

УДК 620.952

Лис Н.М.¹*к.с.-г. н., с.н.с.***E-mail: instarv@i.ua****Ткачук Н.Л.¹***м.н.с.***E-mail: instarv@i.ua****Іванюк Р.С.¹***м.н.с.***E-mail: instarv@i.ua**

*¹Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН
Івано-Франківськ, Україна*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ

Анотація

Дослідження присвячене розробці та запровадженню науково-обґрунтованих агротехнічних прийомів вирощування нових багаторічних енергетичних культур, що сприятиме підвищенню частки біомаси в енергетичному балансі України.

Експериментальні дослідження з визначення особливостей росту та розвитку енергетичної верби на дернових опідзолених ґрунтах залежно від агротехніки вирощування проводилась на дослідних полях Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН та у лабораторних умовах.

Дослідженнями в чотирьохразовій повторності вивчено особливості росту та розвитку енергетичної верби залежно від агротехніки вирощування в умовах Західного регіону для виробництва біопалива.

Встановлено, що енергетична верба в умовах Західного регіону за мінерального удобрення N40P300K300 та збільшення кроку садіння до 60 см сприяє інтенсивному наростанню вегетативної маси. За цього варіанту зафіксована найбільша висота пагонів 180 см.

Збільшення кроку садіння з 40 см до 60 см у посадках верби енергетичної дозволяє отримати додатково 4,2 т/га зеленої маси та 1,9 т/га сухої маси. Внесення мінеральних добрив забезпечує приривок урожайності 2,1 – 2,5 т/га зеленої маси та 0,5 – 1,0 т/га сухої маси.

Аналізуючи зміну кількості бур'янів встановлено, що застосування механічних обробітків дозволило контролювати поріг забур'яненості на допустимому рівні. Проте, за певний час після обробітків появлялися сходи однорічних та багаторічних бур'янів. Проведення міжрядних обробітків та внесення гербіцидів забезпечило практично повне знищення пророслих бур'янів у першій половині вегетації верби.

Ключові слова: *верба енергетична; агротехніка; біометричні показники; зелена маса; суха речовина; мінеральні добрива.*

Вступ. Одним із основних чинників збалансованого еколого-економічного розвитку України є ефективне використання природних ресурсів, зокрема, відновлювальних джерел енергії в балансі агропромислового та лісового комплексу країни. Відомо, що європейські держави досягли 10% забезпечення, своїх енергетичних потреб за рахунок відновлювальної енергетики [6].

В Україні даний показник становить лише 4%, однак енергетична стратегія України на період до 2030 року зобов'язує збільшити частку відновлювальних джерел енергії до 10% [7, 8]. Виробництво та споживання енергії з відновлювальних джерел мінімізує викиди шкідливих газів, оскільки біопалива забезпечують колообіг вуглекислого газу в атмосфері [6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Залежність економіки України від імпорту енергоносіїв зумовлює необхідність пошуку альтернативних джерел для їх отримання. Вирішення цієї проблеми найближчим часом є надзвичайно актуальним з огляду на те, що через 7-10 років розвідані світові запаси нафти будуть вичерпані на 60-65 %, запасів природного газу вистачить лише на 50-60 років, нафти – на 25-30, вугілля – на 500-600 років. Постійно зростаючі тарифи на газ та комунальні послуги ще більше стимулюють пошук, запровадження та використання альтернативних, нетрадиційних джерел енергії [3, 4].

Збільшення енергоспоживання, при зростанні ціни на енергоресурси та збільшення шкідливих викидів в атмосферу, робить розвиток біоенергетики надзвичайно актуальним.

Використанню біомаси у якості джерела для виробництва біопалива приділяють велику увагу в Німеччині, Польщі, Швеції, Данії.

Актуальним напрямом розвитку біоенергетики в Україні є створення багаторічних плантацій біоенергетичних культур, зокрема енергетичної верби [2].

Україна щороку споживає близько 200 млн т умовного палива, з якого лише 53% власного виробництва, і належить до енергодефіцитних країн. Її сучасний паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини, ціна якої постійно зростає. Ця тенденція посилюватиметься з року в рік, оскільки світовий видобуток джерел енергії скорочується, й у найближчій перспективі запаси цих енергоносіїв будуть вичерпані.

