



УДК 630*2:630*18

Вирощування однорічних живцевих саджанців тополі в умовах Правобережного Лісостепу

Я. Д. Фучило¹, О. О. Бордусь²

Представлено результати трирічних досліджень укорінення живців і висоти живцевих однорічних саджанців тополі культиварів 'Dorskamp', 'I-45/51', 'Robusta' і тополі Торопогрицького на чорноземах Правобережного Лісостепу України. Однорічні здерев'янілі живці завдовжки 20, 25 і 30 см висаджували восени (листопад) і рано навесні (початок квітня). За осіннього садіння укоріненість живців тополі різних сортів у 2019 р. становила: у 'Dorskamp' – від 77,4 до 96,7%, у 'I-45/51' – від 71,0 до 93,4%, у 'Robusta' – від 87,7 до 96,7% та у тополі Торопогрицького – від 61,7 до 88,3%. Подібні результати було також отримано і в 2020 році. У 2021 р. найвищу укоріненість у сортів 'Dorskamp' і Торопогрицького мали живці завдовжки 30 см – 63,3 і 81,7% відповідно. У сортів 'I-45/51' та 'Robusta' найкраще вкоренилися живці завдовжки 20 см – 65,0 і 73,3% відповідно. За весняного садіння укоріненість різних сортів у 2019 р. становила: у 'Dorskamp' – від 77,4 до 90,3%, у 'I-45/51' – від 64,5 до 93,5%, у 'Robusta' – від 67,7 до 83,9% і в тополі Торопогрицького – від 58,1 до 83,9%. У 2020 р., внаслідок сухої і холодної погоди на початку вегетації, укоріненість живців досліджуваних сортів була низькою (у 'Dorskamp' – від 41,7 до 85,3%, у 'Robusta' – від 12,5 до 20,0%, у 'I-45/51' – від 20,0 до 28,3% і у Торопогрицького – від 35,0 до 48,3%). За осіннього садіння найбільшу висоту мали живцеві саджанці тополі Торопогрицького (у 2019 р. – 196,9±6,18 см, у 2020 р. – 183,9±2,82 см, а у 2021 р. – 217,6±3,70 см). За весняного садіння живців сорту 'Dorskamp' отримано такі результати: у 2019 р. – 204,6 см, у 2020 р. – 176,4 см, а у 2021-му – 228,6 см. Рослини сортів 'I-45/51' і 'Robusta' за весняного садіння мали середню висоту відповідно 122,4-128,3 см і 131,9-149,1 см.

Ключові слова: *Populus L.*; 'Dorskamp'; 'I-45/51'; 'Robusta'; тополя Торопогрицького; здерев'янілі живці; укоріненість; висота живцевих саджанців.

Вступ (Introduction). Однією з основних проблем сучасності є швидкі темпи збільшення обсягів використання енергетичних ресурсів на тлі виснаження покладів викопних енергоносіїв і різних екологічних негараздів, що вимагає пошуку нових, альтернативних і легковідновних шляхів отримання енергії. Перспективним з цього погляду може бути використання, як джерела енергії, біомаси швидкорослих деревних рослин (Keoleian, & Volk, 2005; Aylott et al., 2008; Фучило та ін., 2009; Broeckx, Verlinden, & Ceulemans, 2012; Фучило,

Літвін, Сбитна, 2012; Dieter, 2016). Щорічно використання, як джерела енергії, деревної маси інтенсивно зростає і передбачається, що до 2030 р. зросте на 500 млн м³ (Dieter, 2016).

Серед деревних рослин помірного клімату найвищою продуктивністю біомаси відзначається тополя, тому її штучне вирощування в Європі відоме ще з початку 1600-х років (Stoffel, 2008). У кращих її насадженнях можна отримати у рік до 20-25 т/га сухої біомаси (Фучило та ін., 2009; Aylott et al., 2008; Keoleian, & Volk, 2005; Mann, 2012; Spinelli,

¹ Фучило Ярослав Дмитрович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри лісівництва та захисту лісу Малинського фахового коледжу, с. Гамарня Коростенського району Житомирської обл., 11645, Україна. Тел.: +38-067-605-91-41. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2669-5176>

² Бордусь Олексій Олексійович – аспірант Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна. Тел.: +38-093-136-03-43. E-mail: bordusoleksii@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2992-6651>

Natti, & Magagnotti, 2008) і на сьогодні вона визнає на культурою, значний потенціал якої застосовують не лише в озелененні, фітомеліорації та лісовому господарстві, а й для отримання сировини з метою виробництва різних видів енергії (Mann, 2012; Фучило та ін., 2012; Дебринюк, Фучило, 2020). Особливою ефективністю відзначаються міжвидові гібриди чорних і бальзамічних тополь, в яких проявився гетерозисний ефект за інтенсивністю нагромадження біомаси та виробилось пристосування до тих чи інших лісорослинних умов (Stoffel, 2008; Фучило та ін., 2009).

