

**КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

КОСТЕНКО СВІТЛАНА МИКОЛАЇВНА

УДК 574.3:582.711.11:712.4(477-25)

**БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ
PHILADELPHUS L. ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В
ОЗЕЛЕНЕННІ М. КИЄВА**

06.03.01 – лісові культури та фітомеліорація

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті біоресурсів і природокористування України Кабінету Міністрів України

Науковий керівник доктор сільськогосподарських наук, професор
Ковалевський Сергій Борисович,
Національний університет біоресурсів і природокористування України, професор кафедри дендрології та лісової селекції

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Шлапак Володимир Петрович,
Уманський національний університет садівництва, завідувач кафедри лісового господарства

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Пушкар Василь Васильович,
Національна академія керівних кадрів культури і мистецтв, професор кафедри ландшафтної архітектури

Захист відбудеться «___» квітня 2015 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.09 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ-41, вул. Генерала Родімцева, 19, навчальний корпус № 1, кімната 97

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ-41, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розісланий «___» лютого 2015 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. Г. Лашенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Важливу роль у поліпшенні довкілля мегаполісів, зокрема м. Києва, відіграє рослинне різноманіття. Сучасна стратегія інтродукції деревних рослин спрямована на впровадження в зелене будівництво нових високодекоративних культиварів, особливо кущів, які значно покращують і оптимізують стан насаджень, утворюючи середній та нижній яруси. Одним із перспективних представників кущових рослин в озелененні нашої столиці є чубушник. Численні види й оригінальні культивари цього роду майже не використовуються в садово-парковому будівництві, хоча асортимент чубушників досить широко представлений у ботанічних садах і дендропарках м. Києва. Це, очевидно, пов'язане з тим, що широкому впровадженню нових інтродуцентів, перспективних для збагачення біорізноманіття в регіоні, повинні передувати всебічні дослідження їх біологічних, екологічних та декоративних особливостей.

Упродовж останніх десятиліть дослідженням чубушників у різних регіонах України присвячено ряд робіт (Довбиш Н. Ф., 2002; Долгова Л. Г., Вербицька О. О., 2009; Хархота Л. В., 2010; Зайцева І. А., 2012). Проте, ці дослідження охоплюють переважно південно-східні регіони з більш м'яким кліматом і не такими різкими коливаннями температурного режиму. В умовах Правобережного Лісостепу над вивченням біоекологічних особливостей родини *Hydrangeaceae* Dum., у тому числі й деяких чубушників, працювала Т. С. Счепіцька (2000). Однак проведені нею дослідження чубушників потребують розширення і доповнення, особливо стосовно анатомо-морфологічних і біохімічних особливостей, ризогенезу з застосуванням сучасних стимуляторів росту та використання мікроклонального розмноження, що дозволить зробити висновки про перспективність і доцільність використання цих рослин в озелененні м. Києва.

Тому розробка питань розмноження й використання інтродукованих малопоширених кущових рослин з урахуванням їх біоекологічних властивостей і декоративних якостей у відповідних екологічних умовах регіону є важливою та актуальною проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з науковими дослідженнями проведеними у Національному університеті біоресурсів і природокористування України в межах держбюджетної теми «Біотехнологічні підходи ідентифікації фітопатогенів, генної паспортизації, розмноження та переробка цінних сільськогосподарських рослин» (номер державної реєстрації 0113U003828), до якої автор залучалася як виконавець окремих підрозділів.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є оцінка біологічних та екологічних особливостей інтродукованих представників роду *Philadelphus* L. в умовах м. Києва для широкого використання в озелененні.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

– провести інвентаризацію вуличних та колекційних насаджень ботанічних садів й узагальнити досвід використання культиварів роду *Philadelphus* L. у садово-парковому будівництві регіону досліджень;

- проаналізувати сезонний ритм розвитку, особливості росту й цвітіння, а також морозо- та посухостійкість досліджуваних чубушників в умовах м. Києва;
- дослідити різні способи розмноження представників роду *Philadelphus* L. та запропонувати найбільш ефективні методи;
- провести аналіз анатомо-морфологічних особливостей чубушників;
- вивчити особливості фотосинтетичного апарату й пігментного складу у листках представників роду *Philadelphus* L.;
- дослідити вторинні метаболіти фенольної природи й проаналізувати сортоспецифічні та адаптаційні особливості чубушників.

Об'єкт дослідження – представники роду *Philadelphus* L., а саме: *Ph. coronarius* L., *Ph. coronarius* 'Nana' Mill., *Ph. lemoinei* 'Avalanche', *Ph. l.* 'Albatre', *Ph. l.* 'Innocence' та *Ph. l.* 'Manteau d'Hermine', що зростають у насадженнях м. Києва.

Предмет дослідження – біологічні та екологічні особливості представників роду *Philadelphus* L. в умовах м. Києва.

Методи дослідження. Під час виконання роботи, були використані наступні методи: візуальні (визначення декоративності і життєвого стану кущів), фенологічні, спектрофотометричні (хлорофіли, каротиноїди, феноли, флавоноїди, кумарини), хроматографічні (флавоноїди, кумарини), анатомо-гістохімічні, екологічні (морозо-, посухо- і жаростійкість), біофізичні (електропровідність листків, індукція флуоресценції хлорофілу), статистичні (обробка експериментальних даних).

Наукова новизна одержаних результатів. Основні теоретичні положення дисертаційних досліджень, які визначають новизну отриманих наукових результатів, полягають у наступному:

уперше:

- проведена інвентаризація насаджень загального та обмеженого користування м. Києва, що дозволило встановити таксономічний склад чубушників;

- досліджено морфо-анатомічні особливості однорічних пагонів представників роду *Philadelphus* L., що дало змогу виявити в їх будові консервативні та екологічно пластичні анатомічні елементи;

- проаналізовано функціональний стан фотосистем та визначено склад пігментного комплексу листків досліджуваних чубушників, що дало можливість оцінити потенційну здатність цих рослин до фотосинтезу й обґрунтувати успішність їх адаптації в умовах міських насаджень;

- досліджено склад і вміст основних фенольних сполук у тканинах листків представників роду *Philadelphus* L., що дозволило виявити залежність синтезу вторинних метаболітів від впливу зовнішніх чинників та специфічну групу флавоноїдів у карликової форми чубушника;

удосконалено:

- спосіб відбору експлантатів та отримання асептичної культури культиварів роду *Philadelphus* L.;

- живильне середовище MS для різних етапів морфогенезу досліджуваних чубушників шляхом підбору оптимального складу та концентрації регуляторів

росту рослин;

отримало подальший розвиток знання про онтогенез досліджуваних чубушників та їх розмноження *in vitro* з метою одержання значної кількості генетично однорідного й оздоровленого садивного матеріалу.

Практичне значення одержаних результатів. Обґрунтована доцільність і перспективність використання представників роду *Philadelphus* L. в озелененні м. Києва. Встановлені оптимальні схеми вирощування адаптованого садивного матеріалу, визначені способи обробки зелених живців стимуляторами коренеутворення, що забезпечує максимальний вихід життєздатних саджанців. Удосконалена методика мікроклонального розмноження чубушників і запропонований спосіб відбору експлантатів та отримання асептичної культури культиварів роду *Philadelphus* L. (патент України на корисну модель № 89630 від 25.04.2014 р.).

Основні результати наукового дослідження за темою дисертації впроваджені в Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України (довідка впровадження від 7.05.2014 р.), ботанічному саду Національного університету біоресурсів і природокористування України (акт про впровадження від 28.07.2014 р.) та базовому розсаднику Української корпорації «Укрзеленбуд» (довідка від 12.02.2014 р.).

Окремі положення дисертації використовуються у навчальному процесі під час викладання дисциплін «Ботаніка», «Декоративне садівництво», «Садово-паркове будівництво», «Лісова селекція», «Інтродукція та адаптація деревних рослин», «Декоративна дендрологія», «Мікроклональне розмноження деревних рослин» для студентів напряму підготовки «Лісове і садово-паркове господарство» Національного університету біоресурсів і природокористування України (акт впровадження від 23.06.2014 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертантом особисто проведений підбір і опрацьована наукова література, виконаний весь обсяг експериментальних досліджень, проведена статистична обробка отриманого цифрового матеріалу. Сформульовані у роботі наукові положення, висновки та практичні рекомендації є особистим науковим доробком автора.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи апробовані на науковій конференції молодих дослідників «Теоретичні та прикладні аспекти збереження біорізноманіття» (Умань, 2013 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми наук про життя та природокористування» (Київ, 2013 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Стратегія розвитку декоративного розсадництва» (Київ, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Лісове і садово-паркове господарство XXI сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (Київ, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих науковців «Проблеми та перспективи досліджень рослинного світу» (Ялта, 2014 р.); Międzynarodowej Naukowo Praktycznej Konferencji «Aktualne naukowe badania. Od teorii do praktyki» (Białystok, 2014); II Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту» (Біла Церква, 2014 р.).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 11 наукових праць, із них: п'ять статей у фахових виданнях України, з яких чотири – включені до міжнародної наукометричної бази, одна – в інших наукових виданнях, чотири – матеріали і тези доповідей на конференціях та один патент на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел (251 найменування, з яких 41 – іноземних авторів) та двох додатків на 6 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 187 сторінок комп'ютерного тексту, на 149 з яких викладений основний зміст. Дисертація містить 20 таблиць і проілюстрована 43 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1. Систематичне положення, видове різноманіття та особливості представників роду *Philadelphus* L. У розділі на основі аналізу літературних джерел наведені дані щодо основних етапів інтродукції, а також екологічних та біологічних особливостей представників роду *Philadelphus* L. Проаналізовано основні напрями дослідження чубушника починаючи від класичних праць Н. К. Вехова (1952) і закінчуючи останніми повідомленнями українських (Счепіцька Т. С., 2000; Довбиш Н. Ф., 2002; Вербицька О. О., 2009; Хархота Л. В., 2010; Долгова Л. Г., Зайцева І. А., 2012), а також закордонних (Муцаї Р. et al., 1999–2001; Jantová S. et al., 2000, 2001; Henselova M., 2002; Yang X.-P. et al., 2003; Мельникова Н. Н., 2006; Vako V. et al., 2006–2011; Grančai D., Gospodarek J., 2008; Аубакирова Л. С., 2011) авторів.

