

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Магуран Володимир Костянтинович

УДК: 630*504: 634.511: 631.541+634.512

ДИСЕРТАЦІЯ

**Лісівничо-селекційні засади вирощування горіха грецького в умовах
Правобережного Лісостепу України**

205 – Лісове господарство
20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ В.К.Магуран

Науковий керівник:
Осадчук Леонід Семенович,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Львів – 2024

АНОТАЦІЯ

Магуран В.К. Лісівничо-селекційні засади вирощування горіха грецького в умовах Правобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 205 – Лісове господарство (20 – Аграрні науки та продовольство). – Національний лісотехнічний університет України, Львів, 2024.

Дисертаційну роботу присвячено дослідженню лісівничих та селекційних особливостей вирощування, захисту і покращенню асортименту горіха грецького шляхом відбору перспективних форм, а також дослідження їх особливостей і розробка науково обґрунтованих технологій для подальшого розмноження на території Правобережного Лісостепу України.

Огляд літературних даних щодо сучасного стану досліджень лісівничо-селекційних особливостей вирощування горіха грецького виявив наступне: біолого-екологічні характеристики виду, морфологічні та біоекологічні особливості, властивості деревини, ураженість комахами та шкідниками, а також його інтродукція й селекція, як в Україні, так і за кордоном, здебільшого вивчалися за межами регіону дослідження та в інших природно-кліматичних зонах. Важливо зазначити, що лісівничі особливості росту дерев горіха грецького та питання його диференціації за формами й сортами в умовах Правобережного Лісостепу залишаються недостатньо вивченими, а що стосується лісівничих аспектів, то поширення горіхових деревостанів в Україні у різних типах лісу не відображено у вітчизняних наукових працях.

Метою дисертаційної роботи є дослідження лісівничо-селекційних особливостей вирощування, захисту, розширення і покращення асортименту горіха грецького шляхом відбору перспективних форм, а також їх дослідження і розробка науково обґрунтованих технологій для подальшого розмноження на території Правобережного Лісостепу України.

У ході виконання дисертаційної роботи використані наступні методи досліджень: вивчення, вимірювання та аналізу. Для виконання лісівничо-

таксаційних досліджень деревостанів використано методи описової характеристики пробних площ, перелікової та вибіркової таксації. Дендрохронологічні дослідження та визначення властивостей макроскопічної будови деревини досліджено за стандартними міжнародними методиками. Аналіз фітосанітарного стану насаджень та сезонні особливості розвитку дерев горіха грецького здійснювали методом спостереження та опису явищ. Отримані результати досліджень опрацьовано за допомогою статистичних програм Excel та Statistica 10.0.

Основні результати досліджень. Встановлено, що у досліджуваному регіоні горіх грецький зустрічається у 29 типах лісу, з них у 20 виступає як переважаюча порода та у 24 – як супутня. Розподіл горіхових насаджень в умовах Правобережного Лісостепу за складом свідчить про перевагу насаджень, де участь горіха грецького у складі тільки 1-2 одиниці (52,2 %) від загальної площі. Чисті насадження горіха грецького становлять 16,8 % (291,6 га).

Середній запас насаджень горіха грецького знаходиться в межах 92,8 м³/га; у насадженнях, де горіх є переважаючою породою він коливається в межах 21,0-187,5 м³/га, а у насадженнях, де горіх є супутньою породою – 25,0-121,8 м³/га. Бонітетна структура горіхових насаджень Правобережного Лісостепу свідчить про їх високу продуктивність та якість у відповідності до типологічних умов. Спостерігається практично рівномірне розподілення насаджень за бонітетом: I – 21,4 %, II – 22,2 %, III – 19,6 %, IV – 17,1 %. Насаджень із бонітетом вище I нараховано понад 10,2%. Насадження із дуже низьким бонітетом становлять 3,9%.

За аналізом значень радіального приросту, стандартного відхилення, коефіцієнтів варіації та чутливості, можна виокремити три періодів росту і розвитку, кожен з яких характеризується певними особливостями та умовами для росту рослин. За величиною коефіцієнта чутливості встановлено, що стійкішими є горіхові деревостани, що зростають у лісових умовах. Радіальний приріст горіха грецького при плантаційному вирощуванні показав значний негативний зв'язок із опадами, і навпаки, опади не мали значного впливу на формування приросту за діаметром у дерев, які ростуть у лісових умовах.

Таксаційні показники дерев у плантаційному насадженні переважають лісові відрізняються за висотою дерева, довжиною крони, висотою до початку крони, які статистично достовірні. Середньої тісноти прямолінійний зв'язок щільності деревини у плантаційному деревостані спостерігали із шириною річного кільця ($r=0,61$), обернений із кількістю р.ш. в 1 см ($r=-0,48$) та товщиною кори ($r=-0,49$). У лісових умовах спостерігали прямолінійний зв'язок щільності деревини із діаметром дерева (середньої тісноти $r=0,55$) та шириною крони (помірної тісноти $r=0,38$).

Середня тривалість вегетаційного періоду горіха грецького на території Правобережного Лісостепу України становить 183 доби для плантаційних насаджень та 186 діб – для лісових.

Кліматичні умови Правобережного Лісостепу сприятливі для масового вирощування сортів 'Вебу 6' та 'Єфрем 1' горіха грецького. Фенологічні ритми дослідних сортів повністю відповідають тривалості вегетаційного періоду на території Правобережного Лісостепу.

Результати досліджень енергії проростання показали, що енергія проростання сіянців горіха чорного (81 %) є вищою на 11 % порівняно із сіянцями горіха грецького (70 %). Перші ознаки проростання горіха чорного спостерігалися на 7 днів раніше, ніж у випадку горіха грецького. У порівнянні зі сходами горіха грецького вихід стандартних сіянців горіха чорного був зафіксований на рівні 69 % від загальної кількості сходів, тоді як у сходів горіха грецького цей показник становив лише 12 %. Установлено, що оптимальна глибина сівби насіння для обох видів становить 10 і 13 см, а кращі показники схожості спостерігали у разі сівби насіння "вершиною вверху" – 70 % і "на ребро" – 72 %, що на 24-26 % вище, ніж "вершиною вниз" та "боком у ряду".

Встановлено, що відібрані дослідні сорти горіха грецького, які було щеплено на сіянці горіха чорного, показали приблизно однакове утворення калюсних тканин, крім сорту 'Ве-бу-6'. Це вчергове підтверджує наукові відомості, що не усі сорти горіха грецького можуть брати участь у міжвидових комбінаціях.

Встановлено, що найбільш розповсюдженим захворюванням у насадженнях горіха грецького є бура плямистість (марсоніоз) *Ophiognomonia leptostyla*, яка виявлена на всіх обстежених ділянках. Поширення бурої плямистості становить – 30-43 % у плантаційних насадженнях і 50-63 % у полезахисних і лісових насадженнях горіха грецького. Бактеріоз (бактеріальний опік), спричинений *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, уражає плоди, листки, пагони, гілки та стовбури горіха грецького. Поширення цього захворювання у різних насадженнях від 3,4 до 26,7 %. Ураження листків філостиктозом, збудниками якого є гриби *Phyllosticta juglandis* (*Sphaeria juglandina*) і *P. juglandina* (*Phomopsis juglandina*) у плантаційних насадженнях не перевищувало 8%, а у полезахисних та лісових насадженнях відсоток уражених дерев сягав від 15 до 22%. Поширення білої плямистості (*Pseudomicrostroma juglandis*) переважно становило від 6,6 до 23,3 %. Збудниками стовбурових гнилей дерев горіха грецького на обстежених ділянках є *Inonotus hispidus*, *Polyporus septosporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor*, *T. hirsuta*. Гілки горіха грецького уражають патогени *Cytospora juglandina* та *Nectria cinnabarina*.

Встановлено, що найбільш чисельними шкідниками насаджень *J. regia* у Правобережному Лісостепу є кліщі *Aceria erineae*, *Aceria tristriata* і попелиця горіхова жилкова *Panaphis juglandis*. Лідируюче місце серед комах, за нанесеною шкодою, займають такі види: *Panaphis juglandis*, *Chromaphis juglandicola*, *Cydia pomonella*, *Stictocephala bisonia* та *Hyphantria cunea*. Серед шкідників із колюче-сисним ротовим апаратом найбільш чисельними та шкодочинними є *Panaphis juglandis* і *Chromaphis juglandicola*, а найбільшої шкоди молодим насадженням та однорічним пагонам завдає *Stictocephala bisonia*.

Встановлено, що в ISSR-аналізі, застосовуючи праймери із послідовностями мікросателітних повторів можна здійснювати оцінку внутрішньовидової різноманітності генотипів горіха грецького. У спектрах ампліфікації було отримано 50 ампліконів різної довжини з яких 31 поліморфний та 19 мономорфних. З високим відсотком поліморфності – 94% характеризується

праймер CR-252 (GA)₈CG. Найменший відсоток поліморфності – 65 % у праймера CR-253 (GA)₈GT.

Наукова новизна одержаних результатів. Унаслідок проведення лісівничо-таксаційних, дендрохронологічних, деревинознавчих генетико-селекційних та фітопатологічних досліджень горіхових деревостанів Правобережного Лісостепу вперше було: встановлено площу поширення горіха грецького у Правобережному Лісостепі, який розповсюджений на 1729,7 га, а його загальний запас становить 160,44 тис. м³; досліджено лісівничо-таксаційну структуру насаджень горіха грецького в умовах Правобережного Лісостепу, який зустрічається у 29 типах лісу, з них у 20 є як переважаюча порода та у 24 – як супутня. Найпоширенішим типом лісу за участю горіха грецького є свіжа грабова діброва, який охоплює 1108,5 га (64,1%); досліджено коливання радіального приросту горіха грецького в умовах Правобережного Лісостепу у зв'язку із змінами кліматичних умов, зокрема, за характером мінливості радіального приросту, стандартного відхилення, коефіцієнтів варіації та чутливості, виокремлено три періоди росту й розвитку, кожен з яких характеризується певними особливостями та умовами росту рослин, а також встановлено "реперні" роки із переважаючим приростом (1997, 2007 та 2022 рр.) та з мінімальним приростом (2005, 2008, 2013, 2016, 2020 та 2021 рр.), під час яких ширина річних кілець деревини відрізнялась на 30-110% від попереднього року; встановлено, що ISSR-праймери із послідовностями мікросателітних повторів CR-250 (GA)₈TC, CR-251 (CA)₈TG, CR-252 (GA)₈CG, та CR-253 (GA)₈GT придатні для оцінки внутрішньовидової різноманітності генотипів горіха грецького; встановлено властивості та морфометричні показники стовбурної деревини горіха грецького, які у плантаційному насадженні переважають показники лісових насаджень за товщиною кори, шириною заболоні, середньою шириною річного кільця та щільністю деревини; вдосконалено технологічні методи раціонального розмноження сортів 'Вебу' 6' та 'Єфрем 1' горіха грецького, для яких кліматичні умови Правобережного Лісостепу сприятливі для масового вирощування.

Практичне значення одержаних результатів. Одержано наукові результати щодо оцінки видового складу патогенів і шкідників та їх впливу на фітосанітарний стан плантаційних, полезахисних і лісових насаджень горіха грецького на території Правобережного Лісостепу України. Запропоновано вести моніторинг поширення фітофагів і збудників хвороб горіха грецького з врахуванням фенологічних маркерів, також встановлено оптимальні періоди проведення захисних заходів і профілактичних обробок. Відібрані гібридні форми горіха грецького, які характеризуються високою зимостійкістю, стійкістю до захворювань, високим плодоношенням, яке є регулярним навіть у несприятливі роки. Підходи встановлення спадкових (генетичних) властивостей садивного матеріалу горіха грецького та визначення його фітопатологічної зараженості і ентомологічної заселеності використовують у лісогосподарській практиці для підвищення продуктивності плантаційного вирощування. А відомості про якісні характеристики деревини горіха – у навчальних дисциплінах "Деревинознавство" та "Лісове товарознавство" для підготовки фахівців освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 187 "Деревообробні та меблеві технології" та 205 "Лісове господарство", а також особливості фенологічного розвитку та відбору перспективних форм для плантаційного вирощування у навчальній дисципліні "Недеревні ресурси лісу" за спеціальністю 205 "Лісове господарство".

Ключові слова: Таксаційні (діаметр, висота, повнота, запас) та біометричні показники; деревостан; сума активних температур; кількість опадів; фенологічний та сезонний розвиток; полезахисні лісові смуги; плантаційні насадження; формування продуктивних насаджень; схожість, енергія проростання та класи якості насіння; стійкість до хвороб та шкідників; моніторинг санітарного стану; архітектоніка та анатомо-морфологічна будова кореневих систем; представники роду *Juglans L.*

ABSTRACTS

Mahuran V.K. Forestry and breeding principles of growing walnut in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine — Qualification scientific work on the rights of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 20 "Agricultural Sciences and Food", specialty 205 "Forestry." — National Forestry University of Ukraine, Lviv, 2024.

The dissertation is devoted to the study of silvicultural and breeding features of growing, protecting and improving the range of walnut by selecting promising forms, as well as researching their features and developing scientifically sound technologies for further reproduction in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

A review of the literature on the current state of research on silvicultural and breeding features of walnut cultivation revealed the following: biological and ecological characteristics of the species, morphological and bio-ecological features, wood properties, insect and pest damage, as well as its introduction and selection, both in Ukraine and abroad, were mostly studied outside the study region and in other natural and climatic zones. It is important to note that the silvicultural features of walnut tree growth and the issue of its differentiation by forms and varieties of the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe remain insufficiently studied, and as for silvicultural aspects, the distribution of walnut stands in Ukraine in different forest types is not reflected in domestic scientific works.

The purpose of the dissertation is to study the silvicultural and breeding features of growing, protecting, expanding and improving the range of walnut trees by selecting promising forms, as well as their research and development of scientifically sound technologies for further propagation in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The following research methods were used in the course of the dissertation: study, measurement, and analysis. To perform silvicultural and taxation studies of stands, the methods of descriptive characterization of sample areas, enumeration and selective taxation were used. Dendrochronological studies and determination of the properties of the macroscopic structure of wood were carried out according to standard

international methods. The analysis of the phytosanitary condition of plantations and seasonal features of walnut trees development was carried out by the method of observation and description of phenomena. The obtained research results were processed using the statistical programs Excel and Statistica 10.0.

Main research results. It has been established that in the studied region walnut is found in 29 forest types, of which 20 are the predominant species and 24 are associated. The distribution of walnut plantations in the Right-Bank Forest-Steppe by composition indicates the predominance of plantations with only 1-2 units (52.2%) of the total area. The net plantations of walnut make up 16.8% (291.6 ha).

The average stock of walnut plantations is within 92.8 m³/ha; in plantations where walnut is the predominant species, it ranges from 21.0-187.5 m³/ha, and in plantations where walnut is an accompanying species - 25.0-121.8 m³/ha. The walnut plantations of the Right-Bank Forest-Steppe have a high productivity and quality in accordance with the typological conditions. There is an almost uniform distribution of plantations by bonitet: I - 21.4%, II - 22.2%, III - 19.6%, IV - 17.1%. Plantations with a grade above I account for more than 10.2%. Plantations with a very low bonus make up 3.9%.

Based on the analysis of the values of radial growth, standard deviation, coefficients of variation and sensitivity, three periods of growth and development can be distinguished, each characterized by certain features and conditions for plant growth. According to the value of the sensitivity coefficient, it was found that walnut stands growing in forest conditions are more stable. The radial growth of walnut under plantation cultivation showed a significant negative relationship with precipitation, and vice versa, precipitation did not have a significant effect on the formation of diameter growth in trees growing in forest conditions.

The taxonomic indicators of trees in the plantation prevailed over the forest ones differed in tree height, crown length, height to the beginning of the crown, which were statistically significant. A medium-intensity straightforward relationship of wood density in the plantation stand was observed with the width of the annual ring ($r=0.61$), inversely with the number of annual rings per 1 cm ($r=-0.48$) and bark thickness ($r=-$

0.49). In forest conditions, we observed a straightforward relationship between wood density and tree diameter (medium density $r=0.55$) and crown width (moderate density $r=0.38$).

The average duration of the growing season of walnut in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine is 183 days for plantations and 186 days for forest plantations.

The climatic conditions of the Right-Bank Forest-Steppe are favorable for the mass cultivation of 'Vebu 6' and 'Yefrem 1' walnut varieties. The phenological rhythms of the experimental varieties fully correspond to the duration of the growing season in the Right-Bank Forest-Steppe.

The results of the germination energy studies showed that the germination energy of black walnut seedlings (81%) was 11% higher than that of walnut seedlings (70%). The first signs of germination of black walnut were observed 7 days earlier than in the case of walnut. In comparison with the walnut seedlings, the yield of standard black walnut seedlings was recorded at 69 % of the total number of seedlings, while in the case of walnut seedlings this figure was only 12 %. It was found that the optimal depth of sowing seeds for both species is 10 and 13 cm, and the best germination rates were observed in the case of sowing seeds "top up" - 70% and "on the edge" - 72%, which is 24-26% higher than "top down" and "side by side".

It was found that the selected experimental varieties of walnut, which were grafted onto black walnut seedlings, showed approximately the same formation of callus tissues, except for the variety 'Vebu-6'. This once again confirms the scientific evidence that not all walnut varieties can participate in interspecific combinations.

It was found that the most common disease in walnut plantations is brown spotting (marsonia) *Ophiognomonia leptostyla*, which was found in all surveyed areas. The distribution of brown spotting is 30-43% in plantation and 50-63% in field protection and forest plantations of walnut. Bacteriosis (bacterial burn) caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* affects the fruits, leaves, shoots, branches and trunks of walnut. The prevalence of this disease in different plantations ranges from 3.4 to 26.7%. Leaf damage by *Phyllosticta juglandis* (*Sphaeria juglandina*) and *P. juglandina* (*Phomopsis juglandina*) in plantation stands did not exceed 8%, and in field

protection and forest plantations the percentage of affected trees ranged from 15 to 22%. The prevalence of white spotting (*Pseudomicrostroma juglandis*) mostly ranged from 6.6 to 23.3%. The causative agents of stem rot of walnut trees in the surveyed areas are *Inonotus hispidus*, *Polyporus septosporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor*, *T. hirsuta*. The branches of walnut are affected by the pathogens *Cytospora juglandina* and *Nectria cinnabarina*.

It has been established that the most numerous pests of *J. regia* plantations in the Right-Bank Forest-Steppe are *Aceria erineae*, *Aceria tristriata* and walnut veined aphid *Panaphis juglandis*. The following species are the most damaging among insects: *Panaphis juglandis*, *Chromaphis juglandicola*, *Cydia pomonella*, *Stictocephala bisonia* and *Hyphantria cunea*. Among the pests with a spiny-sucking mouthparts, *Panaphis juglandis* and *Chromaphis juglandicola* are the most numerous and harmful, and *Stictocephala bisonia* causes the greatest damage to young plantations and annual shoots.

It was found that in the ISSR analysis, using primers with microsatellite repeat sequences, it is possible to assess the intraspecific diversity of walnut genotypes. In the amplification spectra, 50 amplicons of different lengths were obtained, of which 31 were polymorphic and 19 were monomorphic. The primer CR-252 (GA)8CG was characterized by a high percentage of polymorphism - 94%. The lowest percentage of polymorphism is 65% for primer CR-253 (GA)8GT.

Scientific novelty of the results. As a result of forestry-taxation, dendrochronological, wood science genetic, selection and phytopathological studies of walnut stands in the Right-Bank Forest-Steppe, the following was first established: the area of distribution of walnut in the Right-Bank Forest-Steppe, which is spread over 1729.7 hectares, and its total stock is 160.44 thousand. m³; investigated the silvicultural and taxation structure of walnut plantations in the Right-Bank Forest-Steppe, which occurs in 29 forest types, of which 20 are the predominant species and 24 are associated. The most common forest type with walnut trees is fresh hornbeam oak forest, which covers 1108.5 ha (64.1%); fluctuations in the radial growth of walnut in the Right-Bank Forest-Steppe due to changes in climatic conditions were studied, in

particular, by the nature of the variability of radial growth, standard deviation, coefficients of variation and sensitivity, three periods of growth and development were distinguished, each of which is characterized by certain features and conditions of plant growth, and "reference" years with a predominant increase (1997, 2007 and 2022) were established.) and with minimal growth (2005, 2008, 2013, 2016, 2020 and 2021), during which the width of annual growth), during which the width of annual wood rings differed by 30-110% from the previous year; it was found that ISSR primers with microsatellite repeat sequences CR-250 (GA)₈TC, CR-251 (CA)₈TG, CR-252 (GA)₈CG, and CR-253 (GA)₈GT are suitable for assessing the intraspecific diversity of walnut genotypes; the properties and morphometric parameters of walnut stem wood, which in plantation plantations are superior to those of forest plantations in terms of bark thickness, sapwood width, average annual ring width and wood density, were determined; technological methods of rational propagation of walnut varieties 'Vebu' 6' and 'Yefrem 1', for which the climatic conditions of the Right-Bank Forest-Steppe are favorable for mass cultivation, were improved.

Practical significance of the results. Scientific results were obtained on the assessment of the species composition of pathogens and pests and their impact on the phytosanitary condition of plantation, field protection and forest plantations of walnut in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. It is proposed to monitor the spread of phytophages and pathogens of walnut with regard to phenological markers, and the optimal periods for protective measures and preventive treatments are established. The hybrid forms of walnut characterized by high winter hardiness, disease resistance, and high fruiting, which is regular even in unfavorable years, were selected. Approaches to establishing the hereditary (genetic) properties of walnut planting material and determining its phytopathological infestation and entomological population are used in forestry practice to increase the productivity of plantation cultivation. And information on the qualitative characteristics of walnut wood is used in the disciplines "Wood science" and "Forest commodity science" for the training of bachelor's degree specialists in the specialty 187 "Woodworking and furniture technologies" and 205 "Forestry", as well as features of phenological development and selection of promising

forms for plantation cultivation in the discipline "Non-wood forest resources" in the specialty 205 "Forestry".

Keywords: Taxation indicators (diameter, height, completeness, stock) and biometric indices; stand; sum of active temperatures; amount of precipitation; phenological and seasonal development; protective forest strips; plantation plantings; formation of productive stands; germination, germination energy, and seed quality classes; disease and pest resistance; sanitary condition monitoring; architecture and anatomical-morphological structure of root systems; representatives of the genus *Juglans* L.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових наукових виданнях України

1. Mahuran, V., & Osadchuk, L. (2023). Особливості сезонного розвитку *Juglans regia* L. у Правобережному Лісостепу України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, (25), 113-121. <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/412308>

2. Магуран, В. К., & Крамарець, В. О. (2024). Фітосанітарний стан насаджень *Juglans regia* L. на території Правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 34(3), 71-80. <https://doi.org/10.36930/40340309>

3. Maguran, V., & Osadchuk, L. (2024). Використання підщеп горіха чорного для створення високопродуктивних плантаційних насаджень горіха грецького. *Наукові доповіді НУБіП України*, 0(2/108). doi:[http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.021](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.021)

Krynytskyu, H., Korol, M., Lavnyu, V., Kovaleva, V., Kramarets, V., Krynytska, O., & Mahuran, V. (2023). Лісівничо-екологічні особливості поширення та підвищення біотичної стійкості соснових лісостанів в умовах Львівського регіону. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, (25), 87-97. <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/412306>.

Тези і матеріали наукових конференцій

1. Магуран, В. (2021). Особливості інтегрованої системи захисту для *Juglans regia* L. *Матеріали П'ятої Всеукраїнської науково-практичної конференції "Євроінтеграція екологічної політики України"*. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2023. 552 с., 10, 530.

2. Магуран, В., & Осадчук, Л. (2021). Особливості догляду за ґрунтом при створенні плантації горіха грецького. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції "Лісівнича освіта і наука: стан, проблеми та перспективи розвитку"*. Малин: МЛТК, 2021, с. 288.

3. Магуран, В. (2019) Плантаційне вирощування горіха грецького в умовах ДП "Крижопільське лісове господарство" *Матеріали 71-ої студентської науково-практичної конференції* / Редкол.: С.І. Миклуш (відп. ред.) та ін. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2019. – 102 с.

4. Магуран, В. (2021). Особливості щеплення горіха грецького як один із способів його розмноження. *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. європейськи досвід і перспективи, Львів: ЛДУБЖД, 2021, с. 156.*

5. Магуран, В. (2023) Основні хвороби та шкідники *juglans regia* l. на поділлі. *Матеріали 72-ої науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2022-2023 роках* / Редкол.: С.І. Миклуш (відп. ред.) та ін. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2023. – 100 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	18
ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ЛІСІВНИЧО-СЕЛЕКЦІЙНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОЩУВАННЯ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО (<i>JUGLANS REGIA L.</i>)	27
1.1. Морфологічні та біоекологічні особливості <i>J. regia</i>	27
1.2. Приріст та властивості деревини горіха грецького	33
1.3. Ураженість горіха грецького комахами та шкідниками	35
1.4. Інтродукція та селекція <i>J. regia</i> в світі та Україні	36
1.5. Особливості плантаційного вирощування <i>J. regia</i> в Україні та за кордоном	43
1.6. Використання корисних властивостей горіха грецького	50
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	53
2.1. Умови проведення досліджень	53
2.2. Об'єкти досліджень	57
2.2. Методи проведення досліджень	57
РОЗДІЛ 3. ПОШИРЕННЯ, ЛІСІВНИЧО-ТАКСАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ФЕНОРОЗВИТОК ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	66
3.1. Лісівничо-таксаційна структура насаджень горіха грецького у Правобережному Лісостепу України	66
3.2. Динаміка радіального приросту горіха грецького	79
3.3. Вплив кліматичних чинників на формування радіального приросту деревини	89
3.4. Властивості деревини горіха грецького при плантаційному вирощуванні та в лісових умовах	101

3.5. Особливості сезонного розвитку <i>J. regia</i> у Правобережному Лісостепу України.....	106
---	-----

РОЗДІЛ 4. РОЗМНОЖЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО	116
---	-----

4.1. Насінне розмноження горіха грецького	117
4.2. Вегетативне розмноження горіха грецького	121
4.3. Особливості архітекtonіки кореневої системи та росту сіянців...	125
4.4. Вплив способів догляду за ґрунтом на ріст горіха грецького та переваги мікоризованого садивного матеріалу	128
4.5. Створення схеми змішування і запилення плантації	133
4.6. Основні заходи захисту плантаційних горіхових насаджень.....	137

РОЗДІЛ 5. СЕЛЕКЦІЙНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ СТІЙКИХ НАСАДЖЕНЬ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО	145
--	-----

5.1. Фітосанітарний стан насаджень горіха грецького в Правобережному Лісостепу України	146
5.2. Виділення перспективних форм для розмноження і селекції у регіоні дослідження	157
5.3. Застосування ISSR-аналізу для внутрішньовидової диференціації генотипів горіха грецького.....	163

ВИСНОВКИ.....	176
---------------	-----

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	180
---------------------------------	-----

ДОДАТКИ.....	208
--------------	-----

ДОДАТОК А.....	209
----------------	-----

ДОДАТОК Б	211
-----------------	-----

ДОДАТОК В.....	213
----------------	-----

ДОДАТОК Г	236
-----------------	-----

ДОДАТОК Д.....	237
----------------	-----

ДОДАТОК Е	241
-----------------	-----

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

В ₁ -Д	- сухий дубовий субір
В ₂ -дС	- свіжий дубово-сосновий субір
Д ₁ -гД	- суха грабова діброва
Д ₁ -клД	- суха чорнокленова діброва
Д ₂ -гБк	- свіжа грабова бучина
Д ₂ -г-б-Д	- свіжа грабово-берестова діброва
Д ₂ -гД	- свіжа грабова діброва
Д ₂ -г-яД	- свіжа грабово-ясенева діброва
Д ₂ -к-лД	- свіжа кленово-липова діброва
Д ₃ -г-б-Д	- волога грабово-берестова діброва
Д ₃ -гД	- волога грабова діброва
Д ₃ -пД	- волога пакленова діброва
Д ₄ -Влч	- сирий чорновільховий груд
С ₁ -Д	- суха судіброва
С ₁ -ДЕ	- суха діброва еродована
С ₁ -дС	- сухий дубово-сосновий сугруд
С ₁ -скД	- суха скумпієва судіброва
С ₁ -кДЕ	- суха кленова судіброва еродована
С ₁ -пД	- суха пакленова судіброва
С ₂ -гД	- свіжа грабова судіброва
С ₂ -г-сД	- свіжа грабово-соснова судіброва
С ₂ -гДЕ	- свіжа грабова судіброва еродована
С ₂ -г-д-С	- свіжий грабово-дубо-сосновий сугруд
С ₂ -г-сД	- свіжа грабово-соснова судіброва
С ₂ -Д	- свіжа судіброва
С ₂ -л-дС	- свіжий липово-дубово-сосновий сугруток
С ₃ -гД	- волога грабова судіброва
С ₃ -г-дС	- волога грабово-дубова судіброва

C ₃ -Г-сД	- волога грабово-соснова судіброва
B ₁	- сухі субори
B ₂	- свіжі субори
C ₁	- сухі сугруди
C ₂	- свіжі сугруди
C ₃	- вологі сугруди
D ₁	- сухі груди
D ₂	- свіжі груди
D ₃	- вологі груди
D ₄	- сирі груди
CAT	- сума активних температур
CET	- сума ефективних температур
Гхг	- горіх грецький
Гхч	- горіх чорний
ДСТУ	- Державний стандарт України
ПЛР	- полімеразна ланцюгова реакція
ТЛУ	- Типи лісорослинних умов
RAPD	- випадково ампліфікована поліморфна ДНК
ISO	- Міжнародна організація зі стандартизації (International Organization for Standardization)
ISSR	- повторення між простими послідовностями - inter-simple sequence repeat
SSR	- повторення простих послідовностей -simple sequence repeats

ВСТУП

Актуальність теми. Горіх грецький є цінним видом родини *Juglandace*, який має великий попит на внутрішньому і зовнішньому ринках, проте не має значного поширення у промислових насадженнях через недостатню кількість досліджень його генофонду, біологічних особливостей росту та розвитку. За даними FAO впродовж останніх десятиліть Україна відзначалася як один із провідних виробників плодів грецьких горіхів, підтверджуючи свої міцні позиції експортного потенціалу. За період з 1994 по 2022 роки країна демонструвала стабільний та впевнений ріст виробництва, яке щороку становило понад 87,2 тисяч тонн. На сьогодні, Україна посідає 7-е місце у світі з вирощування грецьких горіхів і займає чільне місце серед країн Європи. Це свідчить про високий потенціал та ефективність та високий рівень продуктивності сортів горіха грецького та застосування інноваційних підходів у його вирощуванні (FAO, 2023).

Плантації грецького горіха не тільки приносять значні економічні вигоди, але й надають важливі екологічні послуги (Stamps, et all., 2009). У пошуках сприяння росту дерев і врожаю плодів на плантаціях грецького горіха більшість досліджень зосереджено на боротьбі з бур'янами, удобренні та зрошенні (Goodman, et all., 2013), проміжних культурах (Querné, et all, 2017; Clark, Hemery, & Savill, 2008; Paris, Cannata & Olimpieri, 1995) та проріджуванні (Sorg, et all., 2016). Вивчались зимостійкість та посухостійкість рослин як одних з лімітуючих факторів при інтродукції рослин (Абоїмова, та ін., 2022; Абоїмова & Левон, 2019).

Однак, існує дуже мало досліджень про те, як лісівничо-селекційними методами підвищити ріст дерев і врожайність саджанців грецького горіха при плантаційному вирощуванні горіха грецького у Лісостепу України. Необхідна комплексна оцінка успішності інтродукції представників роду *Juglans* та виділення з них найстійкіших до абіотичних і біотичних чинників і цінних для практичного використання. Багаторічний досвід таких науковців як Бойко Т.О. (2019), Дроник Н.І. (2015), Меженський В.М. (2018), Ф. Л. Щепотьев (1987),

В. М. Жадан (1987), П. П. Бадалов (1979) показує, що ґрунтово-кліматичні умови сприяють вирощуванню плантаційних насаджень у регіоні Правобережного Лісостепу України.

У зв'язку з цим постає проблема комплексного вивчення існуючого генофонду, можливості виділення цінних форм, застосування ефективних методів боротьби з хворобами та шкідниками, створення нових сортів, пристосованих до місцевих ґрунтово-кліматичних умов, розробки та вдосконалення технологічних прийомів їх розмноження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі ботаніки, деревинознавства та недеревних ресурсів лісу Національного лісотехнічного університету України впродовж 2020-2024 рр. і входила до проєкту НФДУ: "Лісівничі та молекулярно-генетичні засади підвищення біотичної стійкості деревостанів сосни звичайної в контексті адаптації до змін клімату та антропогенного навантаження", № державної реєстрації 2021.01/0184.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є дослідження лісівничо-селекційних особливостей вирощування, захисту, розширення і покращення асортименту горіха грецького шляхом відбору перспективних форм, а також їх дослідження і розробка науково обґрунтованих технологій для подальшого розмноження на території Правобережного Лісостепу України.

Відповідно до поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

- дослідити лісотипологічну структуру та поширення горіха грецького у насаджень у Правобережного Лісостепу України;
- встановити радіальні прирости та властивості деревини у регіоні досліджень;
- дослідити сезонні особливості вегетації та плодоношення дерев горіха грецького з урахуванням кліматичних змін та визначити тривалість вегетаційного розвитку в умовах Правобережного Лісостепу України;
- дослідити та вдосконалити існуючі технологічні методи найбільш раціонального розмноження місцевих сортів і форм горіха грецького;

- дослідити формове різноманіття та здійснити відбір найцінніших та перспективних форм, пристосованих до місцевих природно-кліматичних умов для подальшого розмноження та впровадження у виробництво;
- розробити методику молекулярно-генетичного аналізу для диференціації генотипів горіха грецького за участю ISSR-праймерів та проаналізувати її ефективність для визначення генетичної відповідності заявленого сорту саджанців горіха грецького, які реалізуються на ринку;
- здійснити аналіз фітосанітарного стану насаджень у регіоні дослідження горіха грецького та запропонувати заходи із його покращення.

Об'єкт дослідження – плантаційні та лісові насадження горіха грецького в умовах Правобережного Лісостепу.

Предмет дослідження – особливості лісотипологічної структури, формового різноманіття, способів розмноження та вирощування горіха грецького.

Методи дослідження. У ході виконання дисертаційної роботи використані наступні методи досліджень: вивчення, вимірювання та аналізу. Для виконання лісівничо-таксаційних досліджень деревостанів використано методи описової характеристики пробних площ, перелікової та вибіркової таксації. Дендрохронологічні дослідження та визначення властивостей макроскопічної будови деревини досліджено за стандартними міжнародними методиками. Аналіз фітосанітарного стану насаджень та сезонні особливості розвитку дерев горіха грецького здійснювали методом спостереження та опису явищ. Отримані результати досліджень опрацьовано за допомогою статистичних програм Excel та Statistica 10.0.

Наукова новизна одержаних результатів. Унаслідок проведення лісівничо-таксаційних, дендрохронологічних, деревинознавчих генетико-селекційних та фітопатологічних досліджень горіхових деревостанів Правобережного Лісостепу: *вперше*:

- встановлено площу поширення горіха грецького у Правобережному Лісостепі, який розповсюджений на 1729,7 га, а його загальний запас становить 160,44 тис. м³;

досліджено лісівничо-таксаційну структуру насаджень горіха грецького в умовах Правобережного Лісостепу, який зустрічається у 29 типах лісу, з них у 20 є як переважаюча порода та у 24 – як супутня. Найпоширенішим типом лісу за участю горіха грецького є свіжа грабова діброва, який охоплює 1108,5 га (64,1%);

- досліджено коливання радіального приросту горіха грецького в умовах Правобережного Лісостепу у зв'язку із змінами кліматичних умов, зокрема, за характером мінливості радіального приросту, стандартного відхилення, коефіцієнтів варіації та чутливості, виокремлено три періоди росту й розвитку, кожен з яких характеризується певними особливостями та умовами росту рослин, а також встановлено "реперні" роки із переважаючим приростом (1997, 2007 та 2022 рр.) та з мінімальним приростом (2005, 2008, 2013, 2016, 2020 та 2021 рр.), під час яких ширина річних кілець деревини відрізнялась на 30-110% від попереднього року.

- встановлено, що ISSR-праймери із послідовностями мікросателітних повторів CR-250 (GA)₈TC, CR-251 (CA)₈TG, CR-252 (GA)₈CG, та CR-253 (GA)₈GT придатні для оцінки внутрішньовидової різноманітності генотипів горіха грецького, високим відсотком поліморфності (94 %) характеризується праймер (GA)₈CG, а найменшим – (65 %) виявив праймер (GA)₈GT.

набули подальшого розвитку:

- досліджено сезонні особливості розвитку дерев горіха грецького з урахуванням кліматичних змін. Середня тривалість вегетаційного розвитку горіха грецького на території Правобережного Лісостепу України становить 183 доби для плантаційних насаджень та 186 діб – для лісових умов. Рівень сезонних ритмів *J. regia*, який закріплений у генотипі рослин, не виходить за межі тривалості вегетаційного періоду Правобережного Лісостепу, який через глобальні кліматичні зміни збільшився.

- встановлено властивості та морфометричні показники стовбурної деревини горіха грецького, які у плантаційному насадженні переважають показники лісових насаджень за товщиною кори, шириною заболоні, середньою шириною річного кільця та щільністю деревини.

- вдосконалено технологічні методи раціонального розмноження сортів 'Вебу' 6' та 'Єфрем 1' горіха грецького, для яких кліматичні умови Правобережного Лісостепу сприятливі для масового вирощування.

Практичне значення одержаних результатів. Одержано наукові результати щодо оцінки видового складу патогенів і шкідників та їх впливу на фітосанітарний стан плантаційних, полезахисних і лісових насаджень горіха грецького на території Правобережного Лісостепу України. Запропоновано вести моніторинг поширення фітофагів і збудників хвороб горіха грецького з врахуванням фенологічних маркерів, також встановлено оптимальні періоди проведення захисних заходів і профілактичних обробок. Відібрані гібридні форми горіха грецького, які характеризуються високою зимостійкістю, стійкістю до захворювань, високим плодоношенням, яке є регулярним навіть у несприятливі роки. Підходи встановлення спадкових (генетичних) властивостей садивного матеріалу горіха грецького та визначення його фітопатологічної зараженості і ентомологічної заселеності використовують у лісогосподарській практиці для підвищення продуктивності плантаційного вирощування. А відомості про якісні характеристики деревини горіха – у навчальних дисциплінах "Деревинознавство" та "Лісове товарознавство" для підготовки фахівців освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 187 Деревообробні та меблеві технології та 205 Лісове господарство, а також особливості фенологічного розвитку та відбору перспективних форм для плантаційного вирощування у навчальній дисципліні "Недеревні ресурси лісу" за спеціальністю 205 Лісове господарство (див. Додаток Е).

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційна робота є результатом комплексних лісівничо-таксаційних, селекційних та генетично-молекулярних досліджень, які виконано та опрацьовано особисто автором на кафедрі ботаніки, деревинознавства та недеревних ресурсів лісу Національного лісотехнічного університету України. Здобувачем сформульовано мету, завдання та проведено експериментальні вимірювання. Запропоновано способи вирощування горіха грецького шляхом використання саджанців на підщепах горіха чорного,

визначено плюсові дерева за господарсько-цінними ознаками. Встановлено залежність радіального приросту від кліматичних умов та таксаційних характеристик насадження. Встановлено фіто санітарний стан насаджень та особливості поширення хвороб та шкідників горіха грецького. Підібрано праймери із послідовностями мікросателітних повторів ISSR-аналізу для оцінювання внутрішньовидової різноманітності генотипів горіха грецького. Ряд польових досліджень та лабораторних вимірювань проведено за участю наукового керівника, доктора сільськогосподарських наук, професора Л.С. Осадчука. Основні результати досліджень здобувач висвітлив у чотирьох наукових фахових статтях.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій базується на ґрунтовному аналізі лісівничо-таксаційної структури та поширення горіха грецького, особливостей формування радіального приросту та показників макроструктури деревини, сезонні особливості вегетаційного розвитку та морфологічних ознак дерев горіха грецького з урахуванням кліматичних змін. Здійснено порівняння отриманих результатів досліджень з даними вітчизняних та зарубіжних дослідників. Значну кількість досліджень здійснено з використанням міжнародно-визнаних наукових методик та сучасного програмного забезпечення.

Апробація результатів дисертації. Основні положення результатів дисертаційної роботи заслухано та обговорено на 5–ти наукових конференціях: "Особливості інтегрованої системи захисту для *Juglans regia* L." *Матеріали П'ятої Всеукраїнської науково-практичної конференції "Євроінтеграція екологічної політики України"*. Одеса: Одеський державний екологічний університет (2023); "Особливості догляду за ґрунтом при створенні плантації горіха грецького" *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції "Лісівнича освіта і наука: стан, проблеми та перспективи розвитку"*. Малин: МЛТК (2021); "Плантаційне вирощування горіха грецького в умовах ДП "Крижопільське лісове господарство" *Матеріали 71-ої студентської науково-практичної конференції, Львів : РВВ НЛТУ України (2019);* Особливості

щеплення горіха грецького як один із способів його розмноження. *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. європейський досвід і перспективи, Львів: ЛДУБЖД, (2021); "Основні хвороби та шкідники *juglans regia* l. на поділлі". Матеріали 72-ої науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2022-2023 роках, Львів : РВВ НЛТУ України (2023).*

Публікації. Результати досліджень висвітлено у 9 наукових працях, з яких 4 – у провідних наукових фахових виданнях та 5 – у матеріалах конференцій.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків та рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел, який містить 267 найменувань, з них 214 іноземними мовами та шести додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 243 сторінках комп'ютерного тексту, в тому числі 159 сторінок основного тексту, 33 таблиці та 39 рисунків. Обсяг додатків становить 36 сторінок.

РОЗДІЛ 1.

СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ЛІСІВНИЧО-СЕЛЕКЦІЙНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОЩУВАННЯ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО (*JUGLANS REGIA* L.)

1.1. Морфологічні та біоекологічні особливості *J. regia*

Рід *Juglans* L. (родина *Juglandaceae* A.Rich. ex Kunth) налічує від 7 до 45 видів, залежно від таксономічного дослідження (Wani et al., 2016; Абоїмова, 2021). Рослини роду *Juglans* були віднесені до 4 секцій відповідно до морфології листкових, квіткових та плодових ознак. Це секції *Rhysocaryon* Dode., секція *Cardiocaryon* Dode. , секція *Trachycaryon* Dode. та секції *Juglans* Dode. (син. секція *Dioscaryon*) (Manning, 1978; Angiosperm Phylogeny Group, 2016; Dong et al., 2017). До секції *Juglans* Dode. належать два культурні види грецького горіха: *J. Regia* L., що поширений від південно-східної Європи до Китаю та Гімалаїв, і *J. sigillata* Dode., поширений в Юньнані, Гуйчжоу, Сичуані та Тибеті на південному заході Китаю (Dong et al., 2017).

Juglans regia, перський горіх, англійський горіх, карпатський горіх, горіх Мадейри, або царський горіх – є економічно дуже важливим видом, який цінується як за плоди (несправжні кістянки, горіхи), так і за привабливу високоякісну деревину (de Rigo et al., 2016). *Juglans regia* L. – це велике листяне дерево, що сягає у висоту 25-35 м, а максимальний діаметр стовбура – до 2 м та зазвичай доживає до 100-200 років, хоча є відомості, що деякі екземпляри доживають і 1000 років (Fernández-López et al., 2001; Mohni et al., 2009).

При дослідженні філогенетичних зв'язків всередині роду *Juglans* L. застосовують молекулярні методи для розкриття еволюційних взаємозв'язків між його видами. Рід *Juglans*, що належить до родини *Juglandaceae*, включає в себе такі види: грецький горіх (*Juglans regia*), чорний горіх (*Juglans nigra*), пекан (*Carya illinoensis*), а також інші. Дослідження, проведені Арадхья та співавторами у 2007 р., використовували молекулярні методи для аналізу ДНК та розбудови філогенетичних дерев. Ці дослідження дали можливість краще

зрозуміти еволюційні зв'язки між різними видами горіхів та їхнім спільним предком (рис. 1.1).

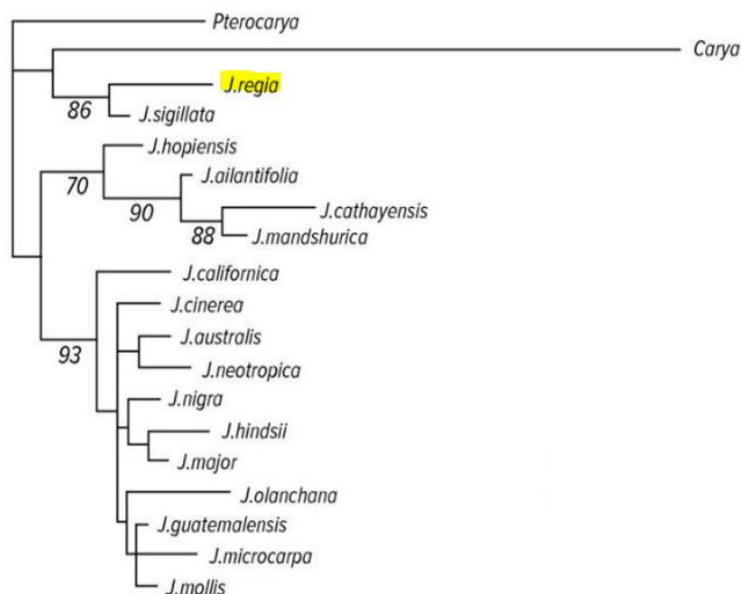


Рис. 1.1. Дендрограма філогенетичних зв'язків всередині роду *Juglans* L. за аналізом ДНК (Aradhya, 2007)

Результати досліджень підтвердили існування великої різноманітності видів всередині роду *Juglans* та вказують на різні генетичні взаємозв'язки між його видами. Це дозволяє краще розуміти еволюційні процеси, які лежать в основі розвитку горіхів та їх споріднених видів, а дослідження філогенетичних зв'язків у роді *Juglans* відкриває нові перспективи для подальших досліджень в галузі генетики, філогенії та біології рослин. Також ці дослідження мають важливе значення для збереження біорізноманіття та розвитку сільського господарства.

Відомі різновиди у горіха грецького як деревного виду, з гірсько-висотними ареалами. Біологічні форми горіха відрізняються за енергією росту, довговічністю, репродуктивною здатністю (форми горіха грецького, що починають рано плодоносити). Також, фенологічні форми у горіха грецького відрізняються за строками проходження фенофаз, тривалістю росту пагонів і вегетації, циклів формування плодів і насіння (форми з різними строками досягання плодів). При генетико-селекційному напрямку науковці прагнуть посилити формотвірний процес для отримання мутантних форм з цінними

ознаками горіха (Щепотьев, 1987; Меженський, 2018; Абоїмова & Левон, 2019; Абоїмова, та ін., 2022).

За вибагливістю до інтенсивності освітлення горіх належить до світлолюбних видів. За теплолюбністю, відповідно до класифікації розробленої П. С. Погребняком (1968 р.), горіх належить до теплолюбних деревних видів. Відповідно до класифікації деревних порід за санітарно-гігієнічними властивостями горіх належить до видів, які затримують пил. За трофністю (відношенням до ґрунтових умов) горіх належить до евторофів або мегатрофів.

Молоді дерева мають глибоку кореневу систему з розгалуженим стрижневим коренем. У перший рік росту стрижневий корінь може вирости від 50 до 80 см і до 3-5 м у наступні роки, залежно від якості ґрунту. Як правило, стрижневий корінь зникає поступово з віком дерева, а бічні корені розвиваються швидко, утворюючи дуже велику і неглибоку кореневу систему, довжина якої може досягати до 12-14 м. Також, коріння горіхів дуже чутливе до зміни водного режиму, а затоплення і посуха негативно впливають на фізіологічні параметри росту (Belloni, & Mapelli, 1999; Wani et al., 2016).

Горіх грецький має сріблясто-сіру кору, гладеньку між глибокими та широкими тріщинами. Листя 20-45 см завдовжки, з 5-9 листочками, причому листочки на верхівці більші порівняно з тими, що біля основи листка. Подрібнені листки мають запах, схожий на запах крему для взуття. Діаметр крони горіха грецького звичайного по відношенню до діаметру стовбура є більший, ніж у будь-якого іншого виду широколистяних дерев, що ростуть у Європі. У молодому віці *Juglans regia* має конічну крону з чітко вираженим верхівковим домінуванням, але пізніше, якщо він перебуває у вільному рості, головне стебло утворює великі гілки і кулясту крону. Форма крони у *Juglans regia* сильно залежить від щільності стебел та видового складу насадження. У чистих насадженнях грецького горіха з низькою щільністю дерев і без штучного обрізування *Juglans regia* має тенденцію до утворення розвилок і великих гілок. (Hemery et al., 2005; Wani et al., 2016).

Рослина запилюється вітром і самосумісна, однак, незважаючи на самосумісність, селекціонери стикаються з труднощами в отриманні достатньої

кількості пилку, коли маточкові квітки сприйнятливі (є рецетивними), через дихогамну природу виду, який має як протоандричні, так і протогінічні типи спарювання. *Juglans regia* L. – однодомний вид, з двома типами квіток на одній рослині: тичинковмісними квітками, згрупованими в суцвіття, звані сережками і маточковмісними квітками, які утворюють жіночі суцвіття. У момент цвітіння жіночі квітки локалізуються на однорічних пагонах, утворених навесні зі змішаних бутонів, які диференціювалися протягом попереднього вегетаційного періоду. Жіночі суцвіття грецького горіха дрібні, волосисті, зелені і без пелюсток, що містять чотири непомітні зелені чашолистки. Залежно від генотипу виду суцвіття складається з 2-3 квіток, середня довжина яких становить 9-12 мм з шириною зав'язі 3-4 мм (Janković et al., 2021; Solhjoo et al., 2023).

Формування жіночих квіток у ранніх сортів починається в першій половині червня, а в пізніх сортів – середина липня і триває 2-10 діб (Мацюк, 2012; Barna & Matsuk, 2012). Тичинкові квітки зібрані у китицях (сережках), зазвичай 10-15 см завдовжки, які з'являються з бічних бруньок на приростах попереднього сезону. Горіх продукує відносно невелику кількість сережок (85-300 шт. на дерево). Кожна сережка складається з 100-160 окремих чоловічих квіток, що містять від 2 до 32 тичинок. Тичинка грецького горіха має коротку нитку (1-2 мм) і двогранник. Залежно від сорту в одному пиляку утворюється від 4720 до 9840 пилкових зерен (Milatović et al., 2020). Також, інколи після нормального цвітіння також спостерігається вторинна хвиля цвітіння вже в період формування плодів. У грецького горіха зазвичай розвиваються одностатеві суцвіття, але при вторинному цвітінні суцвіття можуть складатись із чоловічих, жіночих та гермафродитних квіток (Janković et al., 2013; Опалко & Опалко, 2013; Пинтя, 2016; Сторож, 2021).

Плоди у горіха грецького розвиваються впродовж літа та дозрівають у вересні. Вони являють собою велику несправжню кістянку (горіх) округлої або яйцеподібної форми розміром 4-5 см, покриту зеленим оплоднем із вагою до 18 г (Jaćimović et al., 2020; Bernard et al., 2021). Даль В. І. дав визначення, згідно якого "горіх – деревний плід у твердій міцній шкаралупі", але його думка протеречить

загальному ботанічному розумінню плоду горіха. Соковита частина його оплодня складається з тонкого шару екзокарпію і м'якого шару мезокарпію. Сам м'ясистий оплодень до дозрівання плодів має зелений колір але згодом темніє, розтріскується та підсихає. Тверда шкаралупа є внутрішнім шаром плоду – ендокарпієм. Тому плід горіха ботаніки називають кістянкоподібним або псевдо кістянкою, на відміну від соковитої кістянки – черешні, абрикоса, тощо. В середині ендокарпію є одна насінина без ендосперму, що складається із двох зморшкуватих сім'ядоль, кожна з яких має дві лопаті.

Плоди дозрівають, коли зелена м'ясиста оболонка лопається, горіхи відокремлюються від шкаралупи та починають падати на землю. Деревя грецького горіха починають плодоносити у віці 10-20 років, а хороша врожайність (до 150 кг плодів з дерева) досягається лише з четвертого десятиліття, яка потім знову знижується в старості.

Juglans regia – світлолюбний вид, який демонструє сильний позитивний фототропізм як на молодих, так і на дорослих стадіях. Лише на етапі сходів і в багатому на N_2 ґрунті він є тіньовитривалим (Wani et al., 2016). Для найкращого росту йому потрібно 700-800 мм опадів на рік, які в ідеалі мають бути добре розподілені впродовж року, може переносити період посухи, хоча бажано, щоб кількість опадів не опускалася нижче 100-150 мм протягом вегетаційного періоду. Горіх грецький надає перевагу глибоким, свіжим або вологим багатим на поживні речовини суглинкам і глинистим ґрунтам зі значенням рН від 6 до 7,5 (нейтральний рН). На алювіальних ґрунтах витримує періодичне затоплення (Aas, 2008). Найбільш придатними вважаються леси, чорнозем, буроземи і рендзини (дерново-карбонатні ґрунти). Погано росте і може передчасно гинути на перезволожених, занадто важких, ущільнених і холодних ґрунтах, проте витримує періодичне затоплення на алювіальних ґрунтах. Вид дуже вразливий до бур'янів і чутливий до зими та пізніх весняних заморозків. Його краще пророщувати в м'які зими, що пов'язано зі зміною клімату, коли тепліші зими виявляються сприятливими для його оптимального росту і дозрівання (Gupta et al., 2019).

Основним обмежувальним фактором для вирощування грецького горіха є його сприйнятливість до пізніх заморозків.

Розповсюджуваний птахами та дрібними ссавцями, грецький горіх спонтанно розселяється в листяних лісах, особливо в асоціації з липою, кленом та в'язом (Aas, 2008). Зважаючи, що вид протягом тисячоліть широко культивувався, його природний ареал залишається достеменно невідомим (McGranahan and Leslie 2009). Батьківщиною горіха грецького прийнято вважати регіон, що простягається від Балкан на схід до Західно-Гімалайського ланцюга (Khan al., 2020; Paż-Dyderska et al., 2021; Кучерко & Заморока, 2022). Природні насадження горіха трапляються у змішаних деревостанах або у вигляді розкиданих окремих дерев і дуже рідко – в чистому вигляді (Sagar et al., 2022; Arab et al., 2023).

Грецький горіх був завезений у Західну і Північну Європу дуже рано, в римські часи або раніше. Так, палеонтологічні дані свідчать про те, що *J. regia* траплявся в Західній Європі і на Балканах вже під час останньої льодовикової стадії льодовикових рефугій (Pollegioni et al., 2014), а в Америку – в 17 столітті англійськими колоністами. Сьогодні *J. regia* культивується більше ніж у 60 країнах світу в межах від 30° до 50° північної широти та від 30° до 40° південної широти. Важливими регіонами вирощування горіхів є Франція, Сербія, Греція, Болгарія, Румунія та Угорщина в Європі, Китай в Азії, Південна Каліфорнія в США, Коауїла в Мексиці та Чилі в Латинській Америці. Останнім часом вирощування горіха грецького поширилося на інші регіони, такі як Нова Зеландія та південний схід Австралії (Dandekar et al., 2005; FAOSTAT, 2023).

Горіх грецький традиційно вирощують заради їстівних плодів, які мають велику цінність та через його міцну і приємну на вигляд деревину. Ядра грецького горіха – це багате джерело антиоксидантів, омега-3 жирних кислот, поліфенолів та інших біологічно активних речовин й мають велике значення в харчуванні людини та збереженні здоров'я (Huz & Hrethanyk, 2009; Cambria and Pierangeli, 2012; Croitoru et al., 2019). Згідно з дослідженнями вони складаються з 4 % води, 65 % жирів, 15 % білків і 14 % вуглеводів. Грецькі горіхи використовують у багатьох стравах, від тортів до горіхового морозива, а олію з нього вживають

безпосередньо (без рафінації) для харчових цілей, переважно як заправка для салатів. Олія також використовується в косметичній промисловості як компонент кремів для сухої шкіри, засобів проти зморшок та омолодження. (Martínez et al., 2010).

1.2. Приріст та властивості деревини горіха грецького

Дерева грецького горіха не вирубують, як звичайні породи, а викопують із корінням. Найбільш цінними для виробництва шпону є нижні частини стовбура, так звані горіхові капи, що часто формуються на місцях щеплення завдяки прищепленим саджанцям. Деревина грецького горіха вважається дефіцитною та щорічно користується стабільним попитом у виробництві шпону, меблів, інтер'єрної фурнітури та дрібних дерев'яних предметів. Ця деревина також високо цінується для створення корпусів годинників, музичних інструментів, паркету, рушничних лож, хороших трибун у церковних будівлях, шахових фігур та інших токарних і різьблених виробів. (Bartha, 2001)

Деревина грецького горіха має чудову текстуру (особливо деревина капів), легко обробляється, щільна, міцна, не тріскається (Абоїмова, 2021; Магуран & Крамарець, 2024). Також відомо, що деревина горіха широко використовується в декоративних цілях, а також в меблевій промисловості. Особливо високо цінується у виробництві меблів так звана "капова" деревина, яка завдяки деформації волокон має гарний візерунок на усіх зрізах деревини. Зокрема деревина грецького горіха вважається найціннішою серед деревини помірної зони та придатна для великої кількості продуктів і застосувань. (Vassiliou & Voulgaridis, 2005).

Серцевина грецького горіха – це важка, тверда, відкритозерниста деревина. Свіжозрізана деревина може мати темно-гірчичний колір, який за кілька днів темнішає до коричневого. Висушена деревина має насичений шоколадно-коричневий, темно-сірий або чорний колір, з кремовою або коричневою заболонню і має привабливі візерунки (Peździk et al., 2020; Najafianashrafi et al., 2024).

