

УДК: 620.952

РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ ВЕРБИ (*SALIX L.*) В ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ФУЧИЛО Я.Д. - доктор сільськогосподарських наук, професор,
МЕЛЬНИЧУК Г.А. - аспірант Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

Актуальність. У вирішенні проблеми заміщення традиційних джерел енергії альтернативними, важливе місце займає біомаса, зокрема – деревина [1, 2, 3, 4, 7]. Обмежені можливості отримання енергетичної деревної маси з лісових насаджень спонукають до пошуку інших шляхів її отримання, зокрема – вирощування її на спеціальних енергетичних плантаціях. Завдяки специфічним біологічним та екологічним особливостям, на таких плантаціях найчастіше вирощують окремі види і сорти верб. Уже протягом кількох десятиріч вирощування енергетичних плантацій верби активно розвивається у низці країн Європи, зокрема в Швеції, Великобританії, Данії, Польщі, Австрії, Угорщині та в інших [8, 9, 10]. Найбільша площа таких насаджень на даний час створена у Швеції – близько 20 тис. га. В Україні цей напрям господарювання почав розвиватися відносно недавно (протягом останнього десятиріччя), але уже можна відзначити певні успіхи: енергетичні плантації верби у нас зростають на площі близько 5,0 тис. га [3].

Під енергетичні плантації найкращим чином можуть прислужитися площі, що вийшли з-під сільськогосподарського використання та інші малоприсадибні для використання категорії земель (низькопродуктивні, перезволожені, еродовані тощо). Крім отримання значної кількості деревної енергетичної сировини, це дозволить також значно підвищити ефективність використання таких площ, суттєво поліпшити екологічний стан довкілля і створити сприятливі умови для наступного вирощування на цих землях сільськогосподарських культур чи традиційних лісових насаджень [5, 7].

Успішність вирощування енергетичної вербової сировини залежить від вдалого поєднання ґрунтово-кліматичних умов, вирощуваного виду (сорт) і застосованої системи агротехнічних заходів.

Метою досліджень було вивчення особливостей росту і продуктивності енергетичних плантацій двох видів верби: тритичинкової (*S. triandra L.*) та прутівидної (*S. viminalis L.*) в Центральному Лісостепу України та встановлення

оптимальної періодичності збору їх біомаси.

Матеріали, методика та умови проведення досліджень. Об'єктами досліджень слугували плантації верб прутівидної та тритичинкової, створені восени 2012 року на дослідному полі ІБКІЦБ НААН (ДПДГ «Саливінківське», с. Ксаверівка-2 Васильківського району Київської області).

Оскільки у перші роки значну загрозу для насаджень верби становлять багаторічні бур'яни, площа під створен-

ня дослідних плантацій на початку вересня 2012 року була оброблена гербіцидами суцільної дії, після чого був проведений механічний обробіток ґрунту. Садіння живців завдовжки 20 см і завтовшки 10-15 мм здійснювалось у два строки: третя декада вересня та третя декада жовтня.

У зв'язку з високою світлолюбністю верб, особливо у перший рік вегетації [3, 6], перший механізований догляд за плантаціями був проведений невдовзі після садіння, а наступні два проводи-

Таблиця 1
Продуктивність чотирирічної деревної маси верб прутівидної та тритичинкової (дослідне поле ІБКІЦБ)

