

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства

Кафедра лісових культур і лісової селекції

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА *FAGUS SYLVATICA* L. В
ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУРАХ СТРАДЧИВСЬКОГО НВЛК НЛТУ
УКРАЇНИ»

Спеціальність _____ 205 лісове господарство _____
(код і назва)

Освітньо-професійна програма _____ 205 лісове господарство _____
(код і назва)

Керівники бакалаврської
роботи

(підпис)

доц., к. с.-г. н. Іванюк А.П.
(посада, наук. ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

асистент відділу
лісорозведення і генетики
лісових дерев ІВЛ (Польща)
Могитич В.М.
(посада, наук. ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

доц. Делеган І.І.
(прізвище та ініціали)

Львів – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства

Кафедра: лісових культур і лісової селекції

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 205 лісове господарство

Освітньо-професійна програма: лісове господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри,

доктор с.-г. наук., проф. Лісовий М.М.

“ ” 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТЦІ

ЧЕБ ЮЛІЇ ОЛЕКСАНДРІВНІ

1. Тема роботи: «СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА FAGUS SYLVATICA L.

В ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУРАХ СТРАДЧІВСЬКОГО НВЛК

НЛТУ УКРАЇНИ»

керівники роботи: доцент Іванюк А.П., асистент Могитич В.М.

затверджені наказом по університету від

2026 р. №

2. Термін подання студенткою роботи: 1 червня 2026 року

3. Вихідні дані: матеріали лісовпорядкування; проекти лісових

культур; книга обліку лісових культур; акти переводу лісових культур в
лісовкрити площу; книга лісових розсадників; матеріали бухгалтерсько-
статистичної звітності; польові матеріали пробних ділянок

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити):

Вступ; Постановка проблеми та літературний огляд;

Методика досліджень; Характеристика об'єкту досліджень;

Селекційна оцінка провенієнцій бука лісового; Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень):

а) Лісівничо-таксаційні показники провенієнцій бука лісового;

в) Збереженість провенієнцій бука лісового;

б) Селекційна оцінка провенієнцій бука лісового.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: 15 липня 2026 року.

Керівники роботи _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.	Отримання вихідного завдання	18.07.25	
2.	Збір матеріалу для загальної частини роботи	04.08 – 10.08.25	
3.	Виконання польових робіт	12.08 – 31.08.25	
4.	Опрацювання літературних джерел	17.02 – 22.02.26	
5.	Опрацювання зібраного фактичного матеріалу	24.02 – 01.03.26	
6.	Написання загальних розділів роботи	03.03 – 08.03.26	
7.	Написання спеціальної частини	10.03 – 15.05.26	
8.	Оформлення ілюстрацій, презентації	16.05 – 31.05.26	
9.	Подання роботи на перевірку на антиплагіат	31.05.26	
10.	Завершення роботи	01.06.26	

Студентка

_____ (підпис)

Керівники
роботи

_____ (підпис)

Примітки:

1. Форму призначено для видачі завдання студенту на виконання кваліфікаційної роботи і контролю за ходом роботи з боку кафедри і директора інституту.
2. Розробляється керівником кваліфікаційної роботи. Видається кафедрою.
3. Формат бланка А4 (210 × 297 мм), 2 сторінки.

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. БУК ЛІСОВИЙ (FAGUS SYLVATICA L.) В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН.....	10
1.1. Методи створення географічних культур та вивчення еколого- географічної мінливості лісових деревних видів	10
1.2. Особливості географічних культур бука лісового.....	12
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ТА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	25
3.1. Природно-кліматичні умови території Страдчівського НВЛК.....	25
3.1.1. Кліматичні умови	25
3.1.2. Рельєф та ґрунти.....	26
3.1.3. Гідрологія.....	27
3.2. Характеристика лісового фонду підприємства.....	27
3.3. Опис об'єкту досліджень	30
РОЗДІЛ 4. ЛІСІВНИЧО-СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА ПРОВЕНІЄНЦІЙ БУКА ЛІСОВОГО В ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУРАХ УКРАЇНСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ	34
4.1. Збереженість провенієнцій бука лісового	34
4.2. Особливості росту провенієнцій бука лісового	38
4.3. Селекційна оцінка провенієнцій бука лісового за розгалуженістю стовбура	41
4.4. Селекційна оцінка провенієнцій бука лісового за формою стовбура	44
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52
ДОДАТКИ	59

УДК 630*174.753

Чеб Ю.О. Селекційна оцінка *Fagus sylvatica* L. в географічних культурах Страдчівського НВЛК НЛТУ України: Кваліфікаційна робота бакалавра. – Львів: НЛТУ України, 2026. – 62 с.

Проведено аналіз фенотипової мінливості кількісних і якісних ознак європейських популяцій бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) в умовах Українського Розточчя. Польві роботи виконано в географічних культурах у віці 30 років. Виміряно діаметр і висоту дерев у кожній популяції, а також проведено оцінку якісних параметрів стовбурів дерев. Додатково встановлено збереженість досліджуваних популяцій та їх таксаційні показники.

Висвітлено вплив природно-кліматичних чинників на ріст досліджуваних популяцій, наведено лісівничо-екологічну характеристику району досліджень.

Ключові слова: бук лісовий, географічні культури, популяція, Розточчя, лісова селекція.

Стор. – 62; табл. – 4; ілюстр. – 14; бібліогр. – 57.

Cheb Yu.O. Breeding evaluation of *Fagus sylvatica* L. in provenance trials of the Stradch Educational and Production Forestry Complex of the Ukrainian National Forestry University. : Bachelor Thesis. – Lviv: NFU of Ukraine, 2026. – 62 p.

The analysis of phenotypic variability in quantitative and qualitative traits of European populations of European beech (*Fagus sylvatica* L.) was conducted under the conditions of the Ukrainian Roztochchia. Field studies were carried out in 30-year-old provenance trials. Tree diameter and height were measured in each population, and qualitative characteristics of the stems were assessed. Additionally, the survival rate of the studied populations and their main mensurational parameters were determined.

The influence of natural and climatic factors on the growth of the studied populations is elucidated; a forest-ecological characterization of the study site.

Keywords: European beech, provenance trials, population, Roztochchia, forest tree breeding.

Number of pages – 62; number of tables – 4; number of illustrations – 12; list of references – 57.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ГК – географічні культури;

ГР – генетичний резерват;

ДП – державне підприємство;

ДСТУ – державний стандарт України;

ЛНБ – лісонасінна база;

ЛНП – лісонасінна плантація;

ПД – плюсове дерево;

ПЛНБ – постійна лісонасінна база;

ПЛНД – постійна лісонасінна ділянка;

ПН – плюсове насадження;

ПП – пробна площа;

ТЛНД – тимчасова лісонасінна ділянка;

ТЛУ – тип лісорослинних умов;

м н.р.м. – метри над рівнем моря.

ВСТУП

Бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.) є одним з найпоширеніших і листяних деревних видів Європи. Вид поширений на значній території континенту та здатний зростати в різноманітних екологічних умовах. Чисті й змішані букові ліси охоплюють понад 12 млн га – від півдня Скандинавії до Піренейського, Апеннінського та Балканського півостровів, а також від південної Англії до України. У Центральній Європі бук росте на рівнинах, тоді як у Середземноморському регіоні він є типовим гірським видом. Його висока конкурентна здатність та відносно висока фізіологічна стійкість сприяють розширенню ареалу виду. Зокрема зростає його частка в лісах Центральної Європи, особливо внаслідок трансформації хвойних монокультур у більш природні змішані насадження. Ще у XIX столітті прусські лісівники сприяли поширенню бука в окремих регіонах Латвії, Литви та північно-східної Польщі, створюючи насадження поблизу або навіть за межами природного ареалу (Dittmar, 2003).

Бук лісовий є також одним з найбільш досліджених деревних видів, це пояснюється широким ареалом, домінуючим положенням у лісових екосистемах і вагомим екологічним та господарським значенням. Водночас питання росту культур бука за межами природного ареалу, зокрема за показниками збереженості, таксаційними характеристиками та селекційною оцінкою дерев, залишаються недостатньо вивченими. У бакалаврській роботі виконані дослідження зазначених параметрів у географічних культурах Страдчівського НВЛК НЛТУ України.

Актуальність досліджень зумовлена тим, що дані географічні культури розташовані на східній межі природного ареалу бука лісового. Садивний матеріал, використаний для створення цих географічних культур, походить з різних частин його природного ареалу. В цілому тут представлено 70 популяцій з 10 європейських країн. Аналіз показників росту і якісних характеристик популяцій в географічних культурах бука лісового дозволяє

виявити найбільш адаптовані популяції та порівняти їх продуктивність у даних природно-кліматичних умовах. Враховуючи високу екологічну та економічну цінність бука лісового, дані географічні культури відіграють важливе значення в пошуку ефективних підходів спрямованих на підвищення продуктивності та стійкості лісових екосистем.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра було дослідження особливостей росту європейських популяцій *Fagus sylvatica* L. в умовах географічних культур Страдцівського НВЛК НЛТУ України, визначення їх збереженості, таксаційних показників і якісних характеристик.

Завданнями досліджень були:

1. Ознайомлення з дослідженнями географічних культур в Україні та світі;
2. Характеристика природно-кліматичних умов території розташування Страдцівського НВЛК;
3. Суцільний (діаметр, якісні характеристики) та вибірковий (висота) облік дерев для всіх популяцій у географічних культурах в умовах Українського Розточчя;
4. Встановлення відмінностей у рості бука лісового залежно від походження насінного матеріалу;
5. Оцінка якості та продуктивності 30-річних культур бука лісового, що формуються на дослідних ділянках;
6. Проведення селекційної оцінки популяцій і визначення рівня їх адаптації до умов Українського Розточчя з метою обґрунтування шляхів підвищення продуктивності та стійкості букових деревостанів.

Об'єкт досліджень – географічні культури бука лісового в умовах Українського Розточчя.

Предмет досліджень – збереженість, особливості росту та якісні характеристики популяцій бука лісового в географічних культурах в умовах Українського Розточчя.

Методи дослідження. Для виконання досліджень ми використали наступні методи:

- Лісівничо-таксаційні – для обліку дерев в географічних культурах;
- Математично-статистичні – для аналізу отриманих даних.

Оцінка практичної значущості. Екологічна роль бука лісового настільки вагома, що в багатьох країнах це стало підґрунтям для реалізації стратегій, спрямованих на заміну одновікових хвойних насаджень більш стійкими змішаними лісами з істотною часткою цієї породи. У зв'язку з цим розширюється база насінних ресурсів і дедалі ширше застосовуються заходи зі штучного та природного поновлення бука. Паралельно зростає і його економічна привабливість, адже деревина бука за низкою технічних характеристик може ефективно конкурувати з тропічними лісоматеріалами.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості порівняння місцевих популяцій бука лісового з європейськими популяціями. Результати можуть мати застосування в лісогосподарських підприємствах із подібними екологічними умовами для оптимізації продуктивності букових насаджень. Водночас результати дослідження розширюють уявлення про здатність бука лісового адаптуватися до кліматичних змін.

РОЗДІЛ 1. БУК ЛІСОВИЙ (*FAGUS SYLVATICA* L.) В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

1.1. Методи створення географічних культур та вивчення еколого-географічної мінливості лісових деревних видів

Географічні культури (provenance trial) — це польовий експеримент, у якому посадковий матеріал, вирощений з насіння різного географічного походження (популяцій), висаджується в однакових екологічних умовах з метою порівняння росту, збереження та інших генетично зумовлених властивостей досліджуваних популяцій (Гордієнко, Гузь, Дебринюк & Мауер, 2005).

Географічні культури створюють в однакових або подібних лісорослинних умовах для порівняльної оцінки росту, виживання та продуктивності дерев різного географічного походження. Різні популяції (кліматипи та едафотипи) по-різному реагують на умови середовища, виявляючи відмінності в адаптивних, генетично зумовлених властивостях. Використання садивного матеріалу невідповідного походження може призводити до зниження росту, стійкості та продуктивності насаджень. Географічні культури створюють на одній або кількох дослідних ділянках із використанням насіння певного виду дерев, зібраного в різних лісонасінних районах. Оцінка росту та збереженості культур різного походження дозволяє виявити генетично зумовлені відмінності між популяціями, визначити межі допустимого переміщення насіння та уточнити рекомендації щодо лісонасінного районування. Продуктивність та біологічна стійкість популяцій у географічних культурах суттєво залежать від їх географічного походження. У багатьох випадках при переміщенні насіння у напрямку кліматичних градієнтів (переважно з півночі на південь і навпаки) спостерігається зниження адаптивності та стійкості популяцій, особливо за значної віддаленості від місця їх природного походження. Зокрема, північні екотипи,

перенесені в умови південніших регіонів України, часто проявляють зниження стійкості та продуктивності (Гайда, 2014).

Актуальним завданням є раціональне використання насіння лісових порід з урахуванням його географічного походження. Визначення районів заготівлі насінного матеріалу основних лісоутворювальних порід має суттєве значення для організації систем його заготівлі та переробки. Важливим аспектом лісонасінного районування є його відповідність сучасним і прогнозованим кліматичним умовам. Такі дослідження здійснюються у географічних та випробних культурах. Дані, отримані в географічних культурах, є основою для прогнозування реакції лісових деревних видів на зміну клімату. Кліматичні умови часто суттєво відрізняються між місцями заготівлі насіння та місцями закладання дослідних культур, що особливо важливо при випробуванні географічно віддалених популяцій видів із широким ареалом. Порівняння росту, виживання та інших ознак популяцій у географічних культурах із різницею кліматичних параметрів їхніх місць походження дозволяє встановлювати статистичні залежності та моделювати реакцію видів на зміни клімату (Memišević Hodžić & Ballian, 2021).

Географічні культури є важливим інструментом оцінки адаптації лісових деревних видів до змін клімату. В умовах глобального потепління вони використовуються для вивчення стійкості та продуктивності різних популяцій у нових кліматичних умовах. Отримані результати застосовують у практиці лісового господарства для обґрунтування вибору лісонасінного матеріалу, збереження генетичного різноманіття та підвищення адаптаційного потенціалу лісових екосистем..

Географічні культури є експериментальним методом у лісовій генетиці, селекції та лісівництві, що використовується для вивчення внутрішньовидової мінливості деревних порід. Отримані в них результати становлять важливу наукову основу для розроблення та уточнення систем лісонасінного районування. Географічні культури з використанням географічно віддалених популяцій можуть також застосовуватися для оцінки адаптивності та

продуктивності різних походжень у заданих екологічних умовах (Лозінська & Лисенко, 2021).

1.2. Особливості географічних культур бука лісового

Бук лісовий є однією з основних лісоутворювальних порід Європи. Він утворює як чисті, так і змішані насадження та зростає у різноманітних природно-кліматичних умовах. Букові ліси займають площу понад 12 млн. га і поширені в Європі від півдня Англії та півдня Скандинавії через Центральну Європу (зокрема Західну Україну) до Піренейського, Апеннінського та Балканського півостровів (рис. 1.1). У Центральній Європі цей вид входить до складу рівнинних лісів, тоді як у Середземноморському регіоні є типовою гірською лісовою породою (Takhtajan, 2009).