Кільця річних радіальних приростів дерев є ефективним інструментом для реконструкції попередніх кліматичних умов і створення хронології кільця дерев (Fritts, H.C. (1976); Bradley, R.S. & Jones, P.D., 1992). Цю хронологію деревних кілець можна використовувати для оцінки впливу кліматичних змін на продуктивність лісу, динаміку рослинності, різноманітність рослин і багатство видів. Оскільки накопичення деревної біомаси і, відповідно, продуктивність є результатом синтезу речовин та процесів взаємодії дерев з факторами зовнішнього середовища (Kienast, Wildi. & Brzeziecki, 1998; Saxe, et al., 2001; Sitch, et al., 2003; Thuiller, et al., 2005).

Відомо, що найбільші в світі горіхові ліси, що зустрічаються в природі, розташовані на південному заході Киргизстану (Hemery & Popov, 1998; Venglovsky, 2010), а точніше у Ферганському та Чаткальському хребтах Тянь-Шанської гірської системи. Вони охоплюють понад 631 000 га, включаючи майже 44 900 га чистого горіха грецького (*Juglans regia* L.) (Forest Service, 2020). Ці ліси є цінними носіями високого генетичного різноманіття, а також одним із трьох відомих центрів походження грецького горіха у світі, разом із горіховими лісами в гірських районах Афганістану та Китаю (Vavilov, 1931; Loskutov, 1999). Це всесвітнє значення призвело до того, що в 2016 р. гори Західного Тянь-Шаню були визнані Всесвітньою природною спадщиною ЮНЕСКО.

Зміна клімату становить серйозну загрозу для всіх екосистем, оскільки прогнозується підвищення температури, яке значно перевищує середній глобальний показник. Існує вкрай мало досліджень впливу змін умов навколишнього середовища на ріст грецького горіха (Tyrgotov, et al., 2024). Загалом, у межах України відсутні як відомості про вплив змін клімату на ріст горіха грецького, так і дослідження його чутливості до клімату в часовому вимірі, а також реакції росту на екстремальні та несприятливі природні явища.

Саме кліматичні зміни становлять небезпеку для горіхових лісів у країнах походження виду (Winter et al., 2009). Сценарії глобальної зміни клімату передбачають підвищення температури, яке буде значно вищим середнього глобального рівня (Climate Change 2022), що посилить тиск на екосистеми.

1.3. Ураженість горіха грецького комахами та шкідниками

Незалежно від значущості, вирощуванню *J. regia* загрожують комахи-шкідники та хвороби, які пошкоджують плоди (несправжні кістянки), листки, гілки та стовбур грецького горіха (Нуриева, & Надирова, 2020; Gull, & Rasheed, 2023). Більшість комах-шкідників даного виду живляться листками, гілками та пагонами, що призводить до всихання приростів та опадання плодів (Abbas et al., 2015; Gull et al., 2019). Такі шкідники як горіховий червець (*Cydia pomonella* var. *putaminana*) і пупковий апельсиновий червець (*Amyelois transitella*) живляться плодами та знижують якість врожаю (de Rigo et al., 2016). Серйозним захворюванням є горіхова гниль (*Xanthomonas campestris* pv. *juglandis*), яка іноді спричиняє загибель молодих дерев. Серед грибних патогенів стовбура відзначено види, що належать до родин *Botryosphaeriaceae*, *Diaporthaceae* та родів *Cytospora* і *Phaeoacremonium* (Eichmeier et al., 2020). На листках грецького горіха зафіксовано два види попелиць: *Panaphis juglandis* (Goeze, 1778) та *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach, 1843), які пошкоджують як листки, так і плоди (Magnussen & Hansen, 2014; Aqaverdi & Inqilab, 2018). На бездоглядних та дикорослих деревах горіха виявлено до восьми видів фітосейдових кліщів (*Euseius finlandicus*, *Neoseiulella aceri*, *Neoseiulella tiliarum*, *Typhlodromus pyri*, *Typhlodromus cotoneastri*, *Phytoseius turiacus*, *Amblyseius andersoni*, *Paraseiulus triporus*) (KabičėK, 2010).

В Україні вивченням негативного впливу хвороб та шкідників на насадження горіха грецького займалась низка науковців, серед яких: В. Г. Попов (2009), Ф. Л. Щепотьєв, Ф. А. Павленко та О. А. Ріхтер (1987), Л. Г. Апостолов (1981), І. Мринський (2020) із співавторами та інші. Більшість досліджень виконані у віддалений період часу без врахування особливостей насаджень (плантаційні, лісові, полезахисні), через що виникла необхідність у додаткових дослідженнях.

У Правобережному Лісостепу України шкідлива ентомофауна горіха грецького представлена широким спектром комах і кліщів. Відомо, що в Україні нараховують близько 50 видів комах та 38 хвороб, що здатні пошкоджувати

насадження горіха грецького (Kravets & Adamenko, 2021; Skoreiko, et al., 2020). Розширення площ насаджень цього виду веде до збільшення їхньої чисельності, а також у зв'язку з кліматичними змінами відбуватиметься й поява нових у т. ч. інвазійних видів патогенів та комах-фітофагів (Pokozi, et al., 2010). Великої шкоди горіх грецький зазнає від адвентивних фітофагів, які розповсюджуються на нові території слідом за своїми кормовими рослинами і найчастіше набувають високого інвазійного статусу (Matsiakh, & Kramarets, 2020; Meshkova, Turenko & Bajdyk, 2014).

Погіршення стану насаджень та їх відмирання проявляється там, де: 1) абіотичні та антропогенні чинники середовища ослаблюють дерева і посилюють дію патогенів та комах-фітофагів; 2) присутні агресивні шкодочинні організми; 3) наявні деревостани, вразливі до дії шкодочинних організмів (Kramarets & Matsiakh, 2017).

1.4. Інтродукція та селекція *J. regia* в світі та Україні

Прийнято вважати, що популяція *J. regia* збереглась і розширилася в майже повністю ізольованих деревостанах Азії в період після останнього зледеніння, але згодом люди розширили ареал *J. regia* шляхом культурної експансії та торгівлі (Khan et al. 2023). Дослідження змін природного ареалу та інтродукції *J. regia* значно змінилося за останнє десятиліття завдяки розробці нових інструментів і методів, таких як: використання інформативних молекулярних маркерів (SSR, MAS тощо), розвиток ландшафтної генетики, виявлення давніх ізольованих дерев у природних ареалах та більш детальне вивчення викопних зразків пилку на європейському континенті (Fyfe et al., 2009; Relatives, 2011; Pollegioni et al., 2015). Генетичні дослідження свідчать про те, що секція *Juglans* із єдиним представником *J. regia* L., еволюціонувала ізольовано в Центральній Азії, простягаючись від провінції Сіньцзян (Китай) до частини Казахстану, Узбекистану та Киргизстану, а також від Центральних Гімалаїв і Ірану до Західної Азії, а з часом розширилась до Східної Європи (Aradhya et al., 2007; Chudhary et al., 2020; Yegizbayeva et al., 2021). Відкладення викопного пилку чітко вказують

на те, що *J. regia* вирощували на півдні Іспанії, в Італії, Франції, Швейцарії (Альпи), Болгарії (Родопські гори), Греції (Епір), південно-західній Туреччині та Албанії в період верхнього плейстоцену (126 000-12 000 рр. до н. е.) (Pollegioni et al., 2017).

Сьогодні культивований ареал *J. regia* охоплює більше 60 країн світу. Основними центрами культивування виду на сьогодні є: США, Китай, Чилі, Іран, Україна, а також країни Європи та Азії. У минулому найкращі генотипи грецького горіха відбиралися з популяцій сіянців і розмножувалися як для споживання плодів, так і для задоволення потреб у деревині. Через збільшення кількості програм селекції, що розпочалися у ХХ столітті, за останні 50 років у всьому світі з'явилося багато робочих груп, зосереджених на розмноженні, селекції, генетиці та біотехнології вирощування горіха грецького, а також на технологіях промислового виробництва. Загалом, основна ціль селекції грецького горіха є висока врожайність і якість плодів, хороші адаптивні якості, а також стійкість до основних захворювань (Bernard et al., 2018).

Китай на сьогодні є одним з основних центрів генетичного різноманіття грецьких горіхів, який слугує джерелом зародкової плазми для селекції грецьких горіхів (Chen et al., 2014). Дослідження генетичних даних вказують на ймовірну наявність *J. regia* в льодовикових рефугіях провінції Сіньцзян (Північно-Західний Китай), Північно-Східному Китаї (гори Пекін, Шаньдун і Чанбай), Центральному Китаї (гори Циньлін і Байшань і Сіань) і Південно-Західному Китаї (провінції Тибет, Юньнань, Гуйчжоу і Сичуань) (Feng et al., 2018). Китайські селекціонери вивели численні сорти грецького горіха шляхом гібридизації та селекції з 1960-х рр., а в 1980-х роках на територію Китаю почали вводити нові сорти з-за кордону. Зараз у Китаї виведено і культивується понад 100 клональних сортів (Ji et al., 2021; Wambulwa et al., 2022; Zhang et al., 2024). Цілі китайської селекції включають раннє плодоношення, високу якість врожаю, толерантність до антракнозу (*C. gloeosporioides*) та інших захворювань (Chen et al., 2014a; Zhang et al., 2014). Сорти, відібрані в Китаї, в основному поділяються на дві категорії: ранньостиглі, такі як 'Liaoning No. 1', 'Liaoning No.4', 'Wen 185', 'Zha 343',

'Luguang', 'Zhonglin No.1', 'Zhonglin No. 3', 'Zhonglin No.5', 'Xifu No. 1', 'Xifu No. 2' і 'Xiangling', 'inboxiang No. 1' та пізньостиглі, такі як 'Present No. 2', 'Jinlong No. 1', 'Jinlong No. 2', 'Qingxiang' та 'Xiluo No. 1' (Tian et al., 2009; Wu et al., 2010).

Понад 95 % усього світового врожаю грецьких горіхів виробляється у США (Каліфорнії). Перші дерева горіха, ймовірно, були завезені до Каліфорнії близько 1770 р. та плодоносили маленькими округлими плодами з дуже твердою шкаралупою. У 1867 р. Джозеф Секстон отримав мішок горіхів з Чилі і посадив їх у прибережних районах південної Каліфорнії. З цими деревами було проведено кропітку селекційну роботу, яка зрештою призвела до появи саджанців, відомих як грецький горіх з м'якою шкаралупою 'Santa Barbara soft shell', 'El Monte', 'Wasson', 'Ehrhardt' and 'Placentia' (Dandekar et al., 2005). Колекції зародкової плазми підтримуються "Програмою покращення грецького горіха" в Каліфорнійському університеті в Девісі, штат Каліфорнія, та "Національним сховищем клональної зародкової плазми" Міністерства сільського господарства США у Вінтерсі, штат Каліфорнія. Цілі "Програми покращення грецького горіха" Каліфорнійського університету включають селекцію для покращення сортів прищепи та підщеп для каліфорнійської горіхової промисловості, розробку кращих знань і методів, щоб зробити селекцію більш ефективною, придбання, розвиток і підтримку різноманітної зародкової плазми з ознаками, корисними для майбутньої селекції, а також застосування нових молекулярних і геномних методів для покращення грецького горіха (Bernard et al., 2018).

Іран вважається третім найбільшим виробником грецького горіха в світі. У країні більшість дерев грецького горіха мають насіннєве походження, через це, у 1983 р., там розпочалася програма вдосконалення грецького горіха через відбір кращих генотипів з місцевої зародкової плазми в регіонах Карадж, Шахруд, Мешхед та Урумیه. Дана програма мала дві основні цілі – створення нових сортів та розробка ефективних методів вегетативного розмноження (Ghasemi et al. 2012; Hassani et al. 2014). Цей проект допоміг відібрати кращі генотипи, з яких у 2010 році було виведено два нових культурних сорти – 'Jamal' і 'Damavand'. За останнє десятиліття в Ірані було виведено додатково 4 нові комерційні сорти грецького

горіха – 'Persia', 'Caspian', 'Chaldoran' та 'Alvand', які характеризуються високою врожайністю, бічним (латеральним) плодоношенням та скоростиглістю. (Arzani et al., 2008; Hassani et al., 2020).

Туреччину вважають батьківщиною і одним з найстаріших районів вирощування грецького горіха. До початку 1970-х рр., у Туреччині грецький горіх розмножували насінням. Зародкова плазма грецького горіха у турецькому регіоні складається в основному з ранньостиглих сортів, тому селекційні дослідження проводяться з метою відбору генотипів, які будуть стійкі або уникатимуть пізніх весняних заморозків (Akça & Ozongun 2004; Akça, 2014; Sutyemez, 2016). У останні роки спостерігається збільшення виробництва щеплених саджанців. Однак, деякі регіональні сорти, такі як 'Kaman 1' і 'Kaman 5' – все ще розмножують насінням. Використання щепленого садивного матеріалу дозволило закласти нові горіхові сади, в основі яких місцеві або завезені сорти. Найбільшого попиту здобули такі турецькі сорти як: 'Şebin', 'Bilecik', 'Maraş 18', 'Yalova 1', 'Yalova 3', 'Akça 1', 'Kaman 1', 'Bursa 95' та 'Sutyemez', а найбільшу частку серед інтродукованих сортів займають: 'Chandler', 'Pedro', 'Fernor', 'Fernette' та 'Franquette' (Ertürk & Akça, 2013).

У Мексиці культивування грецького горіха ('nogal de Castilla') здійснюється продовж останніх трьох століть у штатах Чіуауа, Коауїла, Нуево-Леон (у 1902 р. закладена перша комерційна плантація горіха), Сонора, Дуранго (Aparicio-Del Moral et al., 2015). За цей період було ввезено та інтродуковано понад 50 сортів грецьких горіхів, найпоширенішими з яких є 'Western', 'Wichita', 'Cheyenne', 'Choctaw', 'Mahan' і 'Borton' (Suárez Moreno, 2008; Adaya-González et al., 2015).

Чилі та Аргентина є основними виробниками грецького горіха в Південній Америці. Чилі має 14 400 га горіхових садів, а Аргентина – майже 18 000 га. Райони вирощування горіха грецького розташовані в низинних регіонах та долинах обох країн. Обидві країни почали комерційну індустрію грецького горіха на початку 1980-х рр, коли в країнах було розроблено і освоєно методи щеплення – окулірування (у Чилі) та бічне щеплення на 2- або 3-річну підщепу (в Аргентині). Основними плантаційними сортами в Чилі є 'Serr' і 'Chandler', проте

використовуються також сорти 'Howard' і 'Vina'. Аргентина ж зосередила свою промисловість в основному на 'Chandler'. (Martínez & Maestri, 2008; Lemus, 2009)

У Франції Національний інститут сільськогосподарських досліджень (INRA) керував програмою селекції грецьких горіхів з 1977 по 2005 рік. У якості першого кроку було проведено багато схрещувань між французькими сортами (наприклад, 'Franquette', з пізнім розпусканням бруньок і хорошою якістю плодів) і каліфорнійськими сортами (такими як 'Pedro' і 'Chandler' за їх властивість до латерального плодоношення). Це призвело до випуску продуктивних сортів з хорошими органолептичними якостями, таких як: 'Fernette', 'Fernor', 'Ferjean', 'Feradam', 'Ferbel', 'Ferouette' і 'Fertignac' (Guàrdia et al. 2016; Bernard et al., 2018b).

У рамках європейських проектів у різних регіонах Греції було виявлено та охарактеризовано місцеві місцеві сорти *J. regia*. Більшість з них розташовано в регіонах Центральної Македонії, Фессалії, Пелопоннесу та Криту. Найчастіше в країні закладають сади із сортів з бічним (латеральним) плодоношенням: 'Chandler', 'Lara' і 'Pedro' та сорти з верхівковим плодоношенням – 'Franquette' і 'Ronde de Montignac' (Manthos et al., 2023; Pound et al., 2023).

У Румунії існує висока генетична мінливість популяцій грецького горіха, які вирощуються у різних еколого-географічних зонах. Одним з основних регіонів, добре відомим своїм різноманіттям грецьких горіхів та високою мінливістю ознак – є Олтенія. У регіоні великий генетичний резерват горіха грецького, представники якого мають різні ознаки, такі як розмір плодів, форма, товщина шкаралупи, відсоток ядра, колір ядра, смак ядра і т. д. (Cosmulescu & Botu, 2012).

Археологічні розкопки в південній частині Молдови показали, що грецький горіх потрапив до Молдови ще в 5-8 ст. до н.е. Найважливіші передумови для розвитку культури грецького горіха в Республіці Молдова базуються на "Законі про грецький горіх", ухвалені в 1999 р., і нещодавно ухваленій Національній програмі розвитку горіхових культур до 2020 р. (Mapelli et al., 2017)

Селекція грецького горіха в Угорщині почалася з впровадження французьких сортів, розмножених насінням у 1910-х роках, яке не було успішним. З 1950-х років угорські селекційні дослідження використовували відбір з місцевої

популяції, схрещування та зворотні схрещування як методи селекції. Усі сучасні угорські сорти грецького горіха мають свій унікальний генетичний фонд (Bujdosó & Cseke, 2021).

На територію України горіх грецький потрапив у XIX – на початку XX ст. Загалом було інтродуковано 10 видів роду *Juglans*, серед яких найбільшого поширення у культурі здобув *J. regia* L (Жигалова, 2002). Думки дослідників щодо шляхів його інтродукції в Україну розділяються: одні вважають, що його було завезено з Греції через Чорне море по Дніпру зі сторони південних кордонів України, а інші припускають, що з Балканського півострова та Західної Європи, зі сторони південно-західних територій (Гордієнко et al., 2000). На підставі аналізу поширення видів роду *Juglans* областями України встановлено, що близько 98% площ всіх горіхоплідних займає *J. regia*. У більшості областей на його частку припадає 99-100 % від усіх інтродукованих горіхоплідних. Хоч для горіха є оптимальними усі ґрунтово-кліматичні зони України, його розміщення нерівномірне. Найбільша площа насаджень – у Вінницькій (9,6%), Одеській (7,8%) та Чернівецькій (7,2%) областях (Нізіль, 2001).

Початок вирощування *J. regia* в центральних областях України належить до XX-XXI ст., перші дерева цього виду були вирощені в садах Межигірського і Видубецького монастирів. Однак промислового значення в Україні горіх грецький почав набувати тільки з XIX ст. (Абоїмова, 2021). Інтродуковані в різні ґрунтово-кліматичні зони України, в колекції ботанічних садів, дендраріїв, дендропарків, у лісові масиви тощо. *J. regia* успішно акліматизувався, добре росте та плодоносить (Нізіль, 2001).

Упродовж 1954-2018 рр. в Україні було обстежено десятки тисяч дерев насінневого походження, відібрано сотні форм, що дало можливість районувати та найкращих з них ввести в реєстр сортів майже усіх зон плодівництва, крім Полісся, оскільки його вважають неморозостійким. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні станом на 2018 р. містить 33 сорти грецького горіха, з них 16 вітчизняної та 17 французької, молдовської та

американської селекції; 19 сортів вилучено з реєстру через те, що їх не підтримали заявники (Куян, 2006; Меженський, 2018).

В Україні успішно культивуються сорти народної селекції ('Бомба', 'Троновий', 'Паперовий'), сорти грецького горіха селекції Українського НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького ('Колгоспний', 'Красавець', 'Курзим' і 'Щепотьєвський'), сорти селекції Придністровської дослідної станції садівництва Інституту садівництва НААН України ('Буковинська Бомба', 'Буковинський 1', 'Буковинський 2', 'Гетьман', 'Клішківський', 'Красень', 'Легінь', 'Придністровський', 'Прикарпатський', 'Топорівський', 'Чернівецький 1', 'Чернівецький 2', 'Ярівський', 'Рудківський', 'Яблунівський'), сорти селекції Нікітського ботанічного саду Національного наукового центру НААН України ('Альмінський', 'Аркад', 'Боспор', 'Бурлюк', 'Пам'яті Пасенкова', 'Подарунок Валентини', 'Карлик 3', 'Карлик 5', 'Конкурсний', 'Пурпуровий'), сорти французької селекції, зареєстровані в Україні ТОВ "Технологічний центр горіхоплідних культур "Лінард" ('Meylannaise', 'Pieral', 'Ronde de Montignac', 'Ferjean', 'Fernette', 'Fernor', 'Franquette'), сорти молдавської селекції, зареєстровані в Україні ТОВ "Технологічний центр горіхоплідних культур "Лінард" ('Calarașchi', 'Chișiniovschi', 'Codrene', 'Corjeuțchi', 'Costiujenschi', 'Lunguiete', 'Schinoschi'), сорти селекції Олександра Пономаренка ('ІНТР', 'Сер Маджестік'), сорти селекції В'ячеслава Затокового ('Лисичанський', 'Пам'яті Затокового', 'Слава Україні'), сорт селекції Дослідної станції помології ім. Л. П. Симиренка Інституту садівництва НААН України ('Промінь'), сорт американської селекції, зареєстрований в Україні ТОВ "Український грецький горіх" ('Chandler'), сорти селекції Науково-практичного інституту садівництва та харчових технологій (Молдова) ('Cazacu', 'Cogilniceanu'), сорт селекції Олександра Самойленка ('Козак'), сорт зареєстрований в Україні Яргарським лісовим господарством (Молдова) ('Pescianski'), сорт селекції Анатолія Зелениці ('Боришківський 1'), сорт селекції Сергія Маліновського ('Гальчинський 6'), сорти молдовської селекції, зареєстровані в Україні ТОВ "AMG-KERNEL" (Молдова) ('Timofei', 'Taisia'), сорти селекції Івана Юкала ('Вебу 6', 'Єфрем 1',

'Пам'яті Пасєкі'), сорти селекції Олега Коновалюка ('Альона', 'Олександр Великий', 'Пам'яті Кочерженка'), сорт селекції Петра Скрипчука та Михайла Пакуша ('Сойка'), сорт селекції Ігоря Самарського ('Дніпро'), сорт селекції Володимира Пономаренка ('Фенікс'), сорти селекції Володимира Кіндрата та Володимира Меженського ('Подільський', 'Подільський Бокоплідний', 'Стрижавський Паперовий') (Литовченко *et al.*, 2011; Хохлов, 2012; Меженський, 2018).

Концепція розвитку горіхівництва в Україні та продуктів переробки горіхоплідних культур, яка розроблена на період до 2025 року, передбачає збільшення виробництва горіхів та продуктів переробки горіхоплідних культур (Донцова *et al.*, 2017). Селекційні роботи з горіхом грецьким виконують у двох напрямках: а) виведення морозостійких, посухостійких, високопродуктивних та дерев, що швидко дозрівають і здатні витримувати суворі зими та температурні мінімуми; б) збільшення виходу ядра у плодах, створення сортів зі шкаралупою, яка легко відділяється, що є вигідним для їхнього промислового перероблення (Божок О.П. & Божок В.О., 2017).

1.5. Особливості плантаційного вирощування *J. regia* в Україні та за кордоном

Розмноження горіха грецького здійснюють як насінням так і вегетативно (Gradziel *et al.*, 2009). Сівбу насіння (горіхи, несправжні кістянки) здійснюють на глибину 7-10 см в жовтні без підсушування або рано навесні після 2-3 місячної стратифікації (Гордієнко та *ін.*, 2005). Основним методом вегетативного розмноження грецького горіха є окулірування та покращене копулірування (Кліщенко & Марчук, 2011; Маматов & Івакин, 2020; de Almeida, 2020; Zatokovyi *et al.*, 2021; Mostakhdemi *et al.*, 2022). Наприкінці XX ст. для широкомасштабного розмноження грецького горіха відбувалось дослідження методу культивування "in vitro". На сьогодні вже проведено велику кількість напрацювань з використання різних типів експлантів, середовищ (в основному Драйвера і Куніюкі (DKW) та Мурасіге і Скугса (MS)), умов культивування та методів укорінення, що дають

найкращі результати (Kepenек & Kolağasi, 2016; Подгаєцький et al., 2018; Риженко, 2021; Литвин, 2022; Теслюк et al., 2022; Bhat et al., 2022; Fang et al., 2022; Shirali et al., 2022).

Для щеплення саджанців горіха грецького, здебільшого, використовують у якості підщепи сіянці горіха грецького або горіха чорного. Також у літературних джерелах є відомості про дослідне використання в якості підщеп сіянців горіха маньчжурського (*Juglans mandshurica* Maxim.), горіха сірого (*Juglans cinerea* L.) та горіха айлантолистого (*Juglans ailantifolia* Carrière), однак широкого використання як підщеп ці види на практиці не мають (Іщук, 2013; Абоїмова, 2020; Leslie & McGranahan, 2014; Абоїмова, Левон, 2019).

Доцільність використання і переваги внутрішньовидових підщеп були продемонстровані в наукових працях Бойка Т. О. (2019), Дроника Н. І. (2015), Меженського В. М. (2018), Rezaee R., Vahdati K., Grigoorian V., & Valizadeh M. (2008) та ін. Сумісність горіха грецького з іншими представниками роду *Juglans* досліджували такі вчені як: Ф. Л. Щепотьев (1987), В. М. Жадан (1987), П. П. Бадалов (1979), Rongting, X. та Pinghai D. (1990), Polat, M., et al. (2010), Hassani, D. (2009), Gandev S. й Arnaudou, V. (2011) та ін., які відзначають як сумісність, так і повну несумісність окремих сортів горіха грецького із підщепами горіха чорного (Avanzato, et al., 2004; Zhao, B. et al., 2020; Rezaee, R., et al., 2008).

Використання *Juglans regia* має багато перспективних аспектів, зокрема створення плантаційних культур. Інформація про площу, засаджену горіхами різного цільового призначення в Європі, не є точною; однак у Франції та Іспанії з 1995 р. зареєстровано більше ніж 3000 га таких ділянок. В Іспанії до 90 % нових лісонасаджень становлять гібриди *Juglans*. В Італії з 1985 року майже 80 тис. га було засаджено різними видами горіхів, як для виробництва деревини, так і для отримання горіхів (Ducci et al., 2010; Aletà, 2013). Варто зауважити, що виробництво горіхів поступово переходить від традиційної ситуації до нової, що передбачає інтенсивний підхід, який наголошує на якості рослинної сировини (наприклад, сорти з боковим плодоношенням та підщепи), збільшення щільності насаджень дерев, а також механізацію вирощування, збирання та післязбиральної

обробки, що є деякими особливостями, які сьогодні є дуже важливими для розвитку грецької горіхової промисловості (Rouskas & Zakynthinos, 1999; Третьякова 2002; Божок О.П. & Божок В.О., 2017; Донцова et al., 2017; Manthos & Rouskas, 2021). Окрім цього, горіхові плантації можуть бути використані для захисту ґрунту від ерозії, а також як придорожні та полезахисні смуги, адже коріння горіха сприяє утриманню ґрунту на схилах та терасах (Мордатенко & Миронов, 2020).

При виборі ділянок для закладання плантацій потрібно врахувати біоекологічні особливості горіха, температурний і водний режими і ґрунтові умови. *Juglans regia* потребує тепла протягом вегетаційного періоду, принаймні 6 місяців з середньою температурою $>10^{\circ}\text{C}$. *Juglans regia* чутливий до зимових і пізніх весняних заморозків, причому перші особливо шкідливі, оскільки вид часто демонструє ранній початок вегетативної активності. *Juglans regia* може переносити період посухи (кількість опадів не повинна опускатися нижче 100-150 мм), а для оптимального росту потребує 700-800 мм опадів на рік. Вид погано росте на затоплюваних, неглибоких ґрунтах та ґрунтах з вільним кальцієм. Найкращими вважають глибокі та багаті суглинки (з вмістом глини в межах 15-25 %) із значенням рН в межах 6,5-7,5. *Juglans regia* – світлолюбний вид і тривале затінення може призвести до деформації крони і небажаної форми стовбура та потребує значного простору, досягаючи максимального діаметру крони 8-10 м.

Розведення *Juglans* для виробництва деревини було спрямоване на відбір дерев зі звичками росту, подібними до лісових видів. У рамках цієї мети були реалізовані два європейські проекти: "Європейський розвиток горіхових дерев для виробництва деревини та фруктів як альтернативної системи для сільськогосподарських культур" (1993-1996 рр.) та "Горіх: виробництво високоякісної деревини в Європі. Сучасні інструменти для адаптації дерев, стандартів деревини та менеджменту" (1997-2000 рр.).

Нещодавні дослідження з селекції *Juglans regia* спочатку фокусувалися на підвищенні однорідності та щільності розгалуження саджанців. Також вони вивчали матеріали з вторинними рівнями росту, подібними до гібридів

Juglans × intermedia. Ця селекційна робота, зокрема проведена в Італії та Іспанії, призвела до виведення нащадків *Juglans regia* з покращеними моделями росту, які є придатними для виробництва деревини ('RTA R-6' та 'IRTA-R-230'). Однак існує значне обмеження їхнього розповсюдження: вони розмножуються лише методом мікроклонального розмноження, яке досі є складним для *J. Regia* (Aletà, 2013). На основі даних, отриманих в результаті аналізу 1800 дерев, відібраних на двадцяти чотирьох плантаціях в Італії, розроблені таблиці об'єму для чистих насаджень *Juglans regia* віком 16-26 років, а прогнози продуктивності вказують на 35-60 м³/га у віці 26 років при середніх діаметрах 20-25 см (Bordin et al., 1996; Di Vaio & Minotta, 2005).

У лісовому господарстві, де ціллю є отримання ділова деревина, широкорядне розміщення культур є непридатним. Для оптимального виробництва деревини рекомендована кількість рослин становить від 1200 до 3300 шт./га. Густий деревостан сприяє зростанню висоти та природному очищенню гілок, а також запобігає формуванню водяних пагонів на безгілковій частині стовбура. *J. regia* вирощується у лісогосподарській практиці як у чистих, так і у змішаних деревостанах. У залежності від місця розташування як змішані породи можуть використовуватися бук, граб, вільха, ясен, явір, або липа (Bartha, 2001).

Змішані лісові культури часто висаджуються рядами, одночасно з грецькими горіхами або через 10-20 років після їхньої посадки. Також можлива поодинокі посадка *J. regia*, групами або змішаними куртинами серед букових або інших благородних листяних лісів, де важливо забезпечити їхнє просування над конкурентними породами. У дорослому віці *J. regia* відома як світлолюбна порода, але в молодому віці вона може витримувати деяку тінь, наприклад, під наметом бука чи вільхи, що допомагає захистити її від морозу.

У зімкнутих деревостанах продуктивність росту *J. regia* є подібною до бука (*Fagus sylvatica* L.) та дуба (*Quercus robur* L. або *Quercus petraea* Liebl.), так як він виростає струнким, досягаючи значної висоти, а урожайність плодів у лісових деревостанах не відіграє значної ролі.

Монокультурні плантації вимагають інтенсивного управління, яке включає зрошення, регулярний контроль за бур'янами протягом року, обрізку дерев та часте прорідження перед збором урожаю. Чисті плантації нерідко є одними з найкращих варіантів у сприятливих умовах і можуть бути простішими у керуванні порівняно зі змішаними плантаціями, зазвичай дозволяючи вирощувати більшу кількість деревини цінних порід. У чистих насадженнях грецького горіха з низькою густотою і без штучної обрізки *J. regia* має тенденцію до утворення розгалужень і великих гілок. За сприятливих умов у віці 60-70 років грецький горіх може досягати 80-90 см в діаметрі (Pelleri et al., 2020).

При вирощуванні грецьких горіхів, змішані насадження, які включають кущі та чагарники, можуть принести економічні переваги, особливо на бідних ґрунтах або при низькоінтенсивному обробітку. Дослідження Loewe-Muñoz та ін. (2020) виявили, що дерева грецького горіха, вирощені разом з вишнею та маслиною як супутніми видами, досягають більшої висоти (на 79%) та діаметра стовбура (на 53%) порівняно з чистими насадженнями, і мають кращий фітосанітарний стан навіть при інтенсивному веденні господарства.

Обрізка є ключовою лісівничою процедурою для *Juglans regia*, адже йому характерний симподіальний ріст, а для виробництва важливо виростити стовбур довжиною мінімум 2,5 метри без дефектів. Існують три основні типи формувального обрізування: "обрізка на флагшток" – це традиційний метод, що застосовується на півдні Італії та у Франції для отримання деревини та горіхів, "прогресивна обрізка", яка використовується у Франції та новий метод "повторна обрізка", який був випробуваний в Італії (Wani et al., 2016).

"Обрізка на флагшток" є найпоширенішою технікою для *Juglans regia* в Італії. Цей метод підходить лише за оптимальних умов ділянки, якщо можливий щорічний приріст висоти дерева на 100-150 см. Він дозволяє ефективно контролювати архітектуру дерева шляхом систематичного та повторного видалення всіх бічних пагонів уздовж стовбура, за винятком верхівкового, який росте без обмежень. Цей процес варто повторювати щорічно до тих пір, поки стовбур не досягне висоти 2,5-3 м. Для контролю нових пагонів протягом

вегетаційного періоду потрібно проводити більше обрізок, які зазвичай тривають з квітня по липень.

Прогресивна обрізка полягає в тому, що дерева спочатку ростуть без втручання. Через два роки або пізніше проводиться обрізка для керування та зміни архітектури дерев. Під час формувального різання мають бути видалені або обмежені лише ті гілки, які можуть стати домінуючими або конкурувати з верхівковим пагоном. Метод спрямований на збільшення висоти крони і мінімізацію навантаження на дерево, щоб досягти мінімум 2,5 м чистого стовбура до того, як діаметр стовбура досягне 10 см, видаляючи всі гілки. Застосування цієї техніки дозволяє уникнути великих сучків та неправильного кольору деревини. Прогресивну обрізку можна проводити взимку або навесні, але для швидкого загоєння потужні гілки (близько 3 см) потрібно обрізати взимку.

Повторна обрізка, яка виконується у період вегетації (червень-липень), дозволяє стимулювати дерева формувати певну структуру крони. Ця структура буде відтворюватися щорічно до тих пір, поки не сформується вільне стебло завдовжки 2,5 м. Типова структура крони включає проміжне стебло, яке існує два роки або більше (залежно від інтенсивності обрізки), з безліччю дрібних гілок, що можуть вільно розвиватися і створювати велику фотосинтетичну поверхню та базальне стебло, яке не має гілок.

Цільова висота обрізки не має перевищувати 4 м для ізолюваних дерев та 6 м для дерев у насадженнях. Для ізолюваних дерев, що ростуть на менш сприятливих ділянках, висота обрізки може бути знижена до 2,5 м, але це вважається мінімумом. Зазвичай на плантаціях цільова висота обрізки має бути в межах 2,5-4,0 м. Діаметр стовбура не має перевищувати 10 см на рівні найнижчих обрізаних гілок.

Технологічний процес плантаційного вирощування горіха грецького включає: вибір сортів і місця садіння, підготовку ґрунту і внесення добрив, схему садіння, систему догляду за насадженнями, збір урожаю, зберігання та переробку горіха.

В Україні грецький горіх відзначається значним формовим різноманіттям, що дозволяє здійснювати селекційну роботу з вибору та розмноження найкращих форм за наповненням, величиною плодів горіха та смаковими якостями насіння (Божок О.П. & Божок В.О., 2017).

Для підготовки ґрунту під культури горіха використовують систему чорного пару, обробляючи землю плантажним плугом на глибину 40-50 см. При висаджуванні культур на крутих схилах створюють тераси для ефективного розпушування ґрунту (Гордієнко та ін., 2005). За біологією горіх характеризується високою інтенсивністю росту та помірним споживанням елементів живлення. Проте корінне удобрення, перед закладкою плантацій, та періодичне підживлення мінеральними (N40-80; P10-20; K20-30) та органічними (до 5 т/га) добривами значно підвищує урожайність (Рудік & Рудік, 2019).

Плантації, що поєднують виробництво деревини та плодів або спеціалізуються на вирощуванні горіхів для харчової промисловості, зазвичай закладаються з допомогою живої огорожі, формуючи широкі ряди від 8x8 м до 12x12 м. Через збільшення втрат горіхів від грибів та гризунів, а також ушкодження бур'янами та конкуренцію при прямому посіві у лісі, на плантаціях та у лісових асоціаціях висаджують 3-річні саджанці, які мають висоту від 1 до 1,5 м. Світовий практичний досвід свідчить, що доцільним способом для створення плантацій з горіха грецького є використання садивного матеріалу вегетативного за походженням.

Чисті та змішані культури грецького горіха вирощуються з різними підходами. У чистих культурах, де гілки сусідніх дерев не створюють тінь одне для одного, врожайність є найвищою. Для змішаних культур важливо вибирати дерева, що не перевищують його висоту, такі як груша, береза, ліщина, бузина чорна та червона, а також калина та чорна смородина. Відстань між місцями посадки в змішаних культурах становить 2,5-3 м, а між самими деревами грецького горіха – 10-12 м. У змішаних культурах чисті ряди грецького горіха та інших порід розділяються рядами чагарників (Гордієнко та ін., 2005). Вирощування грецького горіха групами дозволяє продовжити період цвітіння та

зменшити відстань між деревами до такої міри, що ризик неврожаю через брак пилку, який може бути викликаний пошкодженням морозом ранньоквітучих чоловічих квіток або через десинхронізацію періодів випускання пилку та цвітіння жіночих квіток, стає мінімальним (Bartha, 2001).

У Франції частина плантацій грецьких горіхів закладена за естафетною схемою вирощування, яка включає три послідовні фази: на першому етапі, який триває від п'яти до десяти років, єдиним джерелом доходу є проміжна культура (лаванда (*Lavandula sp.*), люцерна (*Medicago sativa*), озимі зернові (*Triticum sp.*, *Hordeum sp.*) та соняшник (*Helianthus annuus*)); на другому етапі проміжна культура та дерева одночасно приносять урожай; на третьому етапі проміжні культури видаляють і сад починає виробляти горіхи як монокультуру (Mary et al., 1998).

При належному догляді (первинне внесення добрив, регулярне видалення конкурентних рослин, обробіток ґрунту довкола дерев) на 8-10 рік можна отримати із дерева 15-20 кг горіхів, а на 12-15 рік, коли дерева входять у повне плодоношення – 50-60 кг (при густоті культур 80 дерев/га). Деякі садівники використовують оперізування (обв'язування) як культурний прийом для отримання більших плодів або зав'язування плодів. Дослідні роботи Christopoulos та ін. (2021) показали, що при пізньому зборі врожаю, який співпадає з комерційним збором, оперізування, яке проводили на частині чотирирічних гілок на початку росту ядра, підвищило відсоток дозрілих плодів, масу ядра та вміст олії, в той час як знизило вологість ядра і слабо вплинуло на його колір.

1.6. Використання корисних властивостей горіха грецького

У світі горіх грецький цінується також як садова й паркова культура, як пило- і газостійкий та довговічний вид (деякі декоративні форми *J. regia*: плакуча – *f. pendula* Petz. et Kirchn., розсіченолиста – *f. laciniata* Jacques, вузьколиста – *f. angustifolia* Gursky, ясенелиста – *f. fraxinifolia* Hort., пурпурова – *f. purpurea* Hort., пістрява – *f. variegata* Hort., смугаста – *f. striata* Hort.) придатний для поодиноких, групових насаджень і алей, створення гаїв, обсадження доріг. Грецький горіх

широко застосовується у лісомеліоративних насадженнях. Його густа крона має добрі вітрозахисні властивості. Відносна посухостійкість, довговічність та здатність до паросткового відновлення, сприяють використанню горіха грецького у полезахисних насадженнях. Маючи високу інтенсивність приросту та значну кількість вертикальних відгалужень, радіусом понад 20 м, інколи використовують як супутню плодову породу в полезахисних смугах, балках і в захисних насадженнях на зрошуваних землях для закріплення та озеленення схилів (Мордатенко & Миронов, 2020).

Загалом немає жодної частини рослин *J. regia*, яка не була б корисною і не використовувалися в господарській діяльності людини (Абоїмова, 2021). Різні частини *J. regia* використовуються в традиційній медицині для боротьби з діабетом, проти екземи, інфекції шкіри, діареї, кишкового болю, стоматиту та блювоти. Антибактеріальні ефекти кори, листя та коріння *J. regia* були дуже поширеними в народній медицині для лікування грибкових захворювань. Зазвичай використовують спиртові настої або відвари із "молочних" плодів, листків, кори та коріння (Bourais et al., 2023). *J. regia* має позитивний вплив на терапію вікових та інших неврологічних розладів, таких як серцево-судинні захворювання, діабет II типу та хвороба Альцгеймера (Peng et al., 2017). Однак дуже часто ядро грецького горіха є джерелом харчових алергенів і у деяких людей потенційно можуть викликати небезпечні для життя алергічні реакції (Costa et al., 2014; Elizur et al., 2020; Lyons et al., 2021).

Питання збору врожаю, зберігання та переробки грецьких горіхів в Україні на сьогодні є недостатньо вивченими та потребують подальших досліджень (Пришляк, 2017; Мазур & Гонтарук, 2021). Україна, завдяки широкому розповсюдженню горіха, має можливість створювати горіхові плантації для збору плодів, лісові плантації для вирощування цінної деревини, захисні або придорожні насадження, а також протиерозійні та меліоративні культури на схилах і терасах, і використовувати їх у ландшафтному дизайні (Huz & Hrethanyk, 2008). Розроблена Кліщенко С. В. та Марчук В. П. (2011) промислова технологія для спеціалізованих господарств України передбачає вирощування грецького

горіха на площі 200 га з подальшою повною переробкою на олію та горіхове борошно, а також посів олійних культур у міжряддях та дасть можливість досягти точки беззбитковості на шостий рік сезонного вирощування. Станом на зараз перешкодами розвитку плантаційного промислового вирощування горіха є дві найбільші проблеми – це відсутність фінансування на закладання горіхових садів та їхнього догляду, а також брак якісних саджанців (Луцяк, & Амонс, 2021). Також Україні вкрай необхідний закон, аналогічний до "Закону про грецький горіх", який був ухвалений урядом Молдови, що дозволяє об'єднати розділені зусилля садівників та лісівників для переходу горіхівництва на селекційну основу, реконструкції низьковартісних насаджень та масового висадження нових (Агапонов & Агапонов, 2008).

Досліджено придатність шкаралупи грецького горіха як відновлюваних сільськогосподарських відходів для виробництва панелей ДСП із різним співвідношенням частинок шкаралупи грецького горіха (0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 % і 100 %) були виготовлені з використанням карбамідоформальдегідної (UF) смоли (Pirayesh H., Khazaeian A. & Tabarsa T., 2012).

Висновки до розділу

Огляд літературних даних сучасного стану досліджень лісівничо-селекційних особливостей вирощування горіха грецького показав, що: біолого-екологічні характеристики виду, питання морфологічних і біоекологічних особливостей, дослідження властивостей деревини, ураженість комахами та шкідниками, а також його інтродукції й селекції як в Україні так і за кордоном в основному проводилися за межами нашого регіону дослідження та у відмінних природно-кліматичних зонах. Що стосується лісівничих аспектів, то поширення горіхових деревостанів в Україні у різних типах лісу не відображено у вітчизняних наукових працях. Важливо зазначити також, що лісівничі особливості росту дерев горіха грецького та питання його диференціації за формами й сортами, в умовах Правобережного Лісостепу, не досліджено.

РОЗДІЛ 2.

УМОВИ, ОБЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення досліджень

Кліматичні, фізико-географічні та екологічні чинники є важливими для визначення умов життєдіяльності організмів. Вони впливають на спрямованість, структуру та рівень господарювання. Тому є важливим короткий огляд природно-кліматичних умов території проведення досліджень.

Загальнокліматичні чинники визначають зональний розподіл рослинного покриву та складових його елементів, що робить вивчення кліматичних умов надзвичайно важливим. Основними факторами, що формують клімат, є сонячна радіація та атмосферна циркуляція, які у взаємодії з фізико-географічними умовами створюють характерні погодні умови конкретної місцевості. Дані радіаційного балансу, тобто різниця між надходженням і витратою сонячної радіації, свідчать, що радіаційний баланс на півдні Правобережного Лісостепу (Поділля) становить 40–45 ккал/см² (Banowetz, 2008)

Тривалість сонячного сяйва у Правобережному Лісостепу України складає 1690–1850 год. на рік. У грудні тривалість сонячного сяйва в Лісостепу становить 35–45 год. (15–20 % можливого), у лютому – 55 год. (Climate Change, 2022). Загалом, Правобережний Лісостеп України характеризується вологим кліматом, подекуди сирим або свіжим, а лише на півдні зони спостерігається дещо посушливий клімат. Коефіцієнт зволоження за І.Є. Бачинським становить 1–1,3, а показник вологості клімату (W) за Д.В. Воробйовим – 1,9–3,8, змінюючись в межах регіону з півночі на південь і з заходу на схід. У цьому ж напрямку добре помітна зміна не лише клімату, а й ґрунтів та рослинності (Гришко-Богменко, 1974).

Однак, слід зазначити, що протяжність лісостепової зони з заходу на схід та з півночі на південь спричиняє зростання континентальності клімату в східному напрямку та збільшення позитивного теплового балансу в південному напрямку.

Ці загальні тенденції модифікуються рельєфом, абсолютною висотою місцевості та орієнтацією відносно сторін світу (Абоїмова, 2021).

Це призводить до чітко виражених сезонних змін у кліматі Правобережного Лісостепу України. Метеорологічні дані підтверджують, що регіон характеризується чотирма виразними сезонами, які відображаються у значних коливаннях температури та опадів протягом року (табл. 2.1). Розподіл цих кліматичних сезонів здійснюється на основі середніх дат стійкого переходу середньої добової температури повітря через 0 і 15°C і не співпадає з календарним розподілом (Срепинsek, et al., 2009; Améglio et al., 2002)

Таблиця 2.1

Середньомісячна температура повітря та кількість опадів у м. Вінниця за період досліджень (2019–2023 рр.) (<https://meteostat.net/en/>)

Роки	Місяці												Середнє за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Температура повітря, °C													
2019	-4,7	1	4,9	9,7	16,1	22,7	19,8	21,3	15,9	10,7	5,4	2,4	10,43
2020	0,4	2	5,5	10	12,2	21,1	21,4	21,4	18,1	12,6	3,7	0	10,70
2021	-2,3	-3,5	1,9	7,6	14	20,1	23,3	20,1	13,4	7,9	5	-1,3	8,85
2022	-1,4	1,3	1,3	7,6	13,6	19,9	20,2	20,8	12,6	9,9	3,8	-0,3	9,11
2023	1	0	5,3	8,5	15,2	19,2	21,1	22,6	17,6	11,5	4,3	1	10,61
Середнє	-1,4	0,2	3,8	8,7	14,2	20,6	21,2	21,2	15,5	10,5	4,4	0,4	9,9
Кількість опадів, мм													
2019	43,3	21,3	4,1	34,8	101,1	38,9	22,4	0	24,4	0	17,3	40,7	348,3
2020	11,3	38,3	6,8	0	95,5	34,7	17	6,1	31,7	54,3	19,1	19,6	334,4
2021	70,1	60,9	46,2	41,9	114,5	85,8	67,1	72,4	34,5	2,4	18,8	77,4	692
2022	34,4	19,6	19,2	66,8	23,1	37,5	37	90,3	108,4	22,8	62,7	26,7	548,5
2023	13,3	45,3	36,7	84,2	5,9	51,1	72,1	39,4	21,2	34	83,2	61,4	547,8
Середнє	172,4	185,4	113	227,7	340,1	248	215,6	208,2	220,2	113,5	201,1	225,8	2471

Кліматичні умови Правобережного Лісостепу України характеризуються як помірно-континентальні. Середня річна температура коливається в межах 7-8°C, з середнім температурним мінімумом -6°(-8)°C у січні та +19°C-20°C у липні. Максимальна абсолютна температура може досягати +39°C у липні-серпні, а мінімальна – -37°C. Сума позитивних температур у вегетаційний період (з температурою вище +10°C) становить 2550–2900°C. Тривалість періоду із середньодобовою температурою понад 10°C становить 160–165 днів, а із

температурою понад 15°C – 115 днів.(Абоїмова, 2021) Тривалість вегетаційного періоду загалом складає 205 днів, з яких 5-6 днів спостерігаються суховії. Вітер під час суховіїв дме переважно з південного сходу на північному сході та з південного заходу на північному заході. Район розташований у зоні нестійкого зволоження. Середня річна кількість опадів варіює від 510 мм на півночі до 470 мм на півдні. Середня тривалість безморозного періоду починаючи з 2019 р. по 2023 тривала від 182 до 213 днів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Тривалість безморозного періоду за період досліджень

Рік	Дата останнього весняного заморозку, рр/мм/дд	Дата першого осіннього заморозку, рр/мм/дд	Тривалість безморозного періоду, днів
2019	2019-04-06	2019-10-31	209
2020	2020-04-20	2020-11-11	205
2021	2021-04-10	2021-10-07	182
2022	2022-04-20	2022-11-17	213
2023	2023-04-08	2023-10-10	186

У Правобережному Лісостепу зими загалом м'які, з нестійкими морозами. Низькі температури переважно спричинені просуванням арктичного повітря з північного сходу, півночі або північного заходу. У такі періоди встановлюється холодна погода, при якій температура повітря може знижуватися до абсолютного мінімального значення – -30–35°C. Ці процеси супроводжуються різким похолоданням, сильними вітрами та хуртовинами. Характерною особливістю зимового сезону у Вінницький обл. є відлиги. День з відлигою визначається як день холодного періоду, коли максимальна температура повітря підвищується до 0°C і вище. Інтенсивні відлиги зазвичай спостерігаються при переміщенні південно-західних і південних циклонів, які приносять тепле повітря з Середземного і Чорного морів. У регіоні досліджень впродовж терміну досліджень фіксувалось в середньому для кожної зими близько дев'яти відлиг, кожна з яких тривала в середньому не менше 7 діб. Взимку опади переважно випадають у вигляді снігу після зниження середньої добової температури повітря нижче 0°C. Під час тривалих відлиг температура повітря може підвищуватися до

+8–10°C, що спричиняє значне танення та навіть зникнення снігового покриву. (Ліпінський, 2003).

У середньому за роки спостережень зафіксовано середню дату утворення стійкого снігового покриву – 8 січня. За період спостережень висота снігового покриву варіювалася від 1 до 20,8 см (табл.2.3).

Таблиця 2.3

Висота снігового вкриття (2019–2023 рр.), см

Рік	Місяці					
	січень	лютий	березень	жовтень	листопад	грудень
2019	20,8	16,0	1,0	-	-	3,4
2020	1,4	2,4	1,0	-	-	1,5
2021	5,4	10,3	3,4	-	-	2,4
2022	5,0	8,9	-	-	-	-
2023	1,7	3,0	1,5	-	1,0	2,1

Ґрунтовий покрив Правобережного Лісостепу України характеризується значною різноманітністю типів ґрунтів. Переважними типами ґрунтів Правобережного Лісостепу України є типовий малогумусний чорнозем та реградований чорнозем, що характеризуються високою родючістю. Темно-сірі і світло-сірі опідзолені ґрунти займають менші площі. Інші типи ґрунтів займають незначні площі. Основною материнською породою є важкосуглинковий лес, який поступово переходить у легкосуглинковий на схід. Рельєф у цьому районі виражений, причому північна частина є трохи рівнішою. Багато територій піддані ерозії, особливо в районі Канівських дислокацій (Новак, 2014).

Аналізуючи ґрунтові умови Правобережного Лісостепу України з погляду лісогосподарського використання, можна зазначити, що лише солонці та солончаки на території Київщини і Черкащини мають низький показник родючості. Інші ж типи ґрунтів, за умови правильного застосування агротехнічних заходів, демонструють високу родючість і є придатними для вирощування горіха грецького.

2.2. Об'єкти досліджень

Об'єкти досліджень – плантаційні, полезахисні та лісові насадження горіха грецького в умовах Правобережного Лісостепу.

Предмет дослідження – особливості лісотипологічної структури, формового різноманіття, способів розмноження та вирощування горіха грецького. Об'єктами досліджень були лісові, плантаційні та полезахисні насадження в умовах Правобережного Лісостепу (Додаток А). Статистичні показники дослідних дерев у плантаційних та лісових насадженнях відзначаються не високою варіабельністю (4,5-22,6%), а точність досліду становить не перевищує допустимі величини при дослідженні біологічних об'єктів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Статистичні показники дослідних дерев на пробних площах у лісовому та плантаційному насадженнях

Показники	Плантаційне				Лісове насадження			
	Статистичні показники				Середнє значення			
	М	±m	V, %	P, %	М	±m	V, %	P, %
Діаметр на 1,3 м, см	35,01	0,90	9,99	2,58	33,34	1,01	13,53	3,02
Висота дерева, м	11,33	0,35	11,94	3,08	26,55	0,27	4,49	1,00
Довжина крони, м	10,83	0,61	21,76	5,85	7,90	0,31	17,38	5,06
Ширина крони, м	6,33	0,37	22,66	5,85	6,70	0,34	22,64	5,06
Висота до початку крони, м	2,22	0,10	16,85	4,35	9,25	0,35	17,05	3,75

Таксаційні показники дерев у лісовому насадженні значно переважають плантаційні за висотою дерев та висотою до початку крони, інші показники відрізнялись несуттєво.

2.2. Методи проведення досліджень

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 пагонів 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 кінець опадання листків. Для дати настання кожної фенофази розраховували суму активних температур (САТ 5°C, САТ 10°C) і суму ефективних температур (СЕТ 5°C) за даними метеостанції м. Вінниця за загальноприйнятими методичними рекомендаціями (Kolotii et al., 2015; Дрозд & Яйлімова, 2022). Фенологічні спостереження здійснювали від першої декади березня до третьої декади листопада. Для побудови феноспектру, ділянку оглядали впродовж перших п'яти місяців двічі на тиждень, а починаючи із липня – один раз на 5-7 діб.

При польових дендрохронологічних дослідженнях на пробних площах встановлюються таксаційні показники та підбирали модельні дерева II і III класів росту з яких відбирали зразки (керни) деревини. Керни деревини відібрано на висоті стовбура 1,3 м.

З кожного дерева було відібрано два зразки, уникаючи відбору в зонах з реакційною або компресійною деревиною, або деревиною, що містить вади структури та форми. Зібрані зразки зберігали та переносили в спеціальні паперових пробірках з для забезпечення їх повільного висихання. Взірці пройшли природний процес сушіння, щоб уникнути появи цвілі. Для вимірювання ширини кільця та запобігання розлому керни наклеювали на дерев'яну основу –

керноутримувачі. Керноутримувачі представляють собою дошку прямокутної форми шириною (20 см) і висотою (1,5-2 см), на одній зі сторін якої виточені пази під керни. Для фіксації кернів використовувався клей, який добре скріплює дерев'яні поверхні і в той же час зберігає можливість від'єднання керна від дерев'яної основи (рис.2.1).



Рис.2.1. Відібрані зразки кернів горіха грецького на керноутримувачі

Деякі дослідники стверджують, що для забезпечення достовірності дендрохронологічних досліджень достатньо мати лише 10 зразків (Коліщук, 1966). Хоча таке мінімальне число зразків може бути достатнім для деяких досліджень, варто зазначити, що більша кількість зразків дозволяє отримати більш точні та репрезентативні результати. Збільшення обсягу вибірки може зменшити вплив випадкових аномалій та забезпечити більш високу достовірність досліджень.

Для визначення показників макроструктури та фізичних властивостей деревини нами використано керни, що висвердлені за допомогою вікового бурава. Ширину річного приросту за допомогою напівавтоматичного приладу LINTAB™ 6, а кількість річних шарів в 1 см та вміст пізньої деревини визначали відповідно до визнаних вітчизняних та міжнародних методик і чинних стандартів (ISO 3129:2015, ДСТУ 2016; І. Сопушинський та ін., 2003; Вінтонів, Сопушинський. & Тайшінгер, 2007).

Для обчислення об'ємної маси (щільності) деревини масу зразка визначали на електронній вазі з точністю до 0,001 г, а розміри поперечного перерізу та довжину – штангенциркулем з точністю 0,01 мм. Загальна кількість взірців деревини для проведення досліджень становила 72 шт.

При камеральних роботах використовували програми TSAP-WinTM Перехресне датування річних кілець, побудову дендрохронологічних рядів та статистична обробка результатів замірів та дендроекологічна інтерпретація виявлених залежностей здійснено за стандартними дендрохронологічними методиками (Zielski & Krapiec, 2004; Cook & Kairiukstis, 1990; Іванюк І. Д., Іванюк Т. М., 2019) у програмному середовищі Microsoft Excel та Statistica 10,0. При цьому критерії зв'язку між ознаками оцінювали за шкалою Р. Е. Чеддока, а сили кореляції за абсолютними величинами коефіцієнта кореляції Пірсона (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Оцінювання сили кореляції за абсолютними величинами коефіцієнта кореляції Пірсона

Абс. величина коефіцієнту кореляції $ r $	Оцінка сили кореляції
$ r \geq 0,70$	сильна (тісна)
$0,50 \leq r \leq 0,69$	середня
$0,30 \leq r \leq 0,49$	помірна
$0,20 \leq r \leq 0,29$	слабка
$ r \leq 0,19$	дуже слабка

Для того, щоб оцінити подібність рядів між собою, використовується коефіцієнт подібності. Коефіцієнт подібності дендрорядів – це виражене в процентах відношення кількості років з однаковим напрямком змін приростів (в сторону збільшення, чи в сторону зменшення) до загальної кількості років спостереження.

Значення цього коефіцієнту вважаються високими, коли вони перевищують 70 %.

Коефіцієнт чутливості визначали шляхом проведення стандартизації індивідуальних хронологій через розрахунок співвідношення ширини суміжних кілець:

$$K = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^{n-1} \frac{2(x_{t+1} - x_t)}{x_{t+1} + x_t},$$

де x_t – ширина річного кільця, або індекс приросту за рік t ;

n – кількість років.

Коефіцієнт чутливості змінюється в межах від -1 до +1. Вважається, якщо коефіцієнт чутливості деревно-кільцевої хронології перевищуватиме 0,2, це свідчитиме про доцільне використання даної хронології у дендрокліматичному дослідженні.

