

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
Національний лісотехнічний університет України

СІЩУК МАР'ЯНА МИКОЛАЇВНА

УДК 630*181.28: 630*17 (075.8):630*165.3

**ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ІНТРОДУКЦІЇ ХВОЙНИХ
ВИДІВ НА ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ МЕГАСХИЛІ
УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

Спеціальність 06.03.01 – лісові культури та фітомеліорація

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Львів – 2020

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українському науково-дослідному інституті гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака Державного агентства лісових ресурсів України та Національної академії наук України.

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор
Парпан Василь Іванович,
Український науково-дослідний інститут
гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака
Держлісагентства України та НАН України,
головний науковий співробітник
лабораторії лісівництва і лісознавства

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Шлапак Володимир Петрович,
Уманський національний університет садівництва
Міністерства освіти і науки України,
завідувач кафедри лісового господарства

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Юрків Зіновій Миронович,
відокремлений підрозділ “Вінницька лісонасіннева
лабораторія” Державна організація “Український лісовий
селекційний центр” Державного агентства лісових ресурсів
України, начальник

Захист відбудеться “22” грудня 2020 р. о 10.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.072.02 в Національному лісотехнічному університеті України Міністерства освіти і науки України за адресою: **79057, м. Львів, вул. Природна, 19, ауд. 30.**

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного лісотехнічного університету України за адресою: **79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 101.**

Автореферат розісланий “20” листопада 2020 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



В.Я. Заячук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми досліджень. Для успішного функціонування карпатських лісів в умовах глобальних кліматичних викликів, які призводять до всихання аборигенних лісів, масового пошкодження їх хворобами і шкідниками виникає необхідність підвищення їх стійкості, продуктивності та якості. Одним з ефективних шляхів розв'язання цієї проблеми є застосування перспективних хвойних інтродукованих видів та їх екотипів у лісовирощуванні на селекційній основі.

Численні літературні дані засвідчують широку географічну мінливість, зокрема, кедрових сосен в межах природних ареалів (Колесников, 1954; Петров, 1961; Смаглюк, 1971, 1973; Некрасова, 1972; Крылов и др., 1983; Сіренко, 2008; Матвеева и др., 2008, 2019; Черневий та ін., 2011; Братилова и др., 2015; Яцик та ін. 2020), проте цього недостатньо для прийняття виважених наукових рішень і практичних дій для вирощування лісостанів високої життєвості. Дані щодо продуктивності та стійкості інтродукованих кедрових сосен та інших хвойних інтродуцентів у вітчизняній літературі трапляються рідко (Смаглюк, 1972, 1973; Яцик та ін., 1990, 1997, 2018). Наявна інформація має фрагментарний характер. Здебільшого наведені результати стосуються адаптації окремих видів у конкретних лісорослинних умовах і лісівничо-таксаційних параметрів їх росту (Бродович, 1963, 1967; Гунчак та ін., 1989; Дебринюк, 2003, 2004, 2007; Криницький та ін. 2004; Гузь та ін., 2008, 2011; Сіщук, 2012; Ярошук, 2013; Белеля та ін. 2017; Штогрин, 2017), способів вирощування садивного матеріалу і створення лісових культур (Бродович та ін., 1979; Шляхта, 1982), наявності видового різноманіття в дендропарках (Олексів, 1987; Гнезділова, 2003; Юник, 2015). Разом з тим дотепер залишається нез'ясованими ще низка питань, пов'язаних із дослідженнями адаптивності і перспективності хвойних видів та їх екотипів на різних гіпсометричних рівнях Карпатського регіону. Вирішення цих важливих лісівничо-екологічних та селекційних завдань і визначає актуальність дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження проведені протягом 2008-2019 рр. в лабораторії лісовідновлення і селекції Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака в рамках планових, держбюджетних науково-дослідних тем: “Вивчити особливості лісовідновлення на вітровальних, уражених хворобами ділянках і рекреаційно-оздоровчих лісах та розробити рекомендації з відтворення стійких деревостанів” (2010-2014 рр., № держреєстрації 0110U005049), “Розробити програмно-цільові способи лісовідновлення на зрубках з використанням аборигенних та інтродукованих деревних видів і генетико-селекційних досягнень в Карпатському регіоні” (2015-2019 рр., № держреєстрації 0115U001860).

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – провести аналіз динаміки росту й розвитку хвойних інтродуцентів та їх екотипів у географічних і висотно-інтродукційних культурах, виявити їх лісівничо-екологічні та селекційно-формові особливості, визначити найперспективніші з них для створення насаджень різного цільового призначення на північно-східному мегасхилі Українських Карпат.

Для реалізації мети передбачалося виконання таких завдань:

- провести аналіз досліджень з інтродукції та адаптації інтродукованих хвойних видів на ювенільному етапі росту в гірських і передгірних умовах;

- у 43-48-річних культурах кедрових сосен (європейської, корейської, сибірської) різного географічного походження у високогір'ї та передгір'ї:
 - виявити особливості збережуваності, росту і розвитку екотипів та їх перспективності за комплексними показниками;
 - з'ясувати селекційно-формову структуру екотипів і фенотипічні критерії зразків їх плюсових дерев;
 - дослідити закономірності вегетативного і генеративного розвитку дерев, характер їх сезонних біоритмів, “цвітіння” й насінненошення;
 - встановити закономірність адаптивної мінливості екотипів, їх екологічну стабільність, пластичність та рівень взаємодії “генотип-середовище”;
- у 36-42-річних висотно-інтродукційних культурах (ВІК), створених ідентичним садивним матеріалом одночасно на різних гіпсометричних рівнях:
 - виявити біоекологічні особливості адаптації рослин та їх перспективність у конкретних лісорослинних умовах;
 - дослідити динаміку, інтенсивність та протяжність сезонного росту інтродукованих хвойних видів і біоритми їх фенологічного розвитку;
 - здійснити аналіз збережуваності, кількісних та якісних показників росту, розвитку і генеративної здатності інтродукованих рослин;
 - встановити ймовірні межі висотного культивування деяких хвойних інтродуцентів із родів *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus* у гірських умовах регіону;
- опрацювати рекомендації з упровадження в лісокультурне виробництво хвойних інтродуцентів для створення насаджень різного цільового призначення.

Об'єкт дослідження – географічні культури кедрових сосен у високогір'ї та передгір'ї, висотно-інтродукційні культури в різних лісорослинних умовах.

Предмет дослідження – лісівничо-таксаційна й селекційно-формова оцінка інтродукованих хвойних видів та їх екотипів.

Методи дослідження. Для проведення досліджень були використані такі методи: біометрично-таксаційні – для встановлення енергії росту й розвитку інтродукованих видів та їх екотипів; селекційно-формові – для розподілу біотипів на селекційні категорії та вивчення формової структури насаджень; генетичні – для визначення показників кількісної генетики, екологічної стабільності та пластичності показників росту, оцінки взаємодії “генотип-середовище”; лісозахисні – для визначення стійкості рослин до біотичних та абіотичних факторів; фенологічні – для досліджень сезонного росту, вегетативного і генеративного розвитку інтродуцентів; математико-статистичні – для опрацювання експериментальних даних.

Наукова новизна отриманих результатів. На основі комплексних досліджень хвойних інтродуцентів та їх екотипів у різних лісорослинних умовах північно-східного мегасхилу Українських Карпат *вперше* отримані такі наукові результати:

- *виявлено* особливості росту 43-48-річних кедрових сосен в географічних культурах високогір'я (1150-1280 м н.р.м.) та їх перспективність за комплексними показниками продуктивності, стійкості, якості. Найбільш перспективними серед кедрових сосен є: європейської – екотип № 2516 із Закарпаття (Усть-Чорнянський лісгосп), корейської – № 2732 із Приморського краю (Тернейський лісгосп); сибірської – № 2118 з Алтайського краю (Гірськоалтайський лісгосп), № 2117 і 2512 з Іркутської області (Нижньоудинський і Слюдянський лісгоспи), № 2279 з

Новосибірської (Болотинський), № 2285 і 2674 з Тюменської (Тобольський і Уватський лісгоспи) областей Росії та № 2291 із Східно-Казахстанської (Северний лісгосп) області республіки Казахстан.

- **встановлено** селекційно-формову структуру фітоценозів різних видів кедрових сосен і змодельовано фенотипічні зразки їх плюсових дерев. Для європейської кедрової сосни – біотиби з широкою округлою кроною довжиною до 70 % висоти стовбура, лускатоподібним ритидомом коричневого кольору, довжиною безсучкової зони стовбура – понад 20 % висоти; для корейської – з конусоподібними кронами і лускатоподібним та повздовжньо-тріщинуватим ритидомом відповідно сірого і коричнювато-сірого кольору, довжиною крони 75-80 %, а безсучкової зони стовбура – 8-10 % загальної висоти; для сибірської – з овальними та конусоподібними кронами, довжиною 45-75 % висоти, гладким і повздовжньо-тріщинуватим ритидомом сірого кольору, довжиною безсучкової зони стовбура – 15-18 % висоти;

- **з'ясовано** вегетативний, генеративний розвиток, характер сезонних біоритмів за фенологічними даними і фенологічний лаг кедрових сосен, який у передгір'ї становить: для корейської сосни – 96 днів, каліфорнійської та сибірської – по 103, у високогір'ї – для кедрового стелюха 87 днів, європейської сосни – 96, корейської – 112 днів;

- **встановлено** закономірність адаптивної мінливості екотипів сосни кедрової сибірської за біометричними показниками, яка на 13-54 % визначається змінами географічних координат материнських деревостанів та тенденцію до зменшення показників потомств із збільшенням північної широти материнських насаджень, а також в напрямку із заходу на схід та з нижчих до вищих гіпсометричних рівнів.

