



А. А. Новак, С. Л. Копій, В. О. Агій

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

ОСОБЛИВОСТІ РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ ФЕНОЛОГІЧНИХ ФОРМ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО (*QUERCUS ROBUR* L.) У ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Досліджено особливості формування радіального приросту ранньої та пізньої фенологічних форм дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у деревостанах Західного Лісостепу України. Використано стандартні статистичні та дендрохронологічні методики. Наведено основні кількісні показники приросту впродовж 1961-2010 років. Виявлено пікові мінімальні та максимальні значення приросту. Результати аналізу демонструють подібність хронологічних серій дерев дуба звичайного обох фенологічних форм. Ряди приросту обох феноформ дуба звичайного змінюються суміжно та синхронно, з незначною перевагою у прирості пізньої феноформи, яка є більш виразною у період з 1972 по 2002 роки. За межами цього періоду дендроряди феноформ дуба є практично тотожними. Розраховано такі статистичні показники, як: середньорічний темп радіального приросту; розмах варіації; стандартне відхилення; коефіцієнт варіації. Використано аналітичні результати щодо автокореляції хронологічних рядів, їх чутливості та синхронності. Розмах варіації дерев ранньої та пізньої феноформ практично не різниться і становить 1,13 та 1,11 мм відповідно. За величиною стандартного відхилення розсіювання приростів феноформ дуба звичайного різниться лише на 4,2 % і становить для ранньої та пізньої форм 0,24 та 0,25 мм відповідно. Варіація рядів приросту ранньої феноформи дуба вказує на помірні структурно-функціональні зміни усіх дендрорядів і становить 13,16 %, пізньої – 12,80 %. Усі насадження, за радіальним приростом, мають слабку чутливість до зовнішніх факторів, проте рання форма дуба звичайного є більш чутливою, ніж пізня. Щорічні коефіцієнти чутливості ранньої феноформи змінюються в діапазоні від -0,22 до 0,23, пізньої – від -0,18 до 0,20. Чутливість усіх хронологічних серій посилюється з віком деревостанів. Автокореляцію рядів приросту розраховано до п'ятого порядку включно. Вона є однаково тісною та тривалою в обох фенологічних форм дуба звичайного. Синхронність приростів ранньої та пізньої феноформ значна і становить для регіону досліджень 89,80 %, що є верхньою межею високого рівня синхронності.

Ключові слова: дендрологічні ряди; рання та пізня фенологічні форми; чутливість; синхронність.

Вступ / Introduction

Лісові екосистеми є формаціями, здатними до саморегулювання, та можуть підтримувати динамічну рівновагу в широкому діапазоні умов. Проте різноманітні ендегенні та екзогенні чинники можуть призводити до деградації деревної рослинності, зміни структури та складу лісових угруповань. Про стан як окремих дерев, так і деревостанів загалом, з високою точністю можна судити з їх радіального приросту, який є найбільш універсальним та комплексним показником стану насаджень, що протягом усього їх життя відображає локальні та глобальні зміни навколишнього середовища [2, 5, 15, 16]. Оскільки відмінності у формуванні радіального приросту зумовлені впливом внутрішніх і зовнішніх

екологічних факторів, на підставі ретроспективного аналізу радіального приросту дерев можливе обґрунтування принципів комплексної оцінки стану дерев і деревостанів, їх росту та розвитку, на тривалу перспективу. Така інформація потрібна для вирішення багатьох лісівничих завдань та отримання відповідей на великий спектр питань щодо динаміки лісів, їх продуктивності та стійкості [16, 19].

Об'єкт дослідження – деревостани за участю дуба звичайного, що зростають на території Західного Лісостепу та належать до Державного лісового фонду України.

Предмет дослідження – динаміка радіального приросту дуба звичайного ранньої та пізньої фенологічних форм Західноукраїнського лісостепоного лісогосподарського округу.