Одним із основних варіантів отримання енергетичної біомаси деревних рослин є їх вирощування на спеціальних енергетичних плантаціях, де на сьогодні, частіше за інші деревні рослини, використовують вербу. Тополя росте у подібних з вербою едафічних умовах і її плантації вирощують з використанням подібної агротехніки (Spinelli, 2007; Volk et al., 2018). Проте, незважаючи на філогенетичну близькість цих родів рослин, існують певні відмінності у технологічних схемах вирощування їх енергетичних плантацій. Ситуація зумовлена тим, що верби досягають максимуму середньорічного приросту деревини у віці 3-5 років, а тополі – у 4-10 років (Keoleian, & Volk, 2005; Volk et al., 2018).

В Італії, де культивування тополі має давні традиції, прийнято вирощувати енергетичну біомасу деревної рослини в режимах: дуже короткої ротації (щорічна заготівля); з короткою ротацією (заготівля біомаси кожні 2-3 роки) та середньо-ротаційні плантації з періодичністю заготівлі біомаси 5-6 років (Spinelli, 2007). При цьому італійські дослідники зазначають, що в країні простежується тенденція до переходу з короткоротаційних схем до середньоротаційних, важливою перевагою яких є можливість їх створення на ділянках з помірним нахилом, де складно застосовувати традиційні сільськогосподарські машини і механізми, але є можливість використання лісозаготівельної техніки (Spinelli, 2007), підвищити концентрацію біомаси під час її заготівлі, що дає змогу зменшити собівартість отриманої біомаси (Spinelli, Natti, & Magagnotti, 2008, 2009).

Під час створення середньо-ротаційних плантацій, для пришвидшення їх росту і скорочення термінів вирощування енергетичної біомаси доцільно використовувати великомірний садивний матеріал, зокрема – живцеві саджанці (Spinelli et al., 2008).

Мета досліджень полягала у вивченні особливостей вирощування однорічних живцевих саджанців тополі в умовах чотирьох культиварів із секції чорних тополь в умовах Правобережного Лісостепу.

Об'єкти та методика досліджень (Objects and methods). Дослідження особливостей вирощування однорічних живцевих саджанців тополі проводили впродовж 2018-2021 рр. у ДП ДГ «Саливківське» (с. Ксаверівка Друга Білоцерківського р-ну Київської обл.). Були використані здерев'янілі живці чотирьох культиварів: 'Dorskamp', 'I-45/51', 'Robusta' і тополя Торопогрицького. Живці нарі-

зали секаторами з однорічних пагонів безпосередньо перед садінням. Зрізи виконували перпендикулярно до осі пагонів за трьома варіантами довжини: 20, 25 і 30 см. Висаджування живців здійснювали наприкінці листопада 2018-2020 рр. та у другій декаді квітня 2019-2021 рр. за схемою 125 × 50 см. Грунт дослідної ділянки – вилугуваний чорнозем. Здійснювали суцільний обробіток ґрунту на глибину 25 см.

Упродовж кожного вегетаційного періоду в насадженнях проводили по чотири ручних догляди за ґрунтом шляхом його розпушування та видалення бур'янів. Восени, після припинення росту живцевих саджанців, встановлювали частку укоріненості живців та середню висоту живцевих саджанців за загальноприйнятими у рослинництві та лісівництві методиками (Фучило та ін., 2012, 2018).

Результати (Results). Після завершення вегетаційного періоду 2019 р., живці усіх досліджуваних сортів за обох термінів їх садіння виявили високі показники укорінення (табл. 1).

Таблиця 1. Укоріненість живців тополі різної довжини за осіннього садіння, %

Table 1. Rooting of poplar cuttings of different lengths during autumn planting, %

Сорт	Довжина живців, см		
	20	25	30
2019 р.			
'Dorskamp'	77,4±5,35	90,3±5,40	96,7±2,30
'I-45/51'	71,0±8,29	87,1±6,12	93,4±3,20
'Robusta'	87,1±6,12	90,3±5,40	96,7±2,30
Торопогрицького	61,7±6,33	83,9±6,72	88,3±4,18
2020 р.			
'Dorskamp'	43,3±6,45	83,3±4,85	76,7±5,51
'I-45/51'	53,3±6,49	71,7±5,87	71,7±5,87
'Robusta'	35,0±6,21	68,3±6,06	73,3±5,76
Торопогрицького	55,0±6,48	88,3±4,18	88,3±4,18
2021 р.			
'Dorskamp'	46,7±6,50	36,7±6,27	63,3±6,27
'I-45/51'	65,0±6,21	40,0±6,38	45,0±6,42
'Robusta'	73,3±5,76	28,3±5,87	26,7±5,76
Торопогрицького	41,7±6,42	61,7±6,33	81,7±5,04
В середньому за три роки			
'Dorskamp'	55,8	70,1	78,9
'I-45/51'	63,1	66,3	70,0
'Robusta'	65,1	62,3	65,6
Торопогрицького	52,8	78,0	86,1

