

УДК 633.262.631.559

Оцінка впливу елементів технології та інших факторів на вирощування живцевих саджанців тополі

О. О. Бордусь

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail: bordus-oo@ukr.net

Мета. Вивчити особливості вирощування однорічних живцевих саджанців чотирьох культиварів із секції чорних тополь в умовах Центрального Лісостепу та вплив на цей процес агротехнічних заходів та інших чинників. **Методи.** Упродовж трьох років досліджували морфометричні характеристики живцевих саджанців тополі сортів 'Dorskamp', 'I-45/51', 'Robusta' і тополі Торопогрицького, за їх вирощування на чорноземах Центрального Лісостепу України. Для отримання саджанців були використані однорічні здерев'янілі живці завдовжки 20, 25 і 30 см, які висаджували у два терміни: осінь (третя декада листопада) та весна (перша декада квітня) упродовж 2019–2021 рр. **Результати.** За осіннього садіння живців найбільшу висоту мали живцеві саджанці тополі Торопогрицького. Вона, в середньому за три роки, становила: за використання живців довжиною 20 см – 178,4 см, 25 см – 188,7 см і 30 см – 197,0 см. Середня висота саджанців сорту 'Dorskamp' змінювалася від 158,2 до 170,3 см, у 'Robusta' – від 148,1 до 161,8 см і у 'I-45/51' – від 145,2 до 153,8 см. Найбільші розміри за весняного садіння мали рослини сорту 'Dorskamp' – від 193,8 до 197,9 см. Середня висота рослин тополі Торопогрицького становила від 151,2 до 173,5 см, сорту 'Robusta' – від 131,9 до 149,1 см, а сорту 'I-45/51' – від 122,4 до 128,3 см. При цьому найбільшу висоту у сортів 'Robusta' і 'I-45/51' мали рослини з найкоротших живців. **Висновки.** З досліджуваних культиварів на вилугуваних чорноземах передусім доцільно використовувати тополю Торопогрицького і 'Dorskamp'. Першу – висаджувати восени живцями завдовжки 30 см, а другу – навесні живцями завдовжки 20 см. Живці сортів 'I 45/51' та 'Robusta' слід висаджувати восени. Оптимальна їх довжина – 20 см. На масу однорічних живцевих саджанців тополі та частку кореневої системи у ній найбільше впливають строк садіння, сортові особливості та погодні умови вегетаційного періоду.

Ключові слова: *Populus sp. L.*; культивари; тополя Торопогрицького; 'Dorskamp'; 'Robusta'; 'I-45/51'; здерев'янілі живці; укоріненість; агролісівництво; живцеві саджанці; висота; діаметр; сура маса; частка впливу факторів.

Вступ

Людська цивілізація однією з ключових проблем виступає виснаження покладів викопних енергоносіїв на фоні швидких темпів збільшення обсягів використання енергетичних ресурсів. При цьому все це супроводжується різного роду екологічними негараздами, які частково є причиною різких кліматичних змін, що зараз спостерігаються. Все це стимулює наукові дослідження, спрямовані на отримання нових, альтернативних легковідновних джерел енергії.

Проведені дослідження вказують, на те, що одним із ефективних способів вирішення цієї проблеми є використання як джерела енергії рослинної біомаси, зокрема – деревини швидкорослих деревних видів [1–6].

Як вказує М. Dieter [6], щорічно використання деревної маси як джерела енергії на даний час інтенсивно зростає і, згідно проведених розрахунків, до 2030 року зросте на 500 млн м³ у рік.

Відомо, що серед деревних рослин помірної зони найвищими показниками продуктивності деревної маси відзначається велика кількість видів, гібридів і сортів тополі, та її культивування в Європі відоме ще з початку 17 ст. [7].

Кращі насадження тополі, за дотримання належних агротехнічних вимог, здатні продукувати за один рік у середньому 20–25 т/га сухої біомаси [2, 3, 8, 9] і зараз вона визнана однією з найважливіших рослин, для отримання енергетичної сировини [8, 10, 11].

Важливою особливістю тополь є їхня здатність до утворення міжвидових гібридів, унаслідок чого сьогодні використовуються сотні їх сортів-клонів, які вдається швидко розмножувати завдяки іншій важливій особливості тополь – здатності розмножуватися вегетативно. Серед інших тополь цими здатностями найбільш відзначаються види секцій бальзамічних і чорних тополь, останні з яких нині мають найбільше поширення в тополевих плантаціях [3, 7, 9, 12].

Італія – це країна, де культура тополі розвивається не одну сотню років, вирощування її енергетичної біомаси відбувається за різних схем, які переважно визначаються періодичністю заготівлі біомаси (від щорічного зрізування до 5–6-річної ротації). При цьому простежується тенденція до переходу на більш пізні варіанти ротації [12]. Американські дослідники вважають доцільним вирощування тополевої енергетичної біомаси до 10 років [1, 9]. Підвищення періоду вирощування дає змогу підвищити концентрацію біомаси підчас її збирання та зменшити собівартість заготівлі біомаси [13, 14].

Для поліпшення накопичення біомаси на енергетичних плантаціях тополі зі значним віком ротації, на етапі їх створення потрібно використовувати живцеві саджанці [13].

Мета досліджень – вивчити особливості вирощування однорічних живцевих саджанців чотирьох культиварів із секції чорних тополь в умовах Центрального Лісостепу та вплив на цей процес агротехнічних заходів та інших чинників.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили у 2019–2021 рр. на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, що знаходиться в с. Ксаверівка Друга Білоцерківського району Київської області. Ґрунт – вилугуваний малогумусний чорнозем.

Були використані здерев'янілі живці чотирьох культиварів: 'Dorskamp', 'I 45/51', 'Robusta' і тополя Торопогрицького. Живці нарізали секаторами з однорічних пагонів безпосередньо перед садінням. Зрізи виконували перпендикулярно до осі пагонів за трьома варіантами довжини: 20, 25 та 30 см. Крім того, був використаний варіант нарізання живців завдовжки 20 см із косим зрізом.

Садіння живців виконувалося у два строки: у кінці листопада 2018–2020 рр. та у другій декаді квітня 2019–2021 рр. Схема садіння – 125 × 50 см.

Для забезпечення успішного росту саджанців, у насадженнях щорічно виконували по чотири розпушування ґрунту з видаленням бур'янів у ряду вручну.

Протягом вегетаційного періоду визначався щомісячний приріст рослин за висотою, а восени, після припинення росту, однорічні саджанці викопувались з ґрунту і за традиційними методиками [5, 15], визначалася їх середня висота, діаметр основних коренів та кореневої шийки, а також сиру масу наземної і підземної частини рослин.

