



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412308>

Article received 2023.06.18

Article accepted 2023.11.23

ISSN 1991-606X print

ISSN 2616-5015 online

@ ✉ Correspondence author

Volodymyr Maguran

vol.mahuran20@nltu.lviv.ua

103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine

УДК 634.51:581.54

Особливості сезонного розвитку *Juglans regia* L. у Правобережному Лісостепу України

В. К. Магуран¹, Л. С. Осадчук²

Досліджено особливості сезонного розвитку горіха грецького (*Juglans regia* L.) у кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України впродовж 2019-2021 рр. Встановлено, що в умовах регіону першими розпочинають вегетацію дерева горіха грецького у полезахисних і плантаційних насадженнях, а ці фенофази у лісових фітоценозах настають пізніше на 12-14 діб. Такий інтервал може бути зумовлений впливом агротехнічних умов, ґрунтовими і гідрологічними особливостями та іншими чинниками, які визначають розвиток рослин у різних екосистемах.

Тривалість вегетаційного періоду плантаційних насаджень на території Правобережного Лісостепу становить у середньому 183 доби, а лісових деревостанів – 186 діб. Сорти горіха грецького 'Вебу 6' та 'Єфрем 1', вирощені на території Вінницької області, вегетують упродовж меншого періоду часу порівняно з місцевими, американськими та європейськими сортами й формами. Подібні особливості визначено також щодо термінів і темпів росту й розвитку – дослідні сорти горіха грецького починають розвиватися раніше й раніше завершують ріст, що характеризує їх як більш зимостійкі.

Отримані результати також вказують на істотну різницю між найбільш ранніми та найбільш пізніми датами настання фенологічних фаз горіха грецького на дослідних ділянках. Це свідчить про важливі генетичні особливості цього деревного виду, які визначають необхідний інтервал часу та суму ефективних температур для його нормального розвитку.

Кліматичні умови Правобережного Лісостепу сприятливі для широкого культивування сортів горіха грецького – 'Вебу 6' та 'Єфрем 1'. Їхній фенологічний ритм відповідає тривалості вегетаційного періоду на території Правобережного Лісостепу.

Настання кожної фенологічної фази вегетації горіха грецького залежить від генетично зумовленого інтервалу часу, а сезонні ритми розвитку є виявом його пристосування до змін у навколишньому середовищі. Дати фенологічного розвитку сортів 'Вебу 6' та 'Єфрем 1' не виходять за межі сезонних ритмів в умовах Правобережного Лісостепу, тому ці сорти є перспективними для використання у цьому регіоні.

Ключові слова: *Juglans regia* L.; феноспектр; фенологічні фази; сезонні ритми; вегетативні органи; генеративні органи; вегетаційний період; феноамплітуда.

Вступ (Introduction). Серед перспективних деревних рослин у Правобережному Лісостепу України варто виділити горіх грецький (*Juglans regia* L.), який має не тільки важливе господарське значен-

ня, але й займає вагоме місце в економіці регіону. Деревний вид також є популярним у генетико-селекційному напрямі з погляду створення нових сортів і форм. Лише 7% суходолу на Землі вважають

¹ Магуран Володимир Костянтинович – аспірант кафедри ботаніки, деревнознавства та недревних ресурсів лісу. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-068-040-80-82 E-mail: vol.mahuran20@nltu.lviv.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7786-3874>

² Осадчук Леонід Семенович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ботаніки, деревнознавства та недревних ресурсів лісу. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-799-06-73. E-mail: l.osadchuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8719-8125>

придатними для вирощування горіхоплідних культур, і Україна належить до небагатьох країн, де майже всю територію можна використовувати для їх культивування. За статистичними даними, на початку 2020 р. площа насаджень горіха грецького в Україні становила 15,8 тис. га. Україна посідає п'яте місце у рейтингу світових виробників грецьких горіхів. Щорічно в Україні виробляють близько 126 тис. т плодів (Меженський, 2020; Статистичний..., 2020; Абоїмова, 2020).

Для *Juglans regia* характерні унікальні та цінні господарські властивості, як плодової рослини, так і високий рівень біотичної стійкості щодо несприятливих екологічних умов росту, тому він є перспективним деревним видом для плантаційного вирощування у Правобережному Лісостепу. Цінною є й високоякісна деревина горіха, яку використовують для виготовлення меблів, отримання струганого шпону (особливо цінується шпон з кап), виготовлення лож мисливських рушниць та інших виробів у різноманітних галузях (Поліщук, 1959; Меженський, 2020).

Дослідження видів роду *Juglans* L. в Україні, зокрема *Juglans regia*, стосуються, насамперед, господарсько-цінних властивостей та біохімічного складу плодів (Поліщук, 1959; Тиж, Антонюк, 1984; Гузь, Гречаник, 2008). Їхня виняткова цінність сприяла генетично-селекційним дослідженням для виведення кращих сортів і форм. Також у низці робіт розглянуто біологічні, екологічні, лісівничі властивості горіха грецького, його стійкість до несприятливих абіотичних чинників (Швиденко, Циганков, 1978; Щепотьєв, Павленко, Ріхтер, 1987; Lenda et al., 2017; Medvecká et al., 2018).

Фенологічні спостереження дають інформацію про динаміку розвитку рослин упродовж річного циклу і широко використовуються для оцінювання впливу на рослини погодних та інших умов навколишнього середовища. Попередні дослідження горіха грецького в локальному, регіональному та континентальному масштабах свідчать про мінливість за роками дат сезонного розвитку та врожайності, що пов'язано з мінливістю кліматичних показників (Chmielewski, & Rötzer, 2001; Lobell, Cahill, & Field, 2007; García-Mozo, Mestre, & Galán, 2010; Campoy, Ruiz, & Egea, 2011; Assessing..., 2022; World of change..., 2022; Manthos et al., 2023).

