

УДК 630*232+504.73:582.632.2

Ріст і продуктивність енергетичних плантацій тополі в умовах Західного Лісостепу України

Фучило Я. Д.¹, Гайда Ю. І.², Сбитна М. В.³, Фучило Д. Я.⁴

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна, e-mail: fuchylo_yar@ukr.net

²Тернопільський національний економічний університет, вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46020, Україна

³Відокремлений підрозділ НУБіП України «Боярська ЛДС», вул. Лісодослідна, 12, м. Боярка, Київська обл., 08150, Україна

⁴Збройні сили України

Мета. Вивчити особливості росту 9-річних енергетичних плантацій чотирьох клонів тополі на свіжих сірих лісових ґрунтах Західного Лісостепу з огляду на доцільність їх вирощування для отримання енергетичної сировини та встановити оптимальний вік її заготівлі. **Методи.** Дослідні енергетичні плантації були створені однорічними живцями клонів тополі ‘Дружба’ (*P. trichocarpa* × *P. laurifolia*), ‘Канадська × Бальзамічна’ (*P. deltoides* × *P. balsamifera*), ‘Стрілоподібна’ (*P. ×euramericana* × *P. pyramidalis*) і ‘Тронко’ (*P. ×euramericana*). Ґрунт – сірий лісовий свіжий. Розміщення садивних місць – 2,0×0,8 м. **Результати.** Найвищою збереженістю рослин у 7-річному віці відзначалися ‘Тронко’ (88 %) і ‘Дружба’ (86 %), найменшою – ‘Канадська × Бальзамічна’ – 78 %. Найбільшу середню висоту дерев мав культивар ‘Дружба’ (10,3±0,33 м). Решта клонів за висотою практично не відрізнялися. Найбільший середній діаметр дерев (7,4±0,33 см) зафіксовано в клону ‘Канадська × Бальзамічна’, який мав найменшу збереженість. Найвищим запасом відзначалися деревостани ‘Канадська × Бальзамічна’ (113 м³/га) і ‘Дружба’ (122 м³/га). Таким чином, 7-річні насадження продукували від 13,3 до 17,4 м³/га деревини в рік. За наступні 2 роки відбувся значний випад дерев клонів ‘Тронко’ і ‘Канадська × Бальзамічна’, що негативно позначилось на показниках їх запасу. Найвищим запас був у клону ‘Дружба’ – 139 м³/га. Середня зміна запасу та загальної продуктивності всіх клонів виявилися меншими у віці 9 років порівняно з 7-річними, що вказує на те, що в досліджуваних умовах оптимальний вік вирубування деревостанів тополі густотою близько 6 тис. шт./га становить 6–7 років. При цьому, насадження клону ‘Дружба’ мають запас 122 м³/га, ‘Канадська × Бальзамічна’ – 113, ‘Тронко’ – 105, ‘Стрілоподібна’ – 93 м³/га, або від 96,7 до 127,9 МДж енергії на 1 га в рік. **Висновки.** На сірих лісових ґрунтах Західного Лісостепу доцільно створювати енергетичні плантації всіх чотирьох досліджуваних клонів з віком ротації 6–7 років. Найвищими показниками продуктивності відзначався культивар ‘Дружба’, 7-річне насадження якого в середньому за 1 рік накопичувало 17,4 м³/га деревини, що еквівалентно 8,74 т вугілля, 3,08 т дизельного пального чи 2,56 т природного газу.

Ключові слова: *Populus L.*, енергетичні плантації, культивари, здерев'янілі живці; випад, запас стовбурової деревини, вік ротації плантацій, вихід енергії з 1 га.

Вступ

Зростання споживання енергії і виснаження запасів викопного палива зумовлює високу актуальність проблеми виробництва відновлюваних джерел енергії, зокрема рослинної біомаси. Для отримання високих урожаїв фітомаси доцільним є використання швидкорослих деревних рослин з високою порослевою здатністю. Одними з найбільш перспективних таких рослин є тополі (*Populus L.*). Означена група рослин здавна культивується з метою забезпечення економіки деревною сировиною. Зокрема, дефіцит деревини і продуктів з неї, з якою стикнулися європейські країни наприкінці ХХ ст., обумовив необхідність змін політики Європейського Економічного Співтовариства (ЄЕС) у сфері сільського та лісового

господарства. Як наслідок у 1992 р. було схвалено директиву EU/2080/92 [1], якою передбачено виділення субсидій для заліснення сільськогосподарських земель швидко-рослими видами деревних рослин, зокрема й тополями [2].