При порівнянні дендрорядів між собою чи з рядами кліматичних показників ми використовували такі показники, як коефіцієнт кореляції, коефіцієнт детермінації, помилка коефіцієнта кореляції та оцінка достовірності. Якість перехресного датування перевірено за допомогою програми TSAP-WinTM.

Загальну силу сигналу в серії визначено через міжсерійний коефіцієнт кореляції ($Rbar$), який визначено як середню кореляцію між усіма деревно-кільцевими хронологіями (Wigley et al. 1984). Популяційний сигнал (EPS), який визначає надійність вимірювань у хронології, є функцією $Rbar$ та кількості деревно-кільцевих хронологій за формулою:

$$EPS(t) = tRbar / (tRbar + (1 - Rbar)),$$

де t – кількість деревно-кільцевих серій;

$Rbar$ – середня кореляція між деревно-кільцевими хронологіями.

Про придатність деревно-кільцевої серії для подальшого дендрокліматичного аналізу свідчить перевищення порогу EPS більше ніж 0,85 (Wigley et al. 1984).

Дані дендрохронологічних досліджень були оброблені за допомогою статистичних методів, зокрема кореляційного і регресійного аналізів, застосовуючи стандартні пакети програм Microsoft Excel та Statistica 10.0. Для оцінювання статистичної значимості різниці між середніми значеннями був використаний однофакторний дисперсійний аналіз. Цей метод дозволяє визначити, чи є статистично значущі відмінності між середніми значеннями груп.

Для визначення екстремальних значень радіального приросту використовують поняття "реперні роки" (Zhang, Wilmsking & Gou, 2008; Cook & Kairiukstis, 1990). Це роки встановлюють шляхом визначення перевищення або зниження приросту більш ніж на 20 % середнім показникам попереднього року.

У якості об'єктів дослідження використовувалися сіянці горіха грецького і горіха чорного. Дослідження проводилися у Вінницькій обл. на території приватного домогосподарства у с. Вільшанка. Експерименти проводили згідно з чинними в Україні державними стандартами: ДСТУ 5036:2008, ДСТУ 8558:2015, ДСТУ 7127:2009, ДСТУ 9053:2020. Схема посіву насіння в маточнику складала 70×20 см. Динаміку та особливості росту надземної частини і кореневої системи саджанців аналізували за показниками діаметром кореневої шийки, висотою сіянців, довжиною і кількістю коренів, довжиною зони окорінення. (Соболь, Натальчук, 2015) Визначення архітекτονіки кореневої системи проводилося методом скелету (Гузь, 1996).

У якості підщепи використовували сіянці горіха чорного та горіха грецького. Як прищепу було використано живці горіха грецького з латеральним та напівлатеральним типом плодоношення сортів 'Chandler', 'Казаку' і 'Вебу 6'. Для проведення щеплення живці заготовляли з маточних рослин за 3-5 днів перед щепленням. Щеплення проводили методом зимового поліпшеного копулірування (з язичком). Для сприяння кращого калюсоутворення, а також для підтримування стабільної температури і вологості повітря - використовували стратифікаційну камеру. Температура в стратифікаційній камері підтримувалась терморегулятором у межах 24-26 °С, вологість повітря – у межах 75-85 %. Стратифікацію здійснювали впродовж трьох тижнів, а після відбракування щеплених садивний матеріал переміщували в камеру зберігання до моменту висаджування. Схема розміщення щеплених саджанців на ділянці складала 70×30 см.

Інвентаризаційні дослідження стану насаджень горіха грецького проводили на території Вінницької обл. у 2022-2023 рр. Фенологічні спостереження за *Juglans regia* та дослідження фітосанітарного стану проводили на 8 стаціонарних

дослідних ділянках впродовж вегетаційного сезону 2023 р. з фіксуванням 21 фази і підфази розвитку генеративних і вегетативних органів (Shovhan, 1998). Для обліку хвороб і шкідників використовували загальноприйняті методики (Bublyk, et al., 1999; Matvievsky et al., 1990; Omelyuta, et al., 1986; Shelestova, 1982) з врахуванням фенофаз розвитку рослини-живителя. Мікро- та макроміцетів і фітофагів визначали за інтернет-ресурсами та атласами (Mrynskyi et al., 2019; The world of mushrooms of Ukraine, 2024; Tree Nuts, 2021; Zhao et al., 2014)

Назви комах і кліщів уточнені за GBIF: Global Biodiversity Information (GBIF:, 2024), назви грибів подані за Index Fungorum (Index Fungorum, 2024).

Ураження дерев хворобами оцінювали у балах за такою шкалою (Shestopal, Fifer & Shestopal, 1999; Skoreiko et al., 2020): 0 – ураження пагонів (листків, плодів) немає; 1 – уражених органів не більше 10 % загальної кількості їх на дереві; 2 – ураження органів від 11 до 25 %; 3 – ураження органів від 26 до 50 %; 4 – ураження органів понад 50 % загальної кількості їх на дереві. Розраховували поширення (% уражених дерев від їх кількості) та інтенсивність розвитку хвороб. Для обліку інтенсивності розвитку хвороби (R) використовували таку формулу:

$$R = \sum_{j=1}^N n_j b_j / k \sum_{j=1}^N n_j \cdot 100, \%$$

де: N – загальна кількість дерев у пробі; n_j – кількість уражених дерев у j -ій пробі, шт.; b_j – ступінь ураження дерев у j -ій пробі, бали (max 4 бали); k – найвищий бал (max 4) шкали обліку ураження дерев патогенами.

Для дослідження використано сумарну ДНК, яку виділяли із черешків молодих листків та з кори однорічних пагонів горіха грецького. Виділення ДНК здійснювали за допомогою ЦТАБ-методу з незначною модифікацією (Fallah F., 2017). Полімеразну ланцюгову реакцію (ПЛР) проводили за участю чотирьох інвертованих простих повторюваних послідовностей олігонуклеотидів (ISSR) або динуклеотидних мотивів з якірними нуклеотидами на 3'-кінці, виробництва фірми "Sigma" (США)

Реакційна суміш для ПЛР містила 2,5 мМ $MgCl_2$; 0,2 мМ дНТФ (Fermentas); 0,3 мкМ одного з праймерів, 20 нг ДНК та 0,8 од. акт. TaqPol ДНК-полімерази

(Fermentas). ПЛР здійснювали за допомогою ампліфікатора Thermal Cycler TC020A (Labnet International Inc., США). Умови ПЛР: початкова денатурація 95°C, 5 хв. та 50 циклів: денатурація 94°C, 1 хв.; відпал 37°C або 40°C, 1 хв.; елонгація 72°C 1 хв. і після останнього циклу ще 7 хв. елонгації за температури 72°C. Продукти ПЛР розділяли у 2 % агарозному гелі в однократному трис-боратному буфері, рН 8,3 та забарвлювали бромистим етидієм (0,5 мкг/мл). Візуалізацію здійснювали за допомогою УФ-трансілюмінатора. Продукти ПЛР також розділяли у 6 % поліакриламідному гелі в однократному трис-боратному буфері, рН 8,3 і фарбували 0,2% азотнокислим сріблом. Усі досліди проводили у трикратній повторності (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Характеристика ISSR-праймерів

№ п/п	Назва праймера	Послідовність праймера, 5'-3'	Мотив послідовності	Температура відпалу, °C
1	CR-250	GAGAGAGAGAGAGATC	(GA) ₈ TC	37
2	CR-251	CACACACACACACATG	(CA) ₈ TG	37
3	CR-252	GAGAGAGAGAGAGACG	(GA) ₈ CG	40
4	CR-253	GAGAGAGAGAGAGAGT	(GA) ₈ GT	37

Довжину ампліфікованих фрагментів (ампліконів) визначали за допомогою комп'ютерної програми GelProAnalyzer 4.0 ("MediaCybernetics", США), використовуючи стандартні маркери довжини ДНК GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas, Литва). Дані електрофоретичного аналізу ампліконів кожного генотипу були переведені в бінарні матриці, де "1" або "0" позначали, відповідно, присутність чи відсутність ампліфікованого фрагменту певної довжини. Рівень геномної спорідненості різних генотипів оцінювали за значеннями генетичних відстаней Нея (Nei & Li, 1979). Генетичні відстані обчислювали на основі отриманої матриці даних, використовуючи коефіцієнт розбіжності. Для побудови дендрограми проводили кластерний аналіз для незважених середніх (UPGMA), бутстреп-тест із пакету прикладних програм "Statistica 10" (пробна версія). Рівень поліморфізму оцінювали у відсотках – як відношення поліморфних ПЛР-локусів

до загального числа детектованих ПЛР-локусів: $P = n_p/n_p + n_{np} \times 100\%$, де n_p – кількість поліморфних ПЛР-локусів, n_{np} – кількість неpolіморфних ПЛР-локусів.

Твердість шкаралупи, виповненість горіхів, оцінка наявності механічних пошкоджень (які можуть послабити дерево і знизити його зимостійкість), визначення ступеня підмерзання окремих частин та загальний ступінь підмерзання кожного дерева, облік ступеня пошкодження заморозками і силу плодоношення за два тижні до збирання врожаю визначали згідно методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні та методики проведення експертизи сортів рослин групи плодових, ягідних, горіхоплідних, субтропічних та винограду на придатність до поширення в Україні (Києнко & Гринів, 2017; Ткачик, 2015).

РОЗДІЛ 3.

ПОШИРЕННЯ, ЛІСІВНИЧО-ТАКСАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ФЕНОРОЗВИТОК ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

3.1. Лісівничо-таксаційна структура насаджень горіха грецького у Правобережному Лісостепу України

Територія Правобережного Лісостепу, згідно з комплексним лісогосподарським районуванням, відноситься до Західного лісогосподарського району Західно- і Центральнопільського округу лісогосподарської області Лісостеп (Hensiruk, 2002). Україна є однією з небагатьох країн, де практично вся територія придатна для культивування грецьких горіхів. Статистика свідчить, що на початку 2020 р. в Україні було 15,8 тис. га горіхових насаджень, з них за даними Горіхової Асоціації, площа комерційних горіхових садів склала 5,2 тис. га. (Меженський, 2020). Широке розповсюдження грецького горіха в Україні дозволяє створювати горіхові плантації (сади) для виробництва плодів, лісові плантаційні культури для отримання цінної деревини, полезахисні або придорожні смуги, протиерозійні та меліоративні насадження на схилах і терасах та використовувати його в зеленому будівництві (Huz & Hrethanyk, 2009). Тому дослідження стану та продуктивності лісових насаджень за участю горіха грецького є ключовим для кожного лісового регіону та потребують регіонального чи локального підходу, оскільки кожен регіон має свої унікальні характеристики. Аналіз сучасного стану лісових горіхових насаджень в умовах Правобережного Лісостепу України допоможе визначити шляхи, які забезпечать зростання стійкості та продуктивності горіхових лісів.

Серед основних досліджень передбачено також аналіз даних щодо стану деревостанів з участю горіха грецького, визначення їх продуктивності у різних типах лісу, а також розподіл деревостанів за типами і повнотами з метою вивчення кількісних і якісних змін деревостанів. Для цього опрацьовано кінцеві

матеріали лісовпорядкування Вінницької, Київської, Кіровоградської, Тернопільської, Хмельницької та Черкаської обл. (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Розподіл насаджень за участі горіха грецького у Правобережному
Лісостепу України**

Область	Для всіх насаджень		Переважаюча порода		Супутня порода	
	га	м ³	га	м ³	га	м ³
Вінницька область	313,5	31190,0	120,1	12320,0	193,4	18870,0
Київська область	128,4	12360,0	29,8	2580,0	98,6	9780,0
Кіровоградська область	380,0	18020,0	159,2	5460,0	220,8	12560,0
Тернопільська область	74,5	10490,0	50,6	6210,0	23,9	4280,0
Хмельницька область	215,2	20110,0	113,8	7200,0	101,4	12910,0
Черкаська область	618,1	68270,0	247,2	24750,0	370,9	43520,0
Всього	1729,7	160440,0	720,7	58520,0	1009,0	101920,0

Аналізуючи дані лісовпорядкування, робимо висновки, що загальна площа насаджень горіхових насаджень у Правобережному Лісостепу України складає 1729,7 га, а їх загальний запас становить 160,44 тис. м³. Найбільші площі насаджень та їх запас спостерігаються в Черкаській обл.(46% від всієї площі та 43 % від загального запасу) та Вінницькій обл. (18% та 19% відповідно). Найбільше насаджень горіха грецького росте у філії “Уманське ЛГ” (242,3 га), філії “Тульчинське ЛМГ” (152,1 га) та філії “Онуфріївське ЛГ” (137,4 га) (Додаток А).

У подальших розрахунках, окрім характеристики всіх насаджень, прийнято згрупування на: 1) насадження, де горіх грецький виступає переважаючою породою та 2) насадження, де горіх грецький виступає як супутня порода. За виключенням Тернопільської та Хмельницької обл., насадження, де горіх грецький виступає як супутня порода переважають за площею над насадженнями, де горіх грецький виступає переважаючою породою. Також насадження, де горіх грецький супутня порода переважають за запасом над насадженнями, де горіх

грецький виступає переважаючою породою у всіх областях, окрім Тернопільської обл. (рис. 3.1).

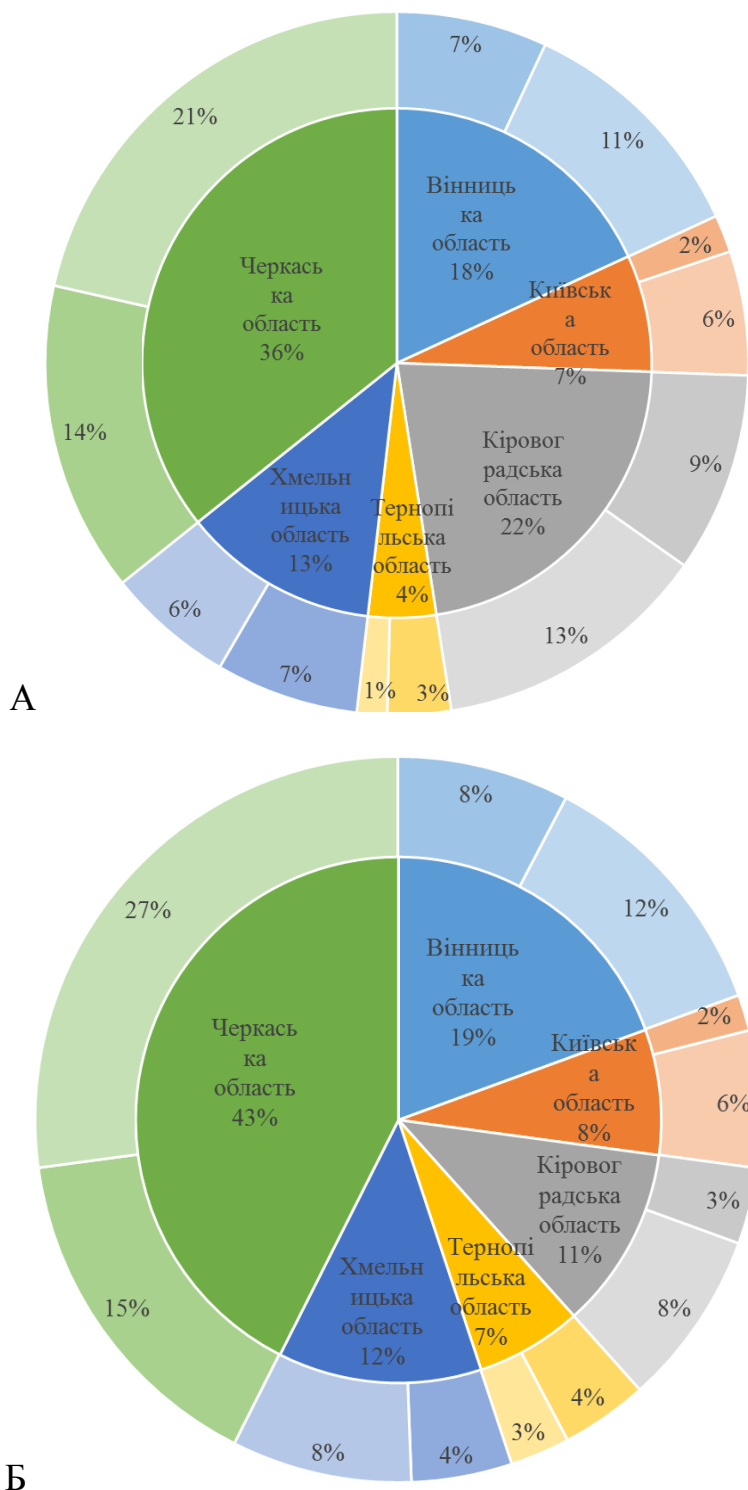


Рис. 3.1 Розподіл насаджень за участі горіха грецького у Правобережному Лісостепу України за площею (А) та запасом (Б)

(темніший відтінок зовнішнього кола вказує на насадження, де горіх грецький виступає переважаючою породою, а світліший – на насадження, де горіх грецький виступає як супутня порода)

За типами лісорослинних умов переважають груди, частка яких становить 82 % (1418 га), сугруди, які становить 309,8 га (17,9 %) та незначна кількість (менше 1 %) суборів – 1,9 га (рис. 3.2). За гігртопами переважають сухі (18%) та свіжі (80 %) місцезростання. Зустрічаються також насадження вологих та сирих умов (2%). За рівнем вологості у грудях і сугрудах переважають свіжі умови (1187 га та 201 га).

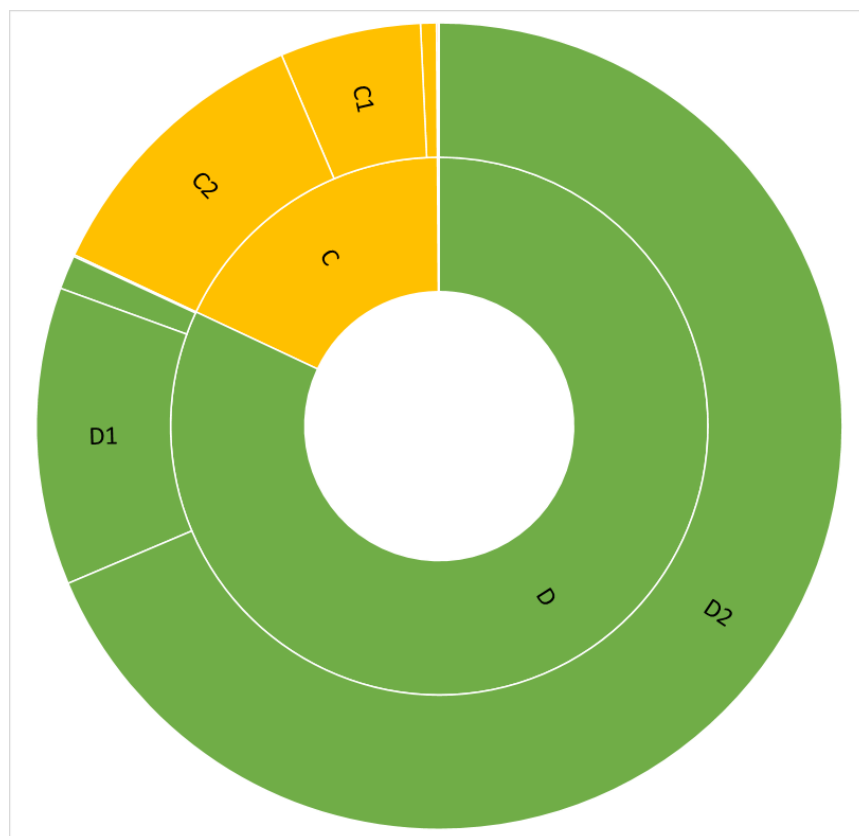


Рис. 3.2 Розподіл насаджень горіха грецького за ТЛУ у Правобережному Лісостепу України

Встановлено, що у досліджуваному регіоні горіх грецький зустрічається у 29 типах лісу, з них у 20 виступає як переважаюча порода та у 24 – як супутня. Найпоширеніший тип лісу – D₂-гД (свіжа грабова діброва), який охоплює 1108,5 га (64,1 %). Поширення горіхових насаджень в розрізі типологічного різноманіття Правобережного Лісостепу України наведена у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Розподіл площ горіхових насаджень за типами лісу

Тип лісу	Як переважаюча порода, га	Як супутня порода, га	Разом
В ₁ -Д		1,3	1,3
В ₂ -ДС	0,2	0,4	0,6
Д ₁ -ГД	13,6	62,1	75,7
Д ₁ .клД	67,8	62,8	130,6
Д ₂ -Г-Бк	5,1		5,1
Д ₂ -Г-б-Д	4,8	2,5	7,3
Д ₂ -ГД	492,5	616	1108,5
Д ₂ -Г-яД		0,5	0,5
Д ₂ -К-лД	32,6	33	65,6
Д ₃ -Г-б-Д	4,6		4,6
Д ₃ -ГД	3,1	14,7	17,8
Д ₃ -лД	1,1		1,1
Д ₄ -Влч		1,2	1,2
С ₁ -Д	14,5	15,8	30,3
С ₁ -ДЕ		12,9	12,9
С ₁ -ДС		2,3	2,3
С ₁ .скД	4,1	16,2	20,3
С ₁ .кДЕ		13	13
С ₁ -лД	3	16	19
С ₂ -ГД	9,8	32,3	42,1
С ₂ -Г-сД		25,8	25,8
С ₂ -ГДЕ	16,8	28,7	45,5
С ₂ -Г-д-С	1,7	34,7	36,4
С ₂ -Г-сД	29,7	12	41,7
С ₂ -Д	5,7		5,7
С ₂ -Л-д-С	3,4	0,4	3,8
С ₃ -ГД		4,2	4,2
С ₃ -Г-ДС		0,2	0,2
С ₃ -гсД	6,6		6,6
Всього	720,7	1009	1729,7

Біометричний аналіз даних горіхових насаджень, здійснених з використанням прийнятих у лісовій таксації стандартних методик (Horoshko, Myklush & Khomiuk, 2004), вказує що значення у початковому і кінцевому класах

діаметрів і висот належать до однієї вибірки та підтверджуються порівнянням фактичних значень критеріїв відповідності із критичним значенням ($2,22 < 3,96$ для ряду діаметрів та $2,43 < 3,96$ для ряду висот для усіх насаджень; $2,84 < 3,73$ для ряду діаметрів та $2,73 < 3,73$ для ряду висот, де горіх грецький переважаюча порода; $2,45 < 3,80$ для ряду діаметрів та $2,18 < 3,80$ для ряду висот, де горіх грецький супутня порода). Точність дослідів для вибірок є досить високою (1,3-2,2 %). Середній діаметр і середня висота є достовірними показниками, оскільки відношення середніх значень до їх основних помилок перевищують критичне значення t-критерію Ст'юдента на 5 % рівні значимості ($76,03 > 1,96$ для ряду діаметрів та $70,63 > 1,96$ для ряду висот для усіх насаджень; $59,22 > 1,96$ та $55,30 > 1,96$ для насаджень, де горіх грецький переважаюча порода; $52,95 > 1,96$ та $45,86 > 1,96$ для насаджень, де горіх грецький супутня порода). Інші статистичні показники наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Статистичні показники вибірок діаметрів і висот

Статистичні показники	Переважаюча порода		Супутня порода		Разом	
	діаметр	висота	діаметр	висота	діаметр	висота
1. Середнє значення (середнє арифметичне), см (м)	24,28	27,65	20,12	26,14	22,05	26,84
2. Показники варіації:						
• мінімальне значення, см (м)	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0
• максимальне значення, см (м)	40,0	29,3	34,8	24,6	40,0	29,3
• розмах варіації, см (м)	38,0	27,8	33,8	23,6	39,0	28,3
• дисперсія, см (м)	61,4	91,95	61,13	133,31	65,56	112,94
• основне (стандартне) відхилення, см (м)	7,84	9,59	7,82	11,55	8,1	10,63
• коефіцієнт варіації, %	32,29	34,68	38,87	44,19	36,73	39,61
3. Показники форми кривої розподілу:						
• асиметрія	-0,458	0,853	-0,236	1,268	-0,300	1,106
• ексцес	-0,004	-0,094	-0,686	-0,411	-0,434	-0,337
4. Точність дослідів, %	1,7	1,8	1,9	2,2	1,3	1,4

Структурні показники варіаційних рядів описують їх будову, а показники форми кривої розподілу свідчать про відхилення її від нормальної (рис. 3.3).

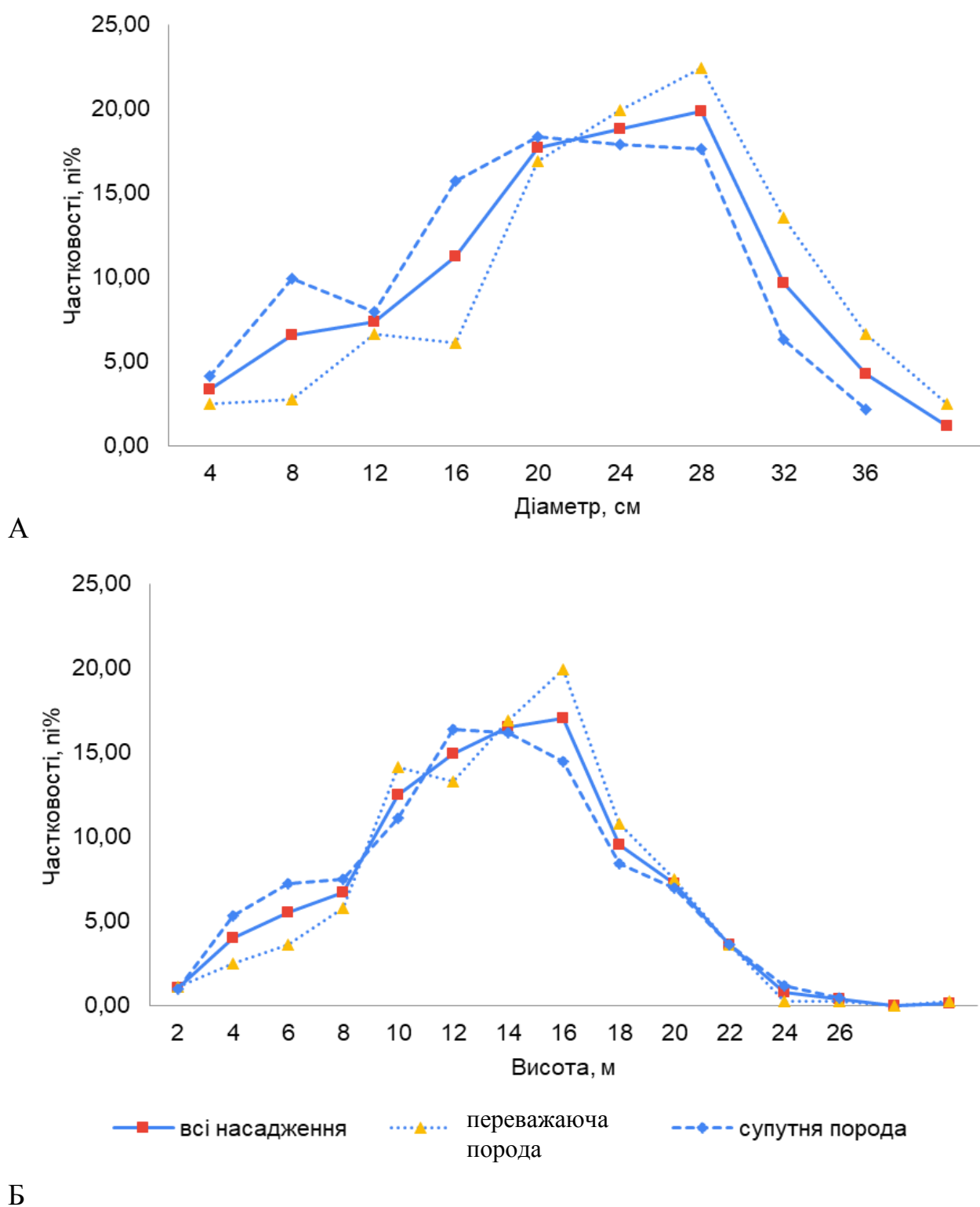


Рис. 3.3 Криві розподілу насаджень горіха грецького
А – за діаметром; Б – за висотою

Детальний аналіз дозволив розробити таблицю середніх значень діаметрів та висот насаджень горіха грецького в залежності від класу віку в розрізі індексів ТЛУ (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Біометричні показники горіхових насаджень

Індекс ТЛУ	Біометричні показники	Вік, років									
		1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
B ₁	H,m					12					
	D,cm					14					
B ₂	H,m	1,5	3,2								
	D,cm	2,0	3,8								
C ₁	H,m		5,3	7,7	10,6	14,2	11,7	10,7			
	D,cm		7,9	14,4	17,3	19,7	18,8	26,1			
C ₂	H,m	2,1	5,3	8,3	10,8	11,3	15,6	12,0			
	D,cm	3,2	6,8	10,8	17,3	18,2	21,7	22,7			
C ₃	H,m			6,7	10,2	14,0	21,8		18,4		
	D,cm			11,8	17,2	23,0	26,4		32,3		
D ₁	H,m	2,6	2,6	7,8	9,5	8,8	11,9	13,3	15,7	12,7	
	D,cm	2,8	2,6	10,0	15,0	14,3	19,1	20,9	26,5	24,9	
D ₂	H,m	2,6	6,5	9,3	11,7	12,5	15,0	15,9	18,9	14,4	19,0
	D,cm	2,9	8,3	14,0	18,7	20,8	24,7	27,0	25,8	27,4	22,0
D ₃	H,m	1,0	6,0	12,8	16,4	13,6	14,1	20,4	16,0		
	D,cm		7,2	13,5	21,1	21,7	18,6	28,6	24,0		
D ₄	H,m			5,4							
	D,cm			8,8							

Розподіл горіхових насаджень в умовах правого Лісостепу за складом свідчить про перевагу насаджень, де горіха грецького у складі тільки 1-2 одиниці – 52,2 % від загальної площі. Чисті насадження горіха грецького становлять 16,8 % (291,6 га). Середній коефіцієнт участі горіха грецького у складі насаджень – 4,1. Проте, у розрізі насаджень, де горіх грецький виступає переважуючою породою, даний коефіцієнт зростає до 7,5. Це пов'язано з тим що горіха вводять у склад 8-10 одиниць у 54,7 % таких насаджень. Горіх грецький вводиться в насадження як супутня порода з коефіцієнтом складу 1-5 одиниць, при цьому у 88,2 % таких насаджень горіх у складі 1-2 одиниці.

Моделювання залежності між діаметрами і висотами насаджень горіха грецького зображена на рис. 3.4. Згідно розрахованому коефіцієнту детермінації, найкраща регресійна модель спостерігається для насаджень, де горіх грецький супутня порода (81 %).

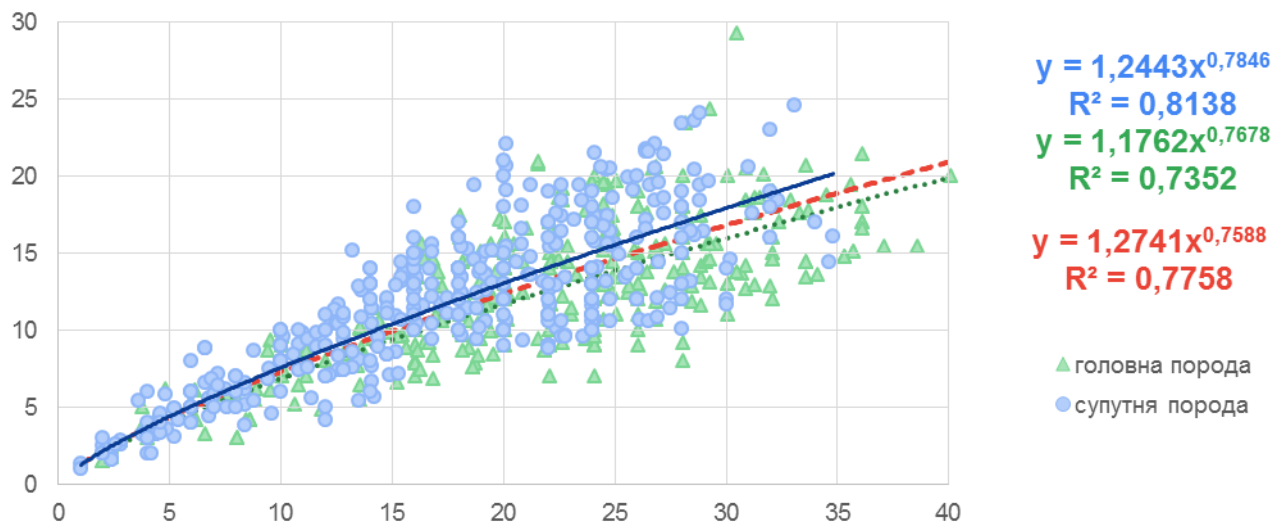


Рис. 3.4. Розподіл насаджень горіха грецького за діаметром та висотою

Бонітетна структура горіхових насаджень Правобережного Лісостепу свідчить про їх високу продуктивність та якість у відповідності до типологічних умов. Спостерігається практично рівномірне розподілення насаджень за бонітетом: I – 21,4 %, II – 22,2 %, III – 19,6 %, IV – 17,1 %. Насаджень із бонітетом вище I нараховано понад 10,2 %. Насадження із дуже низьким бонітетом становлять 3,9 %. Середній бонітет тут становить – II,4 (табл. 3.5).

Найбільше насаджень (68,6 %) росте за II,2 класом бонітету. Високобонітетні насадження становлять тільки 1,5 %. Насадження горіха грецького, в основному, є середньоповнотними. Їх середня повнота становить 0,7. Насаджень з повнотою 0,6-0,8 налічено 68,9 %. Високоповнотних насаджень дуже мало 211,4 га (12,2 %). Середній вік насаджень становить 42 роки та в залежності від індексу ТЛУ, коливається в межах 12-46 років.

Таблиця 3.5

Усереднені показники усіх насаджень горіха грецького у розрізі ТЛУ

Показник	Індекс ТЛУ									
	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Разом
Загальна площа, га	1,3	0,6	97,8	201,0	11,0	206,3	1187,0	23,5	1,2	1729,7
Загальний запас, м ³	80	10	10090	18680	1000	11310	115750	3440	80	160440
Середній запас, м ³ /га	61,5	16,7	103,2	92,9	90,9	54,8	97,5	146,4	66,7	92,8
Середній вік, років	35	12	46	40	38	39	42	39	25	42
Середній бонітет	III	II	II	II	III	III	II	IA	IA	II
Середній індекс бонітет	0	3	5	2	0	6	2	8	0	4
Середня повнота	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Середній приріст на 1 га	1,8	1,1	2,3	2,3	2,2	1,3	2,3	3,7	2,7	2,2

Насадження, де горіх грецький як переважаюча порода характеризуються III,3 бонітетом (табл. 3.6). Найпоширеніші насадження D₂ (74,2 %) ростуть за III,1 класом бонітету. Незначна частка їх росте за I (0,2 га в умовах B₂) та IA,6 бонітетом (8,8 га в умовах D₃). Насадження є середньоповнотні (0,7) із середнім віком 45 років.

Таблиця 3.6

Середні показники насаджень, де горіх грецький як переважаюча порода у розрізі індексів ТЛУ

Показник	Індекс ТЛУ									
	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Разом
Загальна площа, га		0,2	21,6	67,1	6,6	81,4	535,0	8,8		720,7
Загальний запас, тис.м ³			1,73	4,74	0,35	1,71	48,34	1,65		58,52
Середній запас, м ³ /га			80,1	70,6	53,0	21,0	90,4	187,5		81,2
Середній вік, років		5	47	41	33	40	47	41		45
Середній бонітет		I	II	III	IV	V	III	IA		III
Середній індекс бонітету		0	9	2	0	2	1	6		3
Середня повнота		0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7		0,7
Середній приріст на 1 га			1,5	1,7	1,6	0,5	1,9	4,9		1,8

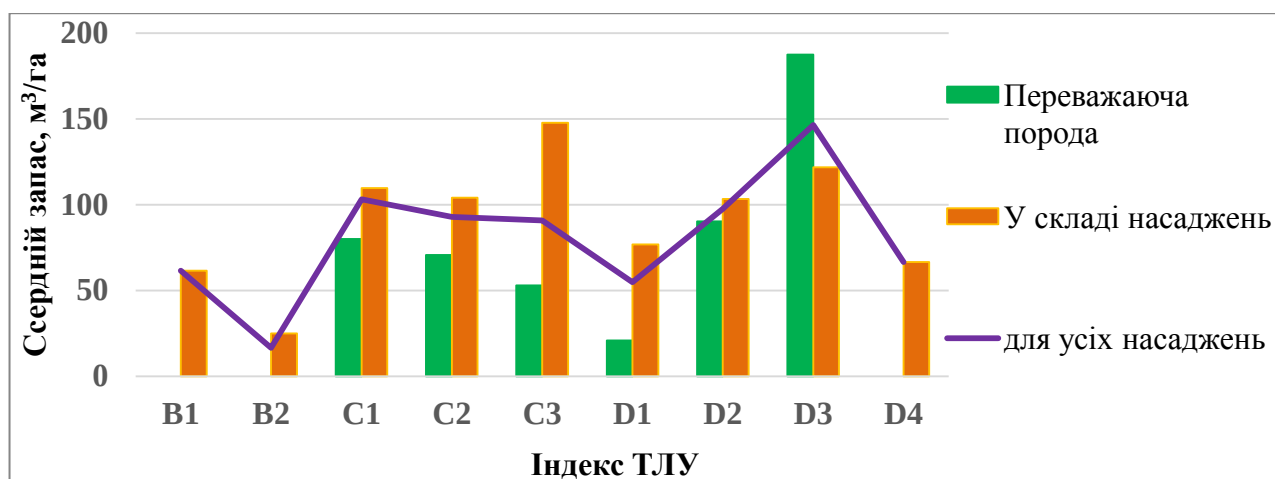
Насадження, де горіх грецький як супутня порода характеризуються I,8 бонітетом (табл. 3.7). Найпоширеніші насадження D₂ (64,6%) ростуть за I,5 класом бонітету. Значна частина їх росте за I,7 (13,3% в умовах C₂) та II,7 бонітетом (12,4% в умовах D₁). В умовах B₁ та B₂ (0,2 % площі) горіхові насадження ростуть за найнижчим класом бонітету (III). Насадження є високоповнотні (0,8) із середнім віком 39 років.

Таблиця 3.7

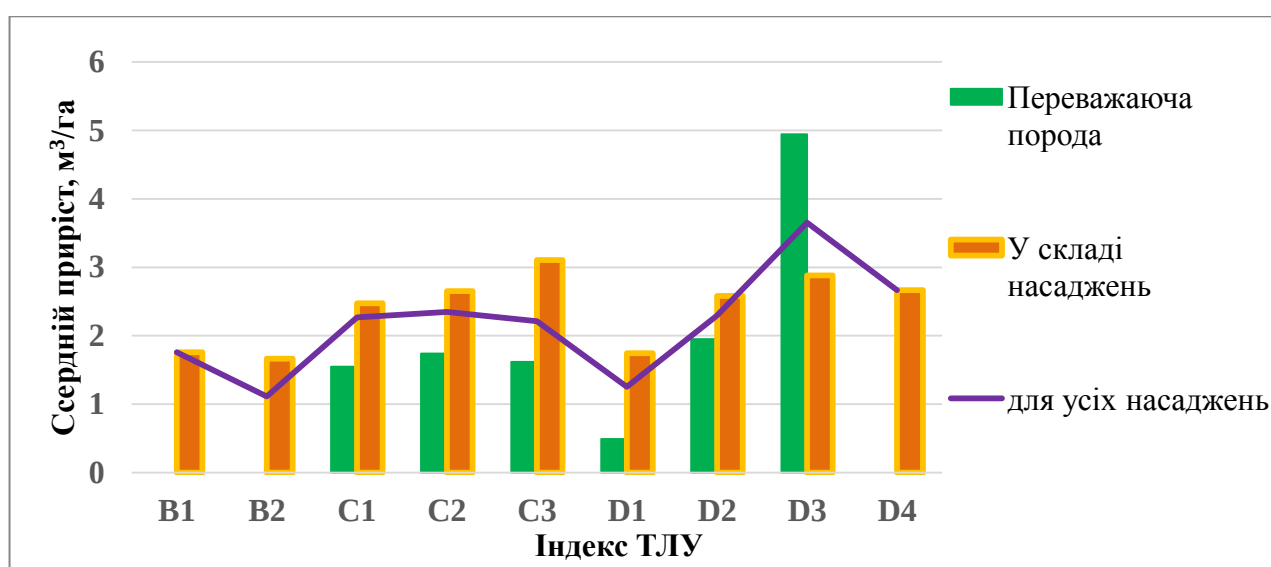
**Середні показники насаджень, де горіх грецький як супутня порода
у розрізі індексів ТЛУ**

Показник	Індекси ТЛУ									
	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Загалом
Загальна площа, га	1,3	0,4	76,2	133,9	4,4	124,9	652,0	14,7	1,2	1009,0
Загальний запас, тис.м ³	0,08	0,01	8,36	13,94	0,65	9,60	67,41	1,79	0,08	101,92
Середній запас, м ³ /га	61,5	25,0	109,7	104,1	147,7	76,9	103,4	121,8	66,7	101,0
Середній вік, років	35	15	46	40	46	38	38	38	25	39
Середній бонітет	III	III	II	I	I	II	I	I	IA	I
Середній індекс бонітету	0	0	4	7	4	7	5	0	0	8
Середня повнота	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8
Середній приріст на 1 га	1,8	1,7	2,5	2,7	3,1	1,7	2,6	2,9	2,7	2,5

Детальний аналіз даних показує, що середній запас насаджень горіха грецького знаходиться в межах 92,8 м³/га; у насадженнях, де горіх є переважаючою породою він коливається в межах 21,0-187,5 м³/га, а у насадженнях, де горіх є супутньою породою – 25,0-121,8 м³/га (рис. 3.5). Середній приріст насаджень, де горіх є переважаючою породою становить 1,8 м³/га, а насаджень, де горіх є супутньою породою – 2,5 м³/га.



А



Б

Рис. 3.5. Середні показники запасу (А) та приросту (Б) насаджень горіха грецького за типами лісорослинних умов

Підсумовуючи особливості росту горіха грецького в насадженнях, встановлено, що для введення виду як переважаної породи найпродуктивнішими умовами є тільки D₃. Практично у всіх типологічних умовах горіх грецький, як супутня порода демонструє кращий ріст та показники продуктивності деревостанів. Оптимальними ТЛУ можна вважати свіжі та вологі груди та сугруди, в яких горіх грецький незалежно від коефіцієнту складу демонструє найвищі показники середнього приросту за рік та середнього запасу на площі.

У розрізі класів віку, спостерігається стабільний річний приріст у пристигаючих і стиглих насадженнях в межах 2,1-2,7 м³/га (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Середній приріст (м³/га) горіхових насаджень різного класу віку

Індекс типу лісу	Класи віку									
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
B ₁					1,4					
B ₂		1,7								
C ₁		0,8	2,2	3,1	2,3	2,1	1,6			
C ₂	3,6	2	1,8	2,8	2,1	2,4	1,9			
C ₃			2,1	1,6	3,1	4,8		2,9		
D ₁	1	0,2	1,5	2,3	0,7	2,3	1,8	1,3	0,7	
D ₂	1,8	2	2,3	2,5	2,3	2,3	2,3	2,8	1,8	2,1
D ₃		1,8	5,6	6,9	2,8	3,2	4,1	3,5		
D ₄			2,7							
Разом	2,2	1,6	2,1	2,6	2,1	2,3	2,2	2,7	1,3	2,1

Як свідчить графічна модель розподілу за середнім річним приростом насаджень горіха грецького у розрізі класів віку та типом лісорослинних умов, у перестійних насадженнях спостерігається значне сповільнення росту (рис. 3.6).

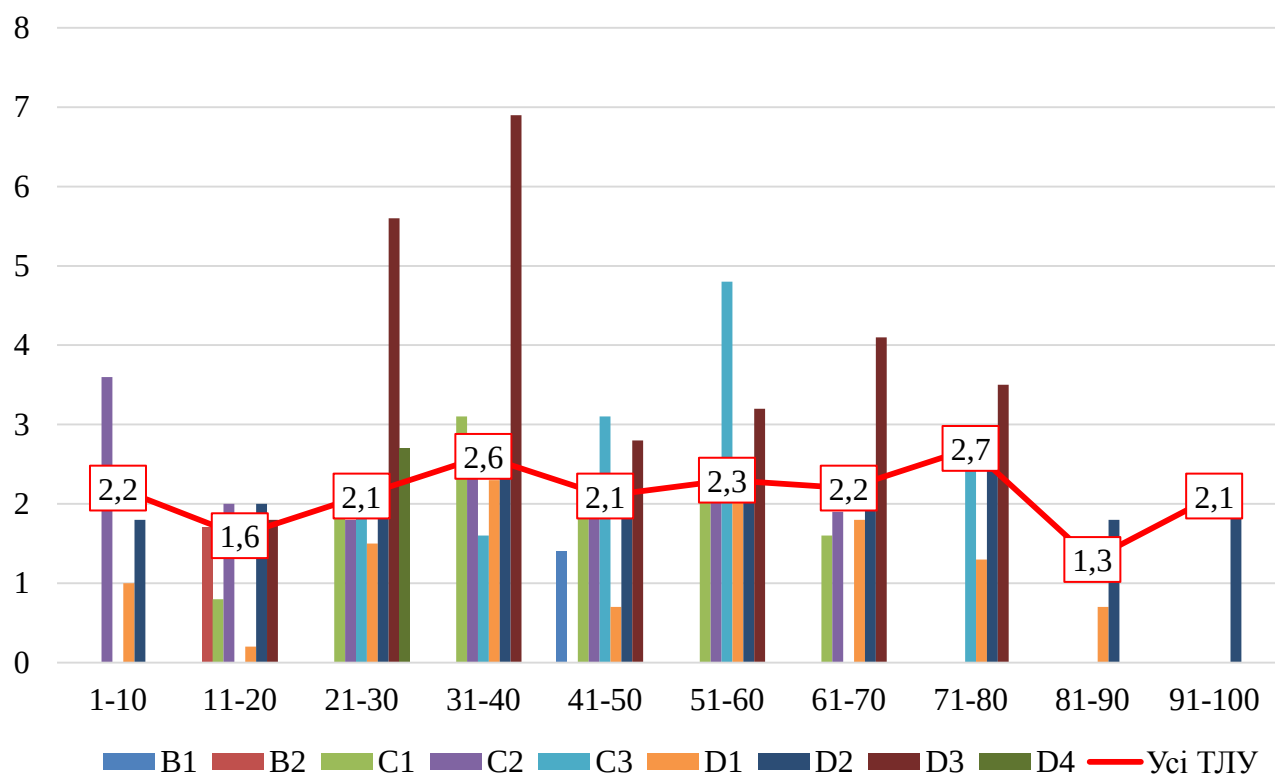


Рис. 3.6 Середній річний приріст насаджень горіха грецького за класами віку та індексами ТЛУ

Розподіл горіхових насаджень у досліджуваному регіоні за походженням свідчить про значну перевагу штучних насаджень. Так, 725 з 775 ділянок на площі 1653,7 га горіха грецького в досліджуваному регіоні мають насінне штучне походження, 35 ділянок (40 га) мають насінне природне походження і 15 ділянок (36 га) – вегетативне паросткове походження.

3.2. Динаміка радіального приросту горіха грецького

Зміни кліматичних умов, які уже вплинули на ріст грецького горіха, і як вони можуть змінити чутливість виду до клімату в майбутньому, досі в Україні не вивчалися. Для цього великі можливості мають дендроекологічні дослідження, які пов'язують параметри деревних кілець, такі як ширина кільця, з умовами навколишнього середовища. Завдяки особливостям розвитку деревних кілець (тобто в роки зі сприятливими умовами росту дерева формують широкі кільця, і навпаки, при несприятливих – вузькі річні прирости), а також довговічності дерев, ряди деревних кілець відображають реакції дерев на зміни умов навколишнього середовища впродовж тривалих періодів часу. Таким чином, прирости деревних кілець забезпечують основне джерело інформації, необхідної для розуміння кліматичної чутливості росту дерев, а також для покращення оцінки придатності видів дерев для вирощування у певних кліматичних умовах.

Знання структури деревини грецького горіха є необхідним для встановлення та інтерпретації моделей взаємозв'язків між зміною факторів навколишнього середовища та радіальним ростом дерев, вираженим через ширину річного кільця або через інші його характеристики (Fritts, 1976).

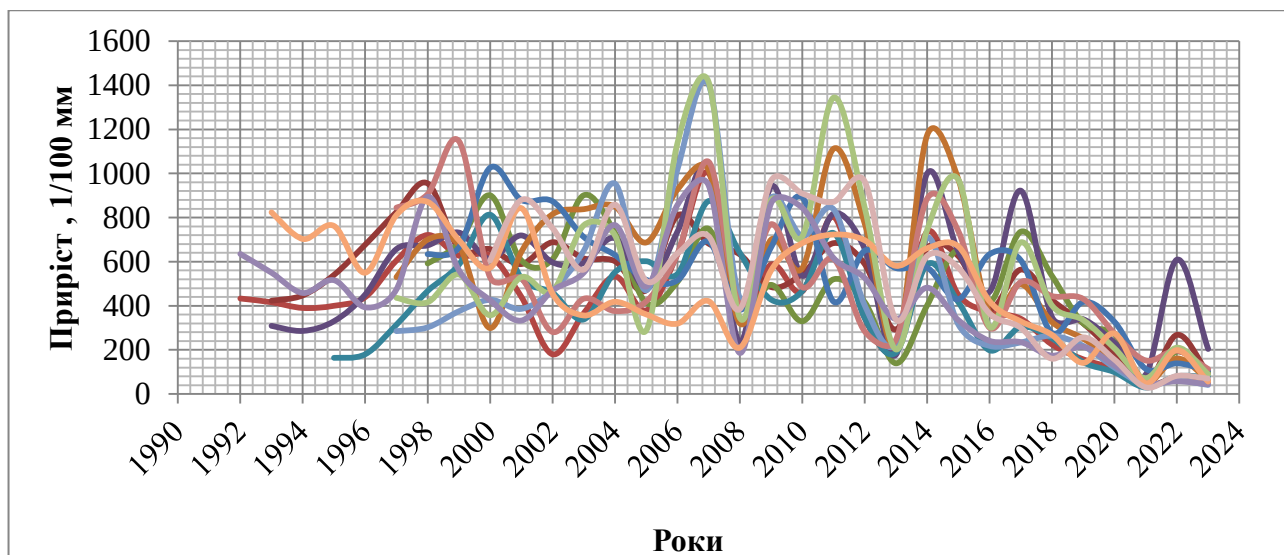
Аналізуючи взаємозв'язок між урожайністю горіха та річним приростом, виявлено достовірну позитивну кореляцію між урожайністю горіха грецького поточного року та шириною кільця попереднього року (Winter et al., 2009). Оскільки ростові кільця є невід'ємним елементом усіх ростових елементів, тому дендрологічні дослідження дозволяють реконструювати щорічну історію росту дерев. Таким чином, ряди радіального приросту дають унікальну перспективу

того, як дерева реагують прямо чи опосередковано на широкий спектр кліматичних чинників.

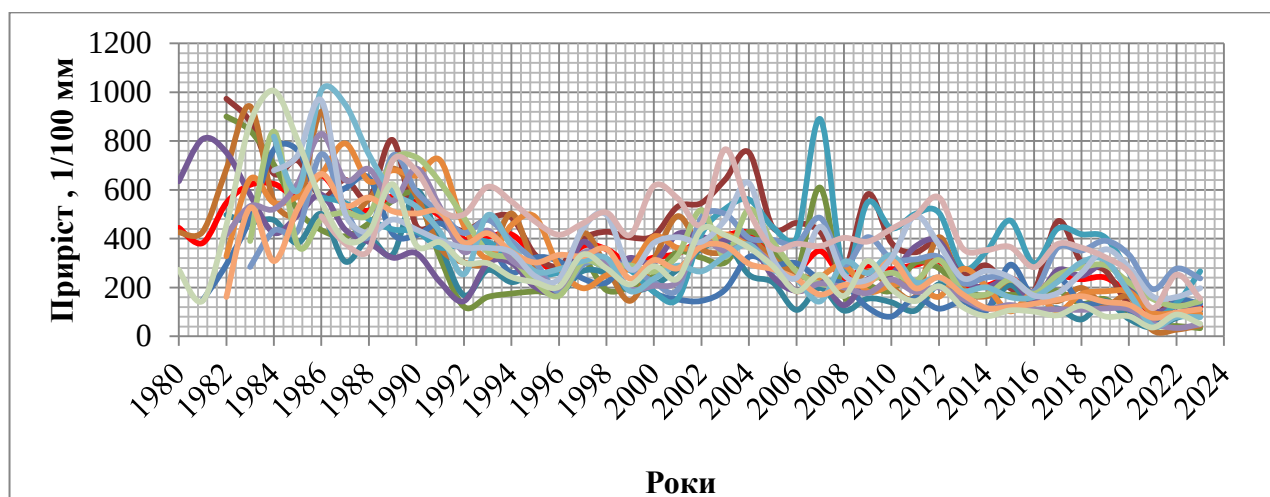
Горіх грецький відомий своїм відносно повільним темпом росту порівняно з іншими деревними породами. Проте, накопичення деревної біомаси та продуктивність залежать від багатьох чинників, які включають фізіологічні процеси, а також на їх адаптивність до факторів зовнішнього середовища (Cosmulescu & Botu, 2012; Bîrsanu Ionescu. & Netoiu, 2019).

Існує значна невизначеність щодо величини потенційного впливу зміни клімату на ріст горіха грецького. Деякі дослідження вказують на те, що зміна клімату може негативно вплинути на ріст дерев, а інші ні. Таким чином горіх грецький може опинитися в невідгідному становищі через його сприйнятливність до посухи та морозів у регіонах вирощування, враховуючи прогнозоване підвищення температури та екстремальні кліматичні явища. В регіонах, які наразі вважаються холодними для росту грецького горіха, можна спостерігати посилення приживлюваності та росту залежно від швидкості підвищення температури та частоти екстремальних кліматичних явищ (Macalady Allen AK et al., 2010; Améglio et al., 2001; Améglio, et al., 2002; Crepinsek, et al., 2009).

Ріст горіха грецького регулюється широким спектром фізіологічних процесів, таких як фотосинтез, транспірація, фізіологічні реакції на стресові умови (такі як посуха чи заморозки). Взаємодія з факторами зовнішнього середовища, такими як доступ до вологи, рівень освітлення, ґрунтові умови та кліматичні чинники, також має значний вплив на ріст і продуктивність горіха грецького (Hemery et al., 2010; Gauthier & Jacobs, 2011).



А



Б

Рис.3.7. Деревно-кільцеві хронології горіха грецького
А – плантаційне насадження, Б – лісове насадження.

Досліджені деревно-кільцеві хронології горіха грецького склалися з 1152 річних приростів річної деревини та базуються на 36 індивідуальних деревно-кільцевих хронологіях із двох локальних хронологій. Для виявлення тенденцій у рості та розвитку горіха грецького в лісових умовах та при плантаційному вирощуванні проведено порівняння їх радіального приросту (рис.3.7).

Статистичний аналіз річних кілець свідчить про придатність деревно-кільцевих хронологій для подальшого аналізу в зв'язку з тим, що ці серії мають міжсерійний коефіцієнт кореляції 0,59 для плантаційного насадження та 0,55 для лісового деревостану при критичному значенні коефіцієнта 0,32 (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Описова статистика для дендрохронологічних серій радіального приросту горіха грецького при плантаційному вирощуванні та в лісових умовах.

Показники	Плантаційне насадження	Лісове насадження
середня ширина р.ш., мм	4,98	2,70
мінімальне значення, мм	0,62	0,80
максимальне значення, мм	8,94	4,20
стандартна помилка, мм	0,35	0,15
стандартне відхилення, мм	2,00	0,88
точність, %	7,08	5,74
довірчий інтервал (0,05)	0,72	0,32
коефіцієнт варіації, %	40,04	32,46
міжсерійний коефіцієнт кореляції	0,60	0,55
популяційний сигнал	0,97	0,96
автокореляція першого порядку	0,60	0,82
середня чутливість деревно-кільцевих хронологій	0,32	0,17
коефіцієнт подібності деревно-кільцевих хронологій	67,7	

Чутливість деревно-кільцевої хронології плантаційного насадження дещо перевищує середнє значення і становить 0,32, а для лісового насадження, навпаки, становить 0,17 і є нижчою за середнє значення. Таким чином, горіх грецький при плантаційному вирощуванні є більш чутливим до варіацій умов довкілля порівняно із лісовими насадженнями. Автокореляція деревно-кільцевої хронології є високою для обох насаджень, що свідчить про значний вплив умов попереднього року на приріст поточного року.

Максимальна ширина річного кільця у плантаційних насадженнях становила 8,34 мм, а мінімальна ширина кілець – 0,62 мм. Натомість, у лісових деревостанах ці показники мають значно менший розмах і становлять 4,2 мм та 0,80 мм, відповідно. Щодо середніх значень поточного радіального приросту, то у плантаційному насадженні величина даного показника становить $4,98 \pm 0,35$ мм і на 85% перевищує показник у лісових, який становить $2,70 \pm 0,15$ мм. Виражений популяційний сигнал (EPS) є показником надійності хронології, який базується на середній кореляції між усіма рядами. Значення коливається від 0,0 (немає

узгодження) до 1,0 (ідеальна згода), причому значення 0,85 часто пропонується як граничне значення для визначення якості хронології деревних кілець. Таким чином, цей показник показує наскільки добре хронологія порівнюється з теоретичною хронологією, заснованою на нескінченній кількості дерев (Cook & Kairiukstis, 1990). Для цієї деревно-кільцевої хронології обчислено коефіцієнт EPS (популяційний сигнал), який сягає 0,96-0,97, тобто перевищив поріг 0,85, що свідчить про придатність дендрохронологічної серії для подальшого дендрокліматичного аналізу. Отже, деревно-кільцеві хронології насаджень горіха грецького отримані в лісових та плантаційних умовах перевищили порогові значення та узгоджуються з теоретичною хронологією.