Інформація про авторів:

Новак Анатолій Анатолійович, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра лісівництва. Email: novak@gmail.com;

<https://orcid.org/0000-0003-1239-7423>

Копій Сергій Леонідович, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра лісівництва. Email: s.kopiy@email.ua;

<https://orcid.org/0000-0002-7322-7244>

Агій Василь Омелянович, аспірант, кафедра екології. Email: agijvasyl@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5840-9245>

Цитування за ДСТУ: Новак А. А., Копій С. Л., Агій В. О. Особливості радіального приросту фенологічних форм дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у Західному Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України. 2022, т. 32, № 4. С. 07–11.

Citation APA: Novak, A. A., Kopiy, S. L., & Agii, V. O. (2022). Some features of radial growth of phenological forms of common oak (*Quercus robur* L.) in the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 32(4), 07–11.

<https://doi.org/10.36930/40320401>

Мета роботи – вивчити особливості формування радіального приросту дуба звичайного залежно від його фенологічної форми на теренах Західного Лісостепу, оскільки різним фенологічним формам характерні, відповідно, й різні темпи росту та розвитку, неоднакові за тривалістю періоди проходження фаз розвитку. Це необхідно для ефективного керування процесами формування й розвитку деревостанів у дібровах.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- 1) вивчити темпи радіального приросту фенологічних форм дуба звичайного, проаналізувати його основні статистичні характеристики;
- 2) проаналізувати автокореляцію хронологічних рядів, вивчити їх чутливість та синхронність.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У деревостанах за участю дуба звичайного поширені дерева цього виду, які диверсифіковані за часом настання фенологічних фаз. Грунтуючись на цих особливостях розрізняють такі фенологічні форми дуба звичайного [4, 9, 10, 14, 18, 30]: ранню (*f. praecox* Czern.) та пізню (*f. tardiflora* Czern.). Ці фенологічні форми, за твердженням науковців [1, 27, 28], розрізняють не тільки за фенологічними фазами, а й за господарською цінністю.

Деякі автори зазначають, що дерева ранньої форми дуба звичайного краще переносять нестачу вологи в ґрунті, порівняно з пізньою формою, що дає їм змогу зростати у відносно посушливих місцях, однак вони більше пошкоджуються весняними заморозками та комахами-листогризами. Пізня форма дуба звичайного стійкіша до низьких температур навесні, однак вразлива до літніх посух [8, 17, 22].

На думку деяких учених, пізня форма є більш перспективною і доцільною для широкого використання під час штучного формування зелених зон у європейських країнах [7]. Самарин В. Ф. [23] відзначає вищу продуктивність дубових насаджень пізньої форми, порівняно з ранньою, а В. Є. Вихров [31] та В. П. Ткач [29] цю інформацію спростовують (у сприятливих для дуба умовах місцезростання). Відтак вивчення особливостей формування радіального приросту ранньої та пізньої фенологічних форм дуба звичайного є актуальним, зокрема тих, що зростають на теренах Західного Лісостепу, який є одним з регіонів України, де найсприятливіші умови для росту дуба звичайного.

Матеріали та методи дослідження. Вивчення особливостей формування радіального приросту дубових деревостанів здійснювали на теренах Західноукраїнського лісостепового лісогосподарського округу. Це частина Лісостепової області України, яка на заході межує з державним кордоном Польщі, на півночі – з південною межею Українського Полісся. До округу входять південні райони Волинської та Рівненської адміністративних областей, центральна і північна частини Львівської області, Тернопільська і Хмельницька області, а також північні райони Івано-Франківської та Чернівецької областей [13].

Відбір зразків кільцевих серій здійснювали у дубових лісостанах ДП "Старокостянтинівське ЛГ" (Антонінське л-во), ДП "Ізяславське ЛГ" (Білогірське л-во), ДП "Хмельницьке ЛМГ" (Хмельницьке л-во), ДП "Кременецьке ЛГ" (Стіжоцьке, Підлісецьке, Ланівецьке, Вишнівське л-ва), ДП "Бузьке ЛГ" (Куткірське, Верблянське, Ожидівське, Боложинівське л-ва), ДП "Золочівське ЛГ" (Білокамінське л-во), ДП "Дубенське ЛГ"

(Білогірське л-во), ДП "Млинівське ЛГ" (Млинівське л-во), ДП "Горохівське ЛМГ" (Горохівське л-во).

