

УДК 630.620.952

ВПЛИВ ГУСТОТИ ТА ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПЛАНТАЦІЙ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ В УМОВАХ ПРИКАРПАТТЯ

ЛИС Н. М.¹ — кандидат сільськогосподарських наук,
ФУЧИЛО Я. Д.² — доктор сільськогосподарських наук,
ТКАЧУК Н. Л.¹, **ІВАНЮК Р. С.**¹

¹ — Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України, вул. С. Бандери, 21 а, м. Івано-Франківськ, 76015, e-mail: instapv@i.ua

² — Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, e-mail: fuchylo_yar@ukr.net

Вступ. Інтенсивне використання викопних енергоресурсів на тлі глобальних процесів зміни клімату планети викликає глибоку стурбованість світової спільноти. Зокрема, в країнах ЄС [7, 8, 9] та Північної Америки [10, 11, 12] одним із важливих питань екологічної та економічної політики вважається підвищення ефективності використання викопних енергоресурсів та пошук нових альтернативних джерел енергії.

Ці проблеми повною мірою стосуються й України. Наша держава відноситься до країн, які лише частково забезпечують себе видобувними енергоресурсами, тому змушена імпортувати близько 65% енергоносіїв. Переважна більшість імпорту припадає на природний газ (79%) та нафтопродукти (66%), ціна на які постійно зростає. Одним із основних чинників збалансованого розвитку України є ефективне використання природних ресурсів, зокрема, відновлюваних джерел енергії [2, 4, 5]. Відомо, що європейські держави досягли 10% забезпечення своїх енергетичних потреб за рахунок відновлюваної енергетики [6]. В Україні цей показник становить 5,8%, однак енергетична стратегія України на період до 2030 року зобов'язує збільшити частку відновлюваних джерел енергії до 10% [6].

Потенціал України в плані виробництва відновлюваних джерел енергії є дуже значним, через наявність великої кількості орних площ, які, з тієї чи іншої причини, не використовуються у сільськогосподарському виробництві, але які придатні для вирощування біоенергетичних культур. Використавши їх, сільське господарство України має всі шанси перетворитись в галузь, яка здатна забезпечити не лише продовольчу, але й, певною мірою, енергетичну безпеку країни.

Актуальним напрямом розвитку біоенергетики в Україні є створення багаторічних плантацій біоенергетичних культур, зокрема енергетичної верби [2, 4].

Дослідження особливостей росту енергетичних плантацій верби на дернових опідзолених ґрунтах раніше не проводилися, тому метою нашого дослідження було вивчення впливу агротехнічних заходів, застосованих під час створення таких насаджень на їх ріст, розвиток і продуктивність енергетичної біомаси.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальна плантація енергетичної верби була створена навесні 2016 року на дослідних полях Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України. Ґрунт дослідного поля — дерновий опідзолений грубопилувато-середньосуглинковий. Потужність гумусового горизонту становить 40 см. Агрохімічна характеристика орного шару наступна: рН-сольове — 4,6, сума увібраних основ (Са+Mg), -11,4 мг-екв/100г (за Каппеном), вміст гумусу (за Тюрінім) — 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 Рінкісом) — 48,0 мг/кг ґрунту. Особливістю ґрунту є його слабе забезпечення рухомими формами фосфору та калію.

Схема досліду передбачала вивчення впливу деяких 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.

Дослід закладений в чотириразовій повторності. Площа посівної ділянки — 150 м², облікової — 125 м². Згідно схеми посадки культури висаджені у спарені ряди з відстанню 0,70 м; і міжряддя 2 м.

Підготовка ґрунту складалась із наступних технологічних операцій: лушення

стерні, оранки та передсадильного обробітку. З метою підрізання кореневищ, знищення пирію 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 досліду, на заплановані ділянки були внесені добрива в нормі N40P300K300. Використовувалися такі мінеральні добрива: аміачна селітра (34,4% д.р.), хлористий калій (60% д.р.) та суперфосфат гранульований (18,7% д.р.).