Коливання ширини річних кілець у дерев горіха грецького на пробних площах при плантаційному вирощуванні та в лісових умовах в окремі роки було синхронним, однак також спостерігали періоди з асинхронним коливанням (рис.3.8). Це свідчить про те, що зміни у річному прирості деревини не завжди мають загальні зовнішні причини, які впливають на всі дерева у певній місцевості.

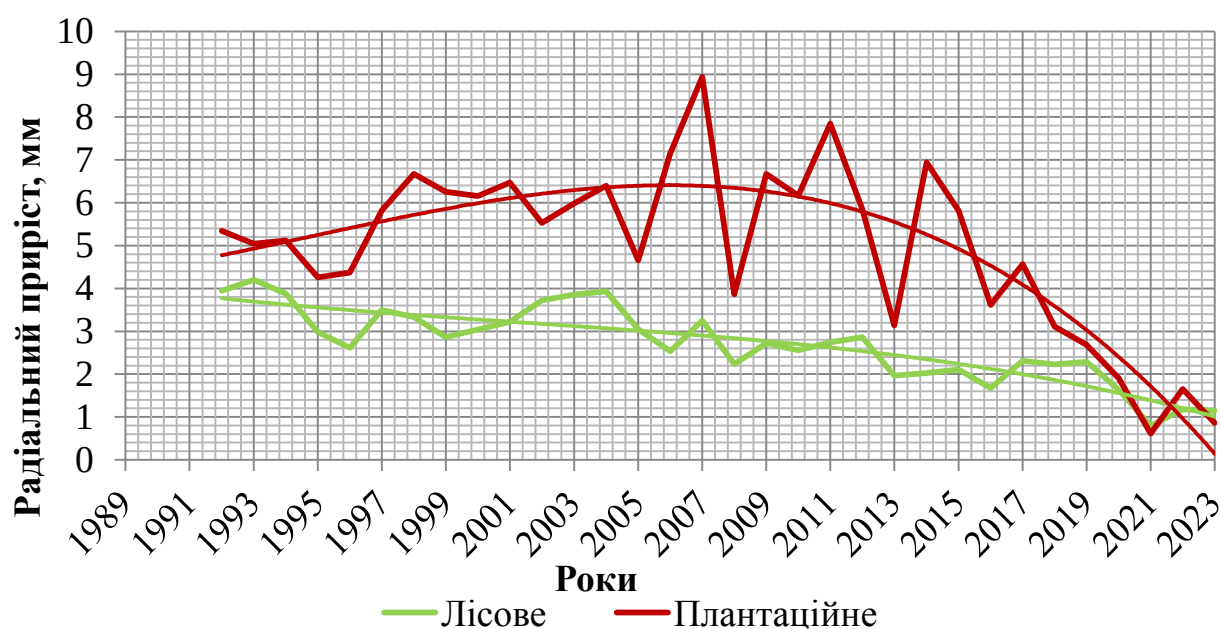


Рис. 3.8. Динаміка деревно-кільцевих хронологій радіального приросту горіха грецького при плантаційному вирощуванні та в лісових умовах

Порівнюючи радіальні прирости деревних порід, можна виокремити декілька періодів росту і розвитку, кожен з яких характеризується певними особливостями та умовами для росту рослин:

1. Період ранньої молодості (до 10-ти років). У цьому періоді росте головним чином активний радіальний приріст. Древа зазвичай формують скелет крони та розгалуження, створюючи основу для майбутнього росту. У період 1992-1997 рр. у плантаційному та лісовому насадженнях коливання приросту є подібним, однак у плантаційних умовах вирощування приріст був дещо вищий від деревостанів, що зростають у лісових умовах. А у 1997-2000 рр. величини радіальних приростів у плантаційному насадженні зростають і значно перевищують величини у дерев в лісових умовах. Відмінності статистично достовірні, що підтверджується однофакторним дисперсійним аналізом $F_{\phi} = 0,04-0,08 < F_{\tau}(0,95) = 2,05$.

2. Період інтенсивного росту (10-25 р.). У цей час дрова зазвичай демонструють найбільшу активність у радіальному прирості. Рослини швидко збільшують свої розміри за висотою та діаметром, інтенсивно конкуруючи за світло та ресурси з іншими деревами. У період 2002-2013 рр. для горіха грецького у плантаційних умовах вирощування припадало найбільше значення радіальних приростів (3,14-8,93 мм), максимум спостерігався у 2007 р. Радіальний приріст у лісових деревостанах у цей же період був на дещо нижчому рівні і коливався у діапазоні 1,96-3,93 мм. Значення радіального приросту у плантаційному насадженні переважали приріст у лісовому насадженні на 48-240 %. Таким чином, висока конкуренція у лісових деревостанах за світло і площу живлення не дозволяє досягати максимальних показників приросту і є достовірно нижчою порівняно із плантаційними насадженнями, в яких конкуренція між деревами є низькою.

3. Період помірного росту (25-35 р.). Після інтенсивного росту, радіальний приріст зменшується, але все ще залишається значним. Рослини стабілізують свій розмір та форму, конкуренція за площу живлення з іншими деревами ще існує. З 2019 року спостерігали спад приросту у горіха грецького як при плантаційному

виращуванні, так і в лісових умовах, а їх абсолютні величини дещо вирівнялися. Слід відзначити, що у всі періоди росту відмінності між плантаційними та лісовими насадженнями статистично достовірні, що підтверджується однофакторним дисперсійним аналізом $F_{\phi} = 0,01-0,08 < F_T(0,95) = 2,05$.

Дерева, що ростуть у одному регіоні, демонструють схожі реакції на зовнішні зміни кліматичних умов, відображаючи подібні закономірності у річному прирості. У ці роки приріст дерев значною мірою обмежується певними зовнішніми факторами і утворюються вузькі кільця (реперні роки), що полегшує ідентифікацію цих періодів у хронології річних кілець.

Було визначено ключові роки з мінімальним приростом (2005, 2008, 2013, 2016, 2020 та 2021 рр.), під час яких ширина річних кілець деревини зменшувалася на 30-110% у порівнянні з попереднім роком. Ці періоди характеризувалися низькими середньомісячними температурами у лютому-березні (2007 р.) та дефіцитом річної суми опадів (2008, 2013 та 220 рр.). Радіальний приріст деревини в ці роки був обмежений через дефіцит опадів у деякі місяці вегетаційного періоду (на 58-103%), зниженням температур впродовж вегетаційного періоду (на 7%), а також аномально високою кількістю опадів (186%) у травні 2021 р. на які негативно зреагували абсолютна більшість дерев.

У роки із переважаючим приростом (1997, 2007 та 2022 рр.) кліматичні умови характеризувались сприятливими величинами температури та вологості. Так, сума опадів становила 147 % від середньорічної, що сприяло зростанню радіального приросту. (табл.3.10).

Таблиця 3.10

Реперні роки радіального приросту горіха грецького

Реперні роки	Зміна радіального приросту в поточному році у порівнянні з попереднім роком, %		Кліматичні чинники
	Лісове	Плантаційне	
1997	+ 29	+ 21	перевищення суми опадів за вегетаційний період $\Delta +73$ мм (21 %)
2005	-30	-37	низькі середньомісячні температури у лютому-березні $\Delta -3,5$ °C та за вегетаційний період $\Delta -0,6$ °C (7 %)
2007	+ 23	+ 20	вищі за норму температури у березні-травні $\Delta +0,7$ °C (+8,4 %)
2008	-47	-131	дефіцит річної суми опадів $\Delta -243,7$ мм (-103 %)
2013	-47	-86	дефіцит осінніх опадів минулого року та у березні-квітні поточного року $\Delta -63,4$ мм (-58 %)
2016	-33	-61	дефіцит річної суми опадів $\Delta -196,3$ мм (-82 %)
2020	-38	- 40	дефіцит річної суми опадів $\Delta -161,7$ мм (-68 %)
2021	-110	-210	заморозки у квітні (10.04), тривалість безморозного періоду становить 182 дн. аномально високі опади у травні $\Delta +75$ мм (+186 %)
2022	+ 34	+ 63	вища за норму середньорічна температура $\Delta +1,6$ °C (+22 %)

Оцінюючи коефіцієнт варіації величин радіального приросту, який відображає частку аномальних складових приросту дерев, можна охарактеризувати внутрішню різноманітність приросту в межах деревостану та визначити його ступінь однорідності. Високий коефіцієнт варіації може свідчити про наявність значних відмінностей у темпах приросту між окремими деревами, що є наслідком різних екологічних умов або антропогенних чинників (Коваль, 2023; Іванюк І. Д. & Іванюк Т. М. ,2019).

Результати досліджень показали, що структурна стійкість горіхових насаджень як при плантаційному вирощуванні так і в лісових умовах має значні коливання в окремі роки (рис. 3.9).

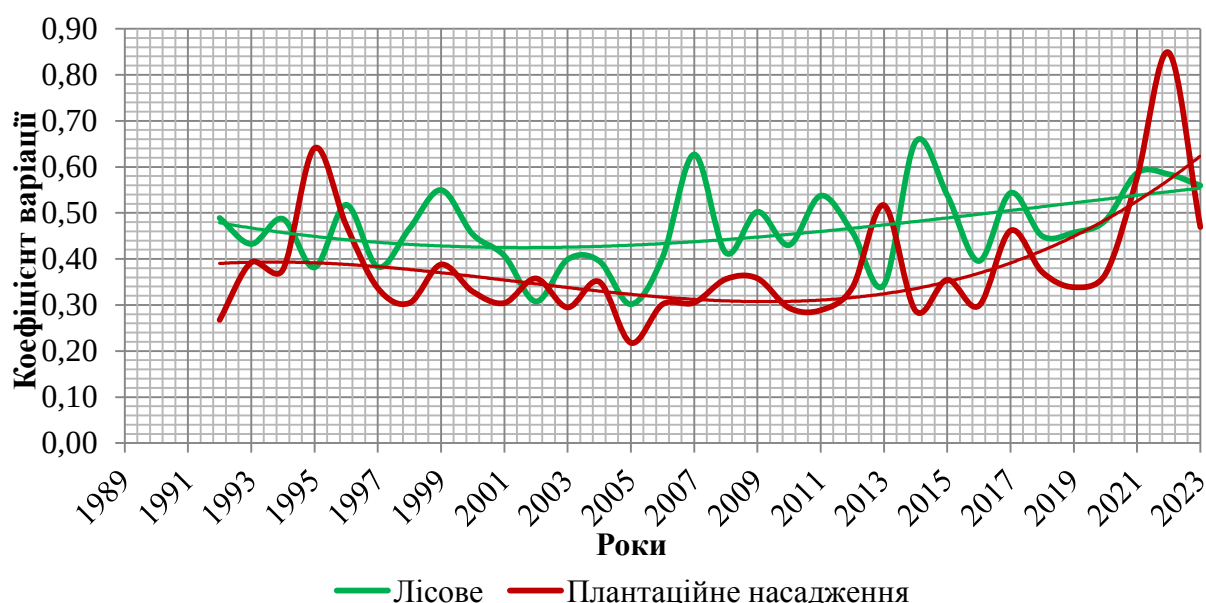


Рис. 3.9. Динаміка коефіцієнта варіації радіального приросту горіха грецького при вирощуванні у плантаційних та лісових умовах

Так, деревостани горіха грецького в цілому не відзначаються високою структурною стійкістю (коефіцієнт варіації становить більше 0,30), лише у деякі роки коефіцієнт варіації становив нижче 0,30, що свідчить про структурну стійкість горіха грецького у ці роки. У структурній стійкості горіхових деревостанів при плантаційному вирощуванні спостерігали певну тенденцію до її підвищення з віком дерев, так з 1996 р. до 2016 р. у плантаційному деревостані спостерігали поступове її відновлення впродовж 21 року. В той же час в лісових умовах в цей період спостерігали коливання структурної стійкості на рівні вищому за показник коефіцієнта 0,3.

Величина коефіцієнту чутливості радіальних приростів надає важливу інформацію щодо росту і розвитку горіхових деревостанів. Ці коефіцієнти також вказують на те, наскільки дерева реагують на зміни у факторах навколишнього середовища, таких як кліматичні та ґрунтові умови, доступність води та світла тощо. Чим вищий коефіцієнт чутливості, тим сильніший кліматичний сигнал

відображає кільцева серія. Коефіцієнт чутливості – це індекс, який коливається від 0 до 2, відсутність відмінностей між послідовною шириною річного кільця до кожного другого кільця. Більші значення вказують на наявність значної високочастотної дисперсії (Cook & Kairiukstis, 1990).

Зазвичай коефіцієнти чутливості радіальних приростів можна порівнювати між різними видами чи сортами дерев, щоб з'ясувати, які з них найбільш адаптовані до конкретних умов середовища. В нашому випадку була необхідність з'ясувати, як горіх грецький адаптований до різних умов середовища (рис. 3.10).

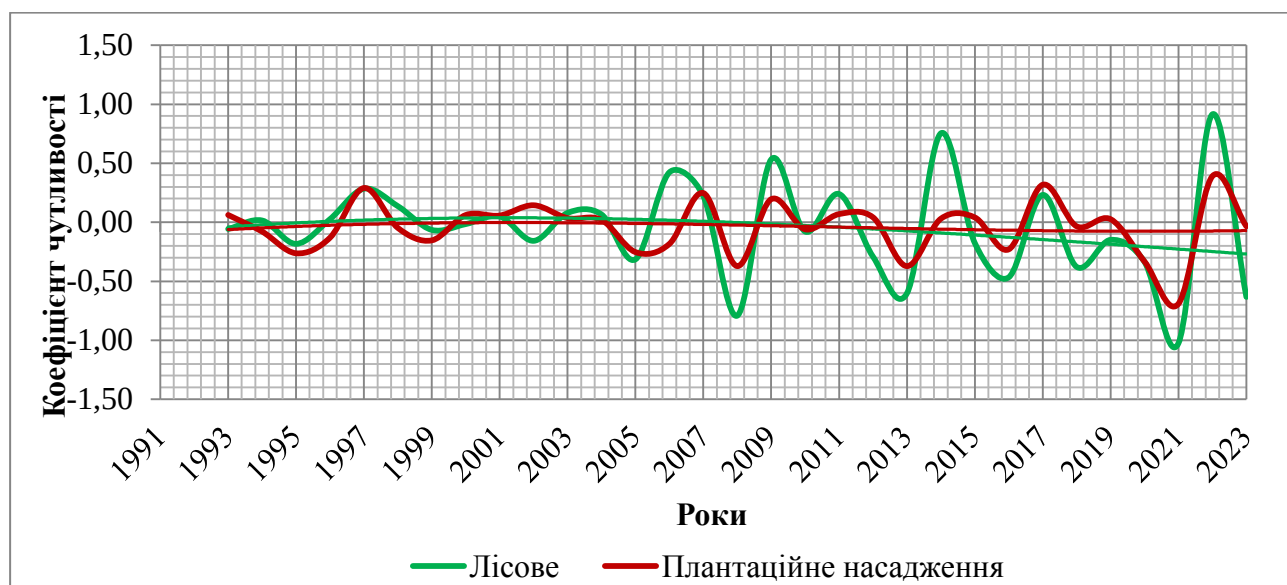


Рис. 3.10. Динаміка коефіцієнта чутливості радіального приросту горіха грецького при плантаційному вирощуванні та в лісових умовах

Оскільки мінливість радіального приросту значною мірою зумовлена чутливістю до кліматичних коливань, наші результати вказують на те, що в досліджуваному регіоні деревно-кільцеві хронології насаджень горіха грецького виявляють слабку чутливість до кліматичних коливань. Слід відзначити, що з 2020 р. спостерігали від'ємні значення коефіцієнта чутливості у горіха як при плантаційному вирощуванні так і в лісових умовах, як наслідок різкого зниження приросту в останні роки. В цілому, коефіцієнт чутливості при узагальненому багаторічному значенні становив 0,32 у лісових умовах та 0,18 при плантаційному вирощуванні та коливався у межах -1,02...+0,92 та -0,69 ... + 0,39 відповідно. Таким чином, порівняння коефіцієнтів чутливості

радіального приросту горіха грецького дозволяє зробити висновок, що вид *Juglans regia* добре пристосувався до умов середовища Правобережного Лісостепу та в цілому є фізіологічно стійким до екологічних змін.

3.3. Вплив кліматичних чинників на формування радіального приросту деревини

Ретельне вивчення впливу кліматичних умов на рослинний світ дозволяє краще розуміти й прогнозувати динаміку росту та розвитку рослин у різних екосистемах. Це є ключовим для розробки ефективних стратегій плантаційного вирощування та збереження природного біорізноманіття.

Особливо посушливими були 2007-2009 рр. коли середньорічні опади значно відстали від середнього багаторічного показника і цей показник становив менше 200 мм (40–42% від середніх багаторічних показників) (див. рис. 3.11). Низьку середньорічну температуру повітря спостерігали у 1996, 2006 та 2021 рр., яка на 20-24% була нижчою за попередні роки спостереження.

Клімат Правобережного Лісостепу є помірно-континентальним, що визначається показником континентальності, який зростає від заходу до сходу регіону. Це означає, що відмінності в температурних режимах та опадах стають більш помітними, просуваючись від західних до східних районів.

Коливання температури має великий вплив на сезонні процеси росту та розвитку рослин. Тривалість фенологічних фаз, таких як цвітіння, плодоношення та опадання листя, залежить від погодних умов, що в свою чергу визначає зовнішні ознаки рослин. Умови клімату, зокрема кількість опадів і середньомісячні температури (див. рис. 3.11), впливають на ріст та розвиток горіха грецького, який є одним із характерних видів для цього регіону.

Головними факторами, які впливають на коливання ширини річних кілець, є зміни кліматичних умов, зокрема тепла і вологі. Зміни температури повітря та суми опадів можуть впливати на ріст дерев і впливати на формування річних кілець у дерев. Наприклад, у теплі та вологі роки можуть виникати сприятливі умови для збільшення річного приросту, тоді як у сухі або холодні періоди,

навпаки, можуть бути несприятливі умови для росту дерев. Наші дослідження підтверджують важливість вивчення впливу кліматичних факторів на ріст лісових насаджень та підкреслюють необхідність урахування цих факторів при вирощуванні горіха грецького.

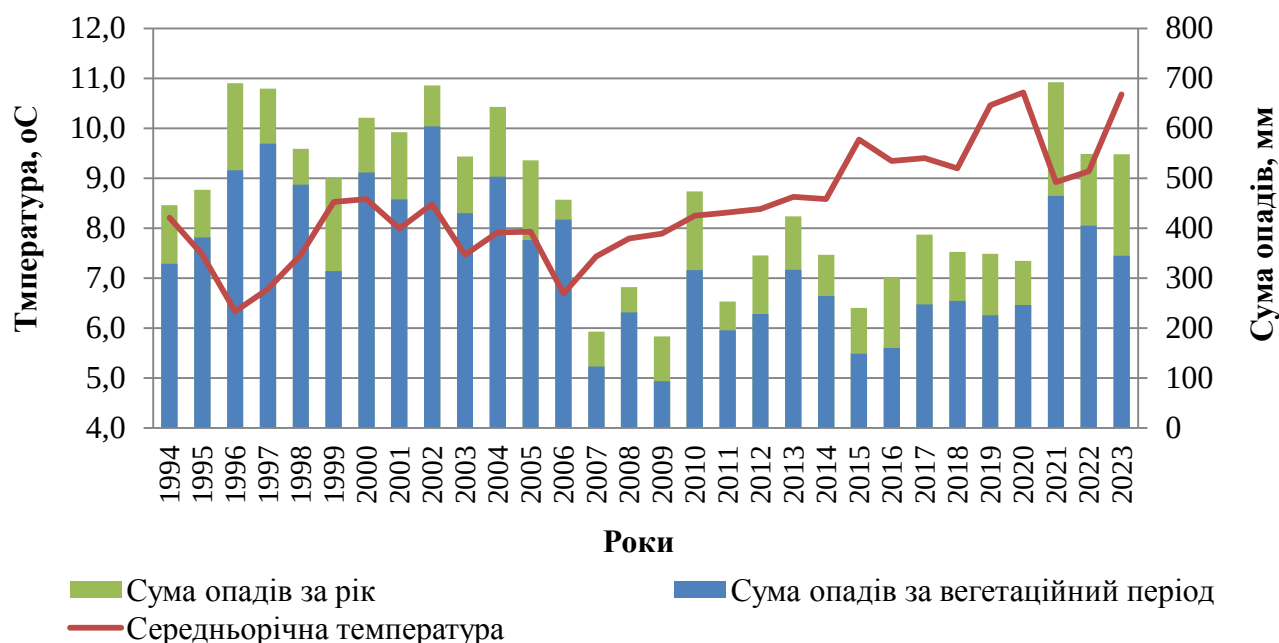


Рис. 3.11. Динаміка середньорічних температур та суми річних опадів за даними метеорологічної станції Вінниця (<https://meteostat.net/>)

Кліматичні умови Правобережного Лісостепу у першій половині вегетації (травень-червень) характеризувалася високим рівнем опадів, що відіграє важливу роль у забезпеченні сприятливого водного режиму ґрунту (рис. 3.12). У другій половині вегетації (липень-серпень), навпаки, спостерігали зниження кількості опадів, що має неоднозначний вплив на продуктивні запаси вологи в ґрунті. Зокрема було встановлено, що в травні лише впродовж нетривалого періоду з досліджених років (1995-2001 рр.) рівень опадів був оптимальний – 40-50 мм, впродовж чотирьох років (2003, 2004, 2009 і 2013 рр.) неістотно знижений – 30-40 мм. В інші роки сума опадів була істотно завищена (2019-2021 рр.) і становила 95-115 мм (146 % відносно багаторічної норми). В період 2008, 2009, 2011 та 2023 рр. також спостерігали несприятливі гідротермічні умови із вкрай низькою місячною сумою опадів, яка іноді досягала критично низьких значень і не перевищували 10 мм. Також і в інші літні місяці (червень, липень) спостерігали несприятливі

гідротермічні умови. При цьому сума місячних опадів могла коливалась у межах від 2 до 155 мм і значно відрізнялась від середньої багаторічної норми – 88 мм. Відомо, що відхилення від норми температури та опадів на 30 % та більше як у більшу, так і в меншу сторону, спричиняє депресію радіального приросту.

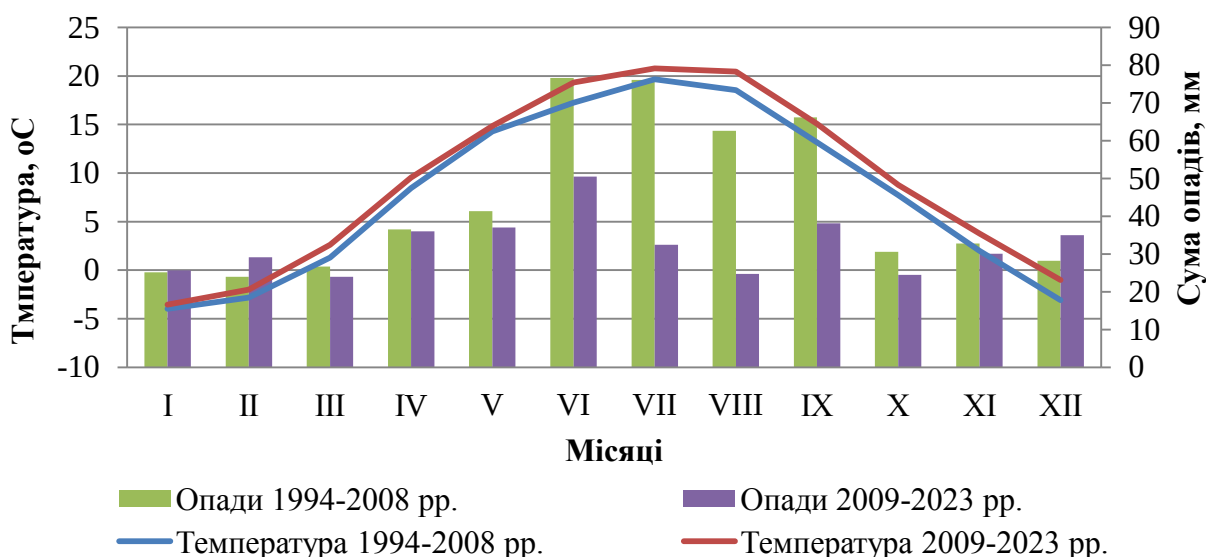


Рис. 3.12. Кліматограма метеорологічної станції Вінниця

(<https://meteostat.net/>)

Відомо, що сила кореляції або якість хронологій річного приросту змінюється залежно від середовища проживання дерев, з яких були взяті зразки, і залежно від того чи іншого періоду (Fritts, 1976; Cook & Kairiukstis, 1990).

Аналізуючи взаємозв'язки між кліматом і радіальним приростом у лісових умовах упродовж періоду від вересня попереднього року до липня поточного року встановлено, що в першому періоді 1994-2008 рр. температура повітря позитивно впливала на радіальний приріст за діаметром впродовж майже усього річного циклу. Середньої та помірної тісноти достовірний прямий кореляційний зв'язок приросту спостерігали із температурою повітря за вересень-листопад минулого року, а також за літні місяці поточного року та за вегетаційний період і за рік в цілому ($r=0,31-0,57$) при ($t_{\phi}= 1,14-2,33 > t_{кр}=0,58-0,76$) (рис. 3.13, табл. у Додатку В).

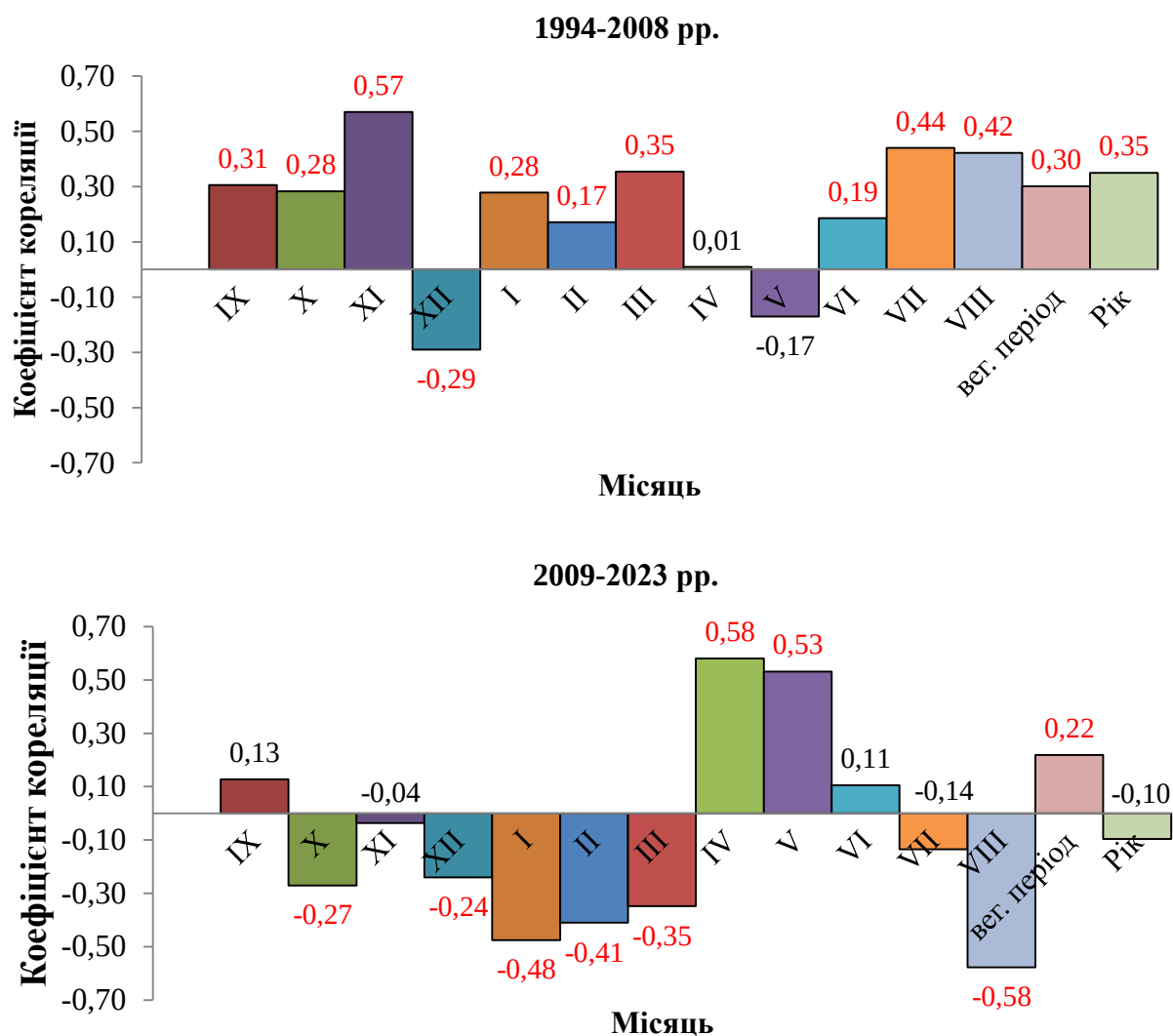


Рис. 3.13. Коефіцієнти кореляції радіального приросту горіха грецького із температурою повітря при вирощуванні в лісових умовах (червоним кольором відмічені значимі зв'язки)

Упродовж квітня-травня поточного року не виявлено істотного впливу температури на радіальний приріст деревини, зв'язок був слабкий і не достовірним. У другому періоді 2009-2023 pp. температура повітря у зимові місяці та за серпень поточного року мала негативний вплив на формування радіального приросту горіха грецького, кореляційний зв'язок був зворотній помірної та середньої тісноти і становив $r = -0,35-0,58$ ($t_{\phi} = 1,31-2,14 > t_{кр} = 0,6-0,73$), і лише у квітні та травні температура мала позитивний вплив на приріст, зв'язок був достовірний середньої тісноти ($r = 0,53-0,58$ при $t_{\phi} = 2,14-2,39 > t_{кр} = 0,57-0,60$). Таким чином, у 1994-2008 pp. температура

повітря у минулому році у період переходу до зимового спокою так і в поточному році позитивно вплинула на приріст деревини горіха грецького. В період 2009-2023 рр. лише квітневі та травневі температури позитивно вплинули на формування деревини, оскільки в цей період починається процес ксилогенезу.

Аналізуючи вплив температури повітря на формування річних приростів у 1994-2008 рр. при плантаційному вирощуванні горіха грецького, також спостерігали позитивний вплив температури на формування деревини як у попередньому році та і в поточному році (рис. 3.14, табл. у Додатку В).

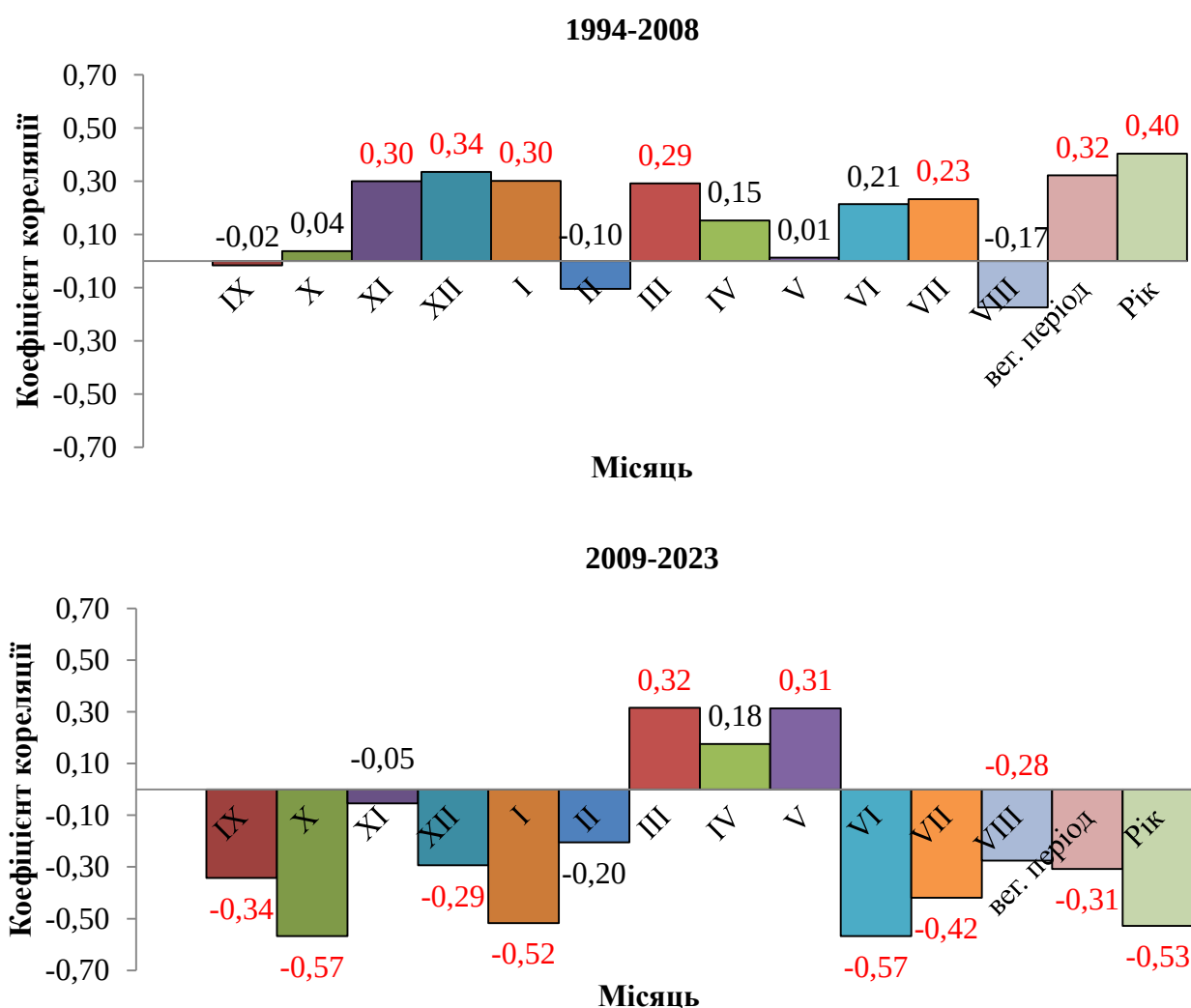


Рис. 3.14. Коефіцієнти кореляції радіального приросту горіха грецького із температурою повітря при плантаційному вирощуванні
(червоним кольором відмічені значимі зв'язки)

Так, кореляційний зв'язок виявився прямий та істотний помірної тісноти ($r=0,32-0,40$ при $t_{\phi} = 1,20-1,54 > t_{кр}=0,69-0,75$) за вегетаційний період так і за рік в цілому. У період 2009-2023 рр. температура повітря у березні–травні мала позитивний вплив на приріст деревини. При цьому істотним помірної тісноти зв'язок був із температурою повітря у березні та квітні, який становив $r=0,32$ ($t_{\phi} = 1,18 > t_{кр}=0,76$) та $r=0,31$ $t_{\phi} = 1,17 > t_{кр}=0,76$) відповідно. На нашу думку, агротехнічні заходи, які здійснюються при догляді за плантаціями, можуть нівелювати вплив стресових погодних умов, зокрема високих або низьких температур на ріст горіха грецького.

Таким чином, кореляційний аналіз за два періоди росту насаджень (перший 1994-2003 рр. та другий 2004-2023 рр.) показав, що через зміни клімату, а саме підвищення температури повітря та зменшення кількості опадів, які були не регулярними та інтенсивними, змінилася реакція приросту як у лісових екосистемах так і в плантаційних насадженнях. Зокрема, в першому періоді (1994–2003 рр.) позитивний вплив на радіальний приріст мали опади в більшості місяців як за минулий рік так і на початку поточного року, а також і в літні місяці (липень–серпень) (рис. 3.15).

Зокрема спостерігали середньої тісноти зв'язок приросту із сумою опадів минулого року у вересні, липні та серпні поточного року ($r=0,50-0,60$). Також, помірної тісноти виявили зв'язок величини річного кільця із опадами у січні та лютому, а також за вегетаційний період і рік в цілому ($r=0,43-0,48$). Це зв'язок виявився достовірним ($t_{\phi} = 1,77-1,82 > t_{05}=0,64-0,67$). Вплив опадів зменшився у другому періоді 2004-2023 рр. Лише сума опадів у жовтні, листопаді минулого року та червні поточного року мали позитивний вплив на радіальний приріст, коефіцієнт кореляції мав значиму величину і становив $r=0,25-0,41$ і був достовірним ($t_{\phi} = 0,95-1,62 > t_{05}=0,69-0,81$).

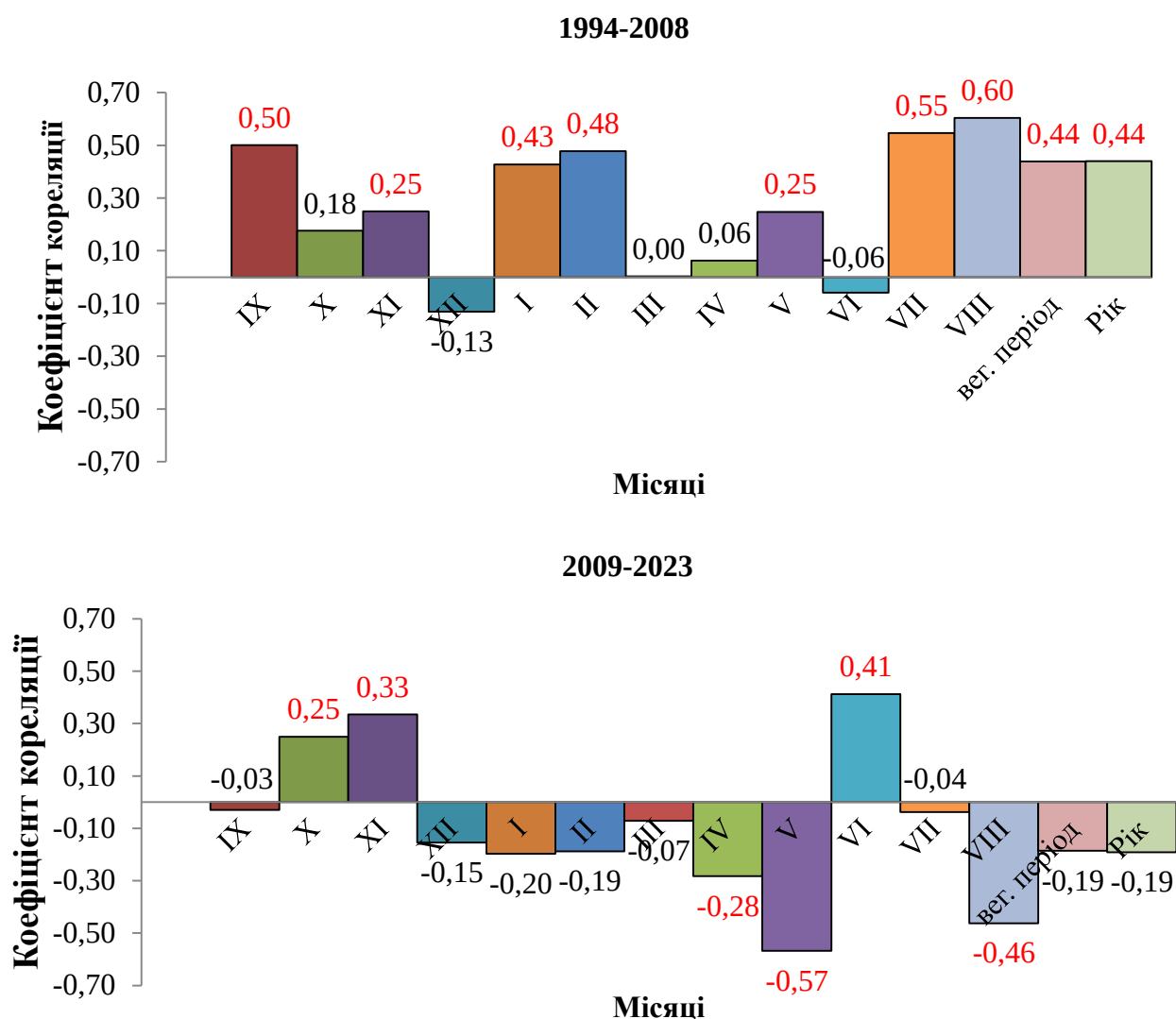


Рис. 3.15. Коефіцієнти кореляції радіального приросту горіха грецького із опадами в лісових умовах:
(червоним кольором відмічені значимі зв'язки)

Дещо іншу тенденцію впливу суми опадів на радіальний приріст горіха грецького спостерігали при плантаційному вирощуванні. Лише сума опадів за жовтень минулого року мала слабкий позитивний вплив на формування приросту ($r=0,29$ при $t_{\phi}=1,15 > t_{кр}=0,77$). В інші місяці та за вегетаційний період і рік в цілому зв'язок суми опадів із приростом деревини був відсутній (рис. 3.16).

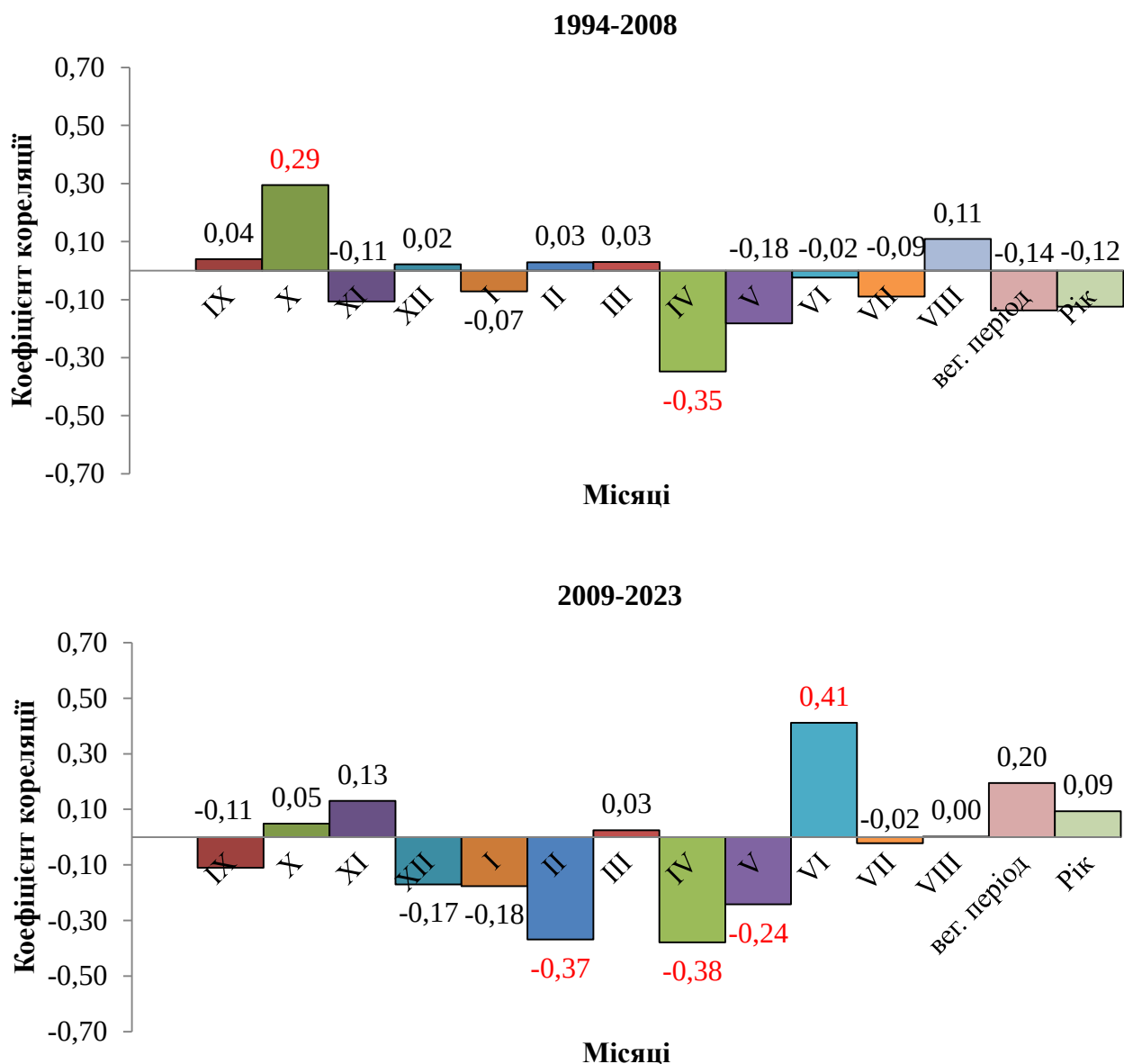


Рис. 3.16. Коефіцієнти кореляції радіального приросту горіха грецького із опадами при плантаційному вирощуванні:
(червоним кольором відмічені достовірні зв'язки)

За період 2009-2023 рр. помірної тісноти зв'язок приросту із сумою опадів спостерігали за червень поточного року ($r=0,41$ при $t_{\phi}=1,58 > t_{кр}=0,69$). Однак, у цьому періоді спостереження відбулось зменшення кількості опадів та підвищення температури за вегетаційний період, що могло мати вплив на радіальний приріст горіха грецького при плантаційному вирощуванні. Зокрема, посилився негативний вплив кількості опадів на радіальний приріст горіха

грецького при плантаційному вирощуванні, які випали у лютому, квітні та травні поточного року.

Згідно з нашими дослідженнями, встановлено, що погодні умови осені попереднього року мають різний вплив на приріст дерев. Пряму кореляцію між приростом та осінніми температурами попереднього року можна пояснити сприятливими умовами для запасання метаболітів у разі теплої осені. У таких умовах дерева мають більше можливостей накопичити необхідні ресурси для подальшого росту (Коваль, 2023).

Однак, з іншого боку, підвищені осінні температури можуть мати негативний вплив на приріст дерева в наступному році. Це може статися через подовження періоду функціонування листового апарату, що призводить до збільшених витрат метаболітів на дихання та обмежує формування метаболічних резервів, необхідних для активного росту дерева (Levanic & Eggertsson, 2008). Також, позитивний вплив сприятливих кліматичних умов на радіальний приріст, зокрема, загальної кількості опадів та опадів за сезон вегетації за попередній рік, пов'язаний із утворенням бруньок впродовж попереднього року, що сильно впливає на кількість листового апарату та приріст деревини у наступному році (Kozlowski & Pallardy, 1997). Було встановлено, що теплі весняні місяці викликають більш ранній початок вегетаційного періоду, однак вони можуть збільшити ймовірність водного стресу впродовж вегетаційного періоду та призвести до передчасного припинення активності камбію (Tardif & Conciatori, 2006).

Множинний кореляційний аналіз між показниками радіального приросту, з одного боку, та з температурою й сумою опадів, із іншого, показав помірної тісноти зв'язки приросту із температурою та сумою опадів, як у плантаційному так і у лісовому насадженнях. Таким чином, радіальний приріст дерев обмежують як температура упродовж вегетаційного періоду так і водний режим упродовж року ($R=0,55-0,56$ при $F_{\phi}=5,68-5,79 > F_{ct}=2,26$) (табл.3.11).

Таблиця 3.11

Коефіцієнти множинної кореляційної залежності приросту від температури та суми опадів

Показники	Плантаційне	Лісове
число спостережень	29	29
множинний коефіцієнт R	0,56	0,55
коефіцієнт детермінації R ²	0,31	0,30
стандартизований R ²	0,25	0,25
коэф. Фішера F(2,26)	5,79	5,68
ст. помилка оцінки	183,10	74,645

Регресійний аналіз між радіальним приростом і кліматичними чинниками методом зважених найменших квадратів свідчить про залежність радіального приросту від кліматичних умов (рис. 3.17)

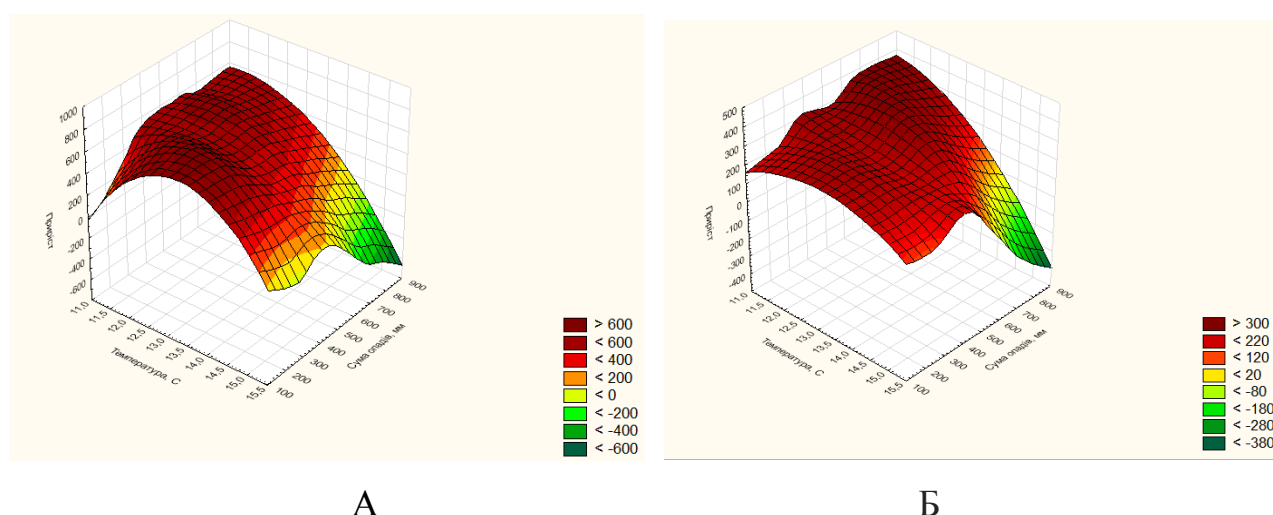


Рис.3.17. Залежність радіального приросту від температур та опадів (методом найменших квадратів) А – плантаційне, Б – лісове насадження

Рівень значущості (p) зв'язку приросту у плантаційному насадженні із температурою повітря є статистично важливим ($p = 0,002 < 0,05$). Однак для суми опадів рівень значущості (p) становить 0,153, тобто більше 0,05, і є статистично не важливим і може бути виключений з моделі (табл. 3.12). Регресійний коефіцієнт, який демонструє внесок суми опадів у мінливість приросту у лісовому деревостані демонструє схожу модель залежності із плантаційними деревостанами.

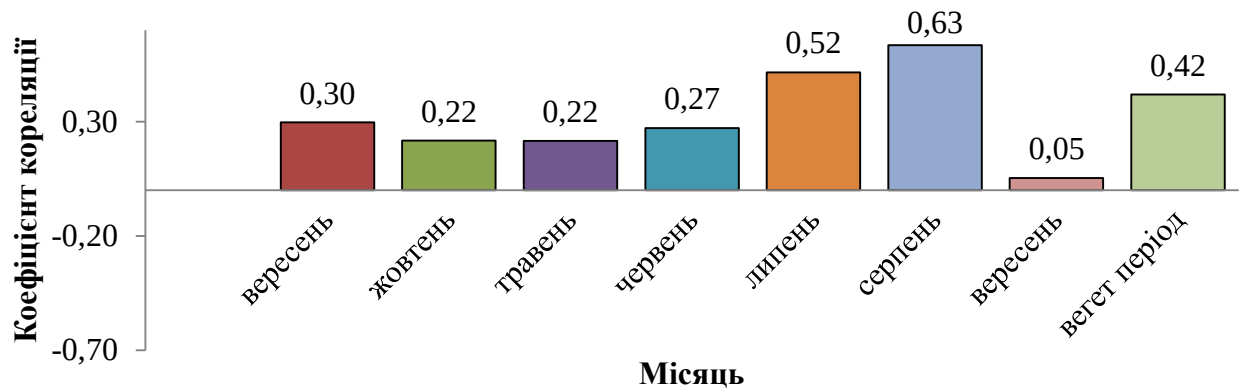
Таблиця 3.12

Результати множинного регресійного аналізу між приростом та температурою і сумою опадів

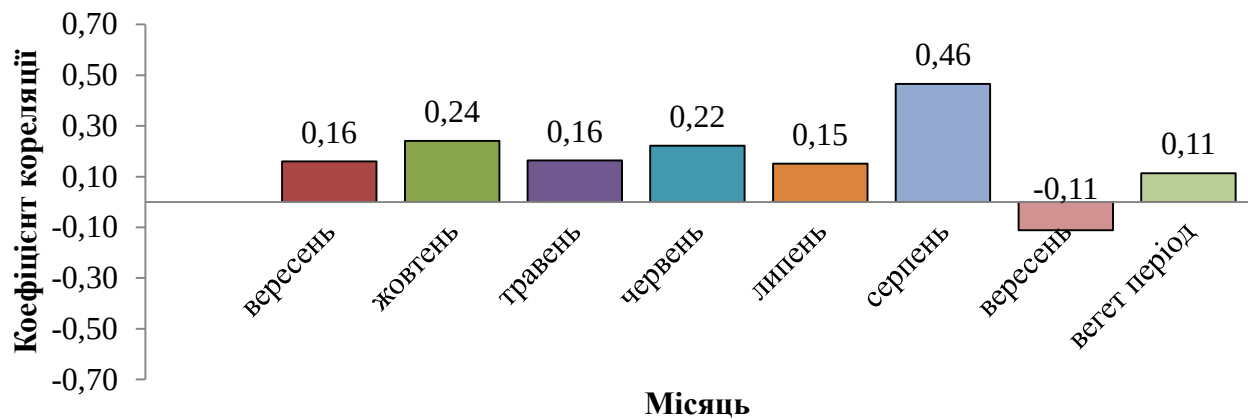
N=26	Коеф. регресії (b)	Ст.похибка b	Коефіцієнт регресії (b*)	Ст. похибка b*	t-Стьюдента	Рівень знач. p
Плантаційне насадження						
Сума опадів, мм	0,25	0,17	0,34	0,23	1,469	0,153
Температура, С	0,57	0,17	118,63	35,18	3,37	0,002
Лісове насадження						
Сума опадів, мм	0,13	0,17	0,07	0,09	0,76	0,456
Температура, С	0,50	0,17	41,67	14,34	2,91	0,007

Примітка. b^* – коефіцієнт регресійний стандартизований

Для оцінки впливу кліматичних умов на радіальний приріст деревини горіха грецького нами також був використаний гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), який показує рівень посушливості кліматичних умов та визначається як відношення суми опадів ($\sum r$) за період з середньодобовими температурами повітря вище 10 °С до суми температур ($\sum T$) за той же час, зменшеної в 10 разів. Кореляційним аналізом виявлено, що між радіальним приростом у горіха грецького в лісових умовах і ГТК за липень та серпень є статистично значущі прямі зв'язки середньої тісноти ($r = 0,52-0,63$ при $t_{\phi} = 2,69-3,89 > t_{кр} = 0,53-0,61$). Також встановлено помірний прямий зв'язок приросту горіха грецького із ГТК за вегетаційний період ($r = 0,42$ при $t_{\phi} = 2,31 > t_{кр} = 0,68$) (рис. 3.18). При плантаційному залежність радіального приросту горіха грецького від ГТК в цілому за вегетаційний період не спостерігали (рис.3.18.)



А



Б

Рис.3.18. Залежність радіального приросту від ГТК
А – лісове насадження; Б – плантаційне насадження

Отже, радіальний приріст горіха грецького при плантаційному вирощуванні та в лісових умовах позитивно реагував на загальну зволоженість території як за попередній рік, так і у поточному році. Особливо це стосується деревостанів у лісових умовах на які в більшій мірі мали вплив кліматичні чинники. При цьому, радіальний приріст горіха грецького при плантаційному вирощуванні показав слабкий прямий зв'язок ГТК, кореляція була не значущою на рівні $p < 0,05$. І навпаки, опади мали більш значний вплив на формування приросту за діаметром у дерев, які ростуть у лісових умовах.

У періоді росту 2004-2023 рр. зі збільшенням інтенсивності та частоти екстремальних погодних умов впродовж вегетативного розвитку рослин, таких як високі температури повітря та дефіцит вологи, спостерігали негативний впливу цих явищ на ріст горіха грецького. Такий результат може бути додатковою

ознакою того, що високі температури збільшують ймовірність водного стресу впродовж вегетаційного періоду, що може призвести до дефіциту вуглеводів, необхідних для підтримки оптимального радіального росту. Таким чином, різна реакція горіха грецького вирощеного в плантаційних та лісових умовах на кліматичні зміни дає змогу застосовувати певні технологічні заходи для нівелювання негативних стресових кліматичних проявів.

3.4. Властивості деревини горіха грецького при плантаційному вирощуванні та в лісових умовах

Основними фізичними властивостями деревини, що визначають її характеристики міцності є щільність деревини та макропоказники структури деревини (ширина річного кільця та кількість річних шарів у 1 см).

Фізичні та механічні властивості деревини, що вимірюються на малих зразках, залежать від місця їх вибірки зі стовбура та напрямку зусилля по відношенню до напрямку волокон, а на великих – не тільки від напрямку волокон, а й кількості та стану вад деревини, насамперед, сучків. Це є наслідком неоднорідної будови деревини як на макро-, так і мезо-, мікро- і нанорівні. Твкож відомо, що макроознаки деревини мають істотну відмінність в різних умовах росту дерева (Вінтонів та ін, 2007).

Морфометричні показники стовбурної деревини у плантаційному насадженні переважають показники лісових насаджень за товщиною кори, шириною заболоні і є статистично відмінні на 0,05 рівні ($t_{\phi}=6,1-2,2$ при $t_{05}=2,05$) (табл.3.13). Показники властивостей деревини, такі як середня ширина річного кільця є більшою у деревини при плантаційному вирощуванні на 52,3 % і статистично відрізняються ($t_{\phi}=8,5-2,2$ при $t_{05}=2,05$). Щільність деревини горіха грецького у дерев при плантаційному вирощуванні виявилась на 4,7 % є вищою порівняно з деревами, що росли у лісових умовах ($t_{\phi}=2,2$ при $t_{05}=2,05$).