Під час відбору зразків кільцевих серій, шляхом візуального оцінювання зовнішніх ознак крони, диференціювали дерева на пробних площах за фенологічними формами у найзручніший для цього час (на початку та наприкінці вегетаційного періоду). Дослідженнями охоплено найпоширеніші в регіоні типи лісу: свіжі та вологі грабові діброви (D_{2,3}-ГД), свіжі та вологі грабові судіброви (C_{2,3}-ГД), свіжі та вологі грабово-соснові судіброви (C_{2,3}-ГСД), а також свіжі та вологі грабово-дубово-соснові сугруди (C_{2,3}-ГДС).

Організовуючи дослідження, розраховували достатню кількість спостережень та повторностей у період виконання польових і лабораторних робіт. Необхідна кількість спостережень обмежувалась 95 %-ою градацією ймовірності, а обсяг вибірки по усіх дослідних ділянках є репрезентативним і статистично достовірним.

Оцінювання динаміки радіального приросту здійснювали на підставі аналізу кернів деревини, які відбирали на висоті стовбурів 1,3 м віковим буром Преслера в біогрупах з не менше ніж 20 дерев у напрямках Сх.-Зх. [5]. Ширину річних кілець вимірювали за допомогою цифрового комплексу для вимірювання річних кілець деревини LINTAB 6 з точністю до 0,01 мм. Ступінь схожості дендрорядів оцінювали візуально та статистично. Ретроспективний аналіз кернів дуба звичайного проведено за 50 років, а саме за період з 1961 по 2010 роки. Цей період обрано, щоб охопити деревостани всіх класів росту, від середньовікових до стиглих.

Дослідження проводили за загальноприйнятими у дендрохронології методиками [3, 6, 11, 12, 16, 24, 26, 25], які детально описано у нашій попередній роботі [20]. Статистичне опрацювання результатів досліджень також здійснювали відповідно до загальноновживаних методик [21, 24].

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Покажемо на рис. 1 динаміку приросту ранньої та пізньої фенологічних форм дуба звичайного, який зростає на теренах Західного Лісостепу. Наведені на рис. 1 криві свідчать, що ряди приросту дуба звичайного як пізньої, так і ранньої феноформ змінюються суміжно та синхронно. Водночас спостерігаємо невелику перевагу у прирості пізньої феноформи. Особливо виразною вона є у період з 1972 по 2002 роки. При цьому, як бачимо, за межами цього часового проміжку дендроряди феноформи дуба звичайного є, фактично, тотожними.

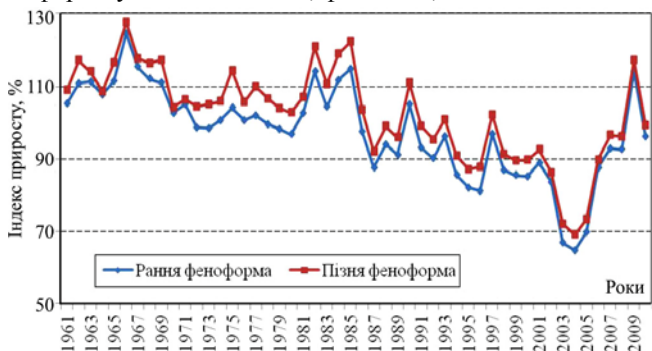


Рис. 1. Динаміка індексів радіального приросту феноформ дуба звичайного в насадженнях Західного Лісостепу (1961-2010 рр.) / The dynamics of radial growth indices of common oak phenotypes in the Western Forest-Steppe plantations (1961-2010)

Зазначимо, що дерева дуба звичайного ранньої фенологічної форми відзначаються меншим середньорічним приростом, ніж дерева пізньої. Якщо впродовж 1972-2002 рр. пізня форма фенологічної форми показує середньорічний приріст, який становить 1,92 мм/рік, то при цьому темп приросту дуба ранньої форми становить 1,83 мм/рік, що є меншим в середньому на 4,7 % (табл. 1).

