

УДК: 620.952

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

ФУЧИЛО Я. Д. - доктор с.-г. наук,
СІНЧЕНКО В. М. - доктор с.-г. наук,
ГУМЕНТИК М. Я. - кандидат с.-г. наук

(Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України)

Постановка проблеми. На сьогодні скорочення використання викопних видів палива є однією з найактуальніших проблем економіки України, тому особливо важливе значення має пошук альтернативних, легко відновлюваних джерел енергії. Одним із таких найперспективніших джерел на даний час вважається біомаса [3, 4, 5, 6]. В останні роки в енергетичній політиці України відзначаються позитивні зміни, спрямовані на просування біомаси в якості універсального джерела енергії та усвідомлення технічної раціональності її використання. Формується внутрішній ринок твердих видів біопалива, що створює потребу в якійсій сировині. Однією з найефективніших культур для вирощування з метою отримання твердого біопалива є верба. Особливо високу продуктивність біомаси для виробництва біопалива забезпечують нові гібриди енергетичної верби, які, за врожайністю сухої біомаси, ефективністю акумуляції сонячної енергії та екологічністю технологій вирощування, значно переважають існуючі види [5].

З огляду пріоритетності використання біопалива на основі високопродуктивних енергетичних культур науковцями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України розробляються елементи технології вирощування сировини енергетичної

верби для виробництва біопалива, адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов України.

Мета та завдання досліджень. Метою досліджень, результати яких наведені у даній статті, було вивчення особливостей росту та продуктивності двох сортів енергетичної верби (верба прутувидна Тернопільська [1] та верба тритичинкова Панфільська [2]) за різних способів створення їх плантацій та догляду за ними в умовах Центрального Лісостепу України.

Матеріали, методика та умови проведення досліджень. Дослідження з вивчення продуктивності енергетичної верби проводили рендомізовано за методом розщеплювання ділянок упродовж 2013–2015 рр. на дослідному полі ІБКЦБ НААН (ДПДГ «Саливківське», с. Ксаверівка-2 Васильківського району Київської області). Ґрунт – свіжий чорнозем. Площа під дослідними ділянками становила 1,40 га, повторність чотириразова. Схема досліду передбачала вивчення продуктивності енергетичної верби залежно від схем садіння, ширини міжрядь та способів догляду за насадженнями.

При проведенні досліджень використовувались традиційні методики досліджень. Вимірювання висоти пагонів верби проводили за допомогою мірної рейки з точністю до 1 см, а діаметри – електронним штангенцирку-

лем з точністю 0,1 мм. Обробку отриманих даних проводили на ПК за допомогою пакета Statistika.

За даними метеорологічних спостережень температурний режим 2013–2015 років характеризувався відсутністю значних коливань, але перевищував середні багаторічні показники. У 2013 році за період вегетації температура повітря була вищою за багаторічні значення на 1,3 °С. Кількість опадів у цілому була на 75,4 мм вищою за середню багаторічну, але у квітні, липні та жовтні опадів випало відповідно на 18,8; 55,2 та 27,5 мм менше за середні багаторічні показники.

У 2014 році температура повітря в середньому за вегетаційний період перевищувала багаторічні дані на 1,1 °С. За кількістю опадів 2014 рік відзначився певною нерівномірністю їх випадання. У квітні, травні та червні їхня кількість перевищувала середні багаторічні показники на 19,7; 88,3 та 28,6 мм, відповідно, у липні – була меншою на 9 мм, а у серпні та вересні – більшою відповідно на 11,7 та 1,0 мм.

У 2015 році температура повітря за вегетаційний період перевищувала середні багаторічні показники на 2,1 °С, а кількість опадів, на відміну від попередніх сезонів, у квітні-серпні була меншою відповідно на 34,5; 13,8; 44,3; 59,6 та 55,8 мм і децю перевищила середні багаторічні дані у вересні (на 7,7 мм).

Таблиця 1.