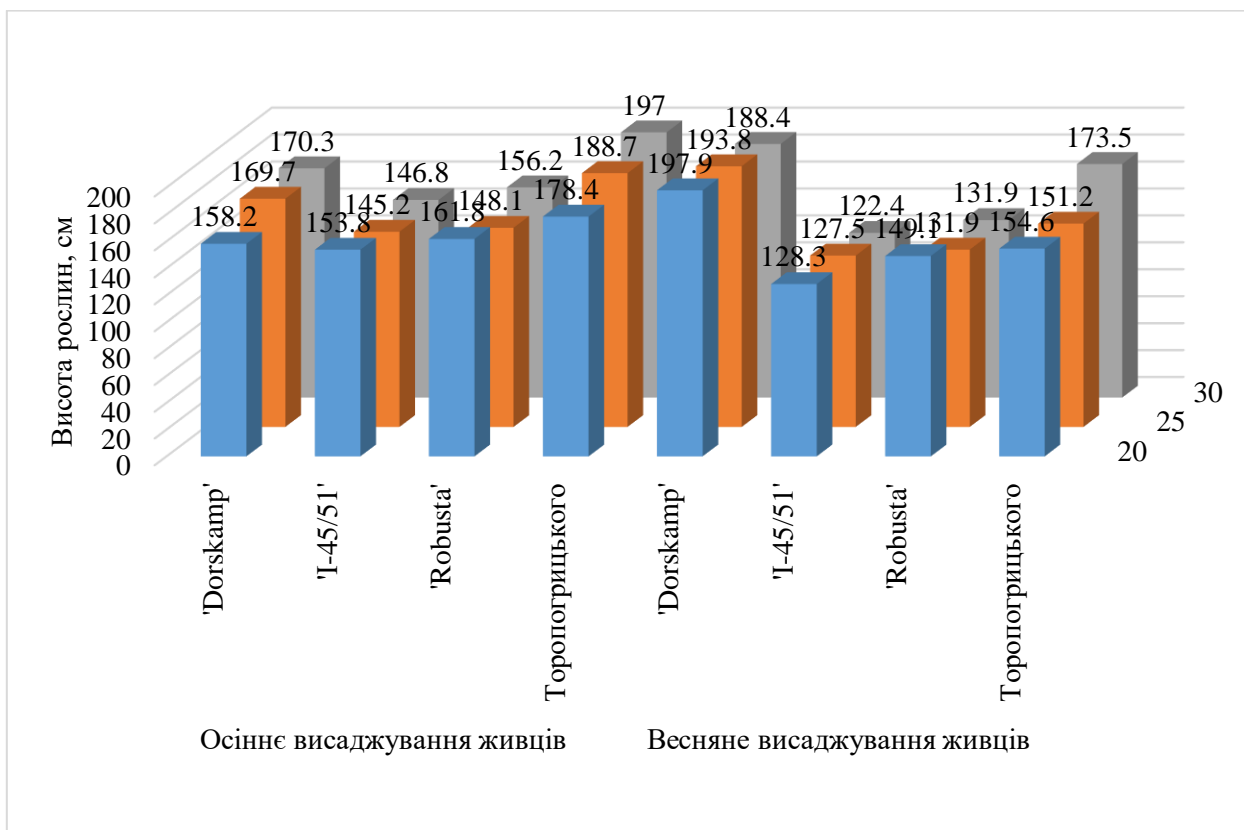
Статистичну обробку дослідних даних здійснювали методом багатofакторного дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерної програми «Statistica 6.0». Для побудови секторних діаграм частки впливу факторів на морфометричні показники однорічних живцевих саджанців тополі враховувались лише взаємодії достовірні на 95 %-му рівні ймовірності.

Результати дослідження

Установлено, що за осіннього садіння живців максимальні показники середньої висоти живцевих саджанців отримано в тополі Торопогрицького (рис. 1).

У 2019 р. їх висота зростала синхронно зі збільшенням довжини живців – від 179,7 до 196,9 см; у 2020-му мала максимальне значення в рослин, що сформувалися з живців завдовжки 20 см (183,9 ± 2,82 см), а у 2022 р. – поступово зростала, зі збільшенням розмірів живців, від 171,6 ± 7,50 до 217,6 ± 3,70 см. Висота саджанців тополі Торопогрицького суттєво перевищувала висоти решти досліджуваних культиварів у середньому за три роки.

Сорт 'Dorskamp' за три роки висота рослин теж, зі збільшенням розмірів живців, зростала – від 158,2 до 170,3 см. Однорічні саджанці сортів 'Robusta' і 'I-45/51' мали найбільшу висоту за використання живців завдовжки 20 см, яка, в середньому за три роки, становила в них відповідно 161,8 та 153,8 см.



HP_{0,05}: заг. – 27,99, сорт – 5,71, строк садіння – 4,04, довжина живців – 4,04, рік – 4,95.

Рис. 1. Середня висота однорічних саджанців тополі за різної довжини живців, см (осіннє садіння)

У варіанті з садінням живців навесні найбільші показники висоти мали саджанці сорту 'Dorskamp'. При цьому їх середня висота зменшувалася зі збільшенням довжини живців від 197,9 до 188,4 см.

Дослідження показали, що протягом вегетаційного періоду на ріст живцевих саджанців тополі впливала велика кількість чинників, частка впливу яких на різних етапах росту суттєво змінювалася (рис. 2–5).