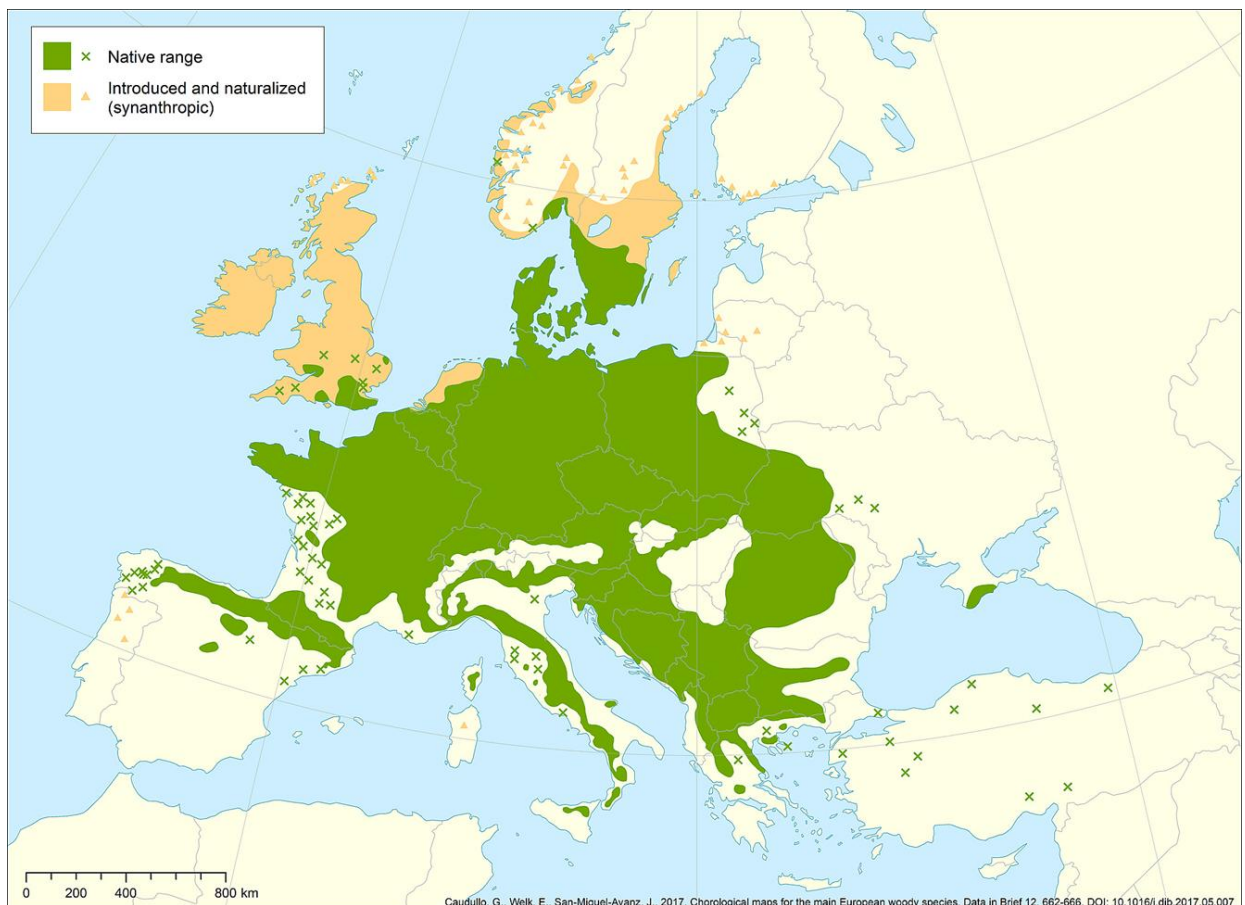


Рис. 1.1. Ареал бука лісового (Caudullo et al., 2017).

В Україні, за даними Державного агентства лісових ресурсів, бук лісовий займає близько 7 % площі всіх лісів і посідає четверте місце серед основних лісоутворювальних видів. Його поширення має виражений регіональний характер із переважанням у західній частині країни (State Forest Resources Agency of Ukraine).

На території Українського Розточчя досліджуваний вид є другим після сосни звичайної за площею формування лісових масивів (12810 га), що становить 28,4 % лісового фонду регіону. Важливо, що, перебуваючи майже на східній межі ареалу поширення виду, тут він переважно досягає I бонітету, а іноді також I^a та I^b бонітетів, і формує загалом 11 типів лісу (Krynytskyu et al., 2017).

Бук лісовий є однією з екологічно та господарсько важливих лісоутворювальних порід. Він формує стійкі лісові екосистеми та відіграє значну роль у підтриманні біорізноманіття й накопиченні вуглецю. Водночас сучасні кліматичні зміни можуть впливати на стійкість букових деревостанів, особливо на межах природного ареалу виду. Дослідження адаптивного потенціалу бука лісового через мережу географічних культур є важливим для оцінки його реакції на зміну клімату та обґрунтування заходів з лісового господарства.

Популяції бука лісового характеризуються значною внутрішньовидовою генетичною мінливістю та фенотиповою пластичністю, що дозволяє їм частково узгоджувати ріст і фізіологічні параметри з різними екологічними умовами в межах ареалу поширення (Vitasse et al., 2011). Такі властивості відіграють важливу роль у формуванні просторової структури виду та визначенні його екологічної амплітуди, зокрема на межах ареалу, де умови є менш сприятливими. Фенотипова пластичність бука лісового та його адаптивний потенціал активно досліджуються у контексті прогнозування реакції лісових екосистем на кліматичні зміни та потенційного зсуву ареалу виду (Matyas et al., 2009). Окрім цього, значна генетична мінливість популяцій створює передумови для дії природного добору, забезпечуючи спадкову

основу, на якій можуть формуватися адаптивні зміни у відповідь на нові екологічні умови (Peng et al., 2020; Linkevičius & Schröder, 2024; Thomas et al., 2024).

У межах Європи було створено мережі польових експериментів (географічних культур), спрямованих на вивчення впливу географічного походження бука лісового на його реакцію в різних екологічних умовах (Robson et al., 2018). Дослідження, проведені в межах цих експериментів, переважно фокусуються на показниках росту, продуктивності, виживання та структурних характеристиках букових деревостанів (Eilmann et al., 2014; Jezik et al., 2016; Klisz et al., 2019). Отримані результати дозволили виявити суттєві відмінності між популяціями різного походження, зокрема у їхній реакції на кліматичні умови та екологічні стреси (Trouillier et al., 2018). Зокрема, дослідження в межах північних і північно-східних меж ареалу показують підвищену чутливість бука до зимових екстремальних явищ та низьких температур (Lena et al., 2018).

Окрім продукування деревини, бук лісовий суттєво впливає на властивості ґрунту, зокрема через формування ектомікоризних асоціацій. Як ектомікоризний вид, він підтримує розвиток грибної компоненти ґрунтового мікробіому та опосередковано впливає на процеси трансформації органічної речовини і стабілізації вуглецю в ґрунті (Hedēnes et al., 2020). Видовий склад дерев та тип мікоризної асоціації є важливими чинниками, що визначають запаси та розподіл органічного вуглецю у верхніх горизонтах ґрунту (Peng et al., 2020). Порівняльні дослідження показують, що насадження *Fagus sylvatica* можуть характеризуватися вищими запасами вуглецю порівняно з деякими іншими видами роду *Fagus*, зокрема *Fagus orientalis*, однак величина таких відмінностей залежить від умов середовища та структури насаджень (Fuchs et al., 2025). У цьому контексті вибір деревних видів у лісовому господарстві може істотно впливати на потенціал секвестрації атмосферного вуглецю та функціонування ґрунтових екосистем (Peng et al., 2020).

Мінливість кліматичних умов до та під час вегетаційного періоду суттєво впливає на ріст дерев і, відповідно, на продуктивність букових лісів (Di Filippo et al., 2007). У межах ареалу поширення бука різні кліматичні фактори можуть по-різному обмежувати або стимулювати ріст, визначаючи просторову варіабельність ростових показників. Варіація ширини річних кілець є високочутливим індикатором змін навколишнього середовища та кліматичних умов. Висока репрезентативність деревно-кільцевих хронологій підтверджує їх придатність для дендроекологічних досліджень і реконструкції кліматичних сигналів (Dittmar et al., 2003).

У південній та західній Європі підвищені температури ранньої весни асоціюються з раннім початком формування ксилеми бука лісового, що відображається у збільшенні ширини річних кілець, тоді як високі літні температури, як правило, обмежують радіальний ріст (Martinez del Castillo et al., 2018). У північній та північно-східній Європі радіальний ріст бука позитивно пов'язаний із літніми опадами, тоді як весняні заморозки чинять негативний вплив на його приріст (Weigel et al., 2018; Harvey et al., 2019; Muffler et al., 2020). На східній межі ареалу вид демонструє позитивну реакцію на пізньовесняні опади та негативну асоціацію з підвищеними літніми температурами (Šimůnek et al., 2019).

На східній межі ареалу радіальний ріст бука лісового переважно обмежується посушливими умовами (Roibu et al., 2022). В Українських Карпатах середній радіальний приріст бука варіює в межах 1.71–2.41 мм залежно від породного складу деревостану (Lavnyu et al., 2020). Встановлено, що зв'язок між радіальним приростом і кліматичними індексами є більш вираженим у чистих букових насадженнях порівняно зі змішаними (Lavnyu et al., 2020).

Реакція дерев також варіює залежно від висоти над рівнем моря. На низьких висотах радіальний приріст за останні 20 років зменшився на 13.1–19.3%, тоді як у гірських районах спостерігалось його збільшення на 5.6–9.8% (Fuchs et al., 2025). На низьких висотах лімітуючим фактором росту часто

виступає дефіцит опадів, тоді як у гірських умовах обмежуючим чинником є низькі температури (Fuchs et al., 2025). У високогірних популяціях підвищені літні температури можуть асоціюватися з пригніченням радіального росту бука (Prislan et al., 2019).

Зміна клімату асоціюється зі суттєвою трансформацією фенологічних циклів деревних видів. У Західних Карпатах зафіксовано більш раннє настання весняних фенофаз та затримку осінніх фенологічних фаз, що супроводжується подовженням вегетаційного періоду бука лісового в середньому на 12 днів (Skvareninova et al., 2024). Такі зміни можуть підвищувати ризики пошкодження дерев пізніми весняними заморозками, особливо з огляду на те, що подовження вегетаційного періоду переважно пов'язане з підвищенням температур саме у весняні місяці (Skvareninova et al., 2024).

Бук лісовий демонструє здатність до анатомічної пластичності деревини, змінюючи параметри ксилеми, зокрема розміри та густоту судин, у відповідь на кліматичні умови (Arnič et al., 2021). Високочутливим індикатором екологічного стресу також є морфологічні характеристики листя: посушливі умови призводять до зменшення розміру листкової пластинки та питомої площі листка (Thomas et al., 2024). У бука зниження розміру листя та концентрації азоту в листковій тканині може слугувати раннім індикатором впливу посухи та використовуватися в програмах довгострокового екологічного моніторингу (Thomas et al., 2024).

Географічні культури є одними з ключових експериментів для оцінювання адаптивних властивостей популяцій та відбору генотипів за показниками продуктивності й якості деревини (Hodžić & Ballian, 2021). У міжнародному експерименті в Боснії та Герцеговині встановлено, що походження з Хорватії (Dilj Čaglinski) характеризується найвищими середніми значеннями висоти та діаметра, тоді як походження з Румунії (Alba-Yulia) демонструє нижчі показники росту в межах цього експерименту (Hodžić & Ballian, 2021). Найвищі показники якості стовбура відзначено для походження з Німеччини (Bad Wildbad).

Суттєва роль генетичної мінливості в адаптивній реакції бука лісового підтверджується низкою досліджень (Peng et al., 2020; Linkevičius & Schröder, 2024; Thomas et al., 2024). Генетична мінливість популяцій підвищує адаптивний потенціал виду, забезпечуючи матеріал для природного добору, що змінює частоти генотипів під впливом умов середовища. У літературі наголошується на необхідності врахування локальної генетичної різноманітності при плануванні лісовідновлення та лісорозведення (Hodžić & Ballian, 2021).

З іншого боку, дослідники акцентують увагу на важливості відбору стійких генотипів та використання більш посухостійких походжень у середовищах, вразливих до водного стресу (Lena et al., 2018; Jansone et al., 2023). Репрезентативний збір насіння є важливим чинником підтримання та збереження генетичної різноманітності популяцій (Thomas et al., 2024). У цьому контексті концепція асистованої (спрямованої) міграції (assisted migration) розглядається як один із підходів до підвищення довгострокової стійкості лісових насаджень, особливо на межах ареалу (Jansone et al., 2023; Lena et al., 2018).

Наведене вище свідчить про важливість дослідження генетичної пластичності та мінливості різних походжень (популяцій) бука лісового для формування біологічно стійких насаджень. Це особливо актуально для України, оскільки подібні комплексні експериментальні дослідження є наразі обмеженими, а практика створення географічних культур (в тому числі випробних культур) є недостатньо розвиненою порівняно з країнами Європи та іншими регіонами. Унаслідок цього селекційна цінність українських популяцій залишається недостатньо вивченою. Бук лісовий у цьому регіоні є перспективним компонентом майбутніх лісових екосистем, оскільки за сприятливих умов демонструє активне відновлення та здатність формувати домінуючу роль у деревостанах (Fuchs et al., 2024). Водночас за умов дефіциту опадів спостерігається зниження інтенсивності його росту, що обґрунтовує

необхідність відбору відповідних походжень для цього регіону (Fuchs et al., 2024).

Проведений аналіз літературних джерел дає можливість зробити наступні узагальнення:

- 1) Бук лісовий характеризується високою фенотиповою пластичністю, що проявляється в адаптації росту та морозостійкості до умов середовища (Vitasse et al., 2011).
- 2) Генетична мінливість є ключовим чинником адаптивного потенціалу бука лісового (Peng et al., 2020; Thomas et al., 2024).
- 3) На межі ареалу основними лімітуючими факторами є літній дефіцит вологи та екстремальні зимові температури, які істотно впливають на стан місцевих популяцій (Roibu et al., 2022; Lena et al., 2018).
- 4) Подовження вегетаційного періоду на 12 днів є реакцією бука лісового на потепління, що підвищує ризик пошкодження пізніми весняними заморозками (Skvareninova et al., 2024; Lena et al., 2018).
- 5) Дослідження географічних культур в Українському Розточчі є важливим аспектом вивчення генетичної мінливості та адаптивності популяцій бука лісового в Україні. Регулярні дослідження є необхідними для забезпечення відбору походжень, адаптованих до дефіциту опадів та інших стресових чинників, зумовлених глобальною зміною клімату (Іванюк та ін., 2025; Mohytych et al., 2024).

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета дослідження – вивчення особливостей росту популяцій бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) в умовах Українського Розточчя, дослідження їх збереженості, показників зросту та якості..

Відповідно до поставленої мети роботи програма досліджень передбачала виконання таких експериментальних завдань:

1. Встановлення розташування та меж популяцій бука лісового в умовах географічних культур Страдчівського НВЛК НЛТУ України;
2. Визначення збереженості популяцій бука лісового;
3. Проведення комплексного інвентаризаційного обліку дерев бука лісового з переліком за діаметрами (суцільний) та висотами (вибірковий);
4. Оцінка якісних параметрів популяцій бука лісового.

Межі кожної провенієнції відмежовували за допомогою бусолі БГ-1 та мірної стрічки і фіксувалися кілками на кутах квадрата (рис. 2.1, а). Крім того, крайні дерева кожної провенієнції маркували білою фарбою з нанесенням облікового шифру популяції (рис. 2.1, б).

Ідентифікація ділянок кожної з популяцій в межах блоків зайняло дуже багато часу, тому що встановлені раніше дерев'яні кутові стовпчики були не всюди, та часто лежали поваленіні внаслідок згнивання деревини. Для уникнення цієї копіткої роботи в майбутньому зняті географічні координати кожного походження за допомогою GPS приладу марки Garmin Monterra. Загалом обстежено 70 провенієнцій на загальній площі 2,1 га.

Збереженість провенієнцій бука лісового визначали як відношення кількості дерев виду на час досліджень до початкової кількості висаджених рослин.



а) фіксація кілками на кутах квадрата



б) маркування крайніх дерев

Рис. 2.1. Встановлення меж провенієнцій.

У серпні-вересні 2025 року проведений суцільний перелік дерев з замірами діаметра стовбура дерев на висоті 1,3 м. Окремо для кожного походження для вибраної кількості дерев було виміряно висоту (рис. 2.2). Діаметр кожного дерева на пробній площі вимірювався мірною вилкою з

точністю до 0,1 см, висоти замірялись ультразвуковим висотомір-дальноміром “Vertex–IV” з точністю до 0,1 м.



Рис. 2.2. Виконання досліджень на пробній площі.

Обробка польових матеріалів.

Основні таксаційні показники деревостану.

Основні лісівничо-таксаційні показники визначали за допомогою програмного забезпечення “Microsoft Excel”.

