

ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО НАСІННЄВОГО ВІДНОВЛЕННЯ *CATALPA BIGNONIOIDES* WALT. У ЖИТОМИРСЬКОМУ ПОЛІССІ

Андрєєва О.Ю.¹, Іванюк Т.М.¹, Буднік І.П.², Швець М.В.¹, Климчук О.О.¹

¹Поліський національний університет
бульв. Старий, 7, 10008, м. Житомир

²Малинський фаховий коледж
вул. М. Маклая, 1, 11643, с. Гамарня
andreieva.olenal1@gmail.com

У статті представлені результати досліджень, проведених на базі Ботанічного саду Поліського національного університету імені Героїв-десантників. Для дослідження використовували насіння *Catalpa bignonioides* Walt. місцевої репродукції, зібране на колекційних ділянках інтродуцентів Ботанічного саду, а також у скверах та парках міста Житомир. Метою роботи було оцінити показники схожості, росту й розвитку в умовах Житомирського Полісся сіянців *Catalpa bignonioides* Walt., вирощених із генетично покращеного насіння, попередньо обробленого хімічними мутагенами. За нашими спостереженнями плоди катальпи дозрівають у вересні-жовтні. Масовий виліт насіння відбувається наприкінці зими. У варіантах застосування нормального насіння масово сходи з'являлись на 18–20 день. Грунтова схожість насіння при глибині посіву 0,5 см становила – 46 %, 1 см – 58 % і 2 см – 38 % відповідно. Оптимальною у досліді виявилась глибина посіву 1–2 см. Встановлено, що оброблення насіння катальпи бігніонієвидної колхіцином прискорює появу масових сходів і підвищує ґрунтову схожість у трьох варіантах глибини посіву. У випадку висівання генетично покращеного насіння масово сходи з'являються на 14–17 дні. Грунтова схожість такого насіння вища і становить при глибині посіву 0,5 см – 82 %, 1 см – 76 %, 2 см – 74 %, тобто оптимальною є глибина посіву насіння 0,5 см. Оброблення насіння катальпи бігніонієвидної колхіцином підвищує його ґрунтову схожість на 9–10 %. Сіянци, вирощувані з генетично покращеного насіння, перевершують за біометричними показниками сіянці, вирощені з нормального насіння. Вони мають дещо більші біометричні показники. Так висота надземної частини сіянців, вирощених із генетично покращеного насіння, становила 80,0 см, а на контролі лише 60,1 см. Довжина кореневої системи в цих варіантах встановлена на рівні 9,2 та 8,3 см відповідно. Показники діаметра на рівні кореневої шийки також різняться. **Ключові слова:** *Catalpa bignonioides* Walt., генетично покращене насіння, ґрунтова схожість, глибина посіву, сіянці, біометричні показники.

Genetic & breeding approaches to seed recovery of *Catalpa bignonioides* Walt. in Zhytomyr Polissia. Andreieva O., Ivaniuk T., Budnik I., Shvets V., Klymchuk O.

The article presents the results of research conducted in the Botanical Garden of the Heroes of the Paratroopers of the Polissia National University. *Catalpa bignonioides* Walt seeds of local reproduction from collection of the Botanical Garden as well as in squares and parks of the city of Zhytomyr were used for the study. The aim of the work was to evaluate the seed germination, and growth and development of seedlings obtained from genetically improved seeds, pre-treated with chemical mutagens in Zhytomyr Polissia. According to our observations, the fruits of *Catalpa bignonioides* ripen in September-October. Mass flight of seeds was observed at the end of winter. The seedlings from normal seeds appear in 18-20 days. Normal seed germination was at a sowing depth of 0.5 cm – 46%, 1 cm – 58%, 2 cm – 38%. The optimal sowing depth in this experiment was 1–2 cm. It was found that colchicine treatment of catalpa seeds accelerated seedlings' development by three days. Seed germination increases in three variants of sowing depth. In the variants of sowing genetically improved seeds, seedlings appear in masse on the 14th to 17th day. The seed germination is higher and it is at a sowing depth of 0.5 cm – 82%, 1 cm – 76%, 2 cm – 74%, and the optimal seed sowing depth is 0.5 cm. Treatment of catalpa seeds with colchicine increases germination by 9-10%. Seedlings grown from genetically improved seeds outperform seedlings grown from normal seeds in terms of their biometric indicators. Thus, the height of the above-ground part of seedlings grown from genetically improved seeds is 80.0 cm, and in the control, it is only 60.1. The length of the root system is 9.2 and 8.3 cm, respectively. Root collar diameter is also higher. **Key words:** *Catalpa bignonioides* Walt., genetically improved seeds, germination, sowing depth, seedlings, biometric indicators.

