Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9204
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 631.17: 633: 582.4

Paulownia as power culture

A. Linnik

Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Berezhany Agrotechnical Institute”, Berezhany, Ukraine

Article info

Received 28.01.2020
Received in revised form
27.02.2020
Accepted 28.02.2020

Separated subdivision of National
University of Life and
Environmental Sciences of Ukraine
“Berezhany Agrotechnical
Institute”, Akademichna Str., 20,
Berezhany, Ternopil region,
47501, Ukraine.
Tel.: +38-097-584-09-26
E-mail: kafedra.mv.bati@gmail.com

Linnik, A. (2020). Paulownia as power culture. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 22(92), 19–22. doi: 10.32718/nvlvet-a9204

The interest for production of energy crops, which biomass may be used as renewable fuel have been grown in 70 years of last century after dramatically rising price of fossil fuels. The energy crops growing have been also stimulated by environmental factors and approval some International political initiatives, like White Paper for a Community Strategy and Action Plan and The Kyoto protocol. After some decreasing, the area of energy crops in EU and North America countries are stabilized. In Ukraine in the last few years there is a gradual increase of part of energy consumption of biopropellant from 1.3 % in 2008 to 3.4 % in 2018 in the general energy consumption of country. As the most widespread energy cultures biomass of that is used as a biopropellant come forward willow, saccharine sorghum and miscanthus. However, the last years industrial plantations of power direction appeared the paulownias taken under growing. This arboreal culture is mainly presented by the artificially shown out hybrid of Paulownia Clone in of Vitro 112®. Paulownia it quickly grows tree that for today occupies the first places for speeds of increase bio the masses, the not demanding to the agrotechnics growing proof to illnesses and wreckers is suitable for recultivation of exhausted and useless for the conduct of traditional agriculture of soils. It is characterized a softwood that successfully can be used also in furniture industry, green mass has high maintenance of albumen confronted with leguminous cultures. Bio mass of paulownia is suitable for the production of bioethanol (it is possible to get a to 0.5 ton of ethanol from a 1 ton of dry wood) and fuel preforms and nezem (power value 4211.1 kkal/kg). Next to that, a paulownia is a melliferous culture from honey the productivity 700 kg/hectare of ecological honey, as during growing does not require chemical treatments. A paulownia can be useful to 20–50 years. After each the offcutss, that is conducted at any time year with an interval in 4–8, a tree grows. At the proper supervision in 7 it is possible to get a 240–350 m³ of quality wood from 1 hectare. Taking into account the features of growing and power descriptions bio the masses of paulownia her growing will be rational with the aim of receipt of high-energy bio mass and commercial timber, and also as a melliferous culture.

Key words: energy consumption, power cultures, bio mass, biopropellant, pellet.

Павловнія як енергетична культура

A. Ліннік

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України “Бережанський агротехнічний інститут”, м. Бережани, Україна

Інтерес до вирощування енергетичних культур, біомаса яких може бути використана як відновлюване паливо, в європейських країнах виник в 70-і роки минулого сторіччя, що було пов'язано з ростом цін на традиційні енергоносії. Ріст площ, відведених під енергетичні культури, стимулювався політичними рішеннями на міжнародному рівні, а саме такими документами, як План розвитку відновлювальної енергетики в Європі та Кіотський протокол. Після певного спаду площі насаджень енергетичних культур в країнах ЄС і Північної Америки стабілізувались. В Україні за останні роки спостерігається поступове збільшення частки енергоспоживання біопалива від 1,3 % у 2008 році до 3,4 % у 2018 році в загальному енергоспоживанні країни. Найбільш поширеними енергетичними культурами, біомаса яких використовується як біопаливо, виступають верба, цукрове сорго та міскантус. Проте

останніми роками з'явилися промислові плантації енергетичного напрямку, відведені під вирощування павловнії. Дана деревна культура в основному представлена штучно виведеним гібридом *Paulownia Clone in Vitro 112*[®]. Павловнія – це швидкозростаюче дерево, яке на сьогодні займає перші місця за швидкістю нарощування біомаси, не вимагає до агротехніки вирощування, стійке до хвороб та шкідників, придатне для рекультивації виснажених та непридатних для ведення традиційного сільського господарства ґрунтів. Характеризується м'якою деревиною, яку успішно можна використовувати також в мебельній промисловості, зелена маса має високий вміст білка. Біомаса павловнії придатна для виробництва біоетанолу (можна отримати з 1 тонни сухої деревини до 0,5 тонни етанолу) та паливних брикетів і пелет (енергетична цінність 4211,1 ккал/кг). Поряд з тим, павловнія є медоносною культурою з медопроодуктивністю 700 кг/га екологічного меду, оскільки під час вирощування не вимагає хімічних обробок. Павловнія може бути корисною до 20–50 років. Після кожної обрізки, яку проводять у будь-яку пору року з інтервалом у 4–8 років, дерево відростає. При належному догляді через 7 років можна отримати 240–350 м³ якісної деревини з 1 га. Враховуючи особливості вирощування та енергетичні характеристики біомаси павловнії буде раціональним її вирощування з метою отримання високоенергетичної біомаси та мебельної деревини, а також як медоносною культурою.

