

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ БОТАНІЧНИЙ САД ІМЕНІ М. М. ГРИШКА**



СОКОЛ ОКСАНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 633.88:[582.573.46+582.998.16+581.41]

**ВИДИ РОДУ *ARCTIUM* L. В УКРАЇНІ: БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ**

03.00.05 – ботаніка

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата біологічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України.

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор
Рахметов Джамал Бахлулович,
Національний ботанічний сад
імені М. М. Гришка НАН України,
заступник директора з наукової роботи
(інноваційний розвиток)

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, доцент
Котюк Людмила Анатоліївна,
Поліський національний університет,
завідувачка кафедри загальної екології

кандидат біологічних наук, доцент
Царенко Ольга Миколаївна,
Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України,
старший науковий співробітник відділу
систематики і флористики судинних рослин

Захист відбудеться «30» квітня 2021 року о 12-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.215.01 в Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України за адресою: 01014, м. Київ, вул. Тімірязєвська, 1.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України за адресою: 01014, м. Київ, вул. Тімірязєвська, 1.

Автореферат розісланий «30» березня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник



Н. І. Джуренко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розширенню асортименту лікарських рослин, які є природним джерелом різних класів біологічно активних сполук, здатних підтримувати рівновагу людини приділяється значна увага. При цьому дедалі актуальнішою є проблема пошуку перспективних видів рослин, які мають поліфункціональне значення. Здатність рослин займати певні екологічні ніші та витримувати несприятливі умови зовнішнього середовища безпосередньо залежить від онтогенетичних, структурно-функціональних, біохімічних особливостей рослин. Дослідження таких аспектів лікарських рослин представляє безперечний науковий інтерес, оскільки дозволяє визначити можливості адаптації та стійкості рослин і закладає основи для введення в культуру та раціонального їх використання, що має важливе наукове і практичне значення. Особливої уваги заслуговують представники роду *Arctium* L.

У світовій флорі рід *Arctium* налічує 19 видів. На території України поширені 4 види роду *Arctium* (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). Завдяки різноманітному фітохімічному складу ці рослини знаходять широке застосування в медичній практиці, як фітозасоби з широким спектром дії на організм людини – регулювання обміну речовин, лікування та профілактика захворювань шлунково-кишкового тракту та протипухлинної активності (Pereira, 2005, Guo, 2008, Dias, 2017).

Введення в культуру рослин, перспективних для використання у фармації складний і тривалий процес. Переважна більшість рослин роду *Arctium* потребує комплексного дослідження, яке передбачає вивчення біологічних, біохімічних, фітотехнологічних аспектів для виявлення особливо перспективних видів.

Разом з тим питання щодо біологічних, біохімічних особливостей, продуктивного потенціалу рослин видів роду *Arctium* висвітлені у науковій літературі фрагментарно. З огляду на схожість морфологічних ознак та здатність утворювати міжвидові гібриди існує проблема у ідентифікації видів рослин роду *Arctium*. Тому ці дослідження потребують більш детального вивчення і є основою для пошуку та введення особливо перспективних видів рослин *Arctium* у культуру залежно від напрямів використання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою частиною наукових робіт лабораторії медичної ботаніки відділу культурної флори НБС імені М. М. Гришка за темами: «Мобілізація ресурсів лікарських рослин флори України та комплексне дослідження видів, перспективних для поліфункціонального використання у фітоергономіці» (2013-2015pp.), № д/р 011U000308; "Комплексна оцінка біологічно активного потенціалу лікарських рослин, перспективних для створення фітозасобів поліфункціонального використання" (2016-2018 pp.), № д/р 0113U003099; "Біоскринінг фітохімічного потенціалу лікарських рослин флори України та розробка фітокомплексів для підвищення адаптаційного статусу організму" (2019-2021 pp.), № д/р 0119U000003.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – з'ясувати морфолого-біологічні особливості, репродуктивний та фітохімічний потенціал рослин видів роду *Arctium* для розробки наукових основ введення в культуру.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

1. Оцінити інтродукційний потенціал та сформувати колекційний фонд рослин роду *Arctium* і визначити ступінь їх інтродукції в межах ареалу.

2. Встановити закономірності росту та сезонного ритму розвитку рослин видів роду *Arctium* першого та другого року вегетації.

3. З'ясувати морфолого-анатомічні особливості вегетативних та генеративних органів рослин видів роду *Arctium*.

4. Провести порівняльно-морфологічний аналіз рослин видів роду *Arctium*.

5. З'ясувати особливості репродукційної здатності рослин видів роду *Arctium*.

6. Визначити динаміку накопичення біологічно активних сполук в різних органах рослин залежно від періоду розвитку.

7. Оцінити перспективи введення в культуру рослин видів роду *Arctium*.

Об'єкт дослідження – біологічні та фітохімічні особливості, репродуктивна здатність, перспективи введення в культуру та використання.

Предмет дослідження – види роду *Arctium* L.: *A. lappa* L., *A. tomentosum* Mill., *A. minus* Bernh., *A. nemorosum* Lej.

Методи досліджень – польовий, морфологічно-описовий, лабораторний та статистичний.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено біологічні, фітохімічні особливості рослин видів роду *Arctium*: *A. lappa*, *A. tomentosum*, *A. minus*, *A. nemorosum* та оцінено успішність їх інтродукції. З'ясовано сезонні ритми росту та розвитку рослин і побудовані фенологічні спектри в умовах інтродукції. Виявлено нові морфологічні ознаки листової пластинки, квітки, пилку та сім'янок рослин видів роду *Arctium*, які можуть слугувати науковою основою для їх ідентифікації. Визначено, що за допомогою мікроскопічних досліджень епідерми листової пластинки можна прослідкувати хід пристосувальних реакцій на зміну умов середовища. Проведено порівняльно-морфологічний аналіз параметрів вегетативної та генеративної сфери рослин, визначені специфічні діагностичні ознаки, що дозволяють доповнити ключі для визначення видів рослин роду *Arctium*. Виявлено ступінь спорідненості між видами рослин роду *Arctium*. Визначено, що за деякими структурними ознаками близькими є види рослин *A. lappa* та *A. nemorosum*, а також *A. minus* і *A. tomentosum*. Характерними показниками для рослин *A. tomentosum* є довжина та ширина віночка і тичинок, для рослин *A. minus* – довжина листової пластинки першого року життя та ширина віночка, для *A. nemorosum* – довжина та ширина сім'янок і маса 1000 насінин. Всі ці ознаки можуть бути розглянуті як діагностичні. Встановлено особливості репродуктивної здатності рослин видів роду *Arctium*. Визначено фітохімічні особливості листової пластинки, черешків та коренів рослин залежно від фази розвитку.

Практичне значення отриманих результатів. На підставі результатів досліджень доведено перспективність введення в культуру видів роду *Arctium*, що дозволить розширити сировинну базу лікарських рослин. Результати морфолого-анатомічних досліджень дозволяють доповнити ключі для ідентифікації видів рослин роду *Arctium*. Встановлено фітохімічний склад основних БАС в різних частинах рослин протягом вегетації, що дозволить ефективніше використовувати рослинну сировину. Визначені фенологічні фази розвитку рослин видів роду *Arctium* з максимальним вмістом БАС, що дозволяє рекомендувати оптимальні строки збору

рослинного матеріалу. Для подальшої селекційно-інтродукційної роботи запропоновано найбільш продуктивні та перспективні види рослин – *A. tomentosum* та *A. lappa*.

Особистий внесок здобувача. Результати досліджень, висвітлені в дисертаційній роботі, одержані автором самостійно і є оригінальними. Постановку завдань і розроблення програми досліджень було здійснено разом із науковим керівником. Здобувачем проведено літературний інформаційний пошук, узагальнено наукові дані вітчизняних та зарубіжних фахівців за темою дисертації, проведено лабораторні й польові дослідження, проаналізовано та узагальнено результати експериментів, на їх основі сформульовано висновки та розроблено рекомендації. Публікації виконано самостійно та у співавторстві. Права співавторів не порушено.

Апробація результатів дисертаційної роботи. Основні результати досліджень доповідали та представляли у наукових матеріалах конференцій: Міжнародна наукова конференція до 75-річчя Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України «Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах і дендропарках» (Київ, 2010); XIII з'їзд українського ботанічного товариства (Львів, 2011); Міжнародна конференція молодих вчених «Біологія: від молекули до біосфери» (Харків, 2011); Міжнародна конференція молодих учених «Актуальні проблеми ботаніки і екології» (Березне, 2011), Міжнародна наукова конференція «Дендрологія, квітникарство та садово-паркове будівництво» (Ялта, 2012); Міжнародна наукова конференція «Биологически активные вещества растений – изучение и использование» (Минск, 2013); Міжнародна конференція молодих учених «Актуальні проблеми ботаніки та екології» (Щолкіне, 2013); Міжнародна наукова конференція "Інтродукція, збереження та моніторинг рослинного різноманіття» (Київ, 2014); Міжнародна конференція «Охорона біорізноманіття та історико-культурної спадщини у ботанічних садах та дендропарках» (Умань, 2015); VIII Всеукраїнська науково-практична конференція «Біологічні дослідження – 2017» (Житомир, 2017); Міжнародна конференція «Modern Methodologies, innovations, and operational experience the field of biological sciences» (Lublin, 2017); Всеукраїнська науково-практична конференція «Біологічні дослідження – 2018» (Житомир, 2018); Міжнародна наукова конференція «Стратегії збереження рослин у ботанічних садах та дендропарках» (Київ, 2019); Міжнародна конференція, присвячена 140-річчю з дня народження П. І. Гавсевича (Березоточа, 2019); Міжнародна-практична конференція «Planta + Досягнення та перспективи» (Київ, 2020); IV Міжнародна науково-практична конференція у рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах–2020» (Крути, 2020).