В умовах все більшої нестачі та подорожчання палива із вичерпаних джерел, вагомим значення набуває питання пошуку і використання альтернативних джерел енергії та розвитку біоенергетики, забезпечення дешевим паливом сільськогосподарських товаровиробників, а також скорочення питомого споживання енергоресурсів [5].

Окрім того, є ще одна, не менш важлива причина, яка спонукає вчених шукати нові, альтернативні джерела енергії – це екологія [6]. Більшість «енергетичних» рослин формують потужну вегетативну масу, яка інтенсивно фотосинтезує, зменшуючи надлишок вуглекислоти в атмосфері і наслідки «парникового ефекту» антропогенного походження, а коренева система, за довготривалого вирощування культури на одному місці, збагачує вміст органічної речовини в ґрунті, тим самим підвищуючи його родючість.

Згідно із дослідженнями науковців, для вирощування культур, які за короткий проміжок часу формують велику вегетативну фітомасу, доцільно використовувати такі рослини: плантації швидкорослих деревних порід з коротким періодом ротації (енергетична верба (3-5 років), тополя (6-8 років); дводольні рослини (артишок, топінамбур); багаторічні злаки (світчграс, міскантус гігантський).

Мета. Дослідити вплив агротехнічних прийомів вирощування на показники росту і розвитку верби енергетичної.

Методологія дослідження. Науково-дослідна робота проводилась на дослідних полях Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН та у лабораторних умовах.

Ґрунт дослідного поля дерновий опідзолений. Потужність гумусового горизонту становить 40 см. За гранулометричним складом ґрунт грубопилувато-

середньосуглинковий. Структура орного шару розпилена (грудкувато-пилувата). Тому після випадання дощів ці ґрунти можуть запливати і на них утворюється кірка. Агрохімічна характеристика: рН-сольове (потенціометричний) – 4,6, сума увібраних основ (Ca+Mg),-11,4 мг-екв/100г (за Каппеном), вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,54 %, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 79,0, рухомого фосфору (за Кірсановим) – 48,0, рухомого калію (за Кірсановим) – 82,0 мг/кг ґрунту; рухомих форм мікроелементів: бору (за Бергером і Труогом) -1,00, молібдену (за Грігом) - 0,20, марганцю (за Пейве і Рінькісом) - 48,0 мг/кг ґрунту .

Ґрунти слабо забезпечені рухомих фосфором та калієм.

Дослідженнями вивчали особливості росту, розвитку енергетичної верби залежно від агротехніки вирощування в умовах Західного регіону для виробництва біопалива за багаторічного його вирощування.

Схема досліді передбачає вплив ряду факторів на ріст, розвиток і продуктивність культури:

Фактор А – схема розміщення садивних місць: густота садіння: 18,15,12 тис. шт./га.

Фактор В – мінеральне живлення;

Захист від бур'янів: агротехнічні заходи боротьби з бур'янами; хімічні заходи боротьби з бур'янами.

Дослід закладений в чотирьохразовій повторності [1]. Площа посівної ділянки – 150 м², облікової – 125 м². Загальна площа ділянок в досліді – 0,36 га.

Згідно схеми посадки культури висаджені у спарені ряди з відстанню 0,70 м; і міжряддями 2 м (табл. 1).

Таблиця 1. Схема досліді

Культура	Густота садіння		Мінеральне живлення
	Енергетична верба Японська	1	18 тис. шт./га (крок садіння 40 см)
2		15 тис. шт./га (крок садіння 50 см)	Без добрив
3			N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀
4			Без добрив
5		12 тис. шт./га (крок садіння 60 см)	Без добрив
6			N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀

Підготовка ґрунту складалась з наступних технологічних операцій: лушення стерні, оранки та передсадильного обробітку. З метою підрізання кореневищ, знищення пір'ю та інших коренепаросткових бур'янів лушення проводили на глибину 16 см дисковою бороною БДТ-3 в агрегаті з трактором Т-150 К. Наступною технологічною операцією була оранка ґрунту на глибину 22 см.

Через два тижні після оранки проведено розпушування та вирівнювання ґрунту на глибину 12 см просапним культиватором КПСП-4 з зубовими боровами. Це дозволило знищити пророслі бур'яни і вирівняти поверхню поля. Перед даною операцією згідно схеми досліді були внесені добрива на заплановані ділянки в нормі N₄₀P₃₀₀K₃₀₀.