Розділ 2. Матеріали і методика досліджень. Експериментальну роботу проводили упродовж 2011–2014 рр. у проблемній науково-дослідній лабораторії фітовірусології та біотехнології й розсаднику кафедри «Лісовідновлення та лісорозведення» Національного університету біоресурсів і природокористування України та Інституті садівництва НААН України. Візуальні і фенологічні дослідження та відбір зразків чубушників проводили у вуличних насадженнях, Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України, а також ботанічному саду і розсаднику кафедри «Лісовідновлення та лісорозведення» Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Загальний стан представників роду *Philadelphus* L. оцінювали за п'ятибальною шкалою, враховуючи частку втраченого листяного покриву (Левон В. Ф., 1980), декоративність – за п'ятибальною шкалою (Калініченко О. А., 2003). Фенологічні спостереження проводили за загальноприйнятими методиками («Методика фенологічних спостережень в ботанічних садах СРСР», 1975; Булыгин Н. Е., 1979). Морозостійкість визначали за допомогою лабораторного методу прямого проморожування пагонів (Соловьева М. А., 1982, Грохольський В. В., 2005), посухостійкість – лабораторним методом, який базується на здатності листя утримувати вологу (Еремеев Г. Н., 1974). Показник «середня диференціальна швидкість втрати води» розраховували за формулою водоутримуючої здатності листків (Авдеев В. И., 2006). Жаростійкість визначали за методикою Ф. Ф. Мацькова (1999). Оцінку функціонального стану листків

здійснювали портативним приладом для вимірювань ІФХ «Флора-тест», який дає змогу реєструвати індукційну криву флуоресценції («криву Каутського»), за параметрами якої можна з'ясувати перебіг процесів світлової і темної фаз фотосинтезу (Брайон О. В., 2000; Брайко Ю. А., 2007). Вміст пігментів у листках досліджуваних чубушників визначали на спектрофотометрі Optizen POP (Корея) за загальноприйнятою методикою (Починок Х. Н., 1976). Морфо-анатомічну будову однорічних пагонів (поперечні та радіальні зрізи, локалізацію у пагонах крохмалю, фенольних речовин та компонентів М-лігніну) досліджували стандартними гістохімічними методами (Фурст Г. Г., 1979; Паушева З. П., 1988).

Розмноження зеленими живцями проводили за загальноприйнятою методикою (Тарасенко М. Т., 1991). Введення в культуру *in vitro* здійснювали за загальноприйнятими методиками культури ізольованих тканин та органів (Бутенко Р. Г., 1964; Кушнір Г. П., Сарнацька В. В., 2005). Використовували штучно пробуджені бруньки, які стерилізували 70 %-м розчином етанолу (0,5–1 хв) і 0,1 %-м розчином HgCl_2 (2–5 хв). Ефективність мікроклонального розмноження вивчали на живильному середовищі за прописом MS (Murashige T., Scoog F., 1962) із додаванням ауксинів (0,4–1,0 $\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ІМК, ІОК, НОК) та 0,4–1,0 $\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП. Рослини-регенеранти адаптували до умов відкритого ґрунту ступінчастим способом.

Вміст розчинних поліфенолів визначали за методом, який базується на реакції фенолів із реактивом Фоліна-Чокальтеу (Сибгатуліна Г. В., 2011). Для кількісного визначення у зразках суми флавоноїдів використовували методику спектрофотометричного аналізу (за стандарт слугував кварцетин). Виділення суми кумаринів із листків чубушників проводили за допомогою екстракції спиртовими сумішами з подальшою обробкою одержаного залишку неполярним розчинником («Практикум по фармакогнозії», 2003).

Успішність інтродукції оцінювали за акліматизаційним числом (Кохно Н.А., Курдюк О. М., 2010; Курдюк О. М., 2011). Рослинні композиції з чубушником розробляли за допомогою комп'ютерних програм *AutoCAD* і *ArchiCAD*. Аналіз метричних показників анатомічної будови пагонів проводили з використанням спеціалізованого програмного забезпечення *Image-Pro Premier 9.0*. Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за загальноприйнятими методиками (Бублин Н. А, Доспехов Б. А., 1985; Кондратенко П. В., 1996) та за допомогою комп'ютерних програм *MiniTab*, *Statistica 6.0* і *Microsoft Excel*.

Розділ 3. Сучасний стан та екологічні особливості представників роду *Philadelphus* L. У результаті проведених досліджень було встановлено, що в осередках культурної дендрофлори м. Києва успішно інтродуковано 34 види і культивари чубушника, а результати інвентаризації вуличних насаджень показали наявність у них лише одного виду – *Philadelphus coronarius*. Високі показники загального стану й декоративності цих кущів у ґрунтово-кліматичних умовах м. Києва (4–5 балів) свідчать про перспективність їх використання в озелененні.

Упродовж вегетаційних періодів 2011–2013 рр. були проведені фенологічні спостереження за представниками роду *Philadelphus* L. Для об'єктивності інтерпретації отриманих даних, одночасно з фенологічними спостереженнями

здійснювали контроль за метеорологічними показниками району дослідження. В екологічних умовах м. Києва у досліджуваних представників роду *Philadelphus* L. розбрунькування починається через два тижні після настання фази бубнявіння бруньок. Так, у всіх досліджуваних чубушників упродовж 2011–2012 рр. фенологічна фаза розбрунькування була відзначена в першій декаді березня, тоді як у 2013 р. вказана фенофаза настала дещо пізніше. Очевидно, це може бути пов'язано з відносно холодною весною і пізнім виходом рослин із періоду спокою. За несприятливих погодних умов початок чергової фенофази затримується, що подовжує тривалість попередньої. Головною декоративною ознакою красивоквітучих кущів є фаза цвітіння. В досліджуваних чубушників вона розпочинається в останній декаді травня – на початку червня і триває в середньому від 14 до 23 діб. Втрата листками зелених пігментів (пожовтіння) спостерігається в першій декаді жовтня, а їх опадання – у кінці жовтня і закінчується у другій декаді листопада, що найчастіше збігається з першими приморозками. Вегетаційний період чубушників досить тривалий і варіює від 191 до 236 діб. Дозрівання плодів у досліджуваних кущів також дещо різниться. Спочатку ця фенофаза починається у *Ph. l. 'Albatre'*, *Ph. l. 'Manteau d'Hermine'* та *Ph. l. 'Innocence'* – в третій декаді серпня, далі у *Ph. coronarius* – в першій декаді вересня і найпізніше у *Ph. l. 'Avalanche'*. При цьому, у *Ph. coronarius* 'Nana' упродовж досліджень генеративна фаза не відзначалася, тому у згаданого культивара плоди відсутні. Активний ріст пагонів у чубушників відбувається за сприятливих умов зовнішнього середовища та найінтенсивніше перебігає упродовж весняно-літнього періоду, починаючи з третьої декади березня. Найдовше цей період триває у *Ph. l. 'Innocence'* – 97 діб, тоді як у інших чубушників він варіює від 88 діб у *Ph. coronarius* 'Nana' до 94 діб у *Ph. l. 'Avalanche'*. Таким чином, ріст пагонів у досліджуваних представників роду *Philadelphus* L. починається і закінчується в ранні терміни, що дає змогу їм добре визрівати і адаптуватися до подальших низьких температур. Однак під час порівняння отриманих результатів із дослідженнями інших авторів були виявлені деякі закономірності, пов'язані зі зміщенням фенологічних фаз. Швидше за все це може бути наслідком зміни кліматичних умов, а саме щорічного підвищення температури повітря в Україні. Так, як показали дослідження, проведені упродовж 2011–2013 рр., майже всі фенофази чубушників у м. Києві починаються раніше, ніж це було ще 10–15 років тому і наближаються до показників, зафіксованих в умовах південного сходу України.

