистий, різновидності багаторічного сорго, міскантус гігантський, верба, тополя тощо;

2) група високоолійних культур нараховує понад 140 таксонів: ріпак озимий та ярий, редька олійна, тифон, суріпиця озима і яра, рижій тощо;

3) група рослин, з яких виробляють фітоетанол становить близько 75 таксонів: сорго цукрове, соняшник бульбистий, топінсоняшник, пальчасте просо, міскантус цукровий тощо.

У відділі створено і запатентовано понад 20 сортів нових енергетичних рослин (табл. 5).

Україна є одним з найбільших у світі виробником сировини (насіння ріпаку, сої, соняшнику) для виробництва дизельного біопалива [3].

Виробниче використання енергетичних рослин в Україні перебуває на стадії експериментальних досліджень. Необхідна цілеспрямована робота з впровадження енергетичних рослин в Україні. Важливі досягнення в біоенергетиці досягнуто в науково-дослідних установах НАН України і НААН та в окремих вищих навчальних закладах. Серед них Національний університет біоресурсів і природокористування України, Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Вінницький національний аграрний університет, Інститут технологічної

Таблиця 1

Щорічний потенціал енергетичної біомаси в АПК України
(Блюм Я.Б. та інші, 2010)

Вид біомаси	Енергетичний потенціал, млн... т у. п.		
	теоретичний	технічний	економічний
Солома зернових культур	10,3	5,21	1,34
Солома ріпаку	1,65	1,15	1,15
Відходи кукурудзи і соняшнику (стебла, стрижні качанів, кошики, лушпиння)	9,97	6,85	5,65
Сировина для дизельного пального (ріпак, соняшник, соя та ін.)	0,78	0,50	0,25
Сировина для біоетанолу (зерно, меляса та ін.)	2,33	2,33	0,86
Сировина для біогазу (гній, гноївка, силос з кукурудзи, харчові відходи тощо)	5,63	4,02	2,13
Енергетичні культури (тополя, верба, вільха, сіда, сільфій тощо)	14,58	12,39	12,39
Всього	45,33	32,45	23,77

Таблиця 2

Ресурсний потенціал енергетичних рослин Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України залежно від напрямку використання

Напрямок використання рослин на біопаливо	Кількість			
	родин	видів	форм	сортів
Біоетанол	3	27	39	5
Біодизель	14	42	72	25
Тверде біопаливо	15	85	27	32
Всього	32	154	138	62
Загальна кількість таксонів	354			

теплофізики НАН України, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки» НАН України, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України та деякі інші. Виконуються Державні програми з розвитку біоенергетики. Сформовано колекцію біоенергетичних рослин, придатних до поширення в Україні. Створено низку сортів біоенергетичних видів рослин. Опрацьовано технології вирощування та переробки сировини, розроблено обладнання для отримання рідкого, газового і твердого біопалива. Працюють окремі підприємства з виготовлення фітопалива.

В Україні проводиться певна робота з практичного використання біопалива в опаленні побутових і службових приміщень. Так, в Борщові Тернопільської області один із дитячих садків перевели на опалення твердим фітопаливом, що дало можливість зменшити витрати на опалення з 260 000 грн. (газ) до 86 000 грн. (тверде фітопаливо), тобто втричі. На Волині закладено плантацію верби (25 га) у фермерському господарстві для виробництва брикетів. У Львівській області закладається плантація верби на площі до 100 га. В Харківському національному аграр-

ному університеті ім. В.В. Докучаєва закладено дослідну ділянку для отримання щороку 200 т твердого палива.

Необхідно активізувати роботу щодо заохочення використання біоенергетики, заслуговує на увагу її розвиток у сільській місцевості, де земельні ресурси несільськогосподарського призначення можуть використовуватися для вирощування багаторічних енергетичних рослин.

Використання біопалива в сільській місцевості дає можливість на 40-70% знизити витрати порівняно з дорогими і шкідливими для довкілля видами пального (газу, мазуту тощо). Переробивши одну тону гички буряків, можна отримати 400 м³ газу метану, або брикети, тобто дешево та екологічно безпечну енергію.