Як зазначається у звіті 25-ої сесії Міжнародної тополевої комісії ФАО, яка відбулася у вересні 2016 р. у Берліні, інтерес до тополі як швидко-рослої групи деревних рослин є стабільно високим, зважаючи на її дуалістичний потенціал у біоенергетиці та фітомеліорації. Загалом у світі нараховується 31,4 млн га штучно створених насаджень різних видів та культиварів тополь, причому найбільше їх закладено у Канаді (69 %) та Китаї (27 %) [3].

Тополі широко використовуються в озелененні, для отримання різних сортиментів деревини, у захисних насадженнях, енергетичних плантаціях тощо [4–9]. Урожайність кращих енергетичних плантацій тополь на родючих ґрунтах може досягати 20 т/га [10–14]. Важливе значення у забезпеченні високої ефективності плантаційного вирощування тополь має добір клонів, які у певних лісорослинних умовах є не тільки швидко-рослими, але й стійкими до дії несприятливих чинників [15–17].

Зважаючи на лісодефіцитність території та різноманіття ґрунтово-кліматичних умов України, актуальними є дослідження, що стосуються добору видів і форм тополі, які відзначаються високою продуктивністю біомаси, зокрема – енергетичної, в різних регіонах та едафічних умовах.

Мета досліджень – було вивчити особливості росту 9-річних енергетичних плантацій чотирьох клонів тополі на свіжих сірих лісових ґрунтах Західного Лісостепу з огляду на доцільність їх вирощування для отримання енергетичної сировини та встановити оптимальний вік її заготівлі.

Матеріали та методика досліджень

Дослідні насадження було створено у 17 кварталі Тернопільського лісництва ДП «Тернопільське ЛМГ» на свіжому зрубі висаджуванням здерев'янілих однорічних живців наступних клонів: 'Дружба' – гібрид тополі волосистої (P. trichocarpa) та тополі лавролистої (P. laurifolia Ldb.); 'Канадська × Бальзамічна' – гібрид тополі дельтоїдної (P. deltoides Marsch.) та тополі бальзамічної (P. balsamifera L.); 'Стрілоподібна' – гібрид тополі дельтоїдної (P. ×euramericana (Dode) Guinier) та тополі пірамідальної (P. pyramidalis) і 'Тронко' – євро-американський гібрид італійської селекції (P. ×euramericana (Dode) Guinier).

Ґрунт – сірий лісовий середньосуглинковий свіжий. Схема розміщення садивних місць – 2,0×0,8 м, що відповідає густоті 6250 шт. га⁻¹.

Під час проведення досліджень використовували традиційні біометричні методики досліджень. Висоту дерев вимірювали за допомогою висотоміра з точністю до 0,1 м, діаметр – штангенциркулем з точністю 1,0 мм. Отримані дані обробляли за допомогою персонального комп'ютера з використанням пакета Statistika.

Результати досліджень

Проведені біометричні дослідження енергетичних плантацій у віці 7 і 9 років засвідчили, що всі чотири досліджувані культивари накопичили значну кількість біомаси (табл. 1).

Як впливає з наведених даних, найвищою збереженістю рослин після семи вегетаційних періодів відзначалися 'Тронко' (88 %) і 'Дружба' (86 %). Найменшими показники збереженості виявилися в клону 'Канадська × Бальзамічна' – 78 %.

Максимальний показник середньої висоти серед досліджуваних клонів зафіксовано в культивара 'Дружба' (10,3±0,33 м). Решта клонів за висотою практично не відрізнялися (від 9,5±0,46 до 9,8±0,36 м). Найбільшим середнім діаметром (7,4±0,33 см) характеризувалося насадження клону 'Канадська × Бальзамічна', який відзначався найменшою збереженістю, що вказує на можливий позитивний вплив на середній діаметр не лише біологічних особливостей цього культивару, а й більшої площі живлення його рослин. Решта досліджуваних клонів за середнім діаметром відрізнялись не істотно (від 6,5±0,27 до 6,8±0,32 см).