Табл. 1. Біометричні показники рядів радіального приросту фенологічних форм дуба звичайного у Західному Лісостепу (1961-2010 рр.) / Biometric indicators of radial growth series of common oak phenological forms in the Western Forest-Steppe (1961-2010)

Біометричний показник	Фенологічні форми	
	Рання феноформа	Пізня феноформа
Мінімальне значення, мм	1,21	1,29
Середнє значення, мм	1,83	1,92
Максимальне значення, мм	2,34	2,40
Розмах варіації, мм	1,13	1,11
Стандартне відхилення, мм	0,24	0,25
Коефіцієнт варіації, %	13,16	12,80
Коефіцієнт чутливості	0,07	0,07

Відтак, для регіону досліджень пізня фенологічна форма дуба звичайного має певну перевагу перед ранньою у величині радіального приросту. Це підтверджує думку багатьох авторів щодо вищої продуктивності пізньої феноформи відносно ранньої. Ми вважаємо, що ця перевага зумовлена тим, що пізня форма має більші терміни для запасаання метаболітів та створення метаболічних резервів наприкінці періоду вегетації, що, вочевидь, сприяє кращому приросту дерев цієї феноформи у наступному році.

Розмах варіації дерев ранньої та пізньої феноформ фактично не відрізняється одна від одної і становить 1,13 та 1,11 мм відповідно, що дорівнює 1,8 %. Через це, можемо стверджувати, мінливість обох феноформ є однаковою за розмахом варіації.

Під час дослідження мінливості дендрорядів за величиною стандартного відхилення з'ясовано, що істотних відмінностей у прирості дуба звичайного, залежно від його фенологічної форми, немає. Встановлено, що за цим показником кільцеві серії дерев ранньої та пізньої форм демонструють фактично ідентичні статистичні результати: розсіювання приростів у дендрорядях відрізняється лише на 4,2 % і дорівнює 0,24 мм та 0,25 мм – для ранньої та пізньої форм відповідно.

За 1972-2002 рр. варіабельність рядів приросту дуба звичайного свідчить про рівномірні структурно-функціональні зміни у деревно-кільцевих серіях ранньої і пізньої форм дуба звичайного в умовах зростання на теренах Західного Лісостепу. При цьому встановлено, що варіація рядів приросту пізньої феноформи дуба становить 12,80 %, а ранньої – 13,16 %, що підтверджує невелику різницю у мінливості дендрорядів фенологічних форм, яка становить тільки 0,36 %.

Деревно-кільцеві хронології дерев дуба звичайного виявляють слабку чутливість до зовнішніх чинників. Так, коефіцієнт чутливості ранньої і пізньої феноформ становить 0,07. Це доводить, що як пізня, так і рання феноформи є рівночутливими до екзогенних чинників. Однак, незважаючи на те, що з віком щорічна чутливість хронологій ранньої і пізньої фенологічних форм дуба звичайного посилюється, для пізньої форми вона

змінюється в межах від -0,18 до 0,20, водночас для ранньої форми цей діапазон хоча незначно, усе ж є більшим: від -0,22 до 0,23 (рис. 2).