Таблиця 3.13

Показники властивостей деревини горіха грецького

Показники	Плантаційне насадження		Лісове насадження		Відмінність	
	Середнє значення		Середнє значення			
	М	±m	М	±m	%	t _ф
товщина кори, мм	17,13	1,10	14,40	0,54	118,98	2,2
відсоток кори, %	10,56	0,86	9,64	0,60	109,53	0,9
ширина заболоні, см	13,53	0,77	8,01	0,82	168,96	4,9
відсоток заболонної частини, %	45,86	2,05	27,98	2,11	163,90	6,1
діаметр ядра, см	15,84	0,65	19,73	0,66	80,28	4,2
відсоток ядрової частини, %	54,14	2,05	72,02	2,11	75,17	6,1
середня ширина р.ш., мм	5,03	0,14	3,31	0,15	152,26	8,5
кількість р.ш. в 1 см, шт.	3,64	0,22	4,79	0,41	76,01	2,5
щільність деревини, г/см ³	0,67	0,01	0,64	0,01	104,70	2,2

Примітка. $t_{05}=2,05$

Як відмічено вище, властивості деревини залежать від багатьох чинників, в т.ч. і діаметра стовбура. Кореляційний зв'язок середньої тісноти щільності деревини із діаметром стовбура можна пояснити тим, що товщина стовбура відображає чимало важливих таксаційних показників (вік, повнота, бонітет, тощо), а також ступінь розвитку крони і кореневої системи. Крім того, зі збільшенням діаметра підвищується загальний об'єм діяльної частини дерева – заболоні. Показники властивостей деревини горіха грецького. Коефіцієнти кореляції між таксаційними, морфометричними та фізичними властивостями деревини горіха грецького у різних умовах вирощування наведено у табл.3.14 та табл.3.15.

Таблиця 3.14

Матриця коефіцієнтів кореляції між таксаційними, морфометричними та фізичними властивостями деревини горіха грецького при вирощуванні у лісових умовах

Показники	Щільність деревини, г/см ³	Середня ширина р.ш., мм	Кількість р.ш. в 1 см, шт.	Діаметр на 1,3 м, см	Висота дерева, м	Довжина крони, м	Ширина крони, м	Висота до поч.крони, м	Товщина кори, мм
щільність деревини, г/см ³	1,00								
середня ширина р.ш., мм	0,03	1,00							
кількість р.ш. в 1 см, шт.	0,14	-0,83	1,00						
діаметр на 1,3 м, см	0,55	-0,23	0,22	1,00					
висота дерева, м	0,08	-0,41	0,45	0,55	1,00				
довжина крони, м	0,18	-0,28	0,14	0,56	0,49	1,00			
ширина крони, м	0,38	0,05	-0,09	0,36	0,14	0,24	1,00		
висота до поч. крони, м	0,04	0,16	-0,01	-0,07	0,08	-0,11	0,56	1,00	
товщина кори, мм	0,34	0,25	-0,16	0,33	0,23	0,28	0,35	-0,11	1,00

У лісових умовах спостерігали прямолінійний зв'язок щільності деревини із діаметром дерева (середньої тісноти $r=0,55$) та шириною крони (помірної тісноти $r=0,38$).

У плантаційному деревостані горіх грецький формує деревину певної щільності деревини, яка має прямолінійний зв'язок середньої тісноти спостерігали із шириною річного кільця ($r=0,61$), обернений із кількістю р. ш. в 1 см ($r=-0,48$) та товщиною кори ($r=-0,49$). При цьому кореляційні зв'язки щільності деревини із таксаційними характеристиками не спостерігали.

Таблиця 3.15

Матриця коефіцієнтів кореляції між таксаційними, морфометричними та фізичними властивостями деревини горіха грецького при плантаційному вирощуванні

Показники	Щільність деревини, г/см ³	Середня ширина р. ш., мм	Кількість р. ш. в 1 см, шт.	Діаметр на 1,3 м, см	Висота дерева, м	Довжина крони, м	Ширина крони, м	Висота до поч. крони, м	Товщина кори, мм
щільність деревини, г/см ³	1,00								
середня ширина р. ш., мм	0,61	1,00							
кількість р. ш. в 1 см, шт.	-0,48	-0,69	1,00						
діаметр на 1,3 м, см	-0,08	-0,35	0,14	1,00					
висота дерева, м	-0,02	-0,33	0,20	0,41	1,00				
довжина крони, м	0,03	-0,11	0,02	0,48	0,57	1,00			
ширина крони, м	0,01	-0,09	-0,03	0,53	0,65	0,74	1,00		
висота до поч. крони, м	-0,09	0,10	-0,01	-0,15	-0,12	-0,24	-0,15	1,00	
товщина кори, мм	-0,49	-0,04	0,01	0,04	-0,10	0,38	0,06	-0,30	1,00

Кластерний аналіз методом евклідової відстані засвідчив, що за показниками макроструктури деревини та питомої ваги плантаційні та лісові деревостани чітко розподілились за евклідовою відстанню на дві групи різних за довжиною, які не мають спільних ознак будови деревини (рис.3.18).

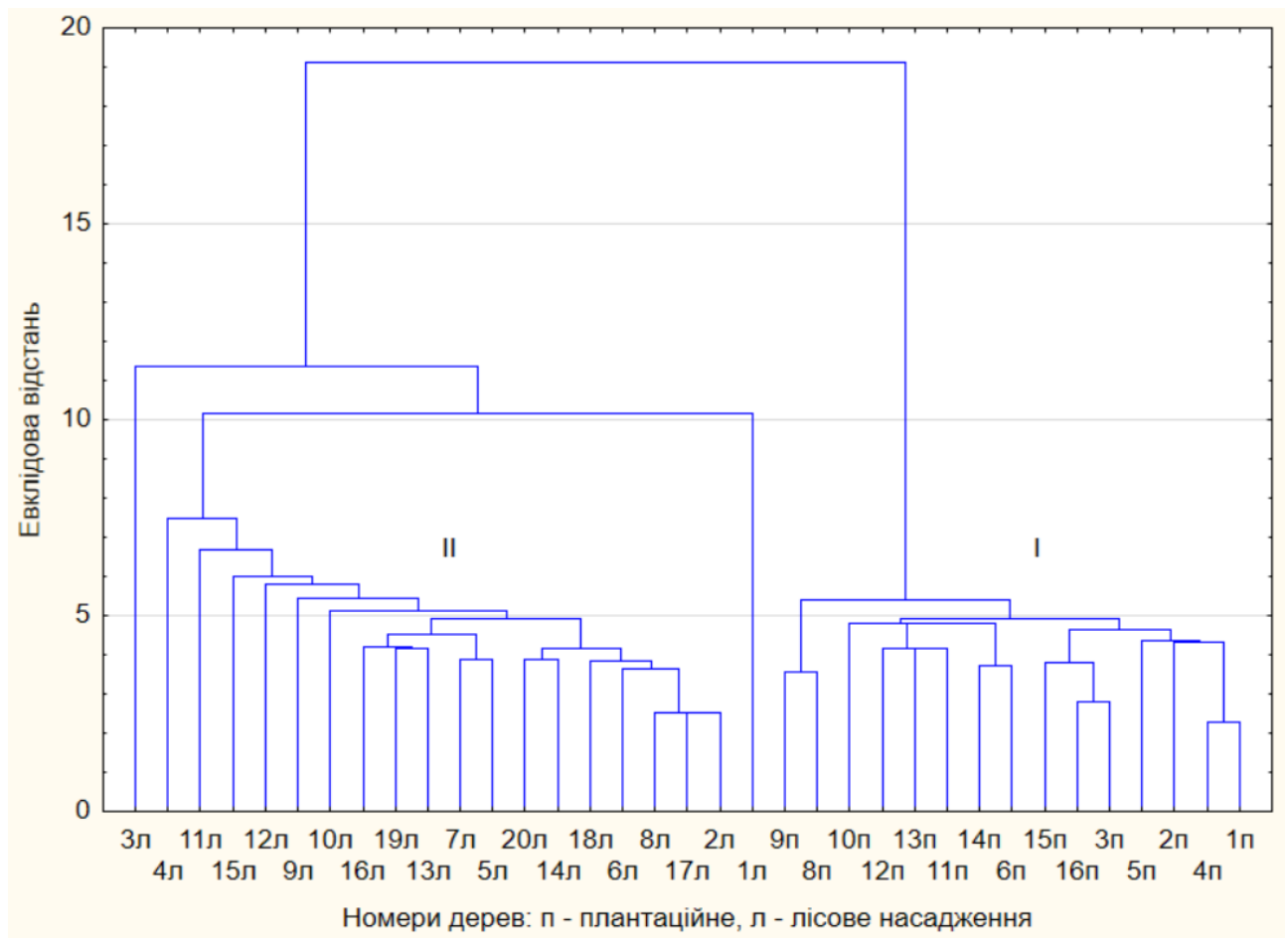


Рис.3.18. Дендрограма розподілу дерев горіха грецького при плантаційному вирощуванні та в лісових умовах за таксаційними та морфометричними характеристиками

Дослідження фізичних та анатомічних властивостей деревини *Juglans regia* L. проведенні регіоні Курдистан (Ірак) показали, що відсоток ядрової частини становить 31,49 %, заболоні – 65,51 %, відсоток кори – 21,74 % і ширини річного кільця – 4,01 см. Значення фізичних властивостей були: вміст води для заболонної та ядрової деревини становив 43,85 та 59,50 % відповідно, а в середньому 52,89 %. Для всіх досліджуваних дерев питома вага для заболоні і ядра відповідно становила 0,701 та 0,606 г/см³, а в середньому для всіх досліджуваних дерев становила 0,671 г/см³ (Aree A., et all, 2016), що не суперечить нашим даним. При цьому дослідження зразків дерев, отриманих з регіону Дюзче (Туреччина), показало дещо нижче середнє значення питомої ваги деревини 0,52 г/см³ (Kantay, Ais & Ünsal, 2000).

Іншими дослідниками при дослідженні фізичних та анатомічних властивостей деревини, зокрема встановлено відсоток серцевини (31,49 %), заболоні (65,51 %), відсоток кори (21,74 %) і річної ширини кільця (4,01 см) (Aree A. et al., 2016). Значення фізичних властивостей таких як питома вага для ядрової та заболонної деревини становив (0,701 та 0,606) і для всіх досліджуваних дерев становив (0,671), що також відповідає величині, встановленої нами в умовах Правобережного Лісостепу.

3.5. Особливості сезонного розвитку *J. regia* у Правобережному Лісостепу України.

Дані фенологічних спостережень упродовж 2019-2021 рр. у регіоні дослідження дали змогу визначити дати настання окремих фенофаз у різних умовах виростання. Вирахувавши їхні амплітуди, було створено фенологічні спектри розвитку горіха грецького для плантаційних, полезахисних і лісових умов на території Правобережного Лісостепу (див Додаток В.17-В-19).

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 горіха 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 була не суттєвою і становила в середньому 3-4 доби. Найпізніше розпочинають вегетацію рослини у лісових фітоценозах, різниця між плантаційними і лісовими умовами була чітко виражена і становила 12-14 діб. Загалом вегетація дерев горіха грецького розпочинається у першій половині квітня у плантаційних насадженнях та 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

феноспектру (рис. 3.19). 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. 3.20, А). Це явище можна пояснити широкою варіабельністю погодних умов впродовж досліджуваних років, а також різними умовами росту горіха грецького на пробних площах.

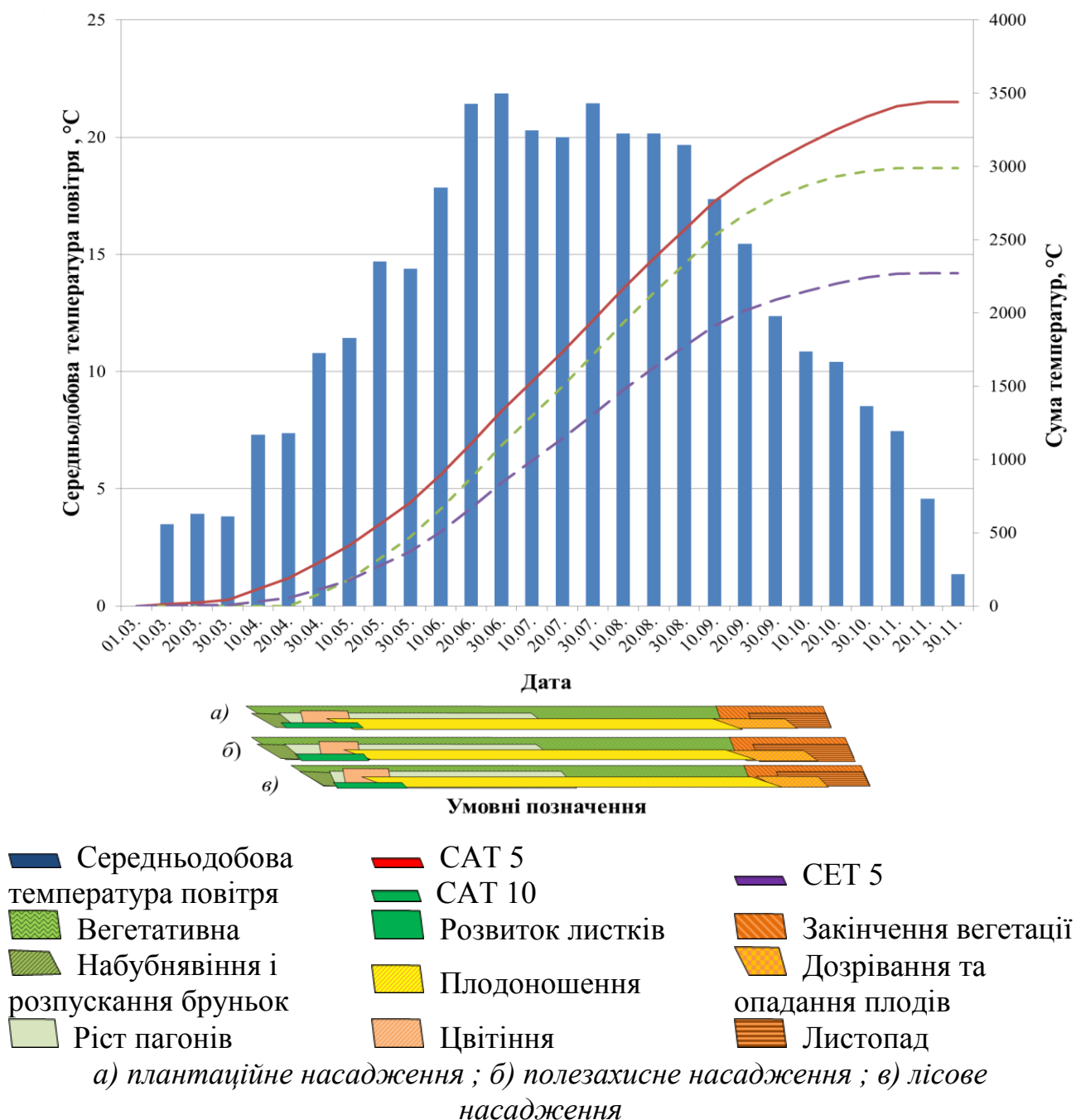


Рис. 3.19. Феноспектр основних фенологічних фаз росту та розвитку горіха грецького (Правобережний Лісостеп, 2019-2021 рр.)

Після завершення фази масового набубнявіння у горіха грецького розпочинався ріст листків (див. рис. 3.20, 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. 3.20, В) 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.



А



Б



В

Рис. 3.20. Масове бубнявіння бруньок (а), початок росту листків (б) та початок росту пагонів і розпускання листків (с)

(с.Вільшанка, Вінницька обл., 2020 р.)

Варто зазначити, що фаза цвітіння у горіха грецького розпочинається із процесу початку продукування чоловічими квітками пилку (див. рис. 3.21. 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 4 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. 3.21.Б); завершення цвітіння тичинкових квіток – 21 травня та маточкових квіток – 25 травня.

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.



А

Б

В

Гд

Рис. 3.21. Початок цвітіння тичинкових квіток (А), цвітіння маточкових квіток (Б), ріст плодів (В), дозрівання і збір плодів (Г)

(с.Вільшанка, Вінницька обл., 2020 р.)

Починаючи із майже середини фази цвітіння, горіх грецький плавно переходить у наступну фенологічну фазу – плодоношення (див. рис. 3.21.В). 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 розпочалось 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.3.21.Г) горіха грецького потрібна сума додатних температур близько 3000 °С. 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 близько півтора місяці. Початок зміни забарвлення листкових пластинок випереджає орієнтовно на один тиждень дозрівання плодів, що вочевидь можна пояснити пріоритетним надходженням поживних речовин до генеративних органів, зокрема 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 місяці.

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.

Континентальні кліматичні умови, які притаманні для більшої частини території України із частими пізньовесняними приморозками, можуть пошкодити не лише квітки, а 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; Mahuran & Osadchuk, 2023). 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 листя і цвітіння горіха грецького і 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 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 Правобережного 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) свідчать, що в Лісостепу України основний ріст пагонів відбувався з початку травня і припинявся до третьої декади липня. Також нами встановлено, що пагони горіха грецького в довжину ростуть переважно у травні, а починаючи з другої декади червня – ріст у довжину поступово сповільнюється, а посилюється ріст за діаметром.

Результати досліджень вказують, що *Juglans regia* має тривалий період зимового спокою, що може бути однією із особливостей цього деревного виду серед плодових. 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 до розділу:

Горіхові деревостани, що зростають в умовах Правобережного Лісостепу України, піддаються значним впливам зовнішніх чинників, основними серед яких є зміни та коливання кліматичних умов даної території. Встановлено, що у досліджуваному регіоні горіх грецький зустрічається у 29 типах лісу, з них у 20 виступає як переважаюча порода та у 24 – як супутня. Найпоширеніший тип лісу є D₂-гД (свіжа грабова діброва), який охоплює 1108,5 га (64,1 %).

Розподіл горіхових насаджень в умовах правого Лісостепу за складом свідчить про перевагу насаджень, де горіха грецького у складі тільки 1-2 одиниці – 52,2 % від загальної площі. Чисті насадження горіха грецького становлять 16,8 % (291,6 га).

Бонітетна структура горіхових насаджень Правобережного Лісостепу свідчить про їх високу продуктивність та якість у відповідності до типологічних умов. Спостерігається практично рівномірне розподілення насаджень за бонітетом: I – 21,4 %, II – 22,2 %, III – 19,6 %, IV – 17,1 %. Насаджень із бонітетом вище I нараховано понад 10,2 %. Насадження із дуже низьким бонітетом становлять 3,9 %.

Середній запас насаджень горіха грецького знаходиться в межах 92,8 м³/га; у насадженнях, де горіх є переважаючою породою він коливається в межах 21,0-187,5 м³/га, а у насадженнях, де горіх є супутньою породою – 25,0-121,8 м³/га.

Аналізуючи особливості росту горіха грецького в насадженнях, встановлено, що для введення виду як переважаючої породи найпродуктивнішими умовами є тільки D₃. Практично у всіх типологічних умовах

горіх грецький, як супутня порода демонструє кращий ріст та показники продуктивності деревостанів. Оптимальними ТЛУ можна вважати свіжі та вологі ґруди та сугруди, в яких горіх грецький незалежно від коефіцієнту складу демонструє найвищі показники середнього приросту за рік та середнього запасу на площі.

Розподіл горіхових насаджень у досліджуваному регіоні за походженням свідчить про значну перевагу штучних насаджень. Так, 725 з 775 ділянок на площі 1653,7 га горіха грецького в досліджуваному регіоні мають насінне штучне походження, 35 ділянок (40 га) мають насінне природне походження і 15 ділянок (36 га) – вегетативне паросткове походження.

За аналізом значень радіального приросту, стандартного відхилення, коефіцієнтів варіації та чутливості, можна виокремити три періодів росту і розвитку, кожен з яких характеризується певними особливостями та умовами для росту рослин.

Впродовж росту і розвитку горіхових деревостанів не відбувалося втрати фізіологічної стійкості під дією чинників зовнішнього середовища. За величиною коефіцієнта чутливості встановлено, що стійкішими є горіхові деревостани, що зростають у лісових умовах.

Нижчу залежність приросту від температури повітря при плантаційному вирощуванні порівняно із лісовими умовами можна пояснити агротехнічними заходами які здійснюються при догляді за плантаціями, що в свою чергу нівелює вплив стресових погодних умов, зокрема високих або низьких температур на ріст горіха грецького.

При плантаційному вирощуванні на які в більшій мірі мали негативний вплив екстремальні кліматичні явища, що може призвести до зниження їх продуктивності. Зокрема, радіальний приріст горіха грецького при плантаційному вирощуванні показав значний негативний зв'язок із опадами, при цьому кореляція була значущою на рівні $p < 0,05$. І навпаки, опади не мали значного впливу на формування приросту за діаметром у дерев, які ростуть у лісових умовах.

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 плантаційного 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 вагомі перспективи для широкого їх використання під час створення плантаційних насаджень в умовах Правобережного Лісостепу, а отримані результати дають змогу прогнозувати врожайність та вдосконалювати методи вирощування нових сортів горіха грецького у цьому регіоні.

РОЗДІЛ 4. РОЗМНОЖЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО

Розмноження та вирощування горіха грецького відбувається важче, порівняно з більшістю плодових видів, тому у всьому світі науковці намагаються вдосконалити вже відомі та ефективні технології розмноження. Однією з головних проблем при вирощуванні горіха грецького є тривалий період до початку плодоношення. Звичайні сорти цього виду починають плодоносити лише через шість років після висаджування, а повне плодоношення настає через десять років (Mehlenbacher, 1991). Крім того, горіх грецький є чутливим до різних хвороб та шкідників, що потребує ретельного догляду та обробки. З огляду на ці проблеми, науковці у всьому світі активно працюють над вдосконаленням методів розмноження та вирощування цієї культури.

Кліматичні зміни також мають значний вплив на вирощування горіха грецького. Аналіз літературних джерел свідчить про тенденцію до підвищення середньої температури повітря у Правобережному Лісостепу України, що створює додаткові ризики для вирощування горіха через можливі тривалі періоди літньої посухи (Lobell et al., 2006).

Juglans regia є світлолюбним видом, який демонструє сильний позитивний фототропізм на молодих та дорослих стадіях росту. Лише на стадії сходів і в умовах багатого на азот ґрунту цей вид проявляє тіньовитривалість (Wani et al., 2016). Для оптимального росту йому потрібно 700-800 мм опадів на рік, які мають бути рівномірно розподілені протягом року. Хоча рослина може переносити періоди посухи, бажано, щоб кількість опадів не опускалася нижче 100-150 мм протягом вегетаційного періоду. *Juglans regia* надає перевагу глибоким, свіжим або вологим, багатим на поживні речовини суглинкам і глинистим ґрунтам зі значенням рН від 6 до 7,5 (Aas, 2008). На алювіальних ґрунтах він може витримувати періодичне затоплення.

Додатково, важливою складовою вирощування горіха є відповідний догляд за ґрунтом та вибір оптимальних методів поливу та внесення добрив. Правильне мульчування, підживлення та регулярний контроль за вологою допомагають

зберігати ґрунт у відповідному стані для забезпечення росту та розвитку горіхового дерева. Не менш важливою є й мікоризація садивного матеріалу, яка забезпечує покращену поглинальну здатність кореневої системи через сприяння розвитку мікробіологічного співтовариства в ґрунті. Наукові дослідження, проведені у цій галузі, показують значне покращення росту рослин і засвоєння поживних речовин, підвищення посухостійкості грецького горіха, перерозподіл поживних речовин під час посадки грецького горіха та доставку юглону мікоризними гіфами. При відтворенні з насіння даний вид не передає всі властивості материнського дерева, що призводить до великої внутривидової гібридизації серед наступних поколінь (Гузь & Гречаник, 2008; Дроник, 2015). Тому для збереження та передачі бажаних генетичних властивостей рекомендується застосовувати вегетативний метод розмноження, зокрема, щеплення. Цей метод дає можливість забезпечити стабільність властивостей сорту та отримати більш однорідне покоління, що сприяє покращенню якості та врожайності горіхових насаджень. Тому для ефективного створення високопродуктивних плантаційних насаджень слід використовувати щеплений сортовий садивний матеріал, який має в собі генетичний потенціал високих врожаїв, здорову кореневу систему і відповідає державним стандартам якості. Саме такий підхід забезпечує надійне створення і розвиток плантацій та дає можливість в оптимальні терміни виростити рослини і в такий спосіб підвищити впевненість інвесторів у вдалому веденні агропромислових проєктів.

4.1. Насінне розмноження горіха грецького

Як відомо, основними вимогами до насінневого матеріалу є висока польова схожість насіння, достатньо висока енергія росту, активний ріст і розвиток. А основними вимогами до сіянців та щеплених саджанців є висота рослини, висота і товщина штамбу, довжина головного і бічних коренів, кількість і довжина пагонів. Однак, у нормативній літературі не описані критерії, які б дозволяли оцінити сумісність підщепи з районованими сортами, які придатні для вирощування та поширення на території України. Тому, на нашу думку, одним із

основних критеріїв оцінки якості підщеп і щепленого садивного матеріалу повинен бути достатньо високий показник сумісності, а також високий показник регенерації кореневої системи, яка дозволить саджанцю відновити темпи росту в короткий термін.

Вплив глибини сівби насіння на його схожість оцінювали у чотирьох варіантах з глибиною сівби: 6, 10, 13, 17 см. Для визначення оптимального положення насіння при сівбі кожен ряд попередньо було поділено на чотири сектори, в кожному з яких висіяли по 200 шт. насінин: вершиною догори (плодоніжкою донизу), вершиною донизу, з горизонтальним положенням ребра ендокарпію ("боком у ряду") та з вертикальним швом ендокарпію (ребра). Результати дослідів свідчать, що схожість сіянців залежить від глибини сівби, а також положення насінин у ґрунті (табл.4.1).

Таблиця 4.1

Вплив глибини сівби і положення насіння у ґрунті на схожість

Глибина сівби, см	Схожість насіння залежно від положення, %								Середня схожість, %	
	вершиною догори		вершиною донизу		боком у ряду		на ребро			
	Гхг*	Гхч**	Гхг	Гхч	Гхг	Гхч	Гхг	Гхч	Гхг	Гхч
6	66	41	43	35	47	38	69	40	56	39
10	84	81	54	78	54	75	88	88	70	80
13	75	89	52	81	45	77	81	88	63	84
17	56	49	37	39	39	42	51	55	46	46
середня схожість, %	70	63	47	58	46	58	72	66		

Примітка: * Горіх грецький

** Горіх чорний

Установлено, що у рядках за глибини сівби 10 см і 13 см показник схожості горіха грецького мав найвищі показники і становив відповідно 70 % та 63 %, а горіха чорного – 80 % та 84 %. Найнижчий показник схожості спостерігали за глибини сівби 17 см у горіха грецького, та 6 см у горіха чорного – відповідно 46 % та 39 %. У такий спосіб установлено, що схожість сіянців горіха грецького та чорного залежить від глибини сівби насіння у ґрунті, водночас оптимальна глибина сівби насіння для обох видів становить від 10 до 13 см. Також з'ясовано

вплив положення насінин горіха грецького на схожість насіння. Зокрема, у разі сівби способом "вершиною догори" і "на ребро" схожість становила 70 % і 72 %, що на 24-26 % вище у порівнянні зі способом "вершиною донизу" та "боком у ряду". Слід відмітити, що схожість горіха чорного не залежить від положення насінин у ґрунті (відмінності у варіантах були несуттєвими).

Проведено дослідження, спрямоване на визначення оптимальних методів передпосівної підготовки насіння горіха грецького для осінньої та весняної сівби. Осінні посіви насіння характеризуються вразливістю до інфікування хвороботворними мікроорганізмами, спричиненого такими чинниками, як тривале знаходження у вологому ґрунті, високий рівень контамінації поверхні насіння хвороботворними організмами та невідгідні погодні умови для проростання. Для попередження зараження насіння було оброблено фунгіцидом "Фундазол" та перманганатом калію.

За результатами досліджень осіннього способу сівби насіння горіха грецького, застосування фунгіцидів позитивно впливає на кількість схожого насіння. Зокрема, використання препарату "Фундазол" підвищило кількість схожого насіння на 7 %, тоді як найвищу схожість було досягнуто після передпосівної обробки насіння перманганатом калію – 84 %, що на 10 % більше порівняно з контролем (рис.4.1.)

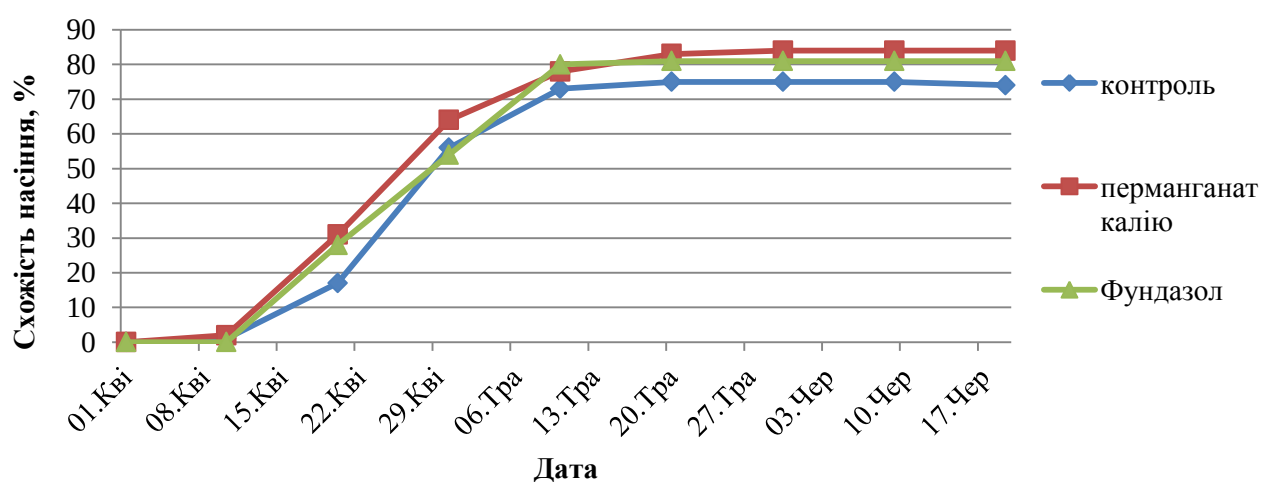


Рис. 4.1. Схожість насіння горіха грецького при різних способах передпосівної підготовки

Оскільки весняна сівба насіння горіха грецького потребує замочування, стратифікації або скарифікації, було заплановано дослідження для визначення найкращого способу передпосівної підготовки насіння. Для кожного варіанта досліду було відібрано по 200 шт. насінин (рис.4.2).

Стратифікацію насіння горіха грецького проводили протягом 95 днів (з 5 лютого по 9 квітня 2020 р.) у дерев'яних ящиках з піском та сумішшю однієї частини піску з двома частинами тирси листяних порід. Наповнювачі перед стратифікацією стерилізували: пісок прожарювали у металевих формах у духовці, а тирсу двічі заливали окропом. Відібране насіння пошарово перемішували з наповнювачами до висоти шару 15 см. Стратифікацію проводили у підвалі при температурі 4-6 °С. Весною стратифіковане насіння очищали від піску і тирси, а також перебирали, щоб видалити загниле, пусте та нежиттєздатне насіння. З метою прискорення розвитку насіння, сприяння появі ранніх і дружніх сходів, за 6 днів до висіву частині насіння пошкодили перикарпій і разом з цілим насінням замочували у чистій воді, яку змінювали двічі на добу. Під час замочування насіння перемішували і контролювали, щоб воно переважно наполовину було занурене у воду. Насичення вологою під вакуумом здійснювали за допомогою герметично закритого бідона і компресора, що дозволило створити вакуум із тиском 0,4-0,45 кгс/см². Для контролю висівали повітряно-сухе насіння горіха грецького без жодної передпосівної підготовки.

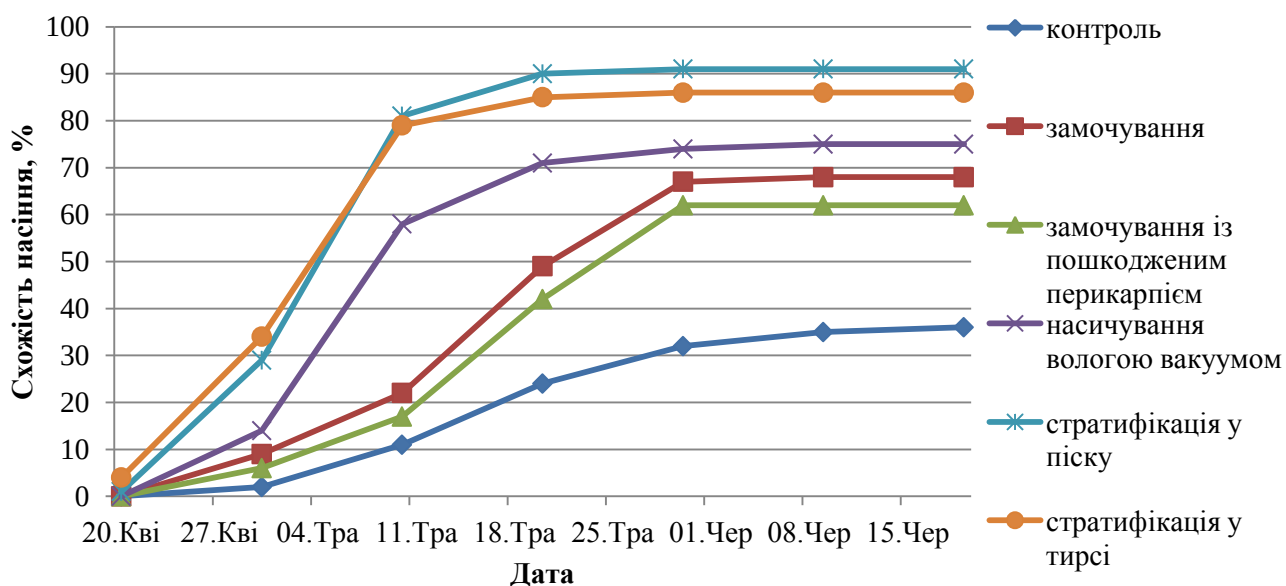


Рис.4.2. Результати варіацій передпосівної підготовки насіння

Підготовлене насіння висівали в один день на глибину 8-10 см. За результатами дослідження, найефективнішим способом підготовки насіння виявилася стратифікація. За результатами стратифікації у піску було отримано 91 % схожого насіння, що на 5 % більше порівняно зі стратифікацією у суміші тирси з піском.

4.2. Вегетативне розмноження горіха грецького

Традиційний спосіб розмноження горіха грецького передбачає щеплення прищепи сорту на підщепу, оскільки даний вид погано піддається живцюванню і вкоріненню, щоб застосовувати його для комерційного виробництва (Бойко та ін., 2019). У минулому, генеративний спосіб був єдиним способом розмноження грецького горіха (Lobell, et al, 2006). Щеплення грецького горіха зазвичай проводять у контрольованих умовах взимку, а проведені дослідження Maria Loreto Contador (2015), Gandev S. (2009), Jackson R. & A. Jenkins (2012), Corneanu G., Rominger E., Petre L., & Corneanu M. (1997) підтверджують усталену практику, що настільне зимове щеплення має вагомі переваги порівняно з щепленням брунькою (окуліруванням).

Науковими дослідженнями підтверджено, що використання підщеп стійких до посухи та низьких температур на низькопродуктивних ґрунтах відкриває можливість розширення ареалу для нестійких до несприятливих чинників культивованих видів. Крім того, одним із методів підвищення продуктивності горіхових насаджень є збільшення кількості дерев на одиницю площі шляхом створення інтенсивних низькорослих насаджень з використанням генетично сумісних підщеп і прищеп. Їхнє ефективне використання у високопродуктивних та напівінтенсивних системах вирощування прискорює процес досягнення максимальної врожайності плантацій у найкоротші терміни (Бойко та ін., 2019).

Серед науковців розглядається багато чинників, таких як механічна невідповідність розміру або розташування тканини між підщепою та прищепою, висихання тканин, несприятливий температурний або світловий режим, невдача ініціації калюсу, нездатність адекватної судинної диференціації або фізіологічне

відторгнення між тканинами, які можуть впливати на успішне щеплення (Дроник, 2015; Leslie & McGranahan, 2014; Gandevev, 2009; Ozkan & Gumus, 2001; Westphal, 2022).

Досліджено сумісність сортів 'Вебу 6', 'Chandler' і 'Казаку' із горіхом чорним і горіхом грецьким під час вирощування щеплених саджанців. Встановлено, що відібрані дослідні сорти горіха грецького, які були прищеплені на сіянці горіха чорного, показали приблизно однакове утворення тканин калюсу, крім сорту 'Вебу-6'. Це вчергове підтверджує інформацію, що не всі сорти горіха грецького можуть брати участь у міжвидових комбінаціях (рис.4.3). У той же час, сорти 'Chandler' і 'Казаку', які були прищеплені на сіянцях горіха чорного, показали практично однаковий рівень зростання і мали приживлюваність 29 % і 28 % у перший рік вирощування та відповідно 28 % і 26 % у другий рік.

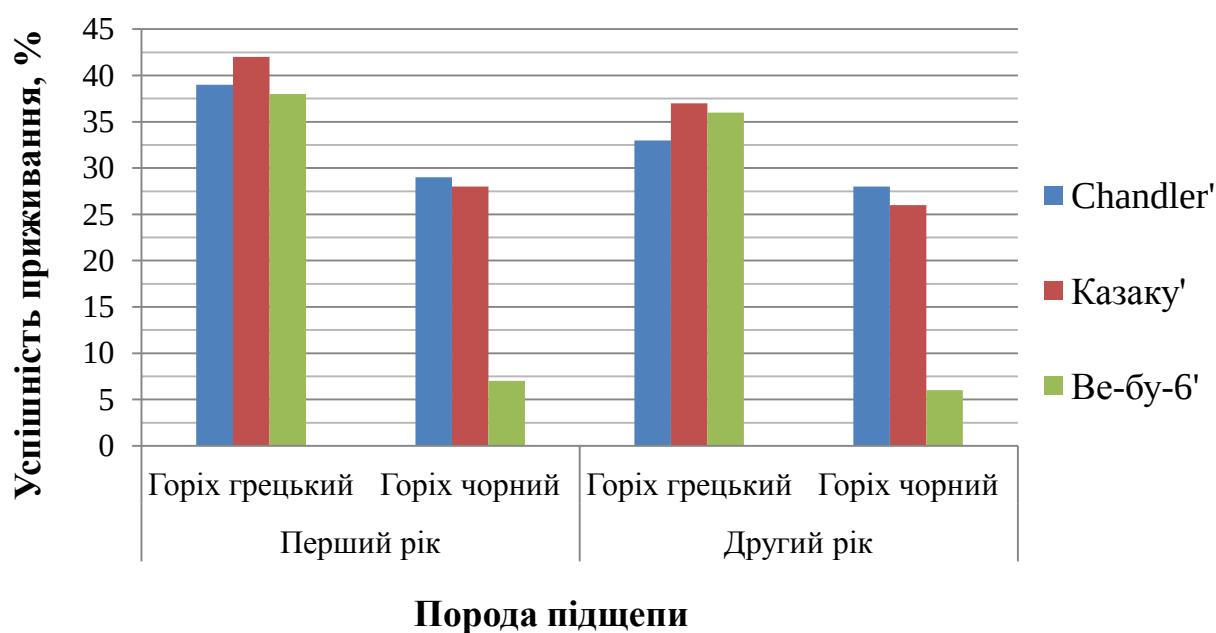


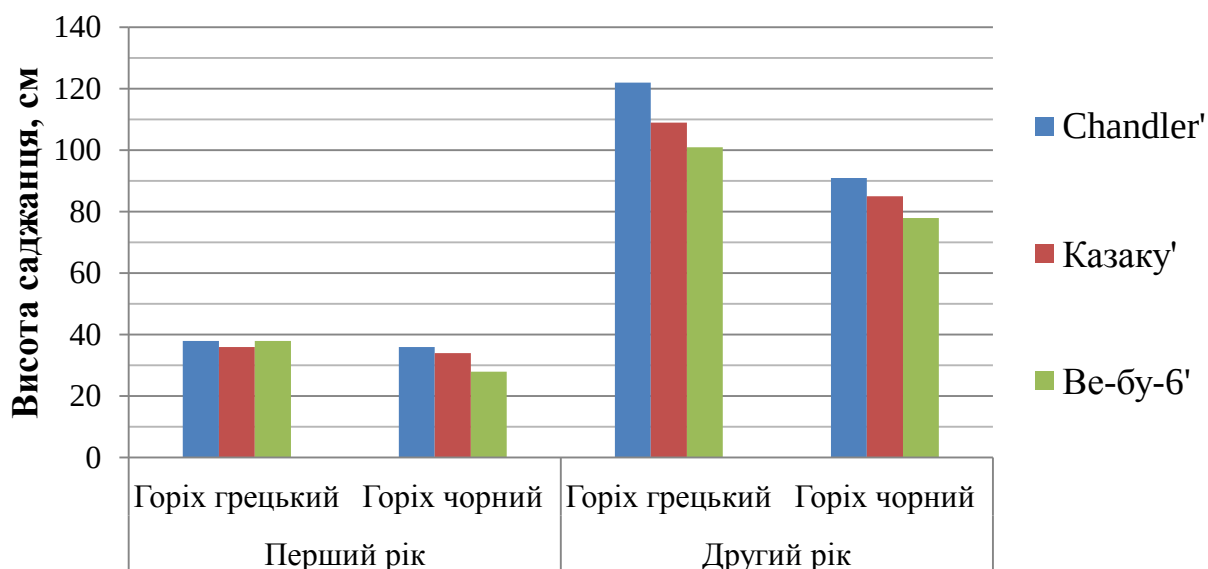
Рис. 4.3. Успішність приживлення прищеп сортів горіха грецького на підщепах горіха грецького та чорного, 2020-2021 р.

Сорт 'Ве-бу-6', починаючи ще з перших днів у стратифікаційній камері, проявляв низьку сумісність, оскільки кругове утворення калюсу на зрізах траплялося лише у 7 % щеплених рослин у перший рік і 6 % вкінці другого року вирощування. Це вказує на те, що сорт 'Ве-бу-6' є несумісним із підщепою сіянців горіха чорного. Дослідженням виявлено, що щеплення горіха грецького на горіх

чорний є складним процесом через відмінності в структурі тканин та самій фізіології рослин. Горіх чорний (*Juglans nigra*) та горіх грецький (*Juglans regia*) мають різні вимоги до умов середовища, такі як температура, вологість та ґрунтовий склад. Для успішного щеплення необхідно враховувати ряд факторів, таких як терміни проведення процедури щеплення, правильний добір підщепи, а також дотримання особливостей технології щеплення. Важливо враховувати також можливу несумісність між різними сортами горіха, яка може призвести до відторгнення прищепи або некоректного зростання тканин.

У подальшому, після висаджування щеплених саджанців сорту 'Ве-бу-6' у відкритий ґрунт, у рослин без видимого шару калюсу на місці щеплення була низька механічна стійкість і низькі показники росту. Це свідчить, що між щепленими частинами не відбувається достатній обмін води і поживних речовин, тому такі екземпляри недоцільно висаджувати в поле розсадника. Анатомічний зріз місця щеплення в рослин сорту 'Ве-бу-6' показав, що відторгнення (некроз тканин) відбувається в основному зі сторони прищепи.

Результати спостереження за ростом у висоту показали, що у перший рік вирощування рослини мають майже однакові показники росту (рис. 4.4). Проте, за результатами другого року вирощування, рослини, які були щеплені на підщепах горіха грецького, мали висоту надземної частини на 30-35 % більшу, ніж ті рослини, які щепили на підщепах горіха чорного. Також слід зазначити, що рослини, прищеплені на сіянцях горіха чорного у другий рік, не дали значного приросту за висотою. Максимальний приріст становив 91 см у сорту 'Chandler ', що підтверджує властивість рослин горіха стримувати силу росту у прищеп горіха грецького.



Порода підщепи

Рис. 4.4. Висота саджанців сортів горіха грецького на підщепах горіха грецького та чорного, 2020-2021р.

На другий рік вегетації рослини горіха грецького, які щеплені на сіянцях горіха чорного, показали потенційну можливість формування генеративних органів. Після завершення вегетації у 3-4 % рослин спостерігали закладені плодові бруньки. А близько у 27 % рослин були сформовані бічні відгалуження.

Після висаджування висота саджанця горіха є основним показником його середньої швидкості росту (Вешицький, Дульнєв & Сірик, 2006; Бойко, Кострицька, & Дементьєва, 2019). Це один із важливих параметрів для визначення успішності приживлення та підвищення врожайності плодів. Саджанці грецького горіха в основному залежать від кореневої системи для поглинання необхідної води з ґрунту та передачі води до своїх органів для росту у висоту. Деякі автори наголошують, що мульчування соломомою має очевидний ефект утримання води, особливо в посушливий сезон, оскільки воно може забезпечити більше води для поглинання кореневою системою, а отже, є більш сприятливим для росту саджанців грецького горіха, особливо для раннього збільшення висоти (Song, et al., 2018). Це можна пояснити генетичними особливостями типового саджанця грецького горіха: більшість його коренів розташовані в радіусі його крони.

Отже, за результатом дослідження встановлено, що щеплені рослини горіха грецького на сіянцях горіха чорного мають більш стриманий ріст та краще розвинену кореневу систему, що дає можливість вже на третій рік вирощування розпочати формування скелету крони.

4.3. Особливості архітекtonіки кореневої системи та росту сіянців

Успішне вирощування горіха грецького вимагає ретельного дослідження його кореневої системи та особливостей росту сіянців. Архітекtonіка кореневої системи горіха грецького визначається рядом факторів, включаючи глибину розташування коренів, їх структуру та розгалуженість. Розуміння цих особливостей є важливим для визначення найбільш ефективних методів вирощування, а також для забезпечення стійкості та продуктивності культури.

Окрім того, ріст сіянців горіха грецького є складним процесом, який може зазнавати суттєвого впливу від різних чинників, таких як: умови середовища, генетичні особливості сорту і найбільш вагомі – методи вирощування. У цьому контексті, дане дослідження дозволяє здійснити порівняльний аналіз особливостей архітекtonіки кореневої системи та росту сіянців горіха грецького та горіха чорного з метою розробки ефективних стратегій вирощування цієї важливої культури.

Результати наших досліджень свідчать, що енергія проростання сіянців горіха чорного є вищою порівняно із сіянцями горіха грецького (рис. 4.5). Перші ознаки проростання горіха чорного спостерігалися на 7 днів раніше, ніж у випадку горіха грецького. Це вказує на більшу життєздатність насіння горіха чорного, що може мати значний вплив на агротехнічні аспекти культивування цих рослин.

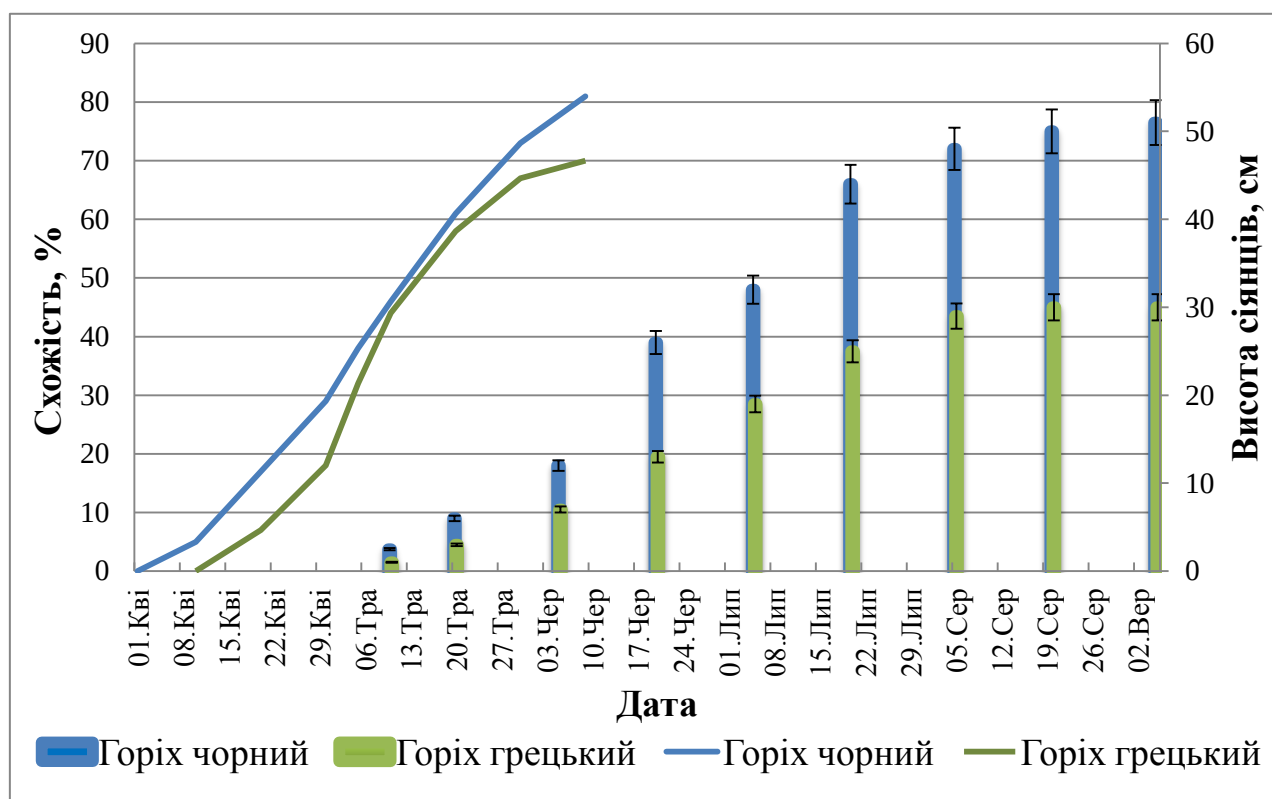


Рис. 4.5. Польова енергія проростання та ріст у висоту сіянців горіха грецького та горіха чорного (с.Вільшанка, 2021 р.)

Під час спостережень за ростом у висоту було виявлено, що сходи сіянців горіха чорного вже в перший рік вирощування виявляють перевагу завдяки більшій енергії росту в порівнянні із сіянцями горіха. Ця перевага здебільшого пов'язана з біоекологічними властивостями горіха чорного, яка дає можливість збільшити площу живлення сіянця і сприяє його активному росту. У період, з кінця першої декади червня до першої декади серпня, спостерігався значний приріст у висоту сіянців горіха чорного. У другій декаді серпня спостерігали уповільнення росту сіянців в обох видів. Середня висота сіянців горіха чорного становила 50 см, тоді як середня висота сіянців горіха грецького була на 19 см нижча і становила 31 см.

Наприкінці вегетаційного періоду сіянці горіха чорного мали високий показник виходу стандартних сіянців, які можна використовувати для проведення зимового щеплення. Вихід стандартних сіянців горіха чорного був зафіксований на рівні 69 % від загальної кількості сіянців, тоді як у горіха грецького цей показник становив лише 12 %.

Результати дослідження морфометричних показників корневих систем дослідних видів показали, що ступінь розгалуження кореня в горіха чорного та горіха грецького має суттєві відмінності (рис. 4.6).

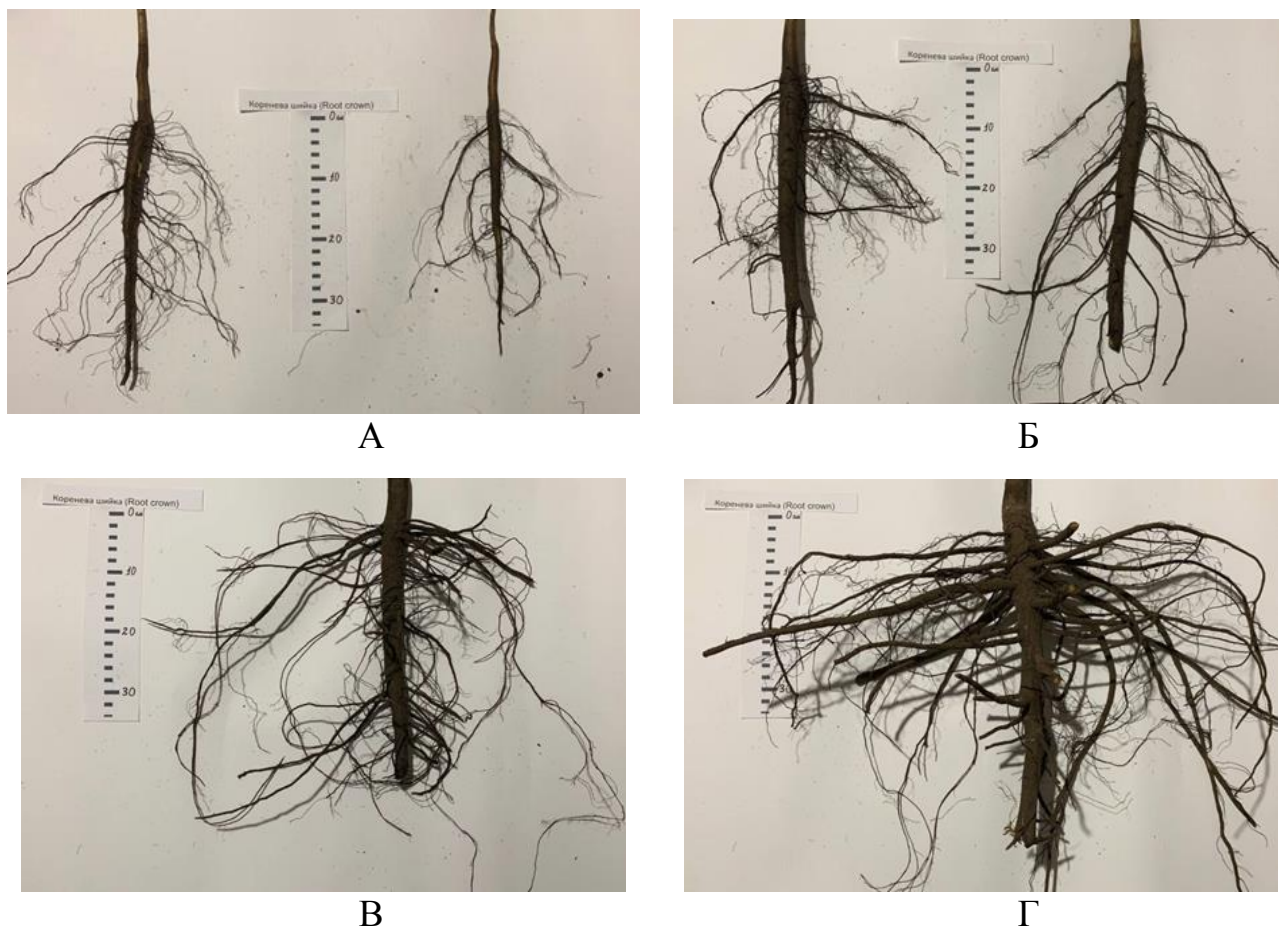


Рис.4.6. Архітектоніка корневих систем однорічних і дворічних рослин горіха грецького (А, Б) та горіха чорного (В, Г)

Довжина центрального кореня у однорічних сіянців горіха чорного в середньому на 15 см більша від довжини центрального кореня горіха грецького. Основне галуження бічних коренів у горіха чорного спостерігається на глибині від 7 до 30 см, а у горіха грецького – відбувається на глибині від 10 до 20 см. Кількість основних скелетних коренів у горіха грецького загалом становить 4-5 одиниць, які розташовані здебільшого у два, рідше у три яруси, а їхня довжина становить від 10 до 27 см.

Таким чином, коренева система стандартних сіянців горіха чорного у середньому на 60 % більша за площею живлення в порівнянні з горіхом грецьким,

унаслідок чого у перший рік вирощування в горіха чорного відбувається кращий розвиток кореневої системи у порівнянні з горіхом грецьким (табл.4.2).

Таблиця 4.2

**Морфометричні показники підщеп горіха грецького
та горіха чорного**

Вид	Висота сіянців, см	Середній діаметр кореневої шийки, мм	Середній діаметр у місці щеплення, мм	Довжина центрального кореня, см	Середня кількість скелетних коренів, шт	Середня кількість коренів другого порядку, шт	Довжина зони окоріння, см
Сіянці першого року вирощування							
Горіх грецький	31	13	13	38	5	7	27
Горіх чорний	50	19	15	43	8	12	38
Сіянці другого року вирощування							
Горіх грецький	132	18	15	47	8	7	42
Горіх чорний	168	23	19	65	14	16	56

Аналіз результатів досліджень інтенсивності росту сіянців за діаметром показали перевагу горіха чорного над горіхом грецьким. У кінці першого року вирощування 69 % сіянців горіха чорного мали діаметр кореневої шийки 18-20 мм, що дає можливість проводити зимове настільне щеплення. На відміну від сіянців горіха чорного, у горіха грецького лише 12 % сіянців від загальної кількості досягли стандартних розмірів і потребували ще один рік дорощування для використання їх у якості підщеп.

4.4. Вплив способів догляду за ґрунтом на ріст горіха грецького та переваги мікоризованого садивного матеріалу

Наші дослідження передбачали підбір найбільш ефективних заходів догляду за ґрунтом. Дані експерименти були направлені на прискорення росту та розвитку

молодих сіянців і саджанців. Було проведено дослідження кількох варіантів догляду за ґрунтом для одновікового садивного матеріалу: різна кількість і глибина розпушувань, з мульчуванням ґрунту і без нього, а також при різних площі оброблюваних ділянок. Крім того, ці варіанти змінювались з віком рослин (Додаток Д.1-Д.2).