Актуальність дослідження полягає у важливості встановлення сезонних особливостей росту й розвитку *Juglans regia*, що є необхідною умовою для виявлення сучасних фенологічних ритмів його кращих форм і сортів, оцінювання їхньої адаптаційної спроможності, а також можливості прогнозування врожаю та особливостей вирощування горіхових плантацій у Правобережному Лісостепу.

Мета дослідження – вивчення сезонних особливостей розвитку сортів горіха грецького з урахуванням варіабельності кліматичних показників.

Методичні підходи (Methodological approaches). Об'єкт дослідження – процеси перебігу основних фаз сезонного розвитку *Juglans regia*

в кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України. **Предмет дослідження** – визначення термінів сезонного розвитку сортів горіха грецького та феноамплітуди.

Фенологічні спостереження за деревами *Juglans regia* здійснювали впродовж 2019-2021 рр. за загальноприйнятими методиками (Шовган, 1998) з фіксуванням чотирьох фаз і 17 підфаз розвитку генеративних і вегетативних органів на трьох пробних площах, які було закладено у плантаційному, полезахисному і лісовому насадженнях. Під час закладання пробних площ відбирали найкращі для проведення досліджень ділянки за наявності на них не менше 30 екземплярів горіха грецького. Під час фенологічних спостережень відстежували такі фази розвитку: вегетативну, цвітіння, плодоношення, завершення вегетації. При цьому фіксували дати масового настання фенофази, тобто дату перебування понад 50% дослідних рослин у певній фазі розвитку.

У вегетативній фазі розвитку виокремлювали дати масового набубнявіння бруньок, розпускання бруньок, початку й завершення росту пагонів, появи листків та їхнього повного розвитку. Фазу цвітіння поділяли на три підфази: початок (10% рослин), масове (понад 90% рослин) і завершення.

Під час фіксування дат настання фази плодоношення відзначали початок зав'язування плодів, появу першого стиглого плоду, масове дозрівання плодів, початок та опадання всіх плодів. У фазі завершення вегетації відстежували початок забарвлення листків, початок та завершення опадання листя. Для дати настання кожної фенофази розраховували суму активних (CAT 5°C, CAT 10°C) і суму ефективних (CET 5°C) температур за даними метеостанції м. Вінниця за загальноприйнятими методичними рекомендаціями (Kolotii et al., 2015; Дрозд, Яйлимова, 2022). Фенологічні спостереження здійснювали від першої декади березня до третьої декади листопада. Для побудови феноспектра розвитку рослин ділянку оглядали впродовж перших п'яти місяців двічі на тиждень, а починаючи із липня – один раз на 5-7 діб.

Дослідження здійснювали на трьох об'єктах: полезахисне насадження горіха грецького (дослідна ділянка № 3; Крижопільський район Вінницької обл.; 48°14'16.0"N 28°38'46.9"E); лісове насадження горіха грецького (ділянка №2; філія «Крижопільське лісове господарство» Вінницької обл.; 48°16'08.9"N 28°37'21.7"E); плантаційне насадження горіха грецького (ділянка №1; Крижопільський район Вінницької обл.; 48°15'43.4"N 28°36'56.8"E). Плантаційне насадження *Juglans regia* створене із сортів 'Вебу 6' та 'Єфрем 1' у 2018 році. Дослідна плантаційна ділянка створена із районованого садивного матеріалу, вирощеного у Барському районі Вінницької області (рис. 1).

Сорт 'Вебу 6' представлений невисокими деревами – 50-річні екземпляри сягають висоти 5-6 м. Середня врожайність становить 5,4 т/га, а середній урожай з одного дерева в період найвищого плодо-

ношення – 45 кг. Сорт характеризується середньою силою росту, розлогою кроною, напівлатеральним типом плодоношення і подовженим цвітінням. Цей сорт (рис. 2, а) дає великий вихід ядра – 52-56%. У зав'язі переважно по два видовжених плоди з тонкою шкаралупою. Дозрівання плодів рівномірне – з 15 до 30 вересня. Середня маса горіха становить 14-16 г. Легко лушиться. Урожайність одного 16-річного дерева становить 30-36 кг. Починає плодоносити з четвертого року. Сорт самозапилює, що забезпечує високу врожайність за різних погодних умов. За 9-бальною шкалою має такі характеристики: зимостійкість – 9, посухостійкість – 9, виповненість горіха – 9, легкість видалення ядра – 9, дегустаційна оцінка – 8, стійкість проти шкідників: горіхової попелиці – 9, горіхової молі – 8; стійкість проти збудників хвороб: бурій плямистості – 8, чорної плямистості – 8. Знімальна стиглість настає в середньому після 157 діб, вміст жиру становить 68,4%, білка – 15,6%, вуглеводів – 5,9%.

Сорт 'Єфрем 1' має такі характерні ознаки. Представлений середніми за силою росту деревами, має напівлатеральний тип плодоношення, середньостиглий з великими плодами. Цей сорт дає великий вихід ядра – 51%. У зав'язі переважно по 2-3 плоди. Плоди яйцеподібні, з тонкою шкаралупою. Дозрівання плодів рівномірне, відбувається у третій декаді вересня. Середня врожайність становить 3,5 т/га, середня маса горіха – 19 г. Легко лушиться.

ся. Починає плодоносити з п'ятого року, має короткотривале цвітіння. Самозапилює, що дає змогу підтримувати врожайність за різних погодних умов.

