

КОНЦЕПЦІЯ ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДИХ ВИДІВ БІОПАЛИВА В УКРАЇНІ

РОЇК М.В. - доктор с.-г. наук, професор, академік НААН;

ГАНЖЕНКО О.М. - кандидат технічних наук (Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН)

ТИМОЩУК В.Л. - головний спеціаліст відділу енергетики та альтернативних видів палива Мінагрополітики України

Вступ. Обсяги виробництва твердо-го біопалива в Україні щорічно зростають. Так, за 2013 рік було вироблено близько 1,5 млн.т. різних видів твердо-го біопалива, 90% якого експортовано до країн Західної Європи, що еквівалентно 0,6 млрд.м³ природного газу. Використання твердо-го біопалива на внутрішньому ринку стримувалось відсутністю законодавчо-встановлених механізмів стимулювання. У другій половині 2014 року Кабінетом Міністрів України було прийнято ряд постанов [1, 2], якими передбачено компенсацію різниці між економічно обґрунтованим тарифом на виробництво тепла з біопалива і збитковим тарифом на виробництво теплової енергії для потреб населення. Крім того, запровадив механізм відшкодування 20 % суми кредиту для населення на придбання твердопаливних котлів. Сьогодні вже більше 1600 домогосподарств взяли участь у цій програмі, а загальна сума виданих кредитів склала більше 28 млн. грн. Також затверджено Дорожню карту заходів щодо скорочення обсягу споживання природного газу та розвитку відновлювальної енергетики на період до 2020 року [3].

Впровадження цих заходів дозволило за минулий рік на 12% скоротити споживання природного газу населенням та бюджетними організаціями (з 26 млрд.м³ у 2013 р. до 22,9 млрд.м³ у 2014 р.) [4].

Постановка проблеми. Сировиною для виробництва твердо-го біопалива здебільшого є відходи деревообробної промисловості (тирса, тріска), солома зернових та зернобобових культур, соняшнікова лузга, тощо (рис. 1). Надходження такої сировини є нестабільним і носить сезонний характер, що негативно впливає на ефективність роботи заводів з виробництва твердо-го біопалива. Тому на особливу увагу заслуговує напрям, пов'язаний із забезпеченням сировиною виробників твердо-го біопалива за рахунок вирощування нових видів високопродуктивних дерев та багаторічних рослин, що дасть змогу щорічно отримувати задану кількість біомаси необхідної якості.

Результати досліджень. ґрунтово-

кліматичні умови більшості регіонів України є сприятливими для вирощування багаторічних енергетичних рослин, здатних інтенсивно трансформувати енергію сонця в енергомістку біомасу. Ці рослини не вимогливі до родючості ґрунту, не потребують значного використання добрив та пестицидів, запобігають ерозії ґрунту, сприяють збереженню та покращанню агроєкосистем та забезпечують низьку собівартість біомаси. Це дозволяє культивувати енер-

гетичні рослини на малопродуктивних землях.

До таких рослин належить **міскантус** (*Miscanthus*) багаторічна злакова культура, яку впродовж багатьох років вирощують в Америці та Західній Європі як джерело біоенергії. За рахунок високої врожайності сухої біомаси (до 25 т/га), високої теплотворної здатності (5 кВт/год/кг або 18 МДж/кг), низької природної вологості стебел на час збирання (до 25%) міскантус є найефек-



Рис. 1. Класифікація сировини для виробництва твердо-го біопалива.



Рис. 2. Однорічні насадження міскантусу гіганттеусу (Дослідне поле ІБКЦБ, 2014 р.)

тивнішою, порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, рослиною для виробництва твердого біопалива. Одна тонна сухої маси міскантусу еквівалентна 400 кг сирої нафти, 1,7 т деревини, 515 м³ природного газу, або 620 кг кам'яного вугілля. Стебла міскантусу можуть бути заввишки до 4 метрів і містять 64...71 % целюлози, що обумовлює його високу енергетичну цінність. Досвід вирощування міскантусу в Україні свідчить, що із плантації міскантусу можна через два роки після закладання впродовж наступних 20 років щорічно збирати по 20...25 тонн сухої маси з одного гектара (рис. 2).