Постановка проблеми. В ботанічних садах, дендропарках, дендраріях та старовинних парках зібрані великі колекції екзотичних видів декоративних рослин, що сприяє примноженню асортименту культурної флори за рахунок культивування екземплярів, стійких до умов навколишнього середовища певного

регіону. Багато декоративних рослин-інтродуцентів використовують в озелененні населених пунктів та прибудинкових територій. Їхня цінність для озеленення визначається різноманітністю декоративних якостей, які здатні викликати у людей особливі естетичні почуття [1]. Види роду *Catalpa* Scop. родини

Бігنونієві (*Bignoniaceae*) визначаються високими декоративними властивостями, особливо під час цвітіння [2]. Вони є перспективними для широкого використання в умовах культури Житомирського Полісся.

Встановлено, що насіннєве розмноження інтродуцентів генетико-селекційними методами підвищує стійкість наступного покоління до несприятливих чинників навколишнього середовища і має значення для акліматизації та виведення нових сортів. Щороку селекціонери розширюють світове сортове різноманіття, створюючи тисячі нових декоративних рослин. Проте з часом стає все складніше вивести культивари з унікальними характеристиками, які не дублюють вже існуючі сорти. Саме тому кожна нова ознака в декоративних культурах має високу цінність і відразу включається в програми гібридизації [3]. У зв'язку з цим, важливими напрямками експериментального мутагенезу є розроблення нових методичних підходів для збільшення частоти та різноманітності мутацій, а також дослідження можливостей отримання специфічних мутацій із високою ефективністю [4].

Хімічні мутагени вивчали представники української генетичної школи на чолі з академіком С.М. Гершензоном. Нині відомо близько півтисячі хімічних мутантів. Найбільшою серед них є група алкілюючих сполук. Колхіцин ($C_{22}H_{25}NO_6$) – речовина із групи алкалоїдів. Добувають його із рослини пізньоцвіт осінній (*Colchicum autumnale*). Слабкий його розчин блокує процес утворення веретена поділу. Тому під час мітози хромосоми не розходяться до полюсів, клітина не ділиться, а утворюється ядро із подвоєною кількістю хромосом. Для отримання поліплоїдів використовують 0,1–0,25%-й водний розчин колхіцину, яким обробляють насіння чи верхівки молодих пагонів [5–7].

Актуальність дослідження. Види роду *Catalpa* часто використовують у ландшафтному дизайні. Вона приваблює увагу своїми великими серцеподібними листками, ароматними квітами, схожими на орхідеї, та довгими стручкоподібними плодами. Її крона густа й розлога, а цвітіння рясне та ефектне. Добре адаптується до міських умов, стійка до забруднення повітря, спекотних погодних умов, хоча комфортніше почувається у вологому ґрунті. Для листя характерний специфічний запах, який відлякує комах. У містах катальпу часто висаджують уздовж доріг та в парках. Види роду *Catalpa* Scop. є порівняно новою культурою у вітчизняному декоративному садівництві. Враховуючи значний сортовий потенціал, в Україні цю культуру використовують усе частіше. Виведення нових сортів, адаптованих до місцевих еколого-кліматичних умов, зокрема до промислових регіонів, сприятиме розширенню їх генофонду та підвищенню практичного значення [8–10].