Варіант досліджу	Періоди росту деревної маси	Середня висота кущів, м	Маса свіжозрізаної куща, кг	Урожай свіжозрізаної маси, т/га	Урожай свіжозрізаної маси за 1 рік, т/га
Верба тритичинкова дворічна + однорічна	2013-2014			26,4	13,2
	2015	3,2±0,14	1,50	14,7	14,7
	2016	3,2±0,11	3,31	32,4	32,4
	Разом за 4 роки			73,5	18,4
Верба тритичинкова дворічна	2013-2014			26,4	13,2
	2015-2016	3,2±0,07	3,75	33,1	16,6
	Разом за 4 роки			59,5	14,9
Верба тритичинкова однорічна після зрізання трирічної	2013-2015	3,5±0,14	2,60	27,7	13,9
	2016	3,2±0,10	2,36	25,1	25,1
	Разом за 4 роки			52,8	13,2
Верба прутівидна дворічна + однорічна	2013-2014			29,2	14,6
	2015	2,7±0,82	1,20	12,7	12,7
	2016	3,4±0,12	3,36	31,6	31,6
	Разом за 4 роки			73,4	18,4
Верба прутівидна дворічна	2013-2014			29,2	14,6
	2015-2016	4,4±0,11	7,74	72,9	36,5
	Разом за 4 роки			102,1	25,5
Верба прутівидна однорічна після зрізання трирічної	2013-2015	4,4±0,12	4,70	54,6	27,3
	2016	4,1±0,09	3,36	31,6	31,6
	Разом за 4 роки			86,2	21,6

лись залежно від щільності ґрунту (1,2–1,25 г/см² і більше) та за наявності бур'янів.

З настанням періоду інтенсивного росту пагонів (кінець червня) механізоване розпушування ґрунту було припинене через можливе пошкодження механізмами надземної частини кущів. Обприскування листя проти листогризух шкідників як у перший, так і в наступні роки не проводили через їх незначну чисельність.

Після закінчення кожного вегетаційного періоду визначали збереженість рослин, їхні розміри та масу. Висоту кущів та діаметр найвищого пагона у кущі визначали також у кінці кожного місяця вегетації. Частину плантації перед початком третього вегетаційного періоду було зрізано для встановлення доцільності застосування дворічного циклу збирання врожаю.

При проведенні досліджень використовувалися традиційні методики досліджень. Вимірювання висоти кущів верби проводили за допомогою мірної рейки з точністю до 1 см, а діаметра найбільшого пагона у кущі – електронним штангенциркулем з точністю до 0,1 мм. Отримані дані обробляли на ПК з використанням пакета Statistika.

Результати досліджень. Після завершення першого вегетаційного періоду було встановлено, що садіння, виконане у третій декаді вересня, забезпечило укоріненість живців верби тритичинкової на рівні 85 %, прутювидної – 92 %, а живці, висаджені у кінці жовтня, прижилися, відповідно, на 80 та 87 %. У наступні роки відпад рослин був незначним і він не мав суттєвого впливу на продуктивність плантацій.

З'ясувалося, що в досліджуваних умовах верба прутювидна за біометричними показниками перевищувала вербу тритичинкову.

Середні показники висоти та діаметра пагонів дворічних кущів верби прутювидної у травні становили, відповідно, 94 см та 5,8 мм, а у тритичинкової – 68 см та 4,5 мм. До кінця вегетації ця тенденція збереглась. Найбільш інтенсивний ріст рослин спостерігався протягом літніх місяців, у вересні темпи приросту різко знизилися, а припинення росту відбулося в жовтні. На цей час кущі верби прутювидної мали середню висоту 254 см, а тритичинкової – 191 см; річний приріст за висотою становив 160 та 123 см відповідно.

За третій вегетаційний період показники приросту плантацій досліджуваних верб за висотою виявилися ще більшими: у верби прутювидної приріст становив 181 см, а у тритичинкової – 164 см. При цьому середня висота трирічних рослин на дослідних плантаціях верби прутювидної, за садіння живців у

вересні і жовтні, становила, відповідно, 4,4±0,12 і 4,3±0,16 м, а у тритичинкової – 3,5±0,14 м і 3,6±0,16 м.

Максимальними показники свіжозрізаної маси після третього року вирощування (54,6 т/га) виявилися у верби прутювидної, посадженої у третій декаді вересня. У верби тритичинкової цей показник становив 27,7 т/га. Дещо нижчою продуктивністю характеризувалося насадження верби прутювидної, створене у кінці жовтня – 32,3 т/га, а продуктивність верби тритичинкової при цьому виявилася вищою, ніж при садінні у вересні і становила 30,9 т/га. Достатньо високою продуктивністю відзначався варіант, де навесні 2015 року кущі досліджуваних видів верб були зрізані після другого року вирощування (табл. 1).