Ключові слова: енергоспоживання, енергетичні культури, біомаса, біопаливо, пелети.

Вступ

У сучасному світі все більше уваги приділяється розвитку альтернативних відновлюваних джерел енергії, оскільки сировинні запаси викопних видів палива мають тенденцію до вичерпання, а ціна на них періодично зростає.

Різкий стрибок цін з 1970 року стимулює пошук альтернативних варіантів для енергозабезпечення, особливо в країнах, що не мають власних ресурсів у достатній кількості. Підписання Кіотського протоколу (1997 рік) зумовило подальший інтерес до відновлюваної енергетики, значною мірою пов'язаний з необхідністю скорочень викидів парникових газів і перспективи отримання вуглецевих кредитів.

Тому відновлювані джерела енергії становлять нині особливий інтерес не тільки з позиції їх використання, а також із точки зору економічної доцільності розвитку нових напрямків бізнесу та його диверсифікації.

Результати та їх обговорення

Сільськогосподарське виробництво раніше передбачало випуск продукції здебільшого для продовольчих, технічних чи кормових цілей, а нині до цього долучився також і енергетичний напрямок. Останній досить часто пов'язують саме із вирощуванням енергетичних культур, використанням енергії та вітру, органічної біомаси.

Енергетичні культури — це рослини, які спеціально вирощують для отримання біомаси, котру використовують як біопаливо або для подальшого виробництва енергії. До них належать, зокрема, швидкозростаючі дерева (плантації різних видів верби і тополі, павловнії) або інші види рослин (сорго, міскантус).

Питання економічної ефективності виробництва біомаси розглядалися в низці робіт зарубіжних дослідників, починаючи з моменту зародження ринку біопалива (Helby, 2004).

Наймасштабніші дослідження з оцінки собівартості біопалива, отриманого на основі ряду енергетичних культур, проведено в Швеції. Результати досліджень підтверджують економічну ефективність плантацій верби порівняно з іншими енергетичними культурами. При сформованих економічних і ринкових умовах найнижча собівартість мала місце для верби – 4–5 євро за ГДж, собівартість енергії, виробленої з біомаси тополі, складала 5-5-6 €/ГДж, міскантусу – 7,9–

8,45 €/ГДж, тритикале – 6,7–7,1 €/ГДж. Krasuska E. і Rosenqvist H. вивчали економічні аспекти використання верби, міскантусу і тритикале на енергетичні цілі в умовах Польщі (Krasuska & Rosenqvist, 2012).

Ринковий попит на енергетичні культури зумовлений зростанням частки біопалива та відходів у структурі енергоспоживання в Україні на основі відновлюваних джерел енергії (Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2020), що підтверджується даними Державної служби статистики України (рис. 1).

Рис. 1. Діаграма енергоспоживання біопалива та відходів у загальному енергоспоживанні України 2008–2018 р.

Враховуючи показники діаграми (рис. 1), можна стверджувати, що частка енергоспоживання біомаси неухильно збільшує свою частку в загальному енергоспоживанні в державі. Подальше збільшення використання біомаси як енергоресурсу можливе за рахунок збільшення площ земель під закладання енергетичних культур, використання раціональних енергетичних культур тощо.

Вирощування енергетичних рослин отримало значний розвиток у багатьох країнах світу. Для прикладу, на сьогодні у Німеччині під енергетичними культурами (мається на увазі на енергетичні цілі, оскільки здебільшого вирощують кукурудзу та інші культури) зайнято близько 2,1 млн га, або 12,5 % від усіх використовуваних загалом в країні сільськогосподарських угідь. Зазвичай енергетичні культури вирощують на землях, що малоприсадибні для сільськогосподарського виробництва, а отже, це дозволяє зберегти ґрунти від ерозії, збільшити вміст гумусного шару, загалом поліпшити екологічний стан.

Якщо верба, сорго, міскантус є вже досить відомими серед вітчизняних аграріїв, то, наприклад, про павловнію майже ніхто не знав. Лише останніми роками її почали у нас вирощувати.