- **виявлено** біоекологічні особливості адаптації 36-42-річних хвойних інтродуцентів в культурах, створених з ідентичного садивного матеріалу на висотах 930 і 1130 м н.р.м. Перспективними видами на обох гіпсометричних рівнях є модрина європейська, японська і гібридна, ялиця бальзамічна, сосна румелійська і ялина корейська, на висоті 930 м н.р.м. – псевдотсуга Мензіса і ялиця сахалінська.

Поглиблено та доповнено:

- дані про збільшення з віком частки участі впливу географічного походження кедрових сосен (коефіцієнт детермінації від 0,30...0,44 до 0,60...0,77) і зменшення дії випадкових факторів (з 0,56...0,70 до 0,23...0,40) на час настання фенофаз. Кореляційне відношення між настанням фенофаз і географічним походженням у старшому віці дерев становить 0,77...0,89, у молодшому – 0,55-0,65;

- відомості про ймовірні межі висотного культивування деяких інтродукованих хвойних видів із родів *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus* у гірських умовах.

Практичне значення отриманих результатів. У дисертаційній роботі опрацьовано рекомендації, упроваджені у виробництво на територіях державних лісогосподарських підприємств Івано-Франківського ОУЛМГ: із застосування кедрових сосен для створення високопродуктивних лісів у карпатському високогір'ї, з ефективного використання клонового лісового насінництва в регіоні та створення плантацій підвищеного генетичного рівня; із застосування перспективних інтродукованих видів під час відтворення стійких деревостанів на вітровальних, уражених хворобами ділянках і в рекреаційно-оздоровчих лісах Карпат.

Окремі положення та результати досліджень можуть бути використані в навчальному процесі студентів лісогосподарського профілю під час викладання дисциплін “Лісова генетика”, “Лісова селекція”, “Лісові культури”.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом багаторічних наукових досліджень дисертанта. Автором, за участю наукового керівника, професора В.І. Парпана, визначено мету і завдання наукових досліджень, розроблено програму та методичні основи їх проведення. Аналіз літературних джерел за темою досліджень, збір експериментального матеріалу, його опрацювання і узагальнення отриманих результатів, формування висновків і рекомендацій є особистим внеском здобувача.

Для аналізу приживлюваності та росту кедрових сосен на ювенільному етапі розвитку у географічних й висотно-інтродукційних культурах, створених відповідно у 1972-1976 та 1984-1986 роках використано звіти лабораторії лісової селекції та насінництва Карпатського філіалу УкрНДІЛГА (нині УкрНДІГіріліс).

У спільних наукових публікаціях дисертантом представлено експериментальні результати досліджень, їх математико-статистичне опрацювання та за участю співавторів проведено теоретичний аналіз і підготування до друку.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи та окремі результати досліджень були апробовані на 11 конференціях, у т.ч. шести міжнародних науково-практичних конференціях: “Інтродукція, селекція та захист рослин” (Донецьк, 2009); “Сучасний розвиток та впровадження аграрної науки” (Одеса, 2012); “Інтродукція, селекція та захист рослин” (Донецьк, 2012); “Роль ботанических садов в сохранении разнообразия растений” (Батуми, 2013); “Основні проблеми й тенденції подальшого розвитку лісового господарства в Українських Карпатах” (Івано-Франківськ, 2018); “Відновлення охорона й збереження рослинного світу лісів України в умовах техногенного навантаження та зміни клімату” (Київ, 2019), чотирьох міжнародних наукових конференціях: “Biodiversity. Ekology. Adaptation. Evolution” (Odesa, 2009); “Теоретичні та прикладні аспекти збереження біорізноманіття в дендропарку “Софіївка” (Умань, 2013); “Збереження та реконструкція ботанічних садів і дендропарків в умовах сталого розвитку” (Біла Церква, 2013); “Актуальні проблеми досліджень довкілля” (Суми, 2019) та одній університетській науковій конференції: “Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах і дендропарках” (Київ, 2010).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 25 наукових праць, у т.ч. одна монографія, дев'ять статей у фахових виданнях України, включених до міжнародних наукових баз даних, одна стаття у фахових виданнях інших країн, включених у міжнародну наукометричну базу "Scopus", 11 тез і доповідей в матеріалах конференцій та три методичні рекомендації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку джерел посилення (371 найменування, з них – 72 латиницею) та додатків. Зміст роботи викладений на 304 сторінках, містить 41 таблицю, 31 рисунок та 17 додатків на 50 сторінках. Основний текст викладений на 155 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1. ВИКОРИСТАННЯ У ЛІСОВИРОЩУВАННІ ДОСЯГНЕНЬ СЕЛЕКЦІЇ ТА ІНТРОДУКЦІЇ РОСЛИН

За літературними джерелами проведено аналіз результатів інтродукції деревних видів у ліси, особливостей адаптації їх до мінливих екологічних умов, значення географічних культур для впровадження нових видів та їх екотипів і уточнення їх лісонасінного районування, росту кедрових сосен у природних умовах та за межами ареалів і використання їх для створення насаджень різного цільового призначення.

Показано, що упровадження найбільш перспективних інтродукованих видів у ліси під час підвищення глобальних кліматичних викликів має тенденцію до зростання. Нині це особливо важливо оскільки на місці всохлих лісів ялини європейської (в горах) та сосни звичайної (на рівнині) слід створювати нові насадження і науково-обґрунтований підхід із застосування інтродуцентів може бути одним із дієвих заходів вирішення цієї проблеми (Шляхта, 1982; Хмилевський, 1987; Олексів, 1987; Криницький та ін., 1990; Яцик та ін., 1995, 2001, 2017; Дебринюк, 2003, 2004, 2007, 2011; Черняк, 2005; Григорьєва, 2006; Лось та ін., 2008; Гузь та ін., 2008, 2011; Висоцька, 2010; Ярошук, 2013; Юник, 2015; Белеля, 2017; Штогрин, 2017; Кузнецов, 2018; Голубчак та ін., 2018). Проаналізовано географічні культури – надійний полігон вивчення внутрішньовидової мінливості лісових видів і чинник вирішення прикладних лісонасінницьких проблем (розробки і оптимізації лісонасінного районування), особливо для видів, що мають широкий природний ареал (Патлай, 1965, 1983, 1990; Лавриненко та ін., 1981; Гайда, 1989, 2014; Яцик та ін., 1990, 2013; Ступар та ін., 2000; Терещенко та ін., 2008; Лось та ін., 2008, 2019; Делеган, 2013; Нейко та ін., 2016; Kriebel et al., 1976; Nitu, 1980; Paule, 1984, 1985; Rzeźnik, 1999; Zas, 2004; Sułkowska, 2006). Наведено дані щодо цінності і перспектив лісовирощування кедрових сосен (П'ясецький, 1937; Молотков, 1957; Смаглюк, 1970, 1971, 1973; Стойко та ін., 1999; Сіренко, 2008; Гайда та ін., 2013, 2016; Черневий та ін., 2011; Мандзюк та ін., 2018; Яцик та ін., 2020). Загалом аналіз літературних даних засвідчує актуальність подальшого комплексного вивчення інтродукованих видів та їх екотипів для встановлення їх перспективності на північно-східному мегахилі Українських Карпат.

Розділ 2. РЕГІОН, ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проведено в географічних культурах кедрових сосен у дендропарках “Високогірний” та “Діброва”, закладених Карпатським філіалом Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації (нині Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва) у 1972-1976 рр. під керівництвом кандидата сільськогосподарських наук К.К. Смаглюка (Смаглюк, 1987) та висотно-інтродукційних культурах, створених у 1984-1986 рр. під керівництвом кандидата сільськогосподарських наук Р.М. Яцика (Яцик, 1988) в держлісфонді Івано-Франківського ОУЛМГ.

В роботі охарактеризовано природні умови території об'єктів, їх географічне положення, кліматичні особливості, ґрунтовий покрив, режим вологості за відомчими даними та власними спостереженнями. Аналіз природно-кліматичних умов свідчить, що вони сприятливі для успішної адаптації, росту й розвитку більшості інтродукованих хвойних деревних видів.

Об'єктами досліджень були 43-48-річні культури кедрових сосен (європейської, корейської, сибірської, кедрового стелюха) різного географічного походження у високогір'ї (ВНРМ 1150-1280 м) та передгір'ї (ВНРМ 300 м) і 36-42-річні висотно-інтродукційні культури з ідентичного садивного матеріалу на 930 та 1130 м н.р.м.

Таксаційні показники отримані згідно з загальноприйнятою у лісовій таксації методикою (ОСТ 56-69-83., 1984). Селекційно-формова структура вивчалася за методиками П.І. Молоткова (1982) та М.М. Вересіна (1985). Фенологічні спостереження проводилися із залученням універсальних методик ботанічних садів (Лапин, 1967, Лапин, Сиднеева, 1967, Молчанова, Смирнова, 1967, Лаптев, 2001). Оцінка зимостійкості здійснювалася за шестибальною шкалою Е.Л. Вольфа (1917), яка доповнена А.В. Гурським (1957), стійкості до пошкоджень і захворювань, репродуктивної здатності, загальної перспективності за методикою А.А. Пироженко (1978), посухостійкості – С.С. Пятницького (1954), комплексна оцінка декоративних властивостей – С.И. Хмаладзе (1982), оцінка енергії росту – А.В. Лукина (1977), облік насінненошення – О.О. Корчагіна (1968), категорія стану – И.Д. Авраменка, А.В. Лесовського, Н.А. Лохматова (1988), адаптивна мінливість, екологічної стабільності і пластичності – С.А. Еберхарта і В.А. Рассела (Eberhart, Russel 1966).