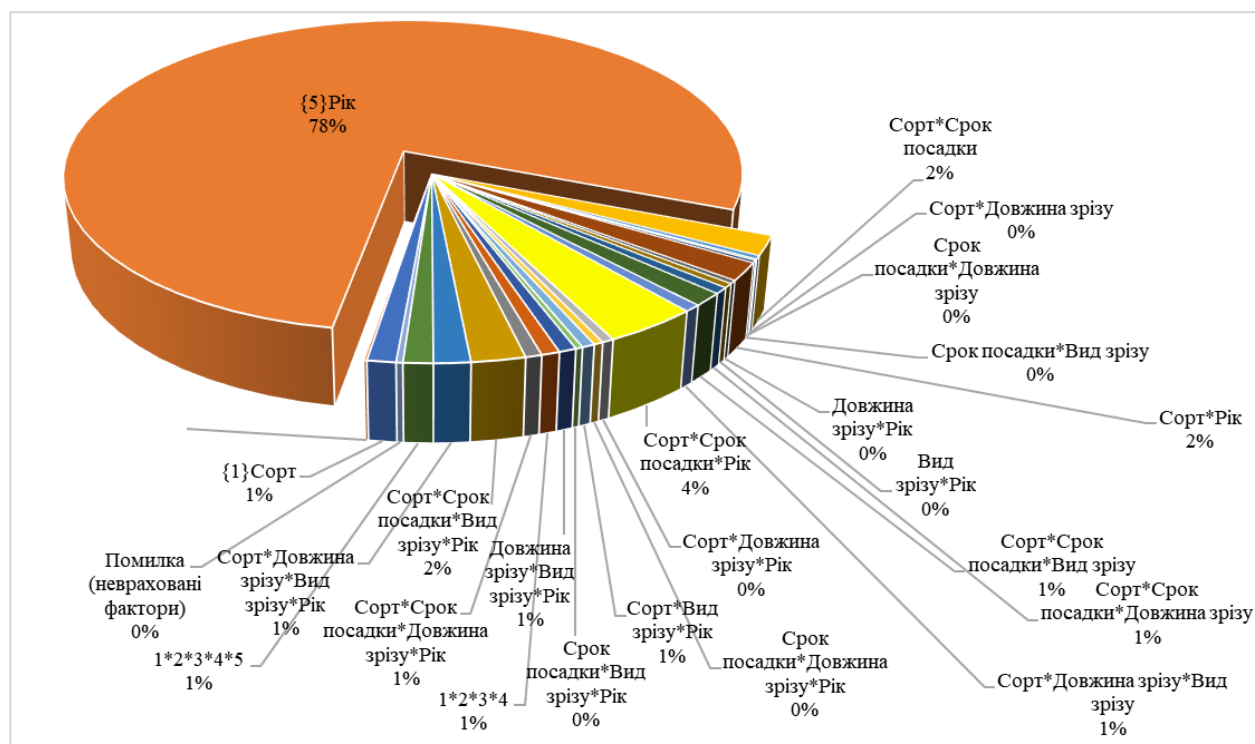


Рис. 2. Частка впливу факторів на висоту рослин тополі станом на червень

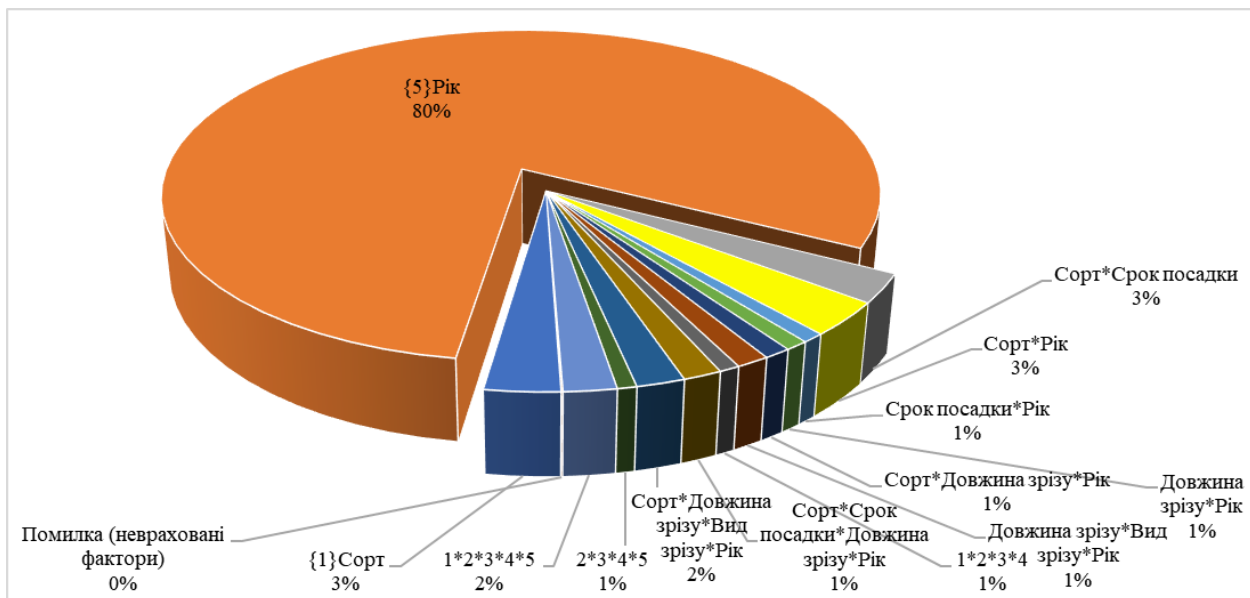


Рис. 3. Частка впливу факторів на висоту рослин тополі станом на липень

Як видно з результатів аналізу впливу факторів, у червні та липні висота рослин здебільшого залежала від умов вегетаційного періоду (рік) на 78–80 %. Це пов'язано з тим, що рослини (живці) в першій половині вегетації активно вкорінюються і швидкість проходження ростових процесів сильно залежить від доступності вологи в шарах ґрунту, в яких надалі розвиваються корінці молодих саджанців тополі.