Отже, за результатами досліджень, укоріненість живців сезону вегетації 2019 р. за осіннього садіння зростала із збільшенням довжини живців і мала найвищі показники у сортів ‘Dorskamp’ і ‘Robusta’ – 96,7±2,30%. Дещо меншою частка укорінення виявилась у живців сорту ‘I-45/51’ – 93,4±3,20%. У тополі Торопогрицького цей показник становив 88,3±4,18%.

У 2020 р. показники укорінення виявились загально меншими, ніж попереднього року, особливо за використання найкоротших живців – від 35,0±6,21% у сорту ‘Robusta’ до 55,0±6,48% у тополі Торопогрицького. Останній сорт виявив максимальні показники укорінення (88,3±4,18%) порівняно з іншими сортами і варіантами довжини живців. Особливістю вегетаційного періоду 2020 р. є відсутність значної переваги за укоріненістю живців завдовжки 30 см перед живцями завдовжки 25 см.

Веgetаційний період 2021 р. на загал був ще менше сприятливим для укорінення висаджених восени 2020 р. живців тополі, порівняно з попереднім. Найвища частка живців, що прижилися, виявлена у тополі Торопогрицького (81,7±5,04%) і мала довжину 30 см. У сортів ‘I-45/51’ та ‘Robusta’ найкраще укоренилися найкоротші живці – 65,0±6,21 та 73,3±5,76% відповідно. Загалом за три роки з’ясувалось, що за осіннього садіння живці сорту ‘Robusta’ приблизно однаково укорінюються за всіх трьох використаних варіантів довжини. Укоріненість живці решти сортів зростає зі збільшенням їхньої довжини.

За весняного садіння залежність приживлюваності живців від їхніх розмірів практично не проявилася (табл. 2).

У 2019 р. приживлюваність живців сорту ‘Dorskamp’ становила від 77,4 до 90,3%, у ‘I-45/51’ – від 64,5 до 93,5%, у ‘Robusta’ – від 67,7 до 83,9% і в тополі Торопогрицького – від 58,1 до 83,9%. При цьому, у сортів ‘I-45/51’ та ‘Robusta’ вищі показники укоріненості мали живці завдовжки 25 см.

Несприятливі погодні умови 2020 р. (холодна і суха весна) негативно вплинули на приживлюваність живців весняного садіння. У сорту ‘Dorskamp’ вона становила від 41,7 до 85,3%, у ‘I-45/51’ – від 20,0 до 28,3%, у ‘Robusta’ – від 12,5 до 20,0%, і в тополі Торопогрицького – від 35,0 до 48,3%. При цьому пряма залежність приживлюваності живців від їхніх розмірів простежена лише у тополі Торопогрицького. У сортів ‘I-45/51’ та ‘Robusta’ найкраще прижилися живці завдовжки 25 см, а в сорту ‘Dorskamp’ – найкоротші (20 см) живці, укоріненість яких становила 85,0±4,65%.

У 2021 р. (за винятком тополі Торопогрицького) найвищі показники укоріненості живців весняного садіння мали живці найменших розмірів: у сорту ‘Dorskamp’ – 86,7%, у ‘I-45/51’ – 70,0%, у сорту ‘Robusta’ – 85,0%. Живці цих трьох сортів (завдовжки 20 см) також мали перевагу за часткою укорінення і в середньому за три роки. Щодо тополі Торопогрицького, то у неї, впродовж періоду досліджень та обох термінів садіння, найвища укоріненість зафіксована у живців завдовжки 30 см.