Розпушування ґрунту проводилось двох типів: глибоке (10-12 см) і поверхнєве (3-4 см). Догляди за три роки проводились 12, 9 і 5 раз. Обробіток ґрунту проводився: площадками в 1 м², обробіток лунками по 2 м² та суцільний обробіток на різну глибину.

В результаті різноманітного поєднання доглядів було отримано у 3-х річному віці 6 варіантів дослідних ділянок горіха грецького. Збереження життєздатності на усіх ділянках була достатньо високою і складала від 86- 95 % від початкової кількості. Висота рослин, що вирощувались за різними способами догляду за ґрунтом, має помітну різницю. Причому у перший рік вирощування ця різниця була мало вираженою, але до кінця другого року вона почала сильно збільшуватись. У трьохрічному віці висота саджанців, у різних умовах догляду за ґрунтом, коливалась від 35 до 115 см. Висота саджанців після другого року вирощування перевищувала контроль (за контроль було прийнято схему – 12 розпушувань і 2 мульчування) більше ніж у 3 рази. У зв'язку з цим важливо було встановити, за рахунок чого і яких саме доглядів відбувається прискорений ріст і розвиток саджанців.

Аналіз отриманого матеріалу показав, що зі збільшенням кількості традиційних доглядів ріст горіха грецького сповільнювався. Навпаки, при зменшенні кількості доглядів на протязі 3-х років, висота саджанців помітно зростала. При проведенні 9 доглядів вона була більшою на 8,6 см або ж на 21 %, а при зменшенні до п'яти доглядів на 10 см або ж 26 %, у порівнянні з саджанцями, які вирощувались в умовах 12 розпушувань. Також позитивний вплив на ріст горіха грецького здійснило зменшення глибини розпушування ґрунту (табл. 4.3).

При мілкому розпушуванні ґрунту у однорічних культурах сіянці горіха грецького мали висоту на 26 - 30 см, у дворічних – 29-46 см, а у трьохрічних

культурах на 50 - 55см у порівнянні з висотою сіянців, що вирощувалися із глибоким розпушуванням ґрунту.

Кращі показники росту сіянців забезпечувало і мульчування ґрунту. Мульчування забезпечує хороший ріст сіянців горіха не тільки у тому випадку, коли воно проводиться як додатковий захід, але і при частковій заміні розпушування. Тому проведенням мульчувань по всій території міжрядь можна знизити кількість розпушувань на площі і забезпечити кращий ріст горіха. У варіантах із мульчуванням висота сіянців перевищувала контроль на 76 %. Мульчування найкраще себе зарекомендувало у перші два роки вирощування. Так, однорічні рослини при проведенні мульчування перевищували контроль на 11 - 17 см, дворічні сіянці – на 19 - 33 см, а трьохрічні – на 33,8 - 41,5 см.

Таблиця 4.3

Середні показники висоти горіха грецького в залежності від глибини розпушування ґрунту

Дослідна ділянка	Вік саджанців	Глибоке розпушування (контроль)		Мілке розпушування	
		к-сть саджанців, шт.	висота, см	к-сть саджанців, шт.	висота, см
1	Однорічні	100	24,8	100	54,9
2	Однорічні	110	22,5	110	48,9
1	Дворічні	98	36,5	98	82,5
2	Дворічні	106	33,8	106	63,5
1	Трьохрічні	96	59,3	96	105,2
2	Трьохрічні	105	51,5	105	110,3

При мульчуванні ґрунту довкола сіянців краще зберігається волога у ґрунті, значно менше проростає бур'янів, завдяки чому зберігається повноцінний вміст органічних і мінеральних речовин.

Таким чином, для хорошого росту та розвитку сіянців грецького горіха потрібно зберігати вологу і знищувати зайву рослинність. Обробіток ґрунту проводити на глибину не більше 2 - 4 см, а також категорично забороняється проводити обробіток ґрунту у посушливий період, щоб попередити просихання ґрунту на значну глибину. Відстань між агрегатами та зоною росту коренів має

бути не менше 1-1,5 м, для збереження цілісності кореневої системи та підтримання природнього мікроклімату у зоні росту бічних коренів. Аерацію ґрунту у лунці бажано проводити після весняних заморозків. Слід також використовувати агроволокно для кращого збереження вологи та як один із способів захисту лунки саджанця від бур'янів.

Проводилось дослідження що стосувалось повноцінного використання площі, яка була виділена під плантацію. Для цього територію плантації було поділено на 3 частини: на першій ділянці було висаджено насіння гарбуза багатонасінного, на другій ми висіяли квасоллю (*Phaseolus vulgaris* L.), а міжряддя на третій ділянці залишили під чорним паром (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Середні показники приросту горіха грецького на експериментальних ділянках із використанням міжрядь

Експериментальна ділянка	Вік, вид матеріалу	Середній приріст, см
1	Дворічні сіянці	15,3
1	Трьохрічні саджанці	19,0
2	Дворічні сіянці	18,2
2	Трьохрічні саджанці	20,1
3	Дворічні сіянці	13,2
3	Трьохрічні саджанці	15,6

Як видно з даних табл.4.4, середній приріст був найкращим на другій експериментальній ділянці. Скоріш за все такий ефект був отримай через властивість бобових культур фіксувати та накопичувати нітроген у ґрунті.

На першій експериментальній ділянці видно, що середній приріст дво- і трьохрічного садивного матеріалу теж не сильно відрізняється від другої ділянки, але окремі саджанці та сіянці були пригнічені сильним кущенням гарбуза або обвиванням його вусиків навколо дерев. Результати на третій ділянці було взято за контроль.

Такі показники середнього приросту можуть свідчити про те, що коренева система горіха грецького у молодому віці сильно страждає від перегрівання верхніх шарів ґрунту під час літньої спеки. Тому у подальшому, якщо буде

використовуватись метод чорного пару, то лунку навколо молодих сіянців і саджанців слід застилати агроволокном і вимощувати мокрою соломою з додаванням перегною. Це допоможе створити біля коренів молодого дерева вологе середовище навіть у посушливий період, створить природній мікроклімат та дасть додаткове живлення на бідних чи сильно еродованих землях.

Під час створення плантаційного дослідного насадження також було проведено мікоризацію садивного матеріалу та насіння мікоризним інокулянтном, а саме комплексним біологічно активним препаратом для регуляції розвитку та росту рослин на основі спорової суспензії грибів-мікоризоутворювачів "Міковітал". Саджанці горіха грецького, не залежно від віку, були замочені кореневими системами у бовтанку, яка була приготована із води, коров'яка, глини та препарату "Міковітал". Також до коріння, перед засипанням землі, у ямки кидалось зерно злакових культур (ярий ячмінь, озима пшениця, овес), яке попередньо було оброблено розчином із препарату "Міковітал".

Проведення даного заходу було обумовлено тим, що міцелій забезпечує кращу поглинальну здатність кореня через те, що гіфи розростаються на більшу відстань, ніж кореневі волоски. Вони всмоктують поживні речовини у менших концентраціях. Особливе значення відіграє мікориза при фосфорному живленні. З ґрунту фосфор потрапляє до грибниці у вигляді поліфосфатів і транспортується через мікоризу до коренів рослин. Через те мікоризовані корені поглинають більше води і менше страждають від посухи. Мікоризні види грибів можуть синтезувати біологічно активні сполуки і тим самим можуть впливати на гормональну регуляцію рослин, активують їх ріст.

Мікориза впливає на кількість і якість корневих ексудатів. Це формує певне мікробне угруповання ризосфери. В зоні мікоризосфери чисельність бактерій збільшується вдвічі, а актиноміцетів – майже у 10 разів. Є також така властивість, що культура даного гриба витісняє інші види і її чисельність (зокрема патогенів) зменшується. Гриби-мікоризоутворювачі можуть взаємодіяти з азотофіксуючими бактеріями. Бактерії, що сприяють утворенню мікробного

симбіозу, називають хеллерами. Вони дають стимуляцію росту грибів на стадії перед симбіозом тим самим збільшуючи шанс контакту коренів із грибами.

Отож, мікориза, крім збільшення контактної площі поверхні кореневища з ґрунтом впливає і на: здатність рослини на всіх етапах розвитку перетворювати і вибірково поглинати поживні речовини і воду, таким чином покращують проростання, цвітіння та утворення зав'язі і плодів, а також на здоров'я і продуктивність рослин; має сталий вплив на структурність та шпаруватість ґрунту; білок глобулін, який виділяється міцелієм, забезпечує акумулювання карбону і покращує біологічну активність у ґрунті. Тобто, наявність мікоризи поліпшує родючість ґрунтів, задовольняє потребу рослин у елементах живлення, фізико-хімічних факторах, воді та біокомпонентах.

Метою обробки було помістити спори АМ-грибів разом (поблизу) з насінням чи коренями рослин для утворення при проростанні фізичного контакту між ними і утворенням мікоризи. Таким чином ми природнім шляхом зможемо забезпечити рослини поживними речовинами, вологою, захистом від захворювань без втручання людини.

4.5. Створення схеми змішування і запилення плантації

Одним із важливих питань під час вирощування горіха грецького на плантації є запилення. Тема запилення важлива тому, що від неї напряду залежить урожай. Яким би чудовим та перспективним не був сорт, яким би добрим не був догляд за деревами на плантації, скільки б не оброблялась вона від різних хвороб та шкідників, але якщо не створені умови для запилення, то і не буде зав'язі, а відповідно і плодів. Таким чином з кожним роком плантація буде приносити несуттєві прибутки, а подекуди й збитки. Саме тому, перед створенням дослідної плантації було опрацьовано різні схеми висаджування та змішування. Науковий матеріал допоміг нам підібрати схему змішування і запилення, що є оптимальною для даних кліматичних умов і місця розташування дослідної плантації.

Дерево горіха грецького формує два види квіток: чоловічі та жіночі. Чоловічі квіти згруповані у суцвіття – сережки та розташовані в базальній частині гілок попереднього року і складаються із 100-160 і більше квіток. Кожна квітка складається із скоби і конічного перигону, який захищає тичинки. У квітці від 2 до 32 тичинкових ниток довжиною 1-2 мм і пильника, утвореного двома чашолистками, які розділені глибокою борозною. Кожна така тичинка має в собі в середньому 1800 пилкових зерен. Жіночі квітки бувають поодинокими, згруповані по 2-3 і більше по верхівках пагонів або у латеральних видів – по усій довжині гілки. Жіночі квітки не мають пелюсток, вони складаються із томентозного покриття, яке вкриває браслет і два приквітники. У кожній квітці є глабра, кулеподібна або яйцеподібна, у кінці якої є стигма, що складається із двох дольок. Поверхня цих дольок покрита численними альвеолами, де підтримується висока вологість, забезпечуючи сприятливі умови для проростання пилку. Переміщення пилку із чоловічих квіток сережок на жіночі квітки відбувається за допомогою вітру.

Переважає більшість сортів горіха грецького є самозапильними. Таким чином, одиноке дерево теоретично може утворювати зав'язь без додаткового опилення навколо нього. Але у більшості випадків пилки, який потрапляє на жіночі квітки часто пересихає або губиться, тому що у той час жіночі квітки ще не достатньо сформовані для того щоб прийняти пилки.

Про готовність жіночих квіток прийняти пилки свідчить жовто-оранжевий колір приймочок маточки. У цей момент потрібно створити найкращі умови для льоту пилку та постаратись приманити у цей період бджіл. Для цього на основі горіхового соку готуються різного виду солодкі сиропи та розміщуються по території плантації. Такий метод, за словами селекціонерів, дає змогу підвищити врожайність горіха на 10-15 %.

Запилювачі потрібно розташовувати перпендикулярно до переважаючих вітрів, для збільшення максимальної відстані розсіювання пилку по плантації. Крім того, якщо усі дерева-запилювачі розмістити у одному ряду, то збирати і сортувати плоди грецького горіха буде набагато легше.

Розміщення запилювачів здійснювалось квадратно-гніздовим способом, тобто кожне 10 дерево у ряді. Таким чином, навіть при поганому льоті пилку через погодні умови, ми будемо мати достатній рівень пилку у повітрі, що дасть змогу щорічно отримувати достатнє запилення та гарний врожай.

Таким чином, найкращий спосіб забезпечити повноцінне запилення для отримання високих і постійних врожаїв – забезпечити перехресне запилення шляхом висаджування двох або більше сортів з різним періодом цвітіння чоловічих сережок. Відстань між основним сортом і запилювачем не має перевищувати 100 м, а процентна кількість запилювачів від загальної кількості садивного матеріалу повинна становити 5-10 %.

Перед створенням проекту дослідної плантації було опрацьовано 4 технології вирощування горіха: традиційного, напівінтенсивного, інтенсивного та суперінтенсивного типу. Суть даних технологій полягає в тому, що відповідно до кожної з них потрібно вибрати саджанці по відповідній силі росту. За силою росту сорти горіха грецького поділяють на сильнорослі, середньорослі, слаборослі та карликові. Відповідно до попередніх даних вже вибирають схему змішування і посадки.

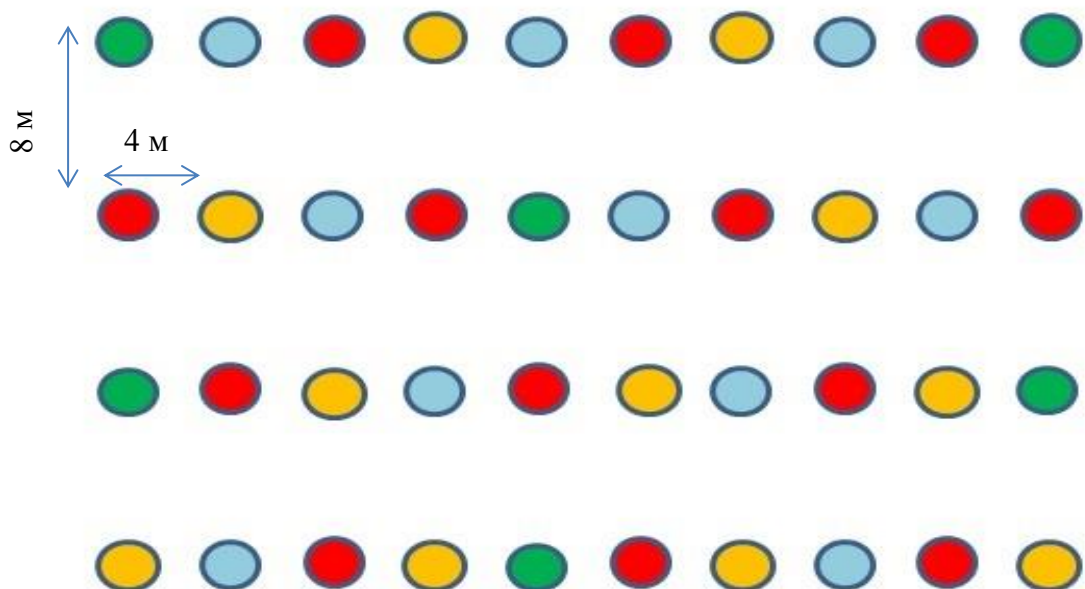
У традиційній технології передбачаються сильнорослі (висота в зрілому віці біля 7-8 м) дерева з термінальним типом плодоношення. Схему посадки відповідно вибирають від 10×10 м до 18×18 м.

Напівінтенсивна технологія була винайдена в Канаді та передбачає відстань посадки від 8×4 м до 14×7 м. Також, зокрема, приймають і 12×6 м або 10×5 м. При такій технології, після досягнення садом віку 25-30 років, половина дерев зрізується, зменшуючи щільність у рядах вдвічі. Після такого прорідження ми отримаємо додатковий прибуток за рахунок деревини. Дана технологія передбачає операції по формуванню крони. Дерев, які планується спиляти, формують веретеноподібну крону (для прикладу як у тополі), а у інших - кулясту або оберненочашоподібну (рис 4.8).

Інтенсивна ж технологія вбачає в собі використання середньорослих дерев, які у 20-30 років будуть мати середню висоту близько 4 м. Для такої технології

прийнято висаджувати дерева за схемою розміщення 5×5 м і 6×6 м. Інтенсивна технологія не передбачає довготривалого використання плантації. Зазвичай на таких плантаціях, після 40 років використання, проводять викорчовування та реконструкцію.

Що стосується суперінтенсивного типу вирощування горіха грецького, то дана технологія передбачає схему посадки 6×3 м. За такою схемою використовують тільки карликові види сортів горіха грецького. Висота таких дерев у зрілому віці часто не досягає навіть 2,5 м. Однією із вагомих переваг такої плантації є короткий термін до фази повного плодоношення. Вже на 6-й рік плантація виходить на стадію повноцінного плодоношення. Однак коренева система часто не справляється, щоб забезпечити дерево поживними речовинами і вологою. Тому деревам необхідна підтримка у вигляді системи крапельного зрошення, при якій організують не тільки полив, а й кореневе та позакореневе живлення. Одним із вагомих мінусів такого типу є недостатня морозостійкість, дерева карликових сортів вимерзають вже при -12 -15 °С.



Умовні позначення:

● – дерева-
запилювачі

● – сорт 1

● – сорт 2

● – сорт 3

Рис.4.8. Приклад-схема змішування напівінтенсивного типу за участю трьох сортів і запилювача

На дослідній плантації було використано саме напівінтенсивну технологію вирощування. Схему посадки було обрано 8x4 м, що дозволило розмістити достатню кількість дерев, при цьому не використовуючи велику площу. Пізніше, коли дерева почнуть змикатись кронами, буде виконано прорідження у рядах. Дерев висаджувались так, щоб після прорідження на плантації залишились кращі та перспективні сорти. Формування крони буде проводитись до 7 річного віку у вигляді оберненої чаші, а для окремих дерев двоярусним типом. Дана технологія повністю задовольняє зону ризикованого землеробства, у якій знаходиться плантація та дозволяє використовувати важку техніку для обробітку ґрунту та раціонального використання площі міжрядь.

4.6. Основні заходи захисту плантаційних горіхових насаджень

Створення промислових насаджень горіха грецького однозначно буде сприяти збільшенню кількості шкідливих організмів та хвороб, які, водночас, можуть суттєво знижувати урожайність та якість продукції.

Фітосанітарний моніторинг насаджень дозволяє своєчасно виявити розвиток патогенних збудників хвороб та шкідливих фітофагів, прогнозувати їх розвиток і поширення, а також визначати оптимальні терміни проведення захисних заходів. Фітосанітарні обстеження доцільно проводити впродовж усього вегетаційного періоду. Прогнозувати ураження горіхів хворобами та пошкодження фітофагами можна за допомогою різних методів, основним з яких є метод фенологічних сигналів та фенологічних календарів розвитку шкідливих організмів, оскільки дозволяє більш точно виявити початок активного розвитку фітофагів і збудників хвороб (Dolya, et al., 2004).

Збільшення площі експлуатаційних насаджень горіха грецького призводить до масового поширення збудників хвороб і шкідників, через життєдіяльність яких втрачається значна кількість врожаю та погіршується якість плодів. На жаль, у "Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених для використання в Україні", на сьогодні, не зазначено жодного спеціалізованого засобу для захисту горіхових садів. Проте шкідливі організми надалі продовжують поширюватися і завдавати

помітної шкоди, що потребує негайного втручання і постійного контролю, а також розробки ефективних методів протидії масовому розвитку та поширенню шкідників і збудників хвороб (Shestopal, et al., 1999; Mezhen'skyj, 2020; Skoreiko, 2020; Kravets. & Adamenko, 2021) Проблема ускладнюється ще тим, що деякі горіхові сади висаджені людьми, які не мають відповідних знань щодо особливостей вирощування горіхових насаджень або навіть загальних уявлень щодо догляду за ними. Отже, маємо істотну проблему: наявні горіхові сади мають низьку врожайність та погану товарну якість.

Заходи боротьби із шкідниками та патогенами горіха грецького доцільно синхронізувати із фенологічними маркерами та сумами активних і ефективних температур (табл. 4.5). Це дозволить своєчасно провести профілактичні оброблення для покращення стану дерев. Запропоновані заходи боротьби розроблялися нами за результатами аналізу літературних джерел та з врахуванням доступних на ринку препаратів.

Таблиця 4.5

**Фенологічні явища та оптимальні періоди для моніторингу та проведення заходів із захисту насаджень
горіха грецького від шкідників та хвороб**

Терміни проведення робіт	Шкідники / Хвороби	Рекомендовані засоби захисту рослин	CAT 5°C / CAT 10°C / CET 5°C
			Фенологічні явища
1	2	3	4
Період до початку розпускання бруньок	Шкідники: короїд непарний західний, червиця в'їдлива Хвороби: бура плямистість, бактеріоз, кореневий рак	Бордоська суміш, залізний купорос. Обробка ран після обрізки садовою замазкою "Lak Balsam"	180 / 61 / 62
			Поява листків берези повислої, цвітіння ефемероїдів
Зелений конус	Шкідники: короїд непарний західний, червиця в'їдлива Хвороби: бура плямистість, біла плямистість, філостиктоз	Системний інсектицид + фунгіцид (Актара + Пергадо)	243 / 100 / 95
			Бубнявіння бруньок абрикоса, Початок пілкування ліщини звичайної
Розпускання листків	Шкідники: горіховий бородавчастий кліщ, горіховий галовий кліщ, цикадка буйволоподібна Хвороби: біла плямистість, філостиктоз, бактеріоз	Бакова суміш інсектицид і фунгіцид (Енжіо + Хорус + Скор)	281 / 123 / 113
			Початок цвітіння калюжниці болотної, Початок цвітіння кизилу
Перед цвітінням	Шкідники: горіховий бородавчастий кліщ, горіховий галовий кліщ Хвороби: бактеріоз, бура плямистість	Бакова суміш інсектицид і фунгіцид (Енжіо + Пергадо)	445 / 245 / 204
			Поява перших листків та цвітіння дуба звичайного
Формування зав'язі плодів у горіха грецького	Шкідники: короїд непарний західний, плодожерка горіхова, міль-строкатка горіхова, червиця в'їдлива, щитник мармуровий коричневий, щитник деревний зелений, Хвороби: бура плямистість, бактеріоз,	Інсектициди + фунгіцид (Матч 8 мл Скор 2 мл + Топаз 12 мл)	613 / 343 / 285
			Початок цвітіння горобини звичайної, цвітіння конвалії травневої

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
Ріст плодів – розмір "горох"	Шкідники: горіховий бородавчастий кліщ, горіховий галовий кліщ, плодожерка горіхова, міль-строкатка горіхова, попелиця горіхова, попелиця горіхова жилкова, червиця в'їдлива Хвороби: бура плямистість, бактеріоз, філостиктоз	Інсектицид + фунгіцид (Скор + Актара або Скор + Вермітек (Римон фаст))	986 / 762 / 621
			Масове досягання плодів суниці лісової
Ріст плодів	Шкідники: американський білий метелик, попелиця горіхова, попелиця горіхова жилкова, щитник мармуровий коричневий, щитник деревний зелений, горіхова муха, червиця в'їдлива Хвороби: бура плямистість, біла плямистість, філостиктоз	Бакова суміш: "коктейль" з фунгіцидів і інсектициду (Хорус + Скор + Проклейн)	САТ 5°C ≥ 1600 / САТ 10°C ≥ 1250 / СЕТ 10°C ≥ 1100
			Масове цвітіння звиробом звичайного, Перші стиглі плоди чорниці звичайної
Дозрівання плодів	Шкідники: американський білий метелик, короїд непарний західний, плодожерка горіхова, щитник мармуровий коричневий, щитник деревний зелений, цикадка буйволоподібна, горіхова муха. Хвороби: Бура плямистість, Бактеріоз	У серпні та вересні обприскування проводять 2 рази, не пізніше ніж за 14 днів до збору врожаю (перший раз: Хорус + Матч; другий раз: Хорус + Проклейн)	2630 / 2278 / 1906
			Завершення росту пагонів горіха грецького, кінець цвітіння деревію звичайного.
Період після збору плодів і період спокою	Шкідники: короїд непарний західний, червиця в'їдлива Хвороби: бура плямистість, філостиктоз	Бордоська суміш, залізний купорос, обробка ран – Lak Balsam	3360 / 3007 / 2243
			Кінець листопаду у граба звичайного, опадання усіх листків горіха грецького

Примітка: САТ 5°C – сума активних температур більше 5°C;
 САТ 10°C – сума активних температур більше 10°C;
 СЕТ 5°C – сума ефективних температур більше 5°C.

Здуття на листках і плодах є результатом життєдіяльності галових кліщів. Для ефективного контролю над ними важливо мати на увазі, що ці шкідники ховаються в галах, які прикриті ворсинками. Для боротьби з ними доцільно використовувати комбіновані препарати, особливо, якщо на початковому етапі заселення дерев кліщами не проводилися оброблення біфентрином та аверсектинами. У таких випадках рекомендується застосування препарату з трансламінарною дією, однак він не має впливу на дорослих кліщів. Тому для підвищення ефективності рекомендується додавати до препаратів з трансламінарною дією препарати із системною дією і обов'язково проводити оброблення листових пластинок з обох боків. Оптимальні терміни боротьби з кліщами: травень – початок червня, тобто період, коли відбувається міграція і розмноження кліщів в галах.

У невеликих горіхових садах досить ефективний метод контролю за чисельністю лускокрилих шкідників – масовий вилов самців на феромонні пастки. Їх потрібно застосовувати з розрахунку: одна пастка на одне доросле дерево або на два-три молоді. Клейові пластини що заповнились потрібно періодично змінювати. Варто зауважити, що позитивні результати можна очікувати при масовому вилові метеликів протягом декількох років підряд (Mrynskyi, 2020). У будь-якому випадку застосування феромонних пасток забезпечить знищення більшої частини самців і тим самим значно ослабить популяцію шкідників. На початку літа метеликів (приблизно у квітні) потрібно уважно оглянути кору дерев, тріщини та розщелини на ній, особливо у нижній частині стовбура, і знищити зимуючі кокони з лялечками. Проти лускокрилих шкідників, чий період масового льоту починається в кінці травня – на початку червня, оброблення потрібно проводити на початку літа. Ефективним індикатором початку періоду масового льоту є феромонні пастки. Якщо на одну феромонну пастку потрапляє більше п'яти метеликів – це сигнал про необхідність проведення захисних заходів. У цей період потрібно застосовувати інсектоакарициди у складі яких є діюча речовина – біфентрин. Такі препарати дають змогу впливати на різні стадії розвитку лускокрилих та кліщів. На відміну

від інших контактних інсектицидів із групи піретроїди, біфентрин діє навіть за температури більше 25°C.

Серед шкідників із колюче-сисним ротовим апаратом серйозною проблемою в насадженнях горіха грецького може бути масовий розвиток попелиць. Завдяки їхній великій плодючості та значній кількості поколінь (до 12 на рік) їх вкрай важко знищити. Найбільша ефективність контролю чисельності попелиць досягається тільки після проведенні трьох-чотирьох обробок протягом сезону, з обов'язковою обробкою в кінці вересня – щоб запобігти відкладенню зимуючих яєць. Проти попелиць ефективними будуть контактні та фосфорорганічні препарати із фумігуючими властивостями.

У останні роки збільшилася кількість випадків пошкодження дерев червицею в'їдливою і короїдом непарним західним. Це внутрішньостеблові шкідники, які ведуть прихований спосіб життя. Боротись з ними досить складно. Як показав досвід, обрізання засохлих і уражених гілок (восени – весною) і профілактичні оброблення під час виходу імаго є досить ефективними. Інші методи практично не дають результатів.

Висновки до розділу

Результати досліджень енергії проростання показали, що енергія проростання сіянців горіха чорного (81 %) є вищою на 11 % порівняно із сіянцями горіха грецького (70 %). Перші ознаки проростання горіха чорного спостерігалися на 7 днів раніше, ніж у випадку горіха грецького. Ця перевага пов'язана з біоекологією видів, переважно з більш розвиненою кореневою системою у горіха чорного. Це сприяє кращому забезпеченню рослин поживними речовинами та водою і сприяє їхньому швидкому росту. У порівнянні зі сходами горіха грецького вихід стандартних сіянців горіха чорного був зафіксований на рівні 69 % від загальної кількості сходів, тоді як у сходів горіха грецького цей показник становив лише 12 %. Установлено, що оптимальна глибина сівби насіння для обох видів становить 10 і 13 см, а кращі показники схожості

спостерігали у разі сівбі насіння "вершиною доверху" – 70 % і "на ребро" – 72 %, що на 24-26 % вище, ніж "вершиною донизу" та "боком у ряду".

З'ясовано, що довжина центрального кореня у горіха чорного в кінці першого року вирощування на 15 см більша від довжини центрального кореня горіха грецького і становить в середньому 43 см. Основне галуження бічних коренів у горіха грецького відбувається на глибині від 10 до 20 см. Кількість основних скелетних коренів загалом становить 4-5 одиниць. Сіянци у кінці першого року вирощування мали помітно меншу кореневу систему в порівнянні з горіхом чорним. Коренева система стандартних сіянців горіха чорного в середньому на 60 % більша, ніж у горіха грецького. Основне галуження бічних коренів в середньому знаходиться на довжині кореня від 7 до 30 см. Коренева система горіха чорного має здебільшого три яруси. Кількість скелетних коренів у середньому становить 8 - 10 штук, а довжина основних скелетних коренів коливається від 15 до 30 см.

Встановлено, що відібрані дослідні сорти горіха грецького, які було прищеплено на сіянці горіха чорного, показали приблизно однакове утворення калюсних тканин, крім сорту 'Ве-бу-б'. Це вчергове підтверджує інформацію, що не усі сорти горіха грецького можуть брати участь у міжвидових комбінаціях. Але загалом саджанці горіха грецького, щеплені на сіянцях горіха чорного мають перспективи для подальшого впровадження у виробництво, оскільки можуть швидше вступати в плодоношення, мають відносно стриманий ріст, дають можливість на третій рік життя розпочати формування крони і мають більш потужну кореневу систему.

Результати досліджень догляду за ґрунтом показали, що зі збільшенням кількості традиційних доглядів ріст горіха грецького сповільнювався. Навпаки, при зменшенні кількості доглядів на протязі 3-х років, висота саджанців помітно зростала. При проведенні 9 доглядів вона була більшою на 8,6 см або ж на 21 %, а при п'яти доглядах на 10 см або ж 26 %, у порівнянні з саджанцями, які вирощувались в умовах 12 розпушувань.

Таким чином, для хорошого росту та розвитку саджанців грецького горіха потрібно зберігати вологу у верхніх шарах ґрунту і знищувати зайву рослинність шляхом мульчування і обробітку ґрунту на глибину не більше 2-4 см. Категорично забороняється проводити обробіток ґрунту у посушливий період, щоб попередити просихання ґрунту на значну глибину. Відстань між агрегатами та зоною росту коренів має бути не менше 1 - 1,5 м, для збереження цілісності кореневої системи та підтримання природнього мікроклімату у зоні росту бічних коренів. Можна також використовувати агроволокно для кращого збереження вологи та як один із способів захисту лунки саджанця від бур'янів. Мікоризація садивного матеріалу дозволила збільшити контактну площу поверхні кореневища з ґрунтом.

Технологічна схема змішування, запилення та посадки, яка була використана нами під час створення дослідної плантації, дозволила нам раціонально використовувати міжряддя і розмістити достатню кількість дерев, при цьому не використовуючи великі об'єми площі. Дана технологія повністю задовольняє зону ризикованого землеробства, у якій знаходиться плантація та дозволяє використовувати важку техніку для обробітку ґрунту та раціонального використання площі міжрядь.

Заходи боротьби із шкідниками та патогенами горіха грецького доцільно синхронізувати із фенологічними маркерами та сумами активних і ефективних температур. Даний метод дозволить своєчасно провести профілактичні оброблення для покращення стану дерев. Також запропоновано вести моніторинг поширення фітофагів і збудників хвороб горіха грецького з врахуванням фенологічних маркерів та встановлено оптимальні періоди проведення захисних заходів і профілактичних обробок. На нашу думку, ефективна протидія поширенню шкідників та хвороб горіха грецького залежить від своєчасного застосування захисних заходів та попереджувальних обробок. З метою визначення найбільш раціонального періоду для проведення боротьби доцільно користуватися фенологічними маркерами, які співпадають із появою шкідливих організмів.

РОЗДІЛ 5.

СЕЛЕКЦІЙНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ СТІЙКИХ НАСАДЖЕНЬ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО

Більшість досліджень стосовно *Juglans regia* в Україні присвячено саме господарській цінності виду. Особливості розвитку та поширення шкідників і збудників хвороб горіха грецького на території України висвітлюються поверхнево. Відомостей про видовий склад патогенних організмів *J. regia* у Правобережному Лісостепу України недостатньо для оцінки фітосанітарного стану насаджень у регіоні.

Станом на 2024 р. в державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні нараховується 41 сорт горіха грецького (Державний реєстр сортів рослин..., 2024). Характеристика та опис цих сортів здійснюється за рядом морфологічних ознак. Незважаючи на це, інколи неможливо морфологічно диференціювати окремі генотипи дерев, які виведені насіннєвим шляхом. Такі гібриди можуть лише з часом проявляти значну відмінність від материнської форми за урожайністю, якістю плодів, зимостійкістю, стійкістю до хвороб та за іншими показниками. Крім цього, на сьогодні не існує стандартизованої генетичної системи державного контролю саджанців щодо їх відповідності сорту з метою захисту прав власності на сорт та уникнення пересорту.

З огляду на це виникає потреба у створенні системи генетичної ідентифікації та диференціації сортів і гібридних форм *J. regia*. Цього можна було б досягти за допомогою розроблення та формування бази даних ДНК-паспортизації гібридних форм і сортів горіха грецького. З цією метою широко використовуються молекулярні маркери. Зокрема, повторювані послідовності, такі як ISSR – Inter Simple Sequence Repeat (інвертовані прості повторювані послідовності), SSR (прості повторювані послідовності) (Vischi M., 2017, Bernard A., 2018, Присяжнюк Л.М., 2019), RAPD (випадково ампліфікована поліморфна ДНК), молекулярними маркерами можуть слугувати також окремі гени з інтронними ділянками (Ковальова В.А., 2018) та ін. Найчастіше ISSR та SR успішно застосовують у філогенетичних дослідженнях для паспортизації сортів рослин або порід тварин.

5.1. Фітосанітарний стан насаджень горіха грецького в Правобережному Лісостепу України

Своєчасно виявити окремі фази розвитку шкідників та збудників хвороб досить складно. Тому необхідно вести спостереження не тільки за шкідливими організмами, а й за пов'язаними з ними в часі явищами природи. У якості феноіндикаторів доцільно використовували явища природи, які відповідають настанню певних фаз розвитку шкідника чи хвороби, а також показники температури повітря й ґрунту, вологість, суму активних і ефективних температур, тощо. Нагляд, своєчасне виявлення і попередження подальшої можливої шкоди від дії патогенів та шкідників вимагає у тому числі знання фенології самих культурних рослин (рис. 5.1).

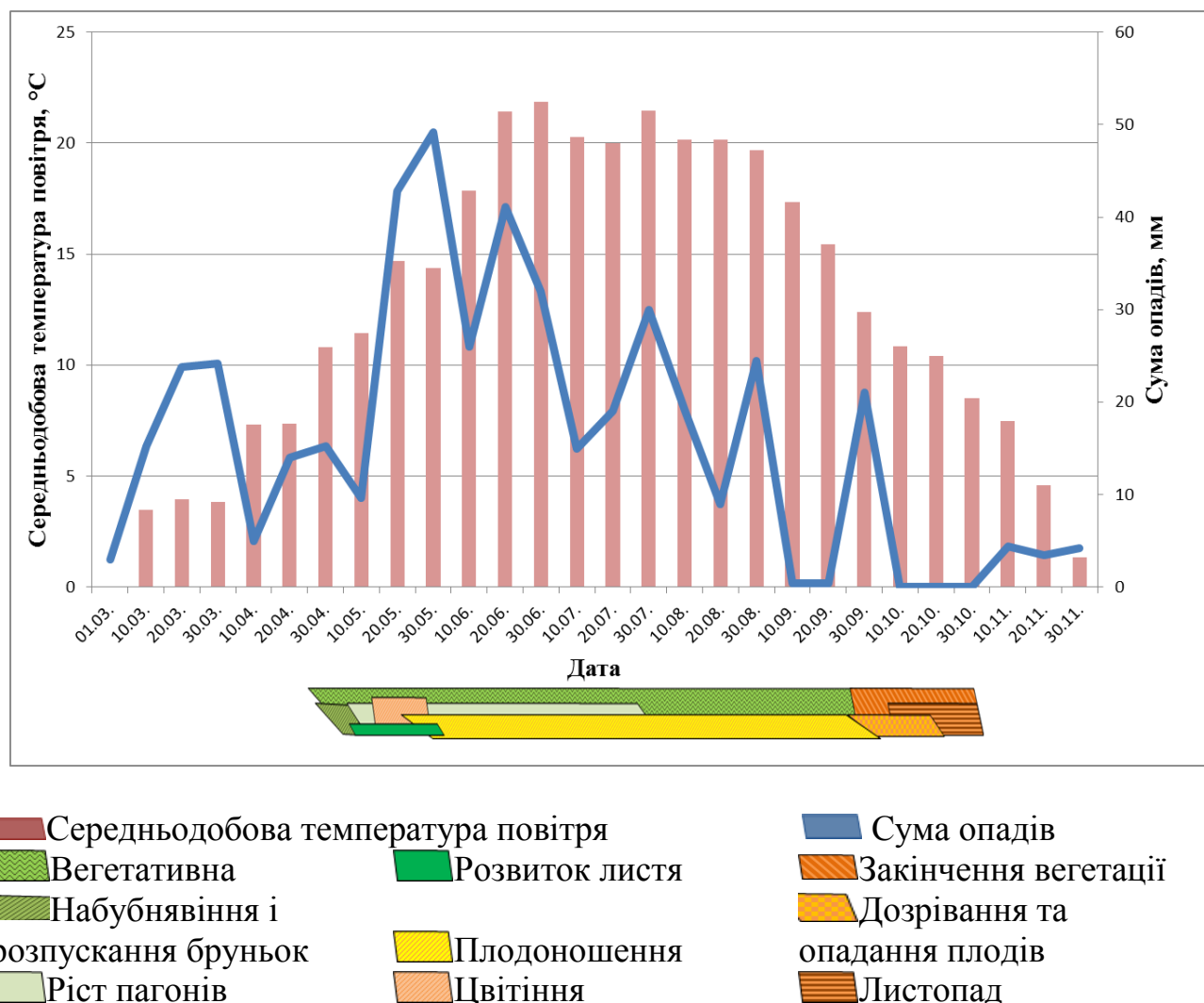


Рис. 5.1. Феноспектр росту та розвитку горіха грецького у Вінницькій обл., 2023 р.

Для прикладу – із формуванням листової пластинки горіха грецького співпадає початок масового розмноження попелиць та поява імаго американського білого метелика після зимівлі.

Під час обстежень було виявлено такі хвороби горіха грецького (табл. 5.1): бура плямистість (марсоніоз) *Ophiognomonia leptostyla* (Fr.) Sogonov (синоніми: *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. & De Not., недосконала форма *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn.), бактеріоз (бактеріальний опік) *Xanthomonas arboricola* Vauterin et al., 1995 рв. *juglandis* (синон. *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson, 1939), філостиктоз *Phyllosticta juglandis* (DC.) Sacc. (зараз коректною вважається назва *Sphaeria juglandina* Fr.) і біла плямистість *Pseudomicrostroma juglandis* (Bérenger) Kijporm. & Aime (синон. *Microstroma juglandis* (Bérenger) Sacc.).

Найбільш розповсюдженим захворюванням у насадженнях Правобережного Лісостепу на території Вінницької області, яке уражає усі наземні частини дерев горіха грецького, є бура плямистість (марсоніоз) збудником якої є аскоміцет *Ophiognomonia leptostyla*. Перші ознаки захворювання з'являються на листках, які вкриваються червонувато-бурими плямами з більш темною або жовтою облямівкою. Пізніше плями поступово зливаються (рис. 5.А), а листки набувають бурого кольору, всихають і передчасно опадають. На молодих пагонах горіха цей патоген утворює вдавлені поздовжні буро-коричневі плями. На плодах, уражених бурю плямистістю, утворюються виразки, які впливають на якість і товарний вигляд плодів. Джерелом інфекції є уражені патогеном плоди, опалі листки та інші рослинні рештки. Цю хворобу було виявлено практично на всіх деревах на пробних площах. Поширення бурю плямистості у насадженнях є доволі значним – 30-43 % у плантаційних насадженнях і 50-63 % у полезахисних і лісових насадженнях. Такий розвиток хвороби призводив до передчасної втрати листків і відповідно до втрат плодів до 10 % у стійких форм і до 40 % у малостійких. Спостерігалось також зниження якості плодів, а саме зміна забарвлення ядра, що впливало безпосередньо на товарну якість. Найстійкішими до бурю плямистості виявилися дерева сортів Казаку та Чернівецький 1 – розповсюдженість хвороби становила 30 %, інтенсивність розвитку 10-10,8 %.

Таблиця 5.1

**Розвиток і поширення хвороб горіха грецького у насадженнях
Правобережного Лісостепу (за результатами обліку в 2023 р.)**

№ п/п	Вік дере- воста- ну, р.	Стаціонарні дослідні ділянки, координати	бура плямистість		бактеріоз		філостиктоз		біла плямистість	
			Р, %	R, %	Р, %	R, %	Р, %	R, %	Р, %	R, %
1	40	Вільшанка ПЗ* 48.237389, 28.646639	53,3	20,0	26,7	7,5	15,6	3,9	20,0	5,0
2	36	Крижопіль ПЗ 48.395133, 28.822406	56,7	27,5	23,3	7,5	18,0	4,6	23,3	5,8
3	9	Савчине ПЛ** (сорт Казаку) 48.422958, 28.608888	30,0	10,0	3,4	0,8	4,0	0,9	6,6	1,6
4	16	Русава ПЛ (сорт Чернівецький 1) 48.290946, 28.287293	30,0	10,8	6,7	1,6	8,0	6,3	13,3	3,3
5	5	Вільшанка ПЛ (сорт Ве-бу-6) 48.262105, 28.615721	43,3	18,3	6,7	1,6	2,0	0,4	16,7	4,1
6	55	Вільшанка ЛГ* 48.272647, 28.620931	50,0	15,8	13,3	5,8	22,0	7,5	13,3	5,0
7	53	Шарапанівка ЛГ 48.477754, 28.932103	56,6	22,5	20,0	5,0	15,0	5,1	13,3	4,1
8	61	Піщанка ЛГ 48.206675, 28.932510	63,3	27,5	20,4	5,0	21,0	5,3	20,0	6,6

Примітка: Р – поширення хвороби, %;

R – інтенсивність поширення хвороби, %

ПЗ – полезахисне насадження;

ПЛ – плантаційне насадження;

ЛГ – лісове насадження.

Однією із найбільш небезпечних хвороб горіха грецького є бактеріальний опік *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (рис. 5.Г). Уражає плоди, може бути причиною некротичних плям на листках, бактеріальної слизотечі та відмирання

стовбурів і гілок. Розповсюдження і ступінь шкідливості цієї хвороби залежить від сприятливих погодних умов під час вегетації. Тривалі та часті дощі перед цвітінням та під час нього, а також через два тижні після цвітіння, у 2023 р. призвели до значного поширення хвороби оскільки саме в цей період горіхи найбільш схильні до інфікування. Поширення бактеріального опіку коливалось в загальному від 3,4 % до 26,7 %. Інтенсивність ураження бактеріальним опіком стійких форм горіха становила 0,8-1,6 %, а на нестійких місцями сягала понад 20 %. Бактеріоз у молодих насадженнях може призводити до відмирання стовбурів і гілок першого порядку. Через сприятливі погодні умови у 2023 р. на дослідних ділянках, де переважали нестійкі форми горіха грецького, понад 35% врожаю було втрачено.

Досить розповсюдженим на дослідних ділянках був філостиктоз (рис. 5.Б), збудником якого є *Phyllosticta juglandis* Sacc. (за Species Fungorum коректною вважається назва *Sphaeria juglandina* Fr.) і *Phyllosticta juglandina* Sacc. (за Species Fungorum коректною вважається назва *Phomopsis juglandina* (Sacc.) Höhn.). Зовнішні ознаки ураження листків цими збудниками не відрізняються, визначити цих патогенів можна за конідіальним спороношенням або з допомогою молекулярно-генетичних методів. Філостиктоз уражає листки і може спричинити передчасне відмирання значної частини листового апарату, що водночас призводить до ослаблення дерева. Основними ознаками ураження грецького горіха філостиктозом є поява на листках дрібних коричневих плям, які за певний час висихають, набувають білого кольору і розтріскуються. Ця хвороба траплялась здебільшого у полезахисних та лісових насадженнях горіха грецького. На пробних площах, що були закладені у плантаційних насадженнях, відсоток поширення хвороби становив 2-8 %, а у полезахисних та лісових насадженнях сягав 15-22 %. Інтенсивність ураження листків філостиктозом була незначною – 0,4-7,5 %.



А



Б



В



Г

Рис. 5.2. Найпоширеніші хвороби горіха грецького у насадженнях Правобережного Лісостепу, Вінницька обл., 2023 р.

А) бура плямистість *Gnomonia leptostyla*;

Б) філостиктоз *Phyllosticta juglandis*;

В) біла плямистість *Microstroma juglandis*;

Г) бактеріальний опік (*Xanthomonas arboricola* pv. *Juglandis*)

Біла плямистість листків горіха грецького (рис. 5.В) також завдає значної шкоди, однак у обстежених насадженнях трапляється не часто, на відміну від інших захворювань. Білу плямистість спричиняє гриб *Pseudomicrostroma juglandis* (Bérenger) Kijporn. & Aime (синон. *Microstroma juglandis* (Bérenger) Sacc.), який розмножується в міжклітинному просторі листків горіха грецького. Ознаками білої плямистості є воскоподібний наліт у вигляді плям знизу листків. Спочатку плями мають блідо-зелене забарвлення, а з часом набувають білого кольору. Уражені ділянки листка відмирають, що призводить до передчасної втрати деревом листового апарату. Період зимового спокою патоген перебікує на опалих

листках. Біла плямистість спостерігалось на листках як дорослих так і молодих дерев вже на початку вегетаційного сезону. Відсоток поширення цього захворювання знаходився на рівні від 6,6 % до 23,3 %.

Досить часто в насадженнях горіха грецького (особливо – в деревостанах старшого віку) поширюються гриби-збудники стовбурових гнилей. Головною причиною цього є механічні пошкодження кори, зламані гілки, тріщини, а також сонячні опіки, особливо в умовах підвищення температури на початку весни. Також часто пошкодження кори відбувається через морозобійні тріщини, обледеніння, розламування двійчаток і неякісно проведене формування крони. Через відкриті ділянки деревини спори грибів потрапляють у рани і відмерлі гілки та, за сприятливих умов, проростають. Грибниця, що утворюється після проростання, проникає глибоко у внутрішню частину стовбура (у випадку грибів, які є збудниками центральної гнилі) або розростається по периферії стовбура (спричиняючи периферійну гниль). Плодові тіла таких грибів з'являються на заражених деревах лише через кілька років, їх присутність вже свідчить про значний розвиток гнилі всередині стовбура живого дерева. Боротьба з цими грибами вкрай складна (Skoreiko, 2020; Tsilyurik & Shevchenko, 2008).

Під час проведення обстежень було виявлено плодові тіла трутовиків щетинистоволосистого *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst. та лускатого *Polyporus septosporus* P. K. Buchanan & Ryvardeen, гливи звичайної *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., траметесу різнобарвного *Trametes versicolor* (L.) Lloyd і траметесу жорстковолосистого *Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd. Плодові тіла трутовиків траплялися в основному на деревах старшого віку. Гілки горіха грецького уражають патогенні гриби *Cytospora juglandina* Sacc. та *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. Розвиток цих збудників некрозів найчастіше прискорюється після обмерзання гілок горіха грецького.

В обстежених насадженнях горіха грецького виявлені шкідники (табл. 5.2): горіховий галовий кліщ *Aceria erinea* (Nalepa, 1891) (синон. *Eriophyes erineus* (Nalepa, 1891)), горіховий бородавчастий кліщ *Aceria tristriata* (Nalepa, 1890) (синон. *Eriophyes tristriatus* Nalepa, 1899), попелиця горіхова жилкова *Panaphis*

juglandis (Goeze, 1778), попелиця горіхова нижня *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach, 1843), плодожерка горіхова *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) var. *putaminana* (Staudinger, 1859), міль-строкатка горіхова *Caloptilia roscipennella* (Hübner, 1796), американський білий метелик *Hyphantria cunea* (Drury, 1773), щитник деревний зелений *Palomena prasina* (Linnaeus, 1761), щитник мармуровий коричневий *Halyomorpha halys* (Stål, 1855), цикадка буйволоподібна *Stictocephala bisonia* Kopp & Yonke, 1977, червиця в'їдлива *Zeuzera pyrina* (Linnaeus, 1761), короїд непарний західний *Xyleborus dispar* (Fabricius, 1792).



А



Б

Рис.5.3. Пошкодження листків горіха грецького кліщами:

А) листок із галами спричиненими *Aceria erineae*;

Б) листок заселений *Aceria tristriata*

Найбільш чисельними шкідниками насаджень *J. regia* у Правобережному Лісостепу є *Aceria erineae*, *Aceria tristriata* і *Panaphis juglandis*. Значний ступінь заселення листків кліщами (рис. 5.3А; 5.3Б) спричиняє передчасне опадання пошкоджених листків, а масове заселення листків попелицею горіховою жилковою призводить до зміни забарвлення та скручування листків. Лідуюче місце серед комах, за нанесеною шкодою, займають такі види: *Panaphis juglandis*, *Chromaphis juglandicola*, *Cydia pomonella*, *Stictocephala bisonia* та *Hyphantria cunea*.

Таблиця 5.2

**Видовий склад шкідників *Juglans regia* у насадженнях
Правобережного Лісостепу, 2023 р.**

Вид шкідника	Шкодо- чинна фаза	Характер пошкоджень	Органи які по- шкоджує	Частота зустріч- ності*	Рівень небезпеки
Американський білий метелик <i>Hyphantria cunea</i> (Drury, 1773)	Личинка	Грубе обгризання	Листки	+	значний
Заболонник великий в'язовий <i>Scolytus scolytus</i> (Fabricius, 1775)	Імаго, личинка	Маточні та личинкові ходи під корою на стовбурі, імаго пошкоджує молоді пагони,	Стовбур, гілки	+	помірний
Короїд непарний західний <i>Xyleborus dispar</i> (Fabricius, 1792)	Імаго, личинка	Ходи в пагонах та гілках, вкриті чорним міцелієм	Пагони, гілки	+	низький
Кліщ горіховий бородавчастий <i>Aceria tristriata</i> (Nalepa, 1890)	Імаго, личинка	Утворення галів	Листки	+++	значний
Кліщ горіховий галовий <i>Aceria erinea</i> (Nalepa, 1891)	Імаго, личинка	Утворення галів	Листки, черешки, навко- лоплідник	+++	значний
Міль-строкатка горіхова <i>Caloptilia roscipennella</i> (Hübner, 1796)	Личинка	Мінування, скелетування, скручування	Листки	++	низький
Муха горіхова <i>Rhagoletis completa</i> (Cresson, 1929)	Личинка	Поїдання навколоплідника	Навколо- плідник	+	помірний
Плодожерка горіхова <i>Cydia pomonella</i> (Linnaeus, 1758) var. <i>putaminana</i> (Staudinger, 1859)	Личинка	Пошкодження сім'ядоль плодів	Плоди	++	значний
Попелиця горіхова жилкова <i>Panaphis juglandis</i> (Goeze, 1778)	Імаго, личинка	Зміна забарвлення та деформація листків	Листки	+++	низький
Попелиця горіхова нижня <i>Chromaphis juglandicola</i> (Kaltenbach, 1843)	Імаго, личинка	Зміна забарвлення листків	Листки	++	низький
Цикадка біла <i>Metcalfa pruinosa</i> (Say, 1830)	Імаго, личинка	Пошкодження пагонів, некрози та деформація листків	Пагони, листки	+	значний
Цикадка буйволлоподібна <i>Stictocephala bisonia</i> Kopp & Yonke, 1977	Імаго	Проколювання яйцекладом кори	Однорічні пагони	++	значний
Червиця в'їдлива <i>Zeuzera pyrina</i> (Linnaeus, 1761)	Личинка	Вигризання ходів у пагонах	Пагони	+	значний
Щитник деревний зелений <i>Palomena prasina</i> (Linnaeus, 1761)	Імаго	Проколювання, зміна забарвлення листків	Листки	+	низький
Щитник мармуровий коричневий <i>Halyomorpha halys</i> (Stål, 1855)	Імаго	Проколювання, зміна забарвлення та деформація листків	Листки	+	значний

Примітка: "+++" – висока чисельність; "++" – середня чисельність; "+" – поодинокі знахідки.

Серед шкідників із колюче-сисним ротовим апаратом найбільш чисельними та шкодочинними є попелиця горіхова жилкова *Panaphis juglandis* і попелиця горіхова нижня *Chromaphis juglandicola*. Вони живляться рослинним соком із листового апарату чим пригнічують ріст молодих пагонів, сприяють передчасному опаданню листків і знижують якість плодів. Перша поява та розмноження попелиць залежить від віку, кількості і фенофази розвитку дерев, а також від сприятливих температур та вологості повітря у березні-квітні. Оптимальна температура повітря для появи та розмноження попелиць 18-25°C за відносної вологості близько 60-75 %. Попелиці горіха грецького добре пристосувалися до біологічних та морфологічних особливостей цього дерева, їх цикл життєвого розвитку синхронізувався із фенофазами росту та розвитку дерева. Поява личинок із яєць починається під час утворення перших листків *J. regia*. Личинки спочатку живляться на сонячному боці гілок та прилипають до центральних жилок листка. Здатність личинок змінювати місце живлення сприяє їхньому захисту від ентомофагів. Під час розмноження самки часто перелітають на інші дерева, формуючи нові колонії та висмоктуючи соки з молодих листків. На великих листках, які мають більш тверді клітинні стінки, попелиці утворюють менш щільні колонії. Зазвичай крилаті самки мають жовте забарвлення перед лямками, а після неї стають темно-жовтими.

Найбільшої шкоди молодим насадженням та однорічним приростам горіха грецького завдає цикадка буйволоподібна *Stictocephala bisonia* (рис. 5.4), яка походить із Північної Америки і може пошкоджувати понад 40 видів деревних рослин. В умовах Правобережного Лісостепу розвивається одне покоління.



А

Б

Рис. 5.4. Пошкодження пагонів горіха грецького *Stictocephala bisonia*

А) самки відкладають яйця на однорічних пагонах,

Б) пошкоджений центральний пагін дворічного саджанця

Під час живлення імаго цикадки буйволородоподібної роблять проколи у корі молодих пагонів і живляться соком. По мірі поступового одеревіння пагонів, комахи переходять із загрубілих пагонів на молодші та більш соковиті. У місці проколу некротизується кора і з'являється червоно-бура кільцева перетяжка. Живлення соком молодих пагонів призводить до затримки у їх рості та до пошкоджень морозом. Наприкінці літа, у першій декаді вересня, самки яйцекладом розрізають кору і відкладають яйця у два ряди по 10-12 штук, яйцекладки зимують. Дорослі крилаті особини живляться і відкладають яйця до початку жовтня, після чого гинуть. Поширюється в регіоні досліджень ще один небезпечний інвазійний шкідник цикадка біла *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830), яка трапляється у насадженнях деяких полезахисних смуг, однак може суттєво пошкоджувати різні види дерев та сільськогосподарські культури (Matsiakh & Kramarets, 2020)

На території Правобережного Лісостепу плоди горіха грецького часто масово пошкоджуються горіховою плодожеркою *Cydia pomonella* var. *putaminana*, яка є ендемічним видом Середньої Азії та спеціалізованим шкідником плодів дерев роду Горіх (*Juglans*). За нашими спостереженнями має два покоління протягом вегетаційного періоду. Гусениці першого покоління з'являються на початку

червня і пошкоджують ядро плоду, що призводить до опадання молодих плодів. Найбільшої шкоди завдають гусениці другого покоління – проникають у плід через основу і виїдають сім'ядолі. Одна гусениця може пошкодити кілька плодів.



А



Б

Рис. 5.5. Пошкодження горіха грецького гусеницями метеликів:

А) гусениці *Hyphantria cunea* на листках горіха грецького,

Б) пагін пошкоджений гусеницею червиці в'їдливої *Zeuzera pyrina*

Серед численних видів комах-філофагів (шкідників листя) найбільшої шкоди завдає американський білий метелик *Hyphantria cunea*, гусениці якого можуть повністю об'їдати листки на деревах, обплітаючи гілки шовковими нитками (рис. 5.5 А). На Поділлі американський білий метелик утворює здебільшого два покоління протягом вегетаційного періоду. Пошкодження листового апарату горіха грецького гусеницями призводить до порушення процесів обміну речовин, що водночас впливає на врожайність та зимостійкість дерев. Сильне пошкодження листків впродовж кількох років може стати причиною всихання дерева. На пагонах та гілках горіха виявлено заселення личинками короїда непарного західного та червиці в'їдливої (рис. 5.5 Б).

5.2. Виділення перспективних форм для розмноження і селекції у регіоні дослідження

У приватних присадибних ділянках як у невеликих містах, так і в сільських населених пунктах практично у кожному дворі можна спостерігати ростання одного або навіть декількох дерев горіха (*Juglans regia*). Протягом п'яти років було проведено наукове дослідження, під час якого було обстежено понад 400 дерев горіха в даній області. Після оцінки якісних характеристик плодів цих дерев було відібрано 40 форм для подальшого наукового вивчення.

Селекційні роботи з горіхом грецьким здійснюються у двох основних напрямках. Перший напрямок передбачає виведення морозостійких, посухостійких, швидкозростаючих та високопродуктивних дерев, здатних витримувати суворі зими та температурні мінімуми, характерні для кліматичних умов України. Другий напрямок фокусується на збільшенні виходу ядра у плодах та створенні сортів з тонкою шкаралупою, що є важливим для промислової переробки горіхів.