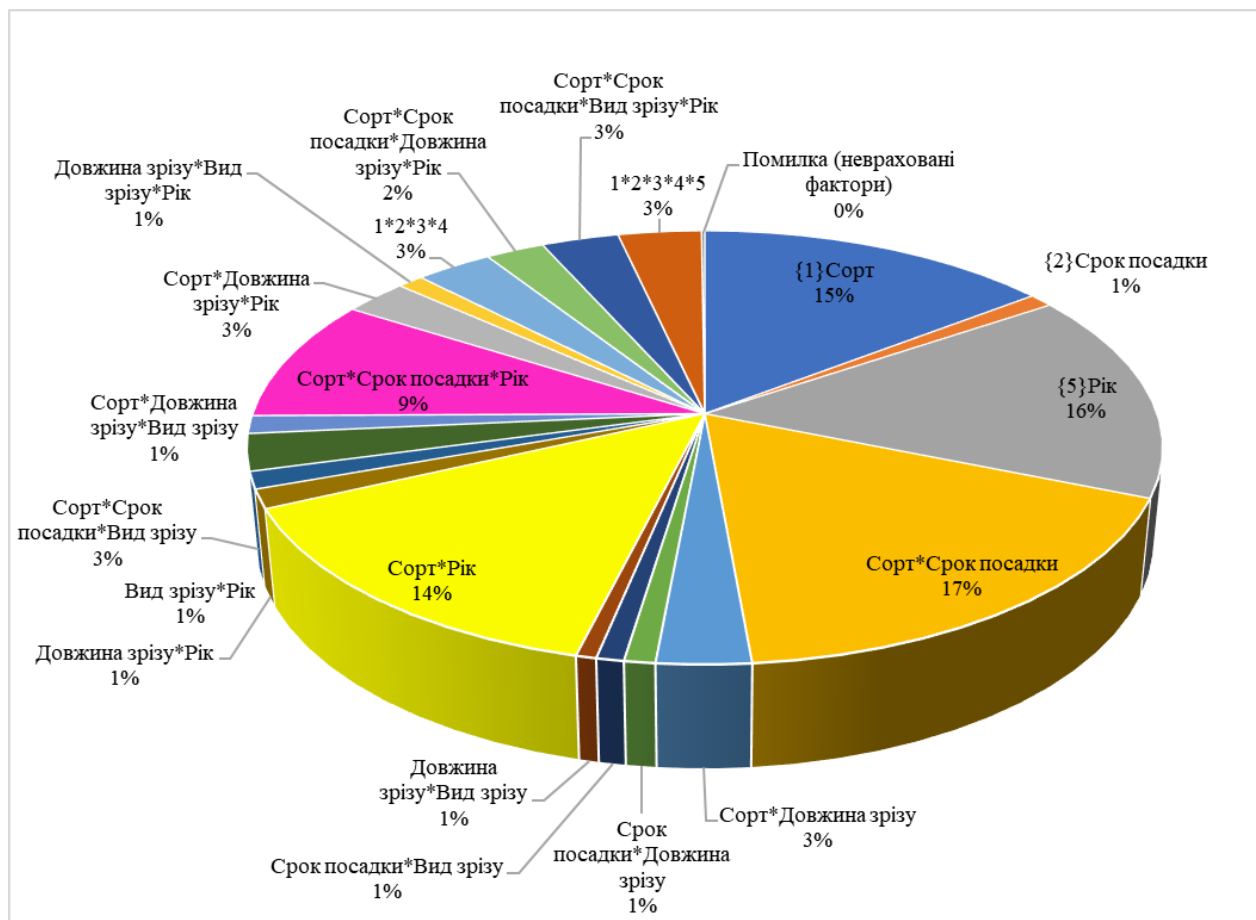


Рис. 4. Частка впливу факторів на висоту рослин тополі станом на серпень

Частки впливу факторів станом на серпень досить суттєво змінилися, порівняно з попередніми обліковими періодами, при цьому вплив умов вегетаційного періоду скоротився до 16 %. Це вказує на те, що рослини вкоренились, стали видобувати вологу з більш глибоких шарів ґрунту, що посприяло значному підвищенню впливу на висоту рослин таких факторів як: «сорт × строк

садіння» (зростає до 17 %), «сорт» – 15 %, «сорт × рік» – 14 %. Тобто значно підвищились сортові взаємодії зокрема й з умовами вегетаційного періоду. На кінець вегетації роль умов вегетаційного періоду у формуванні висоти рослин тополі зменшувалась до 2 %, тоді як вплив фактору «сорт × строк садіння × рік» становив 14 %, «сорт» – 12 %, «сорт × рік» – 10 %, «сорт × строк садіння» – 9 %, «сорт × довжина зрізу» – 9 %, «сорт × довжина зрізу × рік» – 7 %.

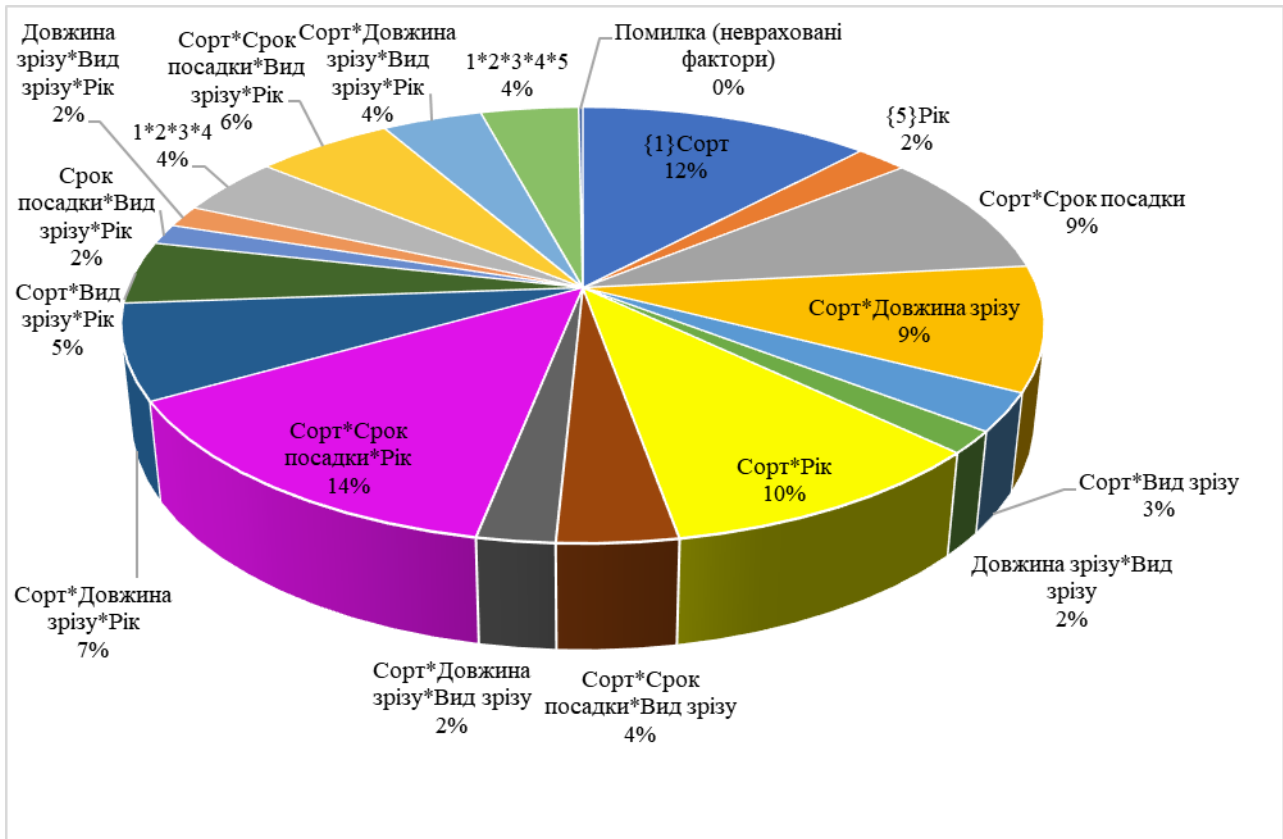
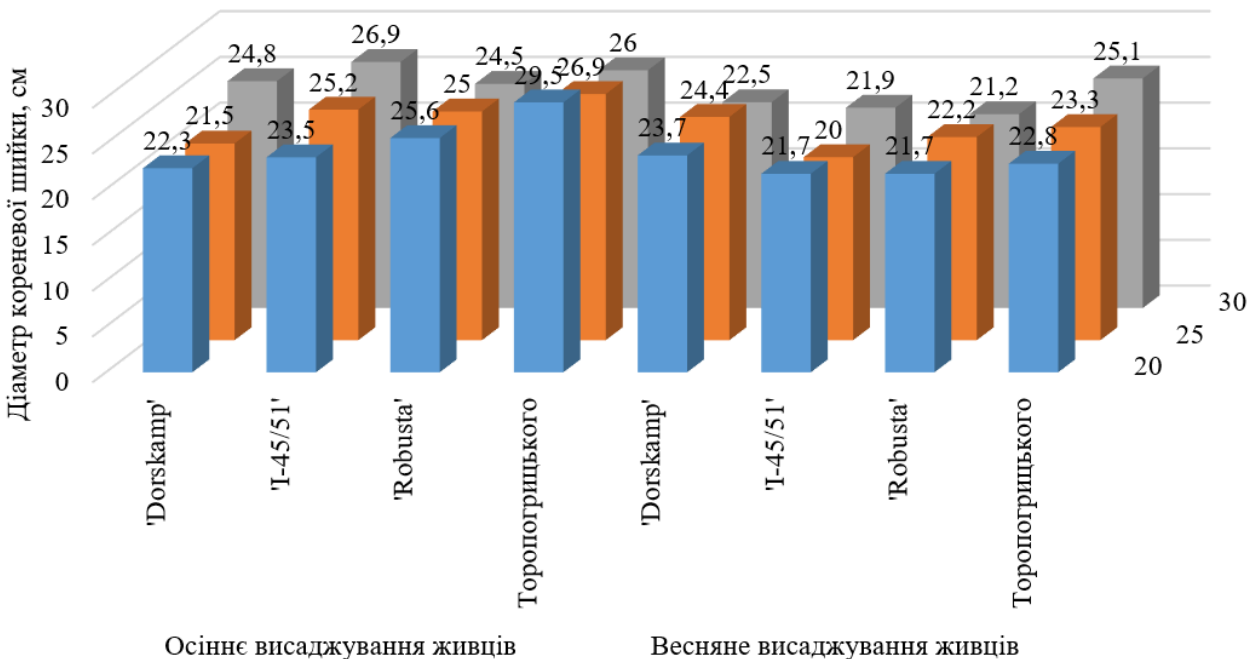


