

М. Я. Гументик¹, Я. Д. Фучило², Н. С. Зацерковна¹, В. М. Гументик¹

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, м. Київ, Україна

²Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирської області, Україна

ПРОДУКТИВНІСТЬ БІОМАСИ ВЕРБИ ПРУТОВИДНОЇ (*S. VIMINALIS* L.) ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати досліджень росту і розвитку енергетичних плантацій верби прутовидної (*S. viminalis* L.) в умовах Центрального Лісостепу України. Дослідження виконувалися впродовж 2015-2018 рр. у ДП ДГ «Саливківське» (с. Ксаверівка Друга Білоцерківського району Київської області), яке розташоване в зоні нестійкого зволоження. Садіння живців завдовжки 25 см здійснювалось у 4 строки: третя декада вересня, третя декада жовтня, друга декада квітня та перша декада травня. Перший механізований догляд за ґрунтом був проведений невдовзі після початку вегетаційного періоду, а наступні два проводились залежно від щільності ґрунту (1,2–1,25 г/см² і більше) та за наявності бур'янів. Для максимального знищення бур'янів і зменшення необхідності застосування ручної праці, одночасно з культивуванням проводили присипання бур'янів ґрунтом у рядках. При цьому, як показали дослідження, знищується 50-60% бур'янів. Дослідження проводились за традиційними у лісівництві та рослинництві методами. Встановлено, що садіння, виконане у третій декаді вересня, забезпечило укоріненість живців верби прутовидної на 90%, проведене у кінці жовтня – на 84%, у середині квітня – на 77%, а у першій декаді травня – на 69%. У наступні роки відпад рослин був незначним. На час досліджень куці верби прутовидної мали середню висоту 254-260 см, а річний приріст за висотою становив 150-160 см. Біомасу енергетичної верби слід збирати пізно восени, зимою, або раною весною, за відсутності сокоруху в рослинах. В той час вологість біомаси складає 50-55%. Багаторічними даними встановлено, що за продуктивності сирової біомаси верби прутовидної в межах 40-60 т/га і виході сухої речовини 45-50%, урожай сухої біомаси складає від 20 до 24 т/га. Середній однорічний приріст біомаси найвищим виявився у варіанті зі збиранням урожаю через кожні 2 роки, при цьому, в розрахунку на 1 рік, у верби прутовидної урожай свіжозрізаної деревної маси становив 25,5 т/га. В середньому по енергетичній плантації верби за один вегетаційний період можна отримати урожай сухої біомаси в межах 13–15 т (теплотворна здатність паливної тріски 12-14 МДж/кг), що становить 200-225 ГДж/га енергії, або біля 250-300 МВт/год електроенергії з 1 га.

Ключові слова: біоенергетика; біопаливо; біомаса; живці; елементи технології вирощування, строки садіння; густина садіння; продуктивність.

Вступ. Інтенсивна експлуатація запасів викопних джерел енергії призводить до значного забруднення атмосфери шкідливими викидами, що

¹Гументик Михайло Ярославович, д-р с.-г. наук, с.н.с., зав. лабораторії. E-mail: hmy@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9052>;

²Фучило Ярослав Дмитрович, д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри лісівництва та захисту лісу. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-2669-5176>;

¹Зацерковна Наталія Сергіївна, канд. с.-г. наук. E-mail: nzatserkovna@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-2542-4165>;

¹Гументик Володимир Михайлович, фахівець. E-mail: hmy@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0001-9052>.

спричиняє парниковий ефект і кліматичні зміни на планеті [1; 2; 3; 6; 12]. Як альтернатива викопних джерел енергії активно впроваджується і розвивається біоенергетика. Використання біомаси у якості джерела енергії сприяє значному зменшенню негативного впливу на довкілля [4].

В останнє десятиліття в більшості розвинених країн, у результаті прийняття екологічних директив та новлених енергетичних стратегій, стрімко зростає рівень використання біопалива, що посилює роль сільського господарства як постачальника сировини для його виробництва. Сучасна біоенергетика є новим джерелом попиту на продукцію сільськогосподарських підприємств, що стимулює підвищення місцевих доходів, створення нових робочих місць [3; 7].