Для якісної оцінки рослин використані модифікована науковцями (Лось, 2019) методика визначення прямизни стовбурів (Vries, 1976), шкали визначення густоти крони, товщини скелетних гілок, повнодеревності стовбура, очищення його від сучків (Юник та ін., 2013).

Статистичну обробку емпіричних даних проводили варіаційно-статистичними, дисперсійними й кореляційними аналізами (Зайцев, 1973; Рокицький, 1973; Доспехов, 1985), методами середнього відхилення рангів та коефіцієнта кореляції рангів Спірмена (Mathenson at all., 1984; Zas at all., 2004), з використанням алгоритму розрахунку коефіцієнта взаємної спряженості Пірсона і метода аналізу відповідності (Лакин, 1990; Халафян, 2008).

Розділ 3. КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕКОТИПІВ КЕДРОВИХ СОСЕН У ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУРАХ ДЕНДРОПАРКУ “ВИСОКОГІРНИЙ” ЗА ПОКАЗНИКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ, СТІЙКОСТІ ТА ЯКОСТІ

Фенологічні спостереження у географічних культурах свідчать, що бруньки в усіх кедрових сосен бубнявлють і розпускаються майже одночасно (середина травня). У сосни кедрової європейської (контроль) пагони ростуть 45-50 днів, сибірської – 25-35. Починають вегетацію екотипи з північно-східної та північної частини ареалу за температури повітря +7,5...+8,0° (середньодобова +1,8...+2,2°). Першими закінчують вегетацію якутські екотипи, останніми – алтайські. Достовірної різниці у термінах настання фенофаз генеративного розвитку не відзначено. Піління у сосен кедрових європейської та стелюха становить біля 10 днів, у корейської – близько двох тижнів. Порівняно з умовами Києва настання фенофаз у високогір'ї запізнюється від 11 (набубнявіння бруньок) до 20 (дозрівання шишок) днів. З віком зростає частка впливу географічного походження на час настання фенофаз (коефіцієнт детермінації збільшується від 0,30...0,44 до 0,60...0,77) і зменшується вплив випадкових факторів (з 0,56...0,70 до 0,23...0,40). Кореляційне відношення між часом настання фенофаз і географічним походженням у старшому віці – 0,77-0,89, молодшому – 0,55-0,65.

Досліджували ступінь екологічної стабільності і пластичності 15 екотипів сосни кедрової сибірської за поточним приростом за висотою у високогір'ї та передгір'ї. У високогір'ї спостережено вищу мінливість приросту за висотою – ліміти становлять 14,0-28,1 см, коефіцієнт варіації – 22,9 %. В передгір'ї варіація вдвічі нижча ($CV = 11,3 \%$). Помітна істотна зміна рангів екотипів на різних екологічних фонах, що свідчить про відсутність у них екологічної стабільності поточного приросту за висотою. Сім із 15 екотипів екологічно пластичні – в гірших умовах інтенсивність росту низька, з покращенням умов – істотно покращується. Походять вони з Читинської (№ партій 2098, 2104), Томської (2278, 2293), Іркутської (2512) областей, Якутії (2284), Красноярського краю (2295). Екологічно стабільні екотипи з Новосибірської (№ 2279), Томської (2280), Тюменської (2285) областей. Коефіцієнти регресії їх поточних приростів на зміну умов середовища не перевищують 0,26. Однак для жодного екотипу немає стабільного перевищення середніх значень показника в обох пунктах випробування. Особливістю характеризується екотип із Тобольська, який краще росте у високогір'ї (β_i має від'ємне значення).

Визначено емпіричні дані взаємодії “походження-середовище” для середніх показників висоти, діаметра стовбура та поточного приросту за висотою в сосен кедрових сибірської і корейської. Ранги походжень сосни кедрової сибірської за середньою висотою змінюються – середнє відхилення їх від середнього рангу в обох умовах випробування становить 1,6. З 15 екотипів п'ять змінили своє порядкове місце у ранжованому ряду на 5 позицій і більше. Походження 2276, 2279, 2293, 2295 істотно покращили свій ріст при переміщенні на вищий гіпсометричний рівень. Лише екотип з Колпашевського лісгоспу Томської обл. (2278) значно гірше адаптувався у високогір'ї. Сім походжень змінили ранги за середньою висотою неістотно – показник середнього відхилення 0,5-1,0. Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена екотипів за середньою висотою є достовірним з вірогідністю 0,95.

Таблиця 1 – Показники взаємодії «генотип-середовище» в географічних культурах кедрових сосен

Вид	Показники		H	D	Z _h
<i>Pinus sibirica</i>	Загальне середнє відхилення рангів	$\Sigma rd / n$	1,6	2,1	2,9
		r_s	0,60	0,44	0,03
	Коефіцієнт кореляції рангів Спірмена	$r_{st} 0,05/0,01$	0,52/0,66	0,52/0,66	0,52/0,66
<i>Pinus koraiensis</i>	Загальне середнє відхилення рангів	$\Sigma rd / n$	0,75	0,25	0,125
	Коефіцієнт кореляції рангів Спірмена	r_s	-0,20	0,80	0,95

Ранжування за середнім діаметром стовбура змінилося більше. Коефіцієнт кореляції Спірмена – 0,44. Він менший за критичне значення r_{st} , тому недостовірний для 1 % та 5 % рівнів значущості. Зміна рангів свідчить про незначну зміну (від 0 до 2-х позицій) для восьми варіантів і значну (5 позицій і більше) – для п'яти. Ще більше неспівпадіння рангів екотипів у різних пунктах випробування за величиною поточного приросту у висоту. Середнє відхилення їх – 2,9, коефіцієнт рангової кореляції близький до нуля. З 15 походжень 12 змінили ранг на три позиції і більше.

Є походження, які особливо чутливі до зміни умов довкілля (2279, 2293, 2295). Найменш інтерактивні з лісорослинними умовами №№2281, 2284, 2289 (табл. 2).

Таблиця 2 – Середнє відхилення рангів екотипів сосни кедрової сибірської за середніми висотою (Н), діаметром стовбура (D), поточним приростом у висоту (Z_h) в різних лісорослинних умовах

Номер екотипу	Походження (область, край, лісгосп)	Середнє відхилення рангів		
		Н	D	Z _h
2098	Читинська, Інгодинський	0,25	4	3
2104	Читинська, Інгодинський	1	3,5	2,5
2117	Іркутська, Нижньоудинський	0,75	3	3,5
2276	Якутія, Алданський	2,5	2,25	1,5
2277	Якутія, Алданський	0,5	1,5	2,5
2278	Томська, Колпашевський	3,25	2,25	4
2279	Новосибірська, Болотинський	2,75	3,5	4
2280	Томська, Бочкаревський,	2,25	1	4,5
2281	Красноярський, П.-Єнісейський	1,25	1	1
2284	Якутія, Ленський	0,5	0,5	0,5
2285	Тюменська, Тобольський	0,75	0	5,5
2289	Красноярський, Усть-Ангарський	0,75	1	2
2293	Томська, Максимоярський	2,75	4,5	3
2295	Красноярський, Манський	3,25	3	2
2512	Іркутська, Слюдянський	2	0	3,5

Аналіз показників росту сосни кедрової корейської виявив тенденції прояву взаємодії «генотип-середовище». Вона більш помітна для середньої висоти походжень і найменш – для поточного приросту за висотою (табл. 3).

Таблиця 3 – Середнє відхилення рангів екотипів сосни кедрової корейської за середніми висотою (Н), діаметром стовбура (D), поточним приростом у висоту (Z_h) в різних лісорослинних умовах

Номер екотипу	Походження (фізико-географічна зона і провінція; край, лісгосп, координати: ПнШ., СхД.)	Середнє відхилення рангів		
		Н	D	Z _h
2101	Амурсько-Приморська, Середньоамурська; Хабаровський, Вязенський, 47°30'; 134°35'	1,5	0	0
2108	Сіхоте-Алінська гірська; Хабаровський, Н.Тамбовський, 50°50'; 138°40'	0,5	0,5	0
2306	Західно-Сіхоте-Алінська; Приморський, В.Перевальський, 46°30'; 134°40'	0,5	0,5	0,25
2732	Східно-Сіхоте-Алінська; Приморський, Терпенський, 45°05'; 136°30'	0,5	0	0,25

Найвищі показники росту у географічних культурах аборигенної сосни кедрової європейської. У 46 років вона досягає середньої висоти 13,5 м, діаметра – 23 см. Найкращий за ростом екотип сосни кедрової корейської із Тернейського лісгоспу Приморського краю Росії (2732) у 44 роки за висотою досягнув висоти 10 м і відстає від сосни кедрової європейської за середньорічними приростами у висоту (23,6 проти 29,3 см) та з діаметру стовбура (4,4 проти 5,0 мм). Екотип Вяземський (2101), який лідирував 10 років тому перемістився на третє місце в рейтингу.

Більшість (89 %) з кращих екотипів сосни кедрової сибірської за біометричними показниками у 45-48 років перевищують висоту 8 м (8,1-8,7), діаметр – 12 см (12,2-14,2), середньорічні прирости у висоту – 17,2-18,7 см, за діаметром – 2,6-3,0 мм.