Новою перспективною енергетичною культурою для України є також просо прутоподібне або **світчграс** (*Panicum virgatum*), що належить до багаторічних злакових культур (рис. 3). Світчграс походить з Північної Америки, де у природних умовах росте як прерійна трава. З початку 90-х років у США та Канаді світчграс почали розглядати в якості енергетичної багаторічної культури, сировина якої використовується для виробництва твердого біопалива, а також для целюлозної промисловості. Світчграс не вимогливий до вмісту вологи та поживних речовин у ґрунті, має високу природну стійкість до хвороб і шкідників, що дозволяє отримувати стабільні врожаї сухої біомаси на малопродуктивних еродованих землях. Висота рослин світчграсу, вирощеного в зоні недостатнього зволоження України, коливається від 1,0 до 2,5 м, а врожайність сухої біомаси від 7 т/га до 14,2 т/га залежно від сортових особливостей (рис. 4). За відповідного догляду за рослинами врожай біомаси світчграсу можна збирати впродовж 15 років.

Серед дерев, біомаса яких може використовуватись на тверде біопаливо, найкраще підходять сорти швидко-ростучої **верби** (рис. 5), виду Прутовидна (*Salix viminalis*). Верба, як енергетична культура, вирощується в таких європейських країнах, як Швеція, Англія, Ірландія, Польща, Данія та інші. Найбільші плантації енергетичної верби на сьогодні закладені у Швеції (до

20 тис.га) та Польщі (понад 6 тис.га). Верба не вибаглива до наявності поживних речовин у ґрунті, може рости на малородючих та кислих землях, але потребує багато вологи (табл. 1). Тому плантації енергетичної верби доцільно закладати в зоні достатнього зволоження або у поймах рік чи інших во-

дойм з високим рівнем залягання ґрунтових вод. Середній річний приріст верби прутовидної в умовах України становить 1,5...2,0 м. Урожай біомаси збирається кожні 2-3 роки впродовж 7-8 циклів. Основними компонентами біомаси енергетичної верби, що визначають її теплотворну здатність, є целюло-



Рис. 3. Однорічні посіви світчграсу (Білоцерківська ДСС ІБКіЦБ, 2014 р.).

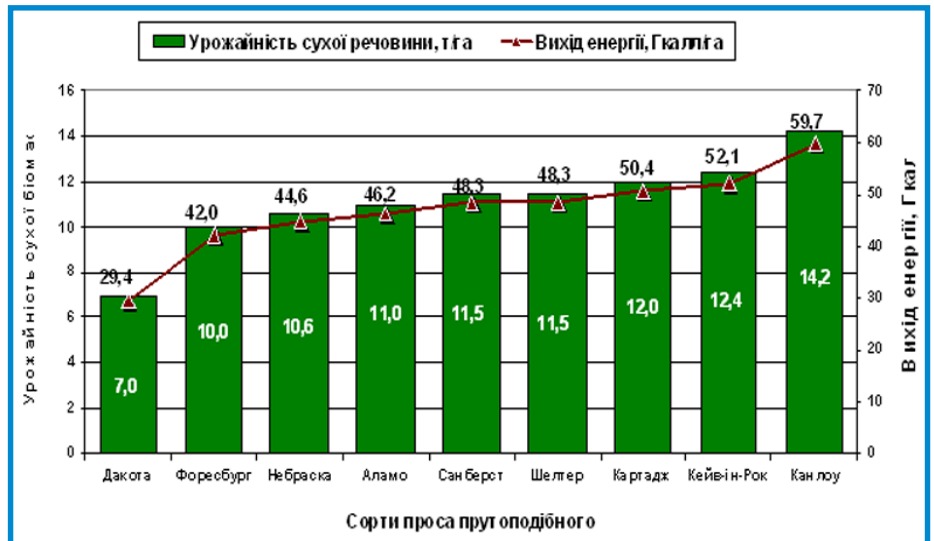


Рис. 4. Енергетична продуктивність світчграсу 6-го року використання (Веселоподільська ДСС ІБКіЦБ, 2014 р.)

Таблиця 1.