Садіння верби використовувалось однорічними здерев'янілими живцями довжиною 25 см і діаметром 0,8–1,0 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.

Проведення трьох міжрядних обробітків та внесення гербіцидів забезпечило практично повне знищення пророслих бур'янів у міжряддях у першій половині вегетаційного періоду. Для знищення бур'янів у рядках було застосоване ручне полювання.

Дослідження насаджень проводились за традиційними у рослинництві методами [1, 3].

Результати досліджень. Обстеження, проведене через два тижні після садіння живців верби (28.04.2016 р.), показало, що бруньки живців була в стані набування, а частка нежиттєздатних живців становила 3%. Спостерігалася нерівномірність сходів, причиною якої була різниця живців за товщиною, кількістю і станом бруньок, тощо. Станом на 26.05.2016 р. висота пагонів верби знаходилась у межах

Таблиця 1. Урожайність біомаси верби енергетичної другого року вегетації залежно від густоти насадження і фону живлення

№ з/п	Густота садіння, тис. шт./га	Мінеральне живлення	Урожай зеленої маси, т/га	Урожай сухої маси, т/га
1	18,0	Без добрив	26,3	14,9
2		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	28,1	15,9
3	15,0	Без добрив	24,8	14,1
4		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	26,4	14,9
5	12,0	Без добрив	21,2	12,1
6		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	23,8	13,4
HIP0,5 т/га				
Фактор А			0,45	
Фактор В			1,04	
Взаємодія АВ			1,21	

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 (станом на 16.06. 2016 р.) збільшилась на 15–26 см і в середньому становила 50–70 см. Збільшилась також кількість справжніх листочків, вони стали ширші та більш розвинуті. За наступних 20 днів, станом на 30.06.2016 р., середня висота пагонів верби зросла до 80–105 см. За липень та серпень відмічалось різке наростання вегетативної маси верби. Середня висота пагонів зросла за цей період більш ніж на 70 см і становила під кінець вегетації 156–180 см. Найбільшим цей показник був у варіанті з густотою садіння 12 тис. шт./га і мінеральним живленням $N_{40}P_{300}K_{300}$, тобто — за максимальної площі живлення та внесення мінеральних добрив.

Протягом другого року вегетації інтенсивність росту енергетичної верби суттєво зросла. Станом на 10.05.2017 р. висота пагонів верби знаходилась у межах від 138,1 см до 190,0 см. Кількість пагонів у одному куці становила від 1,8 до 3,4 шт., а діаметр центрального пагона був у межах від 4 до 16 мм. Протягом наступного місяця висота рослин верби збільшилась на 53,9–66,5 см і станом на 12.06.2017 р. становила від 204,5 до 243,9 см. Най-

більший приріст за висотою спостерігався у період з червня по серпень. Останні біометричні заміри, проведені 12.10.2017 р., показали, що середня висота рослин на цей час знаходилась у межах 322,2–421,0 см. Кількість пагонів у куці становила 2,1–4,8 шт. Середній діаметр центрального пагона був у межах від 11 до 31 мм.

Найбільшу висоту пагонів за другий рік вегетації зафіксовано у варіанті з густотою садіння 12 тис. шт./га — 385,0 і 421,0 см. Річний приріст склав 212–231 см, кількість пагонів у куці — 4,2–4,8 шт., а діаметр центрального пагона — від 27 до 31 мм. Внесення мінеральних добрив ($N_{80}P_{300}K_{300}$) забезпечило рослини більшою кількістю доступних поживних речовин та сприяло збільшенню товщини пагонів на 14,8% та їхньої висоти на 9,3%.

Дослідження, проведені у 2018 році показали, що протягом третього вегетаційного періоду інтенсивність росту енергетичних плантацій верби у досліджуваних умовах суттєво зменшується. При цьому максимальна висота найбільш розвинутих рослин становила 540–560 см, а діаметр центрального пагона — від 37 до 40 мм. Схожа тенденція була встановлена нами для вербових енергетичних плантацій Волинської області [5].