Виходячи з сучасного рівня загального споживання первинних енергоносіїв (ЗСПЕ), в Україні (близько 216,7 млн т умовного пального) економічний потенціал вирощуваної

енергетичної біомаси може забезпечити близько 13% від потреб країни в енергії (табл. 1).

Якщо 2-3% орних земель використати для вирощування олійних культур (ріпаку, сої, соняшнику) на виробництво дизельного пального – це може забезпечити потреби всіх галузей сільського господарства країни, а зайнявши до 5% посівних площ енергетичними рослинами, можна повністю забезпечити агропромисловий комплекс власним біопаливом.

На першому етапі розвитку біоенергетики виробництво рідкого біопалива (етанолу та біодизелю) опрацьовано із сировини пшениці, кукурудзи, сої, рису, соняшнику, ріпаку тощо, що веде до зменшення кількості харчових продуктів [3].

В Україні наявний ресурсний потенціал енергетичних рослин, який здатний замінити сировину для отримання біопалива з видів рослин харчового призначення (табл. 2).

Поряд з традиційними нетрадиційні малопоширені види

рослин можуть забезпечити високий вихід біоетанолу з одиниці площі (табл.3).

Малопоширені види рослин за виходом біоетанолу не поступаються традиційним, але мають певну перевагу, насамперед, за рахунок менших енергетичних і матеріально-технічних витрат на виробництво сировини; вони є стійкішими до стресових явищ і ураження шкідниками та хворобами.

Важливим показником за оцінки фітоенергетичних культур є вихід біогазу за перероблення біомаси (табл. 4)

З цієї групи енергетичних рослин варто виділити сильфій пронизанолистий, як найпродуктивніший за виходом біогазу з одного гектара посівної площі (26800-43550 м³). Сировину його збирають, починаючи з другого року розвитку, протягом понад 20 років. Заслужують на увагу щавнат і сіда багаторічна, котрі також невибагливі до ґрунтів і можуть займати площі, непридатні для традиційних сільськогосподарських культур харчового призначення.

Виходячи з потреб біоенергетики, в Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України на даний час створено низку сортів нових високопродуктивних енергетичних рослин, на які отримані авторські свідоцтва (табл. 5).

Сорти енергетичних культур характеризуються високою врожайністю надземної маси та виходом умовного біопалива з одиниці площі (табл. 6).

Серед сортів за виходом умовного біопалива з 1 га посівної площі виділяються: сильфій пронизанолистий (сорт Переможець,) 15-20 т/га, сіда багаторічна (сорт Фітоенергія,) 15-21 т/га, соняшник бульбистий (сорт Фіолет київський),

Таблиця 3

Вихід біоетанолу з сировини високопродуктивних культур

Культура	Об'єм виробництва біоетанолу, т/га	Культура	Об'єм виробництва біоетанолу, т/га
Буряк цукровий	2,5-6,0	Сорго цукрове	3,5-8,0
Кукурудза	2,5-3,5	Соняшник бульбистий (топінамбур)	2,5-5,5
Пшениця	1,5-2,8	Топінсоняшник	3,0-5,5
Тритикале	1,3-2,3	Цикорій	1,4-3,3
Жито	1,0-2,1	Елевсіна	2,6-3,0
Картопля	1,6-3,6	Чумиза	1,8-3,0

Таблиця 4

Потенціальна продуктивність сировини нових енергетичних культур за виходом біогазу

Вид	Період надходження сировини, дата, місяць	Урожайність надземної маси, т/га	Розрахунковий вихід газу, м ³ /га
Щавнат	28.04-20.05	70-100	23400-32000
Сіда багаторічна	05.07-25.07	80-120	24800-37200
Сильфій пронизанолистий	15.07-15.08	80-130	26800-43550
Сорго багаторічне	20.07-20.08	60-80	17700-23600
Козлятник східний	05.06-05.07	70-80	22050-25200