Павловнія – це дерево м'якої породи (інші назви: дерево принцеса, дерево фенікс), дерево з найбільшою швидкістю росту в світі. В оптимальних умовах вирощування за 5 років може досягати 20-метрової висоти і використовуватися як сировина. Відомо як мінімум 6 видів павловнії. Найбільш перспективним для отримання біомаси вважається гібрид *Paulownia Clone in Vitro 112®*, отриманий у спеціалізованих лабораторіях Іспанії (Yakovlieva, 2019).

Павловнія, одне з найоригінальніших видів дерев, поширене в західних країнах, де процвітає його вирощування, переважно для виробництва меблів, виготовлення фанери і створення біомаси. На території нашої країни це дерево є новим, однак його вже почали вирощувати в промислових масштабах на Київщині, Вінничині та Закарпатті. До України це дерево прийшло з Іспанії.

Павловнія досить добре пристосовується до ґрунтових умов. Добрими вважаються глинисті помірно-вологі ґрунти з достатньою родючістю та кислотністю ґрунтового розчину $\text{pH} = 5,5\text{--}8,5$ (оптимальний рівень – 6,5). Досить непогано зростає на забруднених ґрунтах, але погано – в занадто вологому ґрунті.

Рослини надають перевагу відкритим, добре освітленим місцям, стійкі до посухи. Найбільш інтенсивне зростання дерев павловнії спостерігається в перші роки життя. За промислового вирощування саме в перші роки вирощування рослини вимагають регулярного поливу.

Для вирощування потребує близько 750 мм опадів на рік. Непогано переносить в зимовий та літній період екстремальні температури – від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Коренева система павловнії має сильно розгалужений стрижневий корінь, який досягає глибини 6–9 м і добре тримає ґрунт, тим самим запобігає ерозії і сприяє відновленню ґрунтів.

Велике листя і широка крона дерев забезпечують щільну тінь. Завдяки великим розмірам листя, одне дерево павловнії може поглинати щодня до 22 кг CO_2 , при цьому виробляється до 6 кг кисню. Залежно від середовища вирощування дерева павловнії можуть досягати висоти до 30 м. Може розвиватися у вигляді великого багатостовбурного чагарнику.

Павловнія може бути корисною до 20–50 років. Після кожної обрізки, яку проводять у будь-яку пору року з інтервалом у 4–8 років, дерево відростає. При належному догляді через 7 років можна отримати 240–350 м³ якісної деревини з 1 га, при цьому деревина, яка накопичує у великій кількості дубильні речовини, стійка до впливу багатьох шкідників і хвороб.

Деревина павловнії м'яка з зернистою текстурою, без запаху, легка, гладка, а також стійка до вогню, вологі та деформації, 100 % екологічно чиста сировина підходить для виробництва меблів (колір змінюється від блідо-жовтого до світло-червоного) і будівельних матеріалів (індекс міцності на стиск деревних волокон павловнії становить 281 кг/см²).

Зелена листова маса дерева містить до 22 % білків, кормова цінність зеленої маси павловнії порівнюється до бобових. До прикладу, схожі характеристики має люцерна та конюшина. Така кормова цінність зеленої маси поряд із високою швидкістю росту куль-

тури може ефективно використовуватися у тваринництві при заготівлі силосу та гранульованих кормових концентратів. Проте є при цьому певні складнощі, а саме механізований потоковий збір листової маси можливий в перший рік росту дерева, коли доцільно зрізати надземну частину з метою кращого формування кореневої системи. Подальший потоковий збір зеленої маси завдасть шкоди рослині, що призведе до затримки росту.

Одне з найперспективніших застосувань павловнії – переробка її біомаси на біоетанол (*Paulownia Hrapp Ukraina*, 2018). Окрім того, деякі вчені бачать в ній паливо майбутнього – легке виробництво і застосування без ризиків для довкілля. Існують два методи отримання біоетанолу: перший – за допомогою культивованих для цієї мети мікроорганізмів, що використовують целюлозу як джерело енергії і виділяють в результаті обмінних процесів етанол; другий ґрунтується на дії певних ензимів, розкладаючи целюлозу до бажаного продукту. Хоча другий метод і дешевше й частіше застосовується, та в обох методах є майбутнє і свої переваги. Такі методи переробки дозволяють отримати з 1 тонни сухої деревини до 0,5 тонни етанолу.