У процесі проведених досліджень отримано основні лісівничо-таксаційні показники деревостану (середній діаметр, середня висота, абсолютна повнота, запас, тощо).

Середній діаметр деревостану ($D_{\text{ср}}$) визначали на основі суцільного переліку дерев на пробній площі, через площу поперечного перерізу середнього дерева (середньоквадратичний діаметр):

$$g_{cp} = \frac{G}{N}, \quad (2.1)$$

$$D_{cp} = 2 \cdot \sqrt{\frac{g_{cp}}{\pi}}, \quad (2.2)$$

де g_{cp} – площа поперечного перерізу середнього дерева, m^2 ;

G – сума площ поперечних перерізів дерев, m^2 ;

N – кількість дерев, шт.;

D_{cp} – середній діаметр деревостану, см;

π – константа рівна 3,14.

Середня висота деревостану (H_{cp}) вираховувалась за рівнянням кореляційної залежності висоти від діаметра на основі замірів дерев. Відповідно до середнього діаметра (D_{cp}) деревостану визначали середню висоту (H_{cp}) на кожній пробній площі за формулою Чапмана-Річардса:

$$H_{cp} = H_{max} \cdot \left(1 - e^{(a \cdot D_{cp})}\right)^b, \quad (2.3)$$

де H_{cp} – середня висота деревостану, м;

H_{max} – максимальна висота дерева у деревостані, м;

D_{cp} – середній діаметр деревостану на висоті 1,3 м, см;

a, b – коефіцієнти рівняння.

Суму площ поперечних перерізів (G) визначали за переліком дерев на пробній площі з подальшим переведенням на 1 га.

$$G = \frac{\sum g_i \cdot n_i}{S}, \quad (2.4)$$

де G – сума площ поперечних перерізів дерев (абсолютна повнота), $m^2/га$;

g_i – площа перерізу одного дерева ступені, m^2 ;

n_i – кількість дерев у ступені товщини, шт.;

S – площа переліку, га.

Розрахунок запасу (M) деревостану на пробній площі проводили за допомогою основної таксаційної формули, де визначали об'єм стовбура кожного дерева, а сума об'ємів становила запас на пробній площі.

$$m = g \cdot h \cdot f, \quad (2.5)$$

де g – сума площ поперечних перерізів дерев, $\text{м}^2/\text{га}$;

h – висота дерева, м ;

f – видове число.

Видове число (f) визначали за допомогою нормативних таблиць через висоту H і діаметр D .

Оцінку форми та розгалуженості стовбура (далі селекційну оцінку) дерев виконували за міжнародною методикою (Ducci et al. 2012). Вказана методика була адаптована до 5 бальної шкали (рис. 2.3-2.4). Оцінку кожного дерева проводили за адаптованою 5-бальною шкалою, де 1 бал – найгірша оцінка, 5 балів – найвища оцінка.

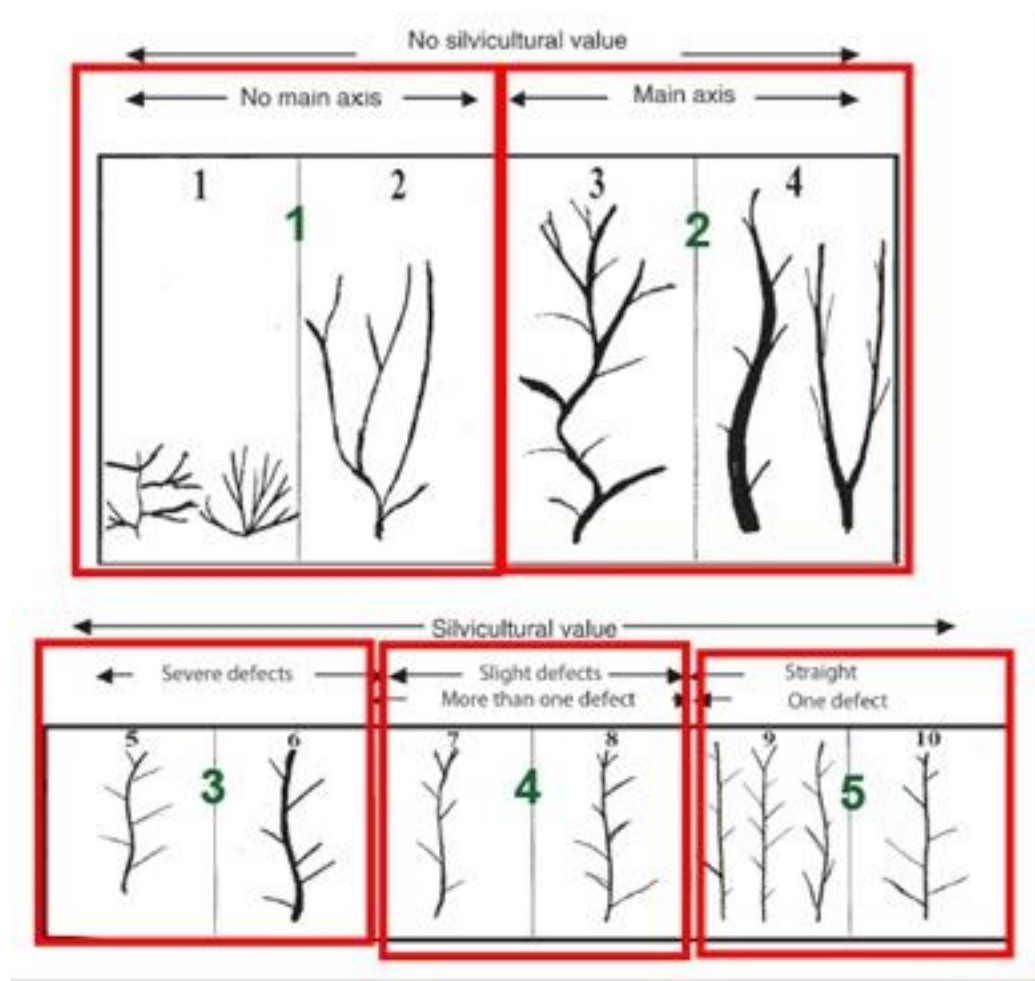


Рис. 2.3. Шкала оцінки форми стовбура дерев (Ducci et al. 2012).

Примітка.

1 – відсутній головний пагін або головний пагін не видно, дуже багато серйозних

дефектів форми;

2 – головний пагін видно, але кілька серйозних дефектів форми, або один суттєвий дефект повністю знижує якість стовбура;

3 – дерева з багатьма дефектами форми (кут розгалуження, діаметр гілок, густота гілок, викривлення), але їх можна усунути за допомогою формувальних заходів; великі дефекти, які можна виправити, або помірні недоліки;

4 – один або два середні дефекти, або два й більше незначних;

5 – незначний дефект (наприклад, роздвоєння на верхівці крони, легке викривлення, товсті гілки); «ідеальне» дерево без дефектів.

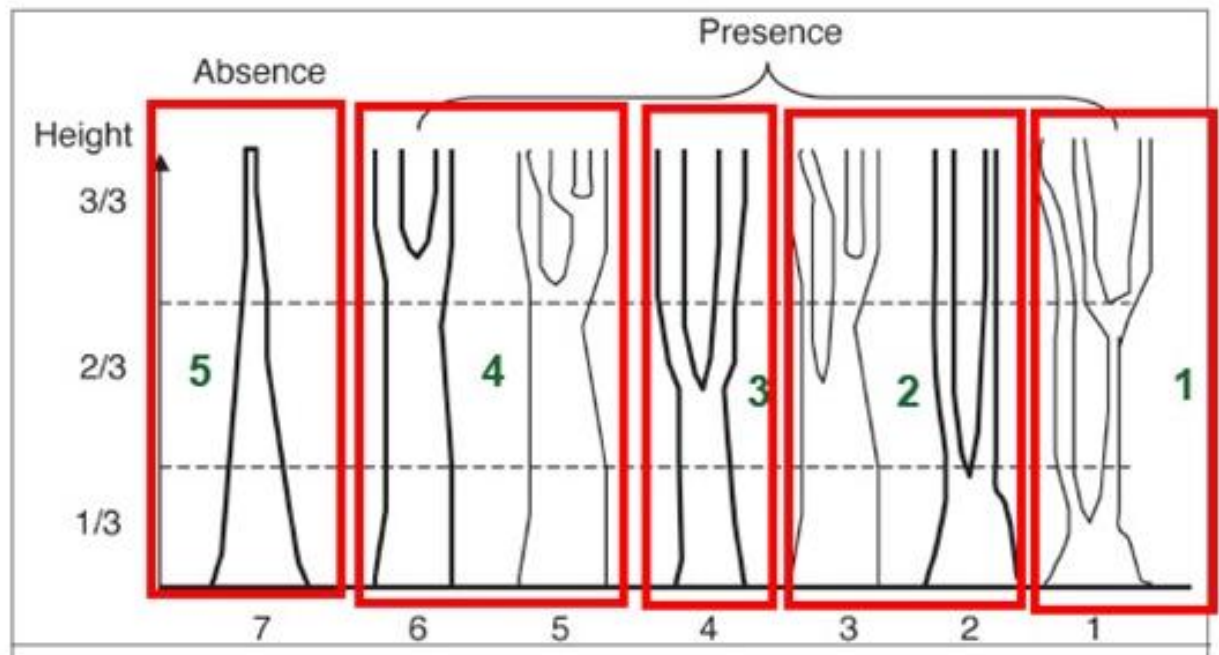


Рис. 2.4. Шкала оцінки розгалуженості стовбура дерев (Ducci et al. 2012).

Примітка.

1 – дерево має щонайменше два розгалуження, одне з яких розташоване нижче 1/3 висоти дерева.

2 – дерево має одне розгалуження, яке розташоване нижче 1/3 висоти дерева. Або дерево має щонайменше два розгалуження, розташовані вище 1/3 висоти дерева.

3 – дерево має одне розгалуження, яке розташоване вище 1/3, але не вище 2/3 висоти дерева.

4 – дерево має щонайменше одне розгалуження, яке розташоване вище 2/3 висоти дерева.

5 – дерево без розгалужень.

РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ТА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Природно-кліматичні умови території Страдчівського НВЛК

Страдчівський навчально-виробничий лісокомбінат (СНВЛК) розташований в Яворівському районі Львівської області, близько 25 кілометрів на північний захід від міста Львова. Загальна площа підприємства становить 6 742 га і поділяється на три лісництва:

- Великопільське лісництво (2 882 га);
- Лелехівське лісництво (1 954 га);
- Страдчівське лісництво (1 906 га).

Лісові масиви СНВЛК розташовані на території Розточчя, а саме у північно-західній частині Львівсько-Бережанського вододільного плато.

Через значну різноманітність рельєфу та типів ґрунтів, а також сприятливі кліматичні умови в лісах Розточчя можна знайти практично всі види деревних порід, які зростають на заході України. Всього на території СНВЛК росте 51 вид деревних та чагарникових порід (Страдчівський навчально-виробничий лісокомбінат СНВЛК).

Лісові насадження СНВЛК відіграють важливу роль у водозбереженні, мають значне кліматоутворююче та велике естетичне значення. Ці ліси є багатими на ягоди, гриби та лікарські рослини, стали улюбленим місцем відпочинку для людей. Вся територія СНВЛК визнана рекреаційними лісами і входить до зеленої зони навколо міста Львова.

3.1.1. Кліматичні умови. Страдчівський навчально-виробничий лісокомбінат розташований та Розточчі, має помірний континентальний клімат, та розміщений в зоні впливу атлантичних повітряних течій з західного боку та континентальних зі східного. Пори року тут яскраво виокремлені, зі значними різницями в температурі.

Літо в цьому регіоні як правило тепле, і середня температура влітку зазвичай коливається від 20 до 25 °С. Зими мають середню температуру від -5 до -10 °С. Середньорічна температура +7,6 °С. Найтеплішим місяцем можна вважати липень – середня температура, якого становить 18 °С, найхолоднішим – січень -3,7 °С. Річні коливання температур сягають 21,9 °С. Вегетаційний період триває – 212 днів.

Територія підприємства відзначається значними опадами, особливо влітку і восени. Середня кількість опадів на рік для цього регіону складає 660 мм, з яких за період вегетації 400 мм. Найбільша кількість опадів характерна для червня та липня, найменша для січня та лютого.

Клімат в цьому регіоні сприяє росту різних видів дерев і чагарників. Через високий рівень опадів та прохолодні зими, цей регіон є сприятливим для вирощування рослин, що зазвичай ростуть в умовах помірного клімату.

3.1.2. Рельєф та ґрунти. Рельєф території СНВЛК відзначається значною різноманітністю, що включає в себе крутосхили горбів, платоподібні підняття, широкі міжпасмові улоговини, тераси та заплави річок. Особливістю цього регіону є посіченість ярами, які можуть досягати глибини до 80-100 метрів.

Територія СНВЛК приурочена до антиклінальної структури, складеної крейдовими та міоценовими доломітовими відкладами, що перекриті льодовиковими і лесовими відкладами. Межі підприємства переважно збігаються зі схилами, які характеризуються наявністю ландшафтно виражених скидів.

Схили різняться за формою на південно-західні та північно-східні. Південно-західні схили є досить прямолінійними та нахиленими, тоді як північно-східні більш розчленовані та включають останцеві горби.

Ландшафт території підприємства характеризується ерозійно розчленованим низькогірним рельєфом із розвиненою мережею ярів і балок, глибина яких місцями сягає 50–100 м.

На території СНВЛК поширені дерново-підзолисті, дерново-перегнійно-карбонатні, дерново-скритопідзолисті, дерново-глейові та сірі лісові ґрунти. Велика різноманітність ґрунтів разом із сприятливими кліматичними умовами створюють сприятливе середовище для росту та розвитку багатьох видів дерев та чагарників, які є характерними для західних областей України (Савка, 2005).

3.1.3. Гідрологія. Гідрологічний режим території СНВЛК характеризується значною просторовою неоднорідністю, що зумовлено географічним положенням та вододільною будовою рельєфу.

Територія підприємства перетинається численними річками і струмками: Пісчанка, Пільниця, Верещиця та інші, які мають важливе значення для водопостачання та природних екосистем регіону.

На території підприємства присутні великі та малі озера, а також ставки, які є важливими для рекреації та біорізноманіття. Прикладами таких водойм можуть бути: Янівський став, Майданський став, озеро Малюшевське.

Горбистий характер регіону може призводити до гідрологічних викликів, таких як зсуви ґрунту та повені, особливо під час дощового сезону та весняного танення снігу (Короткий путівник по науково-дослідних об'єктах).

Водні ресурси досліджуваної території є суттєвим чинником забезпечення водопостачання місцевого населення та функціонування сільськогосподарського виробництва. Гідрологічний режим регіону впливає на природні екосистеми та водну рослинність, які є важливими для збереження біорізноманіття.

3.2. Характеристика лісового фонду

На території СНВЛК виділяють чотири основні господарські зони, що відрізняються функціональним призначенням і характеристиками:

Лісопаркова зона (351 га) призначена для рекреації та відпочинку відвідувачів. Вона охоплює мальовничі лісові масиви та природні ділянки, придатні для спокійних прогулянок і відпочинку в природному середовищі.

Лісогосподарська зона (5410 га) використовується для ведення лісогосподарської діяльності, зокрема проведення рубок та первинної обробки деревини.

Захисні смуги вздовж автомобільних і залізничних шляхів (532 га) виконують функцію захисту прилеглих територій від негативного впливу транспортної інфраструктури.

Санітарна зона охорони джерел водопостачання (467 га) має важливе значення для збереження якості водних ресурсів і підтримання екологічної рівноваги в регіоні.

Типи лісу та деревні породи на території СНВЛК розподілені нерівномірно: сосна (46%), бук (24%), дуб (23%), береза (2%), граб (2%), вільха (1%) та інші породи (11%).

За типами умов місцезростання переважають сугруди (65,2%), далі — груди (27,6%), субори (6,6%) і бори (0,6%). Серед них найбільш поширеними є свіжі та вологі типи сугрудів і груд (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Лісові культури бука лісового в умовах свіжої грабової діброва (D₂-гД). Великопільське л-во, кв. 3, діл. 6.