В Україні селекційні роботи проводяться з урахуванням різних агрокліматичних умов, що дозволяє отримувати форми, адаптовані до специфічних районів. Для цього селекціонери відбирають вихідні форми для насінного та вегетативного розмноження, що забезпечує генетичну різноманітність та стабільність сортових дерев. Зокрема, дослідження показали, що при вирощуванні горіха грецького в умовах України необхідно враховувати місцеві кліматичні умови, ґрунтові характеристики та потенційні стресові фактори, такі як посухи та різкі зміни температури.

Для різних районів України вже відібрані перспективні форми, які можуть бути використані для подальшої селекційної роботи. Відібрані форми демонструють високу морозостійкість, добру адаптацію до ґрунтово-кліматичних умов та задовільну стійкість до основних хвороб і шкідників. Результати досліджень свідчать, що правильно підібрані селекційні форми можуть забезпечити стабільно високий врожай горіхів, що відповідають сучасним вимогам харчової та переробної промисловості (табл.5.3).

Таблиця 5.3

**Основні таксаційні показники виділених перспективних форм
грецького горіха у Вінницькій обл.**

Форма	Вік, років	H, м	D, см	Початок крони, м	Середній приріст пагонів, см	Форма крони	За силою росту
П08.Н03	20	4,9	23,0	0,9	14	Кулеподібна	Низькоросла
П26.Н08	9	3,6	11,0	1,2	28	Яйцеподібна	Низькоросла
П29.В02	28	10,5	21,0	2,6	18	Пірамідальна	Високоросла
П33.В09	39	12	37,0	1,9	24	Овальна	Високоросла
П45.С08	35	7,1	33,5	1,6	9	Овальна	Середньоросла
П52.Н13	14	3,9	12,1	1,1	14	Пірамідальна	Низькоросла
Г07.С27	38	9,5	41,0	2,2	28	Яйцеподібна	Середньоросла
Г18.С32	38	8,5	33,0	1,9	25	Розлога	Середньоросла
Г39.С39	15	6,2	10,6	1,5	27	Розлога	Середньоросла
К06.Н29	15	5,4	11,5	1,1	16	Куляста	Низькоросла
К21.С40	15	5,7	11,2	1,4	23	Куляста	Середньоросла
К52.В31	26	12	16,8	3,4	27	Ажурна	Високоросла
Т13.В39	40	10,5	45,0	2,6	15	Пірамідальна	Високоросла
Т18.В52	29	11,5	29,0	2,8	22	Яйцеподібна	Високоросла
Я15.С56	37	8,5	35,0	1,6	16	Розлога	Середньоросла
Я46.Н65	7	3,1	8,5	1,4	15	Розлога	Низькоросла
Я53.С67	7	2,7	8,0	1,5	26	Ажурна	Середньоросла
М02.С81	12	2,8	11,0	0,9	24	Яйцеподібна	Середньоросла
М19.В88	23	5,6	20,9	0,6	28	Овальна	Високоросла
М34.С89	38	7,4	36,7	1,1	26	Кулеподібна	Середньоросла
У21.С97	14	3,8	12,2	1,3	20	Куляста	Середньоросла
У29.Н93	14	3,5	14,5	1,5	15	Ажурна	Низькоросла
У48.С99	27	9,5	39,0	0,8	25	Розлога	Середньоросла

*Примітка: У48.С99 – У (Умань) 48 у списку району; С – середньо рослий, 99 – номер у списку форм **Г – Гайсінський р-н; К – Крижопільський р-н; М – Могилів-Подільський р-н; П – Піщанський р-н; Т – Тульчинський р-н; У – Уманський р-н; Я – Ямпільський р-н

Метою наших досліджень було здійснити відбір перспективних форм горіха грецького (*Juglans regia* L.) серед різноманіття місцевого генофонду та визначити доцільність їх подальшого розмноження. Було проведено дослідження для встановлення місцезнаходження гібридних форм горіха, технології вирощування, типу і характеру плодоношення, урожайності, морозостійкості та загального стану дерева. Для відібраних дерев додатково визначали розміри надземної системи, якість врожаю (включаючи масу горіха і ядра, товщину і міцність шкаралупи, форму, забарвлення, смак і відокремлення ядра.

Відібрані гібридні форми горіха грецького характеризуються високою зимостійкістю, що підтверджується відсутністю візуальних ознак підмерзання однорічних пагонів. Навіть після кількох зим із критичними температурними умовами, відібрані форми – демонструють стійкість до морозів. Відбір проводився передусім за критеріями зимостійкості – загальний стан дерев більшості гібридів оцінюється на рівні 1 балу (табл. 5.4).

Аналіз фітосанітарного стану показав, що гібриди мають високу стійкість до захворювань, зокрема до марсонії (*Marssonina juglandis*), яка є поширеним захворюванням для цього виду. Показники ураження хворобами знаходяться на рівні 1-2 балів, що свідчить про мінімальний вплив патогенів.

Під час досліджень було встановлено, що забарвлення ядра відібраних форм варіює за кольором від світло-коричневого та солом'яно-жовтого до білого. Ядра більшості віділених форм мають біле забарвлення, тоді як у деяких з них спостерігається жовтуватий відтінок. Ядро добре відокремлюється від шкаралупи, виймається повністю та цілим. У деяких форм (П33.В09, М19.В88) ядро кришиться при вилученні. Усі відібрані форми характеризуються солодкуватим смаком з незначним присмаком терпкуватості чи гіркоти, що є важливим показником для споживчих якостей горіхів.

Спостереження показали, що плодоношення усіх гібридних форм є переважно регулярним, хоча існує коливання врожайності за роками. Враховуючи, що у горіха грецького наростання урожайності триває до 50-річного віку, можна очікувати подальшого підвищення продуктивності всіх форм. Однією

з причин зниження врожайності може бути незадовільний догляд за деревами та значне бокове затінення, що підкреслює важливість оптимальних агротехнічних заходів.

.

Таблиця 5.4

Селекційна характеристика перспективних форм грецького горіха у Вінницькій обл., 2023 р.

Форма	Маса плоду, г		Середня маса ядра, г	Середній вихід ядра, %	Середня маса ендокарпію, г	Середня товщина ендокарпію	Твердість шкаралуги	Колір ядра	Виповненість, %	Урожайність, кг		Легкість видалення ядра	Стійкість проти шкідників, бал 1-9	Стійкість проти хвороб, бал (1-9)	Ступінь підмерзання, бал (1-9)
	Середня	Максимальна								Середня	Максимальна				
П08.Н03	13,1	15,3	6,8	52	6,3	1,5	7,0	світло-солом'яний	95	31,7	36,1	7	8	7	1
П26.Н08	14,5	17,4	7,3	50	7,3	0,9	3,0	солом'яний	94	9,8	12,4	7	8	8	1
П29.В02	12,3	14,6	5,8	47	6,5	1,5	5,0	молочний	96	40,2	46,9	7	9	8	1
П33.В09	18,1	21,0	9,6	53	8,5	1,4	5,0	молочний	97	39,5	42,5	5	8	8	1
П45.С08	13,4	15,6	6,8	51	6,6	0,9	3,0	солом'яний	92	28,9	35,0	7	9	9	3
П52.Н13	16,4	19,3	8,5	52	7,9	1,3	5,0	світло-солом'яний	95	12,8	18,1	7	9	9	1
Г07.С27	12,6	14,9	6,8	54	5,8	1,2	5,0	світло-солом'яний	92	46,1	49,2	5	9	8	1
Г18.С32	14,8	17,7	7,3	49	7,5	1,6	5,0	солом'яний	100	41,6	48,4	5	9	8	1
Г39.С39	17,5	19,7	8,2	47	9,3	1,5	5,0	солом'яний	100	19,8	23,4	7	9	9	1
К06.Н29	13,8	16,7	7,2	52	6,6	1,4	5,0	молочний	92	22,7	25,4	7	9	9	1
К21.С40	17,6	19,9	9,3	53	8,3	1,1	3,0	світло-солом'яний	93	26,1	32,1	7	8	9	1
К52.В31	15,8	18,7	8,4	53	7,4	1,2	5,0	світло-солом'яний	100	29,7	34,8	7	8	9	3
Т13.В39	19,6	21,8	10,0	51	9,6	0,9	3,0	молочний	98	44,2	49,0	7	9	8	3
Т18.В52	13,7	16,6	6,7	49	7,0	1,4	5,0	молочний	93	34,8	40,2	5	8	8	1
Я15.С56	16,5	18,8	8,7	53	7,8	1,2	3,0	солом'яний	92	38,2	42,7	7	9	9	3
Я46.Н65	12,5	15,4	6,6	53	5,9	1,4	7,0	світло-солом'яний	94	5,8	9,7	7	9	8	3
Я53.С67	15,8	18,0	7,7	49	8,1	1,2	3,0	світло-солом'яний	94	6,7	9,6	7	9	9	3
М02.С81	16,1	19,0	7,7	48	8,4	1,5	5,0	світло-солом'яний	94	13,6	17,9	7	9	9	1
М19.В88	16,2	18,5	8,7	54	7,5	1,2	3,0	молочний	95	27,8	31,8	5	9	7	1
М34.С89	14,5	17,4	7,3	50	7,3	1,5	7,0	солом'яний	95	34,9	40,3	5	8	9	1
У21.С97	13,7	15,9	7,1	52	6,6	0,9	3,0	солом'яний	96	22,6	24,1	7	8	8	1
У29.Н93	15,2	18,1	8,1	53	7,1	0,9	3,0	світло-солом'яний	93	19,8	24,4	7	9	8	1
У48.С99	13,8	16,1	6,6	48	7,2	1,5	5,0	світло-солом'яний	98	38,7	43,2	7	9	9	1

Результати дослідження зимостійкості та стійкості до хвороб і шкідників свідчать про перспективність використання відібраних гібридних форм у промислових та садово-паркових насадженнях. Відібрані форми виявилися морозостійкими, що робить їх придатними для вирощування в зоні Правобережного Лісостепу України та інших регіонах з подібними ґрунтово-кліматичними умовами. Здатність гібридів витримувати екстремальні зимові умови та протистояти основним захворюванням і шкідникам дозволяє знизити витрати на захисні заходи та підвищити продуктивність і довговічність насаджень. Ці висновки мають важливе значення для подальшої селекційної роботи з горіхом грецьким, спрямованої на створення нових сортів, які б поєднували високі адаптаційні здібності до несприятливих кліматичних умов із підвищеною стійкістю до біотичних стресів. Використання таких гібридів може суттєво покращити ефективність і рентабельність вирощування горіха грецького в різних кліматичних зонах України.

Подальше вивчення морфологічних та господарсько-цінних ознак відібраних гібридних форм волоського горіха є необхідним для підтвердження їх перспективності в промисловому виробництві. Особливу увагу слід приділити вивченню їхньої стійкості до біотичних та абіотичних стресів, продуктивності, якості плодів, а також реакції на різні агротехнічні прийоми. Важливим аспектом є також дослідження сумісності гібридних форм із різними підщепами для покращення адаптації до місцевих умов вирощування.

Отже, у Вінницькій обл. за 4 роки з-поміж 400 обстежених дерев горіха грецького за комплексом господарчо-важливих ознак відібрано 23 кращих форми. Усі вони відповідають вимогам до плюсових і мають бути розмножені. Загалом, результати проведених досліджень підтверджують доцільність використання відібраних гібридних форм горіха грецького в сучасному лісовому та садово-парковому господарстві, що сприятиме підвищенню екологічної та економічної ефективності вирощування цієї культури. Проведені дослідження є значним внеском у розвиток селекції волоського горіха в Україні та сприятимуть підвищенню ефективності і рентабельності його вирощування. Відібрані

перспективні форми можуть стати основою для створення нових високопродуктивних сортів, що володіють підвищеною стійкістю до несприятливих кліматичних умов і основних шкідників та хвороб.

Також, результати наших досліджень підтверджують доцільність використання відібраних гібридних форм волоського горіха в лісовому та садово-парковому господарстві України. Це дозволить підвищити екологічну та економічну ефективність вирощування цієї цінної культури, забезпечуючи стабільне зростання врожайності та якості продукції.

5.3. Застосування ISSR-аналізу для внутрішньовидової диференціації генотипів горіха грецького

Відомо, що інформативність SSR-маркерів є значно меншою, оскільки вони утворюють невелику кількість ампліконів. На відміну від SSR-маркерів, ISSR-аналіз дозволяє одночасно оцінювати поліморфізм декількох десятків локусів (30 і більше). При цьому відбувається ампліфікація ДНК-фрагментів, розташованих між інвертованими послідовностями мікросателіта, як правило, це структурні і регуляторні ділянки генів (Стефаненко, 2009). ISSR-маркери вважаються більш інформативними для оцінки рівня генетичного різноманіття в середині виду, ніж локус-специфічні маркери.

У нашому дослідженні використано сумарну ДНК, яку виділяли із черешків молодих листків та з кори однорічних пагонів горіха грецького. Виділення ДНК здійснювали за допомогою ЦТАБ-методу з незначною модифікацією (Fallah, 2017). Полімеразну ланцюгову реакцію (ПЛР) проводили за участю чотирьох інвертованих простих повторюваних послідовностей олігонуклеотидів (ISSR) або динуклеотидних мотивів з якірними нуклеотидами на 3'-кінці, виробництва фірми "Sigma" (США), характеристика яких наведена в табл. 5.5.

Таблиця 5.5.

Характеристика ISSR-праймерів

№ п/п	Назва праймера	Послідовність праймера, 5'-3'	Мотив послідовності	Температура відпалу, °C
1	CR-250	GAGAGAGAGAGAGAGATC	(GA) ₈ TC	37
2	CR-251	CACACACACACACATG	(CA) ₈ TG	37
3	CR-252	GAGAGAGAGAGAGAGACG	(GA) ₈ CG	40
4	CR-253	GAGAGAGAGAGAGAGAGT	(GA) ₈ GT	37

Реакційна суміш для ПЛР містила 2,5 мМ MgCl₂; 0,2 мМ дНТФ (Fermentas); 0,3 мкМ одного з праймерів, 20 нг ДНК та 0,8 од. акт. TaqPol ДНК-полімерази (Fermentas). ПЛР здійснювали за допомогою ампліфікатора Thermal Cycler TC020A (Labnet International Inc., США). Умови ПЛР: початкова денатурація 95°C, 5 хв. та 50 циклів: денатурація 94°C, 1 хв.; відпал 37°C або 40°C, 1 хв.; елонгація 72°C 1 хв. і після останнього циклу ще 7 хв. елонгації за температури 72°C. Продукти ПЛР розділяли у 2 % агарозному гелі в однократному трис-боратному буфері, рН 8,3 та забарвлювали бромистим етидієм (0,5 мкг/мл). Візуалізацію здійснювали за допомогою УФ-трансліюмінатора. Продукти ПЛР також розділяли у 6 % поліакриламідному гелі в однократному трис-боратному буфері, рН 8,3 і фарбували 0,2% азотнокислим сріблом. Усі досліди проводили у трикратній повторності.

Довжину ампліфікованих фрагментів (ампліконів) визначали за допомогою комп'ютерної програми GelProAnalyzer 4.0 ("MediaCybernetics", США), використовуючи стандартні маркери довжини ДНК GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas, Литва). Дані електрофоретичного аналізу ампліконів кожного генотипу були переведені в бінарні матриці, де "1" або "0" позначали, відповідно, присутність чи відсутність ампліфікованого фрагменту певної довжини. Рівень геномної спорідненості різних генотипів оцінювали за значеннями генетичних відстаней Нея (Nei & Li, 1979). Генетичні відстані обчислювали на основі отриманої матриці даних, використовуючи коефіцієнт розбіжності. Для побудови дендрограми проводили кластерний аналіз для незважених середніх (UPGMA),

бутстреп-тест із пакету прикладних програм "Statistica 10" (пробна версія). Рівень поліморфізму оцінювали у відсотках – як відношення поліморфних ПЛР-локусів до загального числа детектованих ПЛР-локусів: $P = n_p / n_r + n_{np} \times 100\%$, де n_p – кількість поліморфних ПЛР-локусів, n_{np} – кількість неполіморфних ПЛР-локусів.

За допомогою ПЛР ми проаналізували 19 послідовностей ISSR-праймерів для отримання унікальних ДНК-спектрів кожного генотипу горіха грецького. Продукти ампліфікації нами отримано із чотирма праймерами: CR-250, CR-251, CR-252 та CR-253, як видно з електрофореграми на рис. 5.6.

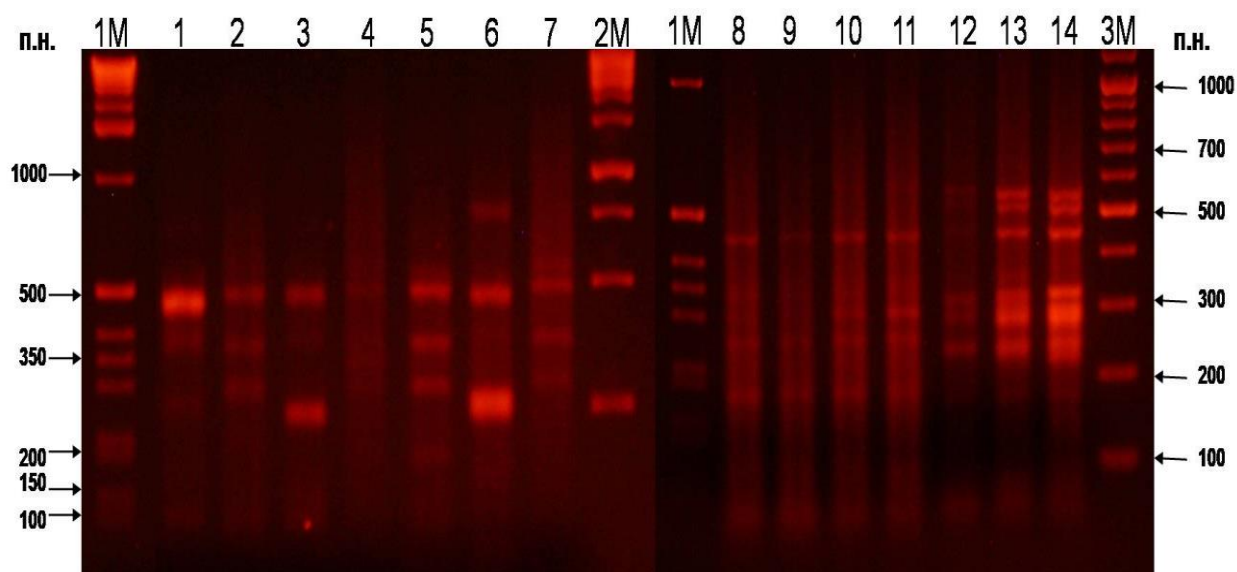


Рис.5.6. Електрофореграма продуктів ампліфікації праймерів CR-250, CR-251, CR-252 та CR-253 із геномною ДНК гібридних форм горіха грецького*

*Примітка: Амплікони розділено в 2% агарозі. Позначення: п.н. – пар нуклеотидів; 1М – молекулярні маркери 1 kb DNA Ladder Gibco BRL (Invitrogen Tech-Line, США); 2М – молекулярні маркери 1 kb DNA Ladder #0313 (Fermentas, Литва); 3М – молекулярні маркери GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas, Литва); доріжки 1-4 – амплікони ДНК різних генотипів з праймером CR-251; доріжки 5-7 – амплікони ДНК з праймером CR-252; доріжки 8-11 – амплікони ДНК з праймером CR-250; доріжки 12-14 – амплікони ДНК з праймером CR-253

Генетичним матеріалом слугувала сумарна ДНК, виділена із 12-ти гібридних форм і сортів горіха грецького, які відрізнялися за інтенсивністю росту

(слаборослий, середньорослий, сильнорослий) та типом плодоношення (латеральне або верхівкове).

Відомо, що на результати ПЛР значною мірою впливає якість виділеної ДНК. Після виділення сумарної ДНК ЦТАБ-методом, ДНК додатково очищали на колонках із ДНК-зв'язуючими фільтрами (GeneJET Spin Columns & Collection Tubes, Fermentas, Литва). В кожній ПЛР суміші використовували один праймер. Експериментальним шляхом встановлена оптимальна температура відпалу для кожного із праймерів та кількість циклів ампліфікації у ПЛР, яка рівна 50. Для праймерів utCR-250, CR-251 та CR-253 оптимальною температурою відпалу є 37°C, а для CR-252 вона дорівнює 40°C (табл. 1). Для розділення продуктів ПЛР використано електрофорез у 2% агарозному гелі. На цьому етапі отримано унікальні спектри для кожного генотипу. В результаті ПЛР, після електрофорезу, було детектовано від 4-ох до 9-ти продуктів різної довжини, як показано на рис. 1. З електрофореграми видно, що утворилися диференційовані спектри ампліфікованих продуктів у різних генотипів горіха грецького. Електрофоретичне розділення ампліконів у 2% агарозі використовували Р.Т. Гут (2004), Н.Б. Мохначова (2022) в аналізі генотипів рослин та популяції тварин за ISSR-маркерами. Варто зазначити, що електрофорез у 2% агарозному гелі має низьку роздільну здатність для виокремлення індивідуальних продуктів ампліфікації. Такі нерозділені продукти в одній смузі, з інтенсивною люмінесценцією, можна побачити на доріжках 1, 3, 6, 13 та 14 (рис. 1). У подальшому для підвищення інформативності електрофоретичного методу аналізу продуктів ампліфікації ми використовували 6 % поліакриламідний гель, який зафарбовували азотнокислим сріблом. При такому фракціонуванні у спектрах було виявлено від 17 до 23 ампліфікованих фрагментів в залежності від генотипу і праймера (рис.5.7).

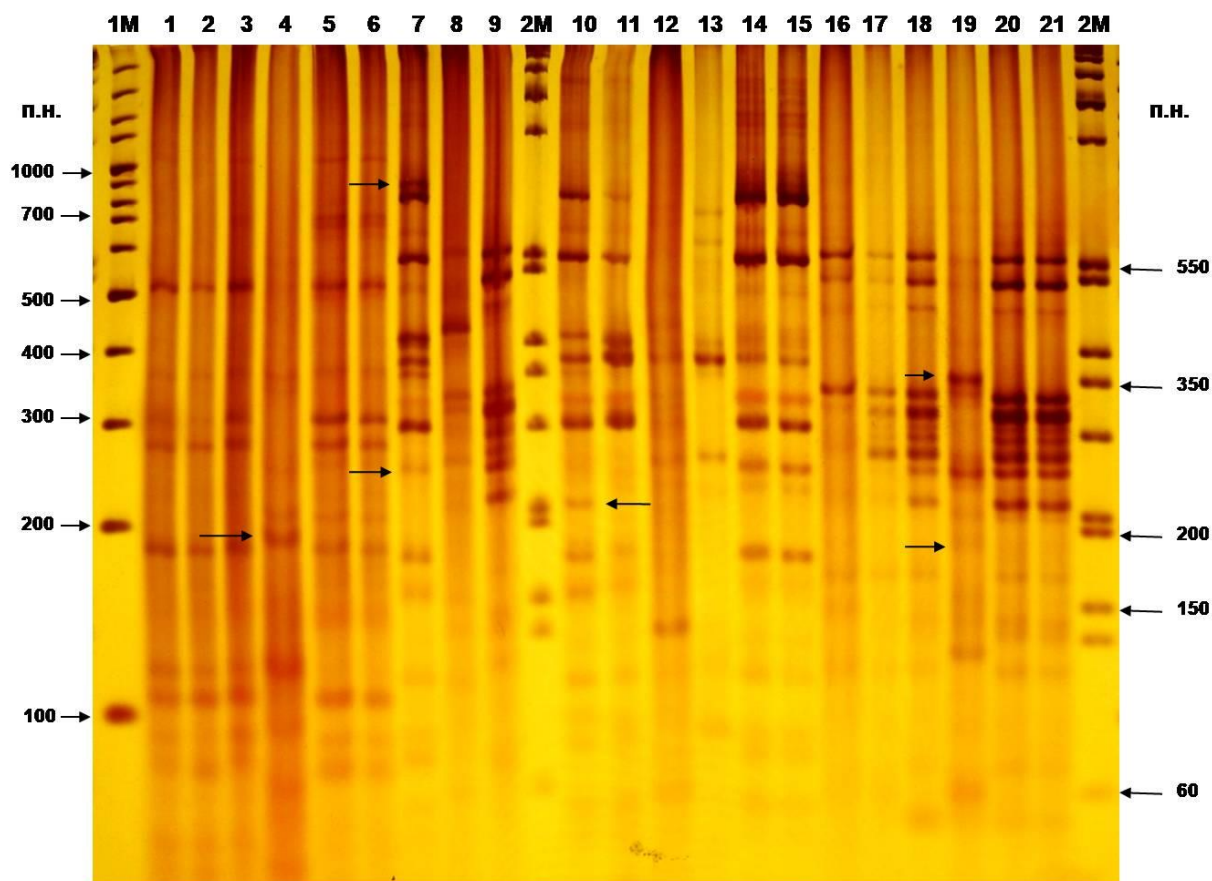


Рис.5.7. Електрофореграма продуктів ампліфікації за участю ISSR-праймерів із геномною ДНК гібридних форм горіха грецького*

*Примітка: 6% поліакриламідний гель, фарбування азотнокислим сріблом. Стрілками вказані: унікальні поліморфні локуси та довжини стандартних молекулярних маркерів; п.н. – пар нуклеотидів; 1М – молекулярні маркери GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas, Литва); 2М – молекулярні маркери 1 kb DNA Ladder Gibco BRL (Invitrogen Tech-Line, США). Доріжки 1-6 – амплікони із праймером CR-250; доріжки 7,8 – амплікони із праймером CR-252; доріжки 10-15 – амплікони ДНК із праймером CR-251; доріжки 9,16-21 – амплікони із праймером CR-253; доріжки 1,10,16 – 'Chandler' №1; 2,11,17 – 'Chandler' №2; 5,14 – 'Юкалівський Крепиш' №1; 6,15 – 'Юкалівський Крепиш' №2; доріжки 3, 12,18 – 'Вебу 6' №1; доріжки 4,13,19 – 'Вебу 6' №2; доріжки 7,8, 20 – 'Рихтицький' №1; та 9,21– 'Рихтицький' №2.

У спектрах фракціонованих ампліконів на електрофореграмі чітко простежуються мономорфні (конститутивні) та поліморфні амплікони. Також

детектовано унікальні амплікони, які вказані стрілками на рис. 2. Окремо за кожним із праймерів визначено кількість його мономорфних і поліморфних ампліконів, а також загальну їх кількість та відсоток поліморфності, які наведено у табл. 5.6

Таблиця 5.6

**Характеристика праймерів за генетичним профілюванням 12-ти
генотипів горіха грецького**

№ п/п	ISSR- праймер	Розмір ампліконів , п.н.	Загальна кількість ампліко- нів	Мономор- фні амплікони	Полімор- фні ампліко- ни	Відсоток поліморф- ності, %
1	CR-250	110-1010	17	5	12	71
2	CR-251	120-900	22	5	17	77
3	CR-252	120-830	18	1	17	94
4	CR-253	125-650	23	8	15	65

Високим відсотком поліморфності – 94% характеризується праймер CR-252. Найбільша кількість ампліконів – 23 утворювалася з праймером CR-253, але водночас він мав найменший відсоток поліморфності – 65 %. Кожен із праймерів характеризувався широким спектром продуктів ампліфікації, довжиною від 110 до 1010 п.н. Визначено мономорфні амплікони з довжиною: 120, 125, 230, 275, 300, 375, 380, 510, 580 пар нуклеотидів. Поліморфні амплікони характеризувалися довжинами: 135-170 п.н., 190-225 п.н., 240-260 п.н., 320-360 п.н., 400-500 п.н., 520-560 п.н. та 590-1010 п.н. Крім цього у спектрах ампліфікації кожного із трьох праймерів (CR-250, CR-251 та CR-252) виявлено продукти однакової довжини: 260 п.н. і 500 п.н. Подібний амплікон із довжиною 160 п.н. детектовано з праймерами CR-251, CR-252 і CR-253. У спектрах ампліфікації всіх чотирьох праймерів виявлено продукт довжиною 300 п.н. Унікальні амплікони, які не зустрічалися у спектрах інших праймерів, довжиною 190 п.н. та 240 п.н. ампліфікувались із праймером CR-253. Також унікальні амплікони довжиною 360 п.н. та 410 п.н. утворювались із праймером CR-251 і один продукт – 830 п.н. виявлено у спектрі із праймером CR-252. Загалом за 4-ма праймерами у спектрах

ампліфікації було отримано 50 ампліконів різної довжини з яких 31 поліморфний та 19 мономорфних.

Для практичного застосування молекулярно-генетичного аналізу з метою визначення рівня геномної спорідненості саджанців було проаналізовано вісім генотипів горіха грецького, які були придбані на українському ринку. Сорт 'Chandler' № 1 – це щеплений однорічний саджанець, придбаний в інтернет магазині "Agromarket". Інші саджанці: сорт 'Chandler' № 2, а також сорт 'Юкалівський Крепиш' – однорічний та дворічний саджанці походять від приватного господарства "Твій горіх", проте з різних партій. Обидва саджанці сорту 'Вебу 6' також походять з різних партій від господарства "Твій горіх". Взірці гібридної форми 'Рихтицький' №1 та 'Рихтицький' №2 – це щеплені 5-річні саджанці, які відібрано з приватної колекції.

За результатами ISSR-аналізу та статистичної обробки даних ми отримали дендрограму генетичних взаємозв'язків між восьми генотипами горіха грецького, яку зображено на рис. 5.8.

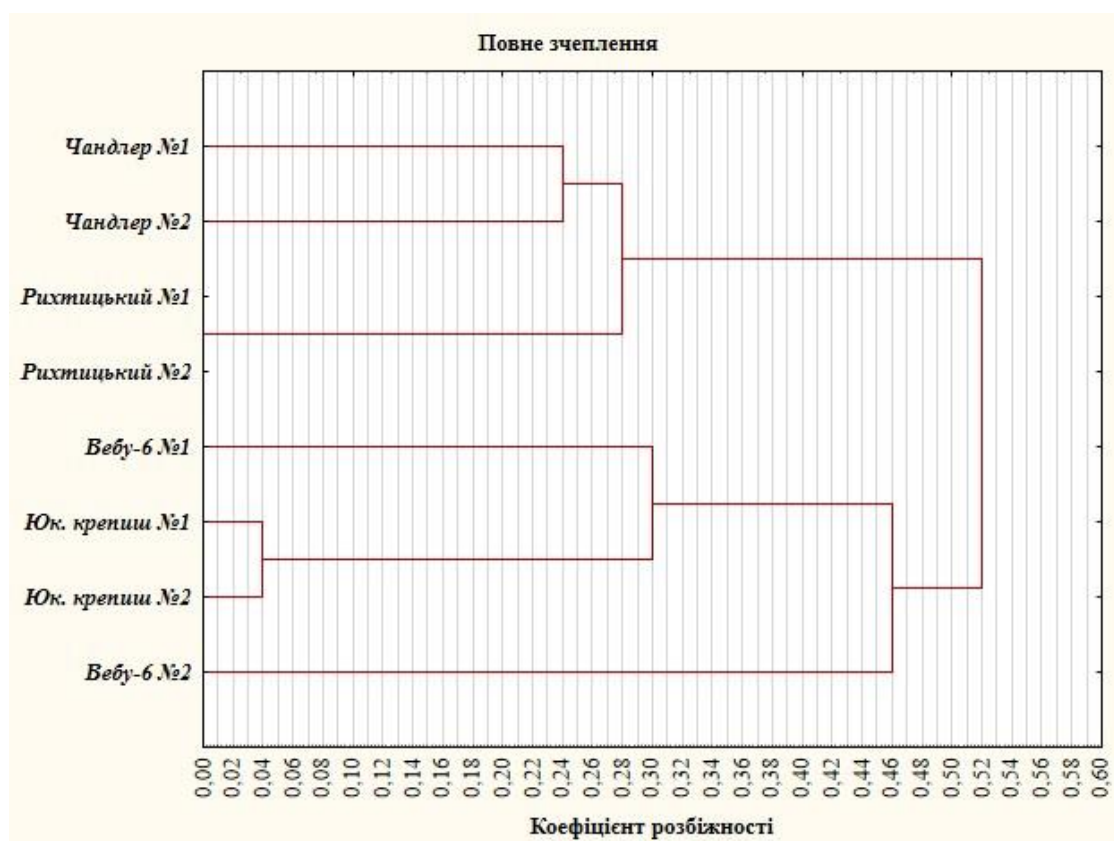


Рис. 5.8. Дендрограма генетичних взаємозв'язків між генотипами горіха грецького

З дендрограми видно, що генотипи 'Вебу 6' №1 та 'Вебу 6' №2 знаходяться в одному кластері, але на різних гілках і мають між собою високий коефіцієнт розбіжності – 0,46. Отже, це різні гібридні форми, одна з яких насіннєвого походження. Очевидно, що обидва генотипи 'Вебу 6' №1 та 'Вебу 6' №2 є неідентичними і тільки один з них може відповідати заявленому сорту. Генотип 'Вебу 6' №1 є найбільш спорідненим до генотипів 'Юкалівський Крепиш' із коефіцієнтом розбіжності 0,3. Генотипи 'Рихтицький' №1 та 'Рихтицький' №2 є ідентичними, а коефіцієнт розбіжності між ними рівний 0. Це одна і та ж генетична форма, яка щеплена на різних підщепах. Низький коефіцієнт розбіжності – 0,04 мають генотипи 'Юкалівський Крепиш' №1 і 'Юкалівський Крепиш' №2. Ці форми генетично близькоспоріднені, але неідентичні, що також підтверджує їх насіннєве походження. Крім цього, цікавим є те, що обидва щеплені саджанці заявлені як сорт 'Chandler', названі нами відповідно 'Chandler' №1 та 'Chandler' №1, були придбані у різних постачальників, виявилися різними генотипами. На дендрограмі вони знаходяться в одному кластері, що вказує на їх деяку генетичну спорідненість, проте коефіцієнт розбіжності між ними становить 0,24. Спираючись на результати дослідження, не можна ствердно вважати, що один із двох аналізованих генотипів достовірно відповідає сорту 'Chandler'. Жоден із придбаних саджанців не мав підтвердження відповідної сортності, тому не міг вважатися еталонним (материнським) для генетичного порівняння.

Отже, за результатами генетичного аналізу, майже усі саджанці горіха грецького, окрім гібридної форми 'Рихтицький', генотипово відрізняються один від одного. Таким чином, нами показана можливість практичного застосування ISSR-аналізу для внутрішньовидової диференціації генотипів і сортів горіха грецького з використанням чотирьох праймерів. Кожен із них формує унікальний спектр ампліконів, які в сумі дають молекулярно-генетичну характеристику гібридній формі або сорту. Ці унікальні спектри ампліконів можна перевести у молекулярно-генетичні формули для ДНК-паспортизації генотипів *J. regia*, як запропоновано нами у табл. 3 на прикладі дослідних дерев.

**Приклад молекулярно-генетичної формули маркування генотипів
горіха грецького за чотирма ISSR-праймерами**

№ п/п	Сорт, гібридна форма	Молекулярно-генетична формула* генотипів
1	'Chandler' №1	A _{110,120,125,140} B _{160,180} C _{220,225} D _{230,260} E _{275,280,300} F _{320,325,330,340} G _{375,380} H _{400,420} I ₄₆₀ J _{500,510} K _{580,590} L ₆₀₀ O ₈₀₀ Q ₁₀₁₀
2	'Chandler' №2	A _{110,120,125} B _{160,170,180} C ₂₂₅ D _{230,250} E _{275,280,300} F _{320,325,340,350} G _{375,380} H _{410,420} I ₄₆₀ J _{500,510} K _{580,590} O ₈₀₀ P ₉₀₀
3	'Вебу 6' №1	A _{110,120,125,140} B _{150,160,170,180} C ₂₂₅ D _{230,250,260} E _{275,285,300} F _{320,325,330,350} G _{375,380} H _{400,420} I ₄₆₀ J _{510,520} K _{580,590} L ₆₀₀ M _{650,680} N ₇₀₀ Q ₁₀₁₀
4	'Вебу 6' №2	A _{120,125,135} B _{155 180} C _{190,210,220} D _{230,240,250,260} E _{275,300} F _{340,350} G _{375,380} H ₄₀₀ J _{510,520} K ₅₈₀ M _{650,680} N ₇₀₀
5	'Юкалівський Крепиш' №1	A _{110,120,125,135,140} B _{150,170,180} C _{210,225} D _{230,250,260} E _{275,280,285,300} F _{320,325,340} G _{375,380} H ₄₀₀ I _{460,495} J _{500,510} K _{560,580} L _{600,620} M _{650,680} N ₇₀₀ O ₈₀₀ Q ₁₀₁₀
6	'Юкалівський Крепиш' №2	A _{110,120,125,135,140} B _{150,180} C _{210,225} D _{230,250,260} E _{275,280,285,300} F _{320,325,330,340} G _{375,380} H ₄₀₀ I _{460,495} J _{500,510} K _{560,580} L _{600,620} M _{650,680} N ₇₀₀ O ₈₀₀ Q ₁₀₁₀
7	'Рихтицький' №1 та №2	A _{110,120,125,135,140} B _{155,160,180} C ₂₂₅ D _{230 250,260} E _{275,285,300} F _{320,325,340,350} G _{360,375,380} H _{400,420} I ₄₆₀ J _{500,510} K ₅₈₀ L ₆₀₀ N ₇₀₀ O _{800,830} P ₉₀₀

*Примітка: Діапазон значень у індексах умовних алелів (A-Q) визначено за довжиною продуктів ампліфікації, які в межах кожного алеля відрізняються між собою не більше, ніж на 35 п.н.

Зазвичай частоту алеля за поліморфними локусами визначити неможливо, оскільки ампліфікуються ділянки ДНК невідомих генів фланковані відповідними праймерами. Тому, літерами латинського алфавіту (A-Q) позначено умовні алелі з групою ампліконів. Кожен амплікон розглядали як один локус. В межах кожного алеля в індексах вказані довжини окремих детектованих ампліконів (локусів), які відрізняються між собою не більше, ніж на 35 п.н. Така формула відображатиме унікальний набір продуктів ампліфікації сумарно за чотирма ISSR-праймерами для окремих генотипів або сортів горіха грецького. Подібні генетичні формули генотипів за різними генами або праймерами застосовували Т. П. Федулова

(2019) для цукрового буряка та О. О. Kolesnyk (2015) для зернових культур. Застосування ISSR-маркерів в аналізі генотипів деревних рослин уже здійснено вітчизняними науковцями. Зокрема, Р. Т. Гутом спільно із співавторами для виявлення філогенетичних зв'язків між представниками роду *Fagus* здійснено ISSR-аналіз каштана кінського, дуба звичайного та бука лісового (Gout et al., 2004). Відомо також, що з метою внутрішньовидової диференціації плодових дерев цей метод успішно застосовували Ya. I. Ivanovych із співавторами на українських культиварах черешні *Prunus avium* L (Ivanovych et al., 2017). Очевидно, що використання мультилокусних маркерів в генетичному аналізі для плодових дерев та лісових культур матиме дедалі ширше застосування. Аналогічний спосіб маркування може спрощувати процес формування бази генотипів як еталонних взірців для майбутнього порівняння з дослідними взірцями.

Отже, за результатами дослідження встановлено, що в ISSR-аналізі, застосовуючи праймери із послідовностями мікросателітних повторів, CR-250 (GA)₈TC, CR-251 (CA)₈TG, CR-252 (GA)₈CG, та CR-253 (GA)₈GT можна здійснювати оцінку внутрішньовидової різноманітності генотипів горіха грецького.

У спектрах ампліфікації було отримано 50 ампліконів різної довжини з яких 31 поліморфний та 19 мономорфних. З високим відсотком поліморфності – 94% характеризується праймер CR-252 (GA)₈CG. Найменший відсоток поліморфності – 65 % у праймера CR-253 (GA)₈GT.

Із використанням ISSR-аналізу визначено, що генотипи 'Вебу 6' №1 та 'Вебу 6' №2 мають між собою високий коефіцієнт розбіжності – 0,46. Це різні гібридні форми, одна з яких насінневого походження.

Генотипи 'Рихтицький' №1 та 'Рихтицький' №2 є ідентичними, а коефіцієнт розбіжності між ними рівний 0. Це одна і та ж генетична форма, яка щеплена на різних підщепах.

Найменший коефіцієнт розбіжності – 0,04 між генотипами 'Юкалівський Крепиш' №1 та 'Юкалівський Крепиш' №2. Ці форми генетично близькоспоріднені, але неідентичні і мають насіннєве походження.

Сорт 'Chandler' №1 та 'Chandler' №1 є щепленими саджанцями різних постачальників. Коефіцієнт розбіжності між ними становить 0,24. Це також різні генотипи.

Кожен із чотирьох ISSR-праймерів формує унікальний спектр ампліконів, на основі якого можна отримати молекулярно-генетичні формули для ДНК-паспортизації генотипів *J. regia*. Запропоновано молекулярно-генетичні формули для ДНК-паспортизації генотипів *J. regia*. за продуктами ампліфікації чотирьох ISSR-праймерів, які формують унікальний спектр ампліконів окремих генотипів.

Висновки до розділу

За результатами обстеження фіто санітарного стану дерев та дослідження особливостей поширення хвороб і наявності шкідників, встановлено, що найбільш розповсюдженим захворюванням у насадженнях горіха грецького є бура плямистість (марсоніоз) *Ophiognomonia leptostyla*, яка виявлена на всіх обстежених ділянках. Поширення бурої плямистості становить – 30-43 % у плантаційних насадженнях і 50-63 % у полезахисних і лісових насадженнях горіха грецького. Бактеріоз (бактеріальний опік), спричинений *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, уражає плоди, листки, пагони, гілки та стовбури горіха грецького. Поширення цього захворювання у різних насадженнях від 3,4 до 26,7 %. Ураження листків філостиктозом, збудниками якого є гриби *Phyllosticta juglandis* (*Sphaeria juglandina*) і *P. juglandina* (*Phomopsis juglandina*) у плантаційних насадженнях не перевищувало 8%, а у полезахисних та лісових насадженнях відсоток уражених дерев сягав від 15 до 22%. Поширення білої плямистості (*Pseudomicrostroma juglandis*) переважно становило від 6,6 до 23,3 %. Збудниками стовбурових гнилей дерев горіха грецького на обстежених ділянках є *Inonotus hispidus*, *Polyporus septosporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor*, *T. hirsuta*. Гілки горіха грецького уражають патогени *Cytospora juglandina* та *Nectria cinnabarina*.

Встановлено, що найбільш чисельними шкідниками насаджень *J. regia* у Правобережному Лісостепу є кліщі *Aceria erineae*, *Aceria tristriata* і попелиця горіхова жилкова *Panaphis juglandis*. Лідируюче місце серед комах, за нанесеною шкодою, займають такі види: *Panaphis juglandis*, *Chromaphis juglandicola*, *Cydia pomonella*, *Stictocephala bisonia* та *Hyphantria cunea*. Серед шкідників із колюче-сисним ротовим апаратом найбільш чисельними та шкодочинними є *Panaphis juglandis* і *Chromaphis juglandicola*, а найбільшої шкоди молодим насадженням та однорічним пагонам завдає *Stictocephala bisonia*.

У Вінницькій області за 4 років з-поміж 400 обстежених дерев горіха грецького за комплексом господарчо-важливих ознак відібрано 23 кращих форми. Відібрані гібридні форми горіха грецького характеризуються високою зимостійкістю, що підтверджується відсутністю візуальних ознак підмерзання однорічних пагонів. Гібридні форми мають високу стійкість до захворювань, зокрема до марсонії (*Marssonina juglandis*), яка є поширеним захворюванням для цього виду. Плодоношення усіх гібридних форм є переважно регулярним але іноді існує коливання врожайності відповідно у несприятливі роки. Колір ядра більшості виділених форм здебільшого світлого забарвлення, тоді як у деяких з них спостерігається жовтуватий відтінок. Ядро добре відокремлюється від шкаралупи та легко виймається цілим.

Встановлено, що в ISSR-аналізі, застосовуючи праймери із послідовностями мікросателітних повторів, CR-250 (GA)₈TC, CR-251 (CA)₈TG, CR-252 (GA)₈CG, та CR-253 (GA)₈GT можна здійснювати оцінку внутрішньовидової різноманітності генотипів горіха грецького.

У спектрах ампліфікації було отримано 50 ампліконів різної довжини з яких 31 поліморфний та 19 мономорфних. З високим відсотком поліморфності – 94% характеризується праймер CR-252 (GA)₈CG. Найменший відсоток поліморфності – 65 % у праймера CR-253 (GA)₈GT.

Із використанням ISSR-аналізу визначено, що генотипи 'Вебу 6' №1 та 'Вебу 6' №2 мають між собою високий коефіцієнт розбіжності – 0,46. Це різні гібридні форми, одна з яких насінневого походження.

Генотипи 'Рихтицький' №1 та 'Рихтицький' №2 є ідентичними, а коефіцієнт розбіжності між ними рівний 0. Це одна і та ж генетична форма, яка щеплена на різних підщепах.

Найменший коефіцієнт розбіжності – 0,04 між генотипами 'Юкалівський Крепиш' №1 та 'Юкалівський Крепиш' №2. Ці форми генетично близькоспоріднені, але неідентичні і мають насіннєве походження.

Сорт 'Chandler' №1 та 'Chandler' №1 є щепленими саджанцями різних постачальників. Коефіцієнт розбіжності між ними становить 0,24. Це також різні генотипи.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено результати експериментальних досліджень та їх теоретичне узагальнення щодо лісівничих та селекційних засад вирощування горіха грецького шляхом створення високопродуктивних плантаційних насаджень, які ростуть у Правобережному Лісостепу України, а також визначено плюсові дерева за господарсько-цінними ознаками. Встановлено залежність радіального приросту від кліматичних умов та таксаційних характеристик насадження, його просторової структури. Встановлено фіто санітарний стан насаджень та особливості поширення хвороб та шкідників горіха грецького. Підібрано праймери із послідовностями мікросателітних повторів ISSR-аналізу для оцінки внутрішньовидової різноманітності генотипів горіха грецького.

1. Встановлено, що у досліджуваному регіоні горіх грецький зустрічається у 29 типах лісу, з них у 20 виступає як переважаюча порода та у 24 – як супутня. Найпоширеніший тип лісу є D₂-ГД (свіжа грабова діброва), який охоплює 1108,5 га (64,1%). Розподіл горіхових насаджень в умовах Правобережного Лісостепу за складом свідчить про перевагу насаджень, де горіха грецького у складі тільки 1-2 одиниці – 52,2% від загальної площі. Чисті насадження горіха грецького становлять 16,8% (291,6 га).

2. Середній запас насаджень горіха грецького знаходиться в межах 92,8 м³/га; у насадженнях, де горіх є переважаючою породою він коливається в межах 21,0-187,5 м³/га, а у насадженнях, де горіх є супутньою породою – 25,0-121,8 м³/га. Бонітетна структура горіхових насаджень Правобережного Лісостепу свідчить про їх високу продуктивність та якість у відповідності до типологічних умов. Спостерігається практично рівномірне розподілення насаджень за бонітетом: I – 21,4%, II – 22,2%, III – 19,6%, IV – 17,1%. Насаджень із бонітетом вище I нараховано понад 10,2%. Насадження із дуже низьким бонітетом становлять 3,9%.

3. За аналізом значень радіального приросту, стандартного відхилення, коефіцієнтів варіації та чутливості, можна виокремити три періодів

росту і розвитку, кожен з яких характеризується певними особливостями та умовами для росту рослин. Впродовж росту і розвитку горіхових деревостанів не відбувалося втрати фізіологічної стійкості під дією чинників зовнішнього середовища. За величиною коефіцієнта чутливості встановлено, що стійкішими є горіхові деревостани, що зростають у лісових умовах. Радіальний приріст горіха грецького при плантаційному вирощуванні показав значний негативний зв'язок із опадами, і навпаки, опади не мали значного впливу на формування приросту за діаметром у дерев, які ростуть у лісових умовах.

4. Таксаційні показники дерев у плантаційному насадженні переважають лісові відрізняються за висотою дерева, довжиною крони, висотою до початку крони, які статистично достовірні. Середньої тісноти прямолінійний зв'язок щільності деревини у плантаційному деревостані спостерігали із шириною річного кільця ($r = 0,61$), обернений із кількістю р.ш. в 1 см ($r = -0,48$) та товщиною кори ($r = -0,49$). У лісових умовах спостерігали прямолінійний зв'язок щільності деревини із діаметром дерева (середньої тісноти $r = 0,55$) та шириною крони (помірної тісноти $r = 0,38$).

5. Середня тривалість вегетаційного періоду горіха грецького на території Правобережного Лісостепу України становить 183 доби для плантаційних насаджень та 186 діб – для лісових умов. Рівень сезонних ритмів *J. regia*, 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.

6. Кліматичні умови Правобережного Лісостепу сприятливі для масового вирощування сортів 'Вебу 6' та 'Єфрем 1' горіха грецького. Фенологічні ритми дослідних сортів повністю відповідають тривалості вегетаційного періоду на території Правобережного Лісостепу. 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 вагомі 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.

7. Результати досліджень енергії проростання показали, що енергія проростання сіянців горіха чорного (81 %) є вищою на 11 % порівняно із сіянцями горіха грецького (70 %). Перші ознаки проростання горіха чорного спостерігалися на 7 днів раніше, ніж у випадку горіха грецького. Ця перевага пов'язана з біоекологією видів, переважно з більш розвиненою кореневою системою у горіха чорного. Це сприяє кращому забезпеченню рослин поживними речовинами та водою і сприяє їхньому швидкому росту. У порівнянні зі сходами горіха грецького вихід стандартних сіянців горіха чорного був зафіксований на рівні 69 % від загальної кількості сходів, тоді як у сходів горіха грецького цей показник становив лише 12 %. Установлено, що оптимальна глибина сівби насіння для обох видів становить 10 і 13 см, а кращі показники схожості спостерігали у разі сівби насіння "вершиною вверх" – 70 % і "на ребро" – 72 %, що на 24-26 % вище, ніж "вершиною вниз" та "боком у ряду".

8. Встановлено, що відібрані дослідні сорти горіха грецького, які було прищеплено на сіянці горіха чорного, показали приблизно однакове утворення калюсних тканин, крім сорту 'Ве-бу-6'. Це вчергове підтверджує інформацію, що не усі сорти горіха грецького можуть брати участь у міжвидових комбінаціях. Але загалом саджанці горіха грецького, щеплені на сіянцях горіха чорного мають перспективи для подальшого впровадження у виробництво, оскільки можуть швидше вступати в плодоношення, мають відносно стриманий ріст, дають можливість на третій рік життя розпочати формування крони і мають більш потужну кореневу систему.

9. Встановлено, що найбільш розповсюдженим захворюванням у насадженнях горіха грецького є бура плямистість (марсоніоз) *Ophiognomonia leptostyla*, яка виявлена на всіх обстежених ділянках. Поширення бурої

плямистості становить – 30-43 % у плантаційних насадженнях і 50-63 % у полезахисних і лісових насадженнях горіха грецького. Бактеріоз (бактеріальний опік), спричинений *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, уражає плоди, листки, пагони, гілки та стовбури горіха грецького. Поширення цього захворювання у різних насадженнях від 3,4 до 26,7 %. Ураження листків філостиктозом, збудниками якого є гриби *Phyllosticta juglandis* (*Sphaeria juglandina*) і *P. juglandina* (*Phomopsis juglandina*) у плантаційних насадженнях не перевищувало 8%, а у полезахисних та лісових насадженнях відсоток уражених дерев сягав від 15 до 22%. Поширення білої плямистості (*Pseudomicrostroma juglandis*) переважно становило від 6,6 до 23,3 %. Збудниками стовбурових гнилей дерев горіха грецького на обстежених ділянках є *Inonotus hispidus*, *Polyporus septosporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor*, *T. hirsuta*. Гілки горіха грецького уражають патогени *Cytospora juglandina* та *Nectria cinnabarina*.

10. Встановлено, що найбільш чисельними шкідниками насаджень *J. regia* у Правобережному Лісостепу є кліщі *Aceria erineae*, *Aceria tristriata* і попелиця горіхова жилкова *Panaphis juglandis*. Лідируюче місце серед комах, за нанесеною шкодою, займають такі види: *Panaphis juglandis*, *Chromaphis juglandicola*, *Cydia pomonella*, *Stictocephala bisonia* та *Hyphantria cunea*. Серед шкідників із колюче-сисним ротовим апаратом найбільш чисельними та шкодочинними є *Panaphis juglandis* і *Chromaphis juglandicola*, а найбільшої шкоди молодим насадженням та однорічним пагонам завдає *Stictocephala bisonia*.

11. Встановлено, що в ISSR-аналізі, застосовуючи праймери із послідовностями мікросателітних повторів, CR-250 (GA)₈TC, CR-251 (CA)₈TG, CR-252 (GA)₈CG, та CR-253 (GA)₈GT можна здійснювати оцінку внутрішньовидової різноманітності генотипів горіха грецького. У спектрах ампліфікації було отримано 50 ампліконів різної довжини з яких 31 поліморфний та 19 мономорфних. З високим відсотком поліморфності – 94% характеризується праймер CR-252 (GA)₈CG. Найменший відсоток поліморфності – 65 % у праймера CR-253 (GA)₈GT.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Абоїмова, А. Н., & Левон, В. Ф. (2019). Посухостійкість видів роду *Juglans* L. в умовах лісостепу України. Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова", 21, 183-187.

Абоїмова, О. М. (2021). Види роду *Juglans* L. у Правобережному Лісостепу України: Біоекологічні та морфологічні особливості, використання (Doctoral dissertation, Київ, 2021). http://www.nbg.kiev.ua/upload/spetsrada/07052021/Aboimova_diser.pdf

Абоїмова, О. М., Левон, В. Ф., Клименко, Ю. О., & Горбенко, Н. Є. (2020). Оцінювання зимостійкості представників роду *Juglans* L. у колекційних насадженнях Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України. Науковий вісник НЛТУ України, 32(1), 20-24. <https://doi.org/10.36930/40320103>

Абоїмова, О. М., Левон, В. Ф., Клименко, Ю. О., & Горбенко, Н. Є. (2022). Оцінювання зимостійкості представників роду *Juglans* L. у колекційних насадженнях Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України. Науковий вісник НЛТУ України, 32(1), 20-24.

Божок, О. П., & Божок, В. О. (2017). Про перспективи вирощування горіха грецького на території України. Науковий вісник НЛТУ України, 27(3), 25-29.

Бойко, Т. О., Кострицька, К. О., & Дементьєва, О. І. (2019). Особливості вирощування *Juglans regia* L. в умовах Херсонської області. Таврійський науковий вісник, 108, 218-223. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.29>

Вешицький, В. А., Дульнєв, П. Г., & Сірик, В. В. (2006). Проблеми застосування регуляторів росту рослин при вирощуванні садивного матеріалу деревних порід. Науковий вісник НАУ: зб. наук. праць. Сер.: Лісівництво, 4(5), 35.

Вінтонів, І. С., Сопушинський, І. М., & Тайшінгер, А. (2007). Деревинознавство: навч. посіб. (Вид. 2-ге, переробл. і допов.). Львів: Апріорі.

Гордієнко, М. І., Бондар, А. О., Криницький, Г. Г., & Леонтьак, Г. П. (2000). Інтродуценти в лісових культурах Поділля України. Київ: Агропромвидав України.

Гордієнко, М. І., Гузь, М. М., Дебринюк, Ю. М., & Маурер, В. М. (2005). Лісові культури: підручник (За ред. д. с.-г. н. М. М. Гузя). Львів: Камула.

Гришко-Богменко, Б. К. (1974). Сем. Ореховые. У Деревья и кустарники. Порытосеменные. Київ: Наукова Думка

Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2024 рік. (2024). Retrieved from <http://sops.gov.ua/uploads/page/5afd2e556ba13.pdf>

Донцова, І. В., Лебединець, В. Т., & Гірняк, Л. І. (2017). Горіх грецький як цінна продовольча та промислова сировина. Центральна спілка споживчих товариств України, Львівський торговельно-економічний університет.

Жигалова, С. Л. (2002). Види роду *Juglans* L. (*Juglandaceae*), інтродуковані в Україну: ключі для визначення. Інтродукція рослин, 3(4), 57-62.

Іванюк, І. Д., & Іванюк, Т. М. (2019). Кліматичний сигнал у регіональній деревно-кільцевій хронології дуба звичайного (*Quercus robur* L.) Лівобережного Лісостепу. *Scientific Horizons*, 2(75), 50-57. <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-75-2-50-57>

Києнко, З. Б., & Гринів, С. М. (2017). Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю.

Кліщенко, С. В., & Марчук, В. П. (2011). Формування інноваційного підходу до промислового вирощування та переробки грецького горіха.

Коваль, І. (2023). Дендрохронологічні засади оцінювання соснових і дубових деревостанів України. Мачулін.

Колищук, В. Г. (1966). Динамика прироста горной сосны (*Pinus mughus*) в связи с солнечной активностью. Доклады Академии наук СССР, 167(3), 710-713.

Крамер, П., & Козловский, Т. (1963). Физиология древесных растений. Москва: Гослесбумиздат.

Кучерко, І. М., & Заморока, А. М. (2022). Інвазія горіха грецького (*Juglans regia* L.) на європейському континенті: огляд проблематики. Біорізноманіття, екологія та експериментальна біологія, 23(2), 16-28.

Куян, В. Г. (2006). Горіх грецький на Поліссі.

Левчик, Н. Я., Скрипка, Г. І., Левон, В. Ф., Закрасов, О. В., & Горбенко, Н. Є. (2020). Вміст біохімічних речовин у рослин *Phlox paniculata* L. в умовах Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України, 30(2), 19-23.

Литвин, М. Л. (2022). Удосконалення первинних етапів мікроклонального розмноження грецького горіха в культурі *in vitro*.