Таблиця 1

Ріст і продуктивність 7 та 9-річних плантаційних насаджень тополі (Тернопільське лісництво кв. 17 вид. 11, свіжий сірий лісовий ґрунт)

Культивар	Кількість дерев, шт.·га ⁻¹	Збереженість, %	Висота (Н), м	Діаметр (D), см	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Середня зміна запасу, м ³ ·га ⁻¹ в рік
Вік 7 років						
Дружба	5375	86	10,3±0,33	6,8±0,32	122	17,4
Канадська × Бальзамічна	4875	78	9,8±0,36	7,4±0,33	113	16,1
Стрілоподібна	5125	82	9,6±0,46	6,5±0,27	93	13,3
Тронко	5500	88	9,5±0,46	6,6±0,27	105	15,0
Вік 9 років						
Дружба	5000	80	11,8±0,21	8,1±0,31	139	15,4
Канадська × Бальзамічна	3250	52	11,2±0,53	9,1±0,46	111	12,3
Стрілоподібна	4875	78	11,3±0,27	7,7±0,30	117	13,0
Тронко	3750	60	11,3±0,34	8,2±0,33	102	11,3
Відпад за 2 останні роки						
Дружба	375	6	4,5	3,8	1	0,1
Канадська × Бальзамічна	1625	26	8,2	5,9	18	2,0
Стрілоподібна	250	4	4,3	2,0	0	0
Тронко	1750	28	8,7	5,1	16	1,8
Загальна продуктивність культиварів за 9 років						
Дружба					140	15,5
Канадська × Бальзамічна					129	14,3
Стрілоподібна					117	13,0
Тронко					118	13,1

Як впливає з наведених даних, найвищою збереженістю рослин після семи вегетаційних періодів відзначалися 'Тронко' (88 %) і 'Дружба' (86 %). Найменшими показники збереженості виявилися в клону 'Канадська × Бальзамічна' – 78 %.

Максимальний показник середньої висоти серед досліджуваних клонів зафіксовано в культивара 'Дружба' (10,3±0,33 м). Решта клонів за висотою практично не відрізнялися (від 9,5±0,46 до 9,8±0,36 м).

Найбільшим середнім діаметром (7,4±0,33 см) характеризувалося насадження клону 'Канадська × Бальзамічна', який відзначався найменшою збереженістю, що вказує на можливий позитивний вплив на середній діаметр не лише біологічних особливостей цього культивару, а й більшої площі живлення його рослин. Решта досліджуваних клонів за середнім діаметром відрізнялись не істотно (від 6,5±0,27 до 6,8±0,32 см).

У семирічному віці найбільшим запасом стовбурової деревини виявився у деревостанів клонів 'Канадська × Бальзамічна' (113 м³·га⁻¹) і 'Дружба' (122 м³·га⁻¹). У насадження тополі 'Тронко' цей показник становив 105 м³·га⁻¹, у 'Стрілоподібна' – 93 м³·га⁻¹. Аналіз показників середньої зміни запасу стовбурової деревини вказує на достатньо високу продуктивність усіх досліджуваних клонів. До семирічного віку їхні насадження в середньому продукували від 13,3 до 17,4 м³·га⁻¹ у рік.

Протягом двох років, що минули після першого дослідження, в насадженнях відбулися суттєві зміни. Зокрема, спостережено значний відпад дерев клонів 'Тронко' (28 % від початкової густоти) і в гібрида 'Канадська × Бальзамічна' (26 %), що негативно позначилося на показниках їх запасу: він виявився у цих клонів відповідно на 3 і 2 м³·га⁻¹ меншим, ніж у

7-річному віці. Найвищими показники запасу 9-річних насаджень виявилася, як і у 7-річному віці, в клону 'Дружба' – $139 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

Показники середньої зміни запасу, включно зі зміною загальної продуктивності (запас + відпад), усіх клонів у віці 9 років виявилися меншими, ніж у віці 7 років, що вказує на те, що у цих насаджень минув вік кількісної стиглості. Таким чином, у Західному Лісостепу в умовах свіжого ґрунту оптимальний вік рубання густих деревостанів тополі (близько 6 тис. рослин на 1 га) становить 6–7 років. При цьому, насадження клону 'Дружба' досягає запасу стовбурової деревини $122 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, 'Канадська × Бальзамічна' – $113 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, 'Тронко' і 'Стрілоподібна' – 105 і $93 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ відповідно.