У погодних умовах літнього періоду важливими показниками стійкості рослин є їх посухостійкість та жаростійкість. Установлено, що всі об'єкти досліджень можна віднести до досить посухостійких, а їх жаростійкість варіює від середньої до високої. Остання визначається за ступенем побуріння тканин листків (% від загальної площі) за впливу високих температур. Так, за температури 50 °C листові пластинки усіх чубушників мали незначні пошкодження. Майже не зазнали змін листки *Ph. l. 'Avalanche'*, незначні пошкодження в межах 0–5 % отримали *Ph. l. 'Manteau d'Hermine'*, *Ph. l. 'Innocence'* та *Ph. l. 'Albatre'*. Лише у *Ph. coronarius* 'Nana' пошкодження досягли 13 %. За дії на листки температури 55 °C у *Philadelphus coronarius* пошкодження

збільшилися на 4 %, у *Ph. coronarius* 'Nana' та *Ph. l.* 'Albatre' – на 1 %, *Ph. l.* 'Avalanche' – на 3 %. Для культиварів *Ph. l.* 'Manteau d'Hermine' та *Ph. l.* 'Innocence' пошкодження були більшими відповідно на 9 % і 7 %.

Проведені дослідження з визначення морозостійкості представників роду *Philadelphus* L. свідчать, що всі тканини однорічних пагонів досліджуваних чубушників зазнають ушкодження. Найстійкішим серед тканин виявився камбій, який відповідає за відновлення пошкоджених тканин, адже клітини камбіальної зони та камбій відрізняються високим ступенем метаболічної активності. Досліджувані представники роду *Philadelphus* L. виявилися морозостійкими, ушкодження тканин у них були незначними і лише за температури $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ спостерігалось зростання пошкодження їхніх бруньок, а найбільше у *Ph. l.* 'Avalanche' (індекс ушкодження бруньок досягає 50,0), що може вплинути на декоративність його насаджень. Крім цього, найвразливішою виявилася верхівка пагона. Подібна тенденція простежується щодо всіх досліджуваних культиварів, що очевидно може свідчити про ідентичність їх еколого-біологічних властивостей. Однак усі ці пошкодження у чубушників можна вважати незначними, оскільки їхні тканини залишаються здатними до відновлення з початком вегетації.

При цьому, за результатами проведених досліджень, акліматизація досліджуваних чубушників в умовах м. Києва також відбулася успішно (акліматизаційне число варіює від 80 до 95).

Розділ 4. Біологічні особливості та перспективи використання в озелененні м. Києва представників роду *Philadelphus* L. Комплексні морфо-анатомічні дослідження представників роду *Philadelphus* L. показали, що в однорічних пагонів культиварів виділяються як консервативні, так і достатньо варіабельні ознаки (рис. 1).

Важливою ознакою представників роду *Philadelphus* L. є досить повільне формування корку. В однорічних пагонів він іноді взагалі відсутній, а покривна тканина представлена епідермою. Фелодерма утворена одним або двома рядами облітерованих клітин, просочених суберином. Очевидно, що покривна тканина з такою будовою не здатна забезпечити рослині надійний захист. Тому для підтримання цілісності і функціональності рослинний організм має використовувати інші механізми, серед яких одним із головних може бути накопичення в елементах кори значної кількості продуктів вторинного метаболізму.

Суттєво відрізняються пагони чубушників і за будовою паренхіми первинної кори. В однорічних пагонів первинна кора зазвичай відділяється від флоєми великими клітинами перициклу зі здерев'янілими видовженими, часто облітерованими антиклінальними клітинними стінками. Коленхіма в однорічних пагонів чубушників не була виявлена, що є специфічною і висококонсервативною ознакою роду.

У *Ph. l.* 'Innocence' паренхіма первинної кори складається з 2–3-х рядів клітин, які розташовані між пучками склеренхіми, волокна яких згруповані по 40–50 клітин (рис. 1, в). Найкраще паренхіма первинної кори розвинена у

Ph. l. 'Albatre' де вона представлена великими (30–40 мкм) клітинами з достатньо товстими стінками, які розташовані одним, іноді двома рядами (рис. 1, б). Між флоемою та паренхімою кори цього культивара виділяється один ряд товстостінних клітин перициклу зі значно витягнутими антиклінальними стінками. На відміну від *Ph. l. 'Albatre'* та *Ph. l. 'Innocence'*, перицикл пагонів *Ph. l. 'Avalanche'* складається з 2–3-х рядів антиклінально витягнутих клітин із лігніфікованими клітинними стінками (рис. 1, г). Склеренхіма в пучках представлена групами волокон по 15–20 клітин із досить тонкими клітинними стінками, що нетипово для опорних тканин. Слід зазначити, що будова екстрацелюлярних волокон більшості досліджуваних пагонів – варіабельна анатомічна ознака, яка є важливою особливістю чубушників.

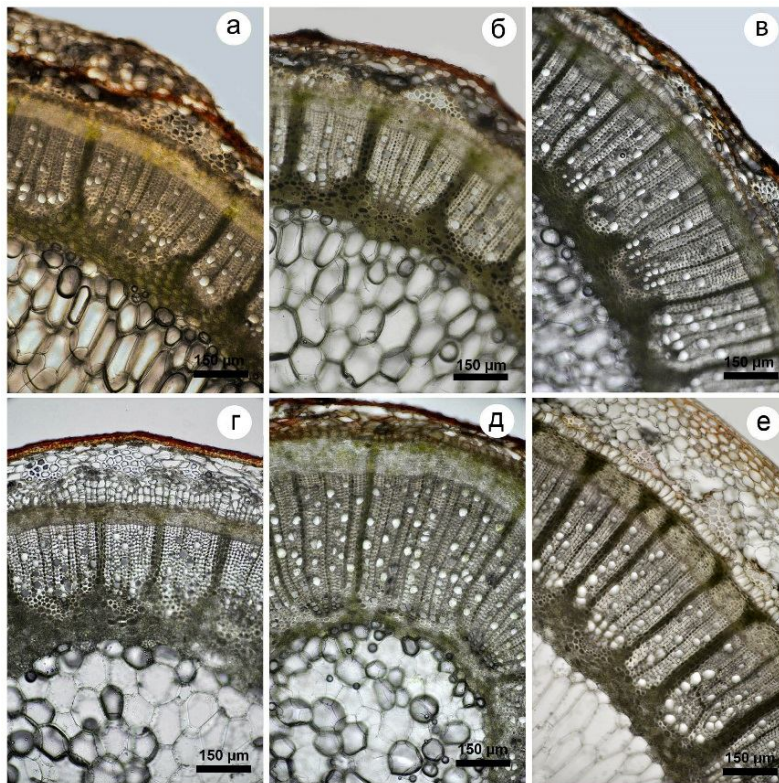


Рис. 1. Поперечні зрізи однорічних пагонів представників роду *Philadelphus* L.: а – *Ph. coronarius*; б – *Ph. l. 'Albatre'*; в – *Ph. l. 'Innocence'*; г – *Ph. l. 'Avalanche'*; д – *Ph. coronarius* 'Nana'; е – *Ph. l. 'Manteau d'Hermine'*

Для ксилеми чубушників характерна комбінація різних за будовою серцевинних променів – вузьких однорядних і широких багаторядних (зазвичай трирядних). Клітини серцевинних променів із товстими вторинними оболонками містять крохмаль, білки та багато оптично активних продуктів вторинного метаболізму. Контактні клітини багаторядних променів мають численні порові зв'язки з трахеальними елементами пагона.

Пагони *Ph. l. 'Albatre'* відрізняються від *Ph. l. 'Innocence'* наявністю окрім одно- дворядних, широких багаторядних серцевинних променів із високим вмістом крохмалю та вторинних метаболітів фенольної природи. Серцевинні промені у *Ph. l. 'Avalanche'* одно- або багаторядні. Осьова паренхіма деревини більш розвинена, ніж у попередніх двох таксонів і виявляє тенденції до

формування тканини перехідного типу від апотрахеальної дифузного типу до паратрахеальної, що в еволюційному аспекті є більш досконалою.

На особливу увагу заслуговує карликова форма чубушника – *Ph. coronarius* ‘Nana’ (рис. 1, д), для пагонів якого характерна потужна ксилема. Остання в 1,5 раза більша, ніж у культиварів селекції В. Лемуана, що значно посилює механічну міцність пагонів. Слід зауважити, що у *Ph. coronarius* ‘Nana’, на відміну від більшості інших культиварів, перимедулярна зона представлена лише 3–4-ма рядами клітин із незначним вмістом крохмалю, але з достатньо високою концентрацією продуктів вторинного метаболізму, у тому числі флавоноїдів.

Процеси тангентального розтягнення трахеальних елементів і паренхіми перимедулярної зони серцевини у карликової форми значно пригнічуються, що може бути зумовлено порушенням гормональних стимулів. Таким чином, морфологічні особливості однорічних пагонів карликової форми, а саме характерні укорочені міжвузля, можна пояснити пригніченням процесів розтягування клітин.