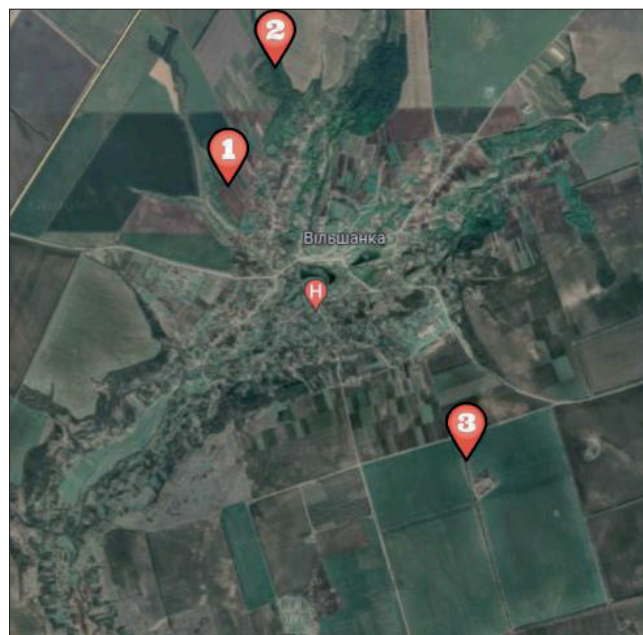


Рис. 1. Географічне розташування дослідних ділянок

Fig. 1. Geographical location of trial plots
(взято із сайту: <https://www.google.com.ua/maps/place/Вільшанка,+Вінницька+область,+24624>)



а



б

Рис. 2. П'ятирічне дерево сорту 'Вебу 6' (а) та чотирирічне дерево сорту 'Єфрем 1' (б)

Fig. 2. A five-year-old tree of the 'Vebu 6' variety (а) and a four-year-old tree of the 'Efrem 1' variety (б)

За 9-бальною шкалою має такі характеристики: зимостійкість – 9; посухостійкість – 8; виповненість – 9; твердість шкаралупи – 8; легкість видалення ядра – 9; дегустаційна оцінка – 8; стійкість проти шкідників: горіхової попелиці – 9, горіхової молі – 8; стійкість проти збудників хвороб: бу-

рої плямистості – 8, чорної плямистості – 8 (див. рис. 2, б). Знімальна стиглість настає в середньому через 131 добу, вміст жиру – 71,5%, вміст білка – 19,5%, вміст вуглеводів – 6,8% (Охорона прав на сорти рослин ..., 2019). Динаміку фенологічних фаз горіха грецького на території Правобережного

Лісостепу встановлено на основі середньорічних дат їх настання і тривалості та визначення надійного інтервалу, який характеризує лабільність фенофаз.

Результати (Results). Дані фенологічних спостережень упродовж 2019-2021 рр. у регіоні дослідження дали змогу визначити дати настання окремих фенофаз у різних умовах вирощання. Врахувавши їхні амплітуди, було створено фенологічні спектри розвитку горіха грецького для плантаційних, полезахисних і лісових умов на території Правобережного Лісостепу.

Ритмічність сезонного росту і розвитку горіха грецького у плантаційному насадженні, а також у лісових та полезахисних насадженнях у 2019-2021 рр. тісно пов'язана з факторами навколишнього природного середовища, зокрема із сумами активних та ефективних температур. В умовах регіону першими розпочинають вегетацію дерева го-

ріха грецького у плантаційних, а дещо пізніше – у полезахисних насадженнях. Різниця між середніми, найбільш ранніми і найбільш пізніми датами настання фенофаз у плантаційних і полезахисних насадженнях виявилась не суттєвою і становила в середньому 3-4 доби. Найпізніше розпочинають вегетацію рослини у лісових фітоценозах; різниця між настанням фенофаз у плантаційних і лісових насадженнях була чітко виражена і становила 12-14 діб. Загалом вегетація дерев горіха грецького розпочинається у першій половині квітня у плантаційних насадженнях і полезахисних смугах, коли цьому сприяють метеорологічні умови та нагромадження додатних середньодобових температур; за несприятливих умов цей процес може затриматись до кінця квітня. Графічну інтерпретацію основних фенофаз росту і розвитку *Juglans regia* на пробних площах наведено у вигляді феноспектра (рис. 3).