Крім стовбурів до складу тополевої енергетичної біомаси належать також гілки. Їх об'єм, за таких середніх висот і діаметрів, яких досягли досліджувані насадження у 7-річному віці, становить 3,7 % [18]. Враховуючи, що 1 м^3 тополевої деревини містить близько 400 кг абсолютно сухої деревини [11] і те, що її енергетична цінність становить 17,62 МДж/т [19], було розраховано вихід енергії з біомаси досліджуваних насаджень (табл. 2).

Таблиця 2

Вихід енергії з біомаси досліджуваних клонів тополі

Культивар	Запас стовбурової деревини, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	Об'єм гілок, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	Разом енергетичної маси, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	Маса сухої речовини, т/га	Вихід енергії, МДж/га	Середній вихід енергії, МДж/га ¹ у рік
Дружба	122	5	127	50,8	895,1	127,9
Канадська × Бальзамічна	113	4	117	46,8	824,6	117,8
Стрілоподібна	93	3	96	38,4	676,6	96,7
Тронко	105	4	109	43,6	768,2	109,7

Таким чином, у середньому за рік досліджувані насадження тополі продукують від 96,7 до 127,9 МДж на 1 га. Така кількість енергії еквівалентна від 6,61 до 8,74 т вугілля, від 2,33 до 3,08 т дизельного пального чи від 1,93 до 2,56 т природного газу.

Висновки

На сірих лісових ґрунтах Західного Лісостепу доцільно створювати енергетичні плантації усіх чотирьох досліджуваних клонів з віком ротації 6–7 років.

Найвищими показниками продуктивності відзначається культивар 'Дружба' – гібрид тополі волосистоїплодої (*P. trichocarpa*) та тополі лавролистої (*P. laurifolia*), 7-річне насадження якого в середньому за 1 рік накопичувало $17,4 \text{ м}^3/\text{га}$ деревини у рік, що еквівалентно 8,74 т вугілля, 3,08 т дизельного палива і 2,56 т природного газу.

Використана література

1. Report from the commission to the council and the european parliament on the application of Regulation (EEC) No 2080/92 instituting a Community aid scheme for forestry measures in agriculture. Brussels, 28.11.1997 COM(97) 630 final. URL: [http://aei.pitt.edu/47273/1/COM_\(97\)_630_final.pdf](http://aei.pitt.edu/47273/1/COM_(97)_630_final.pdf)

2. Arabatzis G., Christopoulou O., Soutsas K. The EEC Regulation 2080/92 about forest measures in agriculture: the case of poplar plantations in Greece. *Int. J. Ecodynamics*. 2006. Vol. 1, Iss. 3. P. 245–257.

3. Poplars and Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources for Future Green Economies. Synthesis of Country Progress Reports. 25th Session of the International Poplar Commission, Berlin, Federal Republic of Germany, 13–16 September 2016. Working Paper IPC/15. Forestry Policy and Resources Division, FAO, Rome. FAO, 2016. URL: <http://www.fao.org/forestry/45094-08e1e5bf441bc41bb139e66da0915f2c.pdf>

4. Редько Г. И. Биология и культура тополей. Ленинград, 1975. 175 с.