Публікації. За матеріалами досліджень опублікована 21 наукова праця, де висвітлено основні результати дисертації, у тому числі 3 статті у наукових фахових виданнях України, 2 статті у фаховому та періодичному виданні України, включеному до міжнародних наукометричних баз даних, 16 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 177 сторінках комп'ютерного тексту, з них 131 – основного, який включає 28 таблиць, 38 рисунків.

Робота складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел (204 найменувань, із них 45 – латиницею) та 15 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ РОСЛИН РОДУ *ARCTIUM*

У розділі розглянуто питання поширення, класифікації та використання рослин роду *Arctium* L. Рід *Arctium* належить до родини *Asteraceae* Bercht. & J. Presl, яка налічує від 1300 до 1600 родів понад 25 тисяч видів рослин. За даними Index Kewensis, рід *Arctium* включає близько 20 видів. Згідно інформаційної бази The Plant List, наводиться 19 наукових назв видів рослин даного роду. Природний ареал рослин роду *Arctium* знаходиться в помірному поясі Азії, Європи та Америки. У флорі України зростає 4 види роду *Arctium*: *A. lappa* L., *A. nemorosum* Lej., *A. minus* Bernh., *A. tomentosum* Mill. Це переважно трав'янисті, широколисті, мезоморфні, рудеральні рослини, широко розповсюджені, головним чином, в більш північних, помірно вологих, деяких вологих і тінистих лісових районах. Аналізуючи літературні джерела, присвячені родині *Asteraceae*, слід зауважити, що деякі автори по-різному трактують поділ родини на підродини та триби певних родів. Існує багаточисельна кількість синонімів, що заважає ідентифікації рослин роду *Arctium*. Ці питання висвітлюються у роботах Cassini (1819), Bentham & Hooker (1873), Boissier (1875), Hoffmann (1890-1894), Arenes (1950), Клоков (1954), Поляков (1967), Rechinger (1972), Штепа (1966,1973), Dittrich (1977), Bremer (1987), Duistermaat (1996), Panero & Funk (2002).

У своїй роботі ми дотримуємося сучасної системи APG III, відповідно до якої рід *Arctium* займає наступне систематичне положення *Asterales* → *Asteraceae* → *Carduoideae* → *Cardueae* → *Carduinae* → *Arctium*. Розділення на секції роду *Arctium* запропонованої Arenes (1950): секція *Eglandulosa* Arene in Bull. Jard. Bruxelles (*A. lappa*, *A. nemorosum*, *A. minus*) секція *Glandulosa* Arene in Bull. Jard. Bruxelles (*A. tomentosum*).

Аналіз наукових літературних джерел дозволив виявити низку нерозв'язаних питань, а саме: не з'ясовані біолого-морфологічні особливості, сезонні ритми розвитку, адаптаційна здатність рослин. Не визначено динаміку накопичення біологічно активних сполук у рослин протягом вегетації. Не проведений відбір особливо перспективних видів рослин. Ці не вирішені питання й обумовили визначення завдань дисертаційних досліджень.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження проводили впродовж 2010-2020 років у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України на базі колекційного фонду "Лікарські рослини" лабораторії медичної ботаніки відділу культурної флори.

До досліджень були залучені види роду *Arctium*: *A. lappa* L., *A. tomentosum* Mill., *A. minus* Bernh., *A. nemorosum* Lej. флори України. Назви рослин наведено за «Vascular plants of Ukraine a nomenclatural checklist» С. Л. Мосякіна, М. М. Федорончука (1999), ресурсами APG III (2009), The Plant List (2016). Для визначення рослин використовували «Визначник вищих рослин України» (1987). Особливості

проходження фенологічних фаз вивчали за «Методикой фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» (1975). Вікові стани рослин описували за методикою Т. А. Работнова (1950), доповненою А. А. Урановим (1975) з використанням методичних вказівок по онтогенетичному морфогенезу вегетативних органів рослин І. І. Ігнат'євої (1983). Для морфологічного опису використовували «Атлас по описательной морфологии высших растений» (1956, 1975, 1986), Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин (С. М. Зиман та ін., 2004). При описі морфології пилкових зерен використано термінологію G. Erdman (1952), Л. О. Куприянова, Л. О. Алешина (1971), для вимірювання використовували програму Axio Vision.

Для досліджень будови листової пластинки методом реплікацій листків рослин видів роду *Arctium* використовували методику С. Ф. Захаревича (1954). Оцінку насінної продуктивності проводили відповідно до методики І. В. Вайнагія (1974). При визначенні ступеня розходження порівнювальних зразків за окремими ознаками і ступеню їх загальної подібності використовували метод, запропонований В. Н. Шмідтом (1984). Для виявлення глибини спорідненості за структурними ознаками проведено порівняльно-морфологічний аналіз видів роду *Arctium* за показниками: рослин першого року вегетації – висота (см) рослин (А), довжина (см) листової пластинки (В), ширина (см) листової пластинки (С), довжина черешка (см) (D); другого року вегетації – довжина (мм) віночка (Е), ширина (мм) віночка (F), довжина (мм) зубчиків віночка (G), ширина (мм) зубчиків віночка (H), довжина (мм) сім'янок (I), ширина (мм) сім'янок (L), товщина (мм) сім'янок (M), маса (г) 1000 насінин (N), діаметр (см) кошиків (P), довжина (мм) тичинок (Q), ширина (мм) тичинок (R), висота (см) рослин другого року вегетації (S). Стандартом слугував найбільш поширений вид рослин – *A. lappa*. Розраховано нормоване відхилення (δ) та коефіцієнт дивергенції (КД) ознак. Оцінку успішності інтродукції проведено за методикою В. М. Билова, Р. А. Карписонова (1978), інтродукційну стійкість рослин визначено за шкалою Н. В. Трулевич (1991).

Біохімічні дослідження рослин видів роду *Arctium* проводили за загальноприйнятими методиками. Вміст полісахаридів визначали фотоколориметричним методом (Кузнецова, 2002), суму цукрів (Починок, 1976). Суму пластидних пігментів – хлорофілів і каротиноїдів визначали спектрофотометричним методом (Мусієнко, 2001), вміст аскорбінової кислоти – методом титрування (Єрмаков, 1982). Визначення катехинів, антоціанів та лейкоантоціанів проводили фотоколориметричним методом (Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав, 1982). Зразки для досліджень відбирали у фазах: вегетативна, бутонізації, квітування з різних органів рослин (корені, черешки, листові пластинки).

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за рекомендаціями Г. М. Зайцева (1978, 1983) з визначенням коефіцієнтів кореляції з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel 2009. Для оцінки сили зв'язку використовували шкалу Чеддока (2005).

Особливості онтогенезу рослин роду *Arctium* L. Дослідження онтогенетичного розвитку рослин дозволили виявити, що він складається з 4 періодів: латентний, прегенеративний, генеративний, постгенеративний та 10 онтогенетичних станів (насінина, проростки, ювенільний, іматурний, віргінільний, молоді генеративні, середньовікові генеративні, зрілі генеративні, старі генеративні рослини та сенільний). У перший рік вегетації рослини проходять прегенеративний період, який включає вікові стани: проростки (р), ювенільний (j), іматурний (im) та віргінільний (v) (рис.2).

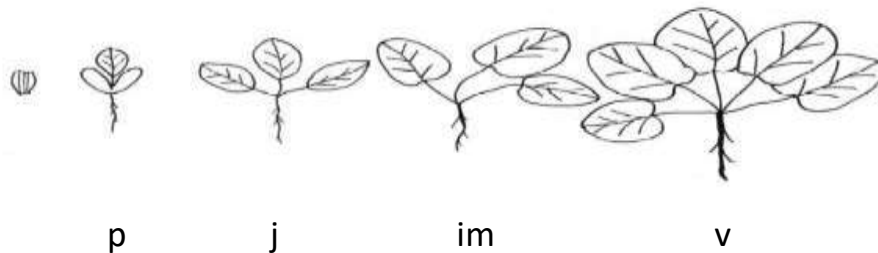


Рис. 2. Схема вікових станів рослин *A. lappa* першого року життя: проростки (р), ювенільний (j), іматурний (im), віргінільний (v)

Проростки (р) з'являються в другій декаді березня. Для рослин притаманний епігіальний тип проростання: спочатку з'являється корінь, потім сім'ядолі, які мають продовгувато-еліптичну форму і виносяться на поверхню за рахунок розростання гіпокотилля. Перший справжній листок, який згорнутий у вигляді трубки, з'являється через 10-14 днів. Ювенільні рослини (j) представляють собою молоді вегетуючі особини, що формують розетку, утворену 2-3 листками які мають серцеподібну форму з тупою верхівкою і виїмчастою основою у *A. lappa*, *A. tomentosum* та *A. nemorosum*. Лише у *A. minus* – верхівка загострена, край листкової пластинки у всіх видів цілісний.