У фітоценозах сосни кедрової європейської виявлено 10,1 % кандидатів у плюсові дерева I і II категорій (відповідно 3,2 % та 6,9 %). Кандидатам у плюсові дерева властиві округлі крони. Розрахований коефіцієнт взаємної спряженості Пірсона між селекційною категорією та формою крон дерев ($C = 0,493$) свідчить про наявність помірного зв'язку. Розрахунок методом аналізу відповідності (*Correspondence analysis*) статистично підтверджує наявність цієї залежності ($\chi^2 = 129,9$, $\chi^2_{st}(0,001) = 27,88$, $p = 0,000$). У найпродуктивнішому походженні сосни кедрової корейської (2732) третина дерев (33,3 %) віднесена до кандидатів у плюсові II категорії, у двох наступних за рангами (2108 і 2101) – їх 3,3 та 9,1 %, відповідно. Довжина крони – 75-80 %, безсучкової зони – 8 % висоти. Є тісний кореляційний зв'язок між висотою і діаметром стовбурів дерев з одного боку та довжиною ($r = 0,834 \dots 0,892$) і шириною ($r = 0,723 \dots 0,774$) їх крон. Плюсовим деревам характерні повздовжньо-тріщинуваті ритидоми коричнювато-сірого кольору. У сосни кедрової сибірської з Казахстану (2291) є 4,6 % кандидатів у плюсові дерева I категорії. У чотирьох походжень (2117, 2674, 2512, 2285) – 3,3-10,0 % кандидатів у плюсові II категорії. Довжина крони – 45-75 %, безсучкової зони – 15-18 % висоти стовбурів.

За комплексною оцінкою екотипів (продуктивність, стійкість, якість) найперспективнішими є: екотипи з Алтайського краю, Іркутської, Новосибірської і Тюменської областей Росії та Східно-Казахстанської області Казахстану (№№ 2117, 2291, 2512, 2118, 2674, 2279, 2285) (рис.1).



Рисунок 1 – Комплексна оцінка екотипів сосни кедрової сибірської

Розділ 4. КІЛЬКІСНА І ЯКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОТИПІВ КЕДРОВИХ СОСЕН В АРХІВНОМУ ВІДДІЛЕННІ ДЕНДРОПАРКУ “ДІБРОВА”

Виявлено, що за фенологією інтродуковані кедрові сосни в передгір’ї найбільш різні та неоднорідні, що прослідковується під час їх “квітання”. У сосни кедрової сибірської пиління розпочинається усередині II декади травня (+13...+15⁰C), масове – близько п’яти днів (+18,5...+19,2⁰C), закінчення – усередині червня. Найпізніше “квітує” сосна кедрова корейська: поява стробілів з середини до кінця першої декади червня (+18,6...+19,3⁰C), пиління – початок II декади (+18,9...19,8⁰C), масове – початок III декади (+20⁰C), закінчення – у кінці червня (+19...+20,2⁰C). Термін пиління у сосен кедрової корейської – 12-13 днів, сибірської – 17-18. Сума ефективних температур під час появи стробілів в корейської – 797,3⁰C, початок пиління – 833,1 ⁰C, закінчення – 1008,8⁰C. Порівняльне оцінювання настання фенофаз у сосни кедрової корейської виявило: у високогір’ї розвиток вегетативних бруньок на тиждень відстає від параметрів, отриманих у Києві; поява стробілів і початок пиління – швидше у високогір’ї, на кілька днів пізніше у Києві, згодом – в передгір’ї; тривалість пиління у Києві біля 4 днів, у передгір’ї – 12, а у високогір’ї – 15 днів; дозрівання шишок у високогір’ї на два тижні швидше, ніж в умовах Києва. Екотипи сосни кедрової сибірської починають ріст майже одночасно, закінчують в різні терміни, першими – північні і східні, пізніше – південні і західні (різниця сягає трьох тижнів).

Результатом отриманих емпіричних даних в передгір’ї є адекватні регресійні моделі, які ілюструють однофакторну лінійну залежність висоти екотипів сосни кедрової сибірської із довготою місць їх походження, діаметра – з широтою і довготою, приросту за висотою – з широтою (табл. 4). Для умов високогір’я – висоти рослин від довготи місцезнаходження материнського насадження. Статистично значущою є двохфакторна регресійна модель, у якій регресантом є висота екотипів у передгір’ї, а регресорами – географічні координати місць їх походження (табл. 4; рис. 2). У високогір’ї є чітка клінальна мінливість висоти і діаметра (їх зменшення при збільшенні висоти н.р.м. материнського насадження).

Нині збережуваність сосен кедрових європейської і корейської, відповідно 32,9-72,9 та 28,8-75,0 %, гірша – сибірської (5,4-29,6 %). Низькі показники в екотипів Середнього Заураля (2096), вищі – Алтаю і Східних Саян (2288, 2291).

За біометричними показниками лідером є екотип № 2291 із Південного Алтаю (Східно-Казахстанська область), який перевищує останні за рангом екотипи сосни кедрової корейської і росте за III класом бонітету.

Екотипи кедрових сосен європейської і корейської мають задовільний стан дерев (індекси 2,7-3,3 та 2,4-3,2), сибірської – 3,0-4,4. Кореляційний зв’язок між шириною крони та індексами категорії стану помірний ($r = 0,368$).

Найгірші селекційні показники в екотипів сосни кедрової сибірської. Більшість насаджень мінусові, деякі – нормальні. Вони представляють Алтайську (2291 – Східно-Казахстанська область) і Лісоболютну (2280, 2278 – Томська область) зони. В екотипів сосен європейської і корейської показники кращі. У першій походженням з Усть-Чорної (2516), другої – з Приморського і Хабаровського краю (2116, 2107, 2099 і 2101). За прямизною стовбура кращі показники у сосни кедрової сибірської (1,0-2,0), гірші – європейської (1,5-1,9) та корейської (1,5-2,2).

Таблиця 4 – Регресійні моделі залежності показників росту (Н – висоти, D – діаметра, Z – приросту за висотою) екотипів сосни кедрової сибірської від їх географічного походження (широти – ПнШ, довготи – СхД)

№ моделі	Модель	R ²	F-критерій	Рівень значущості р <	Значення р для	
					вільного члена	коефіцієнта(ів) регресії
Дендропарк "Діброва"						
1	H = 12,7 – 0,041СхД	0,235	6,46	0,019	0,000	0,019
2	D = 37,0 – 0,34 ПнШ	0,256	7,21	0,014	0,000	0,014
3	D = 23,1 – 0,058СхД	0,235	6,46	0,019	0,000	0,019
4	Z = 54,5 – 0,45 ПнШ	0,199	5,21	0,033	0,000	0,033
5	H = 25,2 – 0,22ПнШ – 0,044СхД	0,441	7,90	0,003	0,000	0,013/0,005
6	D = 44,5 – 0,37ПнШ – 0,063СхД	0,536	11,54	0,001	0,000	0,002/0,002
Дендропарк "Високогірний"						
7	H = 5,8 – 0,14СхД	0,127	4,79	0,036	0,000	0,036

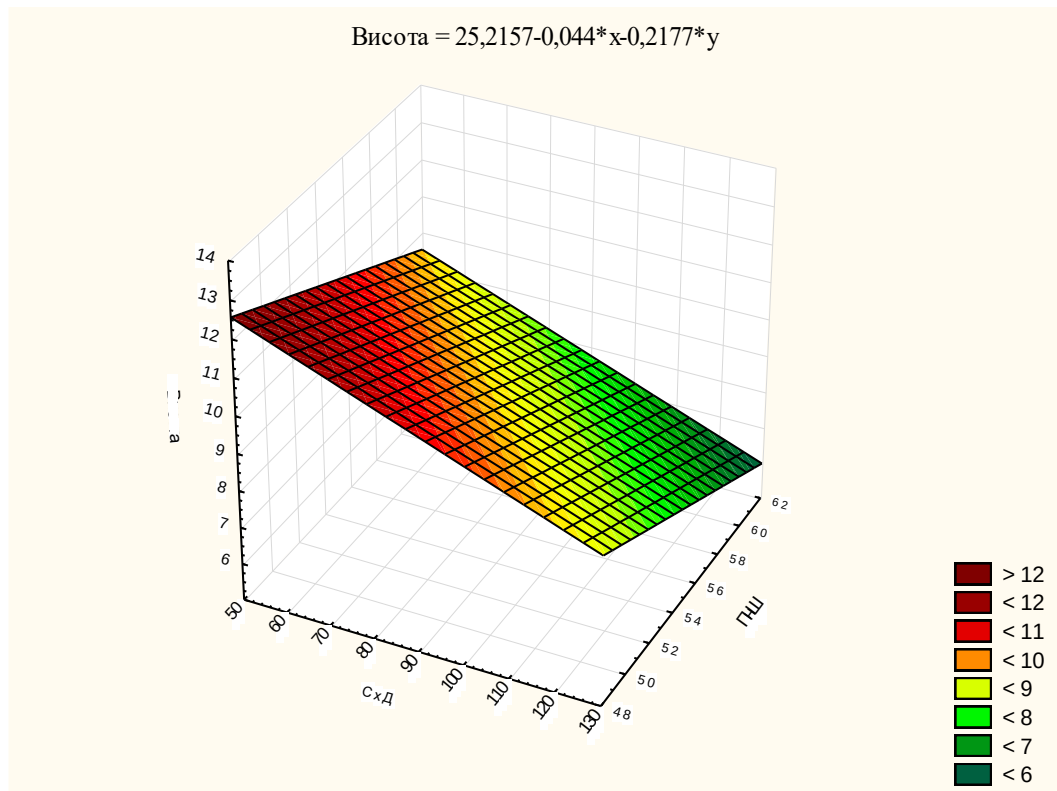


Рисунок 2 – Графік регресійної залежності висоти екотипів сосни кедрової сибірської від географічного місцезнаходження їх материнських насаджень

У високогір'ї 46-річна сосна кедрова європейська з Усть-Чорної (2516), за середньою висотою перевищує таке ж походження в передгір'ї, що пояснюється кращим ростом цього виду у звичному йому середовищі. В передгір'ї вищі показники діаметра ймовірно пов'язані із рідшим садінням. Середні таксаційні показники сосни кедрової корейської в передгір'ї перевищують такі ж у високогір'ї за висотою на 27-36 %, діаметром – на 40-47 %. На обох висотних рівнях кращі показники в екотипів №№2101 і 2108, що свідчить про пластичність виду у широкому діапазоні висот – 300-1200 м н.р.м. З екотипів сосни кедрової сибірської лише одне походження із Саян (№ 2117) має кращі показники за середньою висотою дерев у високогір'ї, де займає перший ранг. Натомість йому належить останній ранг

в передгір'ї. Протилежним є екотип № 2291 з південного Алтаю, який займає перші ранги в передгір'ї та високогір'ї. У решти – перевищення в передгір'ї (10-57 %). За діаметром 100 % екотипів тут мають переваги, деякі суттєві (на 66-89 %).