Дослідження продуктивності дворічної біомаси енергетичної верби показали, що мінеральні добрива сприяли зростан-

ню врожайності на всіх варіантах дослідження (табл. 1).

Найвищу урожайність енергетичної верби (28,1 т/га зеленої та 15,9 т/га сухої біомаси) отримано за найбільшої густоти садіння (18 тис. шт./га) і внесення мінеральних добрив. Це на 6,4% більше, ніж за густоти 15 тис. шт./га і на 18,1% більше у порівнянні з густотою садіння 12 тис. шт./га. Таким чином, отримані дані вказують на те, що в перші роки на продуктивність біоенергетичної маси верби значний позитивний вплив має густота плантації. Внесення мінеральних добрив забезпечує прибавку врожаю на 6,5–12,3%, при цьому найбільшою прибавкою виявилась у насажденні найменшої густоти.

Максимальний вихід твердого біопалива верби енергетичної (17,5 т/га) та енергії з дворічної плантації (279,8 ГДж/га) отримано у варіанті з найбільшими показниками врожайності біомаси (за густоти садіння 18,0 тис. шт./га та внесення мінеральних добрив). Як і у випадку з продуктивністю біомаси, вихід енергії тут був на 18,7% більшим у порівнянні з густотою садіння живців 12 тис. шт./га та на 6,7% більшим, ніж у варіанті з густотою садіння 15 тис. шт./га (табл. 2).

Внесення мінеральних добрив забезпечує збільшення виходу твердого біопалива й енергії у межах від 5,6 до 10,7%.

Висновки. 1. На дернових опідзолеваних середньо-суглинкових ґрунтах Прикарпаття в перші роки вирощування на інтенсивність росту плантацій енергетичної верби позитивно впливає збільшення площі живлення та внесення мінеральних добрив. За мінерального удобрення $N_{80}P_{300}K_{300}$ та мінімальної густоти садіння живців (12,0 тис. шт./га) зафіксовано найбільші розміри дворічних пагонів: середня висота 421,0 см та середній діаметр 31 мм. На третій рік інтенсивність росту пагонів за висотою і діаметром суттєво знижується.

2. Найвищу врожайність дворічної біомаси енергетичної верби (28,1 т/га зеленої та 15,9 т/га сухої біомаси) отримано за найбільшої густоти садіння (18 тис. шт./га) і внесення мінеральних добрив. У варіанті з висаджуванням 15 тис. шт./га урожай був меншим на 6,4%, а за густоти 12 тис. шт./га — на 18,1%.

3. Внесення мінеральних добрив забезпечує збільшення врожаю на 6,5–12,3%, при цьому найбільшим позитивний вплив добрив виявився у насажденнях найменшої густоти.

4. Максимальний вихід твердого біопалива (17,5 т/га) та енергії (279,8 ГДж/га) з дворічної плантації верби отримано у варіанті з найбільшими показниками врожайності біомаси (за густоти садіння 18,0 тис. шт./га та внесення мінеральних добрив). Вихід енергії тут був на 18,7% більшим у порівнянні з густотою садіння живців 12 тис. шт./га та на 6,7% більшим, ніж у варіанті з густотою 15 тис. шт./га.

Таблиця 2. Вихід енергії та твердого біопалива з отриманої біомаси верби енергетичної другого року вегетації залежно від густоти насадження і фону живлення

№ п/п	Густота садіння, тис. шт./га	Мінеральне живлення	Збір сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, т/га	Вихід енергії, ГДж/га
1.	18,0	Без добрив	14,9	16,4	262,2
2.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	15,9	17,5	279,8
3.	15,0	Без добрив	14,1	15,5	248,2
4.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	14,9	16,4	262,2
5.	12,0	Без добрив	12,1	13,3	213,0
6.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	13,4	14,7	235,8

