

УДК 330.131.5:620.95

Станько Т.М.
аспірант,

Львівський національний аграрний університет

СТИМУЛЮВАННЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЕФЕКТИВНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

Зменшення залежності України від поставок паливно-енергетичних ресурсів, пошук механізмів стимулювання проектів з вирощування екологічно ефективних енергетичних культур є ключовими завданнями статті. Ці питання є актуальними для нашої держави і потребують швидкого вирішення. У роботі проаналізовано стан вирощування енергетичних культур в країнах Європейського Союзу, наведено стимули та інструменти, які сприяють успішному розвитку даного бізнесу. Проведено дослідження ситуації з виробництва енергетичних культур в Україні, визначено ключові проблеми та запропоновано заходи щодо впровадження енергоефективних проектів у нашій державі. Розглянуто енергетичну вербу як один із варіантів екологічно безпечного твердого біопалива, який можна реалізувати у нашій країні. Досліджено ріст і розвиток енергетичної верби на вироблених та деградованих торфовищах, землях, забруднених радіонуклідами та важкими металами, а також проведено оцінку викидів у навколишнє середовище.

Ключові слова: розвиток енергетики, енергетична верба, екологічна ефективність, механізми реалізації, енергетична політика, державне стимулювання, тверда біомаса, паливно-енергетичні ресурси.

Станько Т.Н. СТИМУЛИРОВАНИЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

Уменьшение зависимости Украины от поставок топливно-энергетических ресурсов, поиск механизмов стимулирования проектов из выращивания экологически эффективных энергетических культур являются ключевыми задачами статьи. Эти вопросы являются актуальными для нашего государства и нуждаются в быстром решении. В работе проанализировано состояние выращивания энергетических культур в странах Европейского Союза, приведены стимулы и инструменты, которые содействуют успешному развитию данного бизнеса. Проведено исследование ситуации по производству энергетических культур в Украине, определены ключевые проблемы и предложены мероприятия по внедрению энергоэффективных проектов в нашем государстве. Рассмотрена энергетическая ива как один из вариантов экологически безопасного твердого биотоплива, который можно реализовать в нашей стране. Исследован рост и развитие энергетической ивы на выработанных и деградировавших торфяниках, землях, загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами, а также проведена оценка выбросов в окружающую среду.

Ключевые слова: развитие энергетики, энергетическая ива, экологическая эффективность, механизмы реализации, энергетическая политика, государственное стимулирование, твердая биомасса, топливно-энергетические ресурсы.

Stan'ko T.M. STIMULATION OF GROWING ECOLOGICALLY OF EFFECTIVE POWER CULTURES

Diminishing of dependence of Ukraine from supplying with fuel and energy resources, a search of mechanisms of stimulation of projects from growing ecologically of effective power cultures is the key tasks of this article. These questions are actual for our state and need of rapid decision. The state of growing of power cultures is in-process analysed in the countries of European Union, stimuli over and instruments that assist to successful development of this business are brought. A study of situation is undertaken from the production of power cultures in Ukraine, key problems are certain and measures are offered in relation to introduction of energy effective projects in our state. A power willow is considered – as one of variants ecologically safe hard biopropellant that can be realized in our country. A height and development of power willow are investigational on mine-out and degraded peatbogs, earth muddy radionuclides and heavy metals, and also the estimation of extras is conducted in an environment.

Keywords: development of energy, power willow, ecological efficiency, mechanisms of realization, power politics, state stimulation, hard biomass, fuel and energy resources.

Постановка проблеми. Розвиток енергетики більшості європейських країн передбачає значне використання відновлюваних та екологічно чистих джерел енергії, до яких безпосередньо належать біомаса та тверде біопаливо. У межах Європейського Союзу даний процес врегульовується за допомогою спеціальних інструментів та механізмів, які сприяють успішному впровадженню таких проектів.

Безперервне зростання попиту на тверде біопаливо і, відповідно, цін на нього на світовому та європейському ринках останніми роками спричинило активний розвиток виробництва твердого біопалива в Україні. Висока ціна на імпортований у нашу державу природний газ зумовлює необхідність скорочення споживання газу нашою країною, та заміщення його відновлювальними видами палива.