5. Фучило Я. Д. Плантаційне лісовирощування: теорія, практика, перспективи. Київ : Логос, 2011. 464 с.
6. Фучило Я. Д., Літвін В. М., Сбитна М. В. Плантаційне вирощування тополі в умовах Київського Полісся. Київ : Логос, 2012. 214 с.
7. Bratovich R., Marlats R. M., Mikelaïtes H. Relación juvenil-adulto de crecimientos en alturas, diámetros y volúmenes de clones provenientes de cruzamientos controlados Ínter e intraespecíficos de *Populus* sp. *Revista Fac. Agron. Univ. Nac. La Plata*. 1996. Vol. 101, Iss. 1. P. 7–13.
8. Ilsted B. Breeding strategy for poplar in Sweden. *Norw. J. Agr. Sci.* 1994. Vol. 18. P. 39–45.
9. Verlinden M. S., Broeckx L. S., Van den Bulcke J. et al. Comparative study of biomass determinants of 12 poplar (*Populus*) genotypes in a high-density short-rotation culture. *For. Ecol. Manage.* 2013. Vol. 307. P. 101–111. doi: 10.1016/j.foreco.2013.06.062
10. Cizkova L., Cizek V., Bajajova H. Growth of hybrid poplars in silviculture at the age of 6 years. *J. For. Sci.* 2010. Vol. 56. P. 451–460.
11. Jamnická G., Petrášová V., Petráš R. et al. Energy production of poplar clones and their energy use efficiency. *Biogeosci. For.* 2014. Vol. 7. P. 150–155. doi: 10.3832/ifor0978-007
12. Karacic A., Weih M. Variation in growth and resource utilisation among eight poplar clones grown under different irrigation and fertilisation regimes in Sweden. *Biomass and Bioenergy*. 2006. Vol. 30, Iss. 2. P. 115–124. doi: 10.1016/j.biombioe.2005.11.007
13. Klasnja B., Orlovic S., Galic Z. Energy potential of poplar plantation in two spacing and two rotation. *Sumarski list*. 2012. Vol. 3–4. CXXXVI. P. 161–167.
14. Verlinden M. S., Broeckx L. S., Ceulemans R. First vs. second rotation of a poplar short rotation coppice: Above-ground biomass productivity and shoot dynamics. *Biomass and Bioenergy*. 2015. Vol. 73. P. 174–185. doi: 10.1016/j.biombioe.2014.12.012
15. Čfzek V., Mařák I., Mottl J. Vysledky ověřovani sortimentu topolu ve Slezske nřini. *Zpr. Les. Vyzk.* 1993. Vol. 38, No. 4. S. 6–9.
16. Kutsokon N. K., Jose S., Holzmüller E. A global analysis of temperature effect on *Populus* plantation production potential. *Amer. J. Plant Sci.* 2014. Vol. 6, No. 1. P. 23–33. doi: 10.4236/ajps.2015.61004
17. Kohán Š. Hodnotenie rozličnych klonov topolov v oblasti Latorice na. Východo-sloveskej nisine. *Zpr. Les. vyzk.* 1993. Vol. 38, No. 4. S. 9–12.
18. Сортиментные таблицы для таксации леса на корню / под ред. К. Е. Никитина. Киев : Урожай, 1984. 632 с.
19. Icka P., Damo R., Icka E. Paulownia Tomentosa, a Fast Growing Timber. *Annals "Valahia" University of Targoviste – Agriculture*, 2016. Vol. 10, Iss. 1. P. 14–19. doi: 10.1515/agr-2016-0003

References

1. *Report from the commission to the council and the european parliament on the application of Regulation (EEC) No 2080/92 instituting a Community aid scheme for forestry measures in agriculture.* Brussels, 28.11.1997 COM(97) 630 final. URL: [http://aei.pitt.edu/47273/1/COM_\(97\)_630_final.pdf](http://aei.pitt.edu/47273/1/COM_(97)_630_final.pdf)
2. Arabatzis, G., Christopoulou, O., & Soutsas, K. (2006). The EEC Regulation 2080/92 about forest measures in agriculture: the case of poplar plantations in Greece. *Int. J. Ecodynamics*, 1(3), 245–257.
3. FAO (2016). Poplars and Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources for Future Green Economies. *Synthesis of Country Progress Reports. 25th Session of the International Poplar Commission, Berlin, Federal Republic of Germany, 13–16 Sept. 2016.* Working Paper IPC/15. Forestry Policy and Resources Division, FAO, Rome. Retrieved from <http://www.fao.org/forestry/45094-08e1e5bf441bc41bb139e66da0915f2c.pdf>
4. Redko, G. I. (1975). *Biologiia i kultura topolei* [Biology and culture of poplars]. Leningrad: Izd-vo Leningr. un-ta. [in Russian]
5. Fuchylo, Ya. D. (2011). *Plantatsiine lisovyroshchuvannia: teoriia, praktyka, perspektyvy* [Forest plantations: theory, practice, and perspectives]. Kyiv: Lohos. [in Ukrainian]