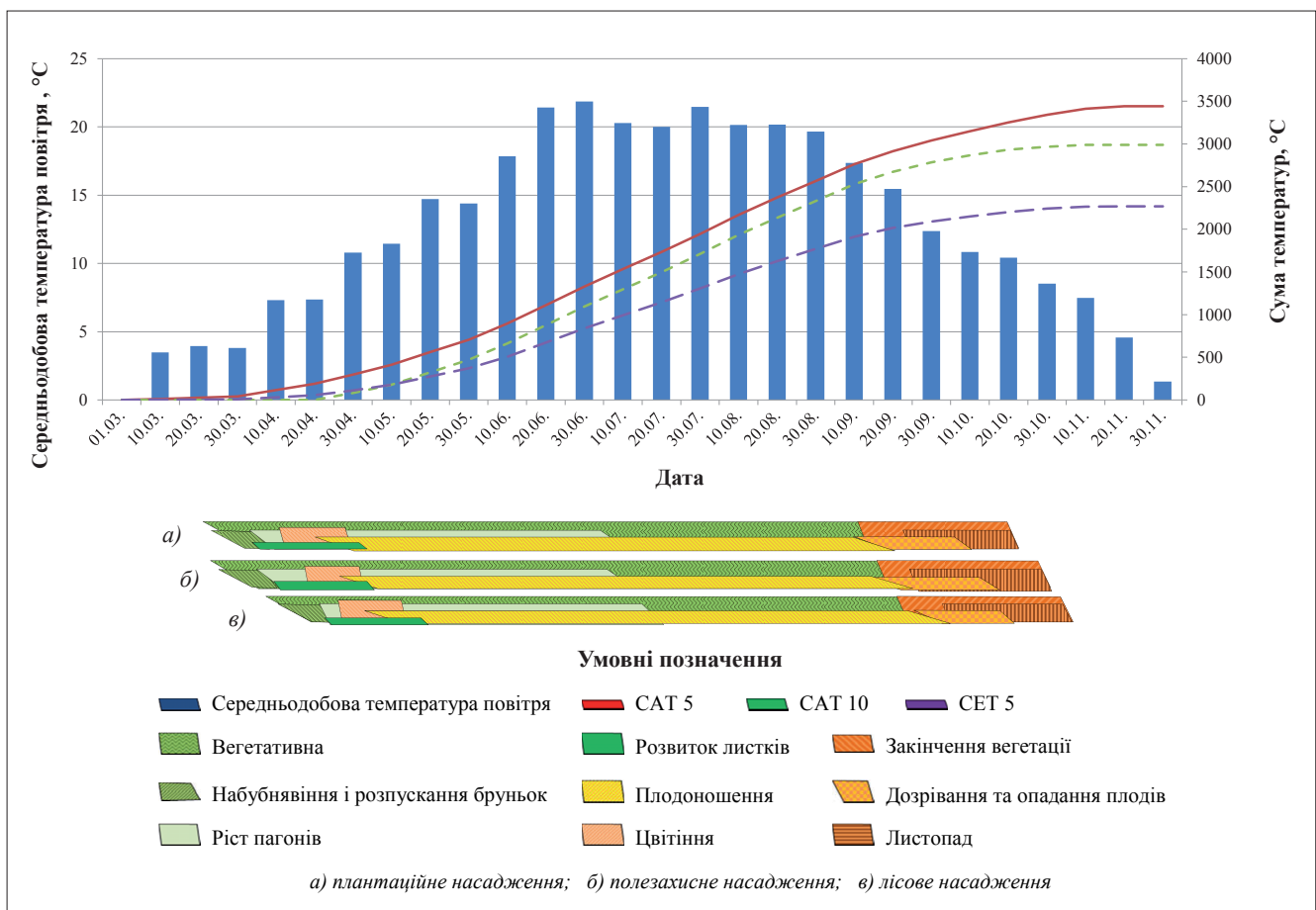


Рис. 3. Феноспектр основних фенологічних фаз росту та розвитку горіха грецького (Правобережний Лісостеп, 2019-2021 рр.)

Fig. 3. Phenospectrum of the main phenological phases of walnut growth and development (Right-bank Forest-Steppe, 2019-2021)

Фенологічна амплітуда масового набубнявіння вегетативних бруньок у плантаційних і полезахисних насадженнях, порівняно з лісовими умовами, становить 13 діб, генеративних бруньок – 12 діб, початку фенофази масового розкривання вегетативних і генеративних бруньок – 14 діб (див. рис. 4, а). Це явище можна пояснити широкою варіабель-

ністю погодних умов впродовж досліджуваних років, а також різними умовами росту горіха грецького на пробних площах.

Після завершення фази масового набубнявіння у горіха грецького розпочинався ріст листків (див. рис. 4, б): у плантаційних умовах ця фенофаза розпочиналася 25 квітня, у лісових насадженнях –

5 травня. Фенологічна амплітуда настання фенофази становить 11 діб. Повне формування листків у досліджуваного виду триває до 16 травня у полезахисних насадженнях і до 30 травня – у лісових. Феноамплітуда для цієї фенофази становить 15 діб.

Початок росту пагонів (див. рис. 4, с) зафіксовано через 5-6 діб після початку росту листків, тобто

з 30 квітня в умовах плантації, 2 травня для полезахисних насаджень і 13 травня – у лісових умовах. Тривалість росту пагонів на плантації спостерігали до середини липня (16.07), а ріст пагонів у лісових умовах завершився 25 липня. Фенологічна амплітуда настання фенофази початку росту пагонів становить 14, а завершення росту пагонів – 10 діб.

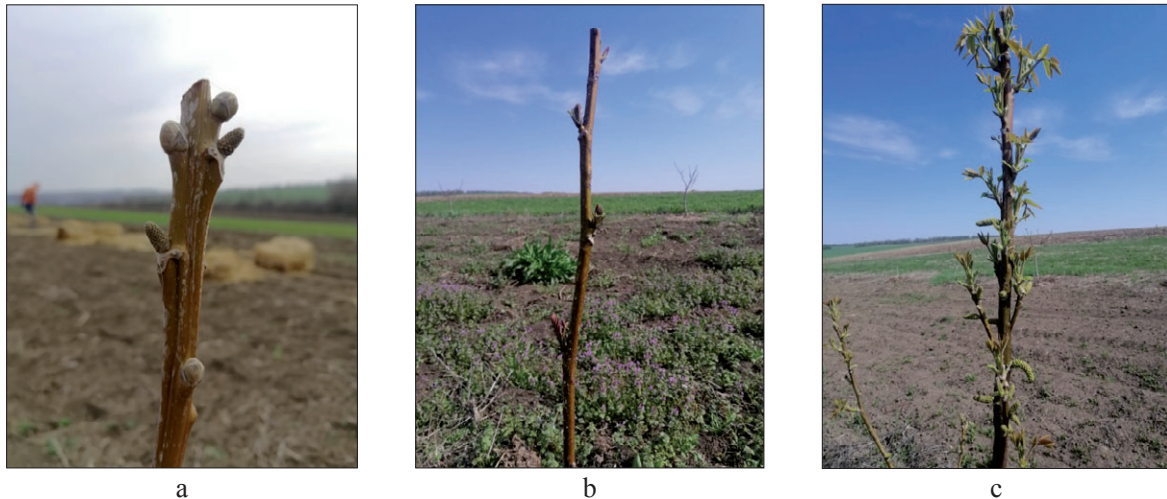


Рис. 4. Масове бубнявіння бруньок (а), початок росту листків (b) та початок росту пагонів і розпускання листків (с)
Fig. 4. Mass swelling of buds (a), the beginning of leaf growth (b) and the beginning of shoot growth and foliation (c)

Варто зазначити, що фаза цвітіння у горіха грецького розпочинається з процесу початку продукування чоловічими квітками пилку (див. рис. 5, а) і завершується засиханням маточок у жіночих квіток. У плантаційному насадженні початок цвітіння тичинкових квіток спостерігали 30 квітня, маточкових – 5 травня; масове цвітіння тичинкових квіток – 2 травня, маточкових – 9 травня; завершення цвітіння тичинкових квіток – 6 травня та маточкових квіток – 14 травня.