Під час порівняння анатомічної будови пагонів *Ph. coronarius* ‘Nana’ у різні роки вегетації була виявлена тенденція до значної ксероморфізації структурних елементів тканин, що виражається у збільшенні показників співвідношення ширини ксилеми і флоєми, повної відсутності склеренхіми у первинній корі. Виявлені особливості, очевидно, можуть бути проявом екологічної пластичності культивара у відповідь на дію факторів довкілля, зокрема відносного дефіциту вологи на стадіях активного росту рослин.

У дослідженнях з вегетативного розмноження чубушників були вибрані два найпродуктивніші і найефективніші способи – живцювання та мікроклональне розмноження.

Спосіб розмноження за допомогою зелених живців досить поширений та ефективний для багатьох рослин. Однак зважаючи на те, що реакція ризогенезу залежить від різних чинників довкілля, для кращого коренеутворення застосовувалися наступні стимулятори: «Ukorzeniacz АВ aqua», гетероауксин (ІОК) та бурштинова кислота. За контроль слугувала дистильована вода. Обрані стимулятори використовували безпосередньо під час висаджування у вигляді пудри, на базальну частину живця, попередньо зволожену дистильованою водою.

Як видно з рис. 2, у контрольному варіанті частка укорінення живців досліджуваних чубушників становила для *Ph. l.* ‘Innocence’ 55 %, *Ph. l.* ‘Avalanche’ – 50 %, *Ph. coronarius* ‘Nana’ – 40 %, *Ph. l.* ‘Albatre’ – 35 %, *Ph. l.* ‘Manteau d’Hermine’ – 40 %.

У досліді з застосуванням бурштинової кислоти спостерігалось підвищення частки укорінення живців у *Ph. l.* ‘Innocence’ до 75 %, *Ph. l.* ‘Avalanche’ – 70 %, *Ph. coronarius* ‘Nana’ – 65 %. Для культиварів *Ph. l.* ‘Albatre’ та *Ph. l.* ‘Manteau d’Hermine’ показник був однаковий і склав 50 %. Вищі результати отримали за використання гетероауксину, де частка укорінення була більшою. Однак найвищий вихід укорінених зелених живців досліджуваних чубушників відзначено за використання стимулятора «Ukorzeniacz АВ aqua». Так, у *Ph. l.* ‘Innocence’ укорінилося 95 % живців, *Ph. l.* ‘Avalanche’ – 90 %, *Ph. coronarius* ‘Nana’ – 85 %, *Ph. l.* ‘Albatre’ – 75 % та *Ph. l.* ‘Manteau d’Hermine’ – 80 %.

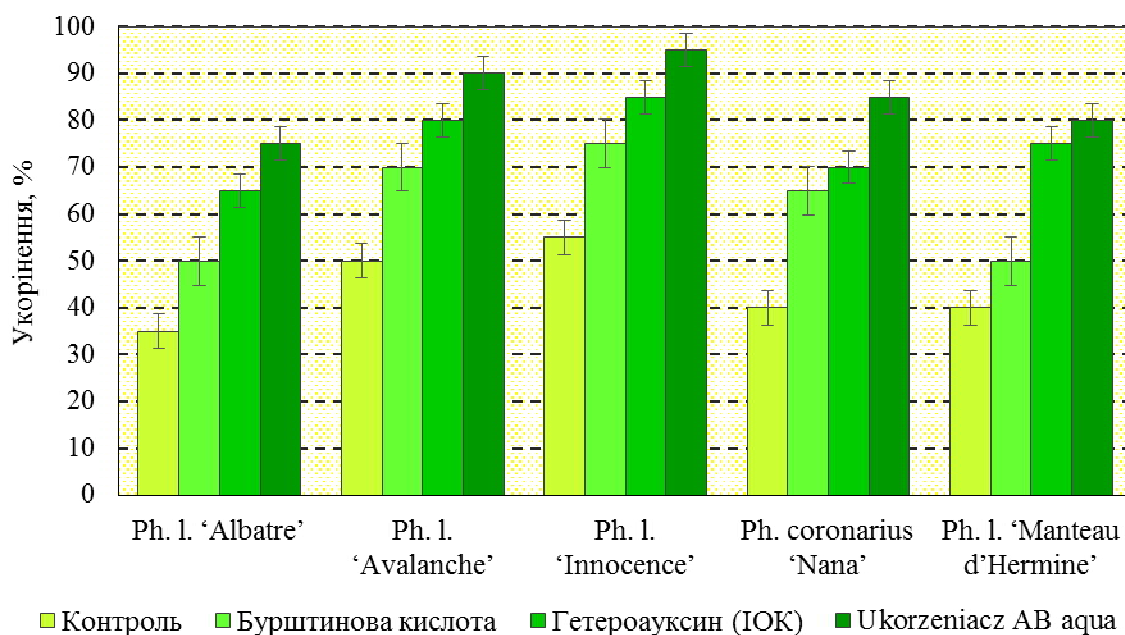


Рис. 2. Частка укорінення зелених живців культиварів роду *Philadelphus L.* залежно від стимулятора коренеутворення

Крім цього, під час порівнювання ризогенезу чубушників були встановлені відмінності біометричних показників їх укорінення залежно від використаних стимуляторів коренеутворення. Так, внаслідок застосування «Ukorzeniacz AB aqua» утворилася найрозгалудженіша і найдовша коренева система. Кількість коренів у середньому становила від $8,41 \pm 0,50$ у *Ph. coronarius* 'Nana' до $19,06 \pm 1,48$ у *Ph. l.* 'Manteau d'Hermine'. Живці мали корені довжиною від $5,52 \pm 0,15$ см у *Ph. coronarius* 'Nana' до $10,90 \pm 0,50$ см у *Ph. l.* 'Innocence'.

Подальше дорощування живців здійснювали у «контейнерній культурі», на субстраті складу: вермікуліт + дернова земля + пісок річковий + торф (1:1:1:1). Для підживлення рослин у червні поточного року вносили мінеральні добрива пролонгованої дії Plantacote®. Використання добрив із високим вмістом мікроелементів (Plantacote Pluss) не забезпечило високих приростів. У середньому для всіх дослідних культиварів приріст знаходився на рівні 3 см, однак відзначалося поліпшення стану рослин, колір листя став більш насиченим, крона густішою. Вищі результати отримали після застосування Plantacote TopN, з більшим умістом азоту. Середній приріст рослин виявився найбільшим у *Ph. l.* 'Innocence' – 27,9 см, у *Ph. l.* 'Manteau d'Hermine' – 27,2 см, *Ph. l.* 'Albatre' – 26,9 см, *Ph. l.* 'Avalanche' – 25,7 см, а у *Ph. coronarius* 'Nana' – 15,2 см. Крім цього, в усіх рослин спостерігався рівномірний приріст, а стан рослин був значно кращим, ніж у контролі.

З метою введення чубушників у культуру *in vitro* використовували штучно пробуджені бруньки, які отримували з живців заготовлених у кінці лютого з апікальної частини пагонів у середині крони куща.

На початковому етапі для очищення поверхні тканин від епіфітної мікрофлори бруньки промивали на шейкері впродовж 20 хв миючим розчином «Gala» з дистильованою водою, а потім тричі промивали у стерильній

дистильованій воді. В подальшому, для отримання асептичної культури стерилізацію експлантів проводили у ламінарному боксі. В результаті підбору реагентів і часу експозиції, найбільш ефективними виявилися два варіанти стерилізації (рис. 3).

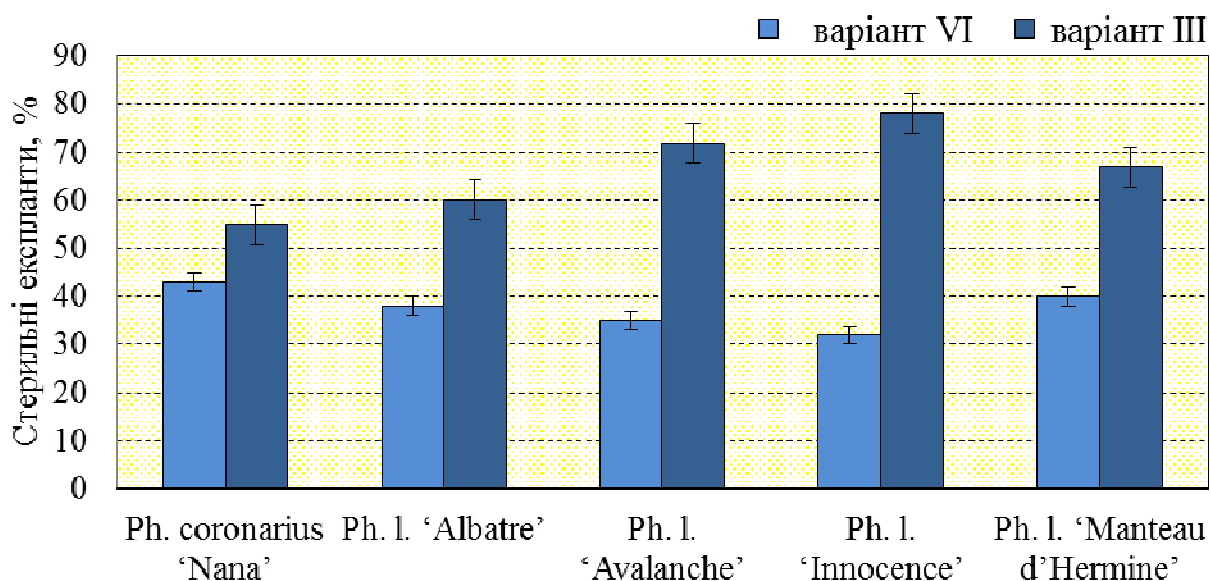


Рис. 3. Ефективність стерилізації експлантів культиварів роду *Philadelphus* L.