Таблиця 5

Високопродуктивні сорти культур для використання сировини на тверде біопаливо і біогаз

Культура	Сорт	Рік реєстрації
Амарант	Кремовий ранній	1994
	Кармін	2000
	Стерх	1994
Живокіст шорсткий	НАНУ-90	2009
Козлятник східний	НБС-75	2009
Мальва гібридна	Унава	1999
	Рюзана	2000
	Ніка	2000
Мальва кучерява	Рада	2003
Мальва мелюка	Кормела	1988
Мальва пухла	Сильва	1988
Свербига східна	Олімпійська	2009
Сильфій пронизанолистий	Богатир	2009
	Переможець	2009
Сильфій суцільнолистий	Ювілейний-90	2009
Сіда багаторічна	Вірджинія	2001
	Фітоенергія	2009
Хатьма тюрингська	Стugna-1	1999
Щавель гібридний	Румекс ОК-2	2001
Щавнат	Київський ультра	2006
	Бікор-1	2006
	Наставник	2009

Таблиця 6

Порівняльна характеристика продуктивності нових сортів перспективних енергетичних видів рослин

Види рослин, сорти	Період надходження біосировини, дата, місяць	Врожайність надземної маси, т/га	Вихід умовного біопалива, т/га
Живокіст шорсткий, с.НАНУ-90	10.08-20.09	80-100	12-18
Козлятник східний, с.НБС-75	25.07-25.08	70-80	10-12
Свербига східна, с.Олімпійська	10.08-10.09	60-80	9-15
Сильфій пронизанолистий, с.Переможець	10.09-15.10	80-130	15-20
Сіда багаторічна, с.Фітоенергія	25.08-25.09	80-120	15-21
Соняшник бульбистий, с.Фіолет київський	10.09-15.10	65-85	12-16
Сорго багаторічне, с.Колумбо	15.09-20.10	60-80	10-17
Топінсоняшник, Старт	15.09-20.10	85-90	14-18
Хатьма тюрингська, с.Стugna-1	20.08-10.09	60-80	12-15
Щавнат, с.Румекс ОК-2	25.06-20.07	70-100	10-20

12-16 т/га і живокіст шорсткий (сорт НАНУ-90), 12-18 т/га.

Важливим показником оцінки олійних енергетичних культур є вихід енергії з одиниці маси олії (табл. 7). Найвищі показники мають олії редьки олійної і гірчиці білої, відповідно 9886 і 9680 ккал/кг. Вихід енергії понад 9500 ккал/кг мають олії амаранту, льону олійного і суріпиці озимої.

Поряд з використанням олії для виготовлення біопалива з енергетичних культур використовується побічна продукція як носій теплоенергії (табл. 8). Показники таблиць 7 і 8 підтверджують комплексне безвідходне використання високопродуктивних енергетичних культур для виробництва біодизеля і отримання теплової енергії із побічної продукції.

Важливим напрямом фітоенергетики є використання високоврожайних рослин для виробництва твердого біопалива та отримання біогазу. В Україні вже відпрацьовано технології вирощування фітоенергетичних культур та перероблення сировини на брикети, пелети та отримання біогазу. Розроблено обладнання для виробництва біопалива.

Таблиця 7

Вихід енергії з олії енергетичних культур

Культури	Вихід енергії, ккал/кг	Культури	Вихід енергії, ккал/кг
Амарант	9539	Суріпиця озима	9503
Гірчиця біла	9680	Суріпиця яра	9376
Льон олійний	9531	Тифон	9447
Редька олійна	9886	Чорнушка дамаська	9197
Рижий посівний	9121	Чуфа	9490
Ріпак озимий	9020		

