

Вирощування однорічних живцевих саджанців тополі за різних строків садіння та способів нарізання живців

Я. Д. Фучило*, О. О. Бордусь

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

Мета. Установити особливості вирощування однорічних живцевих саджанців чотирьох культиварів секції чорних тополь в умовах Правобережного Лісостепу за використання живців з перпендикулярним і косим зрізом. **Методи.** Польовий, лабораторний, статистичний. **Результати.** Живці культиварів ‘Dorskamp’, ‘I-45/51’, ‘Robusta’ і тополі Торопогрицького завдовжки 20 см протягом трьох років висаджували в листопаді та на початку квітня. Заготівля живців проводилась з однорічних пагонів секаторами зі зрізами перпендикулярно до осі пагонів і під кутом 45°. У середньому за три роки, за осіннього садіння, вищу укоріненість живців з перпендикулярними зрізами мали сорти ‘I-45/51’ (на 6 %) і ‘Robusta’ (на 25 %). У сорту ‘Dorskamp’ живці з косими зрізами укоренилися краще на 11 %, а у тополі Торопогрицького – на 7 %. За весняного садіння укоріненість живців з перпендикулярним зрізом у сорту ‘Dorskamp’ була більшою на 24 %, у ‘I-45/51’ – на 30 % і у сорту ‘Robusta’ – на 54 %. У тополі Торопогрицького краще укоренилися живці з косим зрізом (на 20 %). У цього ж сорту за осіннього садіння найбільшою була і висота саджанців – 192,9 см. Також перевагу за висотою живці з косим зрізом мали у сорту ‘Dorskamp’ (на 12 %). У сортів ‘I-45/51’ та ‘Robusta’ більшу висоту мають живці з перпендикулярним зрізом відповідно на 16 та 5 %. За весняного садіння рослини сорту ‘Dorskamp’ мали максимальну висоту, як за використання живців з перпендикулярним зрізом – 197,9 см, так і з косим – 195,6 см. Рослини сорту ‘I-45/51’ за перпендикулярного зрізу мали висоту 149,1 см, а за косою – 126,5 см. У сорту ‘Robusta’ живці з косим зрізом були менші на 8 %. Живцеві саджанці тополі Торопогрицького за обох термінів садіння були вищими з живців з косим зрізом. **Висновки.** Ефективність використання живців з перпендикулярним чи косим зрізом залежить від сорту тополі, строків садіння живців і погодних умов протягом вегетаційного періоду. В умовах Правобережного Лісостепу за вирощування тополі Торопогрицького доцільно застосовувати осіннє садіння живців з косим зрізом. Живці сортів ‘I-45/51’ та ‘Robusta’ слід висаджувати восени з використанням перпендикулярного зрізу, а ‘Dorskamp’ – з таким же зрізом, але навесні.

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

Вступ

Перспективним напрямком розвитку енергетики і поліпшення умов довкілля є використання як джерела енергії деревної маси швидкорослих деревних видів [1–4]. Щорічно використання деревини як джерела енергії інтенсивно зростає і за прогнозами до 2030 року зросте на 500 млн м³ [3]. Найвищу продуктивність в умовах помірного клімату мають низка видів і сортів тополі, тому її в Європі вирощують ще з початку 1600-х років [5]. Кращі її насадження можуть продукувати до 20–25 т/га сухої біомаси у рік [4, 6–8], і на даний час вона визнана культурою, значний потенціал якої застосовується не тільки в озелененні, фітомеліорації та лісовому господарстві, а й для отримання сировини для виробництва різних видів енергії [2; 8–10]. Дефіцит деревини, з якою стикнулися країни ЄС у кінці двадцятого століття, обумовив необхідність схвалення директиви EU/2080/92 [11], згідно якої передбачається виділення субсидій для заліснення частини земель сільсько-господарського призначення швидкорослими деревними видами, зокрема – тополями [7].