Енергетична верба завдяки своїй екологічності може бути одним з варіантів альтернативного палива, який можна успішно реалізувати у нашій країні. Дана культура дає змогу отримувати деревину, що може бути використана як джерело енергії на 3-4-й роки після посадки плантації. Поряд із забезпеченням енергетичного сектора біопаливом плантації

верби можна використати як ефективний метод екологічного менеджменту в екосистемах. Крім цього, інтенсивний ріст плантації енергетичної верби супроводжується поглинанням і зберіганням в органічній масі великої кількості атмосферного вуглецю та виділенням кисню, що може стати важливим чинником у реалізації положень Кіотського протоколу щодо зміни клімату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях вітчизняних авторів здійснюється аналіз законодавства, регуляторних аспектів, податкової політики та надаються рекомендації щодо необхідних змін у чинному законодавстві для сприяння впровадженню проектів з виробництва теплової енергії з біомаси [1]. Гармонізація українських нормативних актів з європейськими стандартами виробництва та обґрунтування доцільності переходу котелень на тверде біопаливо також розглядається у роботах українських авторів [2].

Г.Г. Гелетуша, Т.А. Железна, О.В. Трибой у своїх працях аналізують механізми стимулювання вирощування енергетичних культур у країнах Європейського Союзу, проводять екологічний аналіз біоенер-

гетичних технологій [3]. У роботі таких авторів, як В.М. Кюрчев, В.А. Дідур, Л.І. Грачова досліджено реалізацію Кіотського протоколу в Україні та законодавчу базу щодо обмеження викиду парникових газів [4].

Розгляд нормативної бази, стимулювання та екологічної безпечності виробництва твердого біопалива здійснюють такі вчені, як Г.М. Калетнік, В.М. Пришляк, І.П. Соловій, С.В. Перебора, А.Ю. Якимчук та ін. [5; 6; 7].

В умовах Швеції було вивчено використання потенціалу швидкоростучих підвидів верби в якості вегетативних фільтрів для часткової утилізації скидних стічних вод. Дослідження показали високу ефективність таких посадок, зокрема для утилізації азоту і фосфору, які є основними біогенними забруднювачами водойм. Потенціал вербових посадок аналізувався з метою утилізації гнойових стоків і грязьових опадів з полів фільтрації, очисних споруд і біологічних ставків. Можливість вирощування верби на ділянках, забруднених важкими металами також підтверджена у ході досліджень [8].

У Канаді та США проводилися експерименти з використанням плантацій верби для реабілітації вироблених торфовищ. У результаті встановлено, що вербові плантації можуть успішно вирощуватися на таких ділянках. За даними шведських дослідників, підтверджується потенційна можливість вирощування верби на забруднених радіонуклідами землях [9].

Проте питання щодо механізмів стимулювання виробництва енергетичних культур в Україні потрібно розглянути більш детально, з метою визначення шляхів успішного запровадження таких проєктів, та при умові збереження екологічної рівноваги, зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Постановка завдання. Завдання статті полягає в тому, щоб проаналізувати ситуацію з виробництва та

стимулювання вирощування енергетичних культур у країнах Європейського Союзу та в Україні, запропонувати заходи для успішної реалізації таких проєктів у нашій державі; оцінити перспективну енергетичну рослину – вербу – з точки зору впливу на екологію.

Виклад основного матеріалу дослідження. Незважаючи на значні перспективи, ні в одній країні світу біоенергетика не стала б рентабельною без державної підтримки та скоординованої роботи енергетиків, лісового та сільського господарства.

У межах Європейського Союзу виробництво енергетичних культур врегульовується за допомогою таких механізмів:

- енергетична політика;
- політика сільськогосподарська;
- політика в галузі наукових досліджень та інновацій.

Відповідно до Директиви з ВДЕ 2009/28/ЕС на 2020 рік Європейський Союз планує забезпечити 10% палив на транспорті за рахунок ВДЕ [10].

Досягнення даної цілі передбачає використання сільськогосподарських культур для отримання рідких та газоподібних палив. Проте Єврокомісія занепокоєна питанням щодо обмеження можливого (потенційного) негативного впливу непрямої зміни призначення землекористування, зумовленого виробництвом моторних біопалив. Європейська комісія внесла пропозицію обмежити внесок традиційних сільськогосподарських культур у виконанні мети 2020 року у ВДЕ на транспорті до 5%. Дана пропозиція розглядається Європейським парламентом та Радою. Також у Європарламенті обговорюється питання щодо обмеження внеску усіх енергетичних культур до 6% при досягненні мети 2020 року з ВДЕ на транспорті.