Таблиця 8

Вміст сухої речовини в побічній продукції олійних культур та вихід енергії

Культури	Фаза розвитку	Суха речовина, %	Вихід енергії Q, ккал/кг
Гірчиця біла	Плодоношення	89,4	4018
Гірчиця сарептська	Те саме	89,7	4151
Гірчиця чорна	- « -	89,0	3984
Редька олійна	- « -	88,7	3985
Ріпак озимий	- « -	76,6	3943
Ріпак ярий	- « -	88,9	44909
Рижій посівний	- « -	89,6	4133
Суріпиця яра	- « -	90,6	3928
Суріпиця озима	Достигання насіння	76,57	3764
Турнепс	Те саме	74,36	3671
Тифон	- « -	34,34	3776

В Харківській, Львівській, Вінницькій, Тернопільській, Волинській областях закладено плантації багаторічних рослин: верби прутівидної, тополі, міскантусу. Штучно створений новий ботанічний вид щавнат в Україні (НБС ім. М.М. Гришка), але недостатньо використовується в країні, а в Чехії та Китаї займає тисячі гектарів посівних площ. Верба і тополя

технологічно складніші, врожай сировини збирають один раз на 2-5 років, трудомістким є процес заготівлі сировини. Міскантус вимогливий до ґрунтів і характеризується низькою морозостійкістю (може вимерзати до 70%) і розмножується лише вегетативно, що ускладнює технологію вирощування. За середнім щорічним виходом енергії трав'янисті багато-

Таблиця 9

Характеристика деяких видів рослин для використання фітоенергетичної сировини

Показники	Одиниці вимірювання	Вид рослин				
		щавнат	тополя	верба	міскантус	гірчак сахалінський
Урожайність сухої маси (за період вирощування)	т/га	10-20 (через 1 рік)	10-20 (через 3-4 роки)	10-15 (постійно через 3-4 роки)	15-20 (через 2 роки і далі щорічно)	13-20 (через рік і далі щорічно)
Термін використання плантації	рік	8-10	10-15	15-20	10-15	15-20
Періодичність збирання фітоенергетичної сировини	рік	на 2-й рік і щорічно	4-5	3-4	на 2-й рік і щорічно	щорічно
Теплоємність	МДж/кг	18	18	20	18	18
Енергетичні витрати на виробство за рік	ГДж/га	12-16	28	27	12-18	10-15
Вихід енергії	ГДж/га	150-160	220	160	160-170	150-160
Середній вихід енергії за рік вирощування	ГДж/га	75-80 за 1 і 2 рік, далі 150-160	63	46	55 за 3 роки, далі 160-170 щорічно	75-80 за 2 роки, далі 150-160 щорічно
Витрати енергетикні на виробство енергії з 1 га	ГДж/га	14	7	8	16	13

Таблиця 10

Високопродуктивні культури для закладання енергетичних плантацій

Види рослин	Термін використання, років	Урожайність		Калорійність, ккал/кг	Вихід енергії, Гкал/га	Місце в сівозміні
		зеленої маси, т/га	сухої маси, т/га			
Амарант (щиріця)	1	60-80	10-15	3998	60,0	по зайнятому пару
*Верба прутовидна	15-25	60-95	30-45	4585	79,0	поза сівозміною
Гірчак сахалінський	15-20	70-100	13-20	4180	71,1	поза сівозміною
Козлятник східний	10-15	70-85	10-17	4457	75,8	поза сівозміною
Кукурудза	1	70-80	10-12	3100	37,2	після озимих зернових
Мальва мелюка	1	70-80	10-15	4339	65,1	по зайнятому пару
Міскантус	15-20	60-80	15-20	4285	72,9	поза сівозміною
Сильфій пронизанолистий	15-20	80-100	15-20	4223	84,5	поза сівозміною
Сіда багаторічна	15-20	80-100	5-20	4340	86,8	поза сівозміною
Соняшник бульбистий	8-10	60-80	15-20	4141	82,8	поза сівозміною
Сорго багаторічне	8-10	65-75	10-17	406	74,9	поза сівозміною
Ріпак озимий	1	20-30	5-8	3111	24,4	після озимих зернових
Щавнат	8-0	85-90	15-18	4437	79,9	поза сівозміною

* – Урожай біомаси збирають 1 раз на 3-4 роки.