Розподіл деревних порід за віком також різноманітний:

- Молодняки першого і другого класів – 18%;
- Середньовікові насадження – 41%;
- Пристигаючі деревостани – 20%;
- Стиглі деревостани – 21%.

На території СНВЛК росте велика кількість деревних та чагарникових видів з північних, карпатських та степових районів (Страдцівський навчально-виробничий лісокомбінат СНВЛК). Серед лісотвірних порід головну роль відіграють сосна звичайна, дуб звичайний і бук лісовий. Вони формують високопродуктивні насадження, залежно від ґрунтових умов та рельєфу, утворюючи різні лісові фітоценози, включаючи судіброви, діброви, субучини,

бучини, і в деяких випадках субори і бори. Слід відзначити, що соснові субучини є дуже рідкісним явищем в Україні, і їх можна знайти лише на Розточчі. В більшості випадків насадження представлені корінними деревостанами, що сприяє збереженню біорізноманітності цього регіону.

На території СНВЛК переважаючими є наступні типи лісу:

- Свіжа грабово-соснова судіброва (19%);
- Волога грабово-соснова судіброва (19%);
- Свіжа дубово-грабова бучина (16%);
- Свіжа дубово-грабова субучина (10%).

Також на території трапляються насадження, у яких панівні деревні породи не відповідають типу лісу. Частка таких насаджень становить близько 10% від загальної площі лісових земель. Переважно ці насадження включають в себе грабняки і березняки, і вони представляють інтерес для досліджень щодо впливу цих порід на лісові екосистеми.

Узагальнюючи, територія СНВЛК є регіоном із значним науково-дослідним потенціалом, зумовленим різноманіттям рослинного світу та неоднорідністю лісового покриву.

3.3. Опис об'єкту досліджень

Одним із цінних науково-дослідних об'єктів на СНВЛК є географічні культури бука лісового (рис. 3.2). Культури були створені навесні 1995 року і є частиною мережі географічних культур, закладених у Європі в межах міжнародної дослідної програми «Оцінка генетичних ресурсів бука в Європі». Реалізація експерименту здійснювалася в межах міжнародної наукової співпраці, у якій провідну наукову роль у координації досліджень та методичному забезпеченні відігравав Інститут лісової генетики Thünen Institute (Німеччина) у взаємодії з європейськими партнерами. Аналогічні культури бука згідно з уніфікованою методикою були створені у 23 дослідних пунктах на території Європи (17 країн, включаючи Україну). В Україні

реалізацією експерименту займалися фахівці НЛТУУ – професор Г.Т. Криницький та доцент І.М. Швадчак. Схема розміщення провенієнцій бука лісового в умовах географічних культур Українського Розточчя наведена на рис. 3.3.



Рис. 3.2. Географічні культури бука лісового

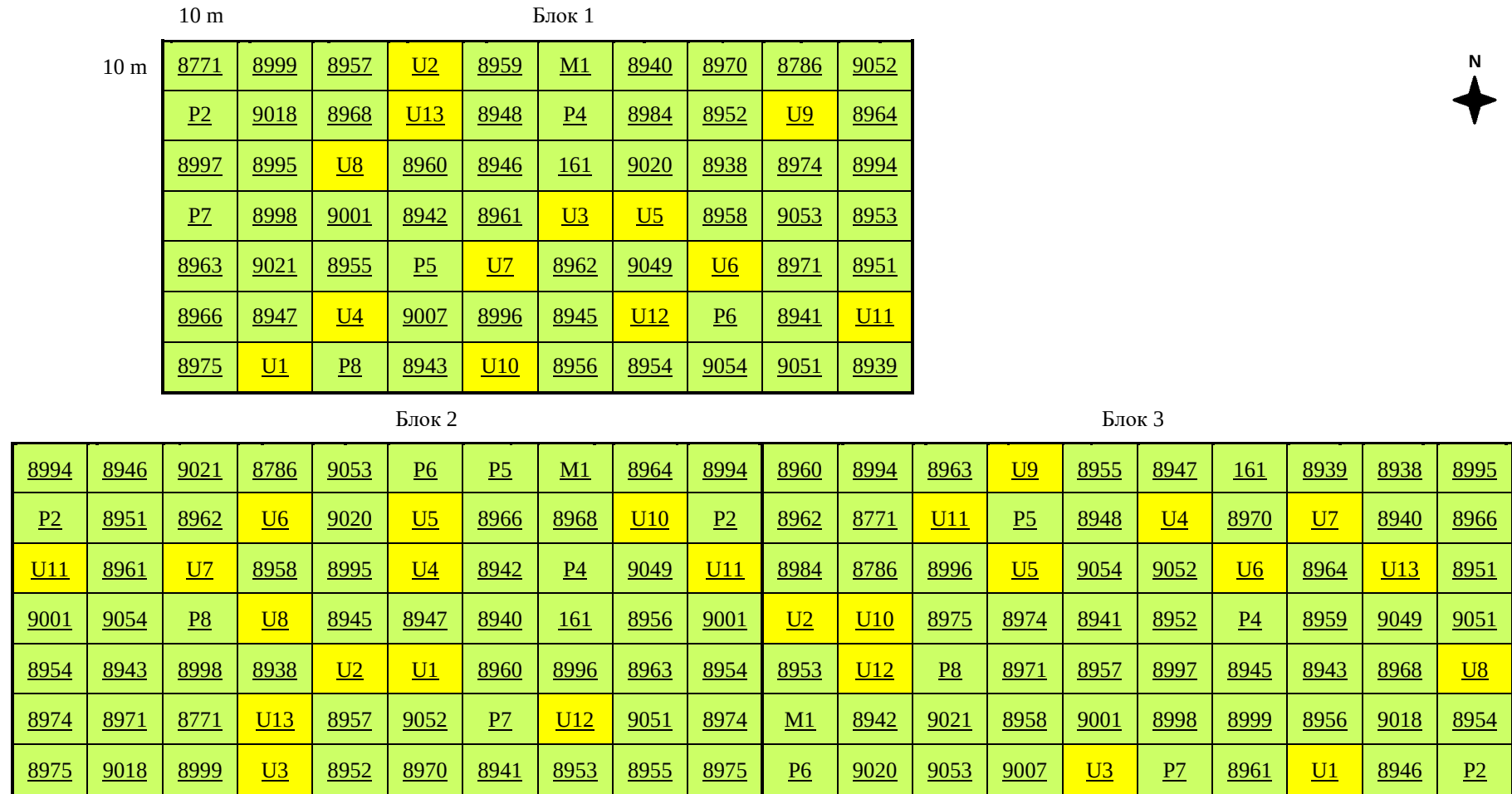


Рис. 3.3. Схема розміщення популяцій бука лісового в географічних культурах в умовах Українського Розточчя (Великопільське л-во, кв. 4, діл. 7, площа 2,1 га).

На цих об'єктах у межах ініціатив IUFRO було передбачено проведення досліджень щодо збереженості, біометричних характеристик, фізіології та інших генетичних особливостей росту досліджуваних популяцій бука лісового.

Географічні культури в умовах Українського Розточчя включають популяції бука лісового з низки європейських країн: України (13 популяцій), Польщі (11), Німеччини (31), Франції (3), Словаччини (5), Данії (2), Чехії (2), а також по одній популяції з Італії, Молдови та Іспанії. Загалом на дослідницьких ділянках представлено 70 популяцій із 10 країн Європи (Делеган, 2013).

Наразі ці географічні культури зберігаються як довгострокові стаціонарні дослідні ділянки та використовуються для моніторингу росту популяцій і оцінки адаптаційних процесів у різних кліматичних умовах.

Для створення географічних культур бука використано саджанці з популяцій бука лісового з різних країн Європи (рис. 1.1). В географічних культурах на території СНВЛК найбільше популяцій з Німеччини (44%).

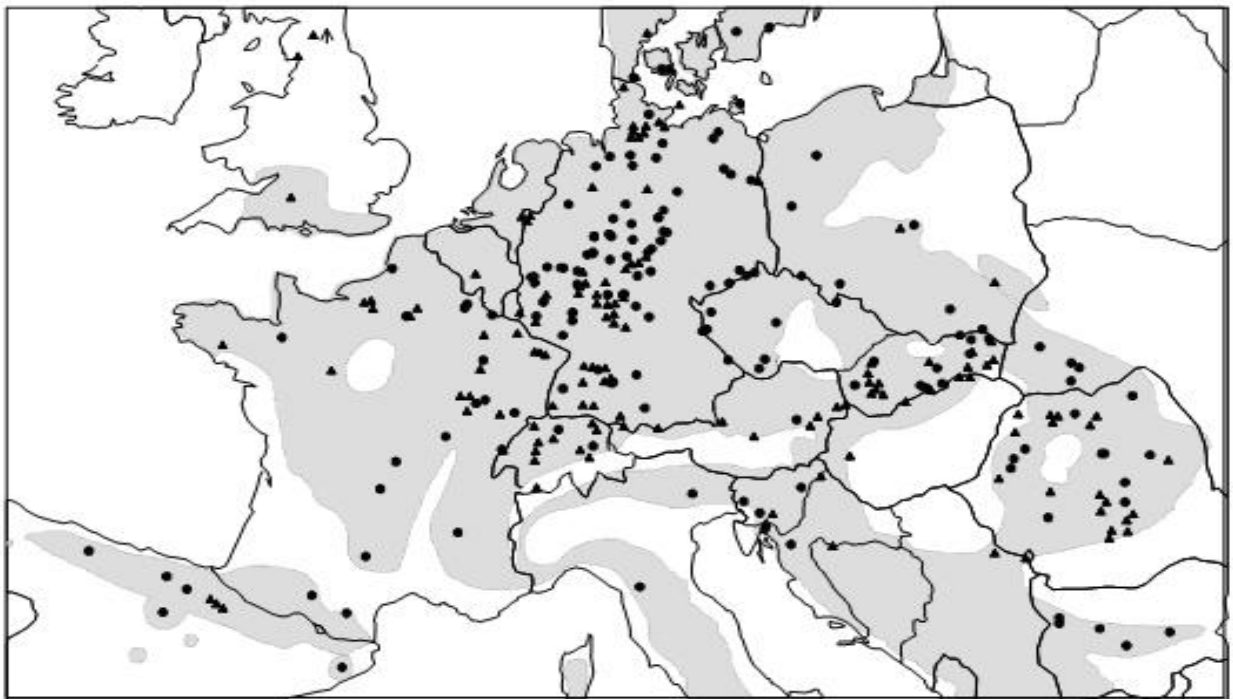


Рис. 3.4. Природний ареал бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) та місця збору насіння використаного для створення мережі географічних культур (за G. von Wuehlisch, Делеган, 2005).

Географічні культури бука лісового були закладені на зрубі. Рубка деревостану була проведена в межах другого етапу поступових рубок взимку 1994/1995 років. Підготовка ґрунту під насадження передбачала ручне копання посадкових ям розміром $0,3 \times 0,3 \times 0,3$ м за допомогою лопати. Посадку культур здійснено весною 1995 року у підготовлені посадкові місця з розміщенням $2,0 \times 1,0$ м. Густота культур становила 5000 шт./га, а загальна кількість садивних місць — 10 500 шт. В подальшому доповнення культур не проводили (Делеган, 2005).

Для нівелювання впливу мікросередовища (ґрунт, мікрорельєф, мікроклімат) на ріст і розвиток висаджених сіянців, популяції у географічних культурах були висаджені за схемою рандомізованих повних блоків (randomized complete block design). Експеримент був поділений на три окремі частини — блоки, які були розділені між собою (та по периметру) двома буферними рядами. Схема передбачала представлення кожної популяції в кожному блоці експерименту з випадковим їх розміщенням у межах блоків. Кожна ділянка (повторення) популяції складалось з п'яти рядів по десять садивних місць з розміщенням $2,0 \times 1,0$ м.

Основною метою створення географічних культур бука європейського було дослідження генетичної мінливості цієї породи та визначення її потенціалу для подальшого використання в умовах конкретного.

РОЗДІЛ 4. СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА ПОПУЛЯЦІЙ БУКА ЛІСОВОГО У ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУРАХ НА РОЗТОЧЧІ

Комплексний аналіз актуального стану культур бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) в умовах Розточчя (СНВЛК) є важливим для встановлення взаємозв'язків між умовами середовища та факторами, що визначають ріст і розвиток досліджуваних популяцій. Отримані результати дадуть змогу обґрунтувати можливості оптимізації ведення лісового господарства з метою підвищення продуктивності насаджень.

4.1. Збереженість популяцій бука лісового

Збереженість популяцій у географічних культурах дозволяє оцінити життєздатність потомства досліджуваних популяцій у конкретних екологічних умовах. Загалом було детально обстежено 70 популяцій на площі 2,1 га. Збереженість популяцій бука лісового визначали як відношення кількості живих дерев, під час досліджень, до початкової кількості висаджених рослин. Початкова кількість висаджених рослин складала 150 штук для кожного походження. Згідно плану експерименту був поділений на три блоки, а початкова кількість дерев з однієї популяції в одному блоці була 50 штук.

У віці 30 років, збереглося 3 967 дерев, що становить 37,8% від початкової густоти культур (табл. 4.1). Найнижчим рівнем збереженості дерев характеризуються популяції 8952 (Гермескайл, Німеччина) та 9054 (Криніца, Польща), для яких цей показник становить 24,7%, а найвищим – провенієнція 8958 (Бовенден, Німеччина), з показником збереженості 50,7% від початкової кількості.

Таблиця 4.1.

Збереженість провенієнцій бука лісового

Ідентифікаційний номер	Провенієнція	Країна походження	Кількість дерев на час досліджень, шт.				Збереженість, %
			Блок 1	Блок 2	Блок 3	Разом	
1	2	3	4	5	6	7	8
8952	Гермескайл	Німеччина	14	11	12	37	24,7
9054	Криніца	Польща	23	12	2	37	24,7
8960	Осбург	Німеччина	10	14	14	38	25,3
U7	Свалява – 2	Україна	17	15	8	40	26,7
8961	Монтабаур	Німеччина	27	13	4	44	29,3
8947	Ледніке Ровне	Словаччина	11	18	16	45	30,0
8941	Кірхгаймболанден	Німеччина	9	21	16	46	30,7
8962	Дайстер	Німеччина	17	19	10	46	30,7
9051	Свібодзін	Польща	11	20	15	46	30,7
P5	Млинари	Польща	13	18	15	46	30,7
U11	Кобилецька Поляна	Україна	16	10	20	46	30,7
8957	Тарандт	Німеччина	25	5	17	47	31,3
8996	Ебелебен	Німеччина	17	19	11	47	31,3
8948	Смоленіце	Словаччина	17	21	10	48	32,0
U8	Завадів	Україна	13	12	23	48	32,0
8942	Одергаус	Німеччина	8	17	25	50	33,3
8998	Кауфбайрен	Німеччина	19	17	14	50	33,3
U1	Уголька	Україна	19	20	11	50	33,3
8964	Гадамар	Німеччина	17	19	15	51	34,0
8968	Сіннтал	Німеччина	16	14	21	51	34,0
P8	Лагов	Польща	21	14	16	51	34,0
U10	Рава-Руська	Україна	22	18	11	51	34,0
8943	Медзілаборце	Словаччина	11	21	20	52	34,7
8994	Бад Сальцунген	Німеччина	9	21	22	52	34,7
9001	Чеські Крумлов	Чехія	11	21	20	52	34,7
P6	Сташов	Польща	12	18	22	52	34,7
U12	Перечин	Україна	17	18	17	52	34,7
U6	Мукачево	Україна	18	17	17	52	34,7