Енергетичну біомасу деревних рослин переважно вирощують на спеціальних енергетичних плантаціях, де на даний час, частіше за інші деревні рослини, використовують вербу і тополь [4, 12, 13]. Особливо високою продуктивністю відзначаються міжвидові і міжсекційні гібриди секцій чорних (*Aigeiros*) і бальзамічних тополь (*Tacamahaca*), у яких часто проявляється гетерозис за інтенсивністю росту і пристосованістю до умов зростання [5, 6].

Під час створення енергетичних, полезахисних та інших насаджень тополі використовують переважно два види садивного матеріалу – здерев'янілі живці і живцеві саджанці. За створення енергетичних плантацій тополі безпосередньо живцями, за великих обсягів робіт, використовують спеціальні садивні машини, які нарізають живці з пагонів безпосередньо в процесі садіння. У результаті зріз на живцях виходить перпендикулярним. Існують також саджальні машини з висаджуванням наперед заготовлених живців, де, для забезпечення якісного садіння, живці теж нарізаються перпендикулярно до осі пагона. З іншого боку, в лісових розсадниках, за вирощування живцевих саджанців, рекомендується заготовляти живці з перпендикулярним верхнім зрізом і косим (під кутом 45°) – нижнім [14], що суттєво ускладнює процес нарізання живців і можливість його механізації.

Мета досліджень – установити особливості вирощування однорічних живцевих саджанців чотирьох культиварів із секції чорних тополь в умовах Правобережного Лісостепу за використання живців з перпендикулярним і косим зрізом.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження особливостей укорінення живців і росту живцевих саджанців тополі залежно від способу нарізання живців проводились протягом 2018–2021 рр. у ДП ДГ «Саливківське» (с. Ксаверівка Друга, Білоцерківський р-н, Київська обл.). Були використані здерев'янілі живці чотирьох культиварів: 'Dorskamp', 'I-45/51', 'Robusta' і тополя Торопогрицького. Для досліджень було вибрано живці завдовжки 20 см, які найчастіше використовуються в дослідженнях вчених низки країн [2, 10, 15].

Живці нарізувалися секаторами з однорічних пагонів безпосередньо перед садінням. Зрізи виконувалися двома способами: перпендикулярно до осі пагонів і з косим зрізом до осі пагонів під кутом близьким до 45°. Висаджували живці у кінці листопада 2018–2020 рр. та у другій декаді квітня 2019–2021 рр. Схема садіння: 125 × 50 см. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий, глибокий, малогумусний, крупнопилувато-середньосуглинковий, що містить: гумусу (за Тюрінім) – 3,90 %, азоту лужногідролізованого (за Корнфільдом) – 176 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору та калію (за Чиріковим) – 108 і 67 мг/кг ґрунту відповідно, рН сольове – 6,2, сума ввібраних основ – 15,64 мг-екв/100 г ґрунту, гідролітична кислотність – 1,14 мг-екв/100 г, ступінь насиченості основами – 93,2 %. Обробіток ґрунту – суцільний на глибину 25 см. Живці висаджувалися у ґрунт вручну вертикально на всю довжину з залишенням над поверхнею близько 1,0 см живця. Протягом кожного вегетаційного періоду в насадженнях проводили 4 ручних догляди за ґрунтом з видаленням бур'янів і розпушуванням ґрунту.

Погодні умови протягом періоду досліджень в цілому були сприятливими для росту енергетичних культур і тополі зокрема. Сніг у 2018 р. випав у третій декаді листопада, через кілька днів після проведення осіннього садіння живців тополі, і розтанув у кінці лютого 2019 р. Температура повітря протягом вегетаційного періоду була дещо вищою за середні багаторічні дані (за винятком липня). У 2020 р. на початку вегетації спостерігалася холодна і відносно суха погода – температура повітря у травні була на 4,5 °С нижчою за середню багаторічну. Протягом вегетації 2021 р. температурний режим протягом квітня-травня був близьким до багаторічних даних, у червні – перевищував їх на 3 °С, а у липні – на 4 °С. Вологозабезпеченість вегетаційних періодів у роки досліджень була нерівномірною і відзначалася надлишком опадів у травні та жорстким дефіцитом вологи у липні.