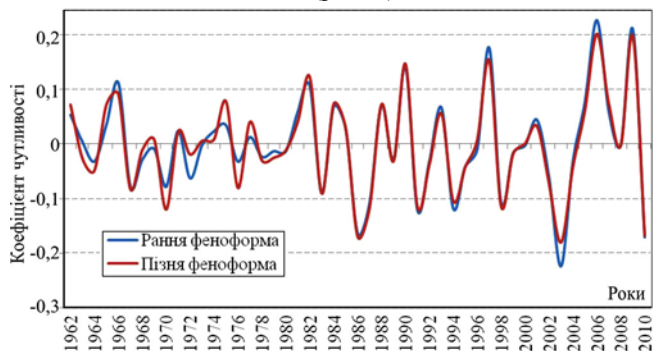


Рис. 2. Щорічні коефіцієнти чутливості хронологічних рядів феноформ дуба звичайного у Західному Лісостепу / Annual sensitivity coefficients of chronological series of common oak phenofoms in the Western Forest-Steppe

Зазначимо, що у Західному Лісостепу для ранньої і пізньої фенологічних форм дуба властивою також є однакова автокореляція дендрорядів. Так, у цих феноформ високим є зв'язок поточного приросту з приростом попереднього року, значним – з приростами 2-го та 3-го попередніх років, помірним – з 4-го та 5-го попередніх років (табл. 2). Коефіцієнти автокореляції для ранньої феноформи змінюються в діапазоні 0,78-0,35, для пізньої феноформи – в діапазоні 0,77-0,36.

Табл. 2. Автокореляція рядів радіального приросту фенологічних форм дуба звичайного у Західному Лісостепу (1961-2010 рр.) / Autocorrelation of radial growth series of common oak phenological forms in the Western Forest-Steppe (1961-2010)

Автокореляція дендрорядів	Фенологічні форми	
	Рання феноформа	Пізня феноформа
Автокореляція 1-го порядку	0,78	0,77
Автокореляція 2-го порядку	0,64	0,63
Автокореляція 3-го порядку	0,54	0,54
Автокореляція 4-го порядку	0,42	0,42
Автокореляція 5-го порядку	0,35	0,36

Синхронність приростів між кільцевими серіями ранньої та пізньої феноформ є доволі високою та становить 89,80 % для Західного Лісостепу, що є верхньою межею високого рівня синхронності.

Обговорення результатів дослідження. Отримані результати свідчать, що на теренах Західного Лісостепу України формування радіального приросту ранньої та пізньої фенологічних форм дуба звичайного відбувається з однаковими особливостями та невеликою перевагою у величині приросту пізньої фенологічної форми. Це підтверджує результати досліджень В.Ф Самарина [22] щодо домінування цієї феноформи у радіальному прирості дуба звичайного. Водночас рання феноформа демонструє більшу варіабельність дендрорядів та вищу чутливість щорічного приросту до зовнішніх екологічних чинників. Проте цю різницю не можна вважати значною та достатньою для узагальнень щодо відмінностей у процесі формування річних шарів деревини дуба звичайного. Автокореляція хронологічних рядів також свідчить, що процеси передачі, збереження та реалізації генетичної інформації в обох фенологічних форм протікають однаково. Це також опосередковано підтверджує високе значення коефіцієнта синхронності щорічних приростів у обох фенологічних форм.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження. Вперше досліджено динаміку радіального приросту дуба звичайного для лісових ценозів Західноукраїнського лісостепового лісгосподарського округу за його фенологічними формами. Набули подальшого розвитку дослідження продуктивності дубових лісів, зокрема у Західному Лісостепу, як одному з найбільш сприятливих і перспективних для росту дуба регіонів України.

Практична значущість результатів дослідження. Отримані результати досліджень дають змогу вдосконалити планування лісгосподарських заходів, що є необхідним для ефективного керування процесами формування й розвитку деревостанів у дібровах. Ефективні лісівничі заходи з відновлення дібров потрібно здійснювати з урахуванням поширення рослинних асоціацій, утворених формами дуба звичайного та їх приуроченості до певних типологічних груп ландшафтів. Беручи до уваги, також, необхідність організації та ефективного використання постійної лісонасінної бази, на селекційно-генетичній основі та з урахуванням біологічного різноманіття видів і умов середовища, результати досліджень можуть слугувати підґрунтям для оцінювання перспективи використання жолудів тієї чи іншої фенологічної форми для умов конкретних лісокультурних площ.