Однією з основних біоенергетичних культур на даний час вважається верба. Це волого- та світлолюбна рослина із здатністю швидко нарощувати біомасу. Швидкорослість верб забезпечується інтенсивним проходженням у їх органах біохімічних процесів, внаслідок чого утворюється значна маса біологічних речовин, які використовуються на формування вегетативних та генеративних органів [4; 9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Перші промислові енергетичні плантації верби були створені у Швеції. Для підвищення їх продуктивності компанією Svalöf AB ще у 1987 році почалось виведення нових сортів верби. Цей напрямок селекційної діяльності продовжується зараз компанією Lantmännen [5]. З 2011 року виведенням сортів енергетичної верби в Швеції також проводиться компанією European Willow Breeding AB. [6; 7]. Селекційні дослідження з різними видами і сортами верби проведені також у Великобританії, США, Канаді та інших країнах [5, 8].

В Україні вирощування вербової деревини як енергетичної сировини теж набуває значного поширення [3, 9]. Зараз площа енергетичних вербових плантацій у нашій країні становить близько 5000 га [3, 10]. Одним із найперспективніших видів верби для вирощування енергетичної біомаси є верба прутовидна (*Salix viminalis* L.) [3; 9; 11; 12; 13].

Вихід біопалива з 1 га плантації багаторічних біоенергетичних культур варіює залежно від рівня урожайності та системи виробництва сировини. Також важливим фактором стимулювання використання біопалива є показники енергетичного балансу та парникових газів. Внесок біопалива в енергозабезпечення залежить від енергоємності біопалива і енергії, що йде на його виробництво. Останнє включає енергію, необхідну для вирощування, збору сировини, її переробку, а також транспортування сировини на різних етапах виробництва і використання [6; 7]. Для вирішення даних проблем науковцями ведеться активний пошук ефективного застосування різних технологій вирощування біомаси. З огляду пріоритетності використання біопалива на основі високопродуктивних енергетичних культур науковцями Інституту біоенергетичних культур і

цукрових буряків НААН України розроблено ефективні елементи технології вирощування біомаси енергетичної верби як сировини для виробництва твердих видів палива (паливна тріска, брикети, пелети), адаптованої до ґрунтово-кліматичних умов Центрального Лісостепу України.

Метою досліджень є визначення продуктивності біомаси енергетичних плантацій верби прутувидної як сировини для виробництва біопалива та вдосконалення процесу формування продуктивності за різних строків та способів садіння в умовах Центрального Лісостепу України.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження виконували впродовж 2015-2018 рр. у відділі селекції та сталих технології вирощування біоенергетичних культур Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (ІБКіЦБ) та у ДП ДГ «Саливінківське» (с. Ксаверівка Друга Білоцерківського району Київської області), яке розташоване в зоні нестійкого зволоження Центрального Лісостепу України. Площа під дослідними ділянками становила 1,40 га, повторність чотириразова. Схема досліду передбачала вивчення продуктивності енергетичної верби залежно від схем садіння, густоти та ширини міжрядь. Ґрунт дослідного поля – вилугуваний чорнозем, що характеризується такими агрохімічними показниками: уміст гумусу (за Тюрнімом) – 3,90 %, азоту лужногідролізованого (за Корнфільдом) – 176 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору та калію (за Чиріковим) – 108 і 67 мг/кг ґрунту відповідно, рН сольове – 6,2, сума ввібраних основ – 15,64 мг-екв/100 г ґрунту, гідролітична кислотність – 1,14 мг-екв/100 г,

Середня річна кількість опадів у регіоні досліджень становить 580 мм. В окремі роки їх кількість збільшується до 650 мм, або зменшується до 400 мм. Останніми роками спостерігається зменшення кількості опадів порівняно з нормою. Регіон дослідження є відносно сприятливим для вирощування плантацій верби з огляду на достатню кількість опадів та середньорічну температуру. Варто зазначити, що впродовж чотирьох років досліджень спостерігалися вищі температури, порівняно із середніми багаторічними даними.

У роки проведення досліджень, за даними метеорологічних спостережень (рис. 1), видно, що температурний режим 2015, 2016, 2017 та 2018 років був майже без значних коливань, але з перевищенням середніх багаторічних показників. У 2017 році за період вегетації температура повітря була вищою за середні багаторічні значення на 1,1° С.

Загалом найпосушливішими серед років проведення досліджень виявилися 2015 та 2017 роки: опади впродовж вегетаційного періоду хоч і випадали регулярно, але в значно меншій кількості. При цьому температура повітря впродовж цього періоду на 1,3–2,0°С перевищувала середні багаторічні показники, що спричинило значне зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті та, як наслідок, – врожайності біомаси біоенергетичних культур. Температура повітря впродовж цього періоду на 1,5–2,0 °С перевищила середні

багаторічні дані. Але в цілому можна зробити висновок про те що погодні умови в роки досліджень за ступенем відхилення від середніх багаторічних як за окремими місяцями, так і за період вегетації були в межах показників характерних для зони нестійкого зволоження Лісостепу України.