У межах «Програми розвитку сільських територій», що є другим основним напрямом Єдиної сіль-

Таблиця

Інструменти стимулювання вирощування енергетичних культур в країнах Європейського Союзу

Країни	Стимули	Механізми реалізації
Австрія	Великий ринок для біопалив, у т.ч. гранул.	«Зелений» тариф на електроенергію з біомаси/біогазу. Додатковий бонус 4 євроцента/кВт год для електроенергії з енергокультур з 2008 р.
Великобританія	Обмежені ресурси деревної біомаси.	Субсидія на створення плантацій енергокультур: 800-1000 фунтів/га (верба, міскантус, тополя та ін.). Сертифікати за використання ВДЕ для виробництва електроенергії
Данія	Високі ціни на біомасу	
Іспанія	Великий потенціал земель, доступних для вирощування енергокультур	Спеціальний «регульований» тариф на електроенергії з енергокультур.
Італія	Реформа цукрової галузі.	«Зелений» тариф на електроенергію з біомаси/біогазу.
Німеччина	Стимулювання виробництва біогазу для подачі в мережу. Стимулювання виробництва біопалив 2-го покоління.	«Зелений» тариф на електроенергію з біомаси/біогазу.
Польща	Законодавство з виробництва електроенергії з біомаси (стимулювання використання сільськогосподарської біомаси).	
Румунія	Є значні площі, доступні для вирощування енергокультур.	
Фінляндія	Великий ринок/попит на біомасу.	Субсидія на створення швидкоростучих лісових плантацій та на вирощування двукісточника тростино-подібного: 500-700 євро/га/рік.
Франція	Фонд для проведення реформи цукрової галузі (64 млн. євро). Акцент на очистці стічних вод і захисті водонесних горизонтів.	
Швеція	Податок на викиди CO ₂ . Великий ринок/попит на біомасу.	Субсидія на створення плантацій верби: 500 євро/га.

ськогосподарської політики (ЄСП) ЄС, у Євросоюзі передбачено інвестиційну підтримку для створення плантацій трав'яних та деревоподібних енергетичних культур.

У рамках першого напрямку ЄСП фермери країн Європейського Союзу в 2003–2009 рр. отримували субсидію на виробництво енергетичних культур у розмірі 45 євро/га. У 2010 р. субсидію було скасовано, після цього деякі країни запровадили власні механізми стимулювання. ЄСП Європейського Союзу з 2013 р. зобов'язує фермерів, які володіють більше як 15 га орних земель, не менше 5% відповідних площ виділяти для екологічних потреб. На виділених площах фермери можуть вирощувати енергетичні культури, проте без застосування хімічних добрив та пестицидів.

Політика ЄС у галузі наукових досліджень та інновацій включає Стратегічний план енерготехнологій, а також програму Horizon 2020 (2014–2020 рр.). Важливою складовою даного плану є сприяння виробництву і споживанню рідких біопалив другого покоління. У межах програми Horizon 2020 близько 5,8 млрд євро виділяється на дослідження технологій, які забезпечують екологічно чисту та ефективну поставку енергії [3, с. 4–8].

У багатьох країнах ЄС існують свої інструменти, які стимулюють вирощування енергетичних культур. Такими інструментами є «зелений» тариф на електроенергію з біомаси/біогазу та субсидія на гектар площі під енергетичними культурами (табл.).

Участь України в Енергетичному співтоваристві (з 2011 р.) зобов'язує її виконати ряд європейських директив. Директива 2009/28ЕС є одним з головних документів ЄС у сфері відновлювальних джерел енергії [10]. Україна була зобов'язана імплементувати даний документ до 1 січня 2014 року, відповідно до своїх обов'язків у межах Енергетичного співтовариства.

Ключовим положенням даної Директиви є вимога щодо зниження викидів парникових газів при запровадженні біоенергетичних технологій – не менше ніж 35%, порівняно з аналогічним використанням викопних палив.

Хоча останнім часом відбувається активне запровадження плантацій енергетичних культур у нашій державі, є низка проблем, які потребують вирішення.