У VI варіанті режим стерилізації складався з експозиції упродовж 1 хв у 70 %-му розчині C_2H_5OH , 3-хвилинного промивання дистильованою водою, 4-хвилинної стерилізації 0,1 %-м розчином $HgCl_2$ та 3-разового промивання стерильною водою протягом 10 хв. У III варіанті експозицію у 70 %-му розчині C_2H_5OH було скорочено до 30 с, а 0,1 %-му розчині $HgCl_2$ – до 4 хв.

Для введення рослин у культуру *in vitro* експланти висаджували на безгормональне живильне середовище за прописом Murashige T., Scoog F (MS). Через 7 діб визначали ефективність стерилізації, підраховуючи частку стерильних та контамінованих експлантів.

Для збільшення вегетативної маси мікропагонів чубушника використовували живильне середовище MS із регулятором росту цитокінінової дії БАП (рис. 4, а). Слід зауважити, що за додавання до середовища MS $1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ БАП відзначається найінтенсивніше мікропагоноутворення на 25 добу культивування. При цьому, було отримано від 2 до 6 мікропагонів, які мають характерну для культивару пігментацію *in vitro*.

Коренеутворення зафіксовано на живильному середовищі MS із додаванням $1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ІОК та БАП на 15–20 добу культивування (рис. 4, б). При цьому, у мікропагонів утворюється 4–7 корінців, а частка коренеутворення становить: *Ph. l. 'Albatre'* – $95,0 \pm 2,5 \%$, *Ph. l. 'Manteau d'Hermine'* – $93,0 \pm 3,0 \%$, *Ph. l. 'Avalanche'* – $90,3 \pm 3,8 \%$, *Ph. l. 'Innocence'* – $92,8 \pm 3,3 \%$ та *Ph. coronarius 'Nana'* – $93,1 \pm 3,3 \%$. На середовищі MS із вмістом $1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ІМК та $0,2 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ НОК коренеутворення спостерігали на 25 добу, але його інтенсивність нижча.

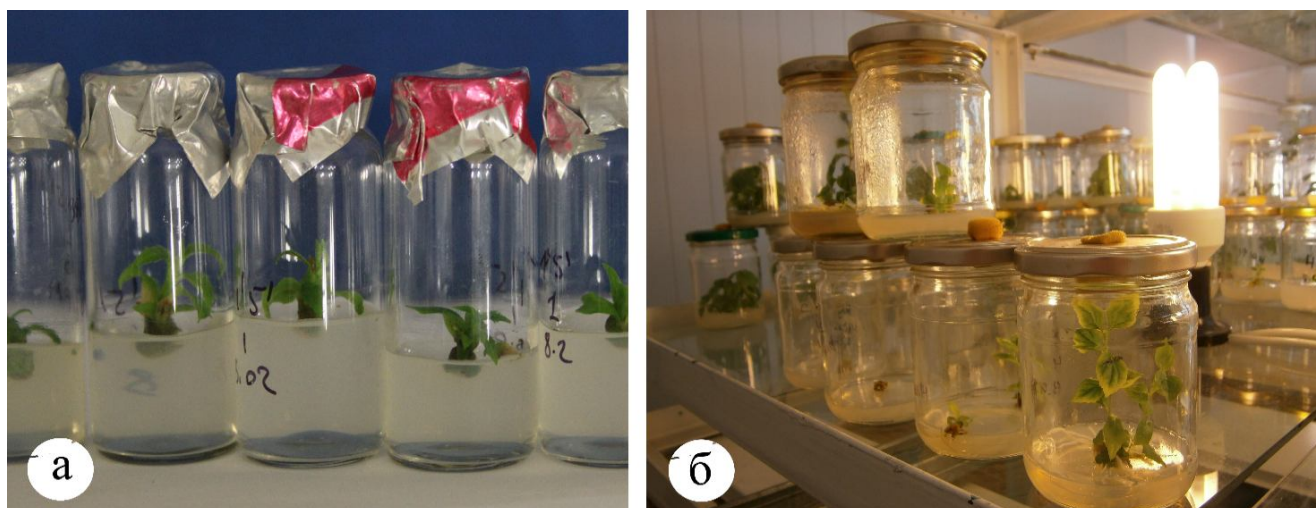


Рис. 4. Стадії масового клонування культиварів роду *Philadelphus L.* *in vitro*: а) мікропагонування; б) рослини-регенеранти

Подальші дослідження підтвердили ефективність ступінчастого способу адаптації рослин-регенерантів чубушника до умов *ex vitro* з використанням кокосового субстрату (до 90 %).

За вмістом пігментів у листках досліджуваних чубушників виявили, що на концентрацію хлорофілів найістотніше впливають генотипові особливості цих кущів та умови їх місцезростання. Встановлено, що вміст Хл *a* був найвищим у *Ph. l.* 'Albatre' ($2,33 \pm 0,07$ мг·г⁻¹), листки якого вирізняються природнім насиченим темно-зеленим кольором, тоді як у *Ph. l.* 'Innocence', що має пістряве забарвлення листків, цей показник був найнижчим і становив $0,94 \pm 0,09$ мг·г⁻¹ (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст та співвідношення пігментів у листках представників роду *Philadelphus L.*

Рослина	Хлорофіл				Каротиноїди, мг·г ⁻¹	Хл <i>a+b</i> каротиноїди
	<i>a</i> , мг·г ⁻¹	<i>b</i> , мг·г ⁻¹	<i>a+b</i> , мг·г ⁻¹	<i>a/b</i>		
<i>Ph. coronarius</i>	$2,17 \pm 0,10$	$0,89 \pm 0,06$	$3,05 \pm 0,09$	2,44	$0,54 \pm 0,04$	5,65
<i>Ph. coronarius</i> 'Nana'	$1,54 \pm 0,03$	$0,69 \pm 0,06$	$2,23 \pm 0,03$	2,23	$0,54 \pm 0,09$	4,13
<i>Ph. l.</i> 'Albatre'	$2,33 \pm 0,07$	$1,23 \pm 0,04$	$3,56 \pm 0,12$	1,89	$0,33 \pm 0,03$	10,82
<i>Ph. l.</i> 'Avalanche'	$1,05 \pm 0,09$	$0,43 \pm 0,03$	$1,48 \pm 0,09$	2,44	$0,46 \pm 0,01$	3,22
<i>Ph. l.</i> 'Innocence'	$0,94 \pm 0,09$	$0,39 \pm 0,04$	$1,33 \pm 0,08$	2,41	$0,44 \pm 0,03$	3,02
<i>Ph. l.</i> 'Manteau d'Hermine'	$1,28 \pm 0,07$	$0,50 \pm 0,06$	$1,78 \pm 0,11$	2,56	$0,40 \pm 0,06$	4,45

Аналогічна тенденція була характерна і для Хл *b*. Найбільш контрастна різниця в загальному вмісті зелених пігментів (Хл *a+b*) виявлена для *Ph. l.* 'Albatre' і *Ph. l.* 'Innocence' і становила відповідно $3,57 \pm 0,12$ мг·г⁻¹ і $1,33 \pm 0,08$ мг·г⁻¹. При цьому, співвідношення вмісту зелених пігментів (Хл *a/b*) може характеризувати досліджувані представники роду *Philadelphus L.* як відносно тіньовитривалі. Також встановлено достатньо високий вміст каротиноїдів у листках досліджуваних рослин, який варіює в межах $0,33$ –

0,54 мг·г⁻¹. Вважається, що каротиноїди мають високу антиоксидантну активність та запобігають фоторуйнації пігментного комплексу, акумулюючи частину світлової енергії. Вміст каротиноїдів і водночас найбільша сума хлорофілів відзначена у *Ph. l. 'Albatre'* який у результаті розрахункового співвідношення має найвищий показник 10,82. Поряд з іншими ознаками, очевидно, це може вказувати на найвищу потенційну тіншовитривалість цього культивара, тому його можна використовувати для озеленення у затінених насадженнях. У інших досліджуваних представників роду *Philadelphus L.* співвідношення вмісту хлорофілів до каротиноїдів змінюється від 3,02 до 5,65, що характеризує їх як рослини, більш адаптовані для широкого діапазону рівня освітлення.