Для проведення досліджень використовували такі мінеральні добрива, як: азотні – у вигляді аміачної селітри (34,4% д. р.); калійні – хлористий калій (60% д. р.); фосфорні – суперфосфат гранульований (18,7% д. р.). Добрива на ділянки вносили весною під культивування вручну.

Для садіння верби використовувались живці довжиною 22-25 см, діаметром - 0,8-1,00 см. На кожному живці по 5-12 вічок. Під час садіння живців бруньки знаходилися в сплячому стані та стані набування. Відстань між бруньками - від 2 см до 5 см. Перед

садінням живці замочували у воді на 24 години. Через 12 днів після садіння проводилось розпушування ґрунту і знищення бур'янів у міжряддях верби культиватором.

На другому варіанті посадок енергетичної верби за появи бур'янів проводили обприскування гербіцидом Пантера 40 з нормою внесення 2 л/га.

Результати. Фенологічне обстеження верби на ділянках було проведено через два тижні після садіння живців (28.04.) та встановлено, що: бруньки саджанців верби знаходяться в стані набубнявіння; бруньки саджанців тополі знаходяться в стані розпускання; не приживання посаджених живців становило 3%.

Під час спостережень відзначено нерівномірність сходів, причиною цього була різна якість живців, в основному їх товщина, кількість і стан бруньок.

Станом на 26.05 висота пагонів верби знаходилась у межах від 25 см до 55 см. В цей час для знищення бур'янів та розпушування ґрунту з метою покращення його повітряного режиму проводився міжрядний обробіток. Проведення даної технологічної операції сприяло підвищенню інтенсивності росту пагонів. Висота рослин через 20 днів (16.06) збільшилась на 15-26 см і в середньому становила 50-70 см. Збільшилась також на рослині кількість справжніх листочків, а листки стали ширші та більш розвинуті.

Фенологічне обстеження верби проведені 30.06 показало ріст пагонів верби до 80-105 см. За липень та серпень відмічалось різке наростання вегетативної маси верби. Так, висота пагонів верби збільшилась за цей період на 70 см і становила 150-172 см. Найбільшу висоту пагонів зафіксовано у варіанті з густотою садіння 12 тис. шт. /га і мінеральним живленням $N_{40}P_{300}K_{300}$.

У середньому кількість пагонів на кущі верби становило від 3 до 7 (табл. 2).

Таблиця 2. Кількість пагонів на рослині і висота рослин енергетичної верби першого року вегетації залежно від густоти насадження і фону живлення

№ варіанту	26.05		16.06		30.06		18.07		25.07		17.08		29.08		19.09	
	Висота рослини, см	Кількість пагонів в кущі, шт.	Висота рослини, см	Кількість пагонів в кущі, шт.	Висота рослини, см	Кількість пагонів в кущі, шт.	Висота рослини, см	Кількість пагонів в кущі, шт.	Висота рослини, см	Кількість пагонів в кущі, шт.	Висота рослини, см	Кількість пагонів в кущі, шт.	Висота рослини, см	Кількість пагонів в кущі, шт.	Висота рослини, см	Кількість пагонів в кущі, шт.
1	25	1	50	1	80	1	90	1	105	1	100	3	150	3	156	3
2	28	2	45	2	95	2	108	2	114	2	126	5	159	5	164	5
3	34	2	54	2	94	2	104	2	113	2	135	4	148	4	160	4
4	36	3	60	3	103	3	115	3	127	3	155	6	164	6	178	6
5	56	2	66	2	102	2	110	2	129	2	150	6	160	6	170	6
6	55	3	70	3	105	3	120	3	136	3	170	7	172	7	180	7

На ріст і розвиток культурних рослин значною мірою впливають бур'яни, які є основними конкурентами використання елементів родючості ґрунту.

На сучасному етапі розвитку землеробства основним заходом боротьби з бур'янами є своєчасне застосування комплексу агротехнічних заходів та хімічних заходів.

Для знищення бур'янів і створення повітряного режиму ґрунту було проведено три міжрядні обробітки.