Одним із важливих питань є відсутність енергетичних культур у класифікаторі сільськогосподарських культур. Натепер лише енергетична верба як технічна культура включена у класифікатор. У певний момент це може зумовити юридичні проблеми для виробників. Часто трапляється так, що виробникам енергетичних культур необхідно сплатити ПДВ при оформленні відносин з інвестором, у той час як вони не виробили ніякої продукції. Така ситуація зумовлена тим, що продукцією вважаються саджанці, які вирощені для закладки нових плантацій. Ще однією ключовою проблемою є те, що виробник енергетичних культур не вважається сільськогосподарським виробником і не має відповідних пільг до того часу, поки не здійснено першого продажу урожаю.

З метою активного розвитку даного сектору в Україні доцільно запровадити механізми державного стимулювання вирощування енергетичних культур. Один із варіантів – це надання субсидій для енергетичних плантацій. Ще одним рішенням може бути часткове покриття державою відсоткових ставок банків за кредитами.

Згідно з оцінками Біоенергетичної асоціації, в Україні є 3–4 млн га сільськогосподарських земель, які не використовуються, тобто є придатними для

закладення плантацій енергетичних культур. Таким чином, наша держава має вагомий потенціал земель, які можна задіяти у виробництві біопалива з метою покращення енергетичного становища України [3, с. 23–28].

Зацікавленість швидкоростучими деревними насадженнями обумовлюється їх високим природоохоронним потенціалом (збереження біологічного різноманіття, захист ґрунтів від вітрової та водної ерозії, снігозагримання, утилізація біогенних елементів та інші цілі). Значна частина забруднювачів (біогенних елементів, важких металів та ін.), які утворилися в результаті виробничої і сільськогосподарської діяльності, неминуче потрапляє в природні екосистеми, зумовлюючи їх інтенсивне забруднення і викликаючи серйозні екологічні наслідки. Одним із цікавих, недорогих і ефективних напрямів вирішення даної проблеми є використання швидкоростучих деревних насаджень.

У зв'язку з цим особливий інтерес викликає верба як рослина, яка здатна рости на торфовищах, в умовах підвищеної вологості і на ґрунтах, які характеризуються низьким рівнем родючості і високим вмістом органічних та мінеральних забруднювачів. Верба є енергетично ефективною непродуктивною культурою, тому її вирощування не спричинить змін у виробництві продуктів харчування. Оскільки нині особливо загострюються екологічні проблеми, то оцінка впливу верби на навколишнє середовище є важливим аспектом у плануванні та реалізації проекту.

Нами здійснено аналіз можливості росту верби на вироблених та деградованих торфовищах, землях, забруднених радіонуклідами та важкими металами, а також проведено оцінку викидів у навколишнє середовище.

Вироблені торфовища – це території, які звільнилися після припинення видобутку торфу. Вони є вкрай неоднорідними за складом, водного і живильного режиму, ступеня розкладу торфу і потенційно низькородючими. Не зважаючи на складність отримання продукції, безпосередньо верби на вироблених торфовищах, зацікавленість ними обумовлена, по-перше, великими площами таких земель, по-друге, можливістю їх рекультивації, і по-третє, отриманням додаткової біомаси, нехай і меншої урожайності, у порівнянні з родючими мінеральними ґрунтами. Дослідження, що проводилися у Міжнародному державному екологічному університеті імені А.Д. Сахарова, показали, що вироблені торфовища придатні для отримання деревини енергетичної верби при трирічному циклі вирощування між періодами збору.

На вироблених торфовищах коренева система верби розвивається менш інтенсивно, ніж на мінеральних ґрунтах, і при досягненні 3–4 м висоти рослини практично зупиняються в рості і починають набирати біомасу лише за рахунок збільшення діаметра. Продуктивність біомаси верби при трирічному циклі обробітки на варіантах з торфом, що добре розклався, поступається урожайності рослинам, отриманим на мінеральних землях, на 15–20%. Тим не менш зниження продуктивності може бути компенсоване за рахунок підтримки різноманіття, зниження викидів парникових газів, рекультивації територій.

Існує низка як об'єктивних, так і суб'єктивних причин деградації орних земель. Тим не менш окремі фактори деградації можуть і повинні бути зведені до мінімуму за умови проведення грамотної і послідовної політики екологічного управління. До особливого

виду деградації земель відноситься так звана біологічна ерозія. Вона проявляється систематично на осушених торф'яно-болотних ґрунтах, що призводить до їх прискороженого руйнування, яке посилюється при порушенні правил експлуатації меліоративних систем і нераціональній агротехніці.