річні рослини значно доцільніші (табл. 9-10).

Поряд з традиційними нові та малопоширені культури мають високі показники врожайності та енергетичної цінності (табл. 10).

Виходячи з вищевикладеного і враховуючи, що в Україні створено низку сортів рослин для використання у фітоенергетиці, можна стверджувати, що в найближчі роки енергетичні культури будуть активно впроваджені в процес енергозабезпечення країни.

Залежно від енергетичної цінності сухої маси рослин, а також олії варто згрупувати енергетичні рослини та їхні сорти за виходом енергії з одиниці посівної площі (табл. 11).

Таблиця 11
Групи багаторічних культур за енергетичною цінністю

Група	Калорійність, ккал/кг	Вихід енергії, Гкал/га	Рівень рентабельності, %	Термін використання посіву, років
I	понад 4000	понад 60	понад 200	понад 15
II	3000-4000	40-60	101-200	10-15
III	2000-3000	20-40	до 100	5-10

Для занесення створених сортів групи енергетичних культур до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, слід розробити критерії і визначити показники, які необхідно враховувати за надання опису цих сортів. До важливих показників слід віднести: енергетичну цінність біомаси, насіння; врожайність насіння і вегетативної (абсолютно або повітряно сухої) маси; олійність; вихід олії з одиниці площі; висоту рослин

(затехнологічного досягання); період використання плантації (років для багаторічних видів); стійкість до несприятливих кліматичних явищ і основних шкідників та хвороб; технологію вирощування та збирання врожаю (табл. 12).

Автори вважають за доцільне в Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні, виділити окрему групу сортів енергетичних рослин, спираючись на оптимальні критерії.

Ознаки видів і сортів рослин енергетичного напрямку використання

Таблиця 12

Ознаки рослин	Критерії		Бал (1-9)	Види рослин
	min	max		
Тип розвитку:	однорічний	1	1	сорго цукрове буряк цукровий сильфій пронизанолистий
	дворічний	2	2	
	багаторічний	3	30	
За висотою (м):	низька	0,5	1,0	рижій ріпак щавнат сіда багаторічна
	середня	1,0	2,0	
	висока	2,0	3,0	
	дуже висока	3,0	5,0	
Урожайність насіння (т/га):				суріпиця яра соя льон олійний
а) олійних видів:	низька	1,0	1,5	
	середня	1,5	2,5	
	висока	2,5	5,0	

Ознака рослин	Критерії		Бал (1-9)	Види рослин	
	min	max			
б) цукроносних культур:	низька	2,5	3,5	5	ячмінь жито кукурудза
	середня	3,5	5,0	7	
	висока	5,0	10,0	9	
Урожайність повітряно-сухої вегетативної маси для енергетичного напрямку використання (т/га):	низька	5	7	3	редька олійна свербига східна щавнат міскантус
	середня	7	10	5	
	висока	10	15	7	
	дуже висока	15	25	9	
Урожайність побічної повітряно-сухої вегетативної маси (т/га):					
а) олійних культур:	низька	2,0	3,0	5	соя ріпак
	середня	3,0	4,0	7	
	висока	4,0	6,0	9	
б) цукроносних культур:	низька	2,0	3,0	5	соняшник ячмінь пшениця кукурудза
	середня	3,0	4,0	7	
	висока	4,0	8,0	9	
Урожайність бульб і коренеплідів (т/га):	низька	20	30	3	картопля соняшник бульбастий, буряк цукровий
	середня	30	40	5	
	висока	40	60	7	
Енергетична цінність насіння (Ккал/кг):	низька	3000	4000	3	кукурудза щавнат редька олійна
	середня	4000	5000	5	
	висока	5000	6000	7	
Вихід енергії з 1 га плантації (Гкал/га):	низький	25	40	3	ріпак озимий кукурудза щавнат сіда багаторічна
	середній	40	60	5	
	високий	60	80	7	
	дуже високий	80	100	9	
Вихід умовного біопалива (т/га):	низький	7	10	3	свербига східна сорго багаторічне сильфій пронизанолистий
	середній	10	12	5	
	високий	12	15	7	
Вимоги до умов вирощування (бал 1-9):	вимогливі			3	сильфій пронизанолистий кукурудза міскантус
	помірно вимогливі			5	
	невимогливі			7	
Придатність до механізованого збирання (бал):	малопридатний			3	верба прутувидна сильфій пронизанолистий пшениця
	середньо придатний			5	
	придатний			7	
Стійкість до стресових явищ (бал):	низька			3	міскантус щиріця щавнат
	середня			5	
	висока			7	
Стійкість до основних хвороб (бал):	низька			3	соняшник бульбистий пшениця щавнат
	середня			5	
	висока			7	
Стійкість до основних шкідників (бал):	низька			3	ріпак амарант сильфій пронизанолистий
	середня			5	
	висока			7	
Рівень рентабельності (%):	низький	50	100	3	буряк цукровий сорго цукрове сильфій пронизанолистий гірчак сахалінський
	середній	100	200	5	
	високий	200	300	7	
	дуже високий	300	500	9	
Загальний бал оцінки культури, сорту рослин енергетичного напрямку використання:	низький			3	
	середній			5	
	високий			7	
	дуже високий			9	