Восени, після припинення росту живцевих саджанців, за традиційними методиками визначався відсоток укоріненості живців та середня висота рослин за загальноприйнятими у рослинництві методиками [16, 17].

Результати досліджень

Було встановлено, що після завершення вегетаційного періоду 2019 року живці усіх досліджуваних сортів за обох варіантів нарізання живців, за осіннього їх садіння, мали високі показники укорінення (табл. 1).

Таблиця 1

**Укоріненість живців тополі за різних способів нарізання живців, %
(осіннє садіння)**

Назва сорту	Спосіб нарізання живців відносно осі пагона		Різниця між варіантами, %
	перпендикулярний	косий	
2019 р.			
'Dorskamp'	77,4 ± 5,35	77,4 ± 7,63	0
'I-45/51'	71,0 ± 8,29	87,1 ± 6,12	-18
'Robusta'	87,1 ± 6,12	67,7 ± 8,54	29
Торопогрицького	61,7 ± 6,33	65,0 ± 6,21	-5
2020 р.			
'Dorskamp'	43,3 ± 6,45	66,7 ± 6,14	-35
'I-45/51'	53,3 ± 6,49	55,0 ± 6,48	-3
'Robusta'	35,0 ± 6,21	58,3 ± 6,42	-40
Торопогрицького	55,0 ± 6,48	56,7 ± 6,45	-3
2021 р.			
'Dorskamp'	46,7 ± 6,50	43,3 ± 6,45	8
'I-45/51'	65,0 ± 6,21	36,7 ± 6,27	77
'Robusta'	73,3 ± 5,76	30,0 ± 5,97	144
Торопогрицького	41,7 ± 6,42	48,3 ± 6,51	-14
В середньому за 3 роки			
'Dorskamp'	55,8 ± 3,71	62,5 ± 3,62	-11
'I-45/51'	63,1 ± 3,60	59,6 ± 3,66	6
'Robusta'	65,1 ± 3,57	52,0 ± 3,73	25
Торопогрицького	52,8 ± 3,73	56,7 ± 3,70	-7

Найвищі показники укорінення (87,1 ± 6,12 %) виявилися у живців сорту 'I-45/51' з косим зрізом і сорту 'Robusta' з перпендикулярним зрізом. Живці сорту 'Dorskamp' за обох варіантів нарізання живців мали однакову укорінюваність на рівні 77,4 %. Живці тополі Торопогрицького краще прижилися у варіанті з косим зрізом – 65,0 ± 6,21 %, проти 61,7 ± 6,33 % за використання перпендикулярного зрізу.

У 2020 році, через складні погодні умови (суха і холодна весна) показники приживлюваності усіх варіантів дослідів виявилися нижчими порівняно з попереднім роком. Водночас у всіх сортів живці з косими зрізами мали вищі показники укорінення. Щоправда, у сортів 'I-45/51' і Торопогрицького перевищення становить всього 3 %, тобто знаходиться у межах похибки дослідів.

У 2021 році приживлюваність живців, висаджених восени 2020-го року, за винятком тополі Торопогрицького, була більшою за використання живців з перпендикулярним зрізом: у сорту 'Dorskamp' – на 8 %, 'I-45/51' – 47 %, а у сорту 'Robusta' – на 144 %.

У середньому за 3 роки за осіннього садіння живців вищі показники укоріненості за використання перпендикулярних зрізів були у живців сортів 'I-45/51' (на 6 %) і 'Robusta' (на 25 %). У сорту 'Dorskamp' живці з косими зрізами вкоренилися краще на 11 %, а у тополі Торопогрицького – на 7 %. У решти сортів краще прижилися живці з перпендикулярним зрізом: 'I-45/51' – на 6 %, а 'Robusta' – на 25 %.

РОСЛИНИЦТВО

За весняного садіння, в середньому за 3 роки, у трьох досліджуваних сортів вищі показники укорінення мали живці з перпендикулярним зрізом: у сорту 'Dorskamp' – на 24 %, у 'I-45/51' – на 30 %, і у сорту 'Robusta' – на 54 % (табл. 2).