Таблиця 2. Укоріненість живців тополі різної довжини за весняного садіння, %

Table 2. Rooting of poplar cuttings of different lengths during spring planting, %

Сорт	Довжина живців, см		
	20	25	30
2019 р.			
‘Dorskamp’	83,9±6,71	77,4±7,63	90,3±5,40
‘I-45/51’	77,4±7,63	93,5±4,48	64,5±8,74
‘Robusta’	80,6±7,21	83,9±6,72	67,7±8,53
Торопогрицького	74,2±7,99	58,1±9,01	83,9±6,72
2020 р.			
‘Dorskamp’	85,0±4,65	65,0±6,21	41,7±6,42
‘I-45/51’	23,3±5,51	28,3±5,87	20,0±5,21
‘Robusta’	20,0±5,21	21,7±5,36	12,5±4,46
Торопогрицького	35,0±6,21	38,3±6,33	48,3±6,51
2021 р.			
‘Dorskamp’	86,7±4,43	65,0±6,21	70,0±5,97
‘I-45/51’	70,0±5,97	36,7±6,27	36,7±6,27
‘Robusta’	85,0±4,65	53,3±6,49	75,0±5,64
Торопогрицького	33,3±6,14	23,3±5,51	50,0±6,51
В середньому за три роки			
‘Dorskamp’	85,2	69,1	67,3
‘I-45/51’	56,9	52,8	40,4
‘Robusta’	61,9	53,0	51,7
Торопогрицького	47,5	39,9	60,7

Аналіз показників середньої висоти однорічних живцевих саджанців, що виростили з укорінених живців показав, що між укоріненістю і висотою живців (у більшості випадків) простежується пряма залежність – за вищих показників укорінення живців спостережено більшу середню висоту рослин.

За осіннього садіння живців найбільші показники висоти живцевих саджанців виявлено у тополі Торопогрицького (табл. 3). У 2019 р. середня висота саджанців цього сорту збільшувалася паралельно зі збільшенням довжини живців – від 179,7±2,71 до 196,9±6,18 см. У 2020 р. вона була найбільшою за використання живців завдовжки 20 см (183,9±2,82 см), а в 2022 р. – поступово зростала від 171,6±7,50 до 217,6±3,70 см. В середньому за трирічний період висота живцевих саджанців тополі Торопогрицького також суттєво перевищувала показники решти досліджуваних сортів і становила за використання живців завдовжки 20 см 178,4 см, 25 см – 188,7 см і 30 см – 197,0 см.

Таблиця 3. Середня висота однорічних саджанців тополі за різної довжини живців, см (осіннє садіння)

Table 3. The average height of one-year-old poplar saplings with different lengths of cuttings, cm (autumn planting)

Сорт	Довжина живців, см		
	20	25	30
2019 р.			
‘Dorskamp’	156,3±6,79	183,5±7,77	196,5±6,71
‘I-45/51’	165,5±5,75	149,0±6,55	140,2±7,14
‘Robusta’	176,4±4,62	178,4±5,22	180,8±7,80
Торопогрицького	179,7±2,71	188,9±7,87	196,9±6,18
2020 р.			
‘Dorskamp’	157,0±10,26	161,6±5,69	154,1±4,37
‘I-45/51’	142,8±5,07	146,0±4,73	145,8±4,37
‘Robusta’	117,6±8,22	143,9±5,06	150,9±3,57
Торопогрицького	183,9±2,82	177,6±7,80	176,4±6,05
2021 р.			
‘Dorskamp’	161,4±9,15	164,0±11,13	160,4±7,28
‘I-45/51’	153,1±6,05	140,5±6,15	154,3±8,54
‘Robusta’	191,4±5,97	122,1±9,40	137,1±7,51
Торопогрицького	171,6±7,50	199,5±4,70	217,6±3,70
В середньому за три роки			
‘Dorskamp’	158,2	169,7	170,3
‘I-45/51’	153,8	145,2	146,8
‘Robusta’	161,8	148,1	156,2
Торопогрицького	178,4	188,7	197,0

Зважаючи на те, що у цього ж сорту за осіннього садіння були також високі показники укоріненості живців, можна зробити висновок про доцільність висаджування його живців завдовжки 30 см восени.

Осіннє садіння також виявило позитивний вплив на висоту живцевих саджанців сорту ‘Dorskamp’. У середньому за три роки середня висота його рослин зростала зі збільшенням довжини живців від 158,2 до 170,3 см.

За осіннього садіння однорічні живцеві саджанці сортів ‘I-45/51’ та ‘Robusta’ мали максимальні показники висоти за використання найкоротших живців, і в середньому за три роки становили 153,8 і 161,8 см.

За весняного садіння найбільші розміри, за трирічний термін досліджень, мали живцеві саджанці сорту ‘Dorskamp’ (табл. 4). За використання живців завдовжки 20 см їхня середня висота становила

197,9 см, за довжини 25 см – 193,8 см, а за довжини 30 см – 188,4 см.

Також у цього ж сорту навесні укоренилася найбільша кількість живців (див. табл. 2), з чого можна зробити висновок про доцільність висаджування живців сорту ‘Dorskamp’ навесні. При цьому доцільно використовувати живці завдовжки 20 см, оскільки найвищі показники укоріненості і висоти однорічних саджанців було отримано саме за використання таких живців.