Рис. 5. Частка впливу факторів на висоту рослин тополі станом на жовтень

Установлено, що з висотою рослин значною мірою корелює середній діаметр кореневої шийки (рис. 6).



Осінь висаджування живців

Весняне висаджування живців

НІР_{0,05}: заг. – 4,32, сорту – 0,88, строку садіння – 0,62, довжини живців – 0,62, виду зрізу – 0,62, року – 0,76

Рис. 6. Середній діаметр кореневої шийки одnorічних саджанців тополі за різної довжини живців, мм

Як видно з даних, у середньому за три роки найбільшими показниками діаметра кореневої шийки, за осіннього садіння живців, відзначалася тополя Торопогрицького. При цьому, найбільший середній діаметр (29,5 мм) зафіксований за використання найкоротших (20 см) живців. Така ж залежність виявилася і у сорту '1-45/51', діаметр якого у рослин такого ж варіанту становив 25,6 мм. У культиварів 'Dorskamp' і 'Robusta' найбільший діаметр мали живцеві саджанці з найдовших живців – 24,8 та 26,9 мм відповідно.

За висаджування живців навесні середні діаметри кореневої шийки саджанців тополі в цілому виявилися дещо меншими. Як і за осіннього садіння, найбільшим діаметром відзначалися саджанці тополі Торопогрицького (25,1 мм), але – за використання найдовших живців (довжиною 30 см). У культивару 'Dorskamp' найбільший діаметр кореневої шийки виявився у саджанці з живців завдовжки 25 см – 24,4 мм, а у решти досліджуваних сортів товщина кореневої шийки була меншою ніж у описаних вище сортів і практично не залежала від довжини живця.

Розраховані частки впливів факторів на діаметр кореневої шийки однорічних саджанців тополі засвідчують вагомість комплексних взаємодій факторів досліду з умовами вегетаційного періоду (рис. 7).