Висновки. В Україні створено сорти рослин фітоенергетичного напрямку використання для виробництва різних видів біопалива: рідкого (етанолу, біодизеля тощо), газового, твердого (брикети, пелети) тощо.

Для виробництва біопалива доцільніше вирощувати не лише

традиційні, а й малопоширені енергетичні культури, переважно багаторічні, які врожайніші, менш енерговитратні за вирощування і можуть вирощуватись на землях, непридатних для традиційних с.-г. культур.

В Україні відпрацьовано технологію вирощування нетра-

диційних енергетичних рослин, розроблено обладнання і технології для виробництва біопалива різних видів.

Для сортів фітоенергетичних рослин рекомендується Державній службі з охорони прав на сорти рослин у Державному реєстрі сортів рослин, при-

датних до поширення в Україні, виділити окрему групу. Враховуючи вищезазначене до- | *цільно розробити Державний стандарт щодо енергетичних рослин з розподілом на групи* | *за енергетичною цінністю, технологічністю вирощування та напрямом використання.*

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Рахметов, Д. Б. Генетичні ресурси фітоенергетичних інтродуцентів в Україні /Інтродукція рослин – 2007. – № 2. – С. 3–10.
2. Панічев, Р. Які бувають енергетичні рослини. / Р Панічев // Агросектор, 2008. – № 3. – <http://journal.agrosector.com.ua/archive/26/430>.
3. Золотарьова, О. К. Куди прямує паливна індустрія? / О.К. Золотарьова, Є.І. Шнюкова // Вісник НАН України. – 2010. – № 4.– С. 10-20.
4. Блюм, Я. Б. Новітні технології біоенергоконверсії. / Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетуша, В. О. Дубровін [та інші]. – К., 2010. – 324 с.
5. Олійник, Є. Вирощування енергетичних плантацій. / Є. Олійник, Т. Єловицова. // Інститут технічної теплофізики НАН України «Біомаса». Агросектор. – 2007. – № 7-8. – <http://journal.agrosector.com.ua/archive/21/372>.
6. Гелетуша, Г. Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Частина 1. / Г. Г. Гелетуша, Т. А. Железна. // Нетрадиционная энергетика. Пром. теплотехника. – № 3. – 2010. – С. 73–79.
7. Гелетуша, Г. Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Частина 2. / Г. Г. Гелетуша, Т. А. Железна. // Нетрадиционная энергетика. Пром. теплотехника. – 2010. – № 4.– С. 94–100.
8. Жигарев, А. Призрак этанола бродит по планете. «Огненная вода для железных коней». // Аграрное обозрение, 2008. –[http:// agrobzor.ru / bio / a-110.html](http://agrobzor.ru/bio/a-110.html).

РЕКЛАМА