Іматурні рослини (im) формують розетковий пагін з 2-4 листками на довгих черешках. У цей період у видів рослин *A. lappa* і *A. tomentosum* та *A. nemorosum* листкова пластинка зберігає серцеподібну форму з тупою верхівкою і серцеподібною основою. У рослин *A. minus* – листкова пластинка має загострено-яйцеподібну форму. Край листкової пластинки у рослин змінюється на виїмчато-хвилястий.

Віргінільні рослини (v) характеризуються розеткою листків у кількості 5-8 шт. Отже, в перший рік вегетації рослини роду *Arctium* формують розетку листків та кореневу систему. Він триває до третьої декади жовтня або до настання перших заморозків.

Генеративний період (g) у видів *Arctium* настає на другий рік життя і складається з 4 станів: молоді генеративні, середньовікові генеративні, зрілі генеративні та старі генеративні рослини. На початку другого року вегетації молоді генеративні рослини формують розеткові листки. У середньовікових генеративних рослин збільшуються лінійні розміри листкової пластинки і черешка, розетковий пагін змінюється ортотропним, а в пазухах пагонів утворюються пазушні бруньки. У зрілих генеративних рослин – відбувається ріст ортотропного пагона, з пазушних бруньок розвиваються генеративні пагони. Починається фаза квітування рослин та

дозрівання плодів. У старих генеративних особин продовжується квітування рослин і в той же час на рослині знаходяться дозрілі кошики. Постгенеративний період складається з сенільного стану, який починається з третьої декади липня і триває до другої декади серпня. Відбувається відмирання кореневої системи, яке продовжується в акропетальному напрямку (рис.3).

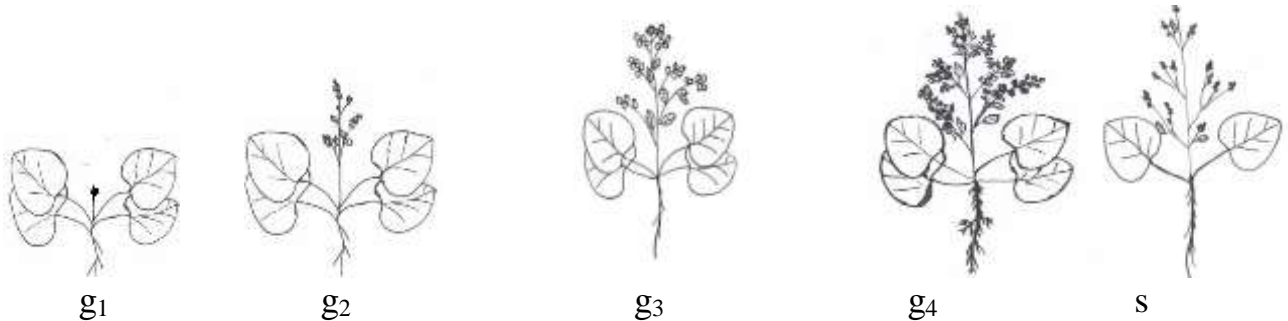


Рис. 3. Схема вікових станів рослин *A. lappa* другого року життя: молоді генеративні (g₁), середньовікові генеративні (g₂), зрілі генеративні (g₃), старі генеративні рослини (g₄), сенільні рослини (s)

МОРФОЛОГО-АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН РОДУ *ARCTIUM* L.

Морфологічні особливості листкової пластинки рослин роду *Arctium*. Листкова пластинка рослин видів роду *Arctium* характеризується значними розмірами і особливостями морфологічної будови. Сформована листкова пластинка у рослин *A. lappa*, *A. tomentosum* та *A. nemorosum* має серцеподібну форму з тупою верхівкою і серцеподібною основою, тоді як у *A. minus* – загострено-яйцеподібну з гостроконічною верхівкою і виїмчастою основою. Край листкової пластинки у рослин *A. lappa*, *A. tomentosum* та *A. nemorosum* виїмчасто-хвилястий, у *A. minus* – хвилястий. За типом жилкування листкова пластинка рослин всіх видів – пірчасто-сітчаста та у рослин *A. minus* під кутом 60° у інших видів (*A. lappa*, *A. tomentosum* і *A. nemorosum*), 45° (рис. 4).



Рис. 4. Форма листкової пластинки рослин видів роду *Arctium* першого року вегетації:

1 – *A. lappa*, 2 – *A. nemorosum*, 3 – *A. tomentosum* (серцеподібна); 4 – *A. minus* (загострено-яйцеподібна)

Дослідженнями (Мирославов, 1974, Перегрим, 2007, Мартинюк, 2015) показано, що характеристики вегетативних органів, зокрема морфологічні ознаки листової пластинки, можуть бути складовими видових ознак рослин.

При дослідженні мікроскопічної будови листової пластинки виявлено, що залежно від видових особливостей рослин розмір епідермальних клітин та кількість продихів варіюється. Максимальну довжину епідермальних клітин відмічено у рослин *A. nemorosum* ($181,6 \pm 12,27$ мкм) та *A. tomentosum* ($179,7 \pm 4,46$ мкм), мінімальну – у *A. lappa* ($151,2 \pm 4,26$ мкм). Епідермальні клітини різняться за шириною та найбільший цей показник був у *A. tomentosum* і *A. nemorosum* – $115,3 \pm 5,34$ і $114,7 \pm 5,04$ мкм відповідно (рис. 5).

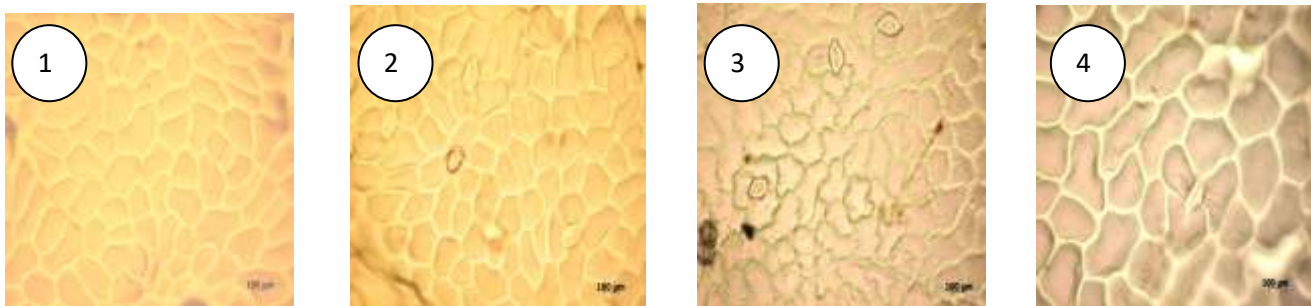


Рис. 5. Адаксіальна поверхня листової пластинки рослин роду *Arctium*:
1 – *A. lappa*, 2 – *A. tomentosum*, 3 – *A. minus*, 4 – *A. nemorosum*

Продихи на листовій пластинці аномоцитного типу оточені 4–5 клітинами епідерми, які не відрізняються за розмірами від інших клітин. Найбільшою кількістю продихів на 1 мм^2 характеризується рослини *A. tomentosum* ($36,0 \pm 0,58$) та *A. lappa* ($25,3 \pm 0,33$), нижчі показники у *A. nemorosum* ($15,8 \pm 0,59$) та *A. minus* ($13,8 \pm 0,74$). Виявлено, що продихи у рослин розташовані з двох боків листової пластинки (амфістоматичні). На адаксіальній поверхні їх кількість переважає, що свідчить про процеси пристосування рослин до умов середовища існування (ксерофітизації). При цьому відомо, що рослини видів роду *Arctium* – мезофіти.

Морфолого-анатомічні особливості квітки рослин видів роду *Arctium*. Для рослин видів роду *Arctium* характерні лише трубчасті квітки, зібрані у кошики, що утворюють щиткоподібні чи китицеподібні суцвіття. Квітки у кошику двостатеві, з трубчастим, на верхівці п'ятизубчастим пурпуровим віночком. У досліджених видів рослин за формою віночка, зубчиків та просторовим положенням зубчиків відгину віночка виявлено ряд відмінностей. Так, у рослин *A. tomentosum* віночок має глечикоподібну форму, розширений у середній частині, у *A. lappa*, *A. minus* та *A. nemorosum* – булавоподібний, поступово розширений до верхівки. Зубчики відгину віночка прямі, розширені посередині у *A. tomentosum*, тоді як у *A. lappa* – відхилені у середній частині не розширені, і кінці зубчиків загострені, а у *A. minus*, *A. nemorosum* – відхилені, у середній частині не розширені, і кінці зубчиків закруглені (рис. 6).

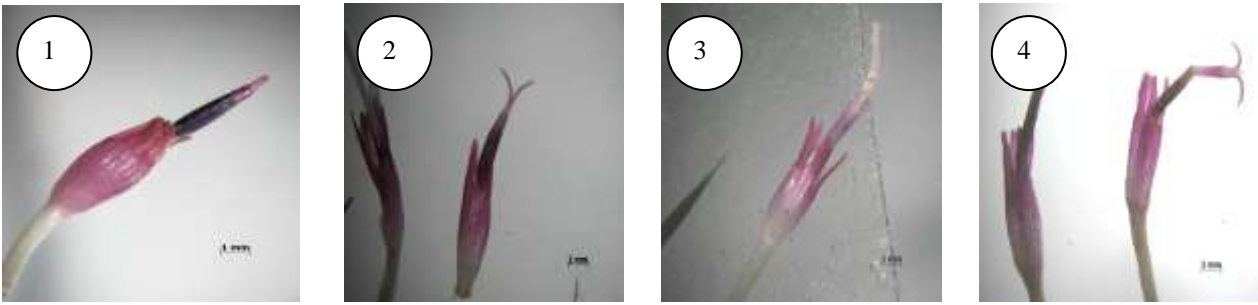


Рис. 6. Форма віночка у квіток рослин видів роду *Arctium*: 1 – *A. tomentosum* (гличикоподібний); 2 – *A. minus*, 3 – *A. lappa*, 4 – *A. nemorosum* (булавоподібний)

Рослини залежно від видових особливостей відрізняються за забарвленням та просторовим положенням стилодію, який у *A. lappa*, *A. minus* та *A. tomentosum* прямий, епістиль безбарвний, в той же час у *A. nemorosum* – відхилений, епістиль інтенсивно пурпуровий.