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
8955	Герренберг	Німеччина	19	24	10	53	35,3
8963	Ділленбург	Німеччина	18	13	22	53	35,3
8971	Будінген – 2	Німеччина	16	29	9	54	36,0
9021	Планоісе	Франція	12	21	22	55	36,7
U9	Воловець	Україна	25	17	13	55	36,7
8984	Ангуяно	Іспанія	22	18	16	56	37,3
8999	Цвісель	Німеччина	29	17	11	57	38,0
U2	Усть-Чорна	Україна	19	16	22	57	38,0
U13	Міжгір'я	Україна	25	7	26	58	38,7
U5	Розточчя	Україна	33	15	10	58	38,7
8938	Бухенвальд	Німеччина	21	16	22	59	39,3
8951	Морбах	Німеччина	11	19	29	59	39,3
8953	Ехінген	Німеччина	16	23	21	60	40,0
8959	Аппенталь	Німеччина	19	21	20	60	40,0
8997	Вохенстраус	Німеччина	20	15	25	60	40,0
9007	Кладска	Чехія	22	20	18	60	40,0
8939	Гарсефельд	Німеччина	20	26	15	61	40,7
8956	Гайнзебанк	Німеччина	14	20	27	61	40,7
P2	Грифіно	Польща	24	18	19	61	40,7
P7	Суша	Польща	24	11	26	61	40,7
8966	Шлухтерн	Німеччина	17	18	27	62	41,3
8970	Будінген – 1	Німеччина	30	14	18	62	41,3
9052	Свіржина	Польща	30	16	16	62	41,3
8945	Тренк	Словаччина	17	29	17	63	42,0
U4	Свалява – 1	Україна	18	26	19	63	42,0
8940	Остенгольц-Шармбек	Німеччина	23	18	23	64	42,7
8974	Грастен	Данія	30	24	10	64	42,7
9020	Колеттес	Франція	25	18	22	65	43,3
161	Турмова	Польща	24	17	25	66	44,0
8771	Гласгутте	Німеччина	26	22	18	66	44,0
P4	Нарол	Польща	34	18	14	66	44,0
9049	Валлорх	Італія	18	22	27	67	44,7
9053	Ладек Здрой	Польща	23	20	24	67	44,7
8946	Замулов	Словаччина	22	23	23	68	45,3
8975	Глоруп	Данія	16	33	19	68	45,3

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
М1	Унгени	Молдова	30	19	21	70	46,7
8786	Зеєлцертурм	Німеччина	27	29	16	72	48,0
8995	Айсенах	Німеччина	17	27	28	72	48,0
U3	Броди	Україна	29	21	22	72	48,0
9018	Вал Десмонс	Франція	27	22	24	73	48,7
8954	Еттенгайм	Німеччина	14	27	33	74	49,3
8958	Бовенден	Німеччина	26	24	26	76	50,7
Разом			1372	1316	1279	3967	37,8

Аналізуючи таблицю 4.1, можна визначити значні відмінності у кількості дерев на досліджуваних ділянках. Найменший показник складає лише 2 дерева для популяції 9054 (Криніца, Польща), тоді як найбільша кількість, яка залишилась на одній ділянці, становить 34 дерева для провенієнції 8939 (Гарсефельд, Німеччина). Це відображає різні рівні збереженості дерев у різних частинах досліджуваної території (рис. 4.1).

**а****б**

Рис. 4.1. Провенієнції з низькою (а) та високою (б) збереженістю.

З метою мінімізації антропогенного впливу на розвиток культур рубки догляду не проводилися. Догляд за культурами здійснювався лише у перші п'ять років та полягав в обкошуванні трав'яного покриву і видаленні чагарників.

4.2. Особливості росту популяцій бука лісового

Таксаційні показники дають можливість порівняти різні популяції за такими параметрами, як середній діаметр, середня висота, абсолютна повнота та запас на ділянці (табл. 4.2). Ці дані відображають загальну характеристику географічних культур та дозволяють визначити більш продуктивні популяції.

Таблиця 4.2

Таксаційні показники деревостанів бука лісового різного походження (вік 30 років)

Ідентифікаційний номер	Провенієнція	Країна походження	Дсер., см	Нсер., м	Повнота абсолютна, м ² /га	Кількість дерев на 1 га, шт.	Запас на 1 га, м ³ /га
1	2	3	4	5	6	7	8
161	Турмова	Польща	12,2	12,9	25,5	66	172,3
8771	Гласгутте	Німеччина	11,7	12,5	23,6	66	155,1
8786	Зеєлцертурм	Німеччина	11,5	14,1	25,0	72	180,8
8938	Бухенвальд	Німеччина	11,1	14,0	17,5	54	125,9
8939	Гарсефельд	Німеччина	13,4	14,6	28,6	61	212,2
8940	Остенгольц-Шармбек	Німеччина	13,9	16,2	32,4	64	262,3
8941	Кірхгайм-боланден	Німеччина	12,1	14,8	17,6	46	132,4
8942	Одергаус	Німеччина	11,7	12,5	16,1	45	106,2
8943	Медзіла-борце	Словаччина	11,8	13,0	19,1	52	129,5
8945	Тренк	Словаччина	14,1	14,0	32,7	63	235,4
8946	Замулов	Словаччина	11,6	14,0	23,8	68	170,9
8947	Ледніке Ровне	Словаччина	13,1	15,2	20,3	45	156,1
8948	Смоленіце	Словаччина	11,1	11,6	15,4	48	96,0
8951	Морбах	Німеччина	10,8	13,4	18,0	59	125,4
8952	Гермескайл	Німеччина	10,9	14,3	11,5	37	84,2
8953	Ехінген	Німеччина	11,6	13,5	21,2	60	148,9

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
9049	Валлорх	Італія	11,5	14,6	23,3	67	173,2
9051	Свібодзін	Польща	13,7	15,6	22,6	46	176,9
8954	Еттенгайм	Німеччина	11,7	12,4	26,4	74	172,9
8955	Герренберг	Німеччина	11,4	13,6	18,0	53	126,3
8956	Гайнзебанк	Німеччина	11,4	13,0	20,6	61	140,5
8957	Тарандт	Німеччина	10,3	12,9	13,0	47	88,1
8958	Бовенден	Німеччина	10,4	14,4	21,7	76	159,2
8959	Аппенталь	Німеччина	12,5	13,6	24,7	60	173,6
8960	Осбург	Німеччина	13,2	12,8	17,2	38	115,4
8961	Монтабаур	Німеччина	13,5	13,8	20,9	44	149,1
8962	Дайстер	Німеччина	13,4	14,2	21,7	46	157,2
8963	Ділленбург	Німеччина	12,2	14,2	20,6	53	149,9
8964	Гадамар	Німеччина	13,3	14,6	23,5	51	175,3
8966	Шлуктерн	Німеччина	12,0	13,6	23,4	62	165,3
8968	Сіннтал	Німеччина	11,3	14,4	16,8	50	123,3
8970	Будінген – 1	Німеччина	11,9	14,8	23,0	62	173,5
8971	Будінген – 2	Німеччина	11,2	15,8	17,7	54	140,5
8974	Грастен	Данія	11,4	13,0	21,8	64	147,7
8975	Глоруп	Данія	11,7	13,8	24,3	68	172,8
8984	Ангуяно	Іспанія	10,2	14,5	15,4	56	114,0
8994	Бад Сальцунген	Німеччина	12,1	12,6	19,9	52	132,0
8995	Айсенах	Німеччина	11,0	13,4	22,8	72	158,1
8996	Ебелебен	Німеччина	12,6	14,8	19,5	47	146,6
8997	Вохенстраус	Німеччина	11,9	14,0	22,2	60	159,7
8998	Кауфбайрен	Німеччина	12,0	13,5	18,9	50	132,1
8999	Цвісель	Німеччина	10,0	13,7	15,0	57	106,6
9001	Чеські Крумлов	Чехія	11,4	13,2	17,6	52	121,2
9007	Кладска	Чехія	9,2	13,0	13,0	59	88,4
9018	Вал Десмонс	Франція	12,3	14,8	28,8	73	216,5
9020	Колеттес	Франція	10,8	13,4	19,7	65	137,1
9021	Планоісе	Франція	12,1	13,1	20,9	55	142,9

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
9052	Свіржина	Польща	10,7	14,4	20,7	69	152,0
9053	Ладек Здрой	Польща	10,1	11,9	18,0	67	114,8
9054	Криніца	Польща	12,6	15,7	15,4	37	121,2
M1	Унгени	Молдова	12,5	15,4	28,7	70	222,9
P2	Грифіно	Польща	12,2	13,3	23,7	61	164,5
P4	Нарол	Польща	12,7	15,3	27,7	66	213,8
P5	Млинари	Польща	13,1	14,0	20,7	46	149,1
P6	Сташов	Польща	10,0	12,8	13,6	52	91,4
P7	Суша	Польща	11,3	14,6	20,3	61	150,4
P8	Лагов	Польща	12,1	13,0	19,6	51	133,6
U1	Уголька	Україна	11,1	14,1	16,1	50	116,2
U10	Рава-Руська	Україна	13,1	14,8	22,9	51	171,5
U11	Кобилецька Поляна	Україна	13,2	14,8	21,0	46	158,1
U12	Перечин	Україна	12,6	13,8	21,6	52	154,1
U13	Міжгір'я	Україна	10,5	13,2	16,9	58	116,4
U2	Усть-Чорна	Україна	11,8	13,5	20,8	57	145,3
U3	Броди	Україна	11,5	13,9	24,8	72	177,6
U4	Свалява – 1	Україна	12,3	14,4	24,8	63	181,9
U5	Розточчя	Україна	11,4	14,6	19,7	58	147,0
U6	Мукачево	Україна	10,6	12,0	15,3	52	98,0
U7	Свалява – 2	Україна	10,1	13,4	10,7	40	74,3
U8	Завадів	Україна	12,2	13,4	18,7	48	130,3
U9	Воловець	Україна	13,3	16,5	25,5	55	209,1

Рівень мінливості популяції за середнім діаметром характеризується показниками від 9,2 см (9007, Кладска, Чехія) до 14,1 см (8945, Тренк, Словаччина); за середньою висотою – від 11,6 м (8948, Смоленіце, Словаччина) до 16,5 м (U9, Воловець, Україна); за запасом на 1 га – від 74,3 м³/га (U7, Свалява-2, Україна) до 262,3 м³/га (8940, Остенгольц-Шармбек, Німеччина).

4.3. Селекційна оцінка провенієнцій бука лісового за розгалуженістю стовбура

Селекційну оцінку розгалуженості стовбура дерев виконували за 5-бальною шкалою, де 1 бал – найгірша оцінка, 5 балів – абсолютно прямий стовбур без розгалужень (Memišević Hodžić & Ballian, 2021). Оцінювання проводили індивідуально для кожного дерева з урахуванням кількості розгалужень та їх розміщення відносно загальної висоти стовбура.

Згідно з прийнятою шкалою, найнижчу оцінку, 1 бал, отримували дерева з найбільш вираженою розгалуженістю, зокрема ті, що мали щонайменше два розгалуження, причому хоча б одне з них розташоване в нижній третині висоти дерева. Оцінку 2 бали отримували дерева з одним розгалуженням у нижній частині стовбура або з кількома розгалуженнями, розміщеними вище цієї зони. Оцінку 3 бали отримували деревам з одним розгалуженням у середній частині стовбура (між 1/3 і 2/3 висоти). Вищу оцінку, 4 бали, отримували дерева, у яких розгалуження спостерігалося лише у верхній частині (вище 2/3 висоти), що свідчить про кращу якість стовбура. Найвищу оцінку, 5 балів, надавали деревам без розгалужень, які характеризуються ідеально прямим стовбуром (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Селекційна оцінка провенієнцій *Fagus sylvatica* L. за розгалуженням стовбура

Ідентифікаційний номер	Провенієнція	Країна походження	Середнє значення	Стандартне відхилення
1	2	3	4	5
8940	Остенгольц-Шармбек	Німеччина	2,43	1,01
8997	Вохенстраус	Німеччина	2,77	0,91
U8	Завадів	Україна	2,82	0,76
8948	Смоленіце	Словаччина	2,84	0,95
8995	Айсенах	Німеччина	2,87	0,78
8771	Гласгутте	Німеччина	2,89	0,97
8947	Ледніке Ровне	Словаччина	2,91	0,87
8968	Сіннтал	Німеччина	2,91	1,08

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5
8961	Монтабаур	Німеччина	2,92	1,01
8974	Грастен	Данія	2,92	0,79
9020	Колеттес	Франція	2,92	0,99
8938	Бухенвальд	Німеччина	2,96	0,82
8955	Герренберг	Німеччина	2,96	0,86
8971	Будінген – 2	Німеччина	2,96	0,82
8960	Осбург	Німеччина	2,97	0,74
8963	Ділленбург	Німеччина	2,98	0,73
8966	Шлухтерн	Німеччина	2,98	0,94
P5	Млинари	Польща	2,98	0,88
U11	Кобилецька Поляна	Україна	2,98	0,90
8951	Морбах	Німеччина	3,00	0,85
P2	Грифіно	Польща	3,00	1,13
U9	Воловець	Україна	3,00	0,93
8942	Одергаус	Німеччина	3,02	0,91
P4	Нарол	Польща	3,02	0,96
8952	Гермескайл	Німеччина	3,03	1,03
U4	Свалява – 1	Україна	3,03	0,82
8962	Дайстер	Німеччина	3,05	0,84
8946	Замулов	Словаччина	3,07	1,07
161	Турмова	Польща	3,08	0,89
M1	Унгени	Молдова	3,08	0,94
8964	Гадамар	Німеччина	3,09	0,78
U10	Рава-Руська	Україна	3,09	1,00
8941	Кірхгаймболан ден	Німеччина	3,10	0,85
8945	Тренк	Словаччина	3,10	0,74
8994	Бад Сальцунген	Німеччина	3,10	1,04
9051	Свібодзін	Польща	3,10	0,62
U13	Міжгір'я	Україна	3,11	0,69
9001	Чеські Крумлов	Чехія	3,12	1,03
P8	Лагов	Польща	3,13	0,92
U7	Свалява – 2	Україна	3,14	1,03
P7	Суша	Польща	3,15	0,66
U5	Розточчя	Україна	3,15	1,00
8943	Медзілаборце	Словаччина	3,17	0,67
8956	Гайнзебанк	Німеччина	3,17	0,88
8959	Аппенталь	Німеччина	3,17	0,97
8953	Ехінген	Німеччина	3,18	0,90

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5
8939	Гарсефельд	Німеччина	3,19	0,83
U12	Перечин	Україна	3,19	0,95
8996	Ебелебен	Німеччина	3,20	0,73
U1	Уголька	Україна	3,22	0,69
U6	Мукачево	Україна	3,22	0,74
P6	Сташов	Польща	3,23	0,79
8786	Зеєлцертурм	Німеччина	3,26	0,98
8970	Будінген – 1	Німеччина	3,26	0,92
9054	Криніца	Польща	3,26	0,90
8984	Ангуяно	Іспанія	3,27	0,73
8998	Кауфбайрен	Німеччина	3,27	0,75
9053	Ладек Здрой	Польща	3,27	0,93
9021	Планоісе	Франція	3,28	0,99
9049	Валлорх	Італія	3,28	0,95
9052	Свіржина	Польща	3,28	0,77
8999	Цвісель	Німеччина	3,31	1,21
9007	Кладска	Чехія	3,31	0,66
U2	Усть-Чорна	Україна	3,31	0,75
8957	Тарандт	Німеччина	3,33	0,92
8954	Еттенгайм	Німеччина	3,38	0,71
U3	Броди	Україна	3,45	0,71
8975	Глоруп	Данія	3,50	0,85
9018	Вал Десмонс	Франція	3,54	0,89
8958	Бовенден	Німеччина	3,68	0,81
Загальне			3,12	0,90

Результати якісної оцінки бука лісового за розгалуженням стовбура, свідчать про значну мінливість досліджуваних провенієнцій за цим показником. Загальне середнє значення в даних географічних культурах становить 3,12 бали при стандартному відхиленні 0,90, що вказує на середній рівень якості стовбурів із високою мінливістю.

Найвищі значення середньої оцінки розгалуження стовбура встановлено для провенієнцій з Німеччини та Франції, зокрема Бовенден (3,68), Вал Десмонс (3,54), Глоруп (3,50), а також серед українських – Броди (3,45) та Усть-Чорна (3,31). Це свідчить про формування у цих популяціях дерев із більш прямими, малорозгалуженими стовбурами, що є цінною селекційною ознакою.

Натомість найнижчі значення характерні для окремих німецьких та українських провенієнцій, зокрема Остенгольц-Шармбек (2,43), Вохенстраус (2,77), Завадів (2,82), Гласгутте (2,89) та Айсенах (2,87). Такі показники вказують на більшу кількість або нижче розташування розгалужень, що негативно впливає на якість стовбура.