Висновки / Conclusions

1. Вищий темп середньорічного радіального приросту дуба звичайного притаманний пізній фенологічній формі. Цей показник становить 1,92 мм/рік. Водночас темп приросту ранньої феноформи становить 1,83 мм/рік, що є на 4,7 % меншим показником.
2. Істотної різниці у мінливості радіального приросту у хронологічних серіях ранньої та пізньої феноформ не відзначено. Розсіювання приростів відрізняється тільки на 4,2 % і становить 0,24 мм – для ранньої феноформи та 0,25 – для пізньої.
3. Варіація радіального приросту впродовж періоду досліджень свідчить про помірні структурно-функціональні зміни у дендрорядках обох феноформ: ранній феноформ дуба характерний неістотно вищий коефіцієнт варіації (13,16 %), тоді як для пізньої феноформи цей критерій становить 12,80 %.
3. Деревно-кільцеві хронології насаджень усіх способів походження виявляють слабку чутливість до зовнішніх факторів (0,07 для обох феноформ), хоч за величиною щорічних коефіцієнтів чутливості кільцевих серій рання форма є дещо чутливішою, ніж пізня. Щорічні коефіцієнти чутливості пізньої феноформи змінюються в діапазоні від -0,18 до 0,20, тоді як для ранньої форми цей діапазон хоч неістотно, але більший: від -0,22 до 0,23.
4. Обидві фенологічні форми демонструють тривалі значні та помірні автокореляційні зв'язки, що дає підстави вважати, що перебіг процесів збереження, передачі та реалізації генетичної інформації в обох феноформ однаковий.
5. Синхронність приростів пізньої та ранньої фенологічних форм значна і для регіону досліджень становить 89,80 %, що є верхньою межею високого рівня синхронності.
6. Розбіжності у статистичних характеристиках радіального приросту ранньої та пізньої фенологічних форм не можна вважати істотними і, попри невелику перевагу

пізньої феноформи у величині приросту, реакція на вплив різноманітних ендегенних і екзогенних чинників у обох феноформ, загалом, однакова.