У тополі Торопогрицького, як і за осіннього садіння, значно краще (на 20 %) укоренилися живці з косим зрізом.

Встановлено наявність позитивної залежності між укоріненістю живців і висотою живцевих саджанців, що з них вирости.

Таблиця 2

**Укоріненість живців тополі за різних способів нарізання живців, %
(весняне садіння)**

Назва сорту	Спосіб нарізання живців відносно осі пагона		Різниця між варіантами, %
	перпендикулярний	косий	
2019 р.			
'Dorskamp'	83,9 ± 6,71	93,6 ± 4,48	-10
'I-45/51'	77,4 ± 7,63	61,3 ± 8,89	26
'Robusta'	80,6 ± 7,21	41,9 ± 9,01	92
Торопогрицького	74,2 ± 7,99	83,9 ± 6,72	-12
2020 р.			
'Dorskamp'	85,0 ± 4,65	60,0 ± 6,38	42
'I-45/51'	23,3 ± 5,51	23,3 ± 5,51	0
'Robusta'	20,0 ± 5,21	13,3 ± 4,26	50
Торопогрицького	35,0 ± 6,21	41,7 ± 6,42	-16
2021 р.			
'Dorskamp'	86,7 ± 4,43	53,3 ± 6,49	63
'I-45/51'	70,0 ± 5,97	46,7 ± 6,49	50
'Robusta'	85,0 ± 4,65	65,0 ± 6,21	31
Торопогрицького	33,3 ± 6,14	51,7 ± 6,51	-36
В середньому за 3 роки			
'Dorskamp'	85,2 ± 2,76	69,0 ± 3,46	24
'I-45/51'	56,9 ± 3,70	43,8 ± 3,71	30
'Robusta'	61,9 ± 3,63	40,1 ± 3,66	54
Торопогрицького	47,5 ± 3,72	59,1 ± 3,67	-20

За осіннього садіння протягом трьох років досліджень максимальними показниками висоти саджанців відзначалася тополя Торопогрицького (табл. 3). У середньому за 3 роки цей показник у неї становив 178,4 см у живців з перпендикулярним зрізом та 192,9 см – у рослин, що вирости з живців з косим зрізом.

Також перевагу за висотою живці з косим зрізом мали у сорту 'Dorskamp' (на 12 %). У сорту 'Robusta' за висотою переважають живці з перпендикулярним зрізом. Їх висота при цьому становить в середньому за роки досліджень 161,8 см, що на 16 % більше, ніж висота рослин з живців з косим зрізом. У сорту 'I-45/51' перевага рослин з живців з перпендикулярним зрізом (середня висота 153,8 см) становила лише 5 %.

Середня висота однорічних саджанців тополі за різних способів нарізання живців, см (осіннє садіння)

Назва сорту	Спосіб нарізання живців відносно осі пагона		Різниця між варіантами, %
	перпендикулярний	косий	
2019 р.			
‘Dorskamp’	156,3 ± 6,79	196,5 ± 6,71	-20
‘I-45/51’	165,5 ± 5,75	148,0 ± 7,46	12
‘Robusta’	176,4 ± 4,62	160,0 ± 7,73	10
Торопогрицького	179,7 ± 2,71	198,4 ± 5,19	-9
2020 р.			
‘Dorskamp’	157,0 ± 10,26	155,4 ± 5,94	1
‘I-45/51’	142,8 ± 5,07	143,6 ± 2,98	-1
‘Robusta’	117,6 ± 8,22	127,1 ± 7,47	-7
Торопогрицького	183,9 ± 2,82	175,3 ± 5,11	5
2021 р.			
‘Dorskamp’	161,4 ± 9,15	186,5 ± 8,05	-13
‘I-45/51’	153,1 ± 6,05	149,8 ± 9,34	2
‘Robusta’	191,4 ± 5,97	130,6 ± 6,82	47
Торопогрицького	171,6 ± 7,50	205,0 ± 5,28	-16
В середньому за 3 роки			
‘Dorskamp’	158,2 ± 8,73	179,5 ± 6,90	-12
‘I-45/51’	153,8 ± 5,68	147,1 ± 6,59	5
‘Robusta’	161,8 ± 6,27	139,2 ± 7,34	16
Торопогрицького	178,4 ± 5,29	192,9 ± 5,02	-7