Збереженість, ріст і продуктивність трирічних плантацій енергетичної верби (ДПДГ «Саливківське»с. Ксаверівка-2)

№ з/п	Характеристика плантації	Збереженість, %	Висота, м	Діаметр, мм		Маса куща, кг	Продуктивність сирової маси, т/га
				на 0 см	на 1/2 висоти		
1	Тритичинкова 3-річна, садіння у III декаді вересня	82,1±7,37	3,5±0,14	29,0±1,21	13,9±0,48	2,6±0,30	27,7
2	Тритичинкова 3-річна, садіння у III декаді жовтня	78,6±7,90	3,6±0,16	32,8±2,14	14,7±1,07	3,0±0,29	30,9
3	Прутовидна 3-річна, садіння у III декаді вересня	89,3±5,95	4,4±0,12	32,2±1,20	18,5±0,66	4,7±0,46	54,6
4	Прутовидна 3-річна, садіння у III декаді жовтня	85,7±6,73	4,3±0,16	32,2±2,17	17,3±0,92	2,9±0,34	32,3

Результати досліджень. Ефективність вирощування енергетичної верби залежить від своєчасної та якісної підготовки ґрунту, що дозволяє вчасно й якісно провести садіння живців, а також контролювання бур'янів, хвороб, шкідників та підтримувати оптимальний водний і живильний режими ґрунту. Застосування енерго- та ресурсозберігаючих технологій вирощування енергетичної верби дає можливість зменшити хімічне навантаження на довкілля, особливо на догляд за плантаціями за рахунок застосування ефективних міжрядних розпушувань ґрунту з присипанням бур'янів у зоні рядка та інших агротехнічних заходів [4].

Однією з головних особливостей енергетичної верби є повільний розвиток рослин у перші місяці вегетації через необхідність використання поживних речовин живця на утворення кореневої системи та високої інтенсивності росту рослин у кінці вегетації, що сприяє ефективному використанню умов для росту та розвитку, накопичуючи за вегетаційний період значну кількість сухих речовин, але при цьому рослини енергетичної верби в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах потребують відповідних агротехнічних вимог вирощування. Як відомо, основний механічний обробіток є одним з найбільш енергоємних елементів технології, який інтенсивно впливає на ґрунт у системі вирощування енергетичної верби [4, 7].

Значну загрозу для насаджень енергетичної верби становлять багаторічні бур'яни, особливо в перший рік вегетації та личинки шкідників, що знаходяться у ґрунті. Поле для вирощування енергетичної верби обробляється гербіцидами суцільної дії та проводиться якісний механічний обробіток ґрунту. Дані заходи не лише сприятимуть зменшенню забур'яненості, але й значно зменшать популяцію шкідливих організмів в орному шарі ґрунту.

Оптимальним садивним матеріалом для створення енергетичних плантацій верб є однорічні здерев'янілі живці завдовжки 20-30 см і завтовшки 5-15 мм. Існують різні варіанти висаджування їх у ґрунт [6, 7, 8]. Нашими дослідженнями встановлено доцільність

висаджувати їх вертикально і на всю довжину. Такий спосіб садіння сприяє підвищенню відсотка укорінення живців та збільшенню розмірів кущів, що з них виростають. При садінні під кутом 45° або горизонтально, коренева система формується тільки з нижнього боку живця і через те розвиваються тільки половина кореневих зачатків. При вертикальному ж розміщенні живця корені розвиваються з усіх корневих зачатків, і тому коренева система є більш розгалуженою, що сприяє кращому приживлюванню і росту пагонів. Також висаджування вертикально сприяє досягненню базальною частиною живців глибших, краще забезпечених вологою горизонтів ґрунту, а також, за осіннього садіння, запобігає витисканню живців з ґрунту під час його замерзання [7, 8].