Переваги у показниках категорії стану, селекційної структури і класах росту спостерігаються в 100 % екотипів сосен кедрових європейської і корейської у високогір'ї. В сосен кедрової сибірської і більшості – корейської (у двох екотипів з трьох) тут також рівніші стовбури. Лише за очищенням стовбура від сучків кращі показники в усіх екотипів сосни кедрової корейської у передгір'ї. За окремими параметрами такі ж переконливі переваги є в сосни кедрової сибірської, особливо за категорією стану (75 % екотипів) і селекційною структурою (100 % екотипів). Походження №№ 2291 і 2295 займають перші ранги на обох висотних рівнях за усіма якісними параметрами.

Розділ 5. АКЛІМАТИЗАЦІЯ ТА АДАПТАЦІЯ ІНТРОДУКОВАНИХ ЛІСОВИХ ВИДІВ РОСЛИН НА РІЗНИХ ГІПСОМЕТРИЧНИХ РІВНЯХ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

Аналіз фенологічних спостережень у висотно-інтродукційних культурах (ВІК) свідчить, що за підвищення гіпсометричних рівнів на 200 м зміщується період набубнявіння та розпускання верхівкових бруньок в усіх досліджуваних видів. На висоті 930 м н.р.м. найшвидше починається ріст у модрини даурської (12.04), пізніше (20-23.04) – у сосен кедрових, веймутової, румелійської, ялини Шренка, ще пізніше (30.04) – у ялиці одноколірної. В решти видів цей період настає у травні: 02.05 – у псевдотсуги Мензіса, 11.05 – ялиці бальзамічної. Отже різниця у настанні фенофаз тут становить близько 40 днів, а на висоті 1130 м н.р.м. – біля 50 днів.

Найдовший період росту центрального пагона в сосни кедрової корейської, псевдотсуги Мензіса, ялиці бальзамічної, сосен румелійської і веймутової (в порядку зменшення, від 120 до 90 днів). Різниця достовірна (перевищення F розрахункове над F табличним в 20-25 разів). Менший (70-80 днів) в ялиці одноколірної та сосни кедрової сибірської і найменший (40-60 днів) – в ялини Шренка і модрини даурської. Найбільша різниця у тривалості росту на різних висотних рівнях в ялини Шренка, псевдотсуги Мензіса і сосни кедрової корейської ($\pm 16-20$ днів). Із збільшенням висоти над рівнем моря зростає період росту в псевдотсуги Мензіса, сосен веймутової, румелійської, кедрової сибірської, зменшується – у ялини Шренка, сосни кедрової корейської, ялиці одноколірної і суттєво не змінюється – в ялиці бальзамічної.

За сезонним ростом і розвитком інтродуценти можна розділити на три групи:

- з кульмінацією росту в червні – ялиця бальзамічна, псевдотсуга Мензіса і сосна румелійська, які починають ріст в першій декаді травня, закінчуючи в другій декаді серпня, також сосна веймутова і модрини європейська, японська та гібридна, які починають ріст швидше, закінчують пізніше. Тривалість 95-120 днів. Також – ялини корейська і канадська, в яких ріст починається пізно (кінець травня – початок червня), закінчується у кінці липня, напочатку серпня. Тривалість 60 днів;

- з кульмінацією у другій половині травня – модрина даурська, ялиці сахалінська і одноколірна, сосна кедрова корейська, які починають ріст у другій половині квітня, закінчують – в червні, на початку липня. Тривалість 50-80 днів;

- з кульмінацією в першій половині травня – ялина Шренка та сосна кедрова сибірська, які починають ріст в I декаді квітня, закінчують в першій половині червня. Тривалість 50-70 днів. Це повільноростучі види.

Збережуваність усіх видів низька і характеризується близькими показниками на обох гіпсометричних рівнях росту. Сосна румелійська на 930 м – 41 %, 1130 м – 47 %, ялиця бальзамічна, відповідно, 33 і 34 %, модрина європейська – 24 і 38 %, японська – 25 і 32 %, гібридна – 24 і 35 %. Понад 2/3 інтродуцентів краще збереглися у високогір'ї, що пояснюється підвищеною вологістю. Найнижчі показники на обох рівнях – у кедрових сосен, ялини Шренка, ялиці одноколірної та модрина даурської.

Середні біометричні показники інтродуцентів порівнювали із спорідненими аборигенними видами. У висотно-інтродукційних культурах (ВІК) 1984 р. найбільші перевищення за висотою на 930 м н.р.м. є в сосен веймутової і румелійської та псевдотсуги Мензіса, у ВІК 1986 р. – усіх видів модрин на обох висотних рівнях, ялиць бальзамічної і сахалінської – на висоті 930 м. За діаметром значне перевищення на обох гіпсометричних рівнях в усіх видів модрин, ялиць бальзамічної і сахалінської, на 930 м – у сосни веймутової. Нарівні з контролем мають діаметри ялини корейська (930 м н.р.м.) та канадська (1130 м н.р.м.).

Найвищими середньорічними приростами у висоту відзначаються види модрин (0,60 – 0,66 м), ялиця бальзамічна (0,42 м) і псевдотсуга Мензіса (0,31 м), за діаметром – модрина європейська (1,27 см), японська (1,11 см) і гібридна (0,87 см), сосна веймутова (0,77 см), та ялиця бальзамічна (0,74 см). Усі види, що ростуть у ВІК 1984 та 1986 років створення, за середньорічними приростами у висоту та за діаметром можна розподілити на чотири групи:

- види, у яких вищі середньорічні прирости у висоту і за діаметром на висоті 930 м н.р.м.: модрина японська і гібридна, псевдотсуга Мензіса, сосни веймутова і кедрова корейська, ялиця сахалінська;
- види, у яких вищі середньорічні прирости у висоту і за діаметром на висоті 1130 м н.р.м.: ялина канадська;
- види, які мають вищі середньорічні прирости за діаметром на 930 м, у висоту – на 1130 м н.р.м.: ялина корейська, ялиця бальзамічна;
- види з вищими середньорічними приростами у висоту на 930 м н.р.м, за діаметром – на 1130 м: модрина європейська, сосни румелійська і кедрова сибірська.

Найвищі селекційні показники на висоті 930 м н.р.м. у псевдотсуги Мензіса, ялин корейської та канадської, ялиць бальзамічної і сахалінської, сосен румелійської і кедрової корейської, на висоті 1130 м – у зазначених видів (крім ялиць) і в модрин.

За параметрами стійкості перші ранги на 930 м н.р.м. займають – сосна румелійська, ялиця сахалінська, ялина корейська, модрина японська і європейська, псевдотсуга Мензіса та сосна кедрова корейська. На висоті 1130 м – ті ж види, крім ялиць сахалінської, псевдотсуги Мензіса, сосни кедрової корейської. Гірші показники у сосен кедрової сибірської та веймутової через масові фітозахворювання.

За репродуктивною здатністю інтродукованих видів у ВІК лідирують ялиця бальзамічна (особливо на висоті 1130 м н.р.м.) та модрина. Це свідчить не лише про їх адаптацію, але й натуралізацію. Дещо нижчі параметри у псевдотсуги Мензіса (930 м н.р.м.) і сосни румелійської (1130 м н.р.м.).

Комплексна оцінка інтродукованих хвойних видів у ВІК 1984 і 1986 років за продуктивністю, стійкістю, якістю та репродуктивною здатністю на різних висотах над рівнем моря показала, що перспективними і дуже перспективними видами у віці 36-42 років на обох висотних рівнях є модрина європейська, японська і гібридна, ялиця бальзамічна, сосна румелійська і ялина корейська. Псевдотсуга Мензіса і ялиця сахалінська – перспективні на висоті 930 м н.р.м. і умовно перспективні – на 1130 м. Застосування цих видів слід обмежити висотою 900-950 м н.р.м. Умовно перспективні також ялина канадська, сосни веймутова і кедрова корейська (остання на 930 м н.р.м.). Сосна кедрова сибірська повільноростучий вид, застосування якого в експлуатаційних лісах середньогір'я є недоцільним. Його слід використовувати для створення захисних, рекреаційно-оздоровчих лісів, для фітомеліорації, озеленення.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено теоретичні узагальнення та аналіз експериментальних даних комплексних досліджень екотипів кедрових сосен: європейської, корейської, сибірської і кедрового стелюха в географічних культурах високогір'я та передгір'я північно-східного мегасхилу Українських Карпат. Охарактеризовано їх лісівничо-екологічні, фенологічні показники, селекційно-формову структуру. За результатами біометричних показників встановлена адаптивна мінливість екотипів, оцінка їх екологічної стабільності, пластичності та рівня взаємодії “генотип-середовище”. Охарактеризовані також збережуваність, кількісні та якісні показники росту, розвитку і генеративної здатності інтродукованих видів із родів *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus* і встановлені межі їх висотного культивування.