6. Fuchylo, Ya. D., Litvin, V. M., & Sbytna, M. V. (2012). *Plantatciyne vyroshchuvannia topoli v umovakh Kyivskoho Polissia* [Plantation poplar cultivation under the conditions of Kyiv Polissia]. Kyiv: Lohos. [in Ukrainian]
7. Bratovich, R., Marlats, R. M., & Mikelaites, H. (1996). Relación juvenil-adulto de crecimientos en alturas, diámetros y volúmenes de clones provenientes de cruzamientos controlados Inter e intraespecíficos de *Populus* sp. *Revista Fac. Agron. Univ. Nac. La Plata*, 101(1), 7–13.
8. Ilsted, B. (1994). Breeding strategy for poplar in Sweden. *Norw. J. Agr. Sci.*, 18, 39–45.
9. Verlinden, M. S., Broeckx, L. S., Van den Bulcke, J., Van Ackerb, J., & Ceulemans, R. (2013). Comparative study of biomass determinants of 12 poplar (*Populus*) genotypes in a high-density short-rotation culture. *For. Ecol. Manage.*, 307, 101–111. doi: 10.1016/j.foreco.2013.06.062
10. Cizkova, L., Cizek, V., & Bajajova, H. (2010). Growth of hybrid poplars in silviculture at the age of 6 years. *J. For. Sci.*, 56, 451–460.
11. Jamnická, G., Petrášová, V., Petráš, R., Mecko, J., & Oszlányi, J. (2014). Energy production of poplar clones and their energy use efficiency. *Biogeosci. For.*, 7, 150–155. doi: 10.3832/ifor0978-007
12. Karacic, A., & Weih, M. (2006). Variation in growth and resource utilisation among eight poplar clones grown under different irrigation and fertilisation regimes in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, 30(2), 115–124. doi: 10.1016/j.biombioe.2005.11.007
13. Klasnja, B., Orlovic, S., & Galic, Z. (2012). Energy potential of poplar plantation in two spacing and two rotation. *Sumarski list*, 3–4(CXXXVI), 161–167.
14. Verlinden, M. S., Broeckx, L. S., & Ceulemans, R. (2015). First vs. second rotation of a poplar short rotation coppice: Above-ground biomass productivity and shoot dynamics. *Biomass and Bioenergy*, 73, 174–185. doi: 10.1016/j.biombioe.2014.12.012
15. Čížek, V., Mařák, I., & Mottl, J. (1993). Vysledky ověřování sortimentu topolu ve Slezské nížině. *Zpr. Les. Vyzk.*, 38(4), 6–9.
16. Kutsokon, N. K., Jose, S., & Holzmueller, E. (2014). A global analysis of temperature effect on *Populus* plantation production potential. *Amer. J. Plant Sci.*, 6(1), 23–33. doi: 10.4236/ajps.2015.61004
17. Kohán, Š. (1993). Hodnotenie rozličných klonov topolov v oblasti Latorice na Východosloveskej nisine. *Zpr. Les. vyzk.*, 38(4), 9–12.
18. Nikitin, K. E. (Ed.). (1984). *Sortimentnye tablitsy dlya taksatsii lesa na korniū* [Assortment tables for forest examination]. Kiev: Urozay. [in Russian]
19. Icka, P., Damo, R., & Icka, E. (2016). Paulownia Tomentosa, a Fast Growing Timber. *Annals "Valahia" University of Targoviste – Agriculture*, 10(1), 14–19. doi: 10.1515/agr-2016-0003

УДК 630*232+504.73:582.632.2

Фучило Я. Д.¹, Гайда Ю. И.², Сбитная М. В.³, Фучило Д. Я.⁴ Рост и продуктивность энергетических плантаций тополя в условиях Западной Лесостепи Украины // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : сб. науч. тр. Киев, 2017. Вып. 25. С. 86–93.

¹Інститут біоенергетических культур и сахарной свеклы НААН України, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, e-mail: fuchylo_yar@ukr.net

²Тернопольский национальный экономический университет, ул. Львовская, 11, г. Тернополь, 46020, Украина

³Обособленное подразделение НУБиП Украины «Боярская лесоопытная станция», ул. Лесоопытная, 12, г. Боярка, Киевская обл., 08150, Украина

⁴Вооруженные силы Украины

Цель. Изучить особенности роста 9-летних энергетических плантаций четырех клонов тополя на свежих серых лесных почвах Западной Лесостепи Украины, учитывая целесообразность их выращивания для получения энергетического сырья и установить оптимальный возраст его заготовки. **Методы.** Опытные энергетические плантации тополя были созданы однолетними черенками клонов ‘Дружба’ (*P. trichocarpa* × *P. laurifolia*),