Визначення індукційних змін флуоресценції хлорофілу листків (ефект Каутського), дало змогу встановити високу пластичність у структурній організації хлоропластів листків представників роду *Philadelphus L.*, що характеризується параметрами F_o , F_p , F_v/F_p . При цьому, навіть за умов високої індукції флуоресценції хлорофілу, визначено достатньо ефективну структурну організацію пігментної системи (ФС2), що характеризується коефіцієнтом F_v/F_p . За коефіцієнтом «плато» dF_{pl}/F_v показано, що дослідні рослини потенційно вільні від вірусної інфекції. Хлоропласти листків досліджуваних чубушників характеризуються значним спадом флуоресценції хлорофілу до стаціонарного рівня, що є ознакою інтенсивного перебігу темнових фотохімічних реакцій.

Враховуючи важливу роль фенольних сполук у регуляції метаболізму рослин, у листках досліджуваних чубушників було визначено вміст вторинних метаболітів. Установлено, що листки цих кущів містять багато різних фенолів (оксикоричних кислот, флавоноїдів, кумаринів). Отримані результати з визначення фенольних сполук у спиртових екстрактах чубушників у перерахунку на галову кислоту представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Вміст вторинних метаболітів у листках представників роду *Philadelphus L.*

Рослина	Феноли, мг·г ⁻¹	Флавоноїди, мг·г ⁻¹	Відношення феноли / флавоноїди	Кумарини, мг·г ⁻¹
<i>Ph. coronarius</i>	68,0±0,56	7,0±0,17	9,71	5,0±0,14
<i>Ph. coronarius</i> 'Nana'	85,2±0,76	10,4±0,27	8,19	9,0±0,29
<i>Ph. l. 'Albatre'</i>	43,2±0,95	7,8±0,37	5,54	11,0±0,27
<i>Ph. l. 'Avalanche'</i>	107,1±0,91	10,6±0,41	10,10	17,0±0,31
<i>Ph. l. 'Innocence'</i>	33,0±0,48	5,3±0,41	6,23	6,0±0,31
<i>Ph. l. 'Manteau d'Hermine'</i>	83,5±0,91	5,3±0,21	15,75	12,0±0,29

Найбільший вміст фенольних сполук виявлено у *Ph. l. 'Avalanche'*, (107,1±0,91 мг·г⁻¹), найменший – у *Ph. l. 'Innocence'* (33,0±0,48 мг·г⁻¹). У інших представників роду *Philadelphus L.* загальний пул фенолів варіює від 43,2±0,95 мг·г⁻¹ (*Ph. l. 'Albatre'*) до 85,2±0,76 мг·г⁻¹ (*Ph. coronarius* 'Nana').

Певні відмінності чубушників за вмістом фенолів, очевидно, пов'язані з їх сортоспецифічними особливостями і свідчать, що активність ферментів та,

можливо, їх ізоферментний склад, суттєво впливають на загальні процеси пластичного обміну. Водночас синтез вторинних метаболітів чутливий до дії зовнішніх чинників. Так, у *Ph. coronarius* після обрізки, внаслідок травматичного шоку загальний вміст фенолів значно зростає. У кущів, які висаджені вздовж автотрас цей показник також збільшується в 1,8–2,2 рази. Враховуючи той факт, що візуально рослини не мали ознак вираженого пригнічення росту та проявів депігментації, можна припустити, що збільшення вмісту фенольних сполук має пристосувально-адаптаційний характер до негативних чинників довкілля. Встановлено, що за умов суттєвого варіювання загального вмісту фенолів істотно не змінювався відносний пул флавоноїдів, які залучаються до широкого спектра регуляторних і адаптаційних механізмів в організмі рослин. Однак під час хроматографічного розділення спиртових екстрактів листків у карликової форми чубушника вдалося виявити специфічну групу флавоноїдів: чотири речовини з показниками Rf у діапазоні від 0,06 до 0,4.

Найваріабельнішою складовою фенольного комплексу чубушників виявилися речовини фенілпропаноїдного шляху синтезу – оксикоричні кислоти: п-кумарова, кавова та ферулова. Водночас у листках *Ph. coronarius* методом тонкошарової хроматографії виявлені таніни, з показниками Rf у діапазоні 0,85–0,91. В умовах підвищеного техногенного навантаження вміст танінів у рослин знижується майже вдвічі, а танін із показником Rf = 0,85 взагалі не ідентифікується. Факт складної фізіологічної перебудови кущів в умовах техногенного стресу підтверджує динамічність синтезу вторинних метаболітів у тканинах листків, ймовірно, пов'язану з механізмами адаптації.

Отже, досліджувані представники роду *Philadelphus* L. вирізняються високою стійкістю до абіотичних чинників завдяки збалансованості фотосинтетичних систем і наявності значної кількості вторинних метаболітів, зокрема флавоноїдів, кумаринів, оксикоричних кислот, які беруть участь у регуляції метаболізму і формуванні захисних систем рослинного організму.

Враховуючи наведене вище можна стверджувати, що використання представників роду *Philadelphus* L. досить перспективне у ландшафтній архітектурі. При цьому слід зважати ще й на той факт, що цвітіння чубушників припадає на період, коли більшість красивоквітучих кущів уже відцвіли і вони ніби заповнюють відповідну часову прогалину. Сортове різноманіття згаданих кущів дозволяє продовжити тривалість їх цвітіння до двох місяців – з останньої декади травня по першу декаду липня і використовувати їх як у солітерних, так і групових типах насаджень.

Отже, звідси, досліджувані чубушники повністю відповідають сучасній стратегії інтродукції деревних рослин, спрямованій на впровадження в зелене будівництво м. Києва нових високодекоративних культиварів.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі узагальнені результати комплексних досліджень біологічних та екологічних особливостей представників роду *Philadelphus* L. інтродукованих у ґрунтово-кліматичних умовах м. Києва. Запропоновано високоефективні способи розмноження чубушників, оцінено успішність їх

акліматизації, загальний стан і декоративність, а також обґрунтовано доцільність використання цих кущів під час створення насаджень різного призначення в регіоні досліджень.

1. У результаті інвентаризації вуличних насаджень м. Києва встановлено наявність у них лише одного виду – *Ph. coronarius*. Разом із тим, в осередках культурної дендрофлори успішно інтродуковано 34 види і культивари чубушника. При цьому, виявлені високі показники загального стану й декоративності цих кущів (4–5 балів) свідчать про перспективність їх використання в озелененні у ґрунтово-кліматичних умовах м. Києва.

2. На підставі проведених фенологічних спостережень встановлено, що вегетація у чубушників в умовах м. Києва починається в період, коли середньодобовий температурний показник знаходяться в межах $+7,1...+10,8^{\circ}\text{C}$, а мінімальні температури $-2,2...-3,8^{\circ}\text{C}$. Вегетаційний період досліджуваних кущів тривалий і варіює від 191 до 236 діб. Фаза набубнявіння бруньок настає впродовж другої декади березня–першої декади квітня. Інтенсивний ріст пагонів припадає на весняно-літній період і у різних культиварів становить 82–100 діб, а особливо декоративна фаза масового цвітіння розпочинається у кінці травня на початку червня і триває в середньому від 14 до 23 діб.

3. Фізіологічні процеси, пов'язані з втратою води і підвищенням концентрації клітинного соку за дії посушливих умов, є специфічними для досліджуваних чубушників. Оводненість тканин листків варіює від 8,97 % у *Ph. coronarius* 'Nana' до 79,5 % у *Ph. l.* 'Manteau d'Hermine'. За ступенем відновлення тургору найвищі показники мають *Ph. coronarius* 'Nana' – 41,2 %, а найнижчі *Ph. l.* 'Manteau d'Hermine' і *Ph. l.* 'Albatre' – 17,5 %. Водний дефіцит у досліджуваних зразків складає від 7,5 % до 52,6 %, що свідчить про їх відносно високу посухостійкість. При цьому, жаростійкість досліджуваних кущів варіює від середньої до високої, що також дозволяє рекомендувати їх для озеленення в кліматичних умовах м. Києва.

4. За допомогою лабораторного методу прямого проморожування пагонів встановлено, що представники роду *Philadelphus* L. є морозостійкими. Лише за впливу на пагони температури -30°C зростає індекс ушкодження їх бруньок який у *Ph. l.* 'Avalanche' досягає 50,0, що може вплинути на подальшу декоративність цього культивара. Також найбільш уразливою виявилася верхівка однорічних пагонів (індекс ушкодження 25,4–29,6). Однак ці пошкодження незначні і тканини залишаються здатними до відновлення з початком вегетації.