При цьому, за два роки, було отримано 29,2 т/га свіжозрізаної маси верби прутювидної та 26,4 т/га – тритичинкової. За вегетаційний період 2015 року від зрізаних дворічних рослин верби тритичинкової відросли кущі з середньою висотою 3,2±0,14 м, а у прутювидної – 2,7±0,12 м, урожай деревної маси яких становив, відповідно, 14,7 т/га та 12,7 т/га.

Отже, при такому варіанті збирання врожаю, загальна продуктивність трирічних плантацій обох досліджуваних видів виявилася практично однаковою: 41,1 і 41,9 т/га відповідно.

Після зрізання надземної частини трирічних кущів восени 2015 року, протягом наступного (четвертого) вегетаційного періоду було отримано значні обсяги біомаси: 25,1 т/га верби тритичинкової і 31,6 т/га – прутювидної (рис. 1). Ці дані вказують на те, що у цьому випадку наступне зрізання деревної маси доцільно проводити після другого чи третього року після першого зрізання.

Як видно з наведених у таблиці даних, за чотирирічний період середній одnorічний приріст деревної маси найвищим виявився у

варіанті зі збиранням урожаю через кожні 2 роки, при цьому, в розрахунку на 1 рік, у верби прутювидної урожай свіжозрізаної деревної маси становив 25,5 т/га, а у тритичинкової – 14,9 т/га. Найвищою продуктивністю верби тритичинкової (18,4 т/га) виявилася при зрізанні деревини перший раз через 2 роки, а у наступні 2 роки – щорічно. При цьому, значно більші показники продуктивності за останній рік (32,4 т/га) вказують, що оптимальним віком зрізання енергетичної маси може вважатися вік три роки.

Зважаючи на те, що енергетичні плантації верби передбачається вирощувати на відносно бідних на поживні речовини ґрунтах, збір деревної маси на них буде дещо меншим, порівняно з чорноземними ґрунтами, доцільно збільшити вік зрізання деревини на таких мінімум на 1 рік.

Висновки.

Ранньоосіннє садіння живців (у третій декаді вересня) на вилугуваних чорноземах Центрального Лісостепу забезпечує вищу приживлюваність живців верб тритичинкової та прутювидної (відповідно 85 % і 92 %), порівняно з садінням у третій декаді жовтня (відповідно 80 % та 87 %).

Зважаючи на ґрунтові умови, погоду, особливості маркетингу і логістики, оптимальним віком заготівлі біоенергетичної сировини на плантаціях верби можна вважати 2 або 3 роки.



Рис. 1. Однорічна надземна частина верби прутювидної, що виростає після зрізання трирічного куща (висота 4,9 м).

Список використаної літератури

1. Дебринюк Ю.М. Платанційні лісові насадження як об'єкти невичерпного виробництва енергетичної біомаси / Ю.М. Дебринюк // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: УкрНДІЛГА, 2009. – Вип. 116. – С. 170–178.
2. Дебринюк Ю.М. Насадження з коротким оборотом рубки як відновлюване джерело енергії / Ю.М. Дебринюк // Науковий вісник Нац. ун-ту Біоресурсів і природокористування. – К.: НУБіП України, 2010. – Вип. 147. – С. 201–208.
3. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М.В. Роїк, В.М. Сінченко, Я.Д. Фучило, В.І.Пиркін, О.М. Ганженко, Гументик М.Я. та ін.]. – Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. – 340 с.
4. Роїк М.В. Перспективи вирощування енергетичної верби для виробництва твердо-го біопалива / Роїк М.В., Гументик М.Я., Мамайсур В.В // Біоенергетика. – № 2. – 2013. – С. 18–19.
5. Створення та вирощування енергетичних плантацій верб і тополь. Науково-методичні рекомендації / Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Фучило О.Я., Літвін В.М. – К.: Логос, 2009. – 80 с.
6. Фучило Я.Д. Вербі України (біологія, екологія, використання) / Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна. – К.: Логос, 2009. – 200 с.
7. Фучило Я.Д. Платанційне лісовирощування: теорія, практика, перспективи / Я.Д. Фучило. – К.: Логос, 2011. – 464 с.
8. El Bassam N. Handbook of Bioenergy Crops: A Complete Reference to Species, Development and Applications / N. El Bassam. – London; Washington, DC : Earthscan, 2010. – 544 p.
9. McCracken A. R. Interaction of willow (*Salix*) clones growing in mixtures / A. R. McCracken, W. M. Dawson // Tests of Agrochemicals and Cultivars. – 1998. – No. 14. – P. 54–55.
10. Willow Varietal Identification Guide / B. Caslin, J. Finnan, A. McCracken (eds) / Crops Research Centre, Carlow & Agri-Food Bioscience Institute. – Carlow, Ireland : Teagasc, 2012. – 64 p.