У ботанічному саду Поліського національного університету є два види представників роду *Catalpa*:

Catalpa speciosa Ward. та *C. bignonioides* Walt. На їх основі здійснюють інтродукційні дослідження, гібридизаційну роботу та вивчають можливість використання індукованого мутагенезу для формування селекційного фонду перспективних форм.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

У науково-дослідних роботах, присвячених дослідженню інтродуцентів на території України, зазначається, що саме деревні рослини відіграють важливу роль у мінімізації негативного впливу промислових і деяких природних чинників на здоров'я людини. Декоративні рослини є екологічними стабілізаторами стану мегаполісів, де вони виконують низку важливих функцій: містобудівну, санітарно-гігієнічну, естетичну [11, 12]. Інтродукція рослин вирішує не тільки фундаментальні проблеми, що пов'язані зі збереженням біорізноманіття флори, як вже зазначалося, виявленням закономірностей адаптації рослин в умовах інтродукційного ареалу, але й практичні задачі щодо раціонального використання рослинних ресурсів [13].

Вагому роль у збагачення деревної флори нашої країни відіграли аматори щодо садівництва та ботаніки. Так, на початку XIX ст. відомий громадський та науковий діяч України І.М. Каразін у Харківській області створив парк з великим набором нових цінних деревних порід. У ньому нараховувалось близько 400 видів дерев та кущів. Саме у цей сад вперше в Україні було інтродуковано катальпу прекрасну (*Catalpa speciosa* Ward.) [14].

Інтродукція нових видів, гібридів і культиварів підвищує естетичні характеристики об'єктів озеленення, розширює їх функціональні можливості. В деяких роботах наводяться нові аспекти систематики рослин, у тому числі й інтродукованих на території України, що побудовані на основі їх молекулярно-генетичного аналізу [11].

Серед ефективних методів створення вихідного матеріалу для генетичних досліджень належне місце посідає індукований мутагенез. Метод індукованого мутагенезу має безсумнівні переваги перед деякими новими, але складними і трудомісткими методами генетичної маніпуляції для вдосконалення сортів рослин [15]. Найбільший ефект може бути одержано за раціонального поєднання відповідних методів селекції. Можливості селекції рослин деяких культур різко обмежені через звуження генетичної основи під час використання недостатньої колекції цінних вихідних форм [16].

Мутації є основним джерелом спадкової мінливості – одного з факторів еволюції організмів. Завдяки мутаціям з'являються нові алелі. Один із генетичних підходів базується на хімічному мутагенезі. З його допомогою можливо в короткий термін змінити спадкову природу рослини, домогтися «сплеску» цінних господарських ознак. Хімічний мутагенез базується на глибокому проникненні специфічних агентів в організм і їх впливу на структуру генів – одиниць

спадкової організації. Насіння, пилок, живці, бульби обробляють хімічними мутагенами, що викликають корисні і раніше невідомі спадкові зміни, які виявляються переважно чином у другому поколінні. Рослини з такими ознаками можуть бути використаними як вихідний матеріал у селекційній роботі. До цінних ознак належать, зокрема, підвищення врожайності, поліпшення якості насіння та інших продуктів, стійкість рослин до збудників хвороб і шкідників. Слово «мутація» походить від поняття зміна і означає різке ухилення або новоутворення ознак і властивостей організму під впливом зміни структури гена [3, 17–19].

Новизна. Встановлено, що найвищими показниками схожості, росту і розвитку характеризуються сіянці, вирощені з генетично покращеного насіння, попередньо обробленого розчином 0,1% колхіцину. Обґрунтовано доцільність вирощування садивного матеріалу з генетично покращеного насіння та впровадження його у зелене будівництво урбоценозів Житомирського Полісся.

Методологія досліджень. Дослідження проведені на базі Ботанічного саду Поліського національного університету імені Героїв-десантників. Для дослідження використовували насіння *Catalpa bignonioides* Walt. місцевої репродукції, зібране на колекційних ділянках інтродуцентів Ботанічного саду, а також у скверах та парках міста Житомир. За нашими спостереженнями плоди *Catalpa bignonioides* дозрівають у вересні-жовтні. Масовий виліт насіння відбувається наприкінці зими – на початку весни [20, 21]. Насіння зберігали у скляній тарі при температурі 6–8°C. Було встановлено, що ґрунтова схожість генетично покращеного насіння досліджуваного виду становить 92%.