У досліджених видів рослин виявлено відмінності щодо апікального контуру пиляків та конфігурація носика. У рослин *A. minus* та *A. tomentosum* апікальний контур пиляків рівнобокий з носиком розташованим посередині. У *A. minus* носик схилений, гачкоподібний, у *A. tomentosum* – прямий, короткий. Апікальний контур пиляків нерівнобокий у рослин *A. lappa* та *A. nemorosum*, носик розміщений посередині у *A. lappa*, а зміщений убік у *A. nemorosum* (рис. 7).

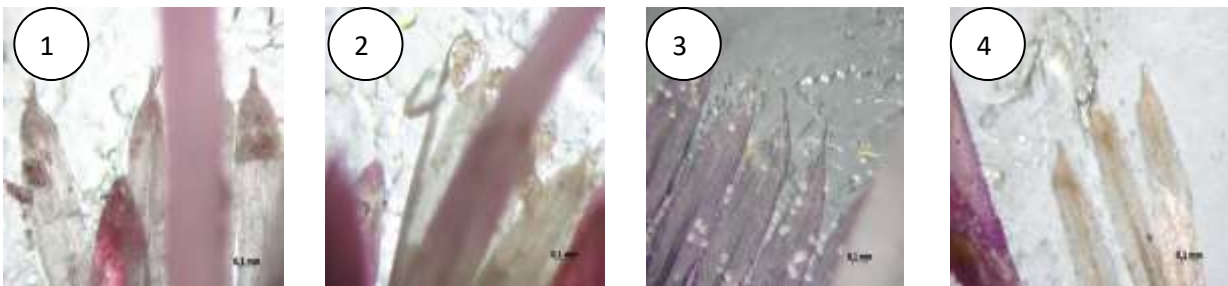


Рис. 7. Форма апікального контура пиляків та конфігурація носика квіток рослин видів роду *Arctium*, 1 – *A. tomentosum*, 2 – *A. minus* (рівнобокий); 3 – *A. lappa*, 4 – *A. nemorosum* (нерівнобокий)

Досліджені види рослин різняться також за конфігурацією епідермальних клітин віночка. Так, у рослин *A. tomentosum* вони ізодіаметричні, антиклінальні стінки зигзагуваті, у *A. minus* та *A. nemorosum* – видовжені (довжина у 2–3 рази перевищує ширину), у *A. lappa* – прозенхімні (довжина перевищує ширину в 4 рази і більше).

Досліджені ознаки (форма віночка, конфігурація епідермальних клітин, форма та просторове положення зубчиків відгину) мають важливе діагностичне значення і є основою, щодо розподілу видів цього роду на секції: *Eglandulosa* (*A. lappa*, *A. nemorosum*, *A. minus*), та *Glandulosa* (*A. tomentosum*) з діагностичним значенням. Застосування морфологічних відмінностей (апікальний контур пиляків, забарвлення та просторове положення стилодію) обмежене рівнем виду рослин. Вони можуть бути використані як доповнення до ключів за значно більшою кількістю ознак, ніж було передбачено.

Особливості ультраструктурної будови пилкових зерен рослин видів роду *Arctium*. При дослідженні поверхні пилкових зерен у квіток рослин видів роду *Arctium* виявлені певні ультраструктурні особливості. Так, у рослин *A. lappa*, *A. nemorosum* та *A. minus* борозни пилкових зерен з чіткими краями, тоді як у *A. tomentosum* – нечіткими. Скульптура екзини у *A. lappa* горбкувата (горбки в основі вкриті перфораціями), у інших видів – шипикувата (шипи без перфорацій – у *A. nemorosum* і *A. tomentosum*, шипи в основі вкриті перфораціями – у *A. minus*) (рис. 8).

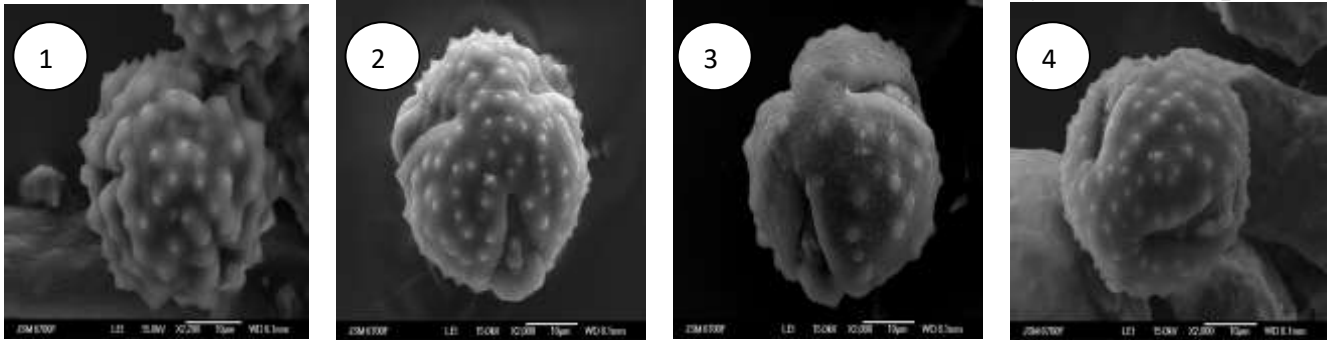


Рис. 8. Пилкові зерна рослин видів роду *Arctium*: 1 – *A. tomentosum* (борозни нечіткі); 2 – *A. minus*, 3 – *A. lappa*, 4 – *A. nemorosum* (борозни чіткі)

Порівняльно-морфологічний аналіз рослин видів роду *Arctium*. Графіки величини нормованих відхилень структурних морфометричних показників рослин видів відносно *A. lappa* відображають ступінь дивергенції значень показників, а від'ємні значення відхилення показників свідчать про перевагу ознак стандарту (рис. 9).

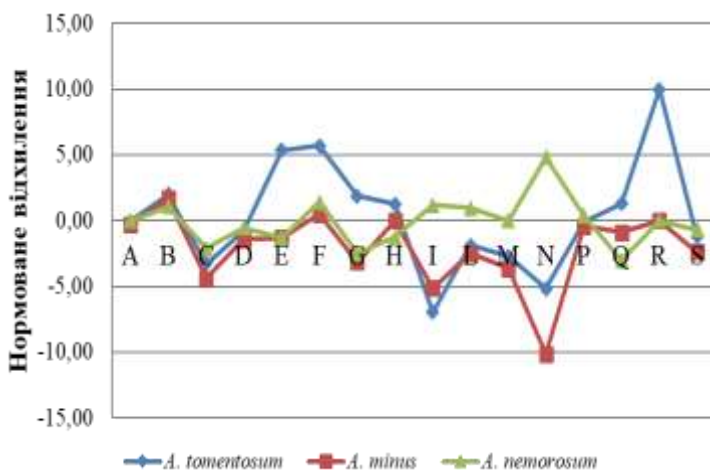


Рис. 9. Нормоване відхилення ознак рослин (A–C) видів роду *Arctium* відносно стандарту (за стандарт прийнятий *A. lappa*)

Серед морфологічних ознак рослин видів роду *Arctium* були виділені такі, які мали достовірне відхилення від *A. lappa*, що дає можливість використовувати як міжвидові відмінності. Так, для *A. tomentosum* характерною ознакою є ширина та довжина листової пластинки рослин першого року життя, а для рослин другого року життя є довжина та ширина віночка, довжина та ширина зубчиків віночка, довжина та ширина тичинок. Для рослин *A. minus* до таких ознак належить довжина листової пластинки рослин першого року вегетації, для рослин другого року життя – ширина віночка. Для рослин *A. nemorosum* характерними ознаками є довжина листової пластинки рослин першого року вегетації, для рослин другого року життя

є ширина віночка, довжина та ширина зубчиків віночка, довжина та ширина сім'янок, а також маса 1000 насінин і діаметр кошиків.

Для видів рослин *A. minus* та *A. nemorosum* обраховано максимальні від'ємні значення довжини та маси 1000 насінин. Для *A. tomentosum* порівняно з *A. nemorosum* максимальні значення відхилення мали показники довжини віночка, довжини та ширини зубчиків віночка та тичинок; мінімальні – довжини сім'янок та маси 1000 насінин. Для рослин *A. nemorosum* найбільше значення позитивного відхилення притаманне показнику ширини віночка, довжини та ширини насінин. Найнижчий від'ємний показник виявлено для довжини віночка, тичинок та зубчиків віночка.