ґрунтово-кліматичні умови для вирощування біоенергетичних культур

Показник	верба	міскантус	світчграс
Землі	малопродуктивні, деградовані		
Нахил поля	до 5°		
Кислотність, рН	5...7	6,5...7,5	5...7
Глибина залягання ґрунтових вод	до 2 м	4 м	5 м
Кількість опадів за рік, мм	не менше 700	500-700	400-600
Кліматична зона	достатнього зволоження, пойми рік	достатнього і нестійкого зволоження	нестійкого і недостатнього зволоження

за, геміцелюлоза і лігнін, які разом складають до 99% сухої маси деревного матеріалу.

Екологічні аспекти вирощування багаторічних енергетичних культур

Останнім часом в засобах масової інформації нав'язується думка, що найбільш перспективною і дешевою

сировиною для виробництва твердого біопалива в Україні є солома зернових культур. Це призвело до стрімкого зростання частки солом'яних пелетів на ринку (рис. 5). Разом з тим, нашими дослідженнями встановлено, що із соломою з ґрунту виноситься значна кількість макро- та мікроелементів

(табл. 2), що негативно впливає на його родючість. Для повернення у ґрунт поживних речовин, які були винесені однією тонною соломи, необхідно внести 42 кг діючої речовини на гектар добрив на суму до 600 грн/га.

Вирощування багаторічних енергетичних культур забезпечує значне надходження органічних речовин у ґрунт кореневою системою та післяживними рештками, що сприяє підвищенню родючості ґрунту. Так, за дослідженнями, проведеними на Ялтушківській дослідно-селекційній станції ІБКІЦБ НААН за 5 років вирощування світчграсу вміст гумусу у ґрунті зріс з 1,87 % до 2,15 %.

Особливістю рослин міскантусу є те, що його стебла не накопичують зольних елементів і важких металів. За рахунок цього міскантус може впродовж 20 років вирощуватись на одному полі, не зменшуючи його родючість. Біомаса зі стебел міскантусу, за рахунок високого вмісту целюлози та низького вмісту важких металів, ідеально підходить для виробництва твердого біопалива.

Крім того, за рахунок потужної кореневої системи вирощування багаторічних злакових культур сприяє зменшенню ерозійних процесів, що дозволяє вирощувати ці культури на схилах.

Заліснення територій

Ліси України є найпотужнішим з факторів, що стабілізують на певному рівні функціональну організацію природних екосистем, посилюють їхню стійкість до антропогенного впливу та змін клімату. Ліси також мають важливе значення для запобігання ерозії ґрунтів і деградації ґрунтового покриву.

Середня залісненість території України становить 15,6%, що є одним з найнижчих показників країн Європи (рис. 6). У середньому в світі лісистість досягає 29%, а по Європі перевищує 41%. Наші найближчі сусіди - Польща, Болгарія, Чехія наближаються до оптимального рівня лісистості - понад 30%. Порівняно з середньоєвропейськими показниками в нашій державі рівень лісозабезпечення є одним з найнижчих: на одного мешканця припадає близько 0,2 га лісів. Україна, поряд з Великобританією, Нідерландами, Іспанією, Італією відноситься до лісодефіцитних країн, тому її політика у цій сфері спрямована, головним чином, на відновлення лісових ресурсів.

Законом України "Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі на 2000-2015 рр." передбачено створення нових лісів на площі 1,7 млн. га за рахунок заліснення неугідь і малопродуктивних сільськогосподарських земель та створення поєднаних лісоосередків. Потенційними для заліснення передусім є непридатні для сільськогосподарського



Рис. 5. Однорічні насадження енергетичної верби прутководної (Ялтушківська ДСС ІБКІЦБ, 2014 р.)