Важливу роль при виборі строку садіння відіграють погодні та ґрунтові умови. Позитивним фактором осіннього садіння є ранній початок росту, більш повне використання ґрунтової вологи, відсутність витрат на зберігання садивного матеріалу. Крім того, восени спостерігається найнижчий рівень ґрунтових вод, що дозволяє у повній мірі використати при створенні енергетичних плантацій на перезволожених ґрунтах засоби механізації.

Наші дослідження передбачали встановлення відсотка укорінення живців та особливостей росту і розвитку енергетичних плантацій верб залежно від термінів їх створення. Садіння живців здійснювалось у чотири строки: два – восени та два навесні. Після завершення вегетаційного періоду 2014 року було встановлено, що осіннє садіння 2013 року, виконане у третій декаді вересня та у жовтні, забезпечило укоріненість живців енергетичної верби, відповідно, на 80 та 85 %. За весняного садіння в 2014 році (у першій та третій декадах квітня) укоріненість живців становила, відповідно, 75 та 80 %.

Як відомо, верби, особливо ті, що використовуються для отримання енергетичної біомаси, характеризуються високою світлолюбністю, дуже вразливі до затінення бур'янами і по-

требують ретельного догляду у міжрядях, та у рядках, особливо у перший рік вегетації [4, 7]. Розпушування ґрунту в міжряддях доцільно розпочинати з настанням вегетаційного періоду, а наступні проводити залежно від щільності ґрунту (1,2–1,25 г/см² і більше) та за наявності бур'янів. При цьому, можна також забезпечити пригнічення росту бур'янів у рядках, обладнавши культиватор спеціальними лапами-бритвами для присипання бур'янів ґрунтом у зоні рядка. Найбільш ефективним цей захід є на ранніх етапах розвитку небажаної рослинності, коли сходи верби досягають висоти 5–10 см. При цьому знищується більше 50–60 % бур'янів. Після досягнення пагонами верби висоти 20–30 см, для присипання бур'янів у зоні рядка використовуються переобладнані захисні диски. Кількість присипання обумовлюється інтенсивністю появи бур'янів у зоні рядка. Для присипання бур'янів ґрунтом комплектували агрегат з трактора МТЗ-82 та культиватора КРНВ-5.6-02, укомплектованого переобладнаними захисними дисками під кутом 12-14° до напрямку рядків. Відстань від рядка до найближчої точки леза була у межах 7–9 см. За присипаючими робочими органами встановлювали на кожному гряділі у двох бічних тримачах лапи-бритви, а в задньому центральному тримачі – ротатійну батарею. Для присипання бур'янів у літній період вегетації (але не пізніше червня) на кожному гряділі культиватора в передній частині застосовували лапи-бритви, а в задньому або пересувному центральному тримачах – переобладнані захисні диски.

З настанням періоду інтенсивного росту пагонів (червень-серпень) розпушування ґрунту припиняють через можливе пошкодження надземної частини кущів. За необхідності, його можна відновити після проведення технологічного («виховного») зрізування пагонів чи після кожного збирання урожаю до відростання молоді вербової порослі [6, 7].

За результатами досліджень встановлено, що однорічний приріст верби прутувидної другого року вегетації в даних ґрунтових умовах за біометричними показниками перевищує приріст верби тритичинкової. Середня висота та ді-

Таблиця 2.
Продуктивність однорічних плантацій енергетичної верби третього року вегетації (ДПДГ «Саливінківське», с. Ксаверівка-2)

№ з/п	Вид енергетичної верби	Збереженість, %	Висота, м	Діаметр, мм		Маса куща, кг	Продуктивність сирової маси, т/га
				на 0 см	на 1/2 висоти		
1	Тритичинкова	75,4±6,8	3,2±0,14	18,0±0,55	11,8±0,47	1,5±0,26	14,7
2	Прутовидна	81,6±6,8	2,7±0,82	15,3±0,67	9,6±0,86	1,2±0,14	12,7

метр пагонів кущів верби прутувидної у травні становили, відповідно, 94 см та 5,8 мм, а у тритичинкової – 68 см та 4,5 мм. До кінця вегетації ця тенденція зберігалась. Найбільш інтенсивний ріст рослин спостерігався протягом літа, у вересні темпи приросту різко знизилися, а припинення росту відбулося у жовтні.