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М. В. Роїк, В. М. Сінченко, Я. Д. Фучило, В. І. Пиркін та ін.]. — Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. 340 с.
3. Методологія дослідження енергетичних плантацій верби і тополь / [Я. Д. Фучило, В. М. Сінченко, О. М. Ганженко, М. Я. Гументик та ін.]. К.: Компринт, 2018. 137 с.
4. Фучило Я. Д., Сбитна М. В. Верби України: біологія, екологія, використання. К.: Компринт, 2017. 259 с.
5. Фучило Я. Д., Гнап І. В., Ганженко О. М. Ріст і продуктивність деяких сортів енергетичної верби іноземної селекції в умовах Волинського Опілля. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2018. Т. 14. № 2. С. 230–239.
6. Чмерук Т. Тренди альтернативної енергетики України: від занепаду до прогресу. Дзеркало Тижня. Україна. 2018. 5 лютого. URL: https://dt.ua/energy_market/trendi-alternativnoi-energetiki-ukrayini-vid-zanepadu-do-progresu-268117_.html
7. Aylott, M.J., Casella, E., Tubby, I., Street, N.R., Smith, P., Taylor, G. (2008). Yield and spatial supply of bioenergy poplar and willow short-cutting cycle coppice in the UK. *New Phytologist*, 178, 358–370.
8. Caslin, B., Finnan, J., McCracken, A. et al. (2012). Willow Varietal Identification Guide. Carlow, Ireland: Teagasc & AFBI, 2012. 64 p.
9. Dimitriou, I. & Aronsson, P. (2005). Willows for energy and phytoremediation in Sweden. *Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden*. 2005. 31. P. 47–50.
10. Karlen, D. L., Volk, T. A., Abrahamson, L.P., Buchholz T., Caputo J. & Eisenbies M. (2014). Development and Deployment of Willow Biomass Crops // *Cellulosic Energy Cropping Systems*. John Wiley & Sons, Ltd, 2014 DOI: 10.1002/9781118676332.ch12 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118676332.ch12/summary?systemMessage=Wiley+Online+Library+will+have+intermittent>
11. Nissim, W. G., Pitre, F. E., Teodorescu & T. I., Labrecque M. (2013). Long-term biomass productivity of willow bioenergy plantations maintained in southern Quebec. *Canada // Biomass and Bioenergy*. Volume 56, September 2013, Pages 361–369 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953413002778>
12. Volk, T. A., Heavey, J. P. & Eisenbies, M. H. (2016). Advances in shrub-willow crops for bioenergy, renewable products, and environmental benefits. *Food, Energy and Security*, 5, 97–106.