За весняного садіння живцеві саджанці сорту ‘Dorskamp’ в середньому за 3 роки мали найбільші показники висоти з усіх досліджуваних сортів, як за використання живців з перпендикулярним зрізом (197,9 см), так і з косим – 195,6 см (табл. 4). При цьому різниця виявилася дуже незначною – лише 1 %.

Живцеві саджанці решти сортів мали значно менші показники висоти порівняно з саджанцями з живців, що висаджувалися восени. Зокрема, рослини сорту ‘Robusta’ за перпендикулярного зрізу мали висоту 149,1 см, а за косого – 126,5 см, тобто відрізнялися на 18 %. Рослини сорту ‘I-45/51’ мали середню висоту 128,3 та 118,5 см відповідно, тобто їхні рослини з живців, нарізаних перпендикулярно, були більшими за рослини, отримані з косих живців на 8 %.

Однорічні саджанці тополі Торопогрицького, за весняного садіння живців, мали висоту 154,6 см за прямого зрізу і 157,8 см – за косого, тобто відрізнялися несуттєво – на 2 %.

Отже, з огляду отримання більшої кількості садивного матеріалу, восени живці завдовжки 20 см з перпендикулярним зрізом краще застосовувати під час садіння сортів ‘I-45/51’ та ‘Robusta’, а весною – цих же сортів і сорту ‘Dorskamp’. Живці тополі Торопогрицького в обох випадках краще укорінювалися за використання косих зрізів.

Щодо розмірів однорічних живцевих саджанців, то за осіннього садіння вищі рослини у сортів ‘I-45/51’ і ‘Robusta’ вирости з живців, що нарізані з перпендикулярним зрізом. У сортів ‘Dorskamp’ і Торопогрицького більшу висоту мали рослини з косо нарізаних живців.

За весняного садіння більшу висоту мали рослини, що вирости з перпендикулярно нарізаних живців (за винятком тополі Торопогрицького). Живцеві саджанці останньої за обох термінів садіння вищими вирости з живців з косим зрізом, що вказує на доцільність заготовляти живці тополі Торопогрицького з застосуванням косого зрізу.

**Середня висота однорічних саджанців тополі за різних способів нарізання живців, см
(весняне садіння)**

Назва сорту	Спосіб нарізання живців відносно осі пагона		Різниця між варіантами, %
	перпендикулярний	косий	
2019 р.			
‘Dorskamp’	188,8 ± 9,45	202,9 ± 9,09	-7
‘I-45/51’	151,6 ± 5,00	129,2 ± 8,54	17
‘Robusta’	138,7 ± 8,89	134,5 ± 12,12	3
Торопогрицького	223,8 ± 8,50	167,6 ± 10,34	34
2020 р.			
‘Dorskamp’	176,4 ± 7,50	173,3 ± 6,57	2
‘I-45/51’	87,1 ± 08,74	87,1 ± 8,74	0
‘Robusta’	100,8 ± 9,08	106,3 ± 14,13	-5
Торопогрицького	106,2 ± 10,88	144,4 ± 7,26	-26
2021 р.			
‘Dorskamp’	228,6 ± 4,03	210,6 ± 6,96	9
‘I-45/51’	146,3 ± 3,90	139,3 ± 6,72	5
‘Robusta’	207,9 ± 6,65	138,8 ± 5,27	50
Торопогрицького	133,9 ± 8,18	161,3 ± 6,25	-17
В середньому за 3 роки			
‘Dorskamp’	197,9 ± 6,99	195,6 ± 7,54	1
‘I-45/51’	128,3 ± 5,88	118,5 ± 8,00	8
‘Robusta’	149,1 ± 8,21	126,5 ± 10,51	18
Торопогрицького	154,6 ± 9,19	157,8 ± 8,04	-2

Висновки

Проведені дослідження вказують на відсутність однозначної відповіді на питання ефективності використання живців з перпендикулярним чи косим зрізом для всіх досліджуваних сортів тополі, оскільки цей вибір залежить від сортових особливостей, терміну садіння живців і погодних умов вегетаційного періоду.