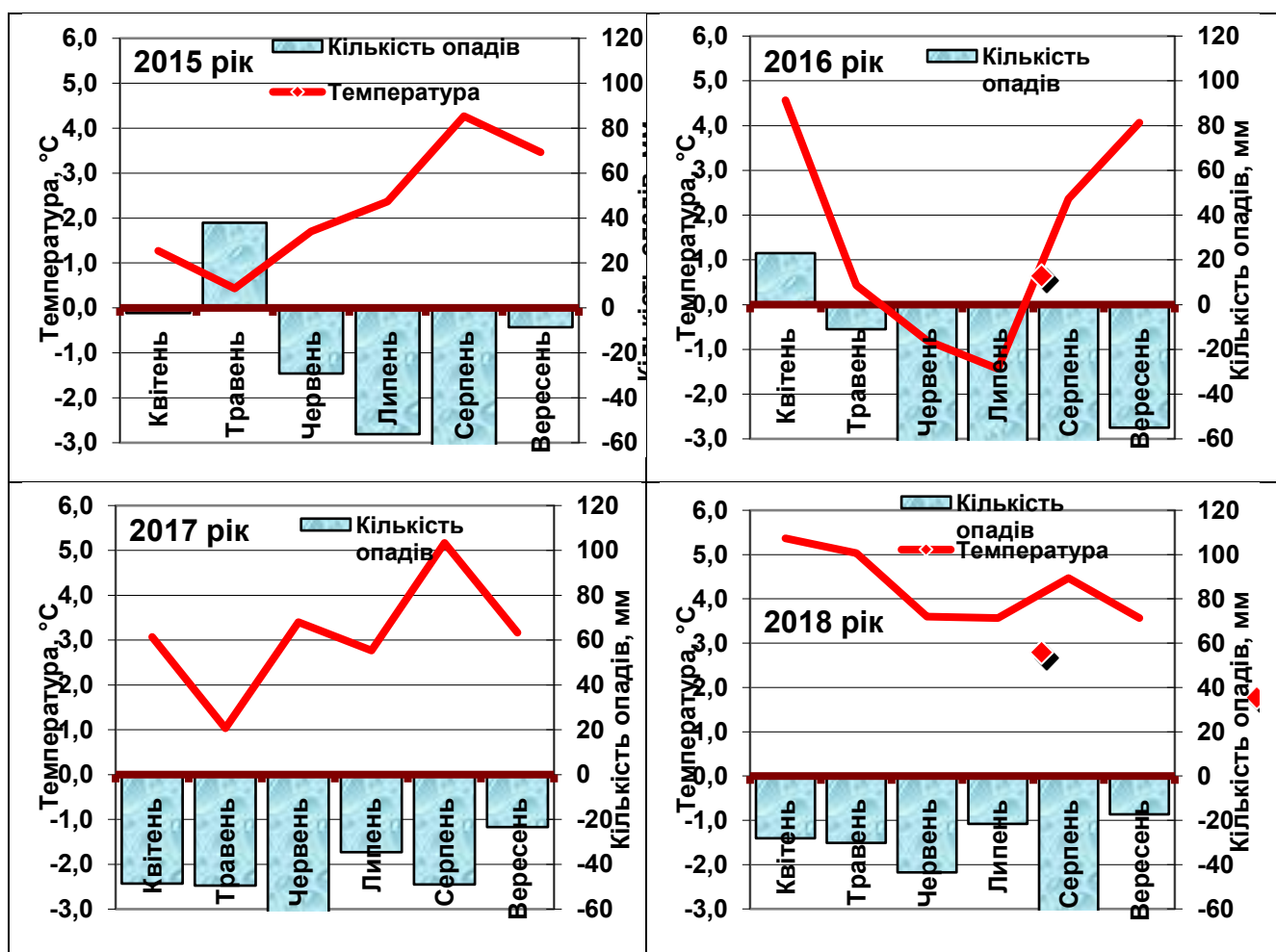


Рис. 1. Відхилення температури повітря та кількості опадів від середніх багаторічних значень на ДП ДГ «Саливонківське» (2015-2018 рр.)

На основі даних температури повітря і кількості опадів за роки проведення досліджень, було визначено показники гідротермічного коефіцієнта (ГТК) протягом теплого періоду року з температурою повітря вище 10°C (табл.1).