При обчисленні коефіцієнта дивергенції та ступеня загальної спорідненості досліджених морфологічних структур та генеративних ознак рослин видів роду *Arctium* відносно значень *A. lappa* (стандарт) виявлено спорідненість з *A. nemorosum*. У рослин видів *A. tomentosum* та *A. minus* виявлені максимальні відхилення ознак відносно стандарту (рис. 10).

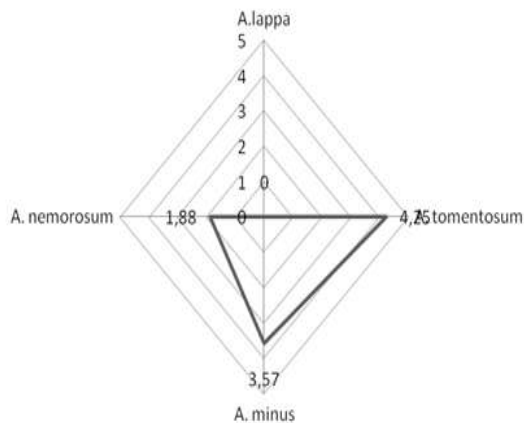


Рис. 10. Коефіцієнти дивергенції комплексу структурних та генеративних ознак рослин видів роду *Arctium* відносно *A. lappa* (стандарт)

За результатами порівняльно-морфологічного аналізу рослин видів роду *Arctium*, виявлено структурні ознаки для їх ідентифікації. Встановлено, що максимально схожі за морфологічними структурами та генеративними ознаками є рослини *A. lappa* та *A. nemorosum*. Для рослин *A. minus* та *A. tomentosum* визначили максимальні значення дивергенції ознак. Для рослин *A. tomentosum* також характерними показниками є довжина та ширина віночка і ширина тичинок. У рослин *A. nemorosum* довжину та ширину сім'янок, масу 1000 насінин, можливо розглядати як діагностичні. За морфометричними параметрами рослин максимально схожими видами виявилися *A. minus* та *A. nemorosum*.

РЕПРОДУКТИВНА ЗДАТНІСТЬ РОСЛИН РОДУ *ARCTIUM*

Морфологічні особливості сім'янок рослин роду *Arctium*. Для рослин видів роду *Arctium* характерні типові для родини *Asteraceae* однонасінні сім'янки, що мають ряд відмінностей у морфологічній структурі.

З'ясовано, що поверхня сім'янок у рослин *A. lappa* дрібно-зморшкувата, коричнево-сіра, при основі поперечно-хвиляста, слабо блискуча, насінний рубчик трикутний чи ромбічний, з потовщеним низьким валиком, заглиблений, верхівка оточена високим рівним комірцем, овально-трикутна чи видовжено-округла, обідок

навколо залишків стовпчика овальний, ребра згладжені, ледь помітні. Виявлено, що сім'янки *A. minus* слабо зморшкуваті, навколо вершини – поперечно-хвилясті, світло-коричневі, насінний рубчик трикутно-округлий, злегка занурений, з тонким валиком по краю, вершина трикутно-овальна, обідок овальний, а ребра виражені слабо. Поверхня насінин *A. nemorosum* дрібно-зморшкувата, коричнева, ребра тупі, кілеподібні, виражені слабо, насінний рубчик трикутно-видовжений, занурений, з високим валиком по краю, вершина овальна чи трикутно-видовжена, оточена високим широко-зубчастим комірцем. З'ясовано, що у сім'янок *A. tomentosum* поверхня грубо поперечно-зморшкувата, слабо блискуча, темно-сіра чи сіро-коричнева з поперечними темними плямами, насінний рубчик трикутно-овальний, злегка виступаючий, з невисоким потовщеним валиком по краю, вершина слабо трикутна, оточена невисоким рівним комірцем, обідок навколо залишків стовпчика еліптично-видовжений чи округлий, ребра чіткі, добре виражені, загострені, злегка хвилясті (рис. 11).



Рис. 11. Загальний вигляд сім'янок (А), носик сім'янок (Б) та насінний рубчик (С):
1 – *A. lappa* (контур комірця рівний, насінний рубчик заглиблений); **2** – *A. minus* (контур комірця рівний, насінний рубчик злегка занурений); **3** – *A. tomentosum* (контур комірця рівний, насінний рубчик рівний); **4** – *A. nemorosum* (контур комірця зазубрений, насінний рубчик занурений)

Встановлено, що такі карпологічні ознаки як контур комірця (рівний чи зазубрений), характер насінного рубчика (занурений чи випуклий), ступінь вираженості ребер (чіткі чи згладжені), а також розмір сім'янок на рівні виду є найбільш репрезентативними. Сім'янки *A. nemorosum* вирізняється добре вираженим

широко-зубчастим комірцем на верхівці для *A. tomentosum* характерний виступаючий плодовий рубчик та добре виражені загострені ребра.

За дослідженими морфометричними показниками насіння рослин роду *Arctium* встановлена значна відмінність між окремими видами: маса 1000 сім'янок від $5,02 \pm 0,09$ (*A. minus*) до $20,00 \pm 0,3$ г (*A. nemorosum*), довжина сім'янок – від $4,98 \pm 0,08$ (*A. tomentosum*) до $7,19 \pm 0,11$ мм (*A. nemorosum*), тоді як ширина вирізняється не суттєво (табл. 1).

Таблиця 1

Морфометричні показники насіння рослин видів роду *Arctium* L.

Вид рослин	Маса 1000 сім'янок, г	Розмір сім'янок, мм		
		довжина	ширина	товщина
<i>A. lappa</i>	$15,16 \pm 0,23$	$6,88 \pm 0,06$	$2,73 \pm 0,01$	$1,51 \pm 0,02$
<i>A. tomentosum</i>	$10,00 \pm 0,1$	$4,98 \pm 0,08$	$2,46 \pm 0,06$	$1,29 \pm 0,03$
<i>A. nemorosum</i>	$20,00 \pm 0,3$	$7,19 \pm 0,11$	$2,85 \pm 0,11$	$1,58 \pm 0,03$
<i>A. minus</i>	$5,02 \pm 0,09$	$5,42 \pm 0,08$	$2,30 \pm 0,06$	$1,10 \pm 0,04$

Насінна продуктивність рослин роду *Arctium*. Однією з умов прогнозування ресурсної бази лікарських рослин є вивчення їх насінної продуктивності.

Дослідження потенційної насінної продуктивності рослин видів роду *Arctium* показали, що найменші її значення виявлено у *A. tomentosum* (46,5%), максимальні – у *A. minus* (60,4 %). За фактичною насінною продуктивністю вирізняється *A. lappa* – 45,9 %. Однак головним показником, який характеризує рівень насінної продуктивності, є коефіцієнт обнасінення, максимальні значення якого виявлено у *A. tomentosum* і *A. lappa* (83,6 та 83,23 % відповідно). Це свідчить про те, що насіння, яке закладається у кошиках, повноцінне і зріле (рис. 11).

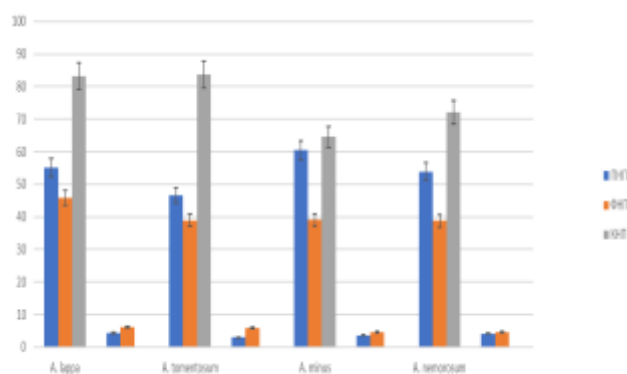


Рис. 11. Насінна продуктивність рослин видів роду *Arctium*

ПНП – потенційна насінна продуктивність,
 ФНП – фактична насінна продуктивність,
 КО – коефіцієнт обнасінення

Розмноження рослин роду *Arctium*. Рослини видів роду *Arctium* розмножуються головним чином насінним способом. З'ясовано, що найнижчі показники енергії проростання характерні для нестратифікованого насіння рослин роду *Arctium*. Холодна стратифікація ($+5^{\circ}\text{C}$ упродовж 60 діб) впливала на цей показник, і він збільшувався. Вивчення польової схожості насіння дозволило виявити, що максимальні значення досягаються при сівбі насіння у ґрунт під зиму.

За цих умов схожість насіння у рослин *A. lappa* становив 91 %, для *A. minus* – 90,2, для *A. nemorosum* – 88,2, та *A. tomentosum* – 80,7 %. Під час сівби навесні польова схожість насіння значно знижувалась у всіх видів рослин роду *Arctium* (*A. tomentosum* – 8,5 %, *A. lappa* – 6,2, *A. nemorosum* – 6,0, *A. minus* – 3,7 %) (рис. 12).