5. Проведені морфо-анатомічні дослідження однорічних пагонів чубушників показали, що в їх будові виділяються достатньо консервативні (структура ксилеми, флоєми і епідерми) і пластичні (перимедулярна зона, склеренхіма та осьова паренхіма) ознаки, які зумовлені сорто-специфічними особливостями цих декоративних кущів і проявляється поліваріантність пристосувальних реакцій до умов зовнішнього середовища.

6. Встановлено досить високу концентрацію каротиноїдів у листках досліджуваних чубушників ($0,33-0,54 \text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}$). При цьому, загальний вміст зелених пігментів (Хл $a+b$) був найвищим у *Ph. l.* 'Albatre' ($3,56\pm 0,12 \text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}$), листки якого вирізняються природнім насиченим темно-зеленим кольором, тоді як у

Ph. l. 'Innocence', що має пістряве забарвлення листків, цей показник був найнижчим і становив $1,33 \pm 0,08$ мг·г⁻¹. Виявлене значне варіювання співвідношення вмісту хлорофілів до каротиноїдів у листках чубушників (3,03–10,88) очевидно характеризує їх як рослини, адаптовані до широкого діапазону рівня освітлення.

7. Загальний пул фенолів у тканинах досліджуваних чубушників варіює від $33,0 \pm 0,48$ мг·г⁻¹ у *Ph. l. 'Innocence'* до $107,1 \pm 0,91$ мг·г⁻¹ у *Ph. l. 'Avalanche'*. Водночас виявлено залежність синтезу вторинних метаболітів від впливу зовнішніх чинників. Зокрема, у *Ph. coronarius* відзначається зростання загального вмісту фенолів у результаті його планової обрізки (травматичний шок), а у кущів, які висадженні вздовж автошляхів цей показник збільшується в 1,8–2,2 раза. Крім цього, у листках у *Ph. coronarius* 'Nana' виявлено специфічну групу флавоноїдів: чотири речовини з показниками Rf у діапазоні від 0,06 до 0,4, що очевидно може бути зумовлено біологічними особливостями карликових культиварів чубушника.

8. Проведені дослідження з вегетативного розмноження представників роду *Philadelphus* L. свідчать, що застосування стимуляторів росту значно підвищує частку укорінення і біометричні показники ризогенезу зелених живців. Найефективніше при цьому діє препарат «Ukorzeniacz АВ aqua», за використання якого укорінюється від 75 % до 95 % живців.

9. Усі досліджувані чубушники успішно розмножуються в умовах *in vitro*. Найефективнішою виявилася стерилізація за схемою: 30 с у 70 %-му розчині С₂Н₅ОН та 4 хв у 0,1 %-му розчині НgСl₂. Найсуттєвіше збільшення вегетативної маси мікропагонів чубушника відбувається на середовищі MS із 1 мг·л⁻¹ БАП. Найкращий ризогенез рослин-регенерантів зафіксовано на середовищі MS із додаванням 1 мг·л⁻¹ ІОК і БАП, на 15–20 добу культивування, за якого відзначається коренеутворення від $90,3 \pm 3,8$ % (*Ph. l. 'Avalanche'*) до $95,0 \pm 2,5$ % (*Ph. l. 'Albatre'*).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Аналіз результатів дослідження біологічних і екологічних особливостей представників роду *Philadelphus* L. дає підставу рекомендувати ці кущі для широкого впровадження у насадження загального та обмеженого користування з метою збагачення біорізноманіття та покращення естетичного вигляду м. Києва.

2. Для отримання достатньої кількості укоріненого садивного матеріалу досліджуваних чубушників шляхом живцювання рекомендується перед висаджуванням зелених живців (завдовжки 6–15 см з 2-ма міжвузлями) у субстрат (крупнозернистий річковий пісок) обробляти їх базальну частину, попередньо зволожену дистильованою водою, препаратом «Ukorzeniacz АВ aqua» (Польща) у вигляді пудри.

3. Із метою одержання великої кількості генетично однорідного і оздоровленого садивного матеріалу в умовах *in vitro* доцільно застосовувати ступінчасту стерилізацію бруньок чубушника з експозицією 30 с у 70 %-му розчині С₂Н₅ОН та 4 хв у 0,1 %-му розчині НgСl₂. Для інтенсифікації мікропагоноутворення рекомендується внесення до середовища MS 1 мг·л⁻¹ БАП, а ризогенезу рослин-регенерантів пропонується живильне середовище MS із

додаванням 1 мг·л⁻¹ ІОК і БАП. При цьому, за ступінчастої адаптації рослин-регенерантів, найвищий результат можна отримати на кокосовому субстраті, використання якого дозволяє досягти 90 % приживлюваності чубушників.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Стаття у наукових фахових виданнях

1. Костенко С. М. Представники роду *Philadelphus* L. в осередках культурної дендрофлори міста Києва / С. М. Костенко / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2013. – Вип. 187, Ч. 1. – С. 81–85.

Статті в українських наукових періодичних виданнях включених до міжнародної наукометричної бази:

2. Ковалевський С. Б. Морозостійкість перспективних культиварів роду *Philadelphus* L. в умовах міста Києва / С. Б. Ковалевський, О. І. Китаєв, С. М. Костенко / Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2013. – Вип. 11. – С. 130–134. (Здобувачем здійснено аналітичний огляд літератури, проведено дослідження та підготовлено матеріал до друку).

3. Костенко С. М. Індукція флуоресценції хлорофілу листків представників роду *Philadelphus* L. в умовах міста Києва / С. М. Костенко, О. І. Китаєв, С. Б. Ковалевський / Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2014. – Вип. 24.4. – С. 209–213. (Здобувачем здійснено аналітичний огляд літератури, проведено дослідження та підготовлено матеріал до друку).

4. Ліханов А. Ф. Анатоми-морфологічні особливості будови однорічних пагонів культиварів роду *Philadelphus* L. в умовах м. Києва / А. Ф. Ліханов, С. Б. Ковалевський, С. М. Костенко / Біоресурси і природокористування. – 2014. – Т. 6, № 1–2. – С. 106–114. (Здобувачем здійснено аналітичний огляд літератури, проведено дослідження, підготовлено матеріал до друку).

5. Костенко С. М. Вміст та співвідношення фотосинтетичних пігментів у листках представників роду *Philadelphus* L. насаджень м. Києва [Електронний ресурс] / С. М. Костенко, А. Ф. Ліханов, С. Б. Ковалевський // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. – № 6. – Режим доступу до журн. : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_6_20.pdf (Здобувачем здійснено аналітичний огляд літератури, проведено дослідження, сформульовано висновки, підготовлено матеріал до друку).

Стаття у інших наукових виданнях

6. Костенко С. М. Особливості розмноження представників роду *Philadelphus* L. зеленими живцями / С. М. Костенко, Ю. І. Косенко / Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2013. – Вип. 23.9. – С. 212–216. (Здобувачем здійснено аналітичний огляд літератури, проведено дослідження, сформульовано висновки, підготовлено матеріал до друку).

Матеріали і тези доповідей на конференціях:

7. Костенко С. М. Природний ареал представників роду *Philadelphus* L. інтродукованих в умовах м. Києва / С. М. Костенко // Теоретичні та прикладні

аспекти збереження біорізноманіття : наук. конф. молодих дослідників, 4–7 черв. 2013 р. : матер. конф. – Умань, 2013. – С. 38–39.

8. Костенко С. М. Вегетативне розмноження культиварів роду *Philadelphus* L. / С. М. Костенко // Актуальні проблеми наук про життя та природокористування : міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, 10–18 жовт. 2013 р. : тези доп. – К., 2013. – С. 52.

9. Костенко С. М. Вплив високих температур на представників роду *Philadelphus* L. / С. М. Костенко // Aktualne naukowe badania. Od teorii do praktyki : Międzynarodowa Naukowo Praktyczna Konferencja, 30–31.03.2014 r. : zbiór raportów nauk. – Warszawa, 2014. – S. 16–17.

10. Особливості мікроклонального розмноження високодекоративних культиварів чубушника / [Костенко С. М., Ключаденко А. А., Чорнобров О. Ю., Ліханов А. Ф.] // Проблемы и перспективы исследований растительного мира : междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 13–16 мая 2014 г. : матер. конф. – Ялта, 2014. – С. 49. (Здобувачем здійснено аналітичний огляд літератури, проведено дослідження, сформульовано висновки, підготовлено матеріал до друку).

Патент

11. Патент на корисну модель № 89630 Україна, МПК (2014.01) А01Н 4/00. Спосіб відбору експлантатів та отримання асептичної культури культиварів роду *Philadelphus* L. / Мельничук М. Д., Ключаденко А. А., Чорнобров О. Ю., Пінчук А. П., Ковалевський С. Б., Костенко С. М.; власник НУБіП України. – № u 2013 14108 ; заявл. 04.12.2013 ; опубл. 25.04.2014, Бюл. № 8. (Здобувачем здійснено відбір та обробку експериментального матеріалу, сформовано основні положення).

АНОТАЦІЯ

Костенко С. М. Біологічні та екологічні особливості представників роду *Philadelphus* L. та перспективи їх використання в озелененні м. Києва. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.03.01 – лісові культури та фітомеліорація. – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2015.