1. Дослідженнями 43-48-річних екотипів кедрових сосен за комплексними показниками збережуваності, продуктивності, стійкості, якості у складних умовах високогір'я (1150-1280 м н.р.м.) встановлено:

а) найбільш перспективними є: екотип № 2516 сосни кедрової європейської із Закарпаття (Усть-Чорнянський лісгосп), № 2732 сосни кедрової корейської із Приморського краю (Тернейський лісгосп); екотипи сосни кедрової сибірської: № 2118 – з Алтайського краю (Гірськоалтайський лісгосп), № 2117 і 2512 з Іркутської (Нижньоудинський і Слюдянський), № 2279 з Новосибірської (Болотинський), № 2285 і 2674 з Тюменської (Тобольський і Уватський лісгоспи) областей Росії та № 2291 із Східно-Казахстанської області (Сєверний лісгосп) республіки Казахстан.

б) відносно перспективні – екотипи сосни кедрової корейської № 2101 і 2108 з Хабаровського краю (Вяземський і Н.Тамбовський) та кедрової сибірської № 2280 і 2097 із Томської області Росії (Бакчарський і Тимірязєвський лісгоспи);

в) неперспективні – екотипи сосни кедрової сибірської з Красноярського краю (2779, 2281), Бурятії (2825), Якутії (2276, 2284), Читинської (2827) і Томської областей (2278) Росії.

2. У високогір'ї бруньки в кедрових сосен бубнявляють і розпускаються пізно (середина травня) та майже одночасно. Сосна кедрова європейська вегетує 45-50 днів, сибірська – 25-35. Першими в неї починають і закінчують вегетацію екотипи з північно-східної та північної частини ареалу за максимальної температури повітря

+7,5...+8,0° (середньодобової +1,8...+2,2°), останніми – західні і південні. Достовірної різниці у термінах настання фенофаз генеративного розвитку у різних видів не відзначено. Дозрівають шишки в європейського і корейського виду в середині першої та другої декад серпня, а кедрового стелюха – на початку третьої декади (22.08^{±7}). З віком зростає частка впливу географічного походження насіння на час настання фенофаз (коефіцієнт детермінації збільшується від 0,30...0,44 до 0,60...0,77) і зменшується вплив випадкових факторів (з 0,56...0,70 до 0,23...0,40).

3. У передгір'ї краща збережуваність європейського і корейського видів (відповідно, 32,9-72,9 та 28,8-75,0 %). Сосна кедрова сибірська збереглася гірше (5,4-29,6 %). Низькі показники – в екотипів з Середнього Заураля (2096), вищі – Південного Алтаю і Східних Саян (2288, 2291). Кращим ростом відрізняється екотип сосни кедрової європейської з Усть-Чорної (2516). Окремі екотипи сосни кедрової корейської (2000) мають близькі до неї показники, а деякі (2101, 2108, 2107, 2305) перевищують тих, які займають другий і третій ранги за цими параметрами. У сосни кедрової сибірської за показниками висоти і діаметру лідує екотип № 2291 із Південного Алтаю (Східно-Казахстанська область), який перевищує навіть останні за рангом походження сосни кедрової корейської і є лідером також у високогір'ї.

4. В передгір'ї перші фенологічні фази вегетації в інтродукованих кедрових сосен менш мінливі, ніж у процесі їх “квітання”. Набубнявлення і розпускання бруньок наближені до межі настання ефективних (+5 °C) середньодобових температур, а поява мікро,-макростробілів – активних (+10 °C). У сосни кедрової сибірської початок пиління – середина другої декади травня (середньодобова температура +13,2...+15,3°C; сума активних температур – 546,4°C), масове пиління – близько п'яти днів (+18,5...+19,2°C), закінчення – у середині червня (20,1-20,3°C; 755,6°C), загальна тривалість – 17-18 днів. У сосни кедрової корейської початок пиління – початок другої декади червня (збігається із закінченням у сосни кедрової сибірської, +18,9...19,8°C; 833,1°C), максимальне – початок третьої декади (біля +20°C), закінчення – у кінці червня (+19...+20,2°C; 1008,8°C), тривалість – 12-13 днів. Фенологічний лаг: для сосни корейської – 96 днів, каліфорнійської та сибірської – по 103 дні. У високогір'ї: для кедрового стелюха – 87 днів, європейської – 96, корейської – 112 днів.

5. Аналіз порівняльної характеристики екотипів кедрових сосен у високогір'ї та передгір'ї свідчить:

а) сосна кедрова європейська, походженням з Усть-Чорної (2516), за середньою висотою у високогір'ї дещо перевищує дерева такого ж походження в передгір'ї, що пояснюється кращим ростом її у звичному середовищі;

б) таксаційні показники сосни кедрової корейської в передгір'ї перевищують такі ж у високогір'ї. За висотою перевищення становить 27-36 %, за діаметром – 40-47 %. Кращі показники у екотипів 2101 і 2108 на обох висотних рівнях;

в) у сосни кедрової сибірської лише один екотип із Саян (2117) має кращі показники за середньою висотою у високогір'ї, де займає перший ранг. Натомість йому належить останній ранг в передгір'ї. Екотип № 2291 з Південного Алтаю займає перший ранг в передгір'ї та високогір'ї. Решта екотипів за висотою та діаметром мають перевищення в передгір'ї (на 10-57 та 66-89 %, відповідно).

6. Якісні показники екотипів у географічних культурах високогір'я вищі, ніж в передгір'ї. Переваги у показниках категорії стану, селекційної структури і класах росту спостерігаються в 100 % екотипів сосен кедрових європейської і корейської. В екотипів сосен кедрової сибірської і більшості корейської (двох екотипів із трьох) також рівніші стовбури у високогір'ї. Лише за очищенням стовбура від сучків кращі показники в усіх екотипів сосни кедрової корейської відмічені у передгір'ї. За окремими параметрами такі ж переконливі переваги є в сосни кедрової сибірської, особливо за категорією стану (75 % екотипів) і селекційною структурою (100 % екотипів). Екотипи 2291 і 2295, які займають перші ранги на обох висотних рівнях, за якісними параметрами переважають у високогір'ї.

7. Аналіз дослідження селекційної структури фітоценозів різних видів кедрових сосен свідчить, що в середньому в них виявлено таку кількість кандидатів у плюсові дерева: у сосни кедрової європейської – 10,1 % (відповідно 3,2 % – I категорії та 6,9 % – II категорії), у сосни кедрової корейської – близько 33 % II категорії, у сосни кедрової сибірської – біля 4,6 % I категорії та 3,3-10,0 % – II категорії.

8. Плюсові дерева сосен кедрових характеризуються такими фенотипічними показниками: для європейської – біотипи з широкою округлою кроною, яка займає до 70 % висоти стовбура, лускатоподібним ритидомом коричневого кольору, довжиною безсучкової зони стовбура – понад 20 % від загальної висоти; для корейської – з конусоподібними кронами і лускатоподібним та повздовжньо-тріщинуватим ритидомом відповідно сірого і коричнювато-сірого кольору, довжиною крони 75-80 %, безсучкової зони – 8-10 % висоти; для сибірської – з овальними та конусоподібними кронами, довжиною 45-75 % висоти, гладким і повздовжньо-тріщинуватим ритидомом сірого кольору, довжиною безсучкової зони – 15-18 % висоти.

9. У висотно-інтродукційних культурах віком 36-42 роки, створених з ідентичного садивного матеріалу на висотах 930 та 1130 м н.р.м., виявлено перспективними на обох гіпсометричних рівнях – ялицю бальзамічну, модрини європейську, японську і гібридну, сосну румелійську та ялину корейську; неперспективними – ялицю одноколірну, ялину Шренка і модрина даурську.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. У зв'язку із глобальними змінами клімату високогірні лісорослинні умови погіршуються, що обмежує асортимент деревних видів, здатних утворювати деревостани на верхній межі лісу в Карпатах. У системі заходів, спрямованих на створення лісів за участю кедрових сосен, важливе місце належить штучному лісовирощуванню з використанням селекційних і технологічних досягнень. Для цього пропонується: відбір плюсових дерев відповідно до змодельованих нами зразків, їх вегетативне розмноження і створення клонової насінної плантації; закладку штучних постійних лісонасінних ділянок плантаційного типу із селективного садивного матеріалу методом відбору кращих сіянців із насіння екотипів (через два роки), пізніше саджанців (у чотири роки) та рослин у створеному насадженні на постійній площі (у шість років).

2. Для раціонального використання насіння, вирощування садивного матеріалу і лісових культур кедрових сосен пропонується здійснювати: захист горішків від пошкоджень кедрівками; регулярний збір шишок у стадії воскової стиглості

(наприкінці серпня) з перспективних екотипів (не менше ніж з 30-50 дерев) із зберіганням їх у провітрюваному приміщенні протягом 1-2 тижнів для дозрівання; використання прискорених методів стратифікації насіння для весняного висіву із застосуванням “шокових” температур, чергуючи високі (+20...+25⁰C) та низькі (0...+5⁰C) температурні показники кожних 6-8 днів до моменту появи проростків.