На цей час кущі верби прутувидної мали середню висоту 254 см, а тритичинкової – 191 см. Річний приріст за висотою становив 160 та 123 см відповідно.

За третій вегетаційний період приріст досліджуваних верб за висотою виявився ще більшим: у верби прутувидної він становив 181 см, а у тритичинкової – 164 см. При цьому, середня висота трирічних рослин на дослідних плантаціях верби прутувидної, за садіння живців у вересні і жовтні, становила, відповідно, $4,4 \pm 0,12$ і $4,3 \pm 0,16$ см, а у тритичинкової – $3,5 \pm 0,14$ і $3,6 \pm 0,16$ см (табл. 1).

Як видно з наведених даних, усі варіанти досліду відзначаються високою збереженістю рослин, при цьому у верби прутувидної цей показник виявився вищим, ніж у тритичинкової. Цей факт, разом з вищими показниками висоти, діаметра пагонів та середньої маси куща, забезпечив вербі прутувидній вищі показники продуктивності. Так, найвищі показники свіжозрізаної біомаси ($54,6$ т/га) виявилися у верби прутувидної, посадженої у третій декаді вересня.

У верби тритичинкової цей показник склав $27,7$ т/га.

Дещо нижчою продуктивністю характеризувалося насадження верби прутувидної, створене у кінці жовтня – $32,3$ т/га, а продуктивність верби тритичинкової при цьому варіанті садіння виявилася вищою, ніж при садінні у вересні і становила $30,9$ т/га.

Достатньо високою продуктивністю відзначається варіант, де навесні 2015 року кущі досліджуваних видів верб були зрізані після другого року вирощування (табл. 2).

Як видно з наведених даних, незважаючи на найбільш посушливий із досліджуваних вегетаційний період 2015 року, від зрізаних дворічних кущів за один вегетаційний період відросли пагони з середньою висотою $3,2 \pm 0,14$ м у верби тритичинкової та $2,7 \pm 0,82$ м – у прутувидної. При цьому отримано значну кількість деревної маси: у верби прутувидної – $12,7$ т/га, а у тритичинкової – $14,7$ т/га. Таким чином, у верби тритичинкової за один рік отримано половину продуктивності її трирічної плантації (див. табл. 1), що вказує на доцільність

при вирощуванні енергетичних плантацій цієї верби орієнтуватися на дворічний цикл вирощування, а прутувидної – на трирічний.

Висновки

1. Біомаса енергетичної верби є недорогим та легкодоступним місцевим паливом, на відміну від багатьох інших відновлюваних джерел енергії, тому актуальною проблемою є розробка ефективних технологічних схем плантаційного вирощування енергетичної вербової сировини, адаптованих до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов України, зокрема – для Центрального Лісостепу.

2. Оптимальним садивним матеріалом для створення енергетичних плантацій верб є однорічні здерев'янілі живці завдовжки 20-30 см і діаметром у верхньому зрізі 5-17 мм з висаджуванням їх у ґрунт вертикально і на всю довжину. Такий спосіб садіння сприяє досягненню живцями глибоких, добре забезпечених вологою горизонтів ґрунту, а також, за осіннього садіння, запобігає витисканню живців з ґрунту під час його замерзання.

3. Осіннє садіння (треті декади вересня та жовтня) забезпечує вищу укоріненість живців енергетичної верби,

порівняно з весняним садінням (у першій та третій декадах квітня) у середньому на 6,5 %.