Таблиця 1

Показники гідротермічного коефіцієнта (ГТК) в зоні проведення досліджень (2015-2018 рр.)

Роки	2015	2016	2017	2018	Середнє багаторічне значення
ГТК	0,8	1,1	0,8	0,9	0,9
Відхилення	-0,1	+0,2	-0,1	0	-

Наведені дані показують, що найбільш сприятливим для росту і розвитку рослин в досліджуваних умовах був 2016 рік, коли показник ГТК становив 1,1, а найбільш несприятливими, як згадувалось вище, були 2015 і 2017 роки, коли гідротермічний коефіцієнт становив 0,8 і був на 12,5% меншим за середні багаторічні показники.

Дослідження були проведені за такою схемою:

Фактор А. Строки садіння живців:

1. III декада вересня;
2. III декада жовтня;
3. II декада квітня;
4. I декада травня.

Фактор В. Схема та щільність садіння живців:

1. 2x70x210 (15 тис. шт./га);
2. 2x100x210 (13 тис. шт./га);
3. 2x150x210 (12 тис. шт./га)

Площа дослідної ділянки 225 м², облікової – 25 м².

Повторюваність дослідів – триразова. За даною схемою досліди було розпочато з осені 2016 року. Інші варіанти закладені на весні 2017 року. Протягом вегетаційного періоду 2017 р. І в наступні роки були проведені обліки та спостереження.

Садіння живців здійснювалось у два строки: третя декада вересня та третя декада жовтня, завдовжки 20-25 см і завтовшки 10-20 мм. У зв'язку з цим, перший механізований догляд за ґрунтом був проведений невдовзі після початку вегетаційного періоду, а наступні два проводились залежно від щільності ґрунту (1,2–1,25 г/см² і більше) та за наявності бур'янів. Для максимального знищення бур'янів і зменшення необхідності застосування ручної праці, одночасно з культивацією проводили присипання бур'янів ґрунтом у рядках. Для цього культиватор КРНВ-5.6-02 при першому догляді обладнували лапами-бритвами, а при наступних – переобладнаними захисними дисками. При цьому, як показали дослідження, знищується 50–60 % бур'янів.

Дослідження проводились за традиційними у лісівництві та рослинництві методиками [14; 15].

Результати досліджень та їх обговорення. В результаті проведених досліджень встановлено, що садіння, виконане у третій декаді вересня, забезпечило укоріненість живців верби прутівидної на 90%, проведене у кінці жовтня – на 84%, у середині квітня – на 77%, а у першій декаді травня – на 69%. У наступні роки відпад рослин був незначним. На цей час куці верби прутівидної мали середню висоту 254–260 см, а річний приріст за висотою становив 150–160 см (рис. 2).



Рис. 2. Біомаса трирічних пагонів верби прутовидної перед збиранням (ДП ПГ «Саливонківське», Ксаверівка Друга, 2018 р.)

Важливим заходом під час закладання промислових плантацій верби є формування оптимальної густоти стояння рослин. Цей захід дозволяє підвищити ефективність використання сонячної енергії в ході фотосинтезу. У зріджених насадженнях значна частина світла не буде використана рослинами, а в загущених рослини затінують одні одних. Дослідженнями встановлено, що за покращення умов водопостачання і мінерального живлення розміри листової поверхні рослин верби та урожайність біомаси збільшуються і між цими показниками існує пряма залежність. При значній площі листової поверхні верби (коли на 1 м² площі припадає 4–5 м² площі листя) рослини поглинають практично всю енергію світла. Якщо ж на одиницю площі поля приходиться ще більша поверхня листя, то в результаті затінення рослин інтенсивність фотосинтезу зменшиться і вона не зможе бути компенсована додатковим забезпеченням рослин водою та елементами мінерального живлення. Тому, за використання нових сортів енергетичної верби, потрібно звертати увагу на будову куща та кількість пагонів у ньому. За рахунок покращення умов для фотосинтетичної діяльності рослин верби можна суттєво впливати на врожайність та якість сировини [3; 12].