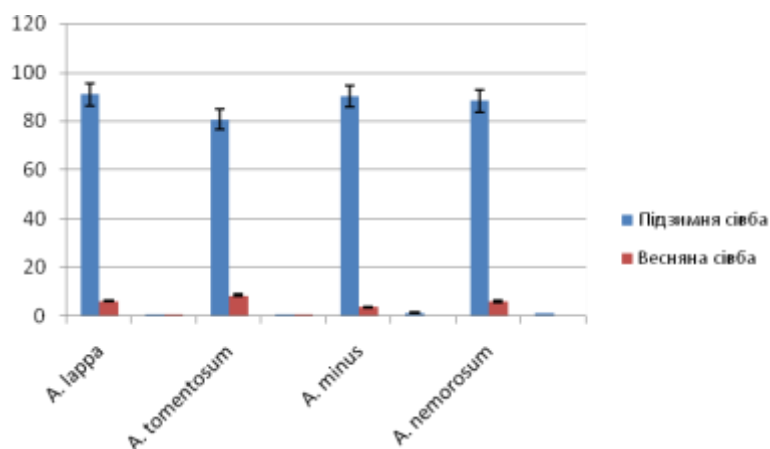


Рис. 12. Схожість насіння рослин видів роду *Arctium* залежно від періоду сівби, %

ФІТОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *ARCTIUM*

Незважаючи на бурхливий розвиток фармацевтичної промисловості та розширення асортименту синтетичних препаратів, лікарські рослини залишаються одним з основних джерел біологічно активних сполук при виробництві як рослинних лікарських препаратів, так і фітозасобів лікувально-профілактичного спрямування. Результати фітохімічного скринінгу рослин видів роду *Arctium* свідчать про їх здатність за вегетаційний період синтезувати і акумулювати у високих концентраціях збалансований комплекс важливих біологічно активних сполук з широким спектром фізіологічної дії, що обумовлює поліфункціональність лікарських властивостей рослин. Також інтродукційні дослідження і процес введення рослин у культуру передбачили виявлення закономірностей метаболізму і накопичення цінних речовин вторинного обміну у досліджуваних видів роду *Arctium*.

Вміст біологічно активних сполук у рослинах видів роду *Arctium*.

Дослідження показали, що вміст флавоноїдних сполук у листових пластинках та черешках рослин *A. lappa*, *A. tomentosum*, *A. nemorosum* і *A. minus* першого та другого року вегетації варіює упродовж вегетації та пов'язаний з видовими особливостями.

У листових пластинках *A. lappa* першого року вегетації вміст катехинів становив від $42,7 \pm 0,1$ до $50,4 \pm 0,1$, у *A. tomentosum* – від $36,0 \pm 0,1$ до $84,60 \pm 0,06$, у *A. minus* – від $9,0 \pm 0,1$ до $70,5 \pm 0,3$, у *A. nemorosum* – від $9,0 \pm 0,08$ до $99,0 \pm 0,01$ мг %. У черешках їх накопичується лише від $4,8 \pm 0,1$ мг % (*A. lappa*) до $34,2 \pm 0,1$ мг % (*A. tomentosum*). На другому році вегетації встановлено збільшення кількості катехинів у листових пластинках рослин, при цьому значним їх вмістом характеризувались рослини *A. lappa* ($180,0 \pm 0,3$ мг %) та *A. minus* ($144,0 \pm 0,1$ мг %) у фазі бутонізації.

Вміст лейкоантоціанів у листових пластинках рослин першого року вегетації варіював від $72,0 \pm 0,4$ (*A. lappa*) до $660,0 \pm 0,6$ (*A. minus*), у черешках – від $9,0 \pm 0,2$ (*A. lappa*) до $34,2 \pm 0,1$ мг % (*A. tomentosum*). У другий рік вегетації їх кількість у

листовій пластинці становила від $18,0 \pm 0,6$ (*A. nemorosum*) до $165,0 \pm 0,5$ (*A. lappa*), у черешках – від $16,5 \pm 0,3$ (*A. tomentosum*) до $27,5 \pm 0,4$ мг % (*A. lappa*). Так, найвищий вміст лейкоантоціанів встановлено у листовій пластинці рослин *A. minus* першого року вегетації.

Антоціанів у листових пластинках першого року вегетації рослин містилось від $9,0 \pm 0,1$ мг% (*A. nemorosum*) до $42,0 \pm 0,4$ (*A. minus*), у черешках – від $9,8 \pm 0,06$ (*A. tomentosum*) до $117,0 \pm 0,6$ мг% (*A. minus*). На другий рік вегетації у листових пластинках їх кількість складала від $12,0 \pm 0,3$ (*A. minus*) до $42,0 \pm 0,6$ (*A. tomentosum*), у черешках – від $9,6 \pm 0,1$ (*A. tomentosum*) до $48,0 \pm 0,1$ мг% (*A. nemorosum*). Так, максимальний вміст антоціанів виявлено у черешках *A. minus* першого року вегетації.

З'ясовано, що кількісний вміст досліджуваних сполук у рослин видів роду *Arctium* залежить від температури повітря, а саме кількість антоціанів збільшується за пониження температури, тоді як вміст катехинів і лейкоантоціанів збільшується за підвищення температури. Ці результати підтверджені й літературними даними, щодо інших груп рослин (Карпук, 2011).

Визначено, що дубильних речовин накопичується більше у черешках *A. lappa* $6,6 \pm 0,02$ і *A. nemorosum* $5,9 \pm 0,05$ % у кінці першого року вегетації (жовтень) та у листових пластинках рослин *A. lappa* ($5,4\% \pm 0,1\%$, у фазі бутонізації) і *A. nemorosum* ($5,3 \pm 0,2$ %, у фазі квітання) другого року вегетації.

Однією з важливих складових сполук у рослинах видів роду *Arctium* є полісахариди. У коренях рослин першого року вегетації максимальний вміст полісахаридів *A. nemorosum* становить $40,4 \pm 0,09$ %, дещо нижчий у *A. minus* ($37,7 \pm 0,06$ %) та близькі показники були у *A. tomentosum* ($29,7 \pm 0,03$ %) і *A. lappa* ($27,0 \pm 0,08$ %).

За результатами досліджень полісахаридів у листках рослин виявлено, що у черешках їх накопичується значно більше порівняно з листовою пластинкою. Так, у листовій пластинці рослин першого року вегетації міститься від $0,4 \pm 0,06$ (*A. lappa*) до $4,3 \pm 0,1$ (*A. nemorosum*), у черешках від $1,1 \pm 0,04$ (*A. tomentosum*) до $7,0 \pm 0,06$ % (*A. minus*). На другий рік вегетації у листовій пластинці цей показник становив від $0,02 \pm 0,001$ (*A. lappa*) до $3,8 \pm 0,02$ % (*A. minus*). Найбільший вміст полісахаридів відмічено у черешках рослин другого року вегетації у фазі бутонізації (*A. tomentosum* – $12,8 \pm 0,01$ %, *A. nemorosum* – $10,2 \pm 0,06$ %, *A. minus* – $8,5 \pm 0,04$ %, *A. lappa* – $5,4 \pm 0,02$ %).

УСПІШНІСТЬ ІНТРОДУКЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *ARCTIUM*

Загальна оцінка успішності інтродукції рослин видів роду *Arctium*. На основі комплексної оцінки доведено успішність та перспективність інтродукції рослин видів роду *Arctium* (*A. lappa*, *A. tomentosum*, *A. minus* та *A. nemorosum*) для введення їх в культуру. Визначено, що за інтродукційною стійкістю рослини належать до стійких. За оцінкою морфолого-біологічних особливостей та фітохімічних показників визначено найбільш продуктивні види рослин (*A. lappa* і *A. tomentosum*), які мають важливі перспективи для подальшої інтродукційно-селекційної роботи (табл. 2).

Оцінка успішності інтродукції рослин видів роду *Arctium*
(за В. М. Биловим та Р. А. Карпісоною), бали

Оцінка успішності		Вид рослин <i>Arctium</i>			
		<i>A. lappa</i>	<i>A. tomentosum</i>	<i>A. minus</i>	<i>A. nemorosum</i>
Розмноження	насінне	3	3	3	3
	вегетативне	–	–	–	–
Загальний стан рослин		2	2	2	2
Стійкість до хвороб і шкідників		2	2	2	2
Стан рослин після зимівлі		3	3	3	3
Σ оцінка показників		10	10	10	10
Успішність інтродукції		П	П	П	П

Перспективи використання рослин видів роду *Arctium*. Відомо, що рослини *A. lappa* і *A. tomentosum* застосовують у традиційній та народній медицині, косметології, ветеринарії, а також використовують як овочеві, кормові та медоносні рослини. Дослідження біологічно активних сполук вегетативної частини рослин видів роду *Arctium* свідчать про розширення можливостей раціонального використання фітосировини. У зв'язку з цим визначені фенологічні фази розвитку рослин видів роду *Arctium* з максимальним їх накопиченням, що дасть змогу визначити оптимальні строки збору рослинної сировини. Від кількості цих речовин залежить напрям використання рослин: за фітохімічним складом рослин роду *Arctium* можна рекомендувати як фітосировину для потреб фармацевтичної галузі та косметології.

Важливою складовою коренів рослин видів роду *Arctium* є полісахариди. Фітопрепарати з полісахаридів мають відхаркувальну, знеболювальну, проносну дію, вони й визначають цінність фітосировини. У рослин *A. lappa* кількість полісахаридів становить $27,0 \pm 0,08$ %. Доведено, що за вмістом полісахаридів у коренях переважають інші досліджені види рослин роду *Arctium*. Визначено, що у рослин *A. nemorosum* накопичується максимальна кількість полісахаридів ($40,4 \pm 0,09$ %). Черешки рослин *A. tomentosum* ($12,8 \pm 0,01$ %) та *A. nemorosum* ($10,2 \pm 0,06$ %) накопичують найбільшу кількість полісахаридів у фазі бутонізації.