Вищі показники приживлюваності живців і висоти живцевих саджанців у тополі Торопогрицького виявилися за використання осіннього садіння живців з косим зрізом. Живці сортів ‘I-45/51’ та ‘Robusta’ краще висаджувати восени з використанням перпендикулярного зрізу.

Найвищі показники укорінення живців і висоти живцевих саджанців сорту ‘Dorskamp’ отримано за весняного садіння живців, нарізаних перпендикулярно.

Використана література

1. Aylott M. J., Casella E., Tubby I. et al. Yield and spatial supply of bioenergy poplar and willow short-cutting cycle coppice in the UK. *New Phytologist*. 2008. Vol. 178, Iss. 2. P. 358–370. doi: 10.1111/j.1469-8137.2008.02396.x
2. Broeckx L. S., Verlinden M. S., Ceulemans R. Establishment and two-year growth of a bio-energy plantation with fast-growing *Populus* trees in Flanders (Belgium): effects of genotype and former land use. *Biomass and Bioenergy*. 2012. Vol. 42. P. 151–163. doi: 10.1016/j.biombioe.2012.03.005
3. Dieter M. Poplars and Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources for Future Green Economies. *25th Session of the International Poplar Commission : Working Paper IPC/15 :*

- Abstracts of Submitted Papers and Posters* (Berlin, Sept. 13–16, 2016). Rome : FAO, 2016. P. 5. URL: <https://www.fao.org/forestry/45092-0fcd1e7430938785c3e2c0a0a03329a88.pdf>
4. Keoleian G. A., Volk T. A. Renewable Energy from Willow Biomass Crops: Life Cycle Energy, Environmental and Economic Performance. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2005. Vol. 24, Iss. 5–6. P. 385–406. doi: 10.1080/07352680500316334
 5. Stoffel R. Short rotation woody crops – Hybrid poplar. URL: https://www.forestry.umn.edu/sites/forestry.umn.edu/files/cfans_asset_356341.pdf
 6. Фучило Я. Д., Сбитна М. В., Фучило О. Я., Літвін В. М. Досвід та перспективи вирощування тополі (*Populus* sp. L.) у Південному Степу України. *Наукові праці ЛАНУ*. 2009. Вип. 7. С. 66–69.
 7. Arabatzis G., Christopoulou O., Soutsas K. The EEC Regulation 2080/92 about forest measures in agriculture: The case of poplar plantations in Greece. *International Journal of Ecodynamics*. 2006. Vol. 1, Iss. 3. P. 95–110. doi: 10.2495/ECO-V1-N3-245-257
 8. Mann J. Comparison of Yield, Calorific Value and Ash Content in Woody and Herbaceous Biomass used for Bioenergy Production in Southern Ontario, Canada : A Thesis Presented to The University of Guelph. Guelph. Ontario, Canada, 2012. 106 p. URL: [https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/3959/Mann %20Thesis %20Def ense %20Revised %202.pdf?sequence=1](https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/3959/Mann%20Thesis%20Defense%20Revised%202.pdf?sequence=1)
 9. Фучило Я. Д., Літвін В. М., Сбитна М. В. Біологічні, екологічні та технологічні аспекти плантаційного вирощування тополі в умовах Київського Полісся. Київ : Логос, 2012. 214 с.
 10. Zalesny S., Wiese A. Date of Shoot Collection, Genotype, and Original Shoot Position Affect Early Rooting of Dormant Hardwood Cuttings of *Populus*. *Silvae Genetica*. 2006. Vol. 55, Iss. 1–6. P. 169–182. doi: 10.1515/sg-2006-0024
 11. 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. URL: [http://aei.pitt.edu/47273/1/COM_\(97\)_630_final.pdf](http://aei.pitt.edu/47273/1/COM_(97)_630_final.pdf)
 12. Spinelli R. Short rotation coppice production in Italy. *Energiepflanzen im Aufwind. Wissenschaftliche Ergebnisse und praktische Erfahrungen zur Produktion von Biogaspflanzen und Feldholz : Fachtagung* (Potsdam, Juni 12–13, 2007). Potsdam-Bornim, 2007. P. 158–167.
 13. Volk T. A., Berguson B., Daly C. et al. 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*. 2018. Vol. 10, Iss. 10. P. 735–751. doi: 10.1111/gcbb.12498
 14. Гордієнко М. І., Гузь М. М., Дебринюк Ю. М., Маурер В. М. Лісові культури. Львів : Камула, 2005. 608 с.
 15. Zalesny R., Hall R., Bauer E., Riemenschneider D. Shoot Position Affects Root Initiation and Growth of Dormant Unrooted Cuttings of *Populus*. *Silvae Genetica*. 2006. Vol. 52, Iss. 5. P. 273–279.
 16. Фучило Я. Д., Сінченко В. М., Ганженко О. М. та ін. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь. Київ : Компрінт, 2018. 137 с.
 17. Руденко В. М. Математична статистика. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 304 с.