У полезахисних насадженнях початок цвітіння відбувся із затримкою на чотири доби. Початок

цвітіння у тичинкових квіток розпочався 4 травня, маточкових – 7 травня; масове цвітіння тичинкових квіток відбувалось 7 травня, а маточкових квіток – 10 травня; завершення цвітіння тичинкових квіток спостерігали 11 травня, а маточкові квітки завершили цвітіння 16 травня. У лісових умовах фаза цвітіння мала наступні фенодати: цвітіння тичинкових квіток розпочалось 12 травня, маточкових – 15 травня; масове цвітіння тичинкових квіток зафіксували 16 травня, маточкових – 12 травня (див. рис. 5, b); завершення цвітіння тичинкових квіток – 21 травня та маточкових квіток – 25 травня.

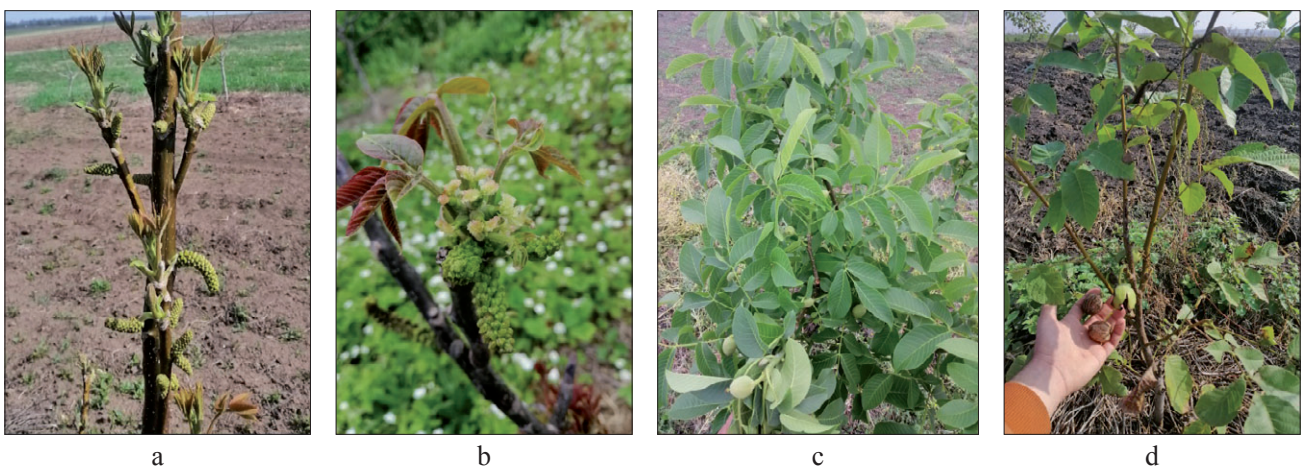


Рис. 5. Початок цвітіння тичинкових квіток (а), цвітіння маточкових квіток (b), ріст плодів (с), дозрівання і збір плодів (d)

Fig. 5. Initial blossom of staminate flowers (a), flowering of pistil late flowers (b), fruit growth (c), ripening and harvesting of fruits (d)

Фаза цвітіння у горіха грецького триває близько двох тижнів, але часова різниця для кожної її фенофази становить: початок цвітіння чоловічих квіток – 12 діб, жіночих – 11 діб; масове цвітіння у чоловічих квіток – 14, у жіночих – 11 діб; завершення цвітіння чоловічих квіток має феноамплітуду 15 діб і жіночих квіток – 12 діб.

Починаючи із майже середини фази цвітіння, горіх грецький плавно переходить у наступну фенологічну фазу – плодоношення (див. рис. 5, с). Ця фаза у досліджуваного виду охоплює такі підфази: початок зав'язування плодів спостерігали 10 травня у плантаційних, 13 травня – у полезахисних та 20 травня – у лісових умовах; масове дозрівання плодів на пробній площі в умовах плантації розпочалося 13 вересня, у полезахисних умовах – 17 вересня, а на пробній площі у лісових умовах – 25 вересня; початок та опадання усіх плодів у плантаційних умовах спостерігали 18 вересня і 7 жовтня, у полезахисних насадженнях – 19 вересня і 10 жовтня, а в лісових насадженнях, відповідно – 1 і 10 жовтня.

Феноамплітуда для наведених вище підфаз становить: початок зав'язування плодів – 11 діб, масове дозрівання плодів – 13 діб, початок опадання плодів – 13 діб і опадання всіх плодів – 10 діб.

Для дозрівання плодів (див. рис. 5, d) горіха грецького потрібна сума додатних температур близько 3000°C. В умовах дослідного регіону на час фіксації фенофази масового дозрівання плодів сума активних температур (САТ 5°C) становила 2913, сума активних температур (САТ 10°C) – 2685 і сума ефективних температур (СЕТ 5°C) – 2026. Ця фаза відзначається значною тривалістю – близько 4,5 місяці.

Завершення вегетації триває впродовж півтора місяця. Початок зміни забарвлення листкових пластинок випереджає орієнтовно на один тиждень дозрівання плодів, що вочевидь можна пояснити пріоритетним надходженням поживних речовин до генеративних органів, зокрема для формування плодів. Феноамплітуда для цієї фенофази становить 10 діб. Початок опадання листків має феноамплітуду, залежно від умов зростання, 9 діб, а завершення листопаду – 11 діб. Міжфазний період між початком зміни забарвлення листків і до повного їх опадання триває півтора місяця.

Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду на території Правобережного Лісостепу України в умовах кліматичних змін у плантаційному і полезахисному насадженнях становить 183 доби, а у лісових насадженнях – до 186 діб (див. рис. 3). Рівень сезонних ритмів *Juglans regia*, який закріплений у генотипі рослин, не виходить за межі тривалості вегетаційного періоду, незважаючи на кліматичні зміни у регіоні.

Отже, динаміка настання фенофаз, терміни початку і тривалість фенологічних циклів у деревного виду постійно піддані впливу сезонних змін погодних умов, а також і кліматичних змін загалом. Горіх грецький адаптується до цих змін, частково змінюючи ритміку свого росту і розвитку.

Дискусія (Discussion). Континентальні кліматичні умови, які притаманні для більшої частини території України із частими пізньовесняними приморозками, можуть пошкодити не лише квіти, але й молоді пагони на початку їх розвитку. Тому раннє розпускання бруньок є обмежувальним фактором для промислового вирощування горіха грецького на усій території держави (Щепотьєв та ін., 1987; Бадалов, 1995; Меженський, 2020). Отже, дослідження фенологічних особливостей деяких сортів є єдиним обґрунтованим вибором для оцінювання можливостей промислового вирощування горіха грецького в Україні. Зміни у фенологічному розвитку рослин є кращою і найбільш чутливою ознакою для розуміння можливих біологічних наслідків глобальної зміни клімату, оскільки довготривалий зв'язок між термінами проходження певних фенофаз і температурою повітря до початку настання цих фаз можна пояснити реакцією рослин на глобальне потепління.

Фенологічні моделі дають змогу спрогнозувати підвищення середньої температури взимку та ранньою весною, що спричиняє раннє розпускання листків і цвітіння горіха грецького, підвищує ризик пошкодження рослин пізніми приморозками.

Прогнозоване глобальне підвищення температури може спричинити зміни у циклі розвитку деревних рослин загалом. Дослідження, проведені на території Словенії у 2009 р., виявили впродовж двох десятиліть (1984-2006 рр.) тенденції до більш раннього початку розпускання бруньок двох сортів грецького горіха («Franquette» і «G-139»), що спричинювало пришвидшення розвитку навесні. Настання фази розпускання бруньок тісно корелювало з весняною температурою повітря (Črepinšek et al., 2009).

Опираючись на дані літературних джерел (Lobell et al., 2006; Jackson, & Jenkins, 2012; Assessing..., 2022) та проаналізувавши особливості температурного режиму регіону досліджень, можна стверджувати про наявність загальної тенденції щодо підвищення середньої температури повітря у Правобережному Лісостепу. Такі зміни клімату під час вирощування горіха грецького створюють додатковий ризик пошкодження рослин пізніми весняними приморозками, особливо за умови, коли зима була порівняно м'якою.

За результатами фенологічних спостережень, проведених впродовж 1960-1969 рр., тривалість вегетаційного періоду в умовах Лісостепу України була помітно меншою і становила в середньому 165 діб (Гришко-Богменко, 1969). Дослідження О.М. Абоїмової (2020) в умовах Лісостепу України впродовж 2015-2018 рр. показали, що тривалість вегетаційного періоду для деревних рослин роду *Juglans* L. помітно збільшилася і становить на сьогодні 173-195 днів. У межах наших досліджень підтверджено тенденцію до збільшення тривалості вегетаційного періоду на території Правобережного Лісостепу України, який становив 183 доби для плантаційних насаджень і 186 діб для лісових, що

узгоджується як з останніми літературними даними, так і з тривалістю вегетаційного періоду в регіоні загалом.

Дослідження Ф. Л. Щепотьєва та ін. (1987) підтверджують, що в Лісостепу України основний ріст пагонів *Juglans regia* відбувався з початку травня і припинявся до третьої декади липня. Також нами встановлено, що пагони деревного виду в довжину ростуть переважно у травні, а, починаючи з другої декади червня, ріст у довжину поступово сповільнюється, натомість посилюється ріст за діаметром.

Результати досліджень вказують, що *Juglans regia* має тривалий період зимового спокою, що може бути однією з особливостей цього деревного виду серед плодкових. Виявлена різниця між найбільш ранніми і найбільш пізніми датами настання фенологічних фаз свідчить про наявність генетично визначеного інтервалу часу й більшу необхідну суму ефективних температур для успішного розвитку горіха грецького у мінливих погодних умовах. До подібного висновку дійшли інші дослідники (Soleimani et al., 2019). Їхніми дослідженнями також підтверджено факт, що рослини виду *Juglans regia* мають високу адаптивну спроможність до глобальних кліматичних змін, а також існування впливу самого генотипу на перебіг фенологічних фаз. Отже, проведені дослідження підтверджують, що рівень сезонних ритмів горіха грецького закріплений у генотипі деревної рослини і не виходить за межі тривалості вегетаційного періоду навіть в період глобальних кліматичних змін.

Висновки (Conclusions). Середня тривалість вегетаційного періоду *Juglans regia* на території Правобережного Лісостепу України становить 183 доби для плантаційних насаджень та 186 діб – для лісових умов. Рівень сезонних ритмів деревного виду, який закріплений у генотипі рослин, не виходить за межі тривалості вегетаційного періоду, який через глобальні кліматичні зміни збільшився. Цей фактор свідчить про екологічну валентність і адаптивність виду до глобальної зміни клімату в умовах Правобережного Лісостепу.