Більшість досліджених провенієнцій характеризуються середніми значеннями в межах 2,9-3,3 бали, що відповідає наявності поодиноких розгалужень переважно у середній або верхній частині стовбура. Це свідчить про відносно однорідний рівень прояву ознаки у більшості популяцій.

Стандартне відхилення варіює від 0,62 до 1,21, що відображає різний ступінь внутрішньопопуляційної мінливості. Нижчі значення (наприклад, Свібодзін – 0,62; Кладска – 0,66; Суха – 0,66) вказують на більш однорідні популяції, тоді як вищі (Цвісель – 1,21; Грифіно – 1,13; Сіннтал – 1,08) свідчать про значну мінливість даної популяції за цією ознакою.

Загалом, отримані результати дозволяють виділити перспективні популяції (з кращими якісними характеристиками стовбура), які доцільно використовувати у подальшій селекційній роботі та створенні високопродуктивних лісових насаджень.

4.4. Селекційна оцінка популяцій бука лісового за формою стовбура

Результати селекційної оцінки бука лісового за формою стовбура в умовах географічних культур Українського Розточчя характеризуються помірним рівнем мінливості та загалом середньою якістю досліджуваних деревостанів (табл. 4.4, рис. 4.2).

Середнє значення оцінки становить 3,56 бала за стандартного відхилення 0,75, що відповідає переважанню дерев із помірними дефектами стовбура. Таким чином, у структурі насаджень домінують особини середньої селекційної якості з тенденцією до покращення їх морфологічних характеристик.

Таблиця 4.4

Селекційна оцінка провенієнцій *Fagus sylvatica* L. за формою стовбура

Ідентифікаційний номер	Провенієнція	Країна походження	Середнє значення	Стандартне відхилення
1	2	3	4	5
U5	Розточчя	Україна	3,15	0,89
8961	Монтабаур	Німеччина	3,21	0,98
8938	Бухенвальд	Німеччина	3,27	0,68
9051	Свїбодзін	Польща	3,27	0,59
P7	Суша	Польща	3,28	0,96
8941	Кірхгаймболан ден	Німеччина	3,31	0,90
8952	Гермескайл	Німеччина	3,31	1,00
8960	Осбург	Німеччина	3,33	0,72
8955	Герренберг	Німеччина	3,34	0,66
9020	Колеттес	Франція	3,34	0,73
8994	Бад Сальцунген	Німеччина	3,38	0,84
8998	Кауфбайрен	Німеччина	3,38	0,72
9052	Свіржина	Польща	3,38	0,81
8954	Еттенгайм	Німеччина	3,41	0,90
P2	Грифіно	Польща	3,41	0,85
U1	Уголька	Україна	3,41	0,67
U13	Міжгір'я	Україна	3,42	0,74
8940	Остенгольц-Шармбек	Німеччина	3,45	0,54
8771	Гласгутте	Німеччина	3,46	0,79
8966	Шлухтерн	Німеччина	3,46	0,72
8946	Замулов	Словаччина	3,47	0,93
8971	Будінген – 2	Німеччина	3,47	0,62
8974	Грастен	Данія	3,47	0,60
8951	Морбах	Німеччина	3,48	0,71
8984	Ангуяно	Іспанія	3,48	0,73
8970	Будінген – 1	Німеччина	3,49	0,71
8786	Зеєлцертурм	Німеччина	3,50	0,78
9054	Криніца	Польща	3,50	0,86
P4	Нарол	Польща	3,50	0,60
8962	Дайстер	Німеччина	3,51	0,68
8996	Ебелебен	Німеччина	3,51	0,76
8995	Айсенах	Німеччина	3,55	0,63
161	Турмова	Польща	3,56	0,80
8947	Ледніке Ровне	Словаччина	3,56	0,83
8963	Ділленбург	Німеччина	3,56	0,70

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5
9001	Чеські Крумлов	Чехія	3,56	0,80
U2	Усть-Чорна	Україна	3,56	0,80
U6	Мукачево	Україна	3,56	0,72
9021	Планоїсе	Франція	3,58	0,61
U9	Воловець	Україна	3,58	0,73
8953	Ехінген	Німеччина	3,59	0,68
P6	Сташов	Польща	3,60	0,80
U7	Свалява – 2	Україна	3,60	0,91
8959	Аппенталь	Німеччина	3,61	0,63
M1	Унгени	Молдова	3,62	0,72
8957	Тарандт	Німеччина	3,63	0,87
P8	Лагов	Польща	3,64	0,61
U11	Кобилецька Поляна	Україна	3,64	0,65
8975	Глоруп	Данія	3,66	0,86
U12	Перечин	Україна	3,66	0,56
8939	Гарсефельд	Німеччина	3,67	0,64
U4	Свалява – 1	Україна	3,67	0,66
8964	Гадамар	Німеччина	3,68	0,73
U10	Рава-Руська	Україна	3,68	0,69
9053	Ладек Здрой	Польща	3,69	0,81
8942	Одергаус	Німеччина	3,70	0,77
8958	Бовенден	Німеччина	3,70	0,75
8997	Вохенстраус	Німеччина	3,70	0,85
9049	Валлорх	Італія	3,72	0,66
9007	Кладска	Чехія	3,73	0,64
U8	Завадів	Україна	3,73	0,59
8999	Цвісель	Німеччина	3,74	0,71
9018	Вал Десмонс	Франція	3,74	0,62
8956	Гайнзебанк	Німеччина	3,75	0,64
8943	Медзілаборце	Словаччина	3,79	0,86
8948	Смоленіце	Словаччина	3,80	0,59
U3	Броди	Україна	3,80	0,66
8968	Сіннтал	Німеччина	3,89	0,65
P5	Млинари	Польща	3,90	0,66
8945	Тренк	Словаччина	3,97	0,45
Загальне			3,56	0,75

Найвищі показники якості стовбура встановлено для окремих провенієнцій словацького та польського походження. Зокрема, провенієнція Тренк (3,97)

демонструє найкращі результати, що свідчить про високий селекційний потенціал. Близькі до максимальних значень також характерні для популяцій Млинари (3,90), Сіннтал (3,89), Смоленіце (3,80), Медзілаборце (3,79) та Гайнзебанк (3,75), що вказує на їх перспективність для подальшого використання у селекційних програмах.



Рис. 4.2. Селекційні оцінки дерев бука.

Натомість найнижчі оцінки відзначено у провенієнцій Монтабаур (3,21), Бухенвальд (3,27), Свібодзін (3,27), Суха (3,28) та, особливо, Розточчя (3,15), що може вказувати на особливості генетичної структури цих популяцій, пов'язані з формуванням якісного стовбура.

Популяції німецького походження (представлені найчисельніше) характеризуються широким діапазоном значень (від 3,21 до 3,89), що вказує на значну мінливість німецьких популяцій. Українські популяції загалом демонструють подібні показники (3,15–3,80). Найкращі результати відзначено для популяцій Броди (3,80), Завадів (3,73) та Рава-Руська (3,68), тоді як місцева популяція Розточчя має найнижче значення, що є важливим з практичної точки

зору при відборі вихідного матеріалу для подальшого лісовідновлення і лісорозведення.

Рівень мінливості, відображений стандартним відхиленням, коливається від 0,45 до 1,00. Найменша мінливість характерна для популяцій Тренк (0,45), що свідчить про високу однорідність і стабільність за формою стовбура. Натомість значні коливання (0,90–1,00) у таких провенієнцій, як Гермескайл, Кірхгаймболанден, Замулов чи Свалява–2, вказують на неоднорідність потомства в даних популяціях і ширший спектр морфологічних форм.

Узагальнюючи, можна відзначити, що в умовах Українського Розточчя найвищу селекційну цінність за формою стовбура мають окремі популяції центральноєвропейського походження, тоді як місцеві популяції поступаються їм за цим показником, хоча й характеризуються достатньою стабільністю. Отримані результати доцільно враховувати для створення у майбутньому біологічно стійких і високопродуктивних насаджень бука лісового, використовуючи відповідний селекційно-цінний репродуктивний матеріал.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

За результатами проведених досліджень особливостей росту та сучасного стану географічних культур бука лісового в умовах Українського Розточчя можна зробити такі висновки та узагальнення:

1. На час проведення досліджень географічних культур (у віці 30 років) збереглося 3967 дерев, що становить 37,8% від початкової кількості висаджених дерев.
2. До популяцій з найкращими показниками можна віднести: 8958 (Бовенден, Німеччина) – за збереженістю (50,7%); 8945 (Тренк, Словаччина) – за середнім діаметром (14,1 см); U9 (Воловець) – за середньою висотою (16,5 м); 8940 (Остенгольц-Шармбек, Німеччина) – за запасом (262,3 м³/га), 8940 (Остенгольц-Шармбек, Німеччина) – за абсолютною повнотою (32,4 м²/га).
3. До популяцій з найгіршими показниками можна віднести: 8952 (Гермескайл, Німеччина) та 9054 (Криніца, Польща), для яких цей показник становить 24,7%; 9007 (Кладска, Чехія) – за середнім діаметром (9,2 см); 8948 (Смоленіце, Словаччина) – за середньою висотою (11,6 м); U7 (Свалява-2, Україна) – за запасом (74,3 м³/га), U7 (Свалява-2) – за абсолютною повнотою (10,7 м²/га).
4. Рівень диференціації популяцій за середнім діаметром характеризується показниками від 9,2 см (9007, Кладска, Чехія) до 14,1 см (8945, Тренк, Словаччина); за середньою висотою – від 11,6 м (8948, Смоленіце, Словаччина) до 16,5 м (U9, Воловець, Україна); за запасом на 1 га – від 74,3 м³/га (U7, Свалява-2, Україна) до 262,3 м³/га (8940, Остенгольц-Шармбек, Німеччина).
5. У результаті проведеної селекційної оцінки встановлено суттєву мінливість між популяціями *Fagus sylvatica* L. за ключовими морфологічними показниками. За формою стовбура найвищі оцінки у популяцій 8945 (Тренк, Словаччина), P5 (Млинари, Польща), 8968 (Сіннтал, Німеччина). За розгалуженістю стовбура найвищі оцінки у

популяцій 8958 (Бовенден, Німеччина), 9018 (Вал Десмонс, Франція), 8975 (Глоруп, Данія).

6. Отримана нами інформація дає можливість проаналізувати ріст і розвиток популяцій різного походження у природно-кліматичних умовах Українського Розточчя та порівняти, як впливає переміщення популяцій бука лісового відносно їх географічного походження на ріст, розвиток та приживлюваність. Отримані дані можуть бути використанні для створення більш стійких та продуктивних букових насаджень в умовах глобальних змін клімату. Дослідження цього питання з кожним роком стає більш важливим, а результати досліджень – цінними в практичному застосуванні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гайда, Ю.І., Попадинець, І., Яцик, Р., Парпан, В., Гуменюк, І., Кухарський, Т., Тирчик, А., Козацька, Н. & Трентовський, В. (2008). Лісові генетичні ресурси та їх збереження на Тернопільщині. Тернопіль: Підручник і посібник.
2. Гордієнко, М.І., Гузь, М.М., Дебринюк, Ю.М. & Мауер, В.М. (2005). Лісові культури. Підручник. Львів: Камула.
3. Горошко, М.П., Миклуш, С.І. & Хомюк, П.Г. (2004). Біометрія. Львів: Камула.
4. Горошко, М.П. & Хомюк, П.Г. (2000). Лісова таксація. Львів: УкрДЛТУ.
5. Гречаник, Р.М., Марутяк, С.Б. & Лісовий, М.М. (2004). Фізико-хімічні властивості ґрунтів географічних культур бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) на Розточчі. Львів: Науковий вісник УкрДЛТУ, 14.5, 236-239.
6. Гречаник, Р.М., Гриник, Г.Г. & Лісовий, М.М. (2005). Біометричні особливості мінливості географічних культур бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) на Розточчі. Львів: Науковий вісник УкрДЛТУ, 14.5, 236-239.
7. Делеган, І.І. (2013). Аналіз і оцінка генетичних ресурсів бука лісового шляхом створення географічних культур. Науковий вісник НЛТУ: Збірник науково-технічних праць, Т.6, 94-97.
8. Делеган, І.І. (2005). Збереженість дерев бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) різних екотипів у географічних культурах на Розточчі. Науковий вісник НЛТУ: Збірник науково-технічних праць, 15.4, 34-38.
9. Делеган, І. І. (2013). Лісівничо-екологічні особливості росту географічних культур бука лісового в умовах Львівського Розточчя. Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць, 129–186.
10. Делеган, І.І. (2010). Фенологічна мінливість екотипів географічних культур бука лісового в умовах Львівського Розточчя. Науковий вісник НЛТУ: Збірник науково-технічних праць, 20.16, 144-153.

11. Зайцев, Б.Ю. & Іванюк А.П. (2023). Особливості росту географічних культур бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) в умовах Страдцівського НВЛК України. Львів: НЛТУ, 42-45.
12. Зайцев, Б.Ю. & Іванюк А.П. (2023). Географічні культури бука лісового в умовах Львівського Розточчя. Харків, -135-138.
13. Іванюк А.П., Васьків М.О., Чеб Ю.О. Оцінювання розгалуженості стовбура *Fagus sylvatica* L. у географічних культурах Українського Розточчя // Сучасні виклики і проблеми лісівничої освіти та науки : матеріали конференції. Біла Церква, 2026. URL: PDF збірник тез
14. Іванюк, А. П., Лісовий, М. М., & Данчук, О. Т. (2025). Біологічна стійкість та основні показники росту *Fagus sylvatica* L. в умовах географічних культур Українського Розточчя. Scientific Bulletin of UNFU, 35(4), 9-17.
15. Лозінська, Т.П. & Лисенко, В.І. (2021). Використання географічних культур у лісонасінному районуванні. Біла Церква: БНАУ, 3-5.
16. Лозінська, Т.П. & Лисенко, В.І. (2021). Географічні культури – основа для розробки й оптимізації лісонасінного районування. Біла Церква: БНАУ, 67-69.
17. Лось, С.А., Самодай, В.П., Терещонко, Л.І. & Бірченко, Д.Є. (2020). Сучасний стан бука в дослідних культурах і дендропарках північного сходу України та перспективи його використання. Харків: Лісівництво і агролісомеліорація, 136, 46-57.
18. Лозінська, Т. П. & Лисенко, В. І. (2021). Використання географічних культур у лісонасінному районуванні. Біла Церква: БНАУ, 3-5.
19. Савка, Г.С. (2005). Ландшафтні особливості охоронної зони ПЗ "Розточчя" Обрії: Фізична географія та геоморфологія, 239-245.
20. Страдцівський навчально-виробничий лісокомбінат (СНВЛК). Отримано з http://snvlk.nltu.edu.ua/?Pro_lisokombinat
21. Фучило, Я.Д, Сбитна, М.В. & Матковська, С.І. (2014). Особливості росту сосни звичайної в еколого-географічних культурах першого і другого поколінь південної частини Київського Полісся. Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць, 12, 113-119.