References

1. Aksenov, P. A., & Korovyn, V. V. (2007). Yssledovanye struktury y khymycheskoho sostava drevesyny duba razlychnoho heohrafycheskoho proyskhozhdennya dlia otsenky eho pryhodnosti k proyzvodstvu vysokokachestvennykh koniachnykh spyrtov. *Vestnyk Moskovskoho hosudarstvennogo unyversyteta lesa "Lesnoi vestnyk"*, 5, 9–16. [In Russian].
2. Alekseev, A. S. (1990). Kolebaniya radyalnogo pryrosta v drevestojakh pry atmosfemom zaghrjaznenyy. *Lesovedenye*, 2, 82–86. [In Russian].
3. Arefev, S. P. (2003). K dendrokronolohycheskoi rekonstruktsyy y otsenke sostoianiya Tarmanskoho lesobolotnogo kompleksa. *Vestnyk ekolohyy, lesovedeniya y landshaftovedeniya*, 4, 66–76. [In Russian].
4. Bulokhov, A. D., & Sylchenko, Y. Y. (2015). Rasprostraneniye rannei y pozdnei form *Quercus robur* L. na terrytoryi Brianskoi oblasti. *Vestnyk Brianskoho hosudarstvennogo unyversyteta. Tochnye y estestvennye nauky*, 2, 3813–83. [In Russian].
5. Bytvynskas, T. T. (1974). Dendroklymatycheskiye yssledovaniya. Leningrad: Hydrometeoizdat, 170. [In Russian].
6. Cook, E. R. (1985). A Time Series Analysis Approach to Tree-Ring Standardization. *Ph. D. Dissertation. Tucson, AZ: University of Arizona*, 171.
7. Coutinho, J. P., Carvalho, A., & Lima-Brito, J. (2015). Taxonomic and ecological discrimination of Fagaceae species based on internal transcribed spacer polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism. *AoB Plants*, 7(1), 60–79.
8. Dantec, C. F., Ducasse, H., Capdevielle, X., Fabreguettes, O., Delzon, S., & Desprez-Loustau, M. (2015). Escape of spring frost and disease through phenological variations in oak populations along elevation gradients. *Journal of Ecology*, 103(4), 1044–1056.
9. Efymov, Yu. P. (1967). Fenolohycheskiye formy duba chereschatoho v tsentralnoi lesostepi y ykh lesokhoziaistvennoe znachenye. *Abstract of Candidate Dissertation for Agricultural Sciences (06.03.01 – Forest Crops and Phytomelioration)*, 24. [In Russian].
10. Efymov, Yu. P. (1975). K voprosu o terrytorialnom rasprostraneniyy fenolohycheskykh form duba chereschatoho. *Henetyka, selektsiya, semenovodstvo y yntroduktsiya lesnykh porod*, 2, 37–45. [In Russian].
11. Ferguson, C. W. (1969). A 7104-year annual tree-ring chronology for Bristlecone pine, *Pinus aristata*, from the White Mountains, California. *Tree-Ring Bull*, 29, 3–4, 3–29.
12. Fritts, H. G. (1976). *Tree-ring and climate*. New York, Academic Press, 567.
13. Hensiruk, S. A. (2002). *Lisy Ukrainy*. Lviv, 496. [In Ukrainian].
14. Kitin, P. (1990). Dynamics of the cambial divisions in the early and late flushing forms of pedunculate oak (*Quercus robur* L. f. praecox Czern. and *Q. robur* L. f. tardiflora Czern.) grown in Sofia. *Nauka za gorata (Forest Science)*, 10–21.
15. Lovelyus, N. V. (1979). Yzmenchyvost pryrosta derev. Dendryndykatsiya pryrodnykh protsessov y antropohennykh vozdeystviy. Leningrad: Nauka, 232. [In Russian].
16. Matveev, S. M. (2003). Dendroyndykatsiya dynamiky sostoianiya sosnovykh nasazhdeniy Tsentralnoi Lesostepi. *Voronezh: Yzd-vo VHU*, 272. [In Russian].
17. Molchanov, A. H. (2012). Yntesyvnost fotosynteza fenolohycheskykh form duba chereschatoho v usloviakh nedostatochnoho uvlazhneniya. *Lesovedenye*, 4, 31–38. [In Russian].
18. Mylenyn, A. Y. (1997). Ekolohycheskiye osobennosti fenolohycheskykh raznovydnopei duba chereschatoho (*Quercus robur* L.) v usloviakh TsChR. *Abstract of Candidate Dissertation for Agricultural Sciences (06.03.01 – Forest Crops and Phytomelioration)*, 24. [In Russian].
19. Nogel, P. (1981). Auskeilende und fehlende Jahrrinde in absterbenden Tannen (*Abies alba* Mill.). *Allg. Forstzeitschrift*, 36(28), 709–711. [In German].