References

1. 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(2), 358–370. doi: 10.1111/j.1469-8137.2008.02396.x
2. Broeckx, L. S., Verlinden, M. S., & Ceulemans, R. (2012). Establishment and two-year growth of a bio-energy plantation with fast-growing *Populus* trees in Flanders (Belgium): effects of genotype and former land use. *Biomass and Bioenergy*, 42, 151–163. doi: 10.1016/j.biombioe.2012.03.005

3. Dieter, M. (2016, Sept. 13–16). Poplars and Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources for Future Green Economies. In *25th Session of the International Poplar Commission: Working Paper IPC/15: Abstracts of Submitted Papers and Posters* (p. 5). Rome: FAO. Retrieved from <https://www.fao.org/forestry/45092-0fcd1e7430938785c3e2c0a0a03329a88.pdf>
4. 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. doi: 10.1080/07352680500316334
5. 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
6. Fuchylo, Ya. D., Sbytna, M. V., Fuchylo, O. Ya., & Litvin, V. M. (2009). Experience and prospects of growing poplar (*Populus* sp. L.) in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific labors LANU*, 7, 66–69. [In Ukrainian].
7. Arabatzis, G., Christopoulou, O., & Soutsas, K. (1992). The EEC Regulation 2080/92 about forest measures in agriculture: The case of poplar plantations in Greece. *International Journal of Ecodynamics*, 1(3), 95–110. doi: 10.2495/ECO-V1-N3-245-257
8. Mann, J. (2012). *Comparison of Yield, Calorific Value and Ash Content in Woody and Herbaceous Biomass used for Bioenergy Production in Southern Ontario, Canada: A Thesis Presented to The University of Guelph*. Guelph, Ontario, Canada. Retrieved from [https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/3959/Mann %20Thesis %20Defence %20Revised %202.pdf?sequence=1](https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/3959/Mann%20Thesis%20Defence%20Revised%202.pdf?sequence=1)
9. Fuchylo, Ya. D., Litvin, V. M., & Sbytna, M. V. (2012). *Biological, ecological and technological aspects of plantation cultivation of poplar in the conditions of Kyiv Polissia*. Kyiv: Logos. [In Ukrainian]
10. 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(1–6), 169–182. doi: 10.1515/sg-2006-0024
11. 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. Retrieved from [http://aei.pitt.edu/47273/1/COM_\(97\)_630_final.pdf](http://aei.pitt.edu/47273/1/COM_(97)_630_final.pdf)
12. Spinelli, R. (2007, Juni 12–13). Short rotation coppice production in Italy. In *Energiepflanzen im Aufwind. Wissenschaftliche Ergebnisse und praktische Erfahrungen zur Produktion von Biogaspflanzen und Feldholz: Fachtagung* (pp. 158–167). Potsdam-Bornim.
13. Volk, T. A., Berguson, B., Daly, C., Halbleib, M. D., Miller, R., 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. doi: 10.1111/gcbb.12498
14. Hordienko, M. I., Huz, M. M., Debrynuik, Yu. M., & Maurer, V. M. (2005). *Forest crops*. Lviv: Kamula. [In Ukrainian]
15. 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.
16. Fuchylo, Ya. D., Sinchenko, V. M., Hanzhenko, O. M., Humentyk, M. Ya., Pyrkin, V. I., Prysyzhnyuk, O. I., ... Tymoshenko, A. M. (2018). *Methodology of research of energy plantations of willows and poplars*. Kyiv: Comprint [In Ukrainian]
17. Rudenko, V. M. (2012). *Mathematical statistics*. Kyiv: Center of Educational Literature. [In Ukrainian]