3. Кедровим соснам характерний повільний ріст до 20 років на задернілих площах, ділянках, де ґрунт утрамбований через постійні прогони худоби, біля стежок, доріг, через пригнічення другорядними видами, заростання ожиною, малиною. За вчасного освітлення крон і застосування заходів боротьби із шкідниками і хворобами (особливо попелицею, різними видами шютте, опеньком) ріст їх значно покращується, що дозволить збагатити склад лісів, покращити їх захисні, санітарно-гігієнічні і рекреаційно-оздоровчі функції.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Монографії

1. Голубчак О.І., Яцик Р.М., Осташук Р.В., Бродович Р.І., Юник Т.Р., **Сіщук М.М.**, Кацуляк Ю.Д., Гудима В.М. Основні дендроінтродукційні об’єкти в лісах Івано-Франківщини: характеристика, стан, заходи із упорядкування. Монографія. Івано-Франківськ, НАІР, 2018. 232 с. (здобувачем закладено пробні площі і взято участь у статистичній обробці польових матеріалів).

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних

2. **Сіщук М.М.**, Яцик Р.М. Вегетативний та генеративний розвиток кедрових сосен у дендропарках Івано-Франківщини. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. № 23.5. С. 308-313 (здобувачем представлено результати експериментальних досліджень, зроблено їх аналіз та взято участь у підготовці статті до друку).

3. Гайда Ю.І., **Сіщук М.М.**, Яцик Р.М. Екологічна стабільність та пластичність показників росту *Quercus robur* L. і *Pinus sibirica* Du Tour. в географічних культурах. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.13. С. 101-109 (здобувачем представлено результати експериментальних досліджень, зроблено їх аналіз та взято участь у підготовці статті до друку).

4. Гайда Ю.І., Яцик Р.М., **Сіщук М.М.** Взаємодія “генотип-середовище” в географічних культурах *Pinus sibirica* Du Tour та *Pinus koraensis* Sieb. Et Zuss. *Наукові праці ЛАН України*. 2016. Вип. 14. С. 110-116 (здобувачем представлено результати експериментальних досліджень та проведено їх аналіз).

5. Яцик Р.М., Сіщук Н.М., **Сіщук М.М.** Випробування інтродукованих лісових видів у гірських умовах Карпатського регіону. *Вісник Прикарпатського НУ. Сер. Біологія*. 2008. Вип. XII. С. 15-18 (здобувачем представлено результати експериментальних досліджень та проведено їх аналіз).

6. Сіщук Н.М., Яцик Р.М., **Сіщук М.М.** Характеристика насаджень модрина європейської та досвід їх створення у лісах північного мегасхилу Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2010. № 20.6. С. 64-70 (здобувачем закладено пробні площі, представлено польові та камеральні матеріали).

7. Яцик Р.М., **Сіщук М.М.**, Гайда Ю.І., Кацуляк Ю.Д. Селекційно-насінницькі аспекти збереження та відтворення популяцій сосни кедрової

європейської (*Pinus cembra* L.) в Українських Карпатах. *Наукові праці ЛАН України*. 2020. Вип. 19. С 115-124 (здобувачем представлено результати експериментальних досліджень, зроблено їх аналіз та взято участь у підготовці рукопису статті).

8. Яцик Р.М., Штогрин А.С., Сіщук Н.М., **Сіщук М.М.** Лісівничо-таксаційна характеристика лісових культур псевдотсуги тисолистої на північному мегасхилі Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.11. С. 24-30 (здобувачем закладено пробні площі).

9. Яцик Р.М., Ступар В.І., Гайда Ю.І., Сав'як Г.М., Нагнибіда І.Я., Равлюк І.П., **Сіщук М.М.**, Сіщук Н.М., Юник Т.Р. Деякі підсумки розвитку клонового лісового насінництва шпилькових порід в Передкарпатті. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2008. Вип.114. С. 240-248 (здобувачем взято участь у закладці експериментів).

10. Яцик Р.М., Ступар В.І., Нагнибіда І.Я., Сав'як Г.М., Юник Т.Р., **Сіщук М.М.**, Сіщук Н.М. Створення клонової гібридної насінної плантації модрин на Буковині. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2009. Вип.115. С. 34-39 (здобувачем взято участь у закладці експериментів).

Статті у наукових фахових виданнях інших держав, включених до наукометричної бази Scopus

11. Vasyl Mohytych, Marcin Klisz, Roman Yatsyk, Yuriy Hayda, **Mariana Sishchuk**. Ecological and genetic aspects of distribution of the marginal populations of Swiss stone pine (*Pinus cembra* L.) in Ukrainian Carpathians. *Folia Forestalia Polonica*, Series A – Forestry. 2019. Vol. 61 (3). P 243-247 (здобувачем представлено результати експериментальних досліджень та проведено їх аналіз).

Тези і матеріали наукових конференцій

12. **Sishchuk M.** Solution of problems of introduced plant adaptations in conditions of Ukrainian Carpathians northern megaslope. *Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution*. Odesa, 2009. P.70-71.

13. **Сіщук М.М.** Стан і розвиток північних кедрів у географічних культурах Карпатського високогір'я. *Інтродукція, селекція та захист рослин*: зб. мат. міжнар. наук. практ. конф. Донецьк, 2009. Том 2. С. 251-254.

14. **Сіщук М.М.** Фенологічний розвиток кедрових сосен на Передкарпатті. *Теоретичні та прикладні аспекти збереження біорізноманіття в дендропарку "Софіївка"*: зб. мат. міжнар. наук. конф. Умань, 2013. С. 51-52.

15. **Сіщук М.М.**, Юник Т.Р., Яремчук Ю.Д. Щодо сезонних біоритмів перспективних для лісового господарства інтродуцентів у високогір'ї Карпат. *Інтродукція, селекція та захист рослин*: мат. III міжнар. наук. конф. Донецьк, 2012. С. 139 (здобувачем представлено результати досліджень, зроблено узагальнення та підготовлено рукопис статті).

16. **Сіщук М.М.**, Яцик Р.М. Дослідження кедрових сосен в Передкарпатті. *Збереження та реконструкція ботанічних садів і дендропарків в умовах сталого розвитку*: мат. IV міжнар. наук. конф. до 225-річчя Державного дендрологічного парку "Олександрія" НАН України, 23-26 вересня 2013 р. Біла Церква, 2013. Ч. 1. С. 158-160 (здобувачем взято участь у зборі та аналізі матеріалів, підготовці статті до друку).

17. **Сіщук М.М.**, Яцик Р.М., Гайда Ю.І. Просторові моделі адаптивної мінливості *Pinus sibirica* Du Tour в географічних культурах. *Основні проблеми й*

тенденції подальшого розвитку лісового господарства в Українських Карпатах: мат. міжнар. наук.-практ. конф. Івано-Франківськ: НАІР, 2018. С. 374-379 (здобувачем взято участь у зборі та аналізі експериментальних матеріалів, підготовці статті до друку).

18. **Сіщук М.М.**, Яцик Р.М., Кацуляк Ю.Д. Моделювання зразка плюсового дерева сосни кедрової європейської в Карпатському високогір'ї. мат. міжнар. наук.-практ. конф.: *Відновлення охорона й збереження рослинного світу лісів України в умовах техногенного навантаження та зміни клімату*. К., 2019. С. 79-80 (здобувачем взято участь в аналізі матеріалів досліджень та написанні статті).

19. Яцик Р.М., **Сіщук М.М.**, Юник Т.Р., Ступар В.І. Інтродукція кедрових сосен на північному мегасхилі Українських Карпат. *Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах і дендропарках*: мат. наук. конф. К., 2010. С. 356-358 (здобувачем представлено результати експериментальних досліджень, зроблено узагальнення та підготовлено рукопис статті).

20. Яцик Р.М., Юник Т.Р., **Сіщук М.М.** Современное состояние хвойных интродуцентов в дендропарке “Высокогорный” на северном мегасклоне Украинских Карпат. *Роль ботанических садов в сохранении разнообразия растений*: зб. мат. междунар. наук. практ. конф. Батуми, 2013. Ч.1. С. 260-262 (здобувачем представлено результати експериментальних досліджень та зроблено узагальнення).

21. Яцик Р.М., Сіщук Н.М., Юник Т.Р., **Сіщук М.М.**, Яремчук Ю.Д. Результати адаптації інтродукованих шпилькових видів у карпатському високогір'ї. *Сучасний розвиток та впровадження аграрної науки*: мат. міжнар. наук.-практ. конф. Одеса, 2012. С. 48-52 (здобувачем представлено результати польових і камеральних матеріалів досліджень і проведено їх аналіз).

22. Яцик Р.М. Бродович Р.І., Кацуляк Ю.Д., Гудима В.М., **Сіщук М.М.**, Фітковська М.Р., Якубяк І.А. Характеристика лісових культурфітоценозів з перевагою перспективних інтродукованих видів у Карпатському регіоні. *Актуальні проблеми досліджень довкілля*: мат. VIII міжнар. наук. конф. Суми. 2019. С. 130-134 (здобувачем закладено пробні площі і взято участь у статистичній обробці польових матеріалів).

Методичні рекомендації

23. **Сіщук М.М.**, Яцик Р.М., Кацуляк Ю.Д., Бродович Р.І. Пропозиції щодо застосування кедрових сосен для створення високопродуктивних лісів у карпатському високогір'ї. – Івано-Франківськ, ТЗОВ ВГЦ “Просвіта”, 2020. 16 с (здобувачем представлено результати експериментальних досліджень, здійснено їх аналіз, взято участь у підготовці рекомендацій до друку).

24. Яцик Р.М., Гайда Ю.І., Феннич В.С., Ступар В.І., Гудима В.М., Сіщук Н.М., Юник Т.Р., Штогрин А.С., **Сіщук М.М.**, Лешко Д.М., Судариков В.В. Рекомендації з ефективного використання клонового лісового насінництва в Карпатському регіоні та створення плантацій підвищеного генетичного рівня. Івано-Франківськ: ТЗОВ ВГЦ Просвіта, 2017. 30 с (здобувачем здійснена статистична обробка польових матеріалів).