References

1. Debrynyuk Y.M. (2009). *Plantatsiyni lisovi nasadzhennya yak obyekty nevycherpnoho vyrobnytstva enerhetychnoyi biomasny* [Forest plantations as objects of inexhaustible production of energy biomass]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya* [Forestry and forest meliorations]. 116, 170–178. [in Ukrainian]
2. Debrynyuk Y.M. (2010). *Nasadzhennya z korotkym oborotom rubky yak vidnovlyuvane dzherelo enerhetychnoyi biomasny* [Forest short-rotation stand as renewable energy source]. *Naukovy visnik Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya* [Scientific Bulletin of National University of Life and environmental Sciences of Ukraine], 147, 201–208. [in Ukrainian]
3. Royik M.V., Sinchenko V.M., Fuchylo, Ya. D. at all (2015). *Enerhetychna verba: tekhnolohiya vyroshchuvannya ta vykorystannya* [Energy willow: technology of cultivation and use]. Vinnytsya: TOV «Niland LTD». [in Ukrainian]
4. Royik M.V., Humentyk, M.Y. & Mamaisur V.V. (2013) *Perspektyvy vyroshchuvannya enerhetychnoyi verby dlya vyrobnytstva tverdoho biopalyva* [Prospects of cultivation of energy willow for the production of solid biofuels]. *Bioenerhetyka* [Bioenergy], 2, 18–19. [in Ukrainian]
5. Fuchylo, Ya. D., Sbytna, M. V., Fuchylo, D.Ya. & Litvin V.M. (2009) *Stvorennya ta vyroshchuvannya enerhetychnykh plantatsiy verb i topol*. *Naukovo-metodychni rekomendatsiyi* [The creation and cultivation of energy plantations of willows and poplars. Scientific-methodical recommendations]. Kyiv: Lohos. [in Ukrainian]
6. Fuchylo, Ya. D., & Sbytna, M. V. (2009). *Verby Ukrainy (biolohiya, ekolohiya, vykorystannya)* [Willows of Ukraine (biology, ecology, use)]. Kyiv: Lohos. [in Ukrainian]
7. Fuchylo, Ya. D. (2011). *Plantatsiyni lisovyroshchuvannya: teoriya, praktyka, perspektyvy* [Forest plantations: theory, practice, perspectives]. Kyiv: Lohos. [in Ukrainian]
8. El Bassam, N. (2012). *Handbook of Bioenergy Crops: A Complete Reference to Species, Development and Applications*. London/Washington, DC: Earthscan.
9. McCracken, A. R., & Dawson, W. M. (1998). Interaction of willow (*Salix*) clones growing in mixtures. *Tests of Agrochemicals and Cultivars*, 19, 54–55.
10. Caslin, B., Finnan, J., & McCracken, A. (Eds.). (2012). *Willow Varietal Identification Guide*. Carlow, Ireland : Teagasc.