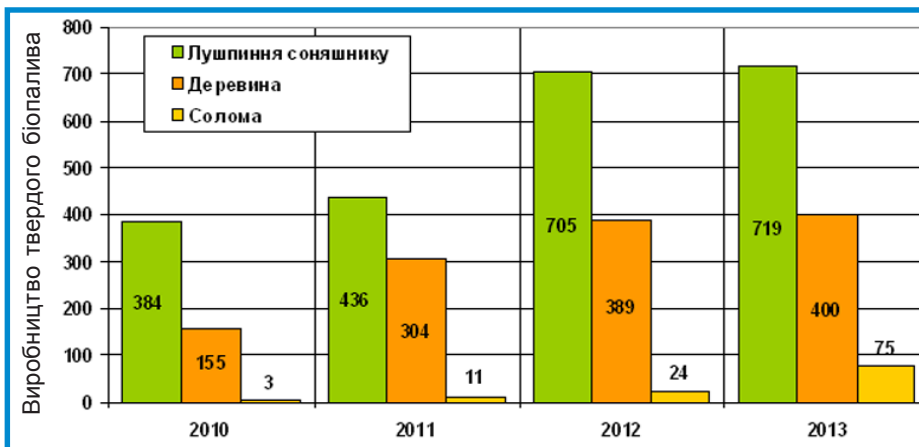


Рис. 6. Сировина для виробництва твердого біопалива.

Таблиця 2

Винос елементів живлення з ґрунту з соломою озимої пшениці (за врожайності 4 т/га)

Елемент живлення	Винос, кг/га	
	у діючій речовині	у фізичній масі
N	22	63,8 (Аміачна селітра)
P ₂ O ₅	10,8	32,7 (Подвійний суперфосфат)
K ₂ O	72	120,0 (Калій хлористий)
CaO	42	
MgO	20,4	
Si, Mn, B, Cu, Zn, S, та ін.	1	
Всього	168,2	216,5

використання землі, яких у структурі земельних угідь України, за даними академіка Сайка В.Ф., є до 8 млн.га. Частина цих земель (до 25%) можна використати для вирощування багаторічних біоенергетичних культур.

Таким чином, можливі площі під плантаціями багаторічних біоенергетичних культур становлять близько 2 млн.га, з яких 1,5 млн.га - енергетична верба і тополя; 0,5 млн.га - міскантус і світчграс. За врожайності сухої маси верби 15 т/га (в розрахунку на 1 рік) та міскантусу 20 т/га, потенційний вихід твердого біопалива становитиме 35,8 млн.т/рік, що еквівалентно 16,3 млрд.м³ природного газу (табл. 3).

Закладання плантацій деревних енергетичних рослин (верба, тополя та інші) на площі 1,5 млн.га дозволить збільшити площі лісів в Україні до 10,9 млн.га, що підвищить частку лісів з 15,6 % до 18,1 %.

Стимулювання вирощування та розмноження біоенергетичних культур

Вирощування багаторічних біоенергетичних культур пов'язано зі значними фінансовими затратами, переважна більшість яких припадає на перший рік. Так, закладання 1 га плантації міскантусу коштуватиме понад 50 тис.грн (за ціни ризомів до 3,0 грн/шт.). Термін окупності плантації міскантусу становить від 5 до 10 років залежно від вартості зібраної щепи (рис. 7). Аналогічна ситуація з енергетичною вербою.

Тому для заохочення аграріїв до вирощування багаторічних біоенергетичних культур необхідно передбачити систему субсидій. Зокрема, на закладання 1 гектара плантації міскантусу потрібно до 50 тис.грн./га, енергетичної верби до 25 тис.грн./га. Ці витрати пов'язані здебільшого із вартістю посадкового матеріалу та витратами на закупівлю спеціальних технічних засобів для садіння ризомів міскантусу та живців енергетичної верби. У наступні роки витрати на вирощування багаторічних енергетичних культур суттєво знижуються, тому не потребують подальшого доування.

ВИСНОВКИ.

Отже, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови та достатня кількість вільних, не задіяних у вирощуванні продовольчих та кормових продуктів, земель дозволяють Україні зайняти лідируюче місце серед європейських країн

щодо виробництва і використання біопалива. Сприяння розвитку біоенергетики дозволить Україні позбутися ста-

тису енергодефіцитної держави, зміцнити її економічну, політичну та енергетичну незалежність.