20. Novak, A. A., & Vytseha, R. R. (2021). Rol pokhodzhennia derevostaniv pry formuvanni radialnogo pryrostu duba zvychainoho (*Quercus robur* L.) u Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*, 139, 97–105. [In Ukrainian].
21. Opria, A. T. (2012). Statystyka. Kyiv, 448. [In Ukrainian].
22. Puchałka, R., Koprowski, M., Gričar, J., & Przybylak, R. (2017). Does tree-ring formation follow leaf phenology in Pedunculate oak (*Quercus robur* L.). *European Journal of Forest Research*, 136, 259–268.
23. Samaryn, V. F. (1979). Formy duba chereshchatoho y ykh rost v uslovyakh sukhoi nahomoi dubravy. *Lesnoe khoziaistvo*, 7, 40–41. [In Russian].
24. Semenova, K. D., & Tarasova, K. I. (2018). *Biznes-statystyka*. Kyiv, 210. [In Ukrainian].
25. Shyiatov, S. H. (1970). K metodyke rascheta yndeksov pryrosta derevyev. *Ekologiya*, 3, 12–18. [In Russian].
26. Shyiatov, S. H., & Mazepa, V. S. (1986). Tsyklychnost radialnogo pryrosta derevyev v vysokohoriakh Urala. *Dendrokronologhiya y dendroklymatologhiya*. Novosybyrsk, 134–160. [In Russian].
27. Shytov, V. P. (1986). Formovoe raznoobrazye poimennykh dubrav Polesia y puty ykh khoziaistvennogo yspolzovaniya. *Abstract of Candidate Dissertation for Agricultural Sciences* (06.03.01 – Forest crops and Phytomelioration), 25. [In Russian].
28. Sylchenko, Y. Y. (2011). Sravnytelnaia kharakterystyka produktyvnosti dubrav, sformirovannykh yz rannei y pozdnei fenoform duba chereshchatoho. *Vestnyk Brianskoho hosudarstvennoho unyversyteta*, 4, 1–3. [In Russian].
29. Tkach, V. P., Kuprina, N. P., & Lukianets, V. A. (2014). Stan i zhyttiezdatnist duba v Lisostepu Ukrainy. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*, 125, 64–71. [In Ukrainian].
30. Veresyn, M. M. (1958). O fenolohycheskykh formakh duba chereshchatoho y yspolzovanny ykh v lesorazvedenyi. *Yzvestiya vysshykh uchebnykh zavedenyi*, 3, 3–15. [In Russian].
31. Vykhrov, V. E., & Enkova, E. Y. (1953). Dynamika vehetatsyonnoho pryrosta drevesyny rano- y pozdnoraspuskaiushchykh sia form duba v svyazy s uslovyami proyraztaniya. *Trudy Ynstituta lesa*, IX, 5–28. [In Russian].

A. A. Novak, S. L. Kopyi, V. O. Agii

Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

SOME FEATURES OF RADIAL GROWTH OF PHENOLOGICAL FORMS OF COMMON OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) IN THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

The peculiarities of radial growth formation of early and late phenological forms of common oak (*Quercus robur* L.) in forest plantations of the Ukrainian Western Forest-Steppe on the basis of dendrochronological and statistical methods are investigated. The main quantitative indicators of growth during 1961-2010 are given. Peak minimum and maximum values of growth are revealed. In the course of the research we have revealed that oak trees of the late phenological form are characterized by a higher average annual growth than early trees. If during the analyzed period the late form shows an average annual increase of 1.92 mm/year, the growth rate of the oak of the early form is only 1.83 mm/year. The range of variation of early and late phenof orm trees is almost the same and amounts to 1.13 mm and 1.11 mm, respectively, which corresponds to 1.8 %. Ring series of early and late trees show almost the same statistical results in terms of standard deviation: the scattering of increments of these trees differs by only 4.2 % and is for early and late forms of 0.24 mm and 0.25 mm, respectively. The variation of the growth series of the early phenof orm of oak is 13.16 %, the late – 12.80 %, which indicates a slight difference in the variability of arboretums of phenological forms only 0.36 %. Arboretums of oak appeared to be weakly sensitive to external factors. The sensitivity coefficient of both phenof orms is 0.07, which indicates that both phenof orms are equally sensitive to exogenous factors. The annual sensitivity of the chronologies of both phenological forms of common oak increases with age. It ranges from -0.22 to 0.23 for the early form, this range is from -0.18 to 0.20 for the late form. Both phenological forms of oak in the Western Forest-Steppe are also characterized by the same autocorrelation of arboretums. The correlation between the current increase and the increase of the previous year in both phenof orms is high, with the increments of the 2nd and 3rd previous years – significant, and the 4th and 5th previous years – moderate. The synchronicity of increments between the ring series of early and late phenof orms is quite high and amounts to 89.80 % for the Western Forest-Steppe, which is the upper limit of the high level of synchronicity.

Keywords: dendrological series; early and late phenological form; sensitivity; synchronicity.