‘Канадский × Бальзамический’ (*P. deltoides* × *P. balsamifera*), ‘Стреловидный’ (*P. ×euramericana* × *P. pyramidalis*) и ‘Тронко’ (*P. ×euramericana*). Почва – серая лесная свежая. Размещение посадочных мест – 2,0×0,8 м. **Результаты.** Наивысшей сохранностью растений в 7-летнем возрасте отмечались клоны ‘Тронко’ (88 %) и ‘Дружба’ (86 %), наименьшей – ‘Канадская × Бальзамическая’ – 78 %. Наибольшую среднюю высоту деревьев имел культивар ‘Дружба’ (10,3±0,33 м). Остальные клоны по высоте практически не отличались. Наибольший средний диаметр деревьев (7,4±0,33 см) зафиксирован у клона ‘Канадский × Бальзамический’, который имел наименьшую сохранность. Наивысшим запасом отмечался древостой клонов ‘Канадский × Бальзамический’ (113 м³/га) и ‘Дружба’ (122 м³/га). Таким образом, 7-летние насаждения продуцировали от 13,3 до 17,4 м³/га древесины в год. За последующие 2 года произошел значительный отпад деревьев клонов ‘Тронко’ и ‘Канадский × Бальзамический’, что негативно отразилось на показателях их запаса. Самым большим запас был у клона ‘Дружба’ – 139 м³/га. Среднее изменение запаса и общей продуктивности всех клонов оказалось меньшим в возрасте 9 лет по сравнению с 7-летними, что указывает на то, что в исследуемых условиях оптимальный возраст рубки древостоев тополя с начальной густотой около 6 тыс. шт. на 1 га составляет 6–7 лет. При этом, насаждения клона ‘Дружба’ имеют запас 122, ‘Канадский × Бальзамический’ – 113, ‘Тронко’ – 105, ‘Стреловидный’ – 93 м³/га, или от 96,7 до 127,9 МДж энергии на 1 га в год. **Выводы.** На серых лесных почвах Западной Лесостепи целесообразно создавать энергетические плантации всех четырех исследуемых клонов с возрастом ротации 6–7 лет. Высокими показателями продуктивности отмечался культивар ‘Дружба’, 7-летнее насаждение которого в среднем за 1 год накапливало 17,4 м³/га древесины, что эквивалентно 8,74 т угля, 3,08 т дизельного топлива или 2,56 т природного газа.

Ключевые слова: *Populus L.*, энергетические плантации, культивары, одревесневшие черенки, отпад, запас ствольной древесины, срок ротации плантаций, выход энергии с 1 га.

UDC 630*232+504.73:582.632.2

Fuchylo, Ya. D.¹, Haida, Yu. I.², Sbytina, M. V.³, & Fuchylo, D. Ya.⁴ Growth and productivity of energy poplar plantations under the conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kul't. cukrov. buràkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 25, 86–93. [in Ukrainian]

¹*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, e-mail: Fuchylo_yar@ukr.net*

²*Ternopil National Economic University, 11 Lvivska St., Ternopil, 46020, Ukraine*

³*Subdivision of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Boiarka Forestry Research Station”, 12 Lisodoslidna St., Boiarka, Kyiv region, 08150, Ukraine*

⁴*Armed forces of Ukraine*

Purpose. To investigate growth patterns of 9-year-old energy plantations of four poplar clones established on fresh gray forest soils of the Western Forest-Steppe in terms of feasibility of producing raw energy feedstock and to find out the optimal harvesting timing. **Methods.** The plantations were established by planting woody cuttings of the following clones: ‘Druzhba’ (*P. trichocarpa* × *P. laurifolia*), ‘*P. canadensis* × *P. balsamifera*’, ‘Strilopodibna’ (*P. ×euramericana* × *P. pyramidalis*) and ‘Tronko’ (*P. ×euramericana*). The planting design was 2.0 × 0.8 m. **Results.** The highest survival of 7-year-old plants marked ‘Tronko’ (88 %) and ‘Druzhba’ (86 %) clones and the smallest ‘*P. canadensis* × *P. balsamifera*’ (78 %). The ‘Druzhba’ cultivar had the highest average height (10.3±0.33 m). The rest of the clones practically did not differ in terms of their height, which varied from 9.5±0.46 m to 9.8±0.36 m. The largest value of average tree diameter (7.4±0.35 cm) was found in the ‘*P. canadensis* × *P. balsamifera*’ clone, which at the same time showed the smallest survival. The rest of the studied clones in terms of average diameter differed insignificantly (from 6.5±0.27 cm to 6.8±0.32 cm). At the age of 7-year-old, the highest feedstock yield marked the stands of ‘*P. canadensis* × *P. balsamifera*’ (113 м³/ha) and