Таблиця 3. Урожайність зеленої маси і сухої речовини верби енергетичної першого року вегетації залежно від густоти насадження і фону живлення

№ з/п	Варіанти		Урожайність, т/га	
			Зеленої маси	Сухої речовини
1	18 тис. шт./га (крок садіння 40 см)	Без добрив	11,4	6,2
2		N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	13,2	6,4
3	15 тис. шт./га (крок садіння 50 см)	Без добрив	14,7	7,3
4		N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	15,9	8,2
5	12 тис. шт./га (крок садіння 60 см)	Без добрив	19,4	9,7
6		N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	21,9	10,2
		НР_{0,5}	0,5	0,10

Проведення міжрядних обробітків та внесення гербіцидів забезпечило практично повне знищення пророслих бур'янів у міжряддях у першій половині вегетації верби. Однак, у рядках, у межах захисної смуги, бур'яни продовжували рости. Тому для знищення бур'янів у рядках необхідно було застосовувати ручне прополювання, що вимагало значних затрат ручної праці.

Аналізуючи зміну кількості бур'янів встановлено, що за даний період спостерігалось інтенсивне збільшення забур'яненості насаджень верби. Застосування механічних обробітків дозволило контролювати поріг забур'яненості на допустимому рівні. Проте, за певний час після обробітків появлялися сходи однорічних та багаторічних бур'янів.

Таблиця 4. Забур'яненість посадок енергетичної верби та тополі

Густота садіння	Захист від бур'янів	Загальна кількість, шт/м ² станом на 10.05.	Сира маса бур'янів, г/м станом на 10.05.	Загальна кількість, шт/м ² станом на 10.09.	Сира маса бур'янів, г/м станом на 10.09.
18 тис. шт./га (відстань між рослинами в рядку 40 см)	Механічні заходи	11	723	121	2323
	Хімічні заходи + механічні заходи	6	352	13	852
15 тис. шт./га (відстань між рослинами в рядку 50 см)	Механічні заходи	17	851	126	2738
	Хімічні заходи + механічні заходи	8	373	16	844
12 тис. шт./га (відстань між рослинами в рядку 60 см)	Механічні заходи	27	996	139	2978
	Хімічні заходи + механічні заходи	14	553	22	1258

Висновки і перспективи. За результатами досліджень встановлено, що енергетична верба в умовах Західного регіону за мінерального удобрення N40P300K300 та збільшення кроку садіння до 0,6 м має здатність до інтенсивного наростання вегетативної маси. За цього варіанту зафіксована найбільша висота пагонів 180 см. Збільшення кроку садіння з 0,4 м до 0,6 м у посадках верби енергетичної дозволяє отримати додатково 4,2 т/га зеленої маси та 1,9 т/га сухої маси. Внесення мінеральних добрив забезпечує прирост урожайності 2,1–2,5 т/га зеленої маси та 0,5–1,0 т/га сухої маси. Аналізуючи зміну кількості бур'янів встановлено, що за даний період спостерігалось інтенсивне збільшення забур'яненості насаджень верби. Застосування механічних обробітків дозволило контролювати поріг забур'яненості на допустимому рівні, проте, за певний час після обробітків з'являлися сходи однорічних та багаторічних бур'янів. Проведення міжрядних обробітків та внесення гербіцидів забезпечило практично повне знищення пророслих бур'янів у першій половині вегетації верби.

Список використаних джерел

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат. 1985. 351 с.
2. Олійник Є., Єловікова Т. Вирощування енергетичних плантацій. *Агросектор*. 2007. № 7-8. С. 42-45.
3. Фучило Я. Д. Перспективи вирощування енергетичної верби. *Сучасні аграрні технології*. 2013. № 7. С. 69-71.
4. Фучило Я., Літвін В. Енергетична верба - перспективи вирощування в Україні. *Новини агротехніки*. 2013. № 1/2. С. 30-31.
5. Шевчук Р. Біоенергетичні культури для Полісся. *Аграрний тиждень. Україна*. 2013. №31/32. С. 13-14.
6. Шершун М.Х., Дребот О.І., Конішук В.В. Еколого-економічні особливості розвитку біоенергетики в зоні Полісся. *Економіка АПК*. 2012. № 9. С. 19-23.
7. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України : офіційний сайт. URL : <http://mre.kmu.gov.ua/> (дата звернення : 12.09.2018).
8. Трибуш С. Растения на службе возобновляемой энергетики. URL : <http://www.alterenergy.info/eto-interesno/kommentarii/785-plants-in-the-service-of-renewable-energy>.