Таблиця 4. Середня висота однорічних саджанців тополі за різної довжини живців, см (весняне садіння)

Table 4. The average height of one-year-old poplar saplings with different lengths of cuttings, cm (spring planting)

Сорт	Довжина живців, см		
	20	25	30
2019 р.			
‘Dorskamp’	188,8±9,45	202,7±11,54	204,6±8,93
‘I-45/51’	151,6±5,00	137,9±6,23	142,6±10,36
‘Robusta’	138,7±8,89	152,9±7,71	158,3±7,48
Торопогрицького	223,8±8,50	157,3±12,20	197,8±9,83
2020 р.			
‘Dorskamp’	176,4±7,50	167,4±5,18	165,6±10,00
‘I-45/51’	87,1±0,87	104,7±5,50	92,5±8,54
‘Robusta’	100,8±9,08	98,5±9,53	94,3±8,41
Торопогрицького	106,2±10,88	134,8±11,83	150,0±7,12
2021 р.			
‘Dorskamp’	228,6±4,03	211,4±6,81	195,0±7,46
‘I-45/51’	146,3±3,90	140,0±5,48	132,2±9,08
‘Robusta’	207,9±6,65	144,4±4,18	143,0±4,75
Торопогрицького	133,9±8,18	161,4±9,21	172,6±6,16
В середньому за три роки			
‘Dorskamp’	197,9	193,8	188,4
‘I-45/51’	128,3	127,5	122,4
‘Robusta’	149,1	131,9	131,9
Торопогрицького	154,6	151,2	173,5

Сорти ‘I-45/51’ та ‘Robusta’, як уже зазначалось, відзначалися вищими показниками укорінення живців за осіннього садіння. У них також виявилися більшими показники висоти саджанців, що виростили з живців, висаджених восени. При цьому, як і в сорту ‘Dorskamp’, найбільшу висоту за обох варіантів садіння мали рослини, що виростили з найкоротших (20-сантиметрових) живців.

Щодо тополі Торопогрицького, то за весняного садіння її однорічні живцеві саджанці переважають за висотою рослини сортів 'I-45/51' та 'Robusta', але поступаються за цим показником рослинам сорту 'Dorskamp'. Найвищими виявилися саджанці, які виростили з живців завдовжки 30 см (їхня висота в середньому впродовж трьох років досліджень становила 173,5 см), що підтверджує доцільність їх використання під час створення насаджень тополі Торопогрицького.

Дискусія (Discussion). Здійснені дослідження дали змогу удосконалити технологію вирощування однорічних живцевих саджанців в умовах Правобережного Лісостепу України. За результатами досліджень, на вилугуваних чорноземах укоріненість живців і ріст живцевих саджанців суттєво залежать від сортових особливостей, тому ефективність вирощування садивного матеріалу та насаджень тополі різного призначення залежать від вибору певного, найбільш придатного для умов вирощування сорту, на що вказують також дослідження низки інших вчених (Broeckx et al., 2012; Spinelli et al., 2009; Zalesny, & Wiese, 2006). З чотирьох досліджуваних сортів тут доцільно використовувати, насамперед, тополю Торопогрицького і 'Dorskamp'. При цьому першу з них найкраще висаджувати восени живцями завдовжки 30 см, а другу – навесні з використанням 20-сантиметрових живців. Таку ж довжину живців доцільно застосовувати за осіннього садіння сортів 'I-45/51' та 'Robusta'.

Позитивні результати укорінення живців завдовжки 20 см в регіоні досліджень вказують на значну подібність загальних елементів технології вирощування тополі, які застосовують у різних регіонах північної півкулі. Зокрема, отримані результати корелюють з дослідженнями низки авторів (Zalesny, Hall, Bauer, & Riemenschneider, 2006; Zalesny, & Wiese, 2006; Broeckx et al., 2012), які також вказують на доцільність використання живців тополі завдовжки 20 см.

З іншого боку, в несприятливих ґрунтових умовах можуть використовуватися значно більші, 60-сантиметрові живці (Zalesny et al., 2005), а в регульованих умовах теплиці, навпаки – живці завдовжки всього 5-10 см (Desrochers, & Thomas, 2003).

Наші дослідження щодо термінів садіння вказують на можливість отримання позитивних результатів укорінення живців тополі та росту однорічних живцевих саджанців, які з них виростили, як за весняного, так і за осіннього садіння, що підтверджуються також дослідженнями інших авторів (Mann, 2012; Volk et al., 2018). Нами встановлено, що одним із важливих чинників, що впливають на цей процес, є сортові особливості.