REFERENCES

1. Royik M. V., Sinchenko V. M., Fuchylo, Ya. D., Pyrkin V. I., Hanzenko O. M., Humentyk M. Y... Melnychuk H. A. (2015). Enerhetychna verba: tekhnolohiya vyroshchuvannya ta vykorystannya [Energy willow: technology of cultivation and use]. Vinnytsya: TOV «Niland LTD» [in Ukrainian]
2. Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [Methodology of Field Experiences]. Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
3. Fuchylo, Ya. D., Sinchenko V. M., Hanzenko O. M., Humentyk M. Y., Pyrkin V. I., Prysyazhnyuk O. I., Tkachenko A. M. (2018). Metodolohiya doslidzhennya enerhetychnykh plantatsiy verb i topol [Methodology for studying of energy plantations of willow and poplar]. Kyiv: Komprint. [in Ukrainian]
4. Fuchylo, Ya. D., & Sbytina, M. V. (2017). Verby Ukrainy (biolohiia, ekolohiia, vykorystannia) [Willows of Ukraine: biology, ecology, use]. Kyiv: Komprint. [in Ukrainian]
5. Fuchylo, Ya. D., Gnap, I. V. & Hanzenko O. M. (2018). Rist i produktyvniyst deyakykh sortiv enerhetychnoyi verby inozemnoyi selektsiyi v umovakh Volynskoho Opillya. Growth and productivity of some cultivars of energy willow of foreign selection in the Volyn Opillia conditions. Plant varieties studying and protection. Vol 14. № 2. 230–239. [in Ukrainian].
6. Chmeruk, T. (2018). Trendy alternatyvnoi enerhetyky Ukrainy: vid zanepadu do progressu [Trends in alternative energy of Ukraine: from decay to progress]. Dzerkalo Tyzhnia. Ukraina [Mirror of the Week. Ukraine]. Retrieved from https://dt.ua/energy_market/trendi-alternativnoi-energetiki-ukrayini-vid-zanepadu-do-progresu-268117_.html [in Ukrainian].
7. Aylott, M.J., Casella, E., Tubby, I., Street, N.R., Smith, P., Taylor, G. (2008). Yield and spatial supply of bioenergy poplar and willow short-cutting cycle coppice in the UK. *New Phytologist*, 178, 358–370.
8. Caslin, B., Finnan, J., McCracken, A. et al. (2012). Willow Varietal Identification Guide. Carlow, Ireland: Teagasc & AFBI, 2012. 64 p.
9. Dimitriou, I. & Aronsson, P. (2005). Willows for energy and phytoremediation in Sweden. *Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden*. 2005. 31. P. 47–50.
10. Karlen, D. L., Volk, T. A., Abrahamson, L.P., Buchholz T., Caputo J. & Eisenbies M. (2014). Development and Deployment of Willow Biomass Crops // *Cellulosic Energy Cropping Systems*. John Wiley & Sons, Ltd, 2014 DOI: 10.1002/9781118676332.ch12 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118676332.ch12/summary?systemMessage=Wiley+Online+Library+will+have+intermittent>
11. Nissim, W. G., Pitre, F. E., Teodorescu & T. I., Labrecque M. (2013). Long-term biomass productivity of willow bioenergy plantations maintained in southern Quebec. *Canada // Biomass and Bioenergy*. Volume 56, September 2013, Pages 361–369 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953413002778>
12. Volk, T. A., Heavey, J. P. & Eisenbies, M. H. (2016). Advances in shrub-willow crops for bioenergy, renewable products, and environmental benefits. *Food, Energy and Security*, 5, 97–106.

АНОТАЦІЯ

УДК 630.620.952

Вплив густоти та внесення мінеральних добрив на ріст і продуктивність плантацій енергетичної верби в умовах Прикарпаття

Лис Н. М.¹ — кандидат сільськогосподарських наук, Фучило Я. Д.² — доктор сільськогосподарських наук, Ткачук Н. Л.¹, Іванюк Р. С.¹

¹ — Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільськогосподарства Карпатського регіону НААН України, вул. С. Бандери, 21 а, м. Івано-Франківськ, 76015, e-mail: instarvp@i.ua

² — Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, e-mail: fuchylo_yar@ukr.net

Мета. Вивчення впливу агротехнічних заходів, застосованих під час створення енергетичних плантацій верби на їх ріст, розвиток, продуктивність енергетичної біомаси та вміст у ній енергії. **Методи.** Польові, лабораторні, аналітичні, статистичні. **Результати.** Встановлено, що за перший рік вегетації середня висота рослин верби становила 156–180 см. Найбільшим цей показник був у варіанті з максимальною площею живлення (густота садіння 12 тис. шт./га) і внесенням мінеральних добрив у нормі N80P300K300. Протягом другого року інтенсивність росту енергетичної верби суттєво зростає. Найбільшу висоту пагонів зафіксовано у варіанті з густотою садіння 12 тис. шт./га — 385,0 і 421,0 см. Діаметр центрального пагона тут становив від 27 до 31 мм. Внесення мінеральних добрив (N80P300K300) посприяло збільшенню товщини пагонів на 14,8% та їхньої висоти на 9,3%. Дослідження, проведені у 2018 році показали, що протягом третього вегетаційного періоду інтенсивність росту енергетичних плантацій верби у досліджуваних умовах суттєво зменшується. **Висновки.** На дернових опідзолених середньо-суглинкових ґрунтах Прикарпаття у перші роки вирощування на інтенсивність росту плантацій енергетичної верби позитивно впливає збільшення площі живлення та внесення мінеральних добрив. За мінерального удобрення N80P300K300 та мінімальної густоти садіння живців (12,0 тис. шт./га), зафіксовано найбільші розміри дворічних пагонів: середня висота 421,0 см та середній діаметр 31 мм. Найвищу урожайність дворічної біомаси енергетичної верби (28,1 т/га зеленої та 15,9 т/га сухої біомаси) отримано за найбільшої густоти садіння (18 тис. шт./га) і внесення мінеральних добрив. У варіанті з висаджуванням 15 тис. шт./га урожай був меншим на 6,4%, а за густоти 12 тис. шт./га — на 18,1%. Внесення мінеральних добрив забезпечує збільшення врожаю на 6,5–12,3%, при цьому найбільшим позитивний вплив добрив виявився у насадженнях найменшої густоти. Максимальний вихід твердого біопалива (17,5 т/га) та енергії (279,8 ГДж/га) з дворічної плантації верби отримано у варіанті з найбільшими показниками урожайності біомаси (за густоти садіння 18,0 тис. шт./га та внесення мінеральних добрив). Вихід енергії тут був на 18,7% більшим у порівнянні з густотою садіння живців 12 тис. шт./га та на 6,7% більшим, ніж у варіанті з густотою 15 тис. шт./га.