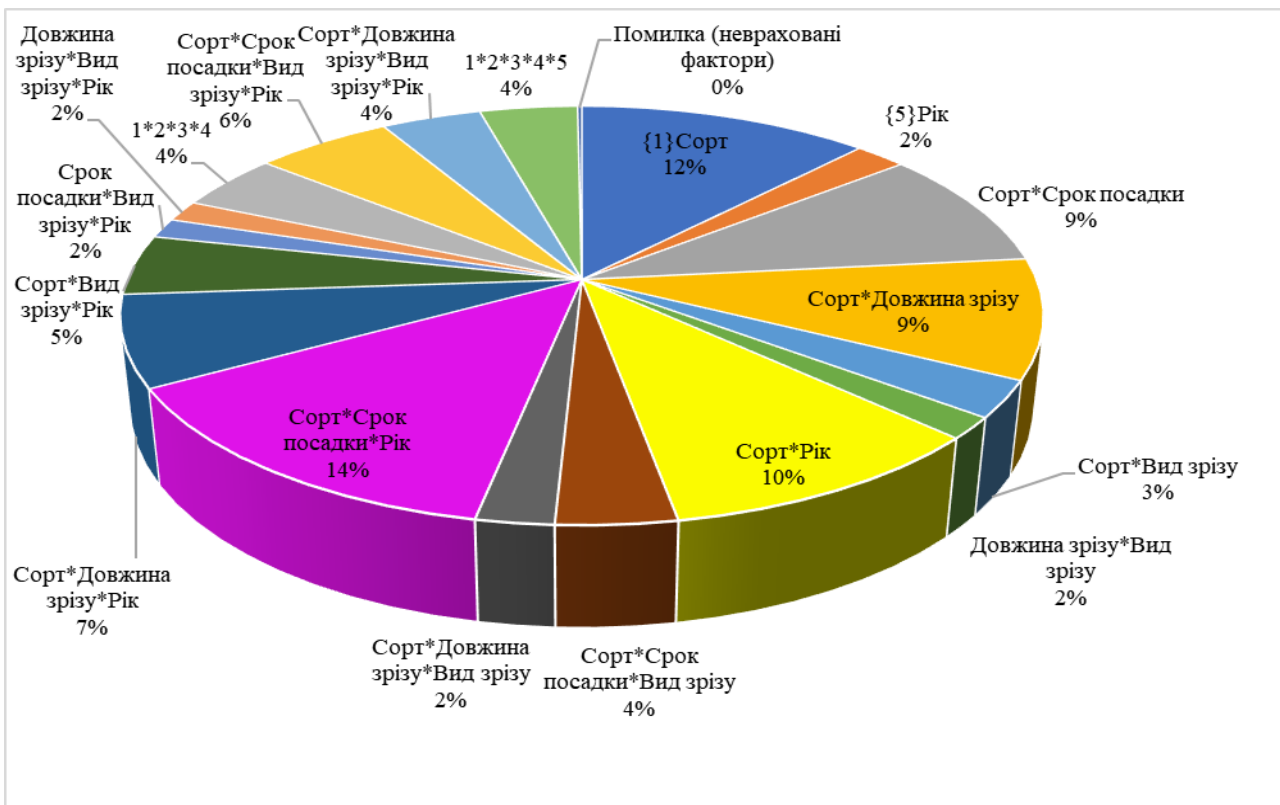


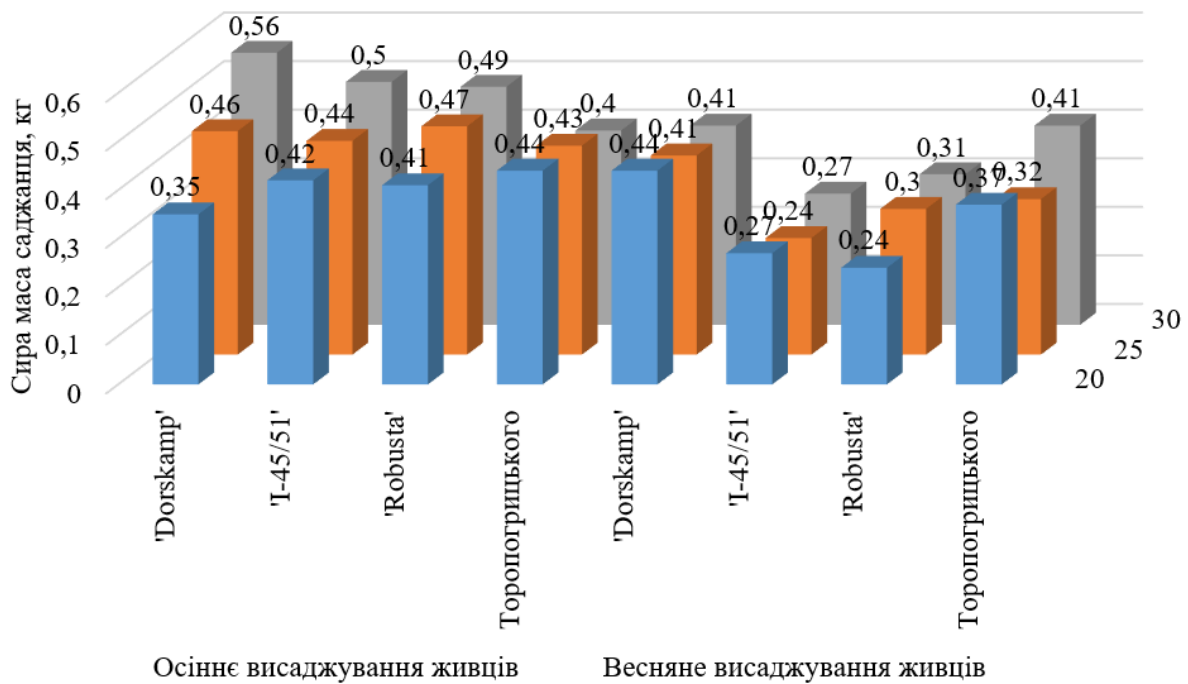
Рис. 7. Частка впливу факторів п'ятифакторного досліду на діаметр кореневої шийки однорічних саджанців тополі

Серед основних факторів досліду найбільш вагомий вплив появлявся в строку посадки живців (12%), а умови вегетаційного періоду впливали на 7%. Причому, саме на частку взаємодій різних факторів і припадає основний відсоток дисперсії досліду. Так, взаємодія «сорт × рік» становить 10%, «сорт × строк садіння × рік» – 9%, «сорт × вид зрізу × рік» – 8%.

При цьому, в процесі проведення дисперсійного аналізу багатофакторного досліду, враховувались лише взаємодії достовірні на 95%-му рівні ймовірності, а решта впливів при побудові графічної частки не враховувались.

Отже, багатофакторний дисперсійний аналіз показав вагомість взаємодій впливу факторів на формування діаметру саджанців тополі, особливо в контексті взаємодії факторіальних ознак у комплексі. Адже в умовах відкритого ґрунту важко створити ідеальну ситуацію, у якій немає взаємодії факторів між собою.

Результати дослідження маси однорічних саджанців біоенергетичної тополі показали, що за осіннього садіння більшість рослин переважної більшості варіантів досліду мають більшу середню масу, ніж за весняного садіння (рис. 8).



$HP_{0,05}$: заг. – 0,14, сорту – 0,03, строку садіння – 0,02, довжини зрізу – 0,02, виду зрізу – 0,02, року – 0,03

Рис. 8. Середня сира маса однорічних саджанців тополі за різної довжини живців та строків садіння живців, кг

Дані отримані також у сортів 'I-45/51' – 0,49 та 'Robusta' – 0,50 кг. Тополя Торопогрицького відзначилася найважчими живцевими саджанцями з найкоротших живців – 0,44 кг.

За весняного висаджування живців найбільшою масою (0,44 кг) також мали рослини культивуару 'Dorskamp', але за використання 20 см живців.

Тополя сорту 'Robusta' мала приблизно однакову масу, яка не залежала від довжини живця. У сортів 'I-45/51' та тополі Торопогрицького найбільшу масу мали рослини з 30 см живців – 0,31 та 0,41 кг відповідно.

Однорічні живцеві саджанці тополі використовуються у якості садивного матеріалу, важливим показником є частка кореневої маси у загальній масі рослини, то му що зі збільшенням частки коріння зростає відсоток приживлюваність рослин при їх пересаджуванні. Отримані дані свідчать, що цей показник у досліджуваних сортів у середньому за три роки корелює від 36,5 до 55,9 %. Із посаджених восени живців він є дещо вищим – від 39,8 до 55,9 %, у той час коріння в загальній масі, як за весняного садіння саджанців становить від 36,5 до 46,8 %.