Загалом варто відзначити суттєві відмінності у показниках укоріненості і середньої висоти рослин за роками, термінами садіння, розмірами живців і сортовими особливостями. Особливо варто відзначити певний спад укоріненості живців і середньої висоти однорічних саджанців у 2020 р., що

вказує на суттєвий вплив погодних умов на рослини досліджуваної культури. Основною причиною, яка негативно вплинула на показники укоріненості і росту рослин досліджуваних сортів, була суха і холодна погода впродовж першої половини весняного періоду, коли наклалася дія двох негативних чинників – недостатня кількість опадів і недостатня для початку росту температура навколишнього середовища.

Висновки (Conclusions). Трирічні дослідження особливостей вирощування однорічних живцевих саджанців тополі на вилугуваних чорноземах Правобережного Лісостепу показали, що за осіннього садіння укоріненість живців досліджуваних клонів тополі зростає зі збільшенням їхньої довжини. Вона, у середньому за три роки, становила: у сорту 'Dorskamp' – від 55,8 до 78,9%, в 'I-45/51' – від 53,1 до 70,6%, у 'Robusta' – від 62,3 до 65,1% і в тополі Торопогрицького – від 52,8 до 86,1%. При цьому, за винятком сорту 'Robusta', спостережено зростання показників укорінення зі збільшенням довжини живців.

За весняного садіння залежність укоріненості живців від їхніх розмірів практично не проявляється. В середньому за три роки приживлюваність садивного матеріалу становила: у сорту 'Dorskamp' – від 67,3 до 85,2%, в 'I-45/51' – від 40,4 до 56,9%, у 'Robusta' – від 51,7 до 61,9% і в тополі Торопогрицького – від 39,9 до 60,7%.

За осіннього садіння живців найбільші показники висоти живцевих саджанців спостережено у тополі Торопогрицького. В середньому за три роки висота живцевих саджанців тополі Торопогрицького суттєво перевищувала показники решти досліджуваних сортів і становила за використання 20-сантиметрових живців 178,4 см, 25 см – 188,7 см і 30 см – 197,0 см. При цьому середня висота рослин сорту 'Dorskamp' становила від 158,2 до 170,3 см, в 'I-45/51' – від 145,2 до 153,8 см і в 'Robusta' – від 148,1 до 161,8 см.

За весняного садіння найбільші розміри в середньому за три роки досліджень мали живцеві саджанці сорту 'Dorskamp' – від 193,8 до 197,9 см. Середня висота рослин тополі Торопогрицького становила від 151,2 до 173,5 см, сорту 'I-45/51' – від 122,4 до 128,3 см і сорту 'Robusta' – від 131,9 до 149,1 см. При цьому максимальні показники висоти у сортів 'I-45/51' і 'Robusta' мали рослини з найкоротших живців.

Досліджувані сорти по різному реагують як на ґрунтово-кліматичні умови, так і на окремі агро-технічні заходи (розміри живців, сезон їх садіння тощо). З чотирьох досліджуваних сортів на вилугуваних чорноземах, насамперед, доцільно використовувати тополю Торопогрицького і 'Dorskamp'. При цьому першу з них потрібно висаджувати восени живцями завдовжки 30 см, а другу – навесні з використанням живців завдовжки 20 см. Живці сортів 'I-45/51' та 'Robusta' найкраще висаджувати восени. Оптимальна їхня довжина – 20 см.

Список літератури (References)