Величина оптимальної площі живлення залежить від зовнішніх умов і застосовуваної агротехніки. Чим менший розмір рослин і вища родючість ґрунту, тим вище забезпеченість рослин елементами мінерального живлення, вуглекислотою і вологою. Чим вище рівень агротехніки та оптимальні умови, тим допустима менша площа живлення, тим більша продуктивність біомаси. Важливе значення має правильний вибір конфігурації (форми) площі живлення. Найбільш повне використання земельної площі має місце при квадратному

розміщенні рослин. Однак таке розміщення на практиці застосовується лише для рослин, що потребують великої площі живлення. При квадратному розміщенні рослин, для яких доцільна мала площа живлення, неможливий міжрядний обробіток. Це обумовлює необхідність змінювати конфігурацію площі живлення від квадратної до прямокутної (широкі міжряддя і малі відстані між рослинами в ряду). Така зміна конфігурації може призвести до зниження врожаю, оскільки при цьому рослини не повністю використовують всю відведену їм площу живлення. Проте встановлено, що за зміни квадратної площі живлення (співвідношення сторін 1: 1) в прямокутну (співвідношення сторін – 1: 7; 1: 9), врожайність низки культур, в тому числі – верби, знижується несуттєво, тому, визначаючи схеми садіння живців верби, необхідно прагнути надати рослинам прямокутну конфігурацію.

Від правильно обраної густоти стояння рослин, значною мірою залежить їх продуктивність. Загущені насадження зазвичай менше засмічені в міжряддях бур'янами за рахунок більшого затінення поверхні ґрунту, але при цьому самі рослини верби взаємно пригнічуються. Розріджені насадження не повною мірою ефективно використовують відведену їм площу живлення і потребують значно більших зусиль на контроль небажаної рослинності. В тому чи іншому випадку відбувається суттєве зниження економічної ефективності вирощування енергетичної біомаси. Поряд з тим, економічна ефективність залежить від своєчасного та якісного обробітку ґрунту, що дозволяє вчасно та якісно провести садіння живців, контролювання бур'янів, хвороб, шкідників та підтримувати оптимальний водний і живильний режими ґрунту. Застосування енерго- та ресурсозберігаючих технологій вирощування енергетичних плантацій верби дає можливість зменшити хімічне навантаження на довкілля, особливо на догляді за плантаціями за рахунок застосування ефективних міжрядних розпушувань ґрунту з присипанням бур'янів у зоні рядка та інших агротехнічних заходів [3].

Однією з головних особливостей верби прутувидної є повільний розвиток рослин у перші місяці вегетації через необхідність використання поживних речовин живця на утворення кореневої системи та висока інтенсивність росту надземної частини рослин у кінці вегетації, тому підчас вибору строку садіння живців, важливу роль 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.

Проведені досліджень, показали, що найвища урожайність біомаси верби прутувидної (40–42 т/га) була отримана за висаджування живців восени у третій декаді вересня, а найменша – за пізньовесняного садіння (рис. 3).

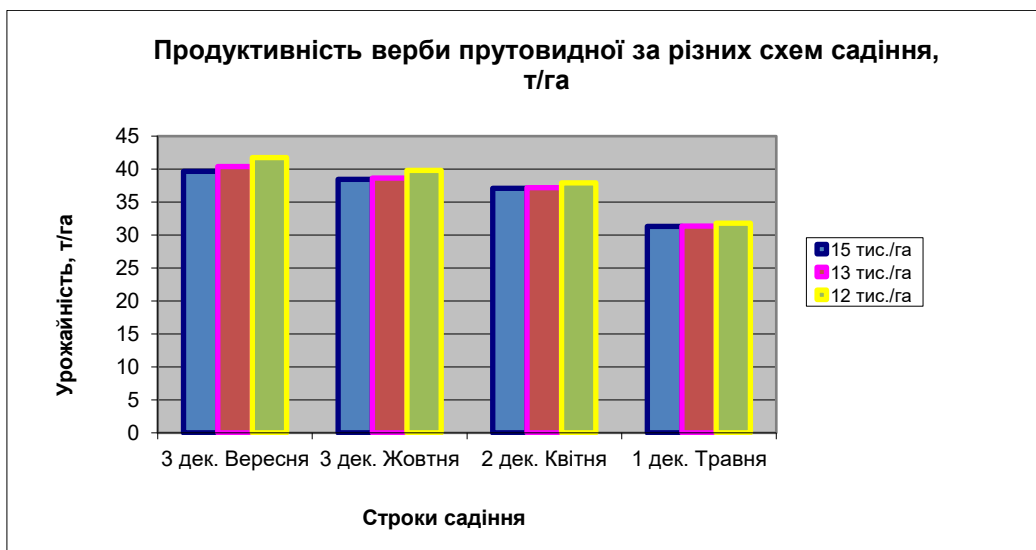


Рис. 3. Продуктивність верби прутовидної за різних строків та схем садіння (ДППГ «Саливонківське», Ксаверівка Друга, 2015 - 2018 рр.)