Кліматичні умови Правобережного Лісостепу сприятливі для масового вирощування сортів горіха грецького – ‘Вебу 6’ та ‘Єфрем 1’. Фенологічні ритми дослідних сортів повністю відповідають тривалості вегетаційного періоду на території досліджуваного регіону. Настання кожної вегетаційної фази тісно пов’язане з генетично визначеним інтервалом часу, а сезонні ритми розвитку цих сортів є виявом їхньої адаптації до навколишнього середовища. Цей аспект є доволі важливим з урахуванням постійних змін у кліматі та довкіллі, що може суттєво впливати на вирощування сортів горіха грецького.

Загалом сорти ‘Вебу 6’ та ‘Єфрем 1’ мають вагомий перспективи для широкого впровадження в умовах Правобережного Лісостепу. Отримані результати дають змогу прогнозувати врожайність та вдосконалювати методи вирощування нових сортів горіха грецького у цьому регіоні.

Список літератури (References)

- Абоїмова, О. М. (2020). Особливості сезонного розвитку видів роду *Juglans* L. в умовах Київського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*, 30(2), 33-37 [Aboimova, O. M. (2020). Features of seasonal development of species of the genus *Juglans* L. in the conditions of Kyiv Polissya. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 30(2), 33-37. <https://doi.org/10.36930/40300206>] (in Ukrainian)
- Бадалов, П. (1995). Селекція гібридів між горіхами маньчжурським та волоським на зимостійкість та високі якості плодів. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 90, 32-35 [Badalov, P. (1995). Breeding hybrids between Manchu and walnut for winter hardiness and high fruit quality. *Forestry and agroforestry*, 90, 32-35] (in Ukrainian)
- Гришко-Богменко, Б. К. (1969). *Биологические особенности видов рода Juglans L. в условиях Лесостепи Украины*: дисс. ... канд. с.-х. наук: 563. Киев: Украинская сельскохозяйственная академия [Grishko-Bogmenko, B. K. (1969). *Biological features of species of the genus Juglans L. in the conditions of the Forest-steppe of Ukraine*. Abstract doctoral dissertation, Ukrainian Agricultural Academy, Kyiv, Ukraine] (in Russian)
- Гуз, М., Гречаник, Р. (2008). Поліморфізм та селекція горіха грецького. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 6, 74-77 [Guz, M., & Grechanik, R. (2008). Polymorphism and selection of walnut. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 6, 74-77. Retrieved from <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/issue/view/17>] (in Ukrainian)
- Дрозд, С. Ю., Яйлимова, Г. О. (2022). Порівняльний аналіз сумарних активних температур за осінньо-зимові вегетаційні періоди 2018-2022 років на території України на основі даних ERA-5. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих учених, 304-307 [Drozd, S. Y., & Yaylymova, G. O. (2022). Comparative analysis of total active temperatures for the autumn-winter growing seasons of 2018-2022 in Ukraine based on ERA-5 data. In *Materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists*, 304-307. Retrieved from https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/54468/1/%28304-307%29_Drozd.pdf] (in Ukrainian)
- Меженський, В. М. (2020). *Волоський горіх (Juglans regia L.)*. Київ: Ліра-К [Mezhenskyj, V. M. (2020). *Walnut (Juglans regia L.)*. Kyiv: Lira-K] (in Ukrainian)
- Охорона прав на сорти рослин: Бюлетень (2019). Український інститут експертизи сортів рослин, вип. 1. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю. [Protection of rights to plant varieties: Bulletin (2019). Ukrainian Institute of of Plant Variety Expertise, Issue 1. Vinnytsia: FOP Korzun D. Y. Retrieved from https://minagro.gov.ua/storage/app/sites/1/buleteny/buleteny_2019/_1_2019.pdf] (in Ukrainian)
- Поліщук, Л. К. (1959). *Волоський горіх на Україні*. Київ: Вид-во Київ. ун-ту [Polishchuk, L. K. (1959). *Walnut in Ukraine*. Kyiv: Kyiv University Publishing House] (in Ukrainian)