25. Бродович Р.І., Кацуляк Ю.Д., Гербут Ф.Ф., Гудима В.М., Бродович Ю.Р., **Сіщук М.М.**, Юник Т.Р., Ключта І.І. Рекомендації з відтворення стійких деревостанів на вітровальних, уражених хворобами ділянках і в рекреаційно-

оздоровчих лісах Карпат. Івано-Франківськ: ТЗОВ ВГЦ Просвіта, 2017. 44 с (здобувачем взято участь у закладці пробних площ).

АНОТАЦІЯ

Сіщук М.М. Лісівничо-екологічні особливості інтродукції хвойних видів на північно-східному мегасхилі Українських Карпат. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація». – Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, Івано-Франківськ, 2020.

Національний лісотехнічний університет України, Львів, 2020.

У дисертаційній роботі представлено теоретичні узагальнення та аналіз експериментальних даних комплексних досліджень екотипів кедрових сосен: європейської, корейської, сибірської і кедрового стелюха в географічних культурах карпатського високогір'я (1150-1280 м н.р.м.) та в передгір'ї (300 м н.р.м.), а також хвойних видів у висотно-інтродукційних культурах на висотах 930 і 1130 м н.р.м. Відображено багаторічну динаміку параметрів росту екотипів кедрових сосен та особливості їх вегетативного і генеративного розвитку. Здійснено оцінку екологічної стабільності, пластичності та рівня взаємодії “генотип-середовище” екотипів сосен кедрових за біометричними показниками. Охарактеризовано селекційно-формову структуру їх фітоценозів і змодельовано фенотипічні зразки плюсових дерев. Висвітлено результати порівняльної оцінки збережуваності 43-48-річних екотипів кедрових сосен, мінливості їх лісівничо-таксаційних і селекційних показників у різних умовах. Представлені результати порівняльного аналізу комплексної оцінки (за продуктивністю, стійкістю і якістю) інтродукованих 36-42-річних хвойних видів у висотно-інтродукційних культурах й окреслено висотні межі їх культивування у горах. Отримані результати мають наукове і практичне значення для вирішення лісокультурних проблем, пов'язаних із упровадженням хвойних інтродуцентів та їх екотипів у різноманітні лісорослинні умови регіону.

Ключові слова: екотипи кедрових сосен, лісівничо-таксаційні показники, селекційно-формова структура, висотно-інтродукційні культури.

АННОТАЦИЯ

Сищук М.Н. Лесоводственно-экологические особенности интродукции хвойных видов на северо-восточном мегасклоне Украинских Карпат. – Квалифицированная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.01 – лесные культуры и фитомелиорация. – Украинский научно-исследовательский институт горного лесоводства им. П.С. Пастернака, Ивано-Франковск, 2020.

Национальный лесотехнический университет Украины, Львов, 2020.

В диссертационной работе представлены теоретические обобщения и анализ экспериментальных данных комплексных исследований экотипов кедровых сосен: европейской, корейской, сибирской и кедрового сланца в географических культурах карпатского высокогорья (1150-1280 м н.у.м.) и в передгорье (300 м н.у.м.), а также

хвойных видов в высотно-интродукционных культурах на высотах 930 и 1130 м н.у.м. Отображено многолетнюю динамику параметров роста экотипов кедровых сосен и особенности их вегетативного и генеративного развития. Осуществлено оценку экологической стабильности, пластичности и уровня взаимодействия “генотип-среда” экотипов кедровых сосен по биометрическим показателям. Приведена селекционно-формовая структура их фитоценозов и разработаны фенотипические образцы плюсовых деревьев. Отображено результаты сравнительной оценки сохранности 43-48-летних экотипов кедровых сосен, изменчивости их лесоводственно-таксационных и селекционных показателей в разных условиях. Представлены результаты сравнительного анализа комплексной оценки (по продуктивности, устойчивости и качеству) интродуцированных 36-42-летних хвойных видов в высотно-интродукционных культурах и определены высотные границы их культивирования в горных условиях. Полученные результаты имеют научное и практическое значение для решения лесокультурных проблем, связанных из внедрением хвойных интродуцентов и их экотипов в разнообразных лесорастительных условиях региона.

Ключевые слова: экотипы кедровых сосен, лесоводственно-таксационные показатели, селекционно-формовая структура, высотно-интродукционные культуры.

ABSTRACT

Sishchuk M.M. Forestry and ecological features of the introduction of coniferous species in the north-eastern slope of the Ukrainian Carpathians. Qualifying scientific work on the rights of manuscript.

The dissertation for the degree of Candidate in Agricultural Sciences, speciality 06.03.01 "Forest crops and phytomelioration". – Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P.S. Pasternak, Ivano-Frankivsk, 2020.

The National Forestry and Wood-Technology University of Ukraine, Lviv, 2020.

The thesis presents theoretical generalizations and analysis of experimental data of complex studies of cedar pine tree ecotypes: European, Korean, Siberian and Siberian dwarf pines in different forest conditions – geographical cultures of the Carpathian highlands (1150-1280 m above sea level) and in the foothills (300 m above sea level) sea), as well as forest species in high-altitude introduction crops at altitudes of 930 and 1130 m above sea level. The results of assessing the level of intraspecific variability of the biometric parameters of plants during their testing are presented. The long-term dynamics of the growth parameters of pine tree ecotypes and the features of their vegetative and generative development are reflected. The ecological stability, plasticity and level of the genotype-environment interaction were evaluated for the ecotypes of Korean and Siberian pine cedars in terms of height, diameter, and current growth in height. The selection and form structure of phytocenoses of various species of cedar pines is characterized and samples of their plus trees are modeled. The construction and interpretation of spatial models of the patterns of adaptive variability of growth indicators of Siberian pine ecotypes was carried out during their testing. The results of modern research and a comparative assessment of the conservation of ecotypes of cedar pine trees aged 43-48 years and the variability of their silvicultural, taxation and breeding indicators in various mountain conditions are highlighted. The dynamics, the culmination of the intensity and the length of the seasonal growth of the trees of the tested species and the

biorhythms of their phenological development are established. The results of a comparative analysis of a comprehensive assessment (productivity, resistance, quality) of 36-42 annual introduced plants at various hypsometric levels of the mountain region are presented. The results are of scientific and practical importance for solving forest-cultural problems associated with the introduction of coniferous introducers and their ecotypes in various forest conditions of the Carpathian region to create forests for various purposes.

Ecotypes of such introduced cedar pine trees turned out to be the most promising in terms of the complex of signs of productivity, sustainability and quality: Korean No. 2732 from Primorskyi Krai of Russia (Terneysky forestry enterprise) Siberian No. 2118 from the Altai Territory (Hirskoaltayskyi forestry enterprise), No. 2117 and 2512 from Irkutsk (Nyzhnioudynskiy and Slyudyanskiy), No. 2279 from Novosibirsk (Bolotynskiy), No. 2285 and 2674 from Tyumen (Tobolsk and Uvatsky forest enterprises) and 2291 from the East Kazakhstan region of Kazakhstan (Severnyi Forestry enterprise).

In the planting of European cedar pine, 10.1 % of trees were identified for plus trees of I and II categories (respectively 3.2 % and 6.9 %), normal – 57.5 %, minus – 32.4 %. The simulated sample of the best biotype exceeds the average values of the stand in height and diameter, has a wide rounded crown, which occupies up to 70 % of the height of the trunk, scaly brown rhytidum. The length of the knotless zone of the tree trunk is up to 20 % of the total height.

One third of the trees (33.3%) of the most productive ecotype of the Korean cedar pine (2732) are classified as plants in the plus II category, in the next two ecotypes (2108 and 2101) they are 3.3 % and 9.1 %, respectively. A close correlation between the average indicators of the height and diameter of tree trunks on the one hand and the length ($r = 0.834...0.892$) and the width ($R = 0.723...0.774$) of their crowns on the other hand was revealed. Plants for plus trees are characterized by conical crowns and scaly (50.0 %) and longitudinally cracked (27.8 %) rhytidoma of gray and brownish-gray color.

In the pine plantation of Siberian cedar origin from Kazakhstan (2291) there are 4.6 % of plants for plus trees of category I and 13.6 % of trees of growth class I. In four origins (2117, 2674, 2512, 2285), 3.3-10.0 % of plants were found for plus trees of the second category. The best trees have oval and conical crowns, smooth and longitudinally cracked rhytid.

A comprehensive assessment of introduced coniferous species in high-altitude introductory crops of 1984 and 1986 at different altitudes above sea level showed that promising and very promising species aged 37-41 at both altitudes (930 and 1130 m above sea level) are European larch, Japanese larch, hybrid larch, balsam fir, Balkan pine and Koyama spruce. Two species - the douglas-fir and Sakhalin fir turned out to be promising at an altitude of 930 m above sea level and conditionally promising – at an altitude of 1130 m above sea level. Therefore, their use should be limited to a height of 900-950 m above sea level. Relatively promising are Korean spruce, Weymouth pine and Korean cedar (the latter at an altitude of 930 m above sea level).

Key words: ecotypes of cedar pines, silvicultural and taxation indicators, selection and form structure, high-altitude introduction crops.

**Підписано до друку 17.11.2020 р.
Формат 60х84/16. Папір офсетний
Умовних друкованих аркушів 1,00
Тираж 100 прим. Зам. №1520**

**Видавництво «НАІР»,
Івано-Франківськ, вул. Височана, 18
Тел. (034) 250-57-82, (050) 433-67-93
E-mail: fedorynrr@ukr.net**

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного
реєстру видавців, виробників і розповсюджувачів
видавничої продукції № 4191 від 12.11.2011р.