*Дата надходження статті до редакції: 10.10.2018
Рецензування 11.11.2018 Прийняття в друк: 24.11.2018*

Lys N.N.¹

PhD(Agriculture)

E-mail: instapv@i.ua

Tkachuk N.L.¹

Research Scientist

E-mail: instapv@i.ua

Ivaniuk R.S.¹

Research Scientist

E-mail: instapv@i.ua

*1Precarpathian State Agricultural Experimental Station
Agricultural Institute in Carpathian region
Ukrainian National academy of agrarian sciences
Ivano-Frankivsk, Ukraine*

**RESEARCH OF INFLUENCE OF GROWING TECHNOLOGY
ELEMENTS ON BIOMETRICAL INDEXES OF ENERGY WILLOW
IN THE WESTERN REGION**

Abstract

The current study deals with the development of scientific strategies for growing bioenergy crops in Ukraine that will assist the increasing of biomass in energy balance of Ukraine.

Experimental research studies on determining the growth characteristics and development of energy willow on soddy ash gray soil according to the farming cultivation was carried out on the research fields of the Carpathian State Agricultural experimental station of the Institute of Agriculture in the Carpathian region of the NAAN and in laboratory conditions.

The features of growth and development of energy willow varieties according to the growing conditions of the Western region for biofuels production was studied on the basis of quadruplex repetition. It was found that energy willow in the conditions of the Western region in terms of mineral fertilization with N40P300K300 and with the help of increasing the planting step to 60 cm influences the intensive noduling of vegetative mass. In this version the biggest height shoots (180 cm) is fixed.

The increasing of seeding step from 40 cm to 60 cm in energy willow planting allows to get additionally 4,2 t/ha of green mass and 1,9 t/ha of dry mass. Mineral fertilization provides the increase of the

productivity of 2,1 - 2,5 t/ha of green mass and 0,5 - 1,0 t/ha of dry mass.

On the basis of analyses of weeds change we can conclude that application of mechanical processing allowed to control the wild grass at possible level. However, some time after the treatments, shoots of annual and perennial weeds appeared. But the interrow tillage and bringing the herbicides provided practically full keeping down the weeds in the first half of willow vegetation.

Keywords: energy willow; agro technics; biometrical indexes; green mass; dry substance; mineral fertilizers.

References

1. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodyka polevoho opyta* [Field experience]. Moscow: Ahropromyzzdat.
2. Oliinyk, Ye., & Yelovikova, T. (2007). Vyroshchuvannia enerhetychnykh plantatsii [Growing energy plantations]. *Ahrosektor*, 7-8, 42-45.
3. Fuchylo, Ya. D. (2013). Perspektyvy vyroshchuvannia enerhetychnoi verby [Prospects for the cultivation of energy willow]. *Suchasni ahrarni tekhnolohii*, 7, 69-71. [in Ukrainian]
4. Fuchylo, Ya., & Litvin, V. (2013). Enerhetychna verba - perspektyvy vyroshchuvannia v Ukraini [Energy willow - prospects for growing in Ukraine]. *Novyny ahrotekhniki*, 1/2, 30-31. [in Ukrainian]
5. Shevchuk, R. (2013). Bioenerhetychni kultury dlia Polissia [Bioenergy cultures for Polissia]. *Ahrarnyi tyzhden. Ukraina*, 31/32, 13-14. [in Ukrainian]
6. Shershun, M.Kh., Drebot, O.I., & Konishchuk, V.V. (2012). Ekoloho-ekonomichni osoblyvosti rozvytku bioenerhetyky v zoni Polissia [Ecological and economic features of bioenergy development in the Polesye zone]. *Ekonomika APK*, 9, 19-23. [in Ukrainian]
7. Ministerstvo enerhetyky ta vuhilnoi promyslovosti Ukrainy [Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine] (<http://mpe.kmu.gov.ua/>) [in Ukrainian]
8. Trybush, S. Rastenyia na sluzhbe vozobnovliaemoi enerhetyky [Plants in the Service of Renewable Energy]. Retrived from <http://www.alterenergy.info/eto-interesno/kommentarii/785-plants-in-the-service-of-renewable-energy> [in Russian]

Received October 10, 2018

Revision November 11, 2018 Accepted November 24, 2018