UDC 630*2:630*18

Fuchylo, Ya. D., & **Bordus, O. O.** (2022). Cultivation of one-year poplar plants rooted in autumn and spring with the use of different methods of cutting planting material. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 30, 96–104. [In Ukrainian]

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

Purpose. Study of the peculiarities of growing one-year cutting seedlings of four cultivars of the black poplar under the conditions of the Right Bank Forest Steppe using cuttings with a perpendicular and oblique section. **Methods.** Field, laboratory, statistical. **The results.** Cuttings of cultivars ‘Dorskamp’, ‘I-45/51’, ‘Robusta’ and Toropohrytskyi’s poplar 20 cm long were planted in November and early April for three years. The cuttings for rooting were cut from one-year-old shoots using secateurs, with cuts (i) perpendicular to the axis of the shoots and (ii) an angle of 45°. In an average of 3 years, autumn planting of the varieties ‘I-45/51’ (by 6%) and ‘Robusta’ (by 25%) showed better rooting of cuttings with perpendicular cuts. Cuttings of ‘Dorskamp’ variety with oblique cuts rooted by 11 % and Toropohrytskyi’s poplar by 7% better. When planted in spring, the rooting index of cuttings with a perpendicular cut in the ‘Dorskamp’ variety was 24% higher, in ‘I-45/51’ by 30% higher, and in ‘Robusta’ variety 54 % higher. Cuttings with an oblique cut rooted better in Toropohrytskyi’s poplar (by 20 %). The height of the rooted cuttings was the largest for autumn planting of the same variety (192.9 cm). Also, cuttings with an oblique cut had an advantage in height in the variety ‘Dorskamp’ (by 12%). In the varieties ‘I-45/51’ and ‘Robusta’, cuttings with a perpendicular cut had a higher height by 16 and 5 %, respectively. For spring planting, plants of the ‘Dorskamp’ variety had a maximum height, both when using cuttings with a perpendicular cut (197.9 cm), and with an oblique cut (195.6 cm). Plants of the ‘I-45/51’ variety with a perpendicular cut had a height of 149.1 cm and oblique 126.5 cm. In ‘Robusta’, cuttings with an oblique cut were 8% smaller. The cuttings of Toropohrytskyi’s poplar at both planting seasons were taller than cuttings with an oblique cut. **Conclusions.** The effectiveness of using cuttings with a perpendicular or oblique cut depends on the cultivar of poplar, the timing of planting and the weather conditions during vegetation season. In the conditions of the Right Bank Forest Steppe, for the cultivation of Toropohrytskyi’s poplar, it is recommended to use autumn planting of cuttings with an oblique cut. Cuttings of the varieties ‘I-45/51’ and ‘Robusta’ should be planted in autumn using a perpendicular cut, and ‘Dorskamp’ with the same cut, but in spring.

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

Надійшла / Received 11.11.2022

Погоджено до друку / Accepted 21.11.2022