Список використаної літератури

1. Про стимулювання заміщення природного газу у сфері тепlopостачання / Постанова КМУ № 293 від 09.07.2014 р. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/293-2014-%D0%BF>
2. Про стимулювання заміщення природного газу під час виробництва теплової енергії для установ та організацій, що фінансуються з державного і місцевих бюджетів / Постанова КМУ № 453 від 10.09.2014 р. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/453-2014-%D0%BF>
3. Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року / Розпорядження КМУ №902-р від 01.10.2014 р. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80/page>
4. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Режим доступу <http://sae.gov.ua/uk/news/489>
5. Директива 2009/28/EC Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>

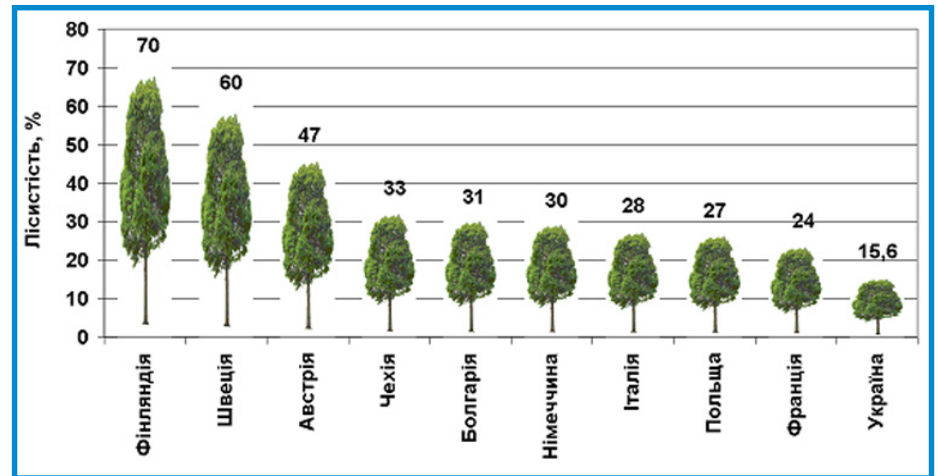


Рис. 7. Частка лісів у структурі земельних угідь.

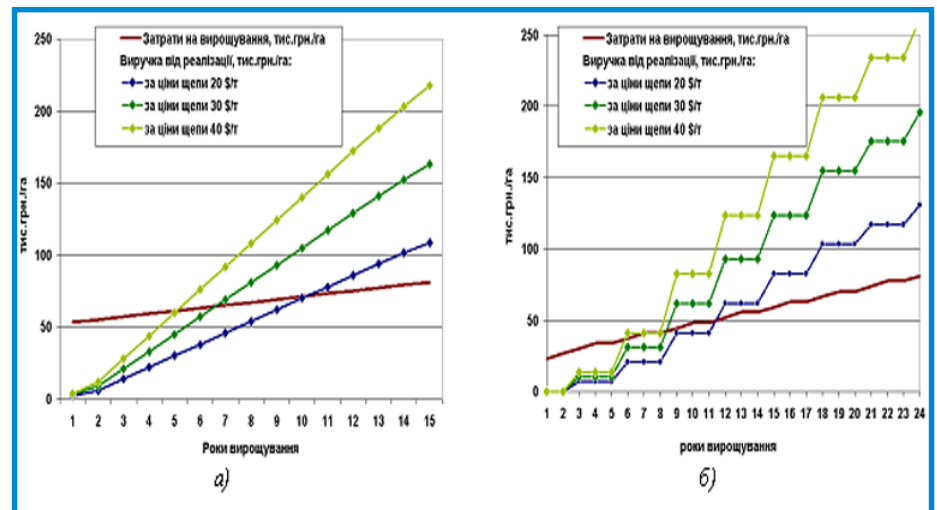


Рис. 8. Графіки окупності плантацій багаторічних біоенергетичних рослин: а) міскантусу; б) енергетичної верби.

Потенційний вихід твердого біопалива з багаторічних енергетичних культур.

Таблиця 3

Культура	Площа плантацій, млн.га	Щорічна урожайність сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, млн.т/рік	Еквівалент природного газу, млрд.м ³
верба, тополя	1,5	15	24,8	11,3
міскантус, світчграс	0,5	20	11,0	5,0
Разом	2	-	35,8	16,3