Ключові слова: енергетичні плантації, верба, висота, діаметр, урожайність сухої біомаси, вміст енергії.

ABSTRACT

UDC630.620.952

Influence of plant density and application of mineral fertilizers on the growth and productivity of energy willow plantations in Carpathian region

Lys N. M.¹, Fuchylo Ya. D.², Tkachuk N. L.¹, Ivaniuk R. S.¹

Purpose. Study of the influence of agrotechnical measures applied during the establishment of willow plantations on their growth, development, the productivity of energy biomass and calorific value of the feedstock. **Methods.** Field, laboratory, analytical, statistical. **Results.** It was found that during the first year of vegetation, the average height of willow plants was 156–180 cm. The maximum values were recorded in the variant with a maximum growing space (plant density of 12,000 pts/ha) and application of N80P300K300. During the second year, the intensity of energy willow growth increased significantly. The highest values of the height of shoots (385.0 cm and 421.0 cm) were recorded in the variant with a plant density of 12,000 pts/ha. The average diameter of the central shoot ranged from 27 to 31 mm. The introduction of mineral fertilizers (N80P300K300) contributed to an increase in the diameter of shoots by 14.8% and in the height by 9.3%. Studies conducted in 2018 showed that during the third growing season, the intensity of energy willow growth under the conditions of this stud substantially decreased. **Conclusions.** In sod-podzol medium-loamy soils of Carpathian region, in the first years of cultivation, the increase in the growing space and the introduction of mineral fertilizers positively affect the intensity of growth of the energy willow plantations. When applying mineral fertilizer at the minimum plant density (12,000 pts/ha), the largest sizes of two-year shoots were recorded as follows: the average height of 421.0 cm and the average diameter of 31 mm. The highest yield of two-year energy willow biomass (28.1 t/ha of green mass and 15.9 t/ha of dry biomass) was obtained at a maximum density of planting (18,000 pts/ha) and mineral fertilization. In the variant with a plant density of 15,000 pts/ha, the yield was less by 6.4%, and at plant density of 12,000 pts/ha by 18.1%. The introduction of mineral fertilizers provides an increase in yield by 6.5–12.3%, while the maximum positive effect of fertilizers was observed in plantations of the lowest density. The maximum yield of solid biofuel (17.5 t/ha) and energy (279.8 GJ/ha) from a two-year willow plantation was obtained in the variant with the highest yield of biomass (with a planting density of 18,000 pts/ha and mineral fertilizers). The energy yield in this variant was 18.7% more compared to the variant with 12,000 pts/ha and 6.7% more than in the variant with a plant density of 15,000 pts/ha.

Keywords: energy plantations, willow, height, diameter, the yield of dry biomass, calorific value.