Біомаса з павловнії є доброю сировиною для виробництва біоетанолу, але це далеко не єдине її застосування. Після обробки павловнії при отриманні деревини природно залишаються гілки та інші частини, які формально називають відходами, але їх не лише не викидають, з них отримують ще й пелети, котрі останнім часом набули розголосу, енергетична цінність яких складає 4211,1 ккал/кг (2 кг гранул павловнії еквівалентні 1 л дизельного палива). Вони використовуються як біопаливо для пелетних котлів, які опалюють окремі будинки або цілі будинки, а так само використовуються в промислових цілях, оскільки сфера їхнього застосування весь час розширюється.

Для порівняння розглянемо калорійність пелет, виготовлених з найбільш поширених біоматеріалів – деревної тирси, лушпиння соняшнику, соломи та міскантуса (рис 2). З рисунка бачимо, що пелети з не ділової деревини павловнії мають показник калорійності, який майже не поступається пелетам з деревної тирси і лушпиння соняшнику та значно вищий, ніж соломи і пелет. Такий рівень енергетичної цінності доводить раціональність використання всієї біомаси культури як відновлювального джерела енергії.

Рис. 2. Енергетична цінність пелет з біомаси

Використання деревинних пелет, на противагу застосуванню викопних енергоносіїв, є CO²-нейтральним. Це означає, що при згоранні пелет викидається у повітря рівно така кількість вуглекислого газу (CO²), яку дерево увібрало в себе в процесі росту (закритий кругообіг вуглецю). Натомість при згоранні викопних енергоносіїв вивільняється вуглекислий газ, який накопичувався протягом мільйонів років. Це вивільнення призводить до підвищення вмісту CO² в атмосфері і значною мірою відповідає за антропогенний парниковий ефект.

Рослини павловнії характеризуються ще однією важливою особливістю, яку не можна опустити (Seeds, 2019). Павловнія є добрим медоносом, який продукує прекрасної якості мед. Він є прозорим, дуже чистим і ароматним, за кольором і консистенцією можна порівняти тільки з акацієвим. З одного гектара павловнії можна зібрати понад 700 кг меду. Павловнія розквітає у першій декаді квітня і триває це 21–23 дні, максимум до місяця. Також позитивним моментом є те, що під час вирощування павловнії хімічні препарати, які можуть шкодити бджолам, не застосовуються. Це дозволяє отримати повністю екологічно чистий продукт, який також можна використовувати в медичних цілях під час лікування різноманітних захворювань.

Висновки

Враховуючи досвід зарубіжних країн у сфері використання відновлюваних джерел енергії та постійний ріст енергоспоживання біопалива в Україні, буде раціональним збільшення площ, відведених під вирощування енергетичних культур, що виправдано як з екологічної точки зору, так і з економічної. Поряд із поширеними енергетичними культурами, такими як верба, цукрове сорго, міскантус, доцільно вирощувати павловнію, яка характеризується найшвидшими темпами росту з рекультивацією в 4–8 років протягом

близько 50 років. Разом з тим деревина павловнії придатна для меблевої промисловості, з біомаси можна виробляти біоетанол, пелети, зелену масу використовувати для виробництва комбікорму, а також павловнія виступає цінною медоносною культурою з медоносністю – 700 кг/га. При таких характеристиках павловнія виступає чи не найкращою енергетичною культурою.

References

- Helby, P. (2004). Market development problems for sustainable bio-energy in Sweden. Environmental and Energy System Studies. Report no. 38, the BIOMARK project, Lund.
- Krasuska, E., & Rosenqvist, H. (2012). Economics of energy crops in Poland today and in the future. Biomass and bioenergy, 38, 23–33. doi: 10.1016/j.biombioe.2011.09.011.
- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Energhospozhyvannia na osnovi vidnovliuvanykh dzherel [Internet]. [cited 2020 liutyi 20]. Available from: <http://www.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian).
- Yakovlieva, N. (2019). Spetsializovanyi resurs pro alternatyvnu enerhetyku v Ukraini – EcoTown [Internet]. Available from: <https://ecotown.com.ua/news/Ukrayinski-naukovtsi-proponuyut-vyroshchuvaty-pavlovniyu-dlya-vyrobnystva-biopalyva> (in Ukrainian).
- Paulownia Hrapp Ukraina (2018). Paulownia Clone In Vitro 112® [Internet]. cited 2020 liutyi 20. Available from: <http://paulowniagroup.com.ua/paulownia-clone-in-vitro-112/> (in Ukrainian).
- Seeds (2019). Kvitucha pavlovniia – zapashnyi med i kupa vulykiv na dodachu [Internet]. updated 2019 mai 10; cited 2020 liutyi 15. Available from: <https://www.seeds.org.ua/kvitucha-pavlovniya-zapashnij-med-i-kupa-vulikiv-na-dodachu> (in Ukrainian).