22. Чеб, Ю. О., & Почтарук, Р. В. (2025). Збереженість та селекційна оцінка українських провенієнцій *Fagus sylvatica* L. в географічних культурах Страдцівського НВЛК НЛТУ України. Матеріали 77-ої науково-практичної конференції студентів, аспірантів та слухачів Малої лісової академії НЛТУ України. <https://www.researchgate.net/publication/399734446>
23. Arnič, D., Gričar, J., Jevšenak, J., Božič, G., von Arx, G., & Prislan, P. (2021). Caufferent wood anatomical and growth responses in European beech (*Fagus sylvatica* L.) at three forest sites in Slovenia. *Frontiers in Plant Science*, 12, 669229. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.669229>
24. Bolte, A, Czajkowski, T. & Kompa, T. (2007). The north-eastern distribution range of European beech—a review. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 80, 413-429.
25. Del Castillo, E. M., Prislan, P., Gričar, J., Gryc, V., Merela, M., Giagli, K., De Luis, M., Vavrčík, H., & Čufar, K. (2018). Challenges for growth of beech and co-occurring conifers in a changing climate context. *Dendrochronologia*, 52, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2018.09.001>
26. Dittmar, C. (2003). Growth variations of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) under different climatic and environmental conditions in Europe. *Forest Ecology and Management*, 173, 63-78.
27. Ducci F, De Cuyper B, Proietti R, Pâques L, Wolf H, 2012. Reference protocols for assessment of traits and reference genotypes to be used as standards in international research projects. *CRA SEL – Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura*, 86 p
28. Fuchs, Z., Vacek, Z., Vacek, S., Cukor, J., Šimůnek, V., Štefančík, I., Brabec, P. & Králíček, I. (2024). European beech (*Fagus sylvatica* L.): A promising candidate for future forest ecosystems in Central Europe amid climate change. *Central European Forestry Journal*, 70(2), 62-76. <https://doi.org/10.2478/forj-2023-0020>
29. Caudullo, G., Welk, E., & San-Miguel-Ayanz, J. (2017). Chorological maps for the main European woody species. *Data in Brief*, 12, 662–666. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.05.007>

30. Fuchs, Z., Vacek, Z., Vacek, S., Černý, J., Cukor, J., Šimůnek, V., Gallo, J., & Hájek, V. (2025). Growth Responses of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) and Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Along an Elevation Gradient Under Global Climate Change. *Forests*, 16(4), 655. <https://doi.org/10.3390/f16040655>
31. Heděnc, P., Nilsson, L. O., Zheng, H., Gundersen, P., Schmidt, I. K., Rousk, J., & Vesterdal, L. (2020). Mycorrhizal association of common European tree species shapes biomass and metabolic activity of bacterial and fungal communities in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 149, 107933. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2020.107933>
32. Hodžić, M. M., & Ballian, D. (2021). Growth dynamics and tree shape of common beech (*Fagus sylvatica* L.) in the international provenance test. *South-east European Forestry*, 12(2), 105–114. <https://doi.org/10.15177/see-for.21-11>
33. Ježík, M., Blaženec, M., Mezei, P., Sedmáková, D., Sedmák, R., Fleischer, P., Fleischer, P., Bošela, M., Kurjak, D., Štrelcová, K., & Ditmarová, Ľ. (2021). Influence of weather and day length on intra-seasonal growth of Norway spruce (*Picea abies*) and European beech (*Fagus sylvatica*) in a natural montane forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 51(12), 1799–1810. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0067>
34. Jansone, D., Matisons, R., Kārše, V., Bāders, E., Kaupe, D., & Jansons, Ā. (2023). Structural heterogeneity of European beech (*Fagus sylvatica* L.) stands at its northernmost limits. *Sustainability*, 15(20), 14681. <https://doi.org/10.3390/su152014681>
35. Krynytskyy, H., Pavlyuk, N., & Jachnyckyy, V. (2017). Modern forest fund of European beech in the Ukrainian Roztochchy. *Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 15, 11–18. <https://doi.org/10.15421/41170>
36. Kulla, L., Roessigner, J., Bosela, M., Kucbel S. & Murgas V. Changing patterns of natural dynamics in old-growth European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests can inspire forest management in Central Europe *Forest Ecology and Management*, 529.
37. Lavnyy, V., Mazepa, V. G., & Shyshkanynets, I. F. (2020). Radial Increment of Beech (*Fagus Sylvatica* L.) in the Ukrainian Carpathians. In *Ideas* (Vol. 26, pp. 394–403).

38. Langer, G. U. & Bußkamp, J. (2023). Vitality loss of beech: a serious threat to *Fagus sylvatica* in Germany in the context of global warming. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 130(1).
39. Lena, M., Weigel, R., Kreyling, J., & Klisz, M. (2018). Winter matters: Sensitivity to winter climate and cold events increases towards the cold distribution margin of European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Journal of Biogeography*, 45(12), 2779–2790. <https://doi.org/10.1111/jbi.13444>
40. Mátyás, C., Berki, I., Czúcz, B., Gálos, B., Móricz, N., & Rasztoivits, E. (2010). Future of beech in Southeast Europe from the perspective of evolutionary ecology. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 6(1), 91–110. <https://doi.org/10.37045/aslh-2010-0007>
41. Mohytych, V., Ivaniuk, A., Lisovyi, M., Danchuk, O., Delehan, I., Holubchak, O., ... & Liesebach, M. (2024). Current status of International beech Provenance Trial in Ukraine (Bu19_19) from the 1993/95 series started by Institute of Forest genetics, großhansdorf. *Folia Forestalia Polonica. Series A. Forestry*, 66(3).
42. Paule, L. (1992). Geographic variation and genetic diversity of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Europe Spain. International congress on beech.
43. Schraml, C. (2000). Sensitivitat von OkotyJan der Buche (*Fagus sylvatica* L.) gegenüber Trockenstre. *Forstwissenschaftliches Centralblatt. Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 119(1), 51-61.
44. State Forest Resources Agency of Ukraine. URL: <https://forest.gov.ua/>
45. Peng, Y., Schmidt, I. K., Zheng, H., Heděnc, P., Bachega, L. R., Yue, K., Wu, F., & Vesterdal, L. (2020). Tree species effects on topsoil carbon stock and concentration are mediated by tree species type, mycorrhizal association, and N-fixing ability at the global scale. *Forest Ecology and Management*, 478, 118510. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118510>
46. Robson, T. M., Garzón, M. B., Miranda, R. A., Egidio, D. B., Bogdan, S., Borovics, A., Božič, G., Brendel, O., Clark, J., De Vries, S. M., Delehan, I. I., Ducouso, A., Fady, B., Fennessy, J., Forstreuter, M., Frýdl, J., Geburek, T., Gömöry, D., Hauke-Kowalska, M., . . . Wesoly, W. (2018). Phenotypic trait variation measured on European genetic

- trials of *Fagus sylvatica* L. Scientific Data, 5(1), 180149. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.149>
47. Roibu, C.-C., Palaghianu, C., Nagavciuc, V., Ionita, M., Sfecla, V., Mursa, A., Crivellaro, A., Stirbu, M.-I., Cotos, M.-G., Popa, A., Sfecla, I., & Popa, I. (2022). The Response of Beech (*Fagus sylvatica* L.) Populations to Climate in the Easternmost Sites of Its European Distribution. *Plants*, 11(23), 3310. <https://doi.org/10.3390/plants11233310>
 48. Sangüesa-Barreda, G., Di Filippo, A., Piovesan, G., Rozas, V., Di Fiore, L., García-Hidalgo, M., García-Cervigón, A. I., Muñoz-Garachana, D., Baliva, M., & Olano, J. M. (2021). Warmer springs have increased the frequency and extension of late-frost defoliations in southern European beech forests. *Science of the Total Environment*, 775, 145860. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145860>
 49. Skvareninova, J., Sitko, R., Vido, J., Snopková, Z., & Skvarenina, J. (2024). Phenological response of European beech (*Fagus sylvatica* L.) to climate change in the Western Carpathian climatic-geographical zones. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1242695. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1242695>
 50. Sulkowska, M. (2011). Conservation of genetic resources of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Poland. Poland: Forest Research Institute.
 51. Takhtajan, A. L. (2009). *Flowering Plants*. 2nd ed. New York: Springer. 906 p. URL:<https://docs.google.com/file/d/0B3A8pmAgeNOoOFZjOTBnSXNiMTA/edit?resourcekey=0-2RAFxHqUffgJhUDbFywsPw>
 52. Taranu, L. (2023). Climate Change and Forestry Sector. *Climate Change Impacts, Risks and Vulnerabilities in the Republic of Moldova: Observed Trends and Future Projections*, 313-349.
 53. Thomas, F. M., Preusser, S., Backes, B., & Werner, W. (2024). Leaf traits of Central-European beech (*Fagus sylvatica*) and oaks (*Quercus petraea/robur*): Effects of severe drought and long-term dynamics. *Forest Ecology and Management*, 559, 121823. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121823>

54. Trouillier, M., Van der Maaten-Theunissen, M., Harvey, J. E., Würth, D., Schnittler, M., & Wilmking, M. (2018). Visualizing individual tree differences in tree-ring studies. *Forests*, 9(4), 216. <https://doi.org/10.3390/f9040216>
55. Vacek, S., Prokúpková, A., Vacek, Z., Bulušek, D., Šimůnek, V., Králíček, I., Prausová, R., & Hájek, V. (2019). Growth response of mixed beech forests to climate change, various management and game pressure in Central Europe. *Journal of Forest Science*, 65(9), 331–345. <https://doi.org/10.17221/82/2019-jfs>
56. Vacek, Z., Tomášková, I., Fuchs, Z., Šimůnek, V., Vacek, S., Cukor, J., et al. (2025). Impact of technical water retention on European beech (*Fagus sylvatica* L.) resilience and growth dynamics. *Journal of Forest Science*, 71(3), 124–137. <https://doi.org/10.17221/92/2024-JFS>
57. Vitasse, Y., François, C., Delpierre, N., Dufrêne, E., Kremer, A., Chuine, I., & Delzon, S. (2011). Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate trees. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(7), 969–980. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.03.003>

Середнє значення і стандартне відхилення за формою стовбура (straight)

Популяція	Блок			Загальне середнє
	1	2	3	
1	2	3	4	5
161	3,78 ($\pm 0,9$)	3,4 ($\pm 0,83$)	3,46 ($\pm 0,66$)	3,56 ($\pm 0,8$)
8771	3,17 ($\pm 1,03$)	3,32 ($\pm 0,58$)	3,95 ($\pm 0,23$)	3,46 ($\pm 0,79$)
8786	3,09 ($\pm 0,79$)	3,82 ($\pm 0,73$)	3,69 ($\pm 0,48$)	3,5 ($\pm 0,78$)
8938	3,32 ($\pm 0,75$)	3,27 ($\pm 0,79$)	3,22 ($\pm 0,55$)	3,27 ($\pm 0,68$)
8939	3,89 ($\pm 0,66$)	3,64 ($\pm 0,58$)	3,38 ($\pm 0,65$)	3,67 ($\pm 0,64$)
8940	3,47 ($\pm 0,51$)	3,47 ($\pm 0,62$)	3,4 ($\pm 0,5$)	3,45 ($\pm 0,54$)
8941	3,56 ($\pm 1,33$)	3 ($\pm 0,75$)	3,57 ($\pm 0,65$)	3,31 ($\pm 0,9$)
8942	3,25 ($\pm 1,28$)	3,38 ($\pm 0,51$)	4,05 ($\pm 0,49$)	3,7 ($\pm 0,77$)
8943	3,64 ($\pm 1,03$)	3,35 ($\pm 0,79$)	4,26 ($\pm 0,56$)	3,79 ($\pm 0,86$)
8945	4 ($\pm 0,52$)	3,89 ($\pm 0,42$)	4,06 ($\pm 0,44$)	3,97 ($\pm 0,45$)
8946	3,6 ($\pm 0,75$)	3,28 ($\pm 1,23$)	3,53 ($\pm 0,77$)	3,47 ($\pm 0,93$)
8947	3,9 ($\pm 0,88$)	3,59 ($\pm 0,87$)	3,31 ($\pm 0,7$)	3,56 ($\pm 0,83$)
8948	3,73 ($\pm 0,59$)	3,75 ($\pm 0,72$)	4 (± 0)	3,8 ($\pm 0,59$)
8951	3,45 ($\pm 0,52$)	2,93 ($\pm 0,7$)	3,86 ($\pm 0,56$)	3,48 ($\pm 0,71$)
8952	3 ($\pm 1,04$)	2,75 ($\pm 0,71$)	4 ($\pm 0,74$)	3,31 (± 1)
8953	4,08 ($\pm 0,49$)	3,27 ($\pm 0,77$)	3,62 ($\pm 0,5$)	3,59 ($\pm 0,68$)
8954	3,38 ($\pm 0,52$)	3,04 ($\pm 1,12$)	3,72 ($\pm 0,65$)	3,41 ($\pm 0,9$)
8955	3,82 ($\pm 0,53$)	3,04 ($\pm 0,64$)	3,2 ($\pm 0,42$)	3,34 ($\pm 0,66$)
8956	3,88 ($\pm 0,83$)	3,5 ($\pm 0,52$)	3,88 ($\pm 0,61$)	3,75 ($\pm 0,64$)
8957	3,71 ($\pm 0,91$)	2,6 ($\pm 0,89$)	3,86 ($\pm 0,53$)	3,63 ($\pm 0,87$)
8958	3,5 ($\pm 0,78$)	3,89 ($\pm 0,88$)	3,73 ($\pm 0,6$)	3,7 ($\pm 0,75$)
8959	3,56 ($\pm 0,81$)	3,6 ($\pm 0,5$)	3,67 ($\pm 0,59$)	3,61 ($\pm 0,63$)
8960	3,3 ($\pm 0,95$)	3,36 ($\pm 0,63$)	3,33 ($\pm 0,65$)	3,33 ($\pm 0,72$)
8961	3,15 ($\pm 1,12$)	3,33 ($\pm 0,71$)	3,25 ($\pm 0,5$)	3,21 ($\pm 0,98$)
8962	3,73 ($\pm 0,7$)	3,35 ($\pm 0,7$)	3,44 ($\pm 0,53$)	3,51 ($\pm 0,68$)
8963	3,67 ($\pm 0,84$)	3,33 ($\pm 0,65$)	3,59 ($\pm 0,59$)	3,56 ($\pm 0,7$)
8964	3,41 ($\pm 0,71$)	3,88 ($\pm 0,86$)	3,77 ($\pm 0,44$)	3,68 ($\pm 0,73$)
8966	3,69 ($\pm 0,95$)	3,44 ($\pm 0,7$)	3,3 ($\pm 0,47$)	3,46 ($\pm 0,72$)
8968	3,71 ($\pm 0,73$)	3,71 ($\pm 0,73$)	4,18 ($\pm 0,39$)	3,89 ($\pm 0,65$)
8970	3,56 ($\pm 0,64$)	3 ($\pm 0,88$)	3,81 ($\pm 0,4$)	3,49 ($\pm 0,71$)
8971	4 ($\pm 0,74$)	3,25 ($\pm 0,44$)	3,44 ($\pm 0,53$)	3,47 ($\pm 0,62$)
8974	3,44 ($\pm 0,64$)	3,57 ($\pm 0,59$)	3,3 ($\pm 0,48$)	3,47 ($\pm 0,6$)
8975	3,13 ($\pm 0,89$)	3,97 ($\pm 0,61$)	3,61 ($\pm 0,98$)	3,66 ($\pm 0,86$)
8984	3,63 ($\pm 0,5$)	2,93 ($\pm 0,92$)	3,86 ($\pm 0,36$)	3,48 ($\pm 0,73$)
8994	3,22 ($\pm 0,67$)	3,75 ($\pm 0,91$)	3,05 ($\pm 0,71$)	3,38 ($\pm 0,84$)
8995	3,53 ($\pm 0,83$)	3,62 ($\pm 0,5$)	3,5 ($\pm 0,64$)	3,55 ($\pm 0,63$)
8996	3,88 ($\pm 0,78$)	3,16 ($\pm 0,69$)	3,56 ($\pm 0,53$)	3,51 ($\pm 0,76$)
8997	3,42 ($\pm 0,96$)	3,33 ($\pm 0,72$)	4,18 ($\pm 0,59$)	3,7 ($\pm 0,85$)
8998	3,19 ($\pm 0,83$)	3,47 ($\pm 0,72$)	3,5 ($\pm 0,52$)	3,38 ($\pm 0,72$)
8999	3,81 ($\pm 0,68$)	3,63 ($\pm 0,89$)	3,73 ($\pm 0,47$)	3,74 ($\pm 0,71$)
9001	3,75 ($\pm 0,89$)	3,56 ($\pm 0,78$)	3,47 ($\pm 0,8$)	3,56 ($\pm 0,8$)