В діапазоні вибраних для досліджень варіантів густоти садіння живців дещо вищі показники продуктивності біомаси отримано у найбільш рідкому варіанті – 12 тис. шт./га.

Середній приріст біомаси за 1 рік найвищим виявився у варіанті зі збиранням урожаю через кожні 2 роки, при цьому, в розрахунку на 1 рік, у верби прутовидної урожай свіжозрізаної деревної маси становив 25,5 т/га, Біомасу енергетичної верби слід збирати пізно восени, зимою, або ранньою весною, за відсутності сокоруху в рослинах. В той час вологість біомаси складає 50–55%. Багаторічними даними встановлено, що за продуктивності сирової біомаси верби прутовидної в межах 40–60 т/га і при виході сухої речовини 45–50% вихід сухої біомаси складає від 20 до 24 т/га (рис. 4).

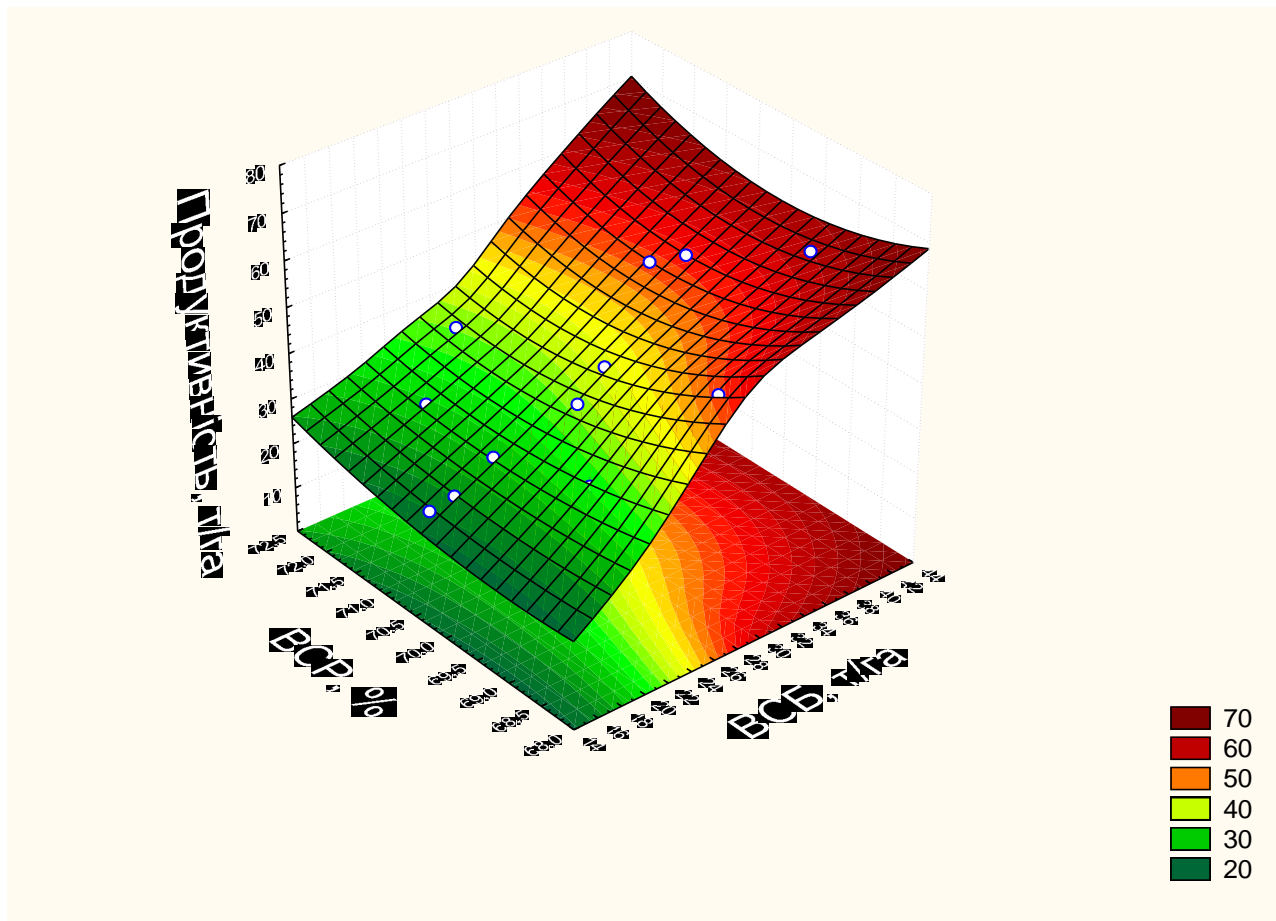


Рис. 4. Продуктивність верби прутовидної (*S. viminalis* L.) залежно від вмісту сухої речовини (BCP) та виходу сухої біомаси (BCB) (ДПДГ «Саливонківське», Ксаверівка Друга, 2015-2018 рр.)