У дисертаційній роботі наведено результати комплексних досліджень біологічних та екологічних особливостей культиварів роду *Philadelphus* L. в умовах м. Києва. Встановлено таксономічний склад чубушників, які зустрічаються у насадженнях загального та обмеженого користування регіону дослідження, здійснено оцінку їх загального стану та декоративності.

Проведені дослідження морфо-анатомічних особливостей однорічних пагонів чубушників виявили, що в їх будові виділяються достатньо консервативні (структура ксилеми, флоєми і епідерми) і пластичні (перимедулярна зона, склеренхіма та осьова паренхіма) ознаки. Встановлено значну морозо-, посухо- і жаростійкість представників роду *Philadelphus* L. Функціональний стан

фотосистеми і пігментного комплексу листків чубушників характеризує їх як рослини, адаптовані до широкого діапазону рівня освітлення.

Досліджено склад вторинних метаболітів у тканинах листків представників роду *Philadelphus* L. Це дозволило виявити біохімічну поліваріантність їх фенольного комплексу та специфічну групу флавоноїдів карликової форми чубушника, що активно впливає на гормональну регуляцію морфогенезу.

Розроблено оптимальні схеми вирощування адаптованого садивного матеріалу, визначені найефективніші стимулятори коренеутворення для зелених живців. Удосконалено біотехнологію розмноження чубушників *in vitro*, яка включає активацію росту меристем експланта, прямий морфогенез та дає змогу отримати велику кількість рослин-регенератів.

Ключові слова: *Philadelphus* L., кора, флоема, ксилема, паренхіма, морозостійкість, посухостійкість, живцювання, *in vitro*, пігменти, феноли.

АННОТАЦИЯ

Костенко С. Н. Биологические и экологические особенности представителей рода *Philadelphus* L. и перспективы их использования в озеленении г. Киева. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.01 – лесные культуры и фитомелиорация. – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2015.

В диссертационной работе приведены результаты комплексных исследований биологических и экологических особенностей представителей рода *Philadelphus* L. в условиях г. Киева. Определен таксономический состав чубушников, используемых в городских насаждениях общего и ограниченного использования. При этом установлено, что в уличных насаждениях г. Киева используется только один вид – *Ph. coronarius*, хотя список культурной дендрофлоры столицы насчитывает 34 вида и культивара чубушника. Состояние и декоративность исследуемых представителей рода *Philadelphus* L. были оценены в 4–5 баллов.

Показано, что представители рода *Philadelphus* L. проходят полный цикл вегетации и успешно зимуют, хотя характеризуются тенденцией к смещению фенологических фаз, вероятно связанных с изменениями климатических условий в регионе. Сравнительный фенологический анализ показал, что за последние 15 лет вступление растений в основные фенофазы выровнялось с растениями юго-востока Украины.

У растений рода *Philadelphus* L. при исследовании морфо-анатомического строения стеблей однолетних побегов выявлены консервативные (структура ксилемы, флоэмы и эпидермы) и пластичные (перимедулярная зона, склеренхима и осевая паренхима) признаки, которые обусловлены сортоспецифическими особенностями декоративных кустарников. Отличительной особенностью *Ph. coronarius* ‘Nana’ является высокая пластичность процессов дифференциации в первичной коре склеренхимных волокон, которые в стеблях некоторых растений

совершенно отсутствуют, что является нетипичным не только для чубушников, но и для других видов кустарников.

Обнаружена относительно высокая морозоустойчивость представителей рода *Philadelphus* L. Установлено, что индекс повреждения почек растений существенно возрастает при воздействии на побеги температуры $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже. Наиболее уязвимы в таких условиях верхушки однолетних побегов, однако выявленные повреждения тканей, как правило, незначительны и существенно не влияют на последующую вегетацию побегов. Наименьшей морозоустойчивостью отличается культивар *Ph. l. 'Avalanche'*, у которого индекс повреждения почек при воздействии низких температур составляет в среднем 50 %, что в условиях сильных морозов может существенно повлиять на декоративность кустарников. Выяснено, что исследованные кустарники достаточно засухоустойчивы, а их жаростойкость варьирует от средней до высокой, что дает основание рекомендовать их для городского озеленения в природно-климатических условиях региона.

Функциональное состояние фотосистемы и пигментного комплекса листьев чубушников позволяют растениям адаптироваться к широкому диапазону условий освещенности. Установлено, что содержание хлорофиллов в листьях имеет сортовую специфичность. Наибольшее содержание хлорофиллов выявлено у *Ph. l. 'Albatre'* ($3,56 \pm 0,12\text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}$), листья которого отличаются естественным насыщенным темно-зеленым цветом, наименьшее – у *Ph. l. 'Innocence'*, имеющего пеструю расцветку листьев ($1,33 \pm 0,08\text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}$). При этом в листьях всех исследуемых чубушников выявлено достаточно высокое содержание каротиноидов ($0,33\text{--}0,54\text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}$) – вспомогательных защитных пигментов, обладающих высокой антиоксидантной активностью.

Исследование состава вторичных метаболитов в листьях представителей рода *Philadelphus* L., позволило установить биохимическую поливариантность фенольного комплекса и выделить у карликовой формы чубушника специфическую группу флавоноидов, ингибирующих ауксины и участвующих в регуляции морфогенеза. Установлена зависимость синтеза фенольных веществ от воздействия стрессовых факторов. Так, у *Ph. coronarius* после плановой обрезки в листьях значительно возросло общее содержание фенолов, а у кустарников, высаженных вдоль автотрасс, в сравнении с парковой зоной, этот показатель увеличивался в 1,8–2,2 раза. Таким образом, благодаря сбалансированности фотосинтетических систем и пластичности синтеза вторичных метаболитов, участвующих в формировании защитных систем, представители рода *Philadelphus* L. отличаются высокой устойчивостью к отрицательным факторам внешней среды.

Разработаны оптимальные схемы выращивания адаптированного посадочного материала. Установлено, что применение препарата «Ukorzeniacz АВ aqua» позволяет успешно укоренить от 75 % до 95 % зеленых черенков. Усовершенствована биотехнология размножения чубушников *in vitro*, которая включает этапы получения асептических эксплантов, активации роста меристем, прямого морфогенеза и адаптации растений-регенератов к почвенным условиям. Установлено, что для получения асептической жизнеспособной культуры

целесообразно применять ступенчатую стерилизацию эксплантов в 70 %-м растворе C_2H_5OH (экспозиция 30 с) и затем в 0,1 %-м растворе $HgCl_2$ (4 мин). Для массового микрклонального размножения рекомендовано применять питательную среду MS с $1 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП. Для ризогенеза предложена питательная среда MS с добавлением $1 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ИУК и БАП. В дальнейшем наиболее высокий результат удастся получить, применяя ступенчатую адаптацию растений-регенерантов на кокосовом субстрате, использование которого позволяет достичь 90 % приживаемости чубушников.

Результаты исследований биологических и экологических особенностей представителей рода *Philadelphus* L. позволяют рекомендовать их для широкого использования в насаждениях общего и ограниченного пользования, что обогатит биоразнообразие и значительно улучшит эстетический вид насаждений г. Киева.

Ключевые слова: *Philadelphus* L., кора, флоэма, ксилема, паренхима, морозоустойчивость, засухоустойчивость, черенкование, *in vitro*, пигменты, фенолы.

ABSTRACT

Kostenko S. M. Biological and ecological characteristics of the genus *Philadelphus* L. and perspectives of planting in Kyiv city. – Manuscript.

Thesis for Ph.D. degree of agriculture sciences from specialty 06.03.01 – forest culture and phytomelioration. – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2015.

In the dissertation presents the results of complex researches the biological and ecological characteristics of the genus *Philadelphus* L. cultivars in Kyiv city. Established taxonomic composition of *Philadelphus* L. that occur in greenery of general limited usage in region of research, assesses their general state of decoration, and assesses their general condition and decoration.

The research of morphological and anatomical features of annual shoots of mock orange found, that in their structure stand rather conservative (structure of xylem, phloem and the epidermis) and plastic (perymedulyarna zone, sclerenchyma and parenchyma axial) signs. Established a significant frost-, drought- and heat resistance of the genus *Philadelphus* L. The functional status of photosystem and pigment complex leaves of mock orange characterizes them as plants adapted to a wide range of lighting.

Investigated the structure of secondary metabolites in leaves tissues of the genus *Philadelphus* L., that allowed revealed the biochemical multivariate their phenolic complex and specific group of flavonoids dwarf forms of mock orange, that actively influences in the hormonal regulation of morphogenesis.

Designed the optimum scheme cultivation adapted plant material, identified the most effective stimulant of for root green cuttings. Improved the biotechnology propagation of mock orange *in vitro*, which include the activation of growth meristem explants, direct morphogenesis and allows to get a large number of plants.

Key words: *Philadelphus* L., bark, phloem, xylem, parenchyma, frost, drought, cuttings, *in vitro*, pigments, phenols.