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
9007	4,31 ($\pm 0,48$)	3,35 ($\pm 0,49$)	3,58 ($\pm 0,51$)	3,73 ($\pm 0,64$)
9018	3,77 ($\pm 0,59$)	3,88 ($\pm 0,6$)	3,59 ($\pm 0,67$)	3,74 ($\pm 0,62$)
9020	3,26 ($\pm 0,75$)	3,11 ($\pm 0,76$)	3,67 ($\pm 0,59$)	3,34 ($\pm 0,73$)
9021	3,44 ($\pm 0,73$)	3,43 ($\pm 0,6$)	3,8 ($\pm 0,52$)	3,58 ($\pm 0,61$)
9049	3,94 ($\pm 0,68$)	3,65 ($\pm 0,59$)	3,64 ($\pm 0,7$)	3,72 ($\pm 0,66$)
9051	3,45 ($\pm 0,82$)	3,06 ($\pm 0,44$)	3,36 ($\pm 0,5$)	3,27 ($\pm 0,59$)
9052	3,63 ($\pm 0,79$)	2,87 ($\pm 0,83$)	3,44 ($\pm 0,63$)	3,38 ($\pm 0,81$)
9053	4 ($\pm 0,82$)	3,4 ($\pm 0,88$)	3,65 ($\pm 0,61$)	3,69 ($\pm 0,81$)
9054	3,7 ($\pm 0,88$)	2,89 ($\pm 0,6$)	4 (± 0)	3,5 ($\pm 0,86$)
M1	3,6 ($\pm 0,71$)	3,37 ($\pm 0,96$)	3,86 ($\pm 0,36$)	3,62 ($\pm 0,72$)
P2	3,63 ($\pm 0,96$)	3,18 ($\pm 0,73$)	3,4 ($\pm 0,83$)	3,41 ($\pm 0,85$)
P4	3,64 ($\pm 0,62$)	3,29 ($\pm 0,47$)	3,43 ($\pm 0,65$)	3,5 ($\pm 0,6$)
P5	3,92 ($\pm 0,76$)	3,88 ($\pm 0,78$)	3,91 ($\pm 0,3$)	3,9 ($\pm 0,66$)
P6	4,1 ($\pm 0,99$)	3,11 ($\pm 0,68$)	3,79 ($\pm 0,54$)	3,6 ($\pm 0,8$)
P7	3,4 ($\pm 1,19$)	2,2 ($\pm 0,42$)	3,63 ($\pm 0,49$)	3,28 ($\pm 0,96$)
P8	3,58 ($\pm 0,77$)	3,67 ($\pm 0,49$)	3,69 ($\pm 0,48$)	3,64 ($\pm 0,61$)
U1	3,47 ($\pm 0,74$)	3,42 ($\pm 0,51$)	3,29 ($\pm 0,95$)	3,41 ($\pm 0,67$)
U10	3,91 ($\pm 0,68$)	3,44 ($\pm 0,73$)	3,56 ($\pm 0,53$)	3,68 ($\pm 0,69$)
U11	3,67 ($\pm 0,9$)	3,2 ($\pm 0,42$)	3,84 ($\pm 0,37$)	3,64 ($\pm 0,65$)
U12	3,8 ($\pm 0,56$)	3,38 ($\pm 0,62$)	3,81 ($\pm 0,4$)	3,66 ($\pm 0,56$)
U13	3,5 ($\pm 0,93$)	3 ($\pm 0,71$)	3,42 ($\pm 0,5$)	3,42 ($\pm 0,74$)
U2	3,67 ($\pm 0,59$)	3 (± 1)	3,88 ($\pm 0,6$)	3,56 ($\pm 0,8$)
U3	4,04 ($\pm 0,64$)	3,53 ($\pm 0,51$)	3,71 ($\pm 0,72$)	3,8 ($\pm 0,66$)
U4	4 ($\pm 0,59$)	3,33 ($\pm 0,7$)	3,81 ($\pm 0,4$)	3,67 ($\pm 0,66$)
U5	3,04 ($\pm 1,06$)	3,2 ($\pm 0,68$)	3,4 ($\pm 0,7$)	3,15 ($\pm 0,89$)
U6	3,54 ($\pm 0,66$)	3,59 ($\pm 0,94$)	3,53 ($\pm 0,52$)	3,56 ($\pm 0,72$)
U7	3,76 ($\pm 0,97$)	3,46 ($\pm 0,88$)	3,4 ($\pm 0,89$)	3,6 ($\pm 0,91$)
U8	3,83 ($\pm 0,39$)	3,18 ($\pm 0,87$)	3,95 ($\pm 0,22$)	3,73 ($\pm 0,59$)
U9	3,68 ($\pm 0,75$)	3,69 ($\pm 0,85$)	3,25 ($\pm 0,45$)	3,58 ($\pm 0,73$)
Загальний підсумок	3,61 ($\pm 0,82$)	3,41 ($\pm 0,76$)	3,66 ($\pm 0,61$)	3,56 ($\pm 0,75$)

Середнє значення і стандартне відхилення за розгалуженням стовбура (fork)

Популяція	Блок			Загальне середнє
	1	2	3	
1	2	3	4	5
161	3,43 ($\pm 0,9$)	2,53 ($\pm 0,99$)	3,08 ($\pm 0,65$)	3,08 ($\pm 0,89$)
8771	3,09 ($\pm 1,24$)	2,63 ($\pm 0,68$)	2,89 ($\pm 0,81$)	2,89 ($\pm 0,97$)
8786	3,26 ($\pm 1,1$)	3,36 ($\pm 1,05$)	3,08 ($\pm 0,64$)	3,26 ($\pm 0,98$)
8938	2,95 ($\pm 0,91$)	3,27 ($\pm 0,65$)	2,78 ($\pm 0,81$)	2,96 ($\pm 0,82$)
8939	3,53 ($\pm 0,7$)	3,14 ($\pm 0,94$)	2,77 ($\pm 0,6$)	3,19 ($\pm 0,83$)
8940	2,68 ($\pm 1,11$)	2,35 ($\pm 1,11$)	2,25 ($\pm 0,79$)	2,43 ($\pm 1,01$)
8941	3,56 ($\pm 1,01$)	2,63 ($\pm 0,68$)	3,43 ($\pm 0,65$)	3,1 ($\pm 0,85$)
8942	3,25 ($\pm 1,39$)	2,46 ($\pm 0,66$)	3,27 ($\pm 0,7$)	3,02 ($\pm 0,91$)
8943	3,27 ($\pm 0,47$)	3,12 ($\pm 0,33$)	3,16 ($\pm 0,96$)	3,17 ($\pm 0,67$)
8945	3,31 ($\pm 0,48$)	3,19 ($\pm 0,79$)	2,75 ($\pm 0,77$)	3,1 ($\pm 0,74$)
8946	3,2 ($\pm 0,89$)	2,83 ($\pm 1,47$)	3,16 ($\pm 0,76$)	3,07 ($\pm 1,07$)
8947	3,5 ($\pm 0,85$)	2,76 ($\pm 0,97$)	2,69 ($\pm 0,6$)	2,91 ($\pm 0,87$)
8948	3,47 ($\pm 0,64$)	2,6 ($\pm 0,99$)	2,4 ($\pm 0,84$)	2,84 ($\pm 0,95$)
8951	3,09 ($\pm 0,3$)	2,27 ($\pm 0,88$)	3,45 ($\pm 0,67$)	3 ($\pm 0,85$)
8952	2,67 ($\pm 1,23$)	2,5 ($\pm 0,53$)	3,75 ($\pm 0,62$)	3,03 ($\pm 1,03$)
8953	3,77 ($\pm 0,83$)	3,05 ($\pm 0,72$)	2,95 ($\pm 0,97$)	3,18 ($\pm 0,9$)
8954	3,38 ($\pm 0,52$)	3,46 ($\pm 0,83$)	3,31 ($\pm 0,66$)	3,38 ($\pm 0,71$)
8955	3,53 ($\pm 0,8$)	2,57 ($\pm 0,73$)	2,9 ($\pm 0,74$)	2,96 ($\pm 0,86$)
8956	3,13 ($\pm 0,35$)	2,75 ($\pm 0,93$)	3,46 ($\pm 0,88$)	3,17 ($\pm 0,88$)
8957	3,58 ($\pm 1,06$)	2,6 ($\pm 0,55$)	3,14 ($\pm 0,53$)	3,33 ($\pm 0,92$)
8958	3,88 ($\pm 0,8$)	3,58 ($\pm 0,9$)	3,58 ($\pm 0,76$)	3,68 ($\pm 0,81$)
8959	3 ($\pm 0,97$)	2,75 ($\pm 1,02$)	3,78 ($\pm 0,55$)	3,17 ($\pm 0,97$)
8960	2,8 ($\pm 0,79$)	3 ($\pm 0,68$)	3,08 ($\pm 0,79$)	2,97 ($\pm 0,74$)
8961	3,19 ($\pm 1,06$)	2,11 ($\pm 0,6$)	3 (± 0)	2,92 ($\pm 1,01$)
8962	3,4 ($\pm 0,83$)	2,94 ($\pm 0,9$)	2,67 ($\pm 0,5$)	3,05 ($\pm 0,84$)
8963	3,28 ($\pm 0,83$)	2,92 ($\pm 0,67$)	2,77 ($\pm 0,61$)	2,98 ($\pm 0,73$)
8964	2,76 ($\pm 0,75$)	3,29 ($\pm 0,92$)	3,23 ($\pm 0,44$)	3,09 ($\pm 0,78$)
8966	3,31 ($\pm 0,95$)	3,22 ($\pm 1,11$)	2,5 ($\pm 0,51$)	2,98 ($\pm 0,94$)
8968	3,14 ($\pm 0,77$)	2,71 ($\pm 1,33$)	2,88 ($\pm 1,11$)	2,91 ($\pm 1,08$)
8970	3,52 ($\pm 0,94$)	3 ($\pm 0,78$)	3,06 ($\pm 0,93$)	3,26 ($\pm 0,92$)
8971	3,75 ($\pm 0,97$)	2,61 ($\pm 0,5$)	3 ($\pm 0,71$)	2,96 ($\pm 0,82$)
8974	3,19 ($\pm 0,83$)	2,61 ($\pm 0,58$)	2,9 ($\pm 0,88$)	2,92 ($\pm 0,79$)
8975	3,25 ($\pm 0,86$)	3,7 ($\pm 0,84$)	3,39 ($\pm 0,85$)	3,5 ($\pm 0,85$)
8984	3,38 ($\pm 0,72$)	3,07 ($\pm 0,83$)	3,36 ($\pm 0,63$)	3,27 ($\pm 0,73$)
8994	3,11 ($\pm 0,6$)	3,4 ($\pm 1,39$)	2,79 ($\pm 0,63$)	3,1 ($\pm 1,04$)
8995	2,8 ($\pm 0,86$)	2,85 ($\pm 0,67$)	2,93 ($\pm 0,86$)	2,87 ($\pm 0,78$)
8996	3,41 ($\pm 0,71$)	2,89 ($\pm 0,66$)	3,44 ($\pm 0,73$)	3,2 ($\pm 0,73$)
8997	2,74 ($\pm 1,1$)	2,93 ($\pm 0,59$)	2,68 ($\pm 0,95$)	2,77 ($\pm 0,91$)
8998	3,25 ($\pm 0,93$)	3,29 ($\pm 0,69$)	3,25 ($\pm 0,62$)	3,27 ($\pm 0,75$)
8999	3,11 ($\pm 1,53$)	3,63 ($\pm 0,81$)	3,36 ($\pm 0,67$)	3,31 ($\pm 1,21$)
9001	3,5 ($\pm 1,2$)	2,61 ($\pm 0,98$)	3,47 ($\pm 0,8$)	3,12 ($\pm 1,03$)

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
9007	3,75 ($\pm 0,77$)	3 ($\pm 0,46$)	3,25 ($\pm 0,45$)	3,31 ($\pm 0,66$)
9018	3,69 ($\pm 1,09$)	3,65 ($\pm 0,7$)	3,27 ($\pm 0,7$)	3,54 ($\pm 0,89$)
9020	3,09 (± 1)	2,17 ($\pm 0,86$)	3,44 ($\pm 0,62$)	2,92 ($\pm 0,99$)
9021	3,44 ($\pm 0,73$)	2,9 ($\pm 1,26$)	3,6 ($\pm 0,6$)	3,28 ($\pm 0,99$)
9049	3,63 ($\pm 0,89$)	2,95 ($\pm 0,83$)	3,32 ($\pm 1,03$)	3,28 ($\pm 0,95$)
9051	3,36 ($\pm 0,67$)	2,94 ($\pm 0,57$)	3,07 ($\pm 0,62$)	3,1 ($\pm 0,62$)
9052	3,59 ($\pm 0,93$)	3 ($\pm 0,38$)	3 ($\pm 0,52$)	3,28 ($\pm 0,77$)
9053	3,64 ($\pm 0,85$)	2,85 ($\pm 1,14$)	3,29 ($\pm 0,47$)	3,27 ($\pm 0,93$)
9054	3,61 ($\pm 0,72$)	2,33 ($\pm 0,71$)	3,5 ($\pm 0,71$)	3,26 ($\pm 0,9$)
M1	3,56 ($\pm 0,92$)	2,37 ($\pm 0,9$)	3,14 ($\pm 0,57$)	3,08 ($\pm 0,94$)
P2	3,47 ($\pm 1,22$)	2,24 ($\pm 0,83$)	3,27 ($\pm 0,88$)	3 ($\pm 1,13$)
P4	2,86 ($\pm 0,85$)	2,43 ($\pm 0,94$)	3,93 ($\pm 0,47$)	3,02 ($\pm 0,96$)
P5	3,54 ($\pm 0,66$)	2,76 ($\pm 0,9$)	2,64 ($\pm 0,81$)	2,98 ($\pm 0,88$)
P6	3,9 ($\pm 0,88$)	2,89 ($\pm 0,83$)	3,21 ($\pm 0,42$)	3,23 ($\pm 0,79$)
P7	3,45 ($\pm 0,83$)	2,7 ($\pm 0,48$)	3,08 ($\pm 0,41$)	3,15 ($\pm 0,66$)
P8	3,74 ($\pm 0,87$)	2,67 ($\pm 0,65$)	2,75 ($\pm 0,77$)	3,13 ($\pm 0,92$)
U1	3,33 ($\pm 0,72$)	3,32 ($\pm 0,58$)	2,71 ($\pm 0,76$)	3,22 ($\pm 0,69$)
U10	3,55 ($\pm 0,8$)	2,44 ($\pm 1,09$)	3,11 ($\pm 0,6$)	3,09 (± 1)
U11	3,47 ($\pm 0,74$)	1,9 ($\pm 0,57$)	3,16 ($\pm 0,69$)	2,98 ($\pm 0,9$)
U12	3,73 ($\pm 0,88$)	2,75 ($\pm 0,93$)	3,13 ($\pm 0,81$)	3,19 ($\pm 0,95$)
U13	3,17 ($\pm 0,82$)	2,6 ($\pm 0,55$)	3,15 ($\pm 0,54$)	3,11 ($\pm 0,69$)
U2	3 ($\pm 0,69$)	3,31 ($\pm 0,75$)	3,65 ($\pm 0,7$)	3,31 ($\pm 0,75$)
U3	3,79 ($\pm 0,88$)	3,18 ($\pm 0,39$)	3,24 ($\pm 0,44$)	3,45 ($\pm 0,71$)
U4	3,33 ($\pm 0,77$)	2,71 ($\pm 0,75$)	3,19 ($\pm 0,83$)	3,03 ($\pm 0,82$)
U5	3,52 ($\pm 1,01$)	2,4 ($\pm 0,74$)	3,3 ($\pm 0,67$)	3,15 (± 1)
U6	3,38 ($\pm 0,77$)	2,94 ($\pm 0,83$)	3,4 ($\pm 0,51$)	3,22 ($\pm 0,74$)
U7	3,35 ($\pm 0,93$)	3,08 ($\pm 1,19$)	2,6 ($\pm 0,89$)	3,14 ($\pm 1,03$)
U8	2,75 ($\pm 0,62$)	2,73 ($\pm 0,9$)	2,9 ($\pm 0,77$)	2,82 ($\pm 0,76$)
U9	3,32 ($\pm 0,95$)	2,85 ($\pm 0,99$)	2,5 ($\pm 0,52$)	3 ($\pm 0,93$)
Загальний підсумок	3,34 ($\pm 0,93$)	2,88 ($\pm 0,91$)	3,12 ($\pm 0,77$)	3,12 ($\pm 0,9$)