- Статистичний щорічник України (2020). Київ: Державна служба статистики України [Statistical Yearbook of Ukraine (2020). In I. Verner (Ed.) State Statistics Service of Ukraine. Kyiv. Retrieved from https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/11/Yearbook_2020.pdf] (in Ukrainian)
- Тыж, Р.М., Антонюк, Н.М. (1984). *Скороплодная и обыкновенная формы ореха грецкого*. Киев: Наукова думка [Tyzh, R.M., & Antoniuk, N.M. (1984). *Early-fruiting and ordinary forms of walnut*. Kyiv: Scientific thought] (in Russian)
- Швиденко, А.И., Цыганков, П.А. (1978). *Культура черного ореха*. Львов: Изд-во Львов. ун-та «Вища школа» [Shvidenko, A.I., & Tsygankov, P.A. (1978). *Culture of black walnut*. Lviv: Publishing House of Lviv University Higher School] (in Russian)
- Шовган, А.Д. (1998). *Фенологічні спостереження за деревними рослинами*. Львів: УкрДЛТУ [Shovhan, A.D. (1998). *Phenological observations of woody plants*. Lviv: Ukrainian State Forestry University] (in Ukrainian)
- Щепотьєв, Ф.Л., Павленко, Ф.А., Ріхтер, О.А. (1987). *Горіхи*. Київ: Урожай [Shchepotiev, F.L., Pavlenko, F.A., & Richter, O.A. (1987). *Nuts*. Kyiv: Harvest] (in Ukrainian)
- Assessing the Global Climate in 2021 (2022). National Centers for Environmental Information (NCEI). Retrieved from <https://www.ncei.noaa.gov/news/global-climate-202112>
- Campoy, J.A., Ruiz, D., & Egea, J. (2011). Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. *Scientia Horticulturae*, 130(2), 357-372. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.07.011>
- Chmielewski, F.M., & Rötzer, T. (2001). Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108(2), 101-112. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(01\)00233-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(01)00233-7)
- Črepinšek, Z., Solar, M., Štampar, F., & Solar, A. (2009). Shifts in walnut (*Juglans regia* L.) phenology due to increasing temperatures in Slovenia. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84(1), 59-64. <https://doi.org/10.1080/14620316.2009.11512480>
- García-Mozo, H., Mestre, A., & Galán, C. (2010). Phenological trends in southern Spain: A response to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(4), 575-580. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.01.023>
- Jackson, R., & Jenkins, A. (2012). Vital signs of the planet: global climate change and global warming: uncertainties. California Institute of Technology: Earth Science Communications Team at NASA's Jet Propulsion Laboratory.
- Kolotii, A., Kussul, N., Shelestov, A., Skakun, S., Yailymov, B., Basarab, R., ... Ostapenko, V. (2015). Comparison of biophysical and satellite predictors for wheat yield forecasting in Ukraine. ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XL-7/W3, 39-44. Retrieved from <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xl-7-w3-39-2015>
- Lenda, M., Knops, J.H., Skórka, P., Moroń, D., & Woyciechowski, M. (2017). Cascading effects of changes in land use on the invasion of the walnut *Juglans regia* in forest ecosystems. *Journal of Ecology*, 106(2), 671-686. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12827>
- Lobell, D.B., Cahill, K.N., & Field, C.B. (2007). Historical effects of temperature and precipitation on California crop yields. *Climatic Change*, 81(2), 187-203. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9141-3>
- Lobell, D.B., Field, C.B., Cahill, K.N., & Bonfils, C. (2006). Impacts of future climate change on California perennial crop yields: Model projections with climate and crop uncertainties. *Agricultural and Forest Meteorology*, 141(2-4), 208-218. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.10.006>
- Manthos, I., Rouskas, D., Sotiropoulos, T., & Botu, M. (2023). Description of Two Promising Walnut (*Juglans regia* L.) Selections with Lateral Bud Fruitfulness and Large Nuts. *Horticulturae*, 9(7), 820. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9070820>
- Medvecká, J., Jarolínek, I., Hegedúšová, K., Škodová, I., Bazalová, D., Botková, K., & Šibíková, M. (2018). Forest habitat invasions – Who with whom, where and why. *Forest Ecology and Management*, 409, 468-478. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.038>
- Soleimani, A., Rabiei, V., Hassani, D., & Mozafari, M.R. (2019). Phenological characteristics of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes under environmental conditions of Karaj in Iran. *Crop Breeding Journal*, 9(2), 11-22. <https://doi.org/10.22092/cbj.2020.128539.1045>
- World of change: Global temperatures. (2022). NASA Earth Observatory – Home. Retrieved from <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures>

Features of the seasonal development of *Juglans regia* L. in the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine

V. Mahuran¹, L. Osadchuk²

The features of the seasonal development of *Juglans regia* L. in the conditions of the Right-bank Forest-Steppe during the 2019-2021 period were studied, recording fourphases and 17 subphases of the

¹ Volodymyr Mahuran – PhD candidate at the Department of Botany, Wood Science and Non-Wood Forest Products. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. +38-068-040-80-82. E-mail: vol.mahuran20@ntu.lviv.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7786-3874>

² Leonid Osadchuk – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Botany, Wood Science and Non-Wood Forest Products. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: l.osadchuk@ntu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8719-8125>

development of generative and vegetative organs. Trial plots were laid out in walnut plantations, shelterbelts and forest stands of walnut. The purpose of the study was to investigate the seasonal characteristics of the development of walnut varieties taking into account climate changes. During the establishment of the trial plots, the best areas for studies were selected based on the presence of at least 30 walnut specimens on them. During the phenological observations, the following phases of development were monitored: vegetative, flowering, fruiting, and completion of the vegetative phase. In this case, the dates of the beginning, mass onset and completion of the phenophase were recorded.

In the conditions of the Right-bank Forest-Steppe, *Juglans regia* stands are the first to start vegetative phase in the shelterbelts and forest plantations, and the onset of the same phenophases in forest phytocenoses occurs with a phenological interval of 12-14 days. This aspect may be due to the influence of agrotechnical conditions, soil and hydrological characteristics, microclimatic conditions and other factors that determine the development of woody plants in different ecosystems.

The duration of the growing season in the territory of the Right-bank Forest-Steppe for walnut plantations is on average 183 days, and for forest conditions – 186 days. The walnut varieties 'Webu 6' and 'Efrem 1', grown in Vinnytsia region, have a shorter growing season compared to local, American, and European varieties and forms. The same is observed regarding growth and development – the experimental varieties begin to develop faster and complete growth earlier, which characterizes these varieties as quite winter-hardy.

The results obtained also indicate a significant difference between the earliest and the latest dates of the onset of phenological phases in *Juglans regia* in the trial plots. This indicates the important genetic characteristics of this tree species, which determine the required time interval and the amount of effective temperatures for its normal development.

The climatic conditions of the Right-bank Forest-Steppe are favorable for the mass cultivation of the 'Webu 6' and 'Efrem 1' walnut varieties. The phenological rhythms of the experimental varieties fully correspond to the duration of the growing season in the territory of the Right-bank Forest-Steppe. The onset of each vegetative phase is closely related to a genetically determined time interval, and the seasonal rhythms of the development of these varieties are a manifestation of their adaptation to the environment. This aspect is quite important, taking into account climatic changes, which can significantly affect the cultivation of walnut varieties. The phenological development of the varieties 'Webu 6' and 'Efrem 1' does not go beyond seasonal rhythms, therefore they are promising for use in the climatic conditions of the study region.

In general, the varieties 'Webu 6' and 'Efrem 1' have significant prospects for widespread introduction in the conditions of the Right-bank Forest-Steppe. The results obtained make it possible to predict yields and improve methods for growing new varieties of walnut in this region.

Key words: *Juglans regia* L.; phenospectrum; phenological phases; seasonal rhythms; vegetative organs; generative organs; growing season; phenology amplitude.