Анотація

ФУЧИЛО Я.Д., МЕЛЬНИЧУК Г.А. Ріст і продуктивність енергетичних плантацій верби (*Salix l.*) в Центральному Лісостепу України. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України; 03141, м. Київ, вул. Клінічна, 25. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net

Мета. Дослідити особливості росту й продуктивності енергетичних плантацій верби тритичинкової (*Salix triandra L.*) та прутувидної (*Salix viminalis L.*) в Центральному Лісостепу України та встановити оптимальну періодичність збору їх біомаси. **Методи:** аналітичний, біотехнологічний та статистичний. **Результати.** Встановлено, що садіння живців у третій декаді вересня забезпечило їх укоріненість у верби тритичинкової на рівні 85 %, а прутувидної – 92 %. Живці, висаджені у кінці жовтня прижилися, відповідно, на 80 та 87 %. За чотирирічний період продуктивність верби тритичинкової становила від 13,2 до 32,4 т/га, а прутувидної – від 12,7 до 36,5 т/га свіжозрізаної маси. **Висновки.** Зважаючи на ґрунтові умови, погоду, особливості маркетингу і логістики, оптимальним віком заготівлі біоенергетичної сировини на плантаціях обох досліджуваних видів верби можна вважати 2 або 3 роки.

Ключові слова: відновлювальні джерела енергії, біомаса, енергетичні плантації, верба, живці, строки садіння, ріст, продуктивність, періодичність збору урожаю.

Annotation

Purpose. The features of the growth and productivity of energy plantations *Salix triandra* and *Salix viminalis* on leached black soil in Central forest steppes of Ukraine to investigate. The optimum frequency of harvest of their biomass to determine. **Methods:** analytical, statistical and biotechnology. **Results.** The planting of willow cuttings in the third decade of September ensured their rootedness in *Salix triandra* at 85 %, and *Salix viminalis* – 92 %. Are established. Cuttings planted in late October settled down, respectively, by 80 and 87%. For four years *Salix triandra* productivity ranged from 13.2 to 32.4 t/ha and *Salix viminalis* – from 12.7 to 36.5 t / ha of fresh biomass. **Conclusions.** Given the soil conditions, weather conditions, especially marketing and logistics, the optimal harvesting age of bioenergy harvest on plantations of both studied species of willow can be considered as 2 or 3 years.

Keywords: renewable energy, biomass, energy plantations, willow, cuttings, timing of planting, growth, productivity, frequency of harvest.

БІО - БЛІЦ

АМЕРИКАНСЬКІ ВЧЕНІ ВИЗНАЧИЛИ НАЙВИГІДНІШУ КУЛЬТУРУ ДЛЯ БІОПАЛИВА

У липні 2016 року в інтернет-мережі з'явилася сенсаційна інформація: фахівці визначили найефективнішу рослину для виробництва біопалива. Вчені Університету штату Флорида (США) зробили висновок, що яра культура сорго за своїми властивостями якнайкраще підходить для виробництва екологічно чистого біопалива й приносить з одного гектара засіяної площі більше сировини для виробництва біопалива, ніж інші рослини. Крім того, сорго не потребує додаткових добрив і хімікатів. Американські вчені пропонують за допомогою генної інженерії підвищити стійкість сорго до хвороб і шкідників. Наприклад, до антракозу. Також є можливість зробити сорго стійким до повеней. Це означає, що культуру можна буде культивувати в регіонах, де відбуваються часті розливи річок. Про це повідомляє Genetics Society of America (GSA).

ПОЛТАВЩИНА ЗАКЛАДАЄ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ПЛАНТАЦІЇ

У с. Вереміївка Семенівського району на Полтавщині кілька років тому вчені дослідно-селекційної станції почали засівати поля світчграсом і міскантусом. Як розповів староста с. Вереміївка Анатолій Антипчук, насіння світчграсу привезли з Північної Америки. Ця рослина висотою 2,5 метра використовується для виробництва гранул, що горять, як природний газ – з плантації можна отримати 20 тонн біопалива. Міскантус – також вигідна швидкозростаюча енергетична культура. Її врожайність досягає 30 тонн біомаси у вигляді гранул для біопалива. Відкриттями селекціонерів вже зацікавилися підприємці з Кропивницького, повідомляє «Лтава».