4. Догляд за ґрунтом в міжряддях доцільно розпочинати з настанням вегетаційного періоду і проводити залежно від щільності ґрунту ($1,2-1,25$ г/см² більше) та за наявності бур'янів. При цьому можна також забезпечити контроль бур'янів у рядках, обладнавши культиватор спеціальними лапами-бритвами для присипання ґрунтом у зони рядка, що дозволяє зменшити кількість бур'янів на 50–60 %.

5. За трирічного періоду збору врожаю в досліджуваних умовах (свіжі чорноземи), із двох досліджуваних видів верби вищою продуктивністю відзначається верба прутувидна ($54,6$ т/га свіжозрізаної маси). У верби тритичинкової цей показник склав $27,7$ т/га. Після зрізання дворічних кущів верби тритичинкової, за один вегетаційний період отримано $14,7$ т/га однорічної деревної маси, тобто половину продуктивності її трирічної плантації, що вказує на доцільність при вирощуванні енергетичних плантацій цієї верби в умовах Центрального Лісостепу України, орієнтуватися на дворічний цикл вирощування, а прутувидної – на трирічний.

Список використаної літератури

1. А.с. на сорт рослин № 04194. Україна. Назва сорту: Тернопільська, ботанічний таксон: верба прутувидна (*Salix viminalis* L.) / Я.Д. Фучило (Україна). Заявка № 03404001. Дата держ. реєстрації: 26.12.2003 р., № 04308.
2. А.с. на сорт рослин № 140495. Україна. Назва сорту: Панфільська, ботанічний таксон: верба тритичинкова (*Salix triandra* L.) / В.М. Вільова, М.В. Сбитна, І.Т. Слюсар, В.О. Ткачов, О.І. Ткачов, Я.Д. Фучило (Україна). Заявка № 12404002. Дата держ. реєстрації 01.04.2014 р. Бюлетень № 2, 2014 р. частина 1.
3. Гументик М.Я. Вирощування та використання органічної сировини для виробництва енергії. Збірник наукових праць ІБКЦБ НААН. Випуск 14. «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур».– Київ, 2012. – С.446-448.
4. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М.В. Роїк, В.М. Сінченко, Я.Д. Фучило, Пиркін В.І., Ганженко О.М., Гументик М.Я. та ін.]. – Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. – 340 с.
5. Перспективи вирощування енергетичної верби для виробництва твердого біопалива // Роїк М.В., Гументик М.Я., Мамайсур В.В // Біоенергетика. № 2. –2013. С18-19.
6. Фучило Я.Д., Ониськів М.І., Сбитна М.В. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування. – К.: ННЦ "Інститут аграрної економіки", 2006. – 394 с.
7. Фучило Я.Д., Сбитна М.В. Верби України (біологія, екологія, використання). – К.: Логос, 2009. – 200 с.
8. Фучило Я.Д., Літвін В.М., Сбитна М.В. Плантаційне вирощування тополі в умовах Київського Полісся. – К.: Логос, 2012.–214 с.

Анотація

Наведено результати досліджень з вивчення особливостей росту, розвитку та продуктивності високоврожайних сортів енергетичної верби, при застосуванні окремих елементів технології їх вирощування в умовах Центрального Лісостепу України.

Ключові слова: біоенергетика, біопаливо, біомаса, верба, живці, строки посадки, ширина міжрядь, густина стояння, продуктивність.

Анотация

Приведены результаты исследований по изучению особенностей роста, развития и продуктивности высокоурожайных сортов энергетической ивы, при применении отдельных элементов технологии их выращивания в условиях Центральной Лесостепи Украины.

Ключевые слова: биоэнергетика, биотопливо, биомасса, ива, черенки, сроки посадки, ширина междурядий, плотность стояния, производительность.

Annotation

The results of studies on the characteristics of growth, development and productivity of high-yielding varieties of energy willow, when applying individual elements of technology of cultivation under the conditions of Forest-Steppe of Central Ukraine.

Keywords: bioenergy, biofuels, biomass, willow cuttings, planting dates, row spacing, plant density, performance.