- Дебрюнюк, Ю. М., Фучило, Я. Д. (2020). *Плантаційні лісові насадження в Україні: концептуальні засади, ресурсний потенціал та енергетичне використання*. Львів: Галицька видавнича спілка [Debryniuk, Ju. M., & Fuchylo, Ya. D. (2020). *Plantation forests in Ukraine: conceptual foundations, resource potential and energy use*. Lviv: Galicia Publishing Union] (in Ukrainian)
- Фучило, Я. Д., Сінченко, В. М., Ганженко, О. М., Гументик, М. Я., Пиркін, В. І., Присяжнюк, О. І., ... Ткаченко, А. М. (2018). *Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь*. Київ: Компринт [Fuchylo, Y. D., Sinchenko, V. M., Hanzhenko, O. M., Humentyk, M. Y., Pyrkin, V. I., Prysiazhniuk, O. I., ... Tkachenko, A. M. (2018). *The methodology of the study of willow and poplar energy plantations*. Kyiv: Komprint] (in Ukrainian)
- Фучило, Я. Д., Сбитна, М. В., Фучило, О. Я., Літвін, В. М. (2009). Досвід та перспективи вирощування тополі (*Populus sp. L.*) у Південному Степу України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 7, 66-69. [Fuchylo Ya. D., Sbytina, M. V., Fuchylo O. Ya., & Litvin V. M. (2009). Experience and prospects of growing poplar (*Populus sp. L.*) in the Southern Steppe of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 7, 66-69. Retrieved from <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/493>] (in Ukrainian)
- Фучило, Я. Д., Літвін, В. М., Сбитна, М. В. (2012). *Біологічні, екологічні та технологічні аспекти плантаційного вирощування тополі в умовах Київського Полісся*. Київ: Логос [Fuchylo Ya. D., Litvin, V. M., & Sbytina, M. V. (2012). *Biological, ecological and technological aspects of poplar plantation cultivation in the conditions of the Kyiv Polissya*. Kyiv: Logos] (in Ukrainian)
- 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 Phytol*, 178(2), 358-370. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02396.x>
- Broeckx, L. S., Verlinden, M. S., & Ceulemans, R. (2012). Establishment and two-year growth of a bioenergy plantation with fast-growing *Populus* trees in Flanders (Belgium): effects of genotype and former land use. *Biomass Bioenergy*, 42, 151-163. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.03.005>
- Desrochers, A., & Thomas, B. R. (2003). A comparison of pre-planting treatments on hardwood cuttings of four hybrid poplar clones. *New forests*, 26(1), 17-32. <https://doi.org/10.1023/A:1024492103150>
- Dieter, M. (2016). Poplars and Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources for Future Green Economies. 25th Session of the International Poplar Commission: *Working Paper IPC/15* (Berlin, 13-16 Sept. 2016). Rome: FAO. 19 p. URL: <https://www.fao.org/forestry/45092-0fcd1e7430938785c3e-2c0a0a03329a88.pdf>
- Keoleian, G. A., & Volk, T. A. (2005). Renewable Energy from Willow Biomass Crops: Life Cycle Energy, Environmental and Economic Performance. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24(5-6), 385-406. <https://doi.org/10.1080/07352680500316334>
- Mann, J. (2012.). *Comparison of Yield, Calorific Value and Ash Content in Woody and Herbaceous Biomass used for Bioenergy Production in Southern Ontario, Canada*. (Doctoral dissertation, University of Guelph, Ontario, Canada). Retrieved from <https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/3959/Mann%20Thesis%20Defense%20Revised%202.pdf?sequence=1>
- Spinelli, R. (2007). Short rotation coppice production in Italy. *Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 61*, 158-167. Potsdam-Bornim, Germany
- Spinelli, R., Natti, C., & Magagnotti, N. (2008). Harvesting short-rotation poplar plantations for biomass production. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 29(2), 129-139. Retrieved from <https://hrcak.srce.hr/file/51188>
- Spinelli, R., Natti, C., & Magagnotti, N. (2009). Using modified foragers to harvest short-rotation poplar plantations. *Biomass and Bioenergy*, 33(5), 817-821. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.01.001>
- Stoffel, R. (2008). Short rotation woody crops – Hybrid poplar. Retrieved from https://www.forestry.umn.edu/sites/forestry.umn.edu/files/cfans_asset_356341.pdf
- Volk, T. A., Berguson, B., Daly, C., Halbleib, M. D., Miller, L., Rials, T. G., ... Wright, J. (2018). Poplar and shrub willow energy crops in the United States: field trial results from the multiyear regional feedstock partnership and yield potential maps based on the PRISM-ELM model. *Global Change Biology Bioenergy*, 10(10), 735-751. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12498>
- Zalesny, R. S., Bauer, E. O., Hall, R. B., Zalesny, J. A., Kunzman, J., Rog, C. J. & Riemenschneider, D. E. (2005). Clonal variation in survival and growth of hybrid poplar and willow in an in situ trial on soils heavily contaminated with petroleum hydrocarbons. *International Journal of Phytoremediation*, 7, 177-197. <https://doi.org/10.1080/16226510500214632>
- Zalesny, R., Hall, R., Bauer, E. & Riemenschneider D. (2006). Shoot Position Affects Root Initiation and Growth of Dormant Unrooted Cuttings of *Populus*. *Silvae Genetica*, 52(5), 273-279. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Shoot-position-affects-root-initiation-and-growth-Zalesny-Hall/218dd9a8d8f70e386a62769ddd3e60d34591f3f2>
- Zalesny, S., & Wiese, A. (2006). Date of Shoot Collection, Genotype, and Original Shoot Position Affect Early Rooting of Dormant Hardwood Cuttings of *Populus*. *Silvae Genetica*, 55(4-5), 169-182. <https://doi.org/10.1515/sg-2006-0024>

Growing of one-year-old Poplar seedlings in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe

Ya. D. Fuchylo¹, O. O. Bordus²

The article presents the results of three-year studies on the rooting of cuttings and the height of one-year cuttings of poplar cultivars ‘Dorskamp’, ‘I-45/51’, ‘Robusta’ and Toropogrytskyi poplar on the chernozems of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. One-year lignified cuttings 20, 25, and 30 cm long were used, which were planted in autumn (November) and early spring (beginning of April). It was found that during autumn planting, the rooting of the cuttings of the investigated poplar clones in 2019 increased with an increase in the length of the cuttings. Namely, in the variety ‘Dorskamp’ – from 77.4 to 96.7%, in ‘I-45/51’ – from 71.0 to 93.4%, in ‘Robusta’ – from 87.7 to 96.7% and in Toropogrytsky poplar – from 61.7 to 88.3%. A similar trend was observed in 2020 as well, but in most cases the rooting rates of 25- and 30-cm-long cuttings significantly leveled off. In 2021, cuttings 30 cm long had the highest rates of rooting in the ‘Dorskamp’ and Toropogrytsky varieties – 63.3 and 81.7%, respectively. In varieties ‘I-45/51’ and ‘Robusta’, 20 cm long cuttings took root the best – 65.0 and 73.3%, respectively. During spring planting, the dependence of rooting of cuttings on their size is practically not manifested. In 2019, this indicator was in the ‘Dorskamp’ variety – from 77.4 to 90.3%, in ‘I-45/51’ – from 64.5 to 93.5%, in ‘Robusta’ – from 67.7 up to 83.9%, and in Toropogrytsky poplar – from 58.1 to 83.9%. In 2020, due to dry and cold weather conditions at the beginning of the growing season,

low rooting rate of cuttings was noted in most of the studied varieties. It was in the variety ‘Dorskamp’ – from 41.7 to 85.3%, in ‘Robusta’ – from 12.5 to 20.0%, in ‘I-45/51’ – from 20.0 to 28.3%, and in Toropogrytsky poplar – from 35.0 to 48.3%. At the same time, a tendency to higher rooting rate of cuttings 25 cm long was observed. The studies have shown that there is a direct relationship between the rooting of cuttings and the height of the cutting seedlings grown from them. With higher rooting rates of cuttings, a higher average height of plants is observed. During the autumn planting of cuttings, the highest height indicators of cuttings were obtained in Toropogrytskyi poplar. In 2019, the average height of seedlings of this variety increased in parallel with the growth of cuttings length from 179.7±2.71 to 196.9±6.18 cm. In 2020, the highest height was obtained using cuttings 20 cm long (183.9±2, 82 cm), and in 2021 it gradually increased with an increase in the length of the cuttings from 171.6±7.50 to 217.6±3.70 cm. On average, over 3 years, the height of Toropogrytskyi poplar cuttings also significantly exceeded the indicators of the rest of the studied varieties and was as follows: when using 20 cm long cuttings – 178.4 cm, 25 cm long ones – 188.7 cm, and 30 cm long cuttings – 197.0 cm. Taking into account the fact that this variety also had high rooting rates of cuttings during autumn planting, it is possible to make conclusion about the expediency of planting its cuttings in autumn, using cuttings 30 cm long. During the spring planting, cutting seedlings of the ‘Dorskamp’ variety had the largest sizes. In 2019, their average height was from 188.8 to 204.6 cm, in 2020 – from 165.6 to 176.4 cm, and in 2021 – from 195.0 to 228.6 cm. Also in this option, the largest number of cuttings took root. From this, we can conclude about the expediency of planting cuttings of the ‘Dorskamp’ variety in the spring. Their optimal size is 20 cm. During the three years of research, one-year seedlings of the varieties ‘I-45/51’ and ‘Robusta’ were characterized by the lowest average height of one-year cutting seedlings. During the spring planting of cuttings, the average height of plants of the ‘I-45/51’ variety ranged from 122.4 to 128.3 cm, and the variety of ‘Robusta’ ranged from 131.9 to 149.1 cm. At the same time, plants grown from the shortest cuttings had the maximum height indicators.

Key words: *Populus L.*; ‘Dorskamp’; ‘I-45/51’; ‘Robusta’; Toropogrytsky poplar; lignified cuttings; rooting; height of cutting seedlings.

¹ Yaroslav D. Fuchylo – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Forestry and Forest Protection of Malyn Forestry College. Chief Scientist Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 25 Clinical st., Kyiv, 03141, Ukraine. Tel.: +38-067-605-91-41. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2669-5176>

² Oleksiy O. Bordus – post-graduate student of the Institute of Bioenergy Cultures and Sugar Beet of the National Academy of Sciences of Ukraine, 25 Clinical st., Kyiv, 03141, Ukraine. Tel.: +38-093-136-03-43. E-mail: bordusoleksii@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2992-6651>