Для отримання повноцінних сходів використовували різну глибину заготання насіння. Дослід здійснювали в умовах тепличного вирощування із застосуванням двох генетико-селекційних підходів. Перший підхід полягав у використанні генетично покращеного та нормального насіння. Генетично покращене насіння – це насіння, зібране з кращих дерев за господарсько цінними ознаками. До нормального насіння належить заготовлене з нормальних дерев із задовільними господарськими ознаками та станом.

Згідно з другим підходом для отримання вихідних форм, придатних для подальшої селекційної роботи, частину використовуваного насіння було оброблено колхіцином ($C_{22}H_{25}NO_6$), котрий відомий своєю здатністю впливати на поділ ядра та викликати поліплоїдію. Поліплоїдогенний ефект спричиняють водні розчини колхіцину, які проникають у цитоплазму клітин, що діляться. Ефективність застосування колхіцину оцінювали в концентрації 0,1% [22, 23].

Викладення основного матеріалу. Ґрунтову схожість генетично покращеного насіння оцінювали шляхом пророщування його у другій декаді квітня 2023 року у теплиці в умовах підвищених вологості й температури в трьох варіантах із різною глибиною заготання. Для оцінювання чутливості до колхіцину насіння обробляли водним розчином у концентрації 0,1%. Вважається, що мутагенний вплив найбільш виражений на ознаках рослин, які формуються в момент обробки, тобто на певному етапі органогенезу. У цьому дослідженні оцінювали вплив розчину колхіцину на схожість насіння (табл. 1, 2).

Аналіз даних свідчить (табл. 1), що у варіантах використання нормального насіння масово сходять з'являються на 18–20 день. Ґрунтова схожість насіння

Таблиця 1

Ґрунтова схожість нормального насіння *C. bignonioides* Walt.

Глибина посіву, см	Без обробки колхіцином		Із застосуванням колхіцину	
	Кількість діб до появи масових сходів	Ґрунтова схожість, %	Кількість діб до появи масових сходів	Ґрунтова схожість, %
0,5 см	19	46	16	52
1 см	18	58	16	65
2 см	20	38	18	42

Таблиця 2

Ґрунтова схожість генетично покращеного насіння *C. bignonioides* Walt.

Глибина посіву, см	Без обробки колхіцином		Із застосуванням колхіцину	
	Кількість діб до появи масових сходів	Ґрунтова схожість, %	Кількість діб до появи масових сходів	Ґрунтова схожість, %
0,5 см	14	82	12	92
1 см	16	76	14	86
2 см	17	74	15	83

Таблиця 3

Середні біометричні показники однорічних сіянців *C. bignonioides* Walt.

Категорія насіння	Довжина, см			Діаметр на рівні кореневої шийки, мм
	Загальна	Надземних частин	Кореневих систем	
Генетично покращене	89,2	80,0	9,2	1,8
Нормальне	68,4	60,1	8,3	1,3

становила при глибині посіву 0,5 см – 46%, 1 см – 58%, 2 см – 38% відповідно. А при обробці 0,1% розчином колхіцину насіння сходило на декілька днів раніше і з вищими показниками ґрунтової схожості. Оптимальною глибиною посіву у даному досліді є 1–2 см.

Встановлено, що оброблення насіння катальпи бігтонієвидної колхіцином прискорює появу масових сходів на три дні і підвищує ґрунтову схожість у трьох варіантах глибини посіву.

Виявлено, що у випадку висівання генетично покращеного насіння (табл. 2) масово сходи з'являються на 14–17 дні. Ґрунтова схожість насіння у цьому досліді вища і становить при глибині посіву 0,5 см – 82%, 1 см – 76%, 2 см – 74% відповідно. У випадку застосування колхіцину насіння сходить раніше, а ґрунтова схожість має вищі показники. Оптимальною глибиною посіву насіння – 0,5 см. Обробіток насіння катальпи бігтонієвидної колхіцином підвищує його ґрунтову схожість на 9–10%, а прискорює появу масових сходів лише на 2 дні.

Сіянці *C. bignonioides* ростуть доволі швидко, в однорічному віці досягають 30–40 см заввишки та 10–15 мм у діаметрі кореневої шийки [9].