Деградовані торфовища в цілому є придатними для росту і розвитку рослин верби в умовах нашої країни. У перспективі їх можна ефективно використовувати для виробництва біомаси швидкоростаючої верби для енергетичних цілей. На другий рік вирощування рослини верби досягають висоти 3-4 м, а на третій рік – 5-6 м, що відповідає динаміці їхнього росту на даний період у зарубіжних країнах. Діаметр рослин становив в середньому від 5 до 7 см, що є оптимальним з точки зору механізованого збирання.

Найбільші площі забруднення земель пов'язані з промисловою діяльністю і впливом радіації. Як правило, на таких землях неможливе або ускладнене отримання продукції традиційних сільськогосподарських культур, придатної для використання на продовольчі цілі. У зв'язку з цим верба, біомаса якої призначена для виробництва енергії, може бути хорошою альтернативою.

Використання територій земель, забруднених радіонуклідами в результаті аварії на ЧАЕС, і нині залишається серйозною економічною та екологічною проблемою. Одним із ефективних варіантів, який дає змогу не лише використовувати забруднені радіонуклідами землі, але й також отримувати з таких територій продукцію, є вирощування швидкоростучих деревних культур (верби) з подальшим використанням продукції в якості біопалива.

Найбільш активно відбувається перехід і відповідно накопичення ^{137}Cs в коренях рослин верби. Накопичення радіонукліду в коренях більш, ніж у десять разів перевищує цей показник для інших частин рослини. Цей факт має особливе значення з урахуванням агротехніки обробітку культурних клонів верби на енергетичні цілі. Плантація рослин верби розташовується на одному місці більше ніж на 20 років, відповідно, більша частина ^{137}Cs не вноситься з урожаєм, а значить залишається в ґрунті і не потрапляє в навколишнє середовище. Водночас деревина і гілки рослини, які використовуються безпосередньо в якості біопалива, накопичують радіонуклід менш інтенсивно. Таким чином, виробництво біопалива на забруднених землях не зумовить активного перерозподілу ^{137}Cs в навколишньому середовищі.

Звідси можна запропонувати два варіанти використання біомаси коренів:

1. Менший період вирощування плантації. Наприклад, розкорчування не через 20, а через 10 років. У цьому разі корені можуть бути використані як біопаливо.

2. Розкорчування і подрібнення коріння в кінці строку експлуатації плантації.

Вибір напряму повинен бути обґрунтований для конкретних умов з урахуванням цілей, екологічних та економічних умов.

Важкі метали потрапляють до навколишнього середовища з природних джерел у результаті вивітрювання гірських порід і мінералів, ерозійних процесів та вулканічної діяльності. Однак нераціональна господарська діяльність людини призводить до порушення кругообігу важких металів, вилучення з резервного фонду та накопичення їх у навколишньому середовищі в рухомій легкодос-

тупній рослинам формі. Багато важких металів, таких як марганець, залізо, мідь, цинк, молібден, беруть участь у біологічних процесах і в певних кількостях є необхідними мікроелементами для функціонування рослин, тварин і людини. Однак важкі метали та їх сполуки також можуть чинити шкідливий вплив на організм людини і стан природних екологічних систем, здатні накопичуватися в тканинах, викликаючи низку захворювань. З них найбільшу небезпеку становлять ті метали, які широко використовуються у виробничій діяльності, можуть накопичуватися у зовнішньому середовищі, володіють високою біологічною активністю та токсичністю. До числа найбільш небезпечних для біологічних об'єктів елементів, зокрема, належать свинець і кадмій.

Коефіцієнти біологічного накопичення таких важких металів, як Cd, Pb, Ni, з ґрунту в листя невисокі. Це говорить про те, що можна вирощувати вербові насадження на територіях з підвищеним вмістом цих важких металів у ґрунті і отримувати вербову біомасу з відносно невисоким вмістом Cd, Pb, Ni. Крім цього, верба може накопичувати мідь, і особливо цинк. Як було згадано вище, дані елементи мають важливе значення для життєдіяльності рослин і в багатьох випадках використовуються в якості мінеральних добрив. Отже, верби можуть успішно розвиватися на ґрунтах з невисоким вмістом міді і цинку, наприклад, на вироблених і деградованих торфовищах без додаткової підгодівлі.