'Druzhba' (122 m³/ha) clones. In plantations of 'Tronko', yield amounted to 105 m³/ha and in the 'Strilopodibna' to 93 m³/ha. Thus, their 7-year-old plantations produced the feedstock yield from 13.3 to 17.4 m³/ha per year. For the next 2 years, there was a significant mortality of the trees of the clones 'Tronko' and '*P. canadensis* × *P. balsamifera*', which negatively affected their stock records. The largest stock showed 'Druzhba' clone (139 m³/ha). The average change in the stock and the overall productivity of all clones turned out to be less in 9-year-old plantations as compared with 7-year-old ones. This indicates that under the conditions of the experiment, the optimal age of cutting poplar stands with an initial planting density of about 6 000 trees per 1 hectare is 6 to 7 years. The highest productivity was shown by 'Druzhba' plantation with the value of 122 m³/ha, followed by '*P. canadensis* × *P. balsamifera*' (113 m³/ha), 'Tronko' (105 m³/ha), 'Strilopodibna' (93 m³/ha), that in terms of energy yield varied from 96.7 to 127.9 MJ per 1 ha in a year.

Conclusions. On gray forest soils of the Western Forest-Steppe of Ukraine, it is advisable to establish energy plantations of all four clones under investigation with the rotation age from 6 to 7 years. 'Druzhba' cultivar marked high productivity indicators, with the 7-year-old plantation accumulated, on the average, 17.4 m³/ha of wood per year, which is equivalent to 8.74 tons of coal, 3.08 tons of diesel fuel and 2.56 tons of natural gas.

Keywords: *Populus L.*, energy plantations, cultivars, woody cuttings, mortality, stock of trunk wood, age of plantation rotation, energy yield from 1 hectare.

Надійшла / Received 02.10.2017

Погоджено до друку / Accepted 26.10.2017

УДК 633.17:631.527.5:631

Біометричні показники рослин сорго зернового залежно від строків сівби

Близнюк А. Ю.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail: andriyblyzniuk@gmail.com

Мета. Виявити особливості проходження фенологічних фаз росту й розвитку та формування біометричних показників гібридів сорго зернового за різних строків сівби в умовах Центрального Лісостепу України. **Методи.** Об'єктом дослідження були різні генотипи сорго зернового (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.): гібриди 'Прайм', 'Лан 59' та сорт 'Дніпровський 39'. Сіяли сорго у три строки: перший – температура ґрунту на глибині загортання насіння +10–12 °С; другий – +13–15 °С; третій – +16–18 °С. Норма висіву насіння – 8 кг/га, міжряддя – 45 см. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин сорго проводили за Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур (2001). **Результати.** Строки сівби значною мірою впливали на проходження рослинами фенологічних фаз в онтогенезі. На початку вегетації тривалість міжфазного періоду сівба – сходи зумовлювалась температурним режимом і кількістю ґрунтової вологи на глибині загортання насіння і скорочувалась за другого та третього строку сівби. Збільшення цього періоду в гібридів 'Лан 59' і 'Прайм' та сорту 'Дніпровський 39' спостережено за сівби у перший строк. Тривалість вегетаційного періоду сходи – воскова стиглість у гібридів 'Лан 59' і 'Прайм' за першого строку сівби становила 120–122 доби, за другого – 111–129, за третього – 116–121 добу; у сорту 'Дніпровський 39' – 126, 104 і 120 діб відповідно. Спостереження за ростом сорго зернового у період сходи – третій листок свідчили про повільне формування надземної маси, особливо за першого та третього строків сівби. Висота рослин за цих строків сівби у гібрида 'Лан 59' була меншою на 0,5–3,2 см, у сорту 'Дніпровський 39' – на 1,1–2,3 см, у гібрида 'Прайм' – на 2,2–3,2 см порівняно з рослинами за другого строку сівби. Більш інтенсивний ріст у рослин спостерігається в період кушіння –