З отриманих даних можна зробити попередній висновок про те, що у перші роки вирощування і експлуатації енергетичних плантацій верби прутовидної в Лісостепу України доцільно застосовувати трирічний цикл збору урожаю. У виробничих умовах експлуатації енергетичної плантації верби, з врахуванням поточних обставин маркетингу і логістики, підчас другій ротації (після першої заготівлі біомаси), можна використовувати як дворічний, так і трирічний цикл заготівлі вербової енергетичної сировини. В середньому по енергетичній плантації на 1 га енергетичної верби за один вегетаційний період можна отримати урожай сухої біомаси в межах 13–15 т (теплотворна здатність паливної тріски 12–14 МДж/кг), що становить 200–225 ГДж/га енергії, або біля 250–300 МВт/год електроенергії

Висновки. Для ефективного використання енергії світла і забезпечення високої інтенсивності фотосинтезу рослин верби, площа листової поверхні повинна бути в межах 4–5 м² на 1 м² плантації, що досягається за густоти насаджень 12–15 тис рослин на 1 га.

Заготівля вирощеної на енергетичній плантації біомаси здійснюється після закінчення терміну вегетації, тобто з листопада до лютого включно, коли рослини перебувають у стані спокою. У виробничих умовах, особливо за

інтенсивного росту однорічних плантацій, технологічне зрізання на промислових плантаціях не застосовується і здійснюється заготівля біомаси через кожні три роки. Збирання біомаси можна здійснювати механізованим способом використовуючи самохідні збиральні комбайни та зрізання пагонів енергетичної верби в ручну.

В середньому по енергетичній плантації верби за один рік в умовах Центрального Лісостепу України можна отримати урожай сухої біомаси в межах 13–15 т, що еквівалентно 200–225 ГДж/га енергії, або біля 250–300 МВт/год електроенергії з 1 га.

References

1. McKenzie F. (2011). The potential of Short Rotation Coppice (SRC) willow (*Salix L.*) as a biomass crop in Orkney. A Thesis presented for the degree of Master of Science by Research at the University of Aberdeen. Agronomy Institute Orkney College Kirkwall Orkney. 2011. 155 p.
2. Mann J. (2012) Comparison of Yield, Calorific Value and Ash Content in Woody and Herbaceous Biomass used for Bioenergy Production in Southern Ontario, Canada. A Thesis Presented to The University of Guelph In partial fulfilment of requirements for the degree of Master of Science in Environmental Science. Guelph, Ontario, Canada. 106 p.
3. Sinchenko V. M. (Ed.). (2015). Enerhetychna verba: tekhnolohiia vyroshchuvannia ta vykorystannia [Energy willow: technology of cultivation and use]. Vinnytsia: Nilan-LTD. [in Ukrainian].
4. Caslin B., Finnan J., McCracken A. (2013) Short rotation coppice willow best practice guidelines. URL: <https://www.ifa.ie/wp-content/uploads/2013/10/2012-WillowBestPracticeManual.pdf>
5. Larsson S. (1998). Genetic improvement of willow for short-rotation coppice. *Biomass and Bioenergy*, 15(1), pp. 23-26.
6. Willows for Biomass Heating. URL: <http://www.sodui.lt/Willows-for-Biomass-Heating-707.html>
7. Aronsson P., Weih M. & Åhman I. (2008). *Salix* cultivation yields added value – in addition to energy. In: Johansson, B. (ed.) *Bioenergy – for what and how much*. Swedish Research Council Formas, pp. 269–284.
8. Kuzovkina Y. A., Weih M., Romero M. A., Charles J., Hust S., McIvor I., Karp A., Trybush S., Labrecque M. & Teodorescu T. I. (2008). *Salix*: botany and global horticulture. *Horticultural reviews*, 34, pp. 447–489.
9. Fuchylo Ya. D., & Sbytina, M. V. (2009). *Verby Ukrainy (biolohiia, ekolohiia, vykorystannia) [Willows of Ukraine: biology, ecology, use]*. Kyiv: Logos. [in Ukrainian].
10. Fuchylo Ya. D., Gnap I. V. & Hanzenko O. M. (2018). Rist i produktyvnist deyakykh sortiv enerhetychnoyi verby inozemnoyi selektsiyi v umovakh Volynskoho Opillya. Growth and productivity of some cultivars of energy willow of foreign selection in the VolynOpillia conditions. *Plant varieties studying and protection*. Vol 14. № 2. 230–239 [in Ukrainian].
11. Willow Varietal Identification Guide / B. Caslin, J. Finnan, A. McCracken (eds). Carlow, Ireland :Teagasc& AFBI, 2012. 64 p.
12. El Bassam N. (2010). *Handbook of Bioenergy Crops. A Complete Reference to Species, Development and Applications*. London; Washington, DC: Earthscan.
13. Gorelov A. M., Fuchylo Ya. D., Krugliak Y. M., Viriovka V. M. & Gorelov A. A. (2014). Hibrydyzatsia ta selektsia verb yak perspektyvnyi napriam otrymannia vysokoproduktyvnykh kloniv [Hybridization and selection of willows as a promising direction to obtain highly clones] *Lisivnytstvo i agrolisomelioratsiya [Forestry & Forest Melioration]*, 125, 108–114 [in Ukrainian].