Фенольні сполуки виявляють в'яжучу, протизапальну й антимікробну дію. Визначено, що найбільша кількість флавоноїдних сполук, а саме катехинів, міститься у листовій пластинці у фазі бутонізації рослин *A. lappa* ($180,0 \pm 0,3$ мг%) і *A. minus* ($144,0 \pm 0,1$ мг%). Виявлено, що максимальний вміст лейкоантоціанів знаходиться у листовій пластинці рослин першого року вегетації у *A. tomentosum* $445,5 \pm 0,6$ та *A. minus* $660,0 \pm 0,6$ мг% (друга декада жовтня). Пік накопичення антоціанів відбувається в однорічних черешках рослин *A. minus* ($117,0 \pm 0,6$ мг%, друга декада

жовтня). Встановлено, що дубильні речовини найбільше накопичуються у фазі бутонізації-квітуванні у рослин *A. lappa* ($5,4 \pm 0,1$ %) та *A. nemorosum* ($5,3 \pm 0,2$ %).

Важливими речовинами є вітаміни, які мають високу біологічну активність та необхідні для нормальної життєдіяльності живого організму. Визначено, що максимальна кількість аскорбінової кислоти накопичується у листовій пластинці однорічних рослин *A. lappa* ($90,0 \pm 0,2$ мг%) і *A. minus* ($94,5 \pm 0,3$ мг%) у другій декаді вересня. Найвища концентрація суми хлорофілів та каротиноїдів виявлена у рослин *A. lappa* ($4,7 \pm 0,02$ мг%) і *A. minus* ($4,0 \pm 0,03$ мг%) у фазі квітування.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичні узагальнення і представлено результати комплексних наукових досліджень щодо біолого-морфологічних, анатомічних особливостей, сезонних ритмів росту та розвитку рослин, визначення продуктивного потенціалу та виявлення закономірностей накопичення цінних речовин вторинного метаболізму перспективних видів роду *Arctium* для розробки наукових основ введення їх в культуру в Україні.

1. Оцінено інтродукційний потенціал рослин видів роду *Arctium* в межах ареалу. До інтродукційного процесу залучено 4 види рослин роду *Arctium* флори України. Внаслідок проведених комплексних досліджень мобілізовано вихідний матеріал, вивченні біологічні особливості рослин, визначені найбільш продуктивні зразки.

2. Виявлено морфологічні особливості та визначено біометричні показники рослин упродовж 4-х періодів онтогенезу (латентний, прегенеративний, генеративний та постгенеративний) і 10 вікових станів (насіння, проростки, ювенільні, іматурні, віргінільні, молоді генеративні, середньовікові генеративні, зрілі генеративні, старі генеративні, сенільні рослини). У зв'язку з тим, що у рослин відсутня фаза кущення, то вираженого переходу рослин з ювенільної фази до іматурної не спостерігалось.

3. Встановлено, що найкоротшим періодом вегетації за перший рік життя характеризуються рослини *A. nemorosum* (232 доби), найдовшим періодом – *A. tomentosum* (260 доби). Доведено, що ця закономірність не збігається з другим роком життя рослин. Так найкоротшим періодом вегетації на другий рік життя характеризуються рослини *A. minus* (156 доби), а найдовшим – *A. lappa* (210 доби).

4. За результатами анатомічних досліджень виявлено, що листки рослин роду *Arctium* амфістоматичні, продиhi – аномоцитного типу. Найбільша кількість продиhiв з адаксіальної сторони листової пластинки характерна для *A. tomentosum* ($36 \pm 0,58$ шт/мм²), мінімальна – для *A. minus* ($13,86 \pm 0,74$ шт/мм²).

5. Визначено, що такі ознаки квітки як форма віночка, конфігурація епідермальних клітин, форма та просторове положення зубчиків відгину віночка є важливими діагностичними ознаками та слугують як наукове підґрунтя для розподілу видів цього роду на секції: *Eglandulosa* (*A. lappa*, *A. nemorosum*, *A. minus*) і *Glandulosa* (*A. tomentosum*). Використання морфологічних відмінностей, таких як апікальний контур пиляків, забарвлення та просторове положення стилодію

обмежене рівнем виду рослин. Вони можуть бути використані як доповнення до ключів для ідентифікації видів рослин зі значно більшою кількістю ознак.

6. Доведено, що кількість апертур та текстура поверхні пилкових зерен рослин видів роду *Arctium* є найбільш стабільними ознаками. Визначено, що максимальними розмірами пилкових зерен характеризуються рослини *A. tomentosum* ($38,03 \pm 0,40$ мкм) та *A. minus* ($37,10 \pm 0,44$ мкм). Виявлено, що форма пилкових зерен варіює від еліпсоїдальної (*A. lappa*, *A. minus* та *A. tomentosum*) до округло-еліпсоїдальної (*A. nemorosum*). Встановлено, що скульптура поверхні пилкових зерен у рослин *A. lappa* горбкувата (горбки в основі вкриті перфораціями), у інших видів шипикувата, але у *A. nemorosum*, *A. tomentosum* – шипи без перфорацій, у рослин *A. minus* – шипи в основі вкриті перфораціями.

7. Визначено, що карпологічні ознаки сім'янок, як контур комірця (рівний чи зазубрений), характер насінного рубчика (занурений чи випуклий), ступінь вираженості ребер (чіткі чи згладжені), а також розмір сім'янок на рівні виду рослин є найбільш репрезентативними. Рослини *A. nemorosum* вирізняється добре вираженим широко-зубчастим комірцем на верхівці сім'янок. Для рослин *A. tomentosum* характерний виступаючий плодовий рубчик та добре виражені загострені ребра.

8. За результатами порівняльно-морфологічного аналізу рослин видів роду *Arctium*, виявлено структурні ознаки для їх ідентифікації. Встановлено, що максимально схожі за морфологічними структурами та генеративними ознаками є види рослин *A. lappa* та *A. nemorosum*. Для рослин *A. minus* та *A. tomentosum* відмічено найбільші значення дивергенції ознак. Встановлено, що характерними показниками для рослин *A. tomentosum* є довжина та ширина віночка й тичинок, для рослин *A. minus* – є довжина листкової пластинки першого року вегетації та ширина віночка, для *A. nemorosum* – довжина та ширина сім'янок і маса 1000 насінин. Всі ці ознаки можуть бути розглянуті як діагностичні. За морфометричними параметрами максимально схожими є рослини *A. minus* та *A. nemorosum*.

9. З'ясовано, що для рослин видів роду *Arctium* ефективним способом розмноження в умовах культури є насінний спосіб за умови холодної стратифікації. Визначено, що максимальні значення коефіцієнта обнасінення мають рослини *A. tomentosum* (83,67 %) та *A. lappa* (83,23 %).

10. Виявлено динаміку накопичення біологічно активних сполук залежно від фази розвитку рослин видів роду *Arctium*. Визначено, що максимальний вміст полісахаридів у коренях рослин першого року вегетації накопичується у *A. nemorosum* ($40,4 \pm 0,09$ %), мінімальний – *A. lappa* ($27,0 \pm 0,08$ %). Найвищий вміст полісахаридів виявлено у черешках рослин *A. tomentosum* у фазі бутонізації ($12,8 \pm 0,01$ %).

11. Встановлено залежність накопичення флавоноїдів (катехинів, лейкоантоціанів та антоціанів) у листках рослин видів роду *Arctium* від температури повітря. Так, виявлено, що кількість антоціанів збільшується за пониження температури, тоді як вміст катехинів і лейкоантоціанів збільшуються за підвищення температури. Визначено, що максимальний вміст дубильних речовин міститься у черешках рослин *A. lappa* ($6,6 \pm 0,02$ %) і *A. nemorosum* ($5,9 \pm 0,05$ %) першого року вегетації (жовтень). Виявлено, що найбільший вміст аскорбінової кислоти

накопичується у листковій пластинці однорічних рослин *A. minus* ($94,5 \pm 0,3$ мг/%, вересень) та *A. lappa* ($90,0 \pm 0,2$ мг/%, серпень, вересень).