Технологія вирощування верби передбачає високі норми внесення калію. Внесення калійних добрив стимулює накопичення таких важких металів, як цинк, марганець і мідь, проте не здійснює істотного впливу на надходження в рослини верби кадмію і свинцю. Таким чином, продуктивність верби на бідних ґрунтах з низьким вмістом мікроелементів буде стимулюватися [11, с. 63-105].

Отже, верба може ефективно вирощуватися на землях, що характеризуються підвищеним рівнем забруднення свинцю і кадмію, наприклад, уздовж доріг або поблизу промислових об'єктів. Отримана деревина може бути використана в якості біопалива.

Відповідно до рішення Кіотського Протоколу деревина вважається нейтральним паливом по відношенню до парникових газів [12]. Разом із тим виробництво біопалива на основі деревини верби вимагає використання певної кількості викопної енергії. Дизельне паливо і бензин споживаються протягом життєвого циклу продукції, тобто в процесі закладки та експлуатації плантації, транспортування та доопрацювання біомаси. Таким чином, кількість парникових газів, яка викидається в навколишнє середовище, за умови заміщення викопного палива на деревину не можна розглядати як повністю заощаджену для країни квоту. З цієї кількості необхідно відняти викиди, пов'язані з використанням викопного палива.

З 2020 року Паризький договір прийде на зміну Кіотському протоколу. Даний договір покликаний зменшити викиди парникових газів та утримати підвищення середньої температури в світі в межах 2 градусів за Цельсієм і спробувати скоротити його до $1,5^\circ\text{C}$ [13].

За нашими оцінками, збір і спалювання деревини верби при умові трирічного циклу за весь період експлуатації плантації (22 роки) спричинить викиди CO_2 у навколишнє середовище, що у розрахунок на гектар складає близько 370 т (або ж 16,8 т у рік).

Натомість 1га плантацій енергетичної верби поглинає з повітря понад 200 т CO₂ за 3 роки (або ж 67 т за рік).

Викиди, які пов'язані з використанням дизельного палива при застосуванні технології зі збирання деревини в рулони і без додаткового сушіння, сумарно становлять 2,5 т. При використанні технології прямого збору і додаткового сушіння деревини розмір викидів складе, відповідно, 370 т від біопалива і приблизно 20 т від використання дизельного палива [14, с. 6-8].

З точки зору впливу на навколишнє середовище важливе значення має порівняння викидів оксидів сірки й азоту при виробництві енергії із еквівалентного у перерахунку на умовне паливо кількості деревини, вугілля, газу або мазуту, який вважається резервною сировиною для енергетики. Одна тонна деревини при вологості 20% (оптимальна для котлів на біопаливі) за теплою згорання еквівалентна 0,63 т.у.п., 5500 м³ природного газу і 0,45 т.у.п. паливного мазуту.

Висновки. У межах Європейського Союзу успішно запроваджуються проекти з вирощування енергетичних культур. Розвиток та розширення ринку енергетичних культур регулюються з допомогою спеціальних механізмів та інструментів, які сприяють ефективному впровадженню даного виду бізнесу.

Для успішного розвитку ринку твердого біопалива в Україні пропонується ввести часткове покриття державою відсоткових ставок кредитів або ж субсидування енергетичних плантацій, а також здійснити відповідне фінансування з державного бюджету.

Одним із можливих варіантів успішного розвитку ринку (твердого біопалива) енергетичних культур є вирощування енергетичної верби, яка є перспективною рослиною з точки зору ефективності. Ця культура цілком підходить для вирощування на території України та у перспективі сприятиме зменшенню залежності нашої держави від зовнішніх поставок паливо-енергетичних ресурсів. Енергетична верба може проростати на вироблених та деградованих торфовищах, а також і на землях, забруднених радіонуклідами та важкими металами, баланс вуглекислого газу при вирощуванні культури дорівнює нулю.

Реалізація проекту з вирощування енергетичної верби є ефективним заходом, який дасть змогу зменшити енергозалежність України та зберегти природну рівновагу навколишнього середовища.