14. Dospekhov B. A. (1973). Metodika polevogo opyta: [uchebnik dly astudentov agronomicheskikh spetsialnostey selskokhozyaystvennykh vuzov [Methodology of Field Experiences: curriculum. for studio agronomist. special. of agricultural high schools. 3 rd ed.]. Moskow: Kolos. [in Russian].
15. Sinchenko V. M. (Ed.). (2018). Metodolohiia doslidzhennia enerhetychnyk hplantatsii verb i topol [Methodology for studying of energy plantations of willow and poplar]. Kyiv: Komprynt [in Ukrainian].

M. Ya. Humentyk, Y. D. Fuchylo, N. S. Zatserkovna, V. M. Humentyk

¹Institute of bioenergy crops and sugar beets of the NAAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Malyn applied College, p. Hamarnya, Zhytomyr region, Ukraine

BIOMASS PRODUCTIVITY OF BASCET WILLOW (*S. VIMINALIS* L.) FOR THE PRODUCTION OF BIOFUEL IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL FOREST STEPPE OF UKRAINE

*The results of research on the growth and development of willow (*S. viminalis* L.) energy plantations in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine are presented. The research was carried out during 2015-2018 in the SE "Salyvinkivske" (Ksaverivka Druga village, Bilotserkiv district, Kyiv region), which is located in the zone of unstable moisture. Cuttings, 25 cm long, were planted in 4 periods: the third decade of September, the third decade of October, the second decade of April, and the first decade of May. The first mechanized soil care was carried out shortly after the beginning of the growing season, and the next two were carried out depending on the density of the soil (1.2-1.25 g/cm² and more) and the presence of weeds. In order to eliminate weeds as much as possible and reduce the need for manual labor, simultaneously with cultivation, weeds were sprinkled with soil in rows. At the same time, as studies have shown, 50-60% of weeds are destroyed. Research was carried out using traditional methods in forestry and crop production. It was established that the planting carried out in the third decade of September ensured the rooting of willow cuttings by 90%, carried out at the end of October – by 84%, in the middle of April – by 77%, and in the first decade of May – by 69%. In subsequent years, the loss of plants was insignificant. At that time of investigation, willow bushes had an average height of 254-260 cm, and the annual increase in height was 150-160 cm. Energy willow biomass should be collected in late autumn, winter, or early spring, in the absence of sap flow in the plants. At that time, the moisture content of the biomass is 50-55%. According to long-term data, it has been established that with a raw willow biomass productivity of 40-60 t/ha and a dry matter yield of 45-50%, the dry biomass yield ranges from 20 to 24 t/ha. The average one-year increase in biomass was the highest in the option with harvesting every 2 years, while the yield of freshly cut wood mass was 25.5 t/ha in 1-year willow. On average, on an energy willow plantation in one growing year, it is possible to obtain a dry biomass yield of 13–15 t (the calorific value of fuel chips is 12–14 MJ/kg), which is 200–225 GJ/ha of energy, or about 250-300 MW/h of electricity from 1 ha.*

Key words: *bioenergy; biofuel; biomass; cuttings; elements of growing technology, planting dates; planting density; productivity.*