12. На основі комплексної оцінки доведено успішність та перспективність інтродукції рослин видів роду *Arctium* (*A. lappa*, *A. tomentosum*, *A. minus* і *A. nemorosum*) для введення їх в культуру. Визначено, що за інтродукційної стійкості рослини належать до стійких. За оцінкою морфолого-біологічних особливостей та фітохімічних показників визначено найбільш продуктивні види рослин (*A. lappa* і *A. tomentosum*), які мають важливі перспективи для подальшої інтродукційно-селекційної роботи.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях

1. Сокол О.В., Вакуленко Т.Б. Морфологічні особливості сім'янок видів роду *Arctium* L. *Вісник Біосферного заповідника Асканія-Нова*. Т. 14. 2012. С. 258-259.
2. Сокол О.В. Морфологічні особливості будови квітки рослин роду *Arctium* L. (Asteraceae). *Інтродукція рослин*. 2015. № 2. С. 72-75.
3. Сокол О.В. Онтогенез *Arctium lappa* L. в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Запорізького національного університету «Біологічні науки»*. 2016. № 2. С. 27-34.
4. Сокол О.В. Сравнительно-морфологический анализ видов рода *Arctium* L. (Asteraceae) флоры Украины. *ScienceRise: Biological Science*. 2015. № 1. С. 22-25. DOI: 10.15587/2519-8025.2017.93689
5. Сокол О.В., Джуренко Н.І., Гурненко І.В. Ультраструктурні особливості пилоквих зерен видів роду *Arctium* L. (Asteraceae Bercht. & J.Presl.). *Вісник Львівського національного університету ім. Франка. Серія біологічна*. 2019. С. 67-72. DOI:10.30970/vlubs.2019.80.08

Тези наукових доповідей та матеріали конференцій

1. Джуренко Н.І., Сокол О.В., Саваскул Н.П. Фітохімічне дослідження листків лопуха справжнього. *Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах і дендропарках: міжнародна наукова конференція до 75-річчя Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України*. Київ. 2010. С. 460-463.
2. Четверня С.О., Паламарчук О.П., Вакуленко Т.Б., Сокол О.В. Морфологічні особливості насіння *Arctium lappa* L. *XIII з'їзд українського ботанічного товариства*. Львів. 2011. С. 400.
3. Сокол О.В. Морфологія насіння видів роду *Arctium* інтродукованих в НБС. *Біологія: від молекули до біосфери.:* міжнародна конференція молодих вчених. Харків. 2011. С. 437-438.
4. Сокол О.В. Застосування *Arctium lappa* L в народній медицині різних країн світу. *Актуальні проблеми ботаніки і екології: міжнародна конференція молодих учених*. Березне. 2011. С.234-235.
5. Сокол О.В., Лобач Л.В. Динаміка накопичення біологічно активних речовин видів роду *Arctium* L. першого року вегетації. *Дендрологія, квіткарство та садово-*

- паркове будівництво (присвяченої 200-річчю Нікітського ботанічного саду). Ялта. 2012. С.159.
6. **Сокол О.В.** Витаминний комплекс видів роду *Arctium* L. второго года вегетации. *Биологически активные вещества растений – изучение и использование: международная научная конференция*. Минск. 2013. С. 204-205.
7. **Сокол О.В.** Початкові етапи онтогенезу 4-х видів роду *Arctium* L. *Актуальні проблеми ботаніки та екології: міжнародна конференція молодих учених*. 2013. С. 269-270.
8. **Сокол О.В.,** Джуренко Н.І. Морфологія квітки видів роду *Arctium*. *Інтродукція, збереження та моніторинг рослинного різноманіття: матеріали міжнародної наукової конференції*. Київ. 2014. С. 208.
9. **Сокол О.В.** Фенологічні особливості видів роду *Arctium* L. (Asteraceae). *Охорона біорізноманіття та історико-культурної спадщини у ботанічних садах та дендропарках: матеріали конференції*. Умань. 2015. С. 142-144.
10. **Сокол О.В.** Вміст біологічно активних сполук у рослинах роду *Arctium* L протягом онтогенезу. *Біологічні дослідження – 2017: всеукраїнська науково-практична конференція*. Житомир. 2017. С. 43-44.
11. Леденьов С.Ю., Джуренко Н.І., **Сокол О.В.,** Семено О.В. Перспективи використання рослин з інсектицидними властивостями. *Modern Methodologies, innovations, and operational experience the field of biological sciences*. Lublin. Republic of Poland. 2017. С. 40-43.
12. **Сокол О.В.** Мікроскопічна будова листків видів роду *Arctium* L. флори України. *Біологічні дослідження – 2018: всеукраїнська науково-практична конференція*. Житомир. 2018. С. 50-51.
13. **Сокол О.В.** Насінна продуктивність рослин роду *Arctium* L. флори України. *Стратегії збереження рослин у ботанічних садах та дендропарках: Матеріали міжнародної наукової конференції «Стратегії збереження рослин у ботанічних садах та дендропарках*. Київ. 2019. С. 242-243.
14. Джуренко Н.І., Четверня С.О., Паламарчук О.П., **Сокол О.В.** Вміст пігментів у листках видів роду *Arctium*. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень: матеріали IV міжнародної конференції, присвяченої 140-річчю з дня народження П. І. Гавсевича*. Березоточа. 2019. С. 119-120.
15. Джуренко Н.І., Паламарчук О.П., **Сокол О.В.,** Четверня С.О. Дослідження представників роду *Arctium* L. в умовах НБС НАН України. *Planta + Досягнення та перспективи: міжнародна-практична конференція*. Київ. 2020. С. 296-299.
16. **Сокол О.В.** Інтродукція та використання рослин роду *Arctium* L. *Науковий тиждень у Крутах-2020: IV міжнародна науково-практична конференція*. Крути. 2020. С. 164-166.

АНОТАЦІЯ

Сокол О. В. Види роду *Arctium* L. в Україні: біологічні особливості та перспективи введення в культуру. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.05 – ботаніка – Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, Київ, 2021.

У дисертаційній роботі наведено результати комплексних наукових досліджень біолого-морфологічних особливостей, онтогенезу, біохімічного складу і продуктивного потенціалу перспективних видів рослин роду *Arctium* в Україні для розробки наукових основ їх введення в культуру. З'ясовано сезонні ритми росту та розвитку рослин видів роду *Arctium*. Виявлено нові морфологічні ознаки форми та мікроскопічної будови листкової пластинки, квітки, ультраструктурної будови пилкових зерен та сім'янок. За результатами порівняльно-морфологічного аналізу рослин видів роду *Arctium*, виділено структурні ознаки для їх ідентифікації. Встановлено продуктивний потенціал та способи розмноження рослин видів роду *Arctium*, як основи введення їх в культуру. Виявлено закономірності накопичення основних біологічно активних сполук (полісахаридів, дубильних речовин, флавоноїдних сполук, аскорбінової кислоти, суми хлорофілу та каротиноїдів) у коренях та листках рослин видів роду *Arctium* упродовж вегетації. З'ясовано, що за оцінкою успішності інтродукції та стійкості видів роду *Arctium* є перспективними та стійкими рослинами. На основі комплексної оцінки морфолого-біологічних особливостей та фітохімічних показників визначено найбільш продуктивні та перспективні види рослин (*A. lappa*, *A. tomentosum*) для подальшої інтродукційно-селекційної роботи.

Ключові слова: види роду *Arctium*, онтогенез, сезонний цикл розвитку, морфолого-анатомічні особливості, репродуктивна здатність, біохімічний склад, успішність інтродукції.

АННОТАЦІЯ

Сокол О. В. Види роду *Arctium* L. в Україні: біологічні особливості та перспективи введення в культуру. – Рукопись.

Дисертація на соискание ученой степени кандидата биологических наук (доктора философии) по специальности 03.00.05 – ботаника – Национальный ботанический сад имени Н. Н. Гришко НАН Украины, Киев, 2021.

В диссертационной работе приведены результаты комплексных научных исследований биолого-морфологических особенностей, онтогенеза, биохимического состава и продуктивного потенциала перспективных видов растений рода *Arctium* в Украине для разработки научных основ их введения в культуру. Выявлены сезонные ритмы роста и развития растений видов рода *Arctium*. Определены новые морфологические признаки и микроскопическое строение листовой пластинки, цветка, ультраструктурного строения пыльцевых зерен и семян. По результатам сравнительно-морфологического анализа растений видов рода *Arctium*, установлены структурные признаки для их идентификации. Установлено продуктивный потенциал и способы размножения растений видов рода *Arctium*, как основы введения их в культуру. Выявлены закономерности накопления основных биологически активных соединений (полисахаридов, дубильных и флавоноидных веществ, аскорбиновой кислоты, суммы хлорофилла и каротиноидов) в корнях и листьях растений видов рода *Arctium* в период вегетации. Определено, что по оценке успешности интродукции и устойчивости, виды рода *Arctium* являются перспективными и устойчивыми растениями. На основе комплексной оценки морфолого-биологических особенностей и фитохимических показателей

определены наиболее продуктивные и перспективные виды растений (*A. lappa*, *A. tomentosum*) для дальнейшей интродукционно-селекционной работы.

Ключевые слова: виды рода *Arctium*, онтогенез, сезонный цикл развития, морфолого-анатомические особенности, репродуктивная способность, биохимический состав, успешность интродукции.

SUMMARY

Sokol O.V. Species of the genus *Arctium* L. in Ukraine: biological features and prospects for introduction into culture. – Manuscript.

Thesis for a candidate of biological sciences degree in speciality 03.00.05 – botany – M. M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation presents the results of studies of biological and phytochemical features of four species of plants of the genus *Arctium*.

Due to the similarity of morphological features and the lack of clear diagnostic criteria for plant species, additional diagnostic features of plants such as shape and microscopic structure of the leaf blade, flower structure, ultrastructure of pollen grains are involved. To identify the depth of affinity by structural features, a comparative morphological analysis the genus *Arctium* species was carried out by calculating the normalized deviation and divergence coefficient of these features. This will expand the morphological description of these species and allow clearer definition. The productive potential and methods of reproduction of plants of species of the genus *Arctium* as the basis of their introduction into the culture have been established.

The regularities of accumulation of biologically active compounds (polysaccharides, tannins, flavonoid compounds, ascorbic acid, the amount of chlorophyll and carotenoids) in roots and leaves in the species of genus *Arctium* during the growing season have been clarified.

It was found that by assessing the success of the introduction and stability of species of the genus *Arctium* are promising and resistant plants. Promising, productive species *A. tomentosum* and *A. lappa* are proposed for further selection.

Keywords: species of the genus *Arctium*, ontogenesis, seasonal development cycle, peculiarities of reproduction, productivity, biochemical composition, successful introduction.