Під час викопування однорічних саджанців вирощених у відкритому ґрунті тополі значна частка кореневої системи втрачається, залишаючись у ґрунті, тому коріння саджанців, після їх посадки, не завжди здатне забезпечити надземну частину поживними речовинами і водою що часто призводить до відмирання такого садивного матеріалу.

Також вираховані частки впливів факторів на формування сирій маси однорічних саджанців тополі, які показують взаємодію факторів досліді між собою та з умовами вегетаційного періоду вирощування (рік) (рис. 9).

Установлено, що серед основних факторів вагомий вплив на ознаку появлявся в строку посадки живців (20 %), а на частку взаємодій «сорт × строк садіння × рік» – 16 %, на комплексну взаємодію всіх факторів досліді «1 × 2 × 3 × 4 × 5» – 7 %, та на «сорт × вид зрізу × рік» – 6 %.

Відображено також і частки впливів факторів на формування частки кореневої системи в сирій масі однорічних саджанців тополі, які показують взаємодію факторів досліді між собою та з умовами вегетаційного періоду вирощування (рік) (рис. 10).

Установлено, що серед основних факторів вагомий вплив на ознаку появлявся в умов вегетаційного періоду (25 %), що цілком закономірно в плані того що рослини для росту й розвитку потребують вологи, а за відсутності її в ближніх шарах ґрунту пошук вологи здійснюється завдяки збільшення інтенсивності зростання кореневої системи.

Отримані під час виконання досліджень результати дозволили удосконалити окремі елементи технології вирощування живцевих саджанців тополі на малогумусних чорноземах Центрального Лісостепу України. З'ясувалося, що на ріст живцевих саджанців суттєво впливають сортові особливості, що вказує на необхідність уважно підходити до вибору сорту тополі на етапі планування лісокультурних робіт в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, на що також вказують низка інших дослідників [4, 14, 16].

У досліджуваних умовах передусім доцільно використовувати тополю Торопогрицького і культивар 'Dorskamp'. Оптимальний термін садіння її живців – пізня осінь, а оптимальна їх довжина – 30 см. Насадження клону 'Dorskamp' доцільно створювати навесні живцями завдовжки 20 см. Останню довжину слід використовувати під час осіннього висаджування живців сортів 'Robusta' та 'I-45/51'.

Отримані в регіоні досліджень позитивні результати вирощування живцевих саджанців тополі із живців завдовжки 20 см підтверджують певну схожість основних елементів агротехніки вирощування тополі, які використовуються в різних регіонах зони помірного клімату. Зокрема, вони корелюють з висновками, зробленими низкою авторів [4, 16, 17], які теж вказують на ефективність використання відносно коротких живців тополі (завдовжки 20 см). Щоправда, в несприятливих умовах можуть бути використані значно довші живці [18], а в тепличних умовах, навпаки, – дуже короткі, завдовжки 5–10 см [19].

Наші дослідження щодо термінів садіння показали про можливість успішного вкорінення живців тополі та росту живцевих саджанців які з них вирости, як за осіннього, так і за весняного садіння, що підтверджуються також іншими авторами [8, 9].

Загалом варто відзначити суттєві відмінності показників укорінення і середньої висоти рослин за роками, термінами садіння, розмірами живців та сортовими особливостями. Особливо слід 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, що негативно вплинула на показники укорінення і росту рослин досліджуваних сортів, була суха й холодна погода протягом першої половини весняного періоду, коли наклалася дія двох факторів: недостатня кількість опадів і недостатня для початку росту температура середовища.

Висновки

За осіннього садіння живців найбільшу висоту мали живцеві саджанці тополі Торопогрицького. Вона, в середньому за три роки, становила: за використання живців довжиною 20 см – 178,4 см, 25 см – 188,7 см і 30 см – 197,0 см. Середня висота саджанців сорту 'Dorskamp' змінювалася від 158,2 до 170,3 см, у 'Robusta' – від 148,1 до 161,8 см і у 'I-45/51' – від 145,2 до 153,8 см.

Найбільші розміри за весняного садіння мали рослини сорту 'Dorskamp' – від 193,8 до 197,9 см. Середня висота рослин тополі Торопогрицького становила від 151,2 до 173,5 см, сорту 'Robusta' – від 131,9 до 149,1 см, а сорту 'I-45/51' – від 122,4 до 128,3 см. При цьому найбільшу висоту у сортів 'Robusta' і 'I-45/51' мали рослини з найкоротших живців.

З досліджуваних культиварів на вилугуваних чорноземах передусім доцільно використовувати тополю Торопогрицького і 'Dorskamp'. Першу – висаджувати восени живцями завдовжки 30 см, а другу – навесні живцями завдовжки 20 см. Живці сортів 'I-45/51' та 'Robusta' слід висаджувати восени. Оптимальна їх довжина – 20 см.

На масу однорічних живцевих саджанців тополі та частку кореневої системи у ній найбільше впливають строк садіння, сортові особливості та погодні умови вегетаційного періоду.

Використана література

1. 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. 25, Iss. 5–6. P. 385–406. doi: 10.1080/07352680500316334
2. 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
3. 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.
4. 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 Bioenergy*. 2012. Vol. 42. P. 151–163. doi: 10.1016/j.biombioe.2012.03.005

5. 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.
6. Dieter M. Poplars and Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources for Future Green Economies. In *25th Session of the International Poplar Commission: Working Paper IPC/15*. Rome: FAO, 2016. 19 p. URL: <https://www.fao.org/forestry/45092-0fcd1e7430938785c3e2c0a0a03329a88.pdf>
7. Stoffel R. Short rotation woody crops – Hybrid poplar. 2008. URL: https://www.forestry.umn.edu/sites/forestry.umn.edu/files/cfans_asset_356341.pdf
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/items/4fc4c825-923c-4655-bcdc-73d36912d123>
9. 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
10. El Bassam N. Handbook of Bioenergy Crops A Complete Reference to Species, Development and Applications. London, UK: Earthscan, 2010. 545 p.
11. Дебринюк Ю. М., Фучило Я. Д. Плантаційні лісові насадження в Україні: концептуальні засади, ресурсний потенціал та енергетичне використання. Львів : Галицька видавнича спілка, 2020. 504 с.
12. Spinelli R. Short rotation coppice production in Italy. *Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 61*. Potsdam-Bornim, Germany, 2007. P. 158–167.
13. Spinelli R., Natti C., Magagnotti N. Harvesting short-rotation poplar plantations for biomass production. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 2008. Vol. 29, Iss. 2. P. 129–139.
14. Spinelli R., Natti C., Magagnotti N. Using modified foragers to harvest short-rotation poplar plantations. *Biomass and Bioenergy*. 2009. Vol. 33, Iss. 5. P. 817–821. doi: 10.1016/j.biombioe.2009.01.001
15. Фучило Я. Д., Сінченко В. М., Ганженко О. М. та ін. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь. Київ : Компрінт, 2018. 137 с.
16. 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. 4–5. P. 169–182. doi: 10.1515/sg-2006-0024
17. Zalesny R., Hall R., Bauer E., Riemenschneider D. Shoot Position Affects Root Initiation and Growth of Dormant Unrooted Cuttings of Populus. *Silvae Genetica*. 2003. Vol. 52, Iss. 5. P. 273–279.
18. Zalesny R. S., Bauer E. O., Hall R. B. et al. 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*. 2005. Vol. 7, Iss. 3. P. 177–197. doi: 10.1080/16226510500214632
19. Desrochers A., Thomas B. R. A comparison of pre-planting treatments on hardwood cuttings of four hybrid poplar clones. *New Forests*. 2003. Vol. 26, Iss. 1. P. 17–32. doi: 10.1023/A:1024492103150