Пошук та розробка механізмів стимулювання вирощування енергетичних культур дасть можливість реалізувати оптимальні варіанти запровадження енергоощадних проектів. У такому разі буде підтримуватись екологічний баланс, завдяки поглинанню великої кількості атмосферного вуглецю та виділенню кисню, що є важливим фактором у реалізації положень Кіотського протоколу. Саме тому здійснення досліджень у цьому напрямі сприятиме успішній розробці та економічній ефективності проектів з виробництва енергетичних культур у нашій державі.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Виробництво теплової енергії із біомаси: аналіз законодавства, регуляторних аспектів і податкової політики та рекомендації щодо необхідних змін у чинному законодавстві та для сприяння впровадженню пілотного проекту в м. Миргород : звіт, травень 2014 р. / Н. Алексєєва, А. Бабак, А. Колієнко, Д. Левицький, О. Нич, О. Стогнушенко, Проект USAID «Місцеві альтернативні джерела енергії: м. Миргород», Інститут місцевого розвитку. – К. : [Проект USAID «Місцеві альтернативні джерела енергії: м. Миргород», Інститут місцевого розвитку], 2014 – 100 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.mdi.org.ua/files/file/Publications/LAESM_HE_from_biomass_report_2014-Ukr.pdf.
2. Коломійченко М. Економічне обґрунтування доцільності переходу на опалення твердим біопаливом. Гармонізація українських стандартів та стандартів ЄС: посібник / М. Коломійченко, С. Альпаков, Т. Ігнатенко. – Український Пелетний Союз, 2014. – 46 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://sae.gov.ua/documents/Posibnik_for-web-UUP-2014%20\(1\).pdf](http://sae.gov.ua/documents/Posibnik_for-web-UUP-2014%20(1).pdf).
3. Гелетуша Г.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Г.Г. Гелетуша, Т.А. Желєзна, О.В. Трибой. Аналітична записка БАУ № 10(2014). – С. 1-33 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-10-ua.pdf>.
4. Кюрчев В.М. Альтернативне паливо для енергетики АПК : посібн. / В.М. Кюрчев, В.А. Дідур, Л.І. Грачова; за ред. В.А. Дідура. – К. : Аграрна освіта, 2012. – 416 с.
5. Калетнік Г.М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України : навч. посібник / Г.М. Калетнік, В.М. Пришляк. – К. : Аграрна наука, 2010. – 327 с. + кольор. вкл.
6. Соловій І.П. Еколого-економічні та лісополітичні аспекти розвитку плантаційного лісовирощування / І.П. Соловій, С.В. Перебора // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.4. – С. 61-67.
7. Якимчук А.Ю. Економічне обґрунтування проектів щодо вирощування верби біоенергетичної / А.Ю. Якимчук // Національний університет водного господарства та природокористування. Серія Економіка. Рівне, 2011. – Вип. 2(54). – С. 232-237.
8. Aronsson P.G. Long-term influence of intensively cultured short-rotation Willow Coppice on nitrogen concentrations in groundwater / P.G. Aronsson, L.F. Bergstrom, S.N. Elowson // Journal of Environmental Management. – 2000. – Vol. 58, № 2. – P. 135-145.
9. Fenn L.B. Willow tree productivity on fertilizer solutions containing various Ca/Al ratios / L.B. Fenn, G.R. Gobran // Nutrient Cycling in Agroecosystems. – 1999. – Vol. 53(2). – P. 121-131.
10. Директива 2009/28/ЄС щодо стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел, внесення змін та подальшої зміни Директив 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://faolex.fao.org/docs/pdf/eur88009.pdf>.
11. Родькин О.И. Производство возобновляемого биотоплива в аграрных ландшафтах: экологические и технологические аспекты : монография / О.И. Родькин. – Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. – 212 с.
12. Кіотський Протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату : Ратифіковано Законом України від 04.02.2004 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MU97421.html.
13. Рамкова Конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату: Прийняття Паризької угоди від 12 грудня 2015 року. – Париж, 2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://ukr.lb.ua/news/2015/12/12/323370_parizhi_zatverdili_novu_ugodu.html.
14. Родькин О.И. / Сельскохозяйственное лесоводство как метод снижения воздействия на окружающую среду в агроэкосистемах / О.И. Родькин, С.К. Пронько // Научный журнал НИУ ИТМО: экономика и экологический менеджмент. – 2014. – № 1. – С. 6-8 [Электронный ресурс]. – Режим доступу : <http://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/11104.pdf>.