Згідно з нашими спостереженнями, однорічні сіянці *C. bignonioides* вирощені з нормального насіння мали середню висоту 60 см, а вирощені з генетично покращеного насіння, попередньо обробленого колхіцином, сягали висоти до 80 см. Діаметр кореневої шийки у сіянців з нормального насіння становив 1,3 см, а сіянців вирощених з генетично покращеного насіння 1,8 см (табл. 3).

У третій декаді травня сіянці були пересаджені у контейнери, наповнені ґрунтовою сумішшю, яку готували із застосуванням змішувача шляхом подрібнення та приготування субстрату потрібної вологості. Субстратом була готова очищена від насіння бур'янів та збудників хвороб торфосуміш із базовим набором добрив та мікроелементів. За контроль було взято варіант вирощування сіянців, вирощених з нормального насіння.

Сіянці, вирощувані з генетично покращеного насіння, перевершують за своїми біометричними показниками сіянці, вирощені з нормального насіння. Вони мають дещо кращі біометричні показники

відповідно. Показники діаметра на рівні кореневої шийки теж різняться. Якість садивного матеріалу зумовлена, переважно, агротехнікою вирощування садивного матеріалу та його спадковістю. Лімітуючі фактори – опади і температура, залежать від погодних умов. На зимівлю контейнери заглиблювали у ґрунт.

Навесні 2024 року у однорічних сіянців були відмічені ознаки приморзання. Встановлено, що у ранньому віці сіянці *C. bignonioides* страждають як від ранньоосінніх, так і від пізньовесняних приморозків. Як результат – пошкодження верхньої частини пагонів, верхівкових вегетативних бруньок та однорічних нездерев'янілих пагонів. Із цією проблемою можна успішно боротися, обрізаючи ранньою весною ушкоджені пагони.

Основні висновки. У регіоні досліджень встановлено, що найвищими показниками схожості, росту і розвитку характеризуються сіянці, створені з генетично покращеного насіння, попередньо обробленого розчином 0,1% колхіцину.

У варіантах використання нормального насіння масово сходи з'являються на 18–20 день. Ґрунтова схожість насіння становить: при глибині посіву 0,5 см – 46%, при глибині 1 см – 58%, при глибині 2 см – 38%. Оптимальною глибиною посіву у даному досліді є 1–2 см. Обробка такого насіння колхіцином прискорює появу масових сходів на три дні і підвищує ґрунтову схожість у трьох варіантах глибини посіву.

Виявлено, що у випадку висівання генетично покращеного насіння масово сходи з'являються на 14–17 дні. Ґрунтова схожість насіння у даному досліді вища і становить: при глибині посіву 0,5 см – 82%, при глибині 1 см – 76%, при глибині 2 см – 74%. Оптимальна глибина посіву насіння становить 0,5 см. Обробка генетично покращеного насіння катальпи бігтонієвидної колхіцином підвищує його ґрунтову схожість на 9–10%.

Сіянці, вирощувані з генетично покращеного насіння, перевершують за своїми біометричними показниками сіянці, вирощені з нормального насіння. Висота надземної їх частини становить 80,0 см, а на контролі лише 60,1 см. Довжина кореневої системи 9,2 та 8,3 см відповідно. Показники діаметра на рівні кореневої шийки теж різняться.