References

1. 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
2. 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
3. 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. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 7, 66–69. [In Ukrainian]
4. 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 Bioenergy*, 42, 151–163. doi: 10.1016/j.biombioe.2012.03.005
5. Fuchylo, Ya. D., Litvin, V. M., & Sbytna, M. V. (2012). *Biological, ecological and technological aspects of poplar plantations cultivation in the conditions of Kyiv Polissya*. Kyiv: Logos. [In Ukrainian]
6. Dieter, M. (2016). Poplars and Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources for Future Green Economies. In *25th Session of the International Poplar Commission: Working Paper IPC/15* (Berlin, 13–16 Sept. 2016). Rome: FAO. Retrieved from <https://www.fao.org/forestry/45092-0fcd1e7430938785c3e2c0a0a03329a88.pdf>
7. 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
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. In *A Thesis Presented to The University of Guelph*. Guelph, Ontario, Canada. Retrieved from <https://atrium.lib.uoguelph.ca/items/4fc4c825-923c-4655-bcdc-73d36912d123>
9. 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

10. El Bassam, N. (2010). *Handbook of Bioenergy Crops A Complete Reference to Species, Development and Applications*. London, UK: Earthscan.

11. Debryniuk, Yu. M., & Fuchylo, Ya. D. (2020). *Plantation forests in Ukraine: conceptual foundations, resource potential and energy use*. Lviv: Galicia Publishing Union. [In Ukrainian]

12. Spinelli, R. (2007). Short rotation coppice production in Italy. In *Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 61* (pp. 158–167). Potsdam-Bornim, Germany.

13. Spinelli, R., Natti, C., & Magagnotti, N. (2008). Harvesting short-rotation poplar plantations for biomass production. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 29(2), 129–139.

14. Spinelli, R., Natti, C., & Magagnotti, N. (2009). Using modified foragers to harvest short-rotation poplar plantations. *Biomass and Bioenergy*, 33(5), 817–821. doi: 10.1016/j.biombioe.2009.01.001

15. Fuchylo, Y. D., Sinchenko, V. M., Hanzhenko, O. M., Humentyk, M. Y., Pyrkin, V. I., Prysiazniuk, O. I., ... Tkachenko, A. M. (2018). *The methodology of the study of willow and poplar energy plantations*. Kyiv: Komprint. [In Ukrainian]

16. 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. doi: 10.1515/sg-2006-0024

17. Zalesny, R., Hall, R., Bauer, E., & Riemenschneider, D. (2003). Shoot Position Affects Root Initiation and Growth of Dormant Unrooted Cuttings of Populus. *Silvae Genetica*, 52(5), 273–279.

18. 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(3), 177–197. doi: 10.1080/16226510500214632

19. 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. doi: 10.1023/A:1024492103150

UDC 630.2:630.18

Bordus, O. O. (2023). Assessment of the influence of the elements of cultivation technology and other factors on the growing of poplar seedlings. *Advanced Agritechnologies*, 11(3). <https://doi.org/10.47414/na.11.3.2023.288676> [In Ukrainian]

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03141, Ukraine, e-mail: bordus-oo@ukr.net

Purpose. To study the peculiarities of growing one-year seedlings obtained from cuttings of four black poplar cultivars in the Central Forest Steppe and the influence of agrotechnical measures and other factors on this process. **Methods.** For three years, the morphometric characteristics of the seedlings of poplar varieties 'Dorskamp', 'I-45/51', 'Robusta', and Toropohrytskyi poplar, grown on chernozems of the Central Forest Steppe of Ukraine, were studied. One-year lignified 20, 25 and 30-cm long cuttings were used to obtain seedlings that were planted in two periods: autumn (late November) and spring (beginning of April) in the years 2019–2021. **Results.** For autumn planting, cuttings of Toropohrytskyi poplar had the highest height. It was, on average, over three years, 178.4 cm when using cuttings with a length of 20 cm, 188.7 cm with cuttings of 25 cm, and 197.0 cm with cuttings of 30 cm. The average height of seedlings of 'Dorskamp' variety ranged from 158.2 up to 170.3 cm, in 'Robusta' from 148.1 to 161.8 cm and in 'I-45/51' from 145.2 to 153.8 cm. Plants of 'Dorskamp' variety had the largest dimensions during spring planting, which ranged from 193.8 to 197.9 cm. The average height of Toropohrytskyi poplar plants was from 151.2 to 173.5 cm, of 'Robusta' variety from 131.9 to 149.1 cm, and of 'I-45/51' from 122.4 to 128.3 cm. At the same time, the plants from the shortest cuttings had the highest height in varieties 'Robusta' and 'I-45/51'. **Conclusions.** Of the studied cultivars cultivated on leached chernozems, it is primarily advisable to use Toropohrytskyi poplar and 'Dorskamp' variety. The first one should be planted in autumn using 30-cm cuttings, and the second one should be planted in spring using 20-cm cuttings. Cuttings of the 'I-45/51' and 'Robusta' varieties should be planted in autumn. Their optimal length is 20 cm. The weight of one-year-old poplar cuttings and the proportion of their root system are most influenced by the time of planting, varietal characteristics and weather conditions of the growing season.

Keywords: *Populus sp. L.; cultivars; Toropohrytskyi poplar; 'Dorskamp'; 'Robusta'; 'I-45/51'; lignified cuttings; rooting; seedlings from cuttings; height; diameter; raw mass; share of influence of factors.*

Надійшла / Received 03.10.2023
Погоджено до друку / Accepted 18.10.2023