Література

1. Калініченко О. А. Декоративна дендрологія. Навчальний посібник. К.: Вища школа, 2003. 199 с.
2. Кульбіцький В. Л., Шлапак В. П. Біологічні особливості видів роду *Catalpa Scop.* та використання їх в зеленому будівництві Правобережного Лісостепу України. Міжнародна науково-практична конференція «Досягнення та проблеми інтродукції рослин в степовій зоні України». Херсон: ТОВ «Айлант», 2006. С. 30–31.
3. Гудим О. В., Васько В. О. Ефективність використання експериментального мутагенезу в селекції рослин. Вісник Харківського національного аграрного університету Серія "Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання". 2015. № 1. С. 87–97.
4. Моргун В. В. Спонтанна та індукована мутаційна мінливість та її використання в селекції рослин. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. Т. 2. К.: Логос, 2001. С. 144–174.
5. Васько В. О. Вплив хімічного та фізичного мутагенів на господарсько цінні ознаки М1 соняшнику. Вісник ХНАУ Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання». 2015. № 2. С. 55–66.
6. Васильківський С. П. Особливості використання хімічного мутагенезу при створенні вихідного матеріалу для селекції пшениці : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». Одеса, 1999. 36 с.
7. Козаченко М. Р. Ефективність способів індукування і використання мутацій в селекції ярого ячменю : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». Дніпропетровськ, 2001. 35 с.
8. Голуб В.О., Голуб С.М. Оцінка біологічних особливостей видів роду *Catalpa Scop.*, інтродукованих у Волинській області // матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Вивчення і збереження 85 біорізноманіття біоценозів України» (Біла Церква, 20–23 квітня 2021 р.). Біла Церква: БНАУ, 2021. С. 17–19.
9. Кульбіцький В. Л. Оцінка успішності інтродукції катальпи в умовах культури Правобережного Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України. 2006. Вип. 16.3. Львів: УкрДЛТУ, 2006. С. 21–25.
10. Кирієнко С. В., Слюта А. М. Використання видів роду *Catalpa Scop.* в озелененні міста Чернігова. Рослини та урбанізація: Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 1 лютого 2023 р.). Дніпро, 2023. С. 128–130.
11. Спрягайло О. В. Перспективи збагачення таксономічного різноманіття культивованої дендрофлори Середнього Подніпров'я. Вісник Черкаського університету. 2014. № 36 (329). С. 108–115.
12. Кононюк А. В., Вакулик І. І. Роль зелених насаджень в архітектурному образі міста. Управління економічними процесами на макро- і мікрорівні: проблеми та перспективи вирішення: матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції молодих учених, 24–25 квітня 2018 р. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. С. 166–167.
13. Кузнецов С. І. Особливості інтродукції деревних рослин та оптимізації урбогенних насаджень в Україні. Ботанічні сади : проблеми інтродукції та збереження рослинного різноманіття : матеріали Всеукраїнської наукової конференції, 10–11 жовтня 2013 р. Житомир : ЖНАЕУ, 2013. С. 46–49.
14. Кохно М. А. Історія інтродукції деревних рослин в Україні (короткий нарис). Київ : Фітосоціоцентр, 2007. 67 с.
15. Harten A. M., Broertjes V. C. Mutation breeding: a Stepping-stone between Gregor Mendel and genetic manipulation (a treatise for vegetative propagated crops). Gen. Manipulat. Plant Breed. Proc. 1st. Symp., Berlin (West), Sept. 8–13, 1985. Berlin, New York, 1986. P. 8–15.
16. Marshall D. R. The advantages and hazards of genetic homogeneity. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1977. No 287. P. 1–20.
17. Knotte, D.R. What determines the success of mutation breeding. Plant Mutat. Breed. For Crop Improv: Proc. Int. Symp. Vol. 1. Vienna. 1991. P. 11–18.
18. Muller H. J. Artificial transmutation of the gene. Science. 1927. № 66. С. 84–87.
19. Singleton W. R. Mutations induced by treating maize seeds with thermal neutrons. Induced mutant plants. Vienna, 1969. 479 с.
20. Кульбіцький В. Л. Насіннєве розмноження *Catalpa speciosa* Ward. Ex Engelm., *C. bignonioides* Walt., *C. ovata* Don. в умовах культури у Правобережному Лісостепу України // Науковий вісник НЛТУ України. 2005. Вип. 15.1. Львів: УкрДЛТУ, 2005. С. 49–53.
21. Кухарська О.М. Особливості насіннєвого розмноження *Catalpa speciosa* Ward., *C. bignonioides* Walt., *C. hybrida* Spaeth в умовах культури міста Києва. Наук. вісн. Національного університету біоресурсів та природокористування. 2010. № 152. Ч.2. С. 392–397.
22. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М. та ін. Методика селекційного експерименту (в рослинництві): навчальний посібник. Харк. Нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. Х. 2014. 229 с.
23. Бессонова В. П. Методологія і організація наукових досліджень у садово-парковому господарстві: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури. 2019. 264 с.