Литовченко, О. М., Павлюк, В. В., & Омельченко, І. К. (2011). Кращі сорти плодових і горіхоплідних культур української селекції. Київ: Преса України.

Ліпінський, В. М., Дячук, В. Я., Бабіченко, В. М., & ін. (2003). Клімат України. В. М. Ліпінський, В. Я. Дячук, В. М. Бабіченко (Ред.). Київ: Вид-во Раєвського.

Луцяк, В. В., & Амонс, С. Е. (2021). Маркетингові аспекти глобальної переробки горіху грецького. Актуальні питання економіки, обліку, фінансів та права, 5, 10-12.

Магуран, В. К., & Крамарець, В. О. (2024). Фітосанітарний стан насаджень *Juglans regia* L. на території Правобережного Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України, 34(3), 71-80.

Мазур, К., & Гонтарук, Я. (2021). Стан та перспективи розвитку вирощування та переробки горіху грецького в Україні. Економічний дискурс 1(2), 18-28.

Маматов, М. В., & Івакин, О. В. (2020). Вегетативне розмноження грецького горіха. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

Мацюк, О. Б. (2012). Порівняльний аналіз органогенезу чоловічих і жіночих репродуктивних структур *Juglans regia* L.

Меженський, В. М. (2018). Історія і перспективи районування та реєстрації сортів грецького горіха (*Juglans regia* L.) в Україні. *Plant varieties studying and protection*, 14(2), 137-143.

Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. (2011). Київ: ТОВ "Алефа".

Методика кваліфікаційної (технічної) експертизи сортів рослин з визначення показників придатності до поширення в Україні (2011). Випуск перший. Загальна частина. (3-є вид., виправлене та доповнене видання). Київ: ТОВ "Алефа".

Мінрегіон України. (2016). ДСТУ ISO 3129:2015 Деревина. Методи відбору зразків і загальні вимоги до фізико-механічних випробувань невеликих бездефектних зразків. Київ, Україна: Мінрегіон України.

Нізіль, С. Л. (2001). Інтродукція видів роду *Juglans* (Juglandaceae) в Україну. Інтродукція рослин 3(4), 45-48.

Новак, А. В. (2014). Агromетeоролoгiчнi умови 2013-2014 сiльськoгoспoдaрськoгo рoкy зa дaними мeтeостaнцiї Умaнь. Збiрник нaукових прaць Умaнськoгo нaцiонaльнoгo унiвeрситeтy сaдiвництвa, 86, 96–100.

Нуриева, И. А., & Надирова, Г. И. (2020). К энтомофауне грецкого ореха (*Juglans regia* L.) в Азербайджане. Редакционная коллегия, 118.

Опалко, О. А., & Опалко, А. І. (2013). Особливості повторного цвітіння покритонасінних деревних рослин. Автохтонні та інтродуковані рослини, 9, 51-60.

Подгаєцький, А. А., Мацкевич, В. В., & Подгаєцький, А. А. (2018). Особливості мікроклонального розмноження видів рослин.

Приходько, О. Б., Пастернак, В. П., Пивовар, Т. С., Яроцький, В. Ю., & Лялін, О. І. (2022). Особливості динаміки таксаційних показників і стану лісів у Придонецькому Степу в контексті зміни клімату. Лісівництво і Агролісомеліорація, (141), 23–32.

Пришляк, Н. В. (2017). Досвід виробництва грецьких горіхів у світі: стан та перспективи. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики, 1, 63-72.

Риженко, Т. С. (2021). Оптимізація режиму стерилізації експлантів *Juglans regia* L. Лісівництво і агролісомеліорація, 139, 35-41.

Рудік, О. Л., & Рудік, Н. М. (2019). Агроекономічний потенціал України у промисловому виробництві грецьких горіхів. In Інноваційні технології та

актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності, 79-83.

Скрипченко, Н. В., Нужина, Н. В., Ковальська Н. П., Горбенко, Н. Є., & Слюсар, Г. В. (2024). Структурно-функціональні особливості стебла та кореневища *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. Науковий вісник НЛТУ України, 34(3), 63-70.

Сопушинський, І., та ін. (2003). До питання методики визначення щільності деревини у зв'язку із зміною вологості. Науковий вісник УкрДЛТУ, 13(3), 14-22.

Сухович, В. М., Копій, Л. І., Фізик, І. В., Копій, С. Л., Новак, А. А., Копій, М. Л., Мелешук, О. О., & Гончар, В. М. (2024). Система господарських заходів для формування продуктивних насаджень в умовах свіжого бору. Bulletin National University of Water and Environmental Engineering, 4(104), 151–168.

Сухович, В. М., Копій, С. Л., Каганяк, Ю. Й., Копій, Л. І., Шикуча, О. П., & Копій, М. Л. (2019). Структурний аналіз розподілу запасу соснових деревостанів у характерних для розробки бурштину лісорослинних умовах на території ДП "Дубровицьке лісове господарство". Науковий вісник НЛТУ України, 29(9), 65-69.

Теслюк, Н. І., Литвин, М. Л., & Гудзенко, Т. В. (2022). Оптимізація живильного середовища для первинних етапів мікроклонального розмноження *in vitro* грецького горіху. Мікробіологія і біотехнологія, 3(56), 24-33.

Ткачик, С. О. (2015). Методика проведення експертизи сортів рослин групи плодових, ягідних, горіхоплідних, субтропічних та винограду на придатність до поширення в Україні (ПСП). Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД".

Третьякова, С. А., Леонтьєв, Г. П., & Міщенко, А. П. (2002). Сортіві промислові плантації горіха грецького і фундука в держлісфонді Молдови. Науковий вісник НЛТУ України, 12(3), 78-83.

Хохлов, С. Ю. (2012). Сортное разнообразие ореха грецкого в Крыму и перспективы его использования в селекции. Plant varieties studying and protection, 1, 4-6.

Шлапак, В. П., Адаменко, С. А., Шлапак, В. В., Коваль, С. А., & Парубок, М. І. (2022). Особливості сезонного росту *Pinus Sylvestris* L. в умовах Правобережного Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України, 32(3), 7-11.

Aas, G. (2008). Die Walnuss (*Juglans regia*) Systematik, Verbreitung und Morphologie. LWF Wissen, 60, 5-10.

Abbas, A., Wani, N. A., Ahmad, S. B., Wani, A. R., & Munib, M. (2015). Incidence and relative bio-efficacy of different insecticides against *Chaetoprocta* (*Chaetoprocta odata* Hewitson) infesting walnut in Kashmir Valley. Journal of Agricultural Science, 7(9), 212-219. <https://doi.org/10.5539/jas.v7n9p212>

Adamenko, S., Shlapak, V., Zayachuk, V., Kozachenko, I. & Mamchur, V. (2023). The influence of changing some climatic conditions on the phenological phases of the development of native bush of Forest-Steppe zone plants. Folia Forestalia Polonica, 65(2) 68-75.

Adaya-González, J., Carvajal-Moreno, M., Rojo-Callejas, F., & Ruiz-Velasco, S. (2015). Aflatoxins in walnut (*Juglans regia* L.), pecan (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) and cashew (*Anacardium occidentale* L.) nuts of Mexico. Pharm Anal Acta, 6(2), 338-350.

Akça Y (2014) 'Şebin' Persian walnut. Acta Hort, 1050, 139-142.

Akça, Y., & Ozogun, S. (2004). Selection of late leafing, late flowering, laterally fruitful walnut (*Juglans regia*) types in Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 32(4), 337-342. <https://doi.org/10.1080/01140671.2004.9514313>

Aletà, N. (2013). Using walnut species for timber production in southern Europe. In VII International Walnut Symposium, 1050, 383-388.

Améglio T. et al. (2001) Adaptation to cold temperature and response to freezing in walnut tree. Acta Hort, 544, 247-254.

Améglio, T., Bodet, C., Lacoïnte, A., & Cochard, H. (2002). Winter embolism, mechanisms of xylem hydraulic conductivity recovery and springtime growth patterns in walnut and peach trees. Tree Physiology, 22, 1211-1220.

Angiosperm Phylogeny Group, Chase, M. W., Christenhusz, M. J., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., & Stevens, P. F. (2016). An update of the Angiosperm

Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical journal of the Linnean Society, 181(1), 1-20.

Aparicio-Del Moral, Y. M., Huerta-de la Peña, A., Dzúl-Cauich, J. F., & Hernández-Ortiz, V. (2015). Fluctuación Poblacional de Adultos de *Rhagoletis zoqui* en Nogal de Castilla (*Juglans regia* L.) en Puebla, México. *Southwestern Entomologist*, 40(2), 409-418.

Apostolov, L. G. (1981). Harmful entomofauna of forest biogeocenoses of the Central Dnieper region. Kyiv: Vyshcha Shkola. [In Russian].

Aqaverdi, N. I., & Inqilab, N. G. (2018). Some bioecological peculiarities of *Panaphis juglandis* (Goeze, 1778) and *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera, Aphididae) the pests of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in Azerbaijan. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6, 800-803.

Arab, M. M., Askari, H., Aliniaiefard, S., Mokhtassi-Bidgoli, A., Estaji, A., Sadat-Hosseini, M., & Vahdati, K. (2023). Natural variation in photosynthesis and water use efficiency of locally adapted Persian walnut populations under drought stress and recovery. *Plant Physiology and Biochemistry*, 201, 107859.

Aradhya M. K. (2007). Molecular phylogeny of *Juglans* (Juglandaceae): a biogeographic perspective / M. K. Aradhya, D. Potter, F. Gao, C. J. Simon. *Tree Genetics & Genomes*, 2007, 3, 363-378.

Aradhya, M. K., Potter, D., Gao, F., & Simon, C. J. (2007). Molecular phylogeny of *Juglans* (Juglandaceae): a biogeographic perspective. *Tree Genetics & Genomes*, 3, 363-378.

Aree, A., et al. (2016). Characteristics and some technological properties of *Juglans regia* L. trees grown in Duhok province. *Journal of University of Duhok*, 19(1), 280-287.

Arzani, K., Mansouri-Ardakan, H., Vezvaei, A., & Roozban, M. R. (2008). Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia*) genotypes from central Iran. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36(3), 159-168.

Assessing the Global Climate in 2021. (2022). National Centers for Environmental Information (NCEI). Retrieved from <https://www.ncei.noaa.gov/news/global-climate-202112>

Bachtiar, E. V., Rüggeberg, M., Hering, S., et al. (2017). Estimating shear properties of walnut wood: a combined experimental and theoretical approach. *Materials and Structures*, 50(1), 248. <https://doi.org/10.1617/s11527-017-1119-2>

Banowetz, G. M. (2008). Morphological adaptations of hot springs panic grass (*Dichanthelium lanuginosum* var. *sericeum* (Schmoll) to thermal stress. *Thermal Biology*, 33(2), 106-116. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2007.08.006>

Barna, M. M., & Matsuk, O. B. (2012). Peculiarities of biology of flowering of protandrous and protogenic *Juglans regia* L. individuals in connection with dichogamy.

Bartha, D. (2001). *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*.

Belloni, V., & Mapelli, S. (1999). Effects of drought or flooding stresses on photosynthesis xylem flux and stem radial growth. In IV International Walnut Symposium, 327-333.

Bernard, A., Barreneche, T., Lheureux, F., & Dirlewanger, E. (2018). Analysis of genetic diversity and structure in a worldwide walnut (*Juglans regia* L.) germplasm using SSR markers. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208021>

Bernard, A., Barreneche, T., Lheureux, F., & Dirlewanger, E. (2018). Analysis of genetic diversity and structure in a worldwide walnut (*Juglans regia* L.) germplasm using SSR markers. *PLoS One*, 13(11), e0208021.

Bernard, A., Crabier, J., Donkpegan, A. S., Marrano, A., Lheureux, F., & Dirlewanger, E. (2021). Genome-wide association study reveals candidate genes involved in fruit trait variation in Persian walnut (*Juglans regia* L.). *Frontiers in Plant Science*, 11, 607213.

Bernard, A., Lheureux, F., & Dirlewanger, E. (2018). Walnut: past and future of genetic improvement. *Tree Genetics & Genomes*, 14(1), 1.

Bhat, S. N., Khalil, A., Nazir, N., Mir, M. A., Khan, I., Mubashir, S. S., & Hossain, M. A. (2022). In vitro prevention of browning in Persian walnut (*Juglans regia* L.) cv. Sulaiman. *International Journal of Plant Biology*, 13(3), 330-342.

Bordin, C., Tabacchi, G., Frattegiani, M., & Mercurio, R. (1996). Valutazioni sulla produzione legnosa in piantagioni di noce comune dell'Italia centrale. Modelli di previsione e indici di competizione. *Monti e Boschi*, 47.

Bourais, I., Elmarrkechy, S., Taha, D., Mourabit, Y., Bouyahya, A., El Yadini, M., & Iba, N. (2023). A review on medicinal uses, nutritional value, and antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, and anticancer potential related to bioactive compounds of *J. regia*. *Food Reviews International*, 39(9), 6199-6249.

Bozhok, O. P., & Bozhok, V. O. (2017). Some Prospects of Walnut Cultivation in the Territory of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(3), 25-29.

Bradley, R. S., & Jones, P. D. (1992). *Climate since A.D. 1500*. Routledge, London. <https://doi.org/10.4324/9780203430996>

Bublyk, L. I., Vasechko, G. I., Vasiliev, V. P., et al. (1999). *Handbook of plant protection*. Kyiv: Urozaj. [In Ukrainian].

Bujdosó, G., & Cseke, K. (2021). The Persian (English) walnut (*Juglans regia* L.) assortment of Hungary Nut characteristics and origin. *Scientia Horticulturae*, 283, 110035.

Cambria, D., & Pierangeli, D. (2012). Application of a life cycle assessment to walnut tree (*Juglans regia* L.) high-quality wood production: a case study in southern Italy. *Journal of Cleaner Production*, 23(1), 37-46.

Chen, L., Ma, Q., Chen, Y., Wang, B., & Pei, D. (2014). Identification of major walnut cultivars grown in China based on nut phenotypes and SSR markers. *Scientia Horticulturae*, 168, 240-248.

Chen, X., Xu, L., Zhang, S. L., & Liu, Z. Q. (2014). Walnut Genebank in China National Clonal Plant Germplasm Repository. *Acta Horticulturae*, 1050, 89-94.

Christopoulos, M. V., Kafkaletou, M., Karantzi, A. D., & Tsantili, E. (2021). Girdling effects on fruit maturity, kernel quality, and nutritional value of walnuts

(*Juglans regia* L.) alongside the effects on leaf physiological characteristics. *Agronomy*, 11(2), 200.

Chudhary, Z., Khera, R. A., Hanif, M. A., Ayub, M. A., & Hamrouni, L. (2020). Walnut. In *Medicinal Plants of South Asia*, 671-684. Elsevier.

Clark, J. R., Hemery, G. E., & Savill, P. S. (2008). Early growth and form of common walnut (*Juglans regia* L.) in mixture with tree and shrub nurse species in southern England. *Forestry*, 81, 631-644. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpn036>.

Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. (2023). Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Cook, E. R., & Kairiukstis, L. A. (1990). *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*. Kluwer Academic Publishers.

Cosmulescu, S., & Botu, M. (2012). Walnut biodiversity in southwestern Romania: a resource for perspective cultivars. *Pakistan Journal of Botany*, 44(1), 307-311.

Cosmulescu, S.N.; Bîrsanu Ionescu, M. & Netoiu, C. Impact of Climatic Factors on Radial Growth in Walnut (*Juglans regia* L.). *Not.Sci. Biol.* 2019, 11, 304–308. <https://doi:10.15835/nsb11210492>

Costa, J., Carrapatoso, I., Oliveira, M. B. P. P., & Mafra, I. (2014). Walnut allergens: molecular characterization, detection and clinical relevance. *Clinical & Experimental Allergy*, 44(3), 319-341.

Crepinsek, Z., Solar, M., Stampar, F., & Solar, A. (2009). Shifts in walnut (*Juglans regia* L.) phenology due to increasing temperatures in Slovenia. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 84, 59-64.

Croitoru, A., Fikai, D., Craciun, L., Fikai, A., & Andronescu, E. (2019). Evaluation and exploitation of bioactive compounds of walnut, *Juglans regia*. *Current Pharmaceutical Design*, 25(2), 119-131.

Dandekar, A., Leslie, C., & McGranahan, G. (2005). 10.2 *Juglans regia* Walnut. In G. J. Persley (Ed.), *The Doyle Foundation*, Glasgow, Scotland.

Dastjerdi, R., Hassani, D., Nadi, S., & Soleimani, A. (2023). Response of Some Walnut Genotypes (*Juglans regia* L.) to Anthracnose Attack (*Ophiognomonia leptostyla*). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 25(5), 1193-1207. <https://jast.modares.ac.ir/article-23-59981-en.html>

de Almeida, M. (2020). Commercial Viability of In-Container Budding and Grafting of English Walnut (*Juglans regia*). (Doctoral dissertation, California State University, Fresno).

de Rigo, D., Enescu, C. M., Houston Durrant, T., Tinner, W., & Caudullo, G. (2016). *Juglans regia* in Europe: distribution, habitat, usage and threats.

Debryniuk, I. (2020). *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco як перспективний деревний вид для плантаційних лісових насаджень західного регіону України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, (21), 87-96.

Debryniuk, I., & Veremchuk, Y. (2021). Посівна якість насіння *Pinus sylvestris* L. у насадженнях західного регіону України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, (22), 98-107.

Di Vaio, C., & Minotta, G. (2005). Indagine sulla coltivazione del noce da legno in Campania. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 2(2), 185.

Dolya, M. M., Pokozii, Y. T., Mamchur, R. M., Dolya, L. I., & Melnyk, B. V. (2004). *Phytosanitary Monitoring*. Kyiv: National Scientific Center "Institute of Agrarian Economy". [In Ukrainian].

Dong, W., Xu, C., Li, W., Xie, X., Lu, Y., Liu, Y., & Suo, Z. (2017). Phylogenetic resolution in *Juglans* based on complete chloroplast genomes and nuclear DNA sequences. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1148.

Ducci, F., De Rogatis, A., & Proietti, R. (2010). *Juglans regia* L., phenotypic selection and assessment of genetic variation within a simulated seed orchard. *Annals of Silvicultural Research*, 36, 139-150.

Eichmeier, A., Pecenka, J., Spetik, M., Necas, T., Ondrasek, I., Armengol, J., & Gramaje, D. (2020). Fungal trunk pathogens associated with *Juglans regia* in the Czech Republic. *Plant Disease*, 104(3), 761-771.

Eissenstat, D. M., Bauerle, T. L., Comas, L. H., Lakso, A. N., Neilsen, D., Neilsen, G. H., & Smart, D. R. (2005, January). Seasonal patterns of root growth in relation to shoot phenology in grape and apple. In V International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Plants, 721, 21-26.

Elizur, A., Appel, M. Y., Nachshon, L., Levy, M. B., Epstein-Rigbi, N., Pontoppidan, B., & Goldberg, M. R. (2020). Clinical and molecular characterization of walnut and pecan allergy (NUT CRACKER Study). *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 8(1), 157-165.

Ertürk, U., & Akça, Y. (2013, July). Overview of walnut culture in Turkey. In VII International Walnut Symposium, 1050, 369-372.

Fallah F., Minaei Chenar H., Amiri H., Omodipour S., Shirbande Ghods F., Kahrizi D., Sohrabi M., Ghorbani T., & Kazemi E. (2017) Comparison of two DNA extraction protocols from leave samples of *Cotinus coggygria*, *Citrus sinensis* and genus *Juglans*. *Cell Mol Biol (Noisy le Grand)*, 63(2), 76-78.
<http://dx.doi.org/10.14715/cmb/2017.63.2.11>

Fang, H., Dong, Y., Zhou, R., Wang, Q., Duan, Q., Wang, C., & Yang, K. Q. (2022). Optimization of the induction, germination, and plant regeneration system for somatic embryos in apomictic walnut (*Juglans regia* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 150(2), 289-297.

FAO. (2023). *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023*. Rome.
<https://doi.org/10.4060/cc8166en>

FAOSTAT (2023). Last Update December 27, 2023:
<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

Fedulova T.P. (2019) Use of DNA technologies to improve the efficiency of sugar beet breeding. *Proceedings of the VIII International Scientific Conference on March 18(20)*, 259-264. [In Ukrainian]. URL:
<https://genetics.udau.edu.ua/assets/files/06.2020-naukovi-vidannya/selekciya-2019.pdf>.

Feng, X., Zhou, H., Zulfiqar, S., Luo, X., Hu, Y., Feng, L. I., & Zhao, P. (2018). The phytogeographic history of common walnut in China. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1399.

Fernández-López, J., Aleta, N., & Alía, R. (2001). *Juglans regia* L. genetic resources conservation strategy. In Noble hardwoods network: Report of the fourth and fifth meeting. The International Plant Genetic Resources Institute, Blessington, Ireland, 38-43.

Forest Service. (2020). Forest ecosystems of the Kyrgyz Republic – Message from the Forest Service to UNECE (United Nations Economic Commission for Europe). https://unece.org/sites/default/files/202012/FR_Kyrgyz%20Republic-FLR-Seideeva-Yrsaliev.workshop%209%20December%202020.pdf.

Fritts, H.C. (1976). *Tree Rings and Climate*. Academic Press, London.

Fyfe, R. M., De Beaulieu, J. L., Binney, H., Bradshaw, R. H., Brewer, S., Le Flao, A., & Tonkov, S. (2009). The European Pollen Database: past efforts and current activities. *Vegetation History and Archaeobotany*, 18, 417-424.

Gandev, S. (2009). Propagation of walnut (*Juglans regia* L.) under controlled temperature by the methods of omega bench grafting, hot callus and epicotyl grafting. *Agricultural Science*, 15(2), 105-108.

Gauthier, M. M., & Jacobs, D. F. (2011). Walnut (*Juglans* spp.) ecophysiology in response to environmental stresses and potential acclimation to climate change. *Annals of Forest Science*, 68, 1277-1290.

GBIF: Global Biodiversity Information. Available online: <https://www.gbif.org/species/search> (accessed on 16 January 2024).

Ghasemi M, Arzani K, Hassani D (2012) Evaluation and identification of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province of Iran. *Crop Breed J*, 2, 119-124.

Goodman, R. C., Oliet, J. A., Sloan, J. L., & Jacobs, D. F. (2013). Nitrogen fertilization of black walnut (*Juglans nigra* L.) during plantation establishment. *European Journal of Forest Research*, 133, 153-164. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0754-6>.

Gout R.T., Radchenko M.V., Krynytskyi G.T. (2004). Application of ISSR markers to determine convergent evolutionary relationships of the genus *Fagus*. *Cytology and Genetics*, 38(3), 60-65. [In Ukrainian]. URL: <https://cytgen.com/ru/2004/60-65N3V38.html>

Gradziel, T. M., McGranahan, G., & Leslie, C. (2009). Breeding walnuts (*Juglans regia*). In *Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species*, 249-273.

Guàrdia M, Charrier G, Vilanova A, Savé R, Ameglio T, Aletà N (2016). Genetics of frost hardiness in *Juglans regia* L. and relationship with growth and phenology. *Tree Genetics & Genomes*, 12(5), 83. <https://doi.org/10.1007/s11295-016-1038-3>

Gull, S., & Rasheed, R. (2023). Bionomics of walnut pest, *Chaetoprocta odata* (Hewitson, 1865) (Lepidoptera: Lycaenidae) under laboratory conditions. *Zoology*, 18, 2126-2133.

Gull, S., Ahmad, T., & Rasool, A. (2019). Studies on diversity indices and insect pest damage of walnuts in Kashmir, India. *Acta Agriculturae Slovenica*, 113(1), 121-135.

Guney M, Kafkas S, Keles H, Zarifikhosroshahi M, Gundesli MA, Ercisli S, Necas T, Bujdoso G. (2021). Genetic Diversity among Some Walnut (*Juglans regia* L.) Genotypes by SSR Markers. *Sustainability*, 13(12), 6830. <https://doi.org/10.3390/su13126830>

Gupta, A., Behl, T., & Panichayupakaranan, P. (2019). A review of phytochemistry and pharmacology profile of *Juglans regia*. *Obesity Medicine*, 16, 100142.

Guz, M. M., & Hrethanyk, R. M. (2008). Selection and variety of European walnut forms (Walnut persian, Walnut turkish). *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 6, 74-77. URL: <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/564> [In Ukrainian].

Hassan, M., & Ahmad, K. (2017). Anthracnose disease of walnut: A review. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*, 2(5), 2319-2327. <https://doi.org/10.22161/ijeab/2.5.6>

Hassani, D., Dastjerdi, R., Haghjooyan, R., et al. (2014). Genetic improvement of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in Iran. *Acta Horti*, 1050, 95-102.

Hassani, D., Mozaffari, M. R., Soleimani, A., Dastjerdi, R., Rezaee, R., Keshavarzi, M., & Atefi, J. (2020). Four new Persian walnut cultivars of Iran: Persia, Caspian, Chaldoran, and Alvand. *HortScience*, 55(7), 1162-1164.

Hemery, G. E., & Popov, S. I. (1998). The walnut (*Juglans regia* L.) forests of Kyrgyzstan and their importance as a genetic resource. *Commonwealth Forestry Review*, 77, 272-276.

Hemery, G. E., Clark, J. R., Aldinger, E., Claessens, H., Malvolti, M. E., O'Connor, E., Raftoyannis, Y., Savill, P. S., & Brus, R. (2010). Growing scattered broadleaved tree species in Europe in a changing climate: A review of risks and opportunities. *For*, 83, 65-81.

Hemery, G. E., Savill, P. S., & Pryor, S. N. (2005). Applications of the crown diameter–stem diameter relationship for different species of broadleaved trees. *Forest Ecology and Management*, 215(1-3), 285-294.

<http://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/253> [In Ukrainian].

Huz, M., & HrethanykR. (2009). Поліморфізм та селекція горіха грецького. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 6, 83-86. Retrieved from <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/564>

Index Fungorum. (n.d.). Available online: <http://www.indexfungorum.org> (accessed on January 16, 2024).

International Plant Genetic Resources Institute, & Loskutov, I. G. (1999). Vavilov and his institute: A history of the world collection of plant genetic resources in Russia. <https://hdl.handle.net/10568/104272>

Ishchuk, H., Shlapak, V., Ishchuk, L., Bayura, O., et al. (2021). The introduced north american species of the genus *juglans* l. in the right-bank forest-steppe of ukraine and their use. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 22(1), 77-92.

Ivanovych, Y. I., Udovychenko, K. M., Bublyk, M. O., & Volkov, R. A. (2017). ISSR-PCR fingerprinting of Ukrainian sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. *Cytology and Genetics*, 51(1), 40-47. <https://doi.org/10.3103/S0095452717010066>

Jaćimović, V., Adakalić, M., Ercisli, S., Božović, D., & Bujdosó, G. (2020). Fruit quality properties of walnut (*Juglans regia* L.) genetic resources in Montenegro. *Sustainability*, 12(23), 9963.

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.

Jankovic, D., Jankovic, S., Nikolic, Z., & Paunovic, G. (2013). Malformations of reproductive organs in walnut (*Juglans regia* L.).

Janković, S., Stanković, J., Janković, D., & Milatović, D. (2021). Morphology and morphogenesis of female reproductive organs in some walnut (*Juglans regia* L.) genotypes. *Scientia Horticulturae*, 289, 110471.

Ji, F., Ma, Q., Zhang, W., Liu, J., Feng, Y., Zhao, P., & Pei, D. (2021). A genome variation map provides insights into the genetics of walnut adaptation and agronomic traits. *Genome Biology*, 22, 1-22.

Kabíček, J. (2010). Scarceness of phytoseiid species co-occurrence (Acari Phytoseiidae) on leaflets of *Juglans regia*. *Plant Protection Science*, 46(2), 79-82.

Kantay, R., AS, N., & Ünsal, Ö. (2000). The mechanical properties of walnut (*Juglans regia* L.) wood. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(6), 251-256. <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/vol24/iss6/16>

Kepenek, K., & Kolağasi, Z. (2016). Micropropagation of walnut (*Juglans regia* L.). *Acta Physica Polonica, A*, 130(1), 150-156.

Khan, H., Ullah, I., Woeste, K., Fiaz, S., Zeb, U., Ghazy, A. I., & Zhao, P. (2023). Population genetics informs new insights into the phytogeographic history of *Juglans regia* L. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 70(8), 2263-2278.

Khan, W., Hussain, M., Ali, K., Ali, M., & Nisar, M. (2020). Distribution and phenotypic variation in *Juglans regia* L. growing in Hindu Kush ranges of Pakistan. *Acta Ecologica Sinica*, 40(5), 363-372.

Kienast, F., Wildi, O., & Brzeziecki, B. (1998). Potential impacts of climate change on species richness in mountain forests: An ecological risk assessment.

Biological Conservation, 83, 291-305. [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00085-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00085-2)

Kolesnyk, O. O., Chebotar, S. V., Volkova, N. E., Balvinska, M. S., Solodenko, A. E., & Galaev, I. V. (2015). DNA typing of agricultural crops by microsatellite analysis for the purposes of genotype differentiation, identification and registration. Collection of Scientific Papers of the SGEI-NCSC, 25(65), 213-226. <https://sgi.in.ua/data/documents/Zbirnik-naukovih-prac-SGI-NCNS-no-2565.pdf>

Kovaleva, V. A., Yusypovych, Yu. M., Shalovylo, Y. I., et al. (2018). Differentiation of Scots pine genotypes by intron length polymorphism of defensin genes. Scientific Bulletin of UNFU, 28(8), 40-44. <https://doi.org/10.15421/40280808> [In Ukrainian]

Kozłowski, T. T., & Pallardy, S. G. (1997). Physiology of Woody Plants. Academic Press.

Kramarets, V., & Matsiakh, I. (2017). Forest declines: Causes, consequences, possible ways of counteraction. Scientific Basis of Conservation of Biotic Diversity, 8(15), 45-62. <http://www.ecoinst.org.ua/html/201715/5.pdf> [In Ukrainian]

Kravets, I., & Adamenko, D. (2021). Species composition of pests in walnut plantations in the conditions of the Right-Bank Forest-steppe of Ukraine. Actual Scientific Research in the Modern World, 1-3(69), 146-148. https://drive.google.com/file/d/1tsjviA0Cevg_GeejIajHVXsMrgYfdRc/view?ts=6618fb8 [In Ukrainian]

Lemus, G. (2009). Innovative methods of walnut production in South America. In VI International Walnut Symposium, 861, 191-198.

Levanic, T., & Eggertsson, O. (2008). Climatic effects on birch (*Betula pubescens* Ehrh.) growth in Fnjoskadalur valley, northern Iceland. Dendrochronologia, 25, 135-143. <http://doi:10.1078/0367-2530-00147>

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.

Loewe-Muñoz, V., Balzarini, M., & Ortega González, M. (2020). Pure and mixed plantations of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for high quality timber production in Chile, South America. *Journal of Plant Ecology*, 13(1), 12-19.

Lyons, S. A., Datema, M. R., Le, T. M., Asero, R., Barreales, L., Belohlavkova, S., & Van Ree, R. (2021). Walnut allergy across Europe: Distribution of allergen sensitization patterns and prediction of severity. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 9(1), 225-235.

Macalady, A. K., Allen, C. D., & others. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259, 660-684.

Magige, E. A., Fan, P.-Z., Wambulwa, M. C., Milne, R., Wu, Z.-Y., Luo, Y.-H., & Liu, J. (2022). Genetic diversity and structure of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in Pakistan: Implications for conservation. *Plants*, 11, 1652. <https://doi.org/10.3390/plants11131652>

Magnussen, T., & Hansen, L. O. (2014). *Panaphis juglandis* (Goeze, 1778) and *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera, Aphididae) in Norway—two aphid species associated with common walnut (*Juglans regia* L.). *Norwegian Journal of Entomology*, 61(2), 186-189.

Manning, W. E. (1978). The classification within the Juglandaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1058-1087.

Manthos, I., & Rouskas, D. (2021). Introduction of a new interesting walnut cultivar "Leto". *Plants*, 10(12), 2738.

Manthos, I., Sotiropoulos, T., Karapetsi, L., Ganopoulos, I., Pratsinakis, E. D., Maloupa, E., & Madesis, P. (2023). Molecular characterization of local walnut (*Juglans regia*) genotypes in the North-East Parnon Mountain region of Greece. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(24), 17230.

Mapelli, S., Pintea, M. A., Cozmic, R. V., Sacali, N. I., Brambilla, I., & Mattana, M. (2017). Studies of some Moldovan walnut (*Juglans regia* L.) local genofond characteristics. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 8(1), 27-39.

Martínez, M. L., & Maestri, D. M. (2008). Oil chemical variation in walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in Argentina. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(12), 1183-1189.

Martínez, M. L., Labuckas, D. O., Lamarque, A. L., & Maestri, D. M. (2010). Walnut (*Juglans regia* L.) genetic resources, chemistry, by-products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(12), 1959-1967.

Mary, F., Dupraz, C., Delannoy, E., & Liagre, F. (1998). Incorporating agroforestry practices in the management of walnut plantations in Dauphiné, France: An analysis of farmers' motivations. *Agroforestry Systems*, 43(1), 243-256.

Matsiakh, I., & Kramarets, V. (2020). Invasive phyllophagous insects in Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 20, 11-25. <https://doi.org/10.15421/412001>

Matvievsky, O. S., Tkachev, V. M., Kalenynch, F. S., & Shestopal, Z. A. (1990). Guide to protecting gardens from pests and diseases. Kyiv: Urozaj, 60-63. [In Ukrainian].

McGranahan, G., & Leslie, C. (2009). Breeding walnuts (*Juglans regia*). In T. M. Gradziel (Ed.), *Breeding plantation tree crops: Temperate species*, 249–273. Springer New York.

Meshkova, V. L., Turenko, V. P., & Bajdyk, G. V. (2014). Adventive injurious organisms in Ukrainian forests. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series «Phytopathology and Entomology»*, 1(2), 112-121. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnu_ento_2014_1-2_18. [In Ukrainian].

Mezhenskyj, V. M. (2011). To the history of the introduction of fruit plants in Ukraine. *Plant Introduction*, 1, 87-93. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2011_1_14

Mezhenskyj, V. M. (2020). Walnut (*Juglans regia* L.). Kyiv: Lira-K, 533. [In Ukrainian]. https://www.researchgate.net/publication/348806707_Walnut_Voloskij_gorih_Juglans_regia_L

Milatović, D., Nikolić, D., Janković, S., Janković, D., & Stanković, J. (2020). Morphological characteristics of male reproductive organs in some walnut (*Juglans regia* L.) genotypes. *Scientia Horticulturae*, 272, 109587.

Mohni, C., Pelleri, F., & Hemery, G. E. (2009). The modern silviculture of *Juglans regia* L.: A literature review. *Die Bodenkultur*, 60(3), 19-32.

Mokhnachova, N. B. (2022). Genetic structure of the Ukrainian population of water buffaloes by ISSR-PCR markers. *Animal Biology*, 24(1),

Mostakhdemi, A., Sadeghi-Majd, R., Zadeh Bagheri Najafabad, M., & Vahdati, K. (2022). Evaluation of patch budding success in Persian walnut affected by different treatments after budding. *International Journal of Fruit Science*, 22(1), 495-503.

Mrynskyi, I. (2020). Mites – walnut pests. *Horeshnik*, 1(6), 68-70.
https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/5534/_2020.pdf?sequence=1

Mrynskyi, I. M., Ursal, V. V., Zabrodina, I. V., Romanov, O. V., & Voevodin, V. V. (2019). Pests of fruit crops. Kyiv: Intercontinental LLC, 728 p.
<https://www.syngenta.ua/sites/g/files/kgtney1466/files/media/document/2023/04/19/Книга%20Шкідники%20плодових%20культур.pdf>

Najafianashrafi, M., Heidari, A., & Jafarzadeh, H. (2024). Studying the physical and mechanical properties of *Juglans regia* L. from regions of Mashhad and Mako in Iran. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*.

Nei, M., & Li, W.H. (1979). Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 76(10), 5269-5273.
<https://doi.org/10.1073/pnas.76.10.5269>

Omelyuta, V. P., Hryhorovych, I. V., Chaban, V. S., Pidoplichko, V. N., Kalenych, F. S., Petrukha, O. I., & Chernenko, O. O. (1986). Registration of pests and diseases of agricultural crops. Kyiv: Urozaj.

Ozkan, Y., & Gumus, A. (2001). Effects of different applications on grafting under controlled conditions of walnut (*Juglans regia* L.). *Acta Horti*, 544, 515-520.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.544.71>

Paris, P., Cannata, F., & Olimpieri, G. (1995). Influence of alfalfa (*Medicago sativa* L.) intercropping and polyethylene mulching on early growth of walnut (*Juglans* spp.) in central Italy. *Agroforestry Systems*, 31, 169-180.

Paudela, P., Satyala, P., Dosokya, N. S., Maharjanb, S., & Setzer, W. N. (2013). *Juglans regia* and *J. nigra*, Two Trees Important in Traditional Medicine: A Comparison of Leaf Essential Oil Compositions and Biological Activities. *Natural Product Communications*, 8(10), 1481-1486. <https://doi.org/10.1177/1934578X1300801038>

Paż-Dyderska, S., Jagodziński, A. M., & Dyderski, M. K. (2021). Possible changes in spatial distribution of walnut (*Juglans regia* L.) in Europe under warming climate. *Regional Environmental Change*, 21(1), 18.

Pędzik, M., Auriga, R., Kristak, L., Antov, P., & Rogoziński, T. (2022). Physical and mechanical properties of particleboard produced with addition of walnut (*Juglans regia* L.) wood residues. *Materials*, 15(4), 1280.

Pelleri, F., Castro, G., Marchi, M., Fernandez-Moya, J., Chiarabaglio, P. M., Giorcelli, A., & Urbán-Martínez, I. (2020). The walnut plantations (*Juglans* spp.) in Italy and Spain: main factors affecting growth. *Ann. Silv. Res.*, 44, 14-23.

Peng, S., Yang, G., Liu, C., Yu, Z., & Zhai, M. (2017). The complete chloroplast genome of the *Juglans regia* (Juglandales: Juglandaceae). *Mitochondrial DNA Part A*, 28(3), 407-408.

Pirayesh H., Khazaeian A., Tabarsa T. (2012). The potential for using walnut (*Juglans regia* L.) shell as a raw material for wood-based particleboard manufacturing. *Composites Part B: Engineering*, 43(8), 3276-3280.

Plant Parasites of Europe: leafminers, galls and fungi. (2024). <https://bladmineerders.nl/>

Pokozii Y. T., Pisarenko V. M., Dovgan S. V., et al. (2010). Monitoring of pests of agricultural crops. Kyiv: Agrarian education, 223. [In Ukrainian]. <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9be5eb60-8a12-433e-9057-7024d20a6afa/content>

Pollegioni P, Woeste KE, Chiocchini F, Olimpieri I, Tortolano V et al (2014). Landscape genetics of Persian walnut (*Juglans regia* L.) across its Asian range. *Tree Genet Genomes*, 10, 1027-1043. <https://doi.org/10.1007/s11295-014-0740-2>

Pollegioni, P., Woeste, K. E., Chiocchini, F., Del Lungo, S., Olimpieri, I., Tortolano, V., & Malvolti, M. E. (2015). Ancient humans influenced the current spatial genetic structure of common walnut populations in Asia. *PloS one*, 10(9), e0135980.

Pollegioni, P., Woeste, K., Chiocchini, F., Del Lungo, S., Ciolfi, M., Olimpieri, I., & Malvolti, M. E. (2017). Rethinking the history of common walnut (*Juglans regia* L.) in Europe: Its origins.

Popov, G. V. (2009). The main pests of the Donetsk region ornamental plantings (2000-2009) and their control. *Industrial Botany*, 9, 213-219. [In Russian]. <http://dspace.nbuv.gov.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/9213/33Popov.pdf?sequence=1>

Pound, M. J., Hazell, C. J., & Hocking, E. P. (2023). The late Holocene introduction of *Juglans regia* (walnut) to Cyprus. *Vegetation History and Archaeobotany*, 32(2), 125-131.

Prikhodko, O. B., Pasternak, V. P., & Yarotsky, V. Y. (2019). Стан, структура і продуктивність соснових лісів ДП «Лиманське ЛГ». *Лісівництво і Агролісомеліорація*, (135), 24–29.

Prysiashniuk L. M., Chernii S. O., Tagantsova M. M., Tkachyk S. O. (2019). Application of SSR markers for evaluation of maize (*Zea mays* L.) polymorphism in the examination for difference, homogeneity, stability. *Plant Physiology and Genetics*, 51(6), 529-540. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/frg2019.06.529>

Querné, A., Battie-laclau, P., Dufour, L., Wery, J. & (2017) Dupraz, C. Effects of walnut trees on biological nitrogen fixation and yield of intercropped alfalfa in a Mediterranean agroforestry system. *European Journal of Agronomy*, 84, 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.12.001>

Ramos, D. E. (Ed.). (1997). *Walnut Production Manual* (Vol. 3373). UCANR publications.

Regis B. Miller. (1976). Wood Anatomy and Identification of Species of Juglans. Botanical Gazette, 137(4), 368-377. <https://doi.org/10.1086/336886>

Relatives, W. C. (2011). Genomic and Breeding Resources. by Ch. Kole. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Rezaee, R., Vahdati, K., Grigorian, V., & Valizadeh, M. (2008). Walnut grafting success and bleeding rate as affected by different grafting methods and seedling vigour. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 83(1), 94-99.

Rouskas, D., & Zakynthinos, G. (1999). Preliminary evaluation of seventy walnut (*Juglans regia* L.) seedlings selections in Greece. In IV International Walnut Symposium 544, 61-72.

Sagar, L., Gyeltshen, N., Ghalley, B. B., Yonten, S., Gyeltshen, N., Subedi, R., & Dorji, R. (2022). Ecology of Persian Walnut (*Juglans regia* L.) in Western Bhutan. International Journal of Environment, 11(2), 1-22.

Satina, H. M. (2012). Socio-economic efficiency of the nut industry development in Ukraine. Proceedings of the Scientific Works of the Vinnytsia National Agrarian University, 2, 142-146. <http://repository.vsau.org/getfile.php/6199.pdf> [In Ukrainian].

Saxe, H., Cannell, M.G.R., Johnsen, O., Ryan, M.G. and Vourlitis, G. (2001). Tree and Forest Functioning in Response to Global Warming. New Phytologist, 149, 369-399. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1469-8137.2001.00057>

Shchepotyev, F. L., Pavlenko, F. A., & Richter, O. A. (1987). Nuts. 2nd edition [revised and supplemented]. Kyiv: Urozaj, 184. [In Ukrainian].

Shelestova, V. S. (1982). Methods for identifying and recording crop pests to predict their reproduction: methodological development. Kiev: Ukrainian Agricultural Academy, 74. [In Russian].

Shestopal, Z. A., Fifer, D. G., & Shestopal, G. S. (1999). Handbook on Integrated Protection of Fruit and Berry Crops from Pests and Diseases. Lviv: JSC «Biblos», 240. [In Ukrainian].

Shevchuk Y.G. (2015). Molecular genetic analysis of species of the genus *Sorghum* Moench. Collection of Scientific Papers of the SGI-NCNS, 25(65), 129-134.

Shevchuk Yu. H. (2015). Molecular genetic analysis of species of the genus. Collection of Scientific Papers of SGI-NCSSVR, 25(65), 129-134 [In Ukrainian]. <https://sgi.in.ua/data/documents/Zbirnik-naukovih-prac-SGI-NCNS-no-2565.pdf>

Shirali, K., Pour Mohammadi, P., & Alami Saeid, K. (2022). Effect of plant growth regulators on callogenesis and organogenesis in walnut (*Juglans regia* L.) cultivar Chandler. Plant Production and Genetics, 3(2), 305-316.

Shovhan, A. D. (1998). Phenological observations of woody plants. Lviv: Ukrainian State Forestry University, 23. [In Ukrainian].

Shparyk, Y., Krynytskyi, H., & Debryniuk, I. (2020). Тенденції динаміки типів лісорослинних умов і породного складу деревостанів Українських Карпат у зв'язку зі змінами клімату. Наукові праці Лісівничої академії наук України, (20), 82-92.

Sitch, S., Smith, B., Prentice, I. C., Arneth, A., Bondeau, A., Cramer, W., Kaplan, J. O., Levis, S., Lucht, W., Sykes, M. T., Thonicke, K. and Venevsky, S. (2003). Evaluation of Ecosystem Dynamic, Plant Geography and Terrestrial Carbon Cycling in the LPJ Dynamic Global Vegetation Model. Global Change Biology, 9, 161-185. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00569>

Skoreiko, A. M., Andriychuk, T. O., Bilyk, R. M. & Kuvshynov, O. Y. (2020). Phytosanitary condition of walnut plantations in the western region of Ukraine. Foothill and Mountain Agriculture and Animal Husbandry, 67(2), 215-227. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-67%282%29/14.pdf> [In Ukrainian].

Solhjoo, S., Fatahi, R., Zamani, Z., Chehregani Rad, A., Palumbo, F., & Barcaccia, G. (2023). Is apomixis occurring in walnut (*Juglans regia* L.) New data from progeny molecular tests and cytological investigations shed light on its reproductive system. Frontiers in Plant Science, 14, 1270381.

Song, D., Pan, K., Zhang, A. et al. (2018). Optimization of growth and production parameters of walnut (*Juglans regia*) saplings with response surface methodology. Sci Rep, 8, 9992. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28345-6>.

Song, D., Tariq, A., Pan, K. et al. (2020). Effects of straw mulching practices on soil nematode communities under walnut plantation. *Sci Rep*, 10, 15351. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72530-5>.

Sorg, J. P., Urech, Z. L., Mamadzhanov, D. & (2016) Rehnus, M. Thinning effects on walnut stem and crown diameter growth and fruiting in the walnut-fruit forests of Kyrgyzstan. *J. Mt. Sci.* <https://doi.org/10.1007/s11629-015-3>.

Stamps, W. T., McGraw, R. L., Godsey, L. & Woods, T. L. (2009). The ecology and economics of insect pest management in nut tree alley cropping systems in the Midwestern United States. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 131, 4-8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.06.012>.

State register of plant sorts suitable for distribution in Ukraine. (2024). <https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr>

Stefanenko M. S. (2009) Analysis of cattle by ISSR markers. *Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S. Z. Grzycki*, 11, 2(41), 205-209. [In Ukrainian]. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tvarin-velikoyi-rogozoyi-hudobi-za-issr-markerami>.

Suárez Moreno, E. (2008). Biofertirrigación, tecnología sustentable en el cultivo de nogal. Tesis de grado Ing. Agr. Universidad Autónoma Agraria «Antonio Narro», Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 58.

Sun, S. J., Meng, P., Zhang, J. S., Wan, X. (2011). Variation in soil water uptake and its effect on plant water status in *Juglans regia* L. during dry and wet seasons. *Tree Physiology*, 31(12), 1378-1389.

Sutyemez, M. (2016). New walnut cultivars: maras 18, sutyemez 1, and kaman 1. *HortScience*, 51(10), 1301-1303.

Sydorenko, S. V., Pasternak, V. P., Sydorenko, S. H., & Hladun, H. B. (2019). Особливості формування запасів фітомаси та мортмаси в дубових пожезахисних лісових смугах лісостепової частини Харківської області. *Лісівництво і Агролісомеліорація*, (134), 104–116.

Tardif, J. C. and Conciatori, F. (2006). Influence of Climate on Tree Rings and Vessel Features in Red Oak and White Oak Growing near Their Northern Distribution

Limit, Southwestern Quebec, Canada. Canadian Journal of Forest Research, 36, 2317-2330. <http://dx.doi.org/10.1139/x06-133>

The world of mushrooms of Ukraine. (<http://gribi.net.ua/uk/1-2/>) (accessed on 19 January 2024).

Thuiller, W., Lavorel, S., Arujo, M. B., Sykes, M. T. and Prentice, I. C. (2005). Climate Change Threats to Plant Diversity in Europe. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102, 8245-8250. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0409902102/>

Tian, J., Wu, Y., Wang, Y., & Han, F. (2009). Development and prospects of the walnut industry in China. In VI International Walnut Symposium, 861, 31-38.

Tree Nuts: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. October 2021. (<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaesmis/files/tm70mv16z/n296xz43s/6682z4061/TreeNuts.pdf>) (accessed on 7 February 2024).

Tsilyurik, A. V., & Shevchenko, S. V. (2008). Forest phytopathology. Kyiv: KVVC.

Tyrgotov, A et al. (2024). Growth responses of Persian walnut (*Juglans regia* L.) to climate variation along its full elevational range in Kyrgyzstan. Dendrochronologia, 85, 126203. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2024.126203>

V.O. Agiy , S.L. Kopiy, Yu.Y. Kaganyak, L.I. Kopiy, M.I. Kopiy, A.A. Novak, I.V. Fyzik-Nadsluchansjkyu Роль лісогосподарських заходів у формуванні високопродуктивних мішаних дубових лісостанів. (2019). Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість, 45, 115-124.

Vassiliou, V. G. and Voulgaridis, E.V. (2005). Wood properties and utilisation potentials of walnut wood (*Juglans regia* l.) grown in Greece. Acta Hort. 705, 535-542. <https://doi:10.17660/ActaHortic.2005.705.78>

Venglovsky B. I., et al. (2010). Bioecological bases for forestry management in the walnut forests of Kyrgyzstan and their multifunctional uses. Bishkek, National Academy of Sciences the Kyrgyz Republic. South. Branch, Inst. Walnut Fruit. Cult, 220.

Vischi M., Chiabà C., Raranciuc S., Poggetti L., Messina R., Ermacora P., Cipriani G., Paffetti D., Vettori C. & Testolin R. (2017). Genetic Diversity of Walnut (*Juglans regia* L.) in the Eastern Italian Alps. *Forests*, 8(3), 81-96. <https://doi.org/10.3390/f8030081>

Wambulwa, M. C., Fan, P. Z., Milne, R., Wu, Z. Y., Luo, Y. H., Wang, Y. H., & Liu, J. (2022). Genetic analysis of walnut cultivars from southwest China: Implications for germplasm improvement. *Plant Diversity*, 44(6), 530-541.

Wani, M. S., Hussain, A., Ganie, S. A., Munshi, A. H., Lal, E. P., & Gupta, R. C. (2016). *Juglans regia* – A review. *Int. J. Latest Res. Sci. Technol*, 5, 90-97.

Wigley, T. M. L., Briffa, K. R., & Jones, P. D. (1984). On the average value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, 201-213. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0450\(1984\)023<0201:OTAVOC>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0450(1984)023<0201:OTAVOC>2.0.CO;2).

Winter, M.-B., et al. (2009). The impact of climate on radial growth and production of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in Southern Kyrgyzstan. *Eur. J. For. Res.*, 128, 531-542. <https://doi.org/10.1007/s10342-009-0295-1>

Wu, G. L., Meng, H. J., Hao, Y. Y., Liu, Q. L., Wang, D., & Tian, J. B. (2010). Thirty years of breeding walnut in China. In VI International Walnut Symposium 861, 109-118.

Yegizbayeva, T. K., García-García, S., Yausheva, T. V., Kairova, M., Apushev, A. K., Oleichenko, S. N., & Licea-Moreno, R. J. (2021). Unraveling factors affecting micropropagation of four Persian walnut varieties. *Agronomy*, 11(7), 1417.

Zatokovyi, V. Y., Kotsiubynska, L. M., Motorna, O. V., Pavliuk, V. A., & Pavliuk, N. V. (2021). Господарсько-економічне обґрунтування вирощування підщеп грецького горіха (*Juglans regia* L.). *Plant varieties studying and protection*, 17(1), 80-85.

Zhang, M. Y., Xu, Y., Xiang, K., & Wang, X. L. (2014). Review of walnut breeding research at the Shandong Institute of Pomology. *Acta Hortic*, 1050, 55-60.

Zhang, S., Li, Y., Li, Y., Zhang, Y., Hao, Y., Hou, Z., & Qi, J. (2024). Development of SSR Markers for and Fingerprinting of Walnut Genetic Resources. *Forests*, 15(3), 405.

Zhang, Y., Wilmking, M., & Gou, X. (2008). Changing relationships between tree growth and climate in Northwest China. In A. G. Van der Valk (Ed.), *Forest Ecology*, 39-50. Dordrecht: Springer.

Zhao, B., Liu, F., Gong, Y., Li, D., Chang, Y., & Wang, Y. (2020). 'Liaoning 1' Walnut Cultivar. *HortScience*, 55(3), 392-394. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14801-19>

Zhao, M.-H., Jiang, Z.-T., Liu, T., & Li, R. (2014). Flavonoids in *Juglans regia* L. Leaves and Evaluation of In Vitro Antioxidant Activity via Intracellular and Chemical Methods. *Flavonoids: Separation and Quantitation, Special Issue*, Vol. 2014, Article ID 303878, 6 p. <https://doi.org/10.1155/2014/303878>.

Zielski, A., & Krapiec, M. (2004). *Dendrochronologia*. Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1

Характеристика дослідних ділянок у лісових деревостанах

Показники	Підприємство						
	ДП "Тульчинське ЛМГ"	ДП "Тульчинське ЛМГ"	ДП "Тульчинське ЛМГ"	ДП "Кам'янець-Подільське ЛГ"	ДП "Кам'янець-Подільське ЛГ"	ДП "Уманське ЛГ"	ДП "Уманське ЛГ"
1. № п/п	ПП-1	ПП-2	ПП-3	ПП-4	ПП-5	ПП-6	ПП-7
2. Кв./ вид.	2/7	36/15	36/5	7/5	15/9	14/4	64/2
3. Площа проби	1,5 га	1,0 га	1,0 га	0,8 га	1,0 га	1,0 га	1,0 га
4. Індекс типу лісу	C ₃ -г-Д	C ₂ -г-Д	C ₂ -г-Д	Д ₂ -г-Д	Д ₃ -г-Д	Д ₂ -гД	Д ₂ -гД
5. Склад деревостану	7Гхг2Гз1Яс	8Гхг2Гз	10Гхг	6Гхг3Дз1Яс	10Гхг	10Гхг	10Гхг
6. Вік, років	40	37	30	49	42	64	44
7. Середній діаметр, см	28	20	25	32	26	31,2	24,0
8. Висота, м	15,1	15,4	14,2	18	12	18,6	14,0
9. Клас бонітету	II	I	II	I	III	II	II
10. Відносна повнота	0,8	0,7	0,6	0,7	0,3	0,66	0,71
11. Підлісок	ліщина звичайна, горобина звичайна, глід	ліщина звичайна, горобина звичайна	бузина чорна, терен звичайний	ліщина звичайна, горобина звичайна, глід	ліщина звичайна, бузина чорна,	ліщина звичайна, горобина звичайна, вовчі ягоди	ліщина звичайна, бузина чорна, терен звичайний, глід
12. Підріст	ясен звичайний, дуб звичайний	горіх грецький, ясен звичайний	ясен звичайний, граб звичайний	ясен звичайний, дуб звичайний	—	—	горіх грецький
13. Надґрунтовий покрив	веснівка дволиста, герань лісова, безщитник жіночий, яглиця звичайна, осока волосиста, зірочник лісовий	веснівка дволиста, орляк звичайний, герань лісова, безщитник жіночий, осока волосиста, зірочник лісовий	веснівка дволиста, орляк звичайний, герань лісова, безщитник жіночий, яглиця звичайна	купина багатоквіткова, зубниця залозиста, квасениця звичайна, жовтець їдкий, зеленчук жовтий,	купина багатоквіткова, зубниця залозиста, жовтець їдкий, живокіст лікарський, підмаренник запашний,	зубниця залозиста, квасениця звичайна, жовтець їдкий, веснівка дволиста, осока волосиста	веснівка дволиста, орляк звичайний, безщитник жіночий,

Таблиця А.2

Характеристика дослідних полезахисних та плантаційних деревостанів

Номер ПП	Місцезнаходження та тип насадження (сорт)	Географічні координати	Наявність самосіву, шт/га	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Вік деревостану, р.	Схема висаджування, м×м
ПП-8	с.Вільшанка ПЗ	48.237389, 28.646639	12	13	36.8	40	5×5
ПП-9	с.мт.Крижопіль ПЗ	48.395133, 28.822406	2	16	35.7	36	6×5
ПП-10	с.Вербка ПЗ	48.263580, 28.593422	-	27	33,3	55	5×5
ПП-11	с.Шарапанівка ПЗ	48.475978, 28.848415	7	18	29,2	53	5×5
ПП-12	с.Піщанка ПЗ	48.230079, 28.873935	-	22	34,2	61	6×6
ПП-13	с.Савчине ПЛ (сорт 'Казаку')	48.422958, 28.608888	-	8.4	13.2	9	10×10
ПП-14	с.Русава ПЛ ('Чернівецький 1')	48.290946, 28.287293	-	7.3	14.7	16	12×12
ПП-15	с.Вільшанка ПЛ (сорт 'Ве-бу-6')	48.262105, 28.615721	-	2.9	8.5	5	8×4
ПП-16	с.Трибусівка ПЛ (сорт 'Chandler')	48.204373, 28.649812	-	4,9	16,7	21	8×8

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Середньомісячні і середньорічні температури у роки досліджень

Роки	Місяці												Середньорічна температура
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1994	-0,2	-4,7	2,3	9,8	13,4	15,6	20,2	18,7	17,1	7,2	0,8	-2,6	8,2
1995	-4,6	1,2	2,6	7,5	12,6	18,3	19,5	18,5	12,8	8,1	-1,0	-6,0	7,5
1996	-10,7	-8,2	-4,4	7,6	17,6	17,9	17,6	18,1	10,2	8,1	6,1	-4,5	6,3
1997	-6,5	-1,6	1,1	4,6	15,2	17,2	17,9	17,5	11,2	5,5	2,4	-3,6	6,8
1998	-1,4	0,4	0,1	10,5	13,4	18,6	18,9	17,7	13,3	7,3	-3,5	-6,1	7,5
1999	-2,6	-2,3	2,5	10,2	12,1	20,8	21,5	18,4	14,7	7,8	-0,2	-1,4	8,5
2000	-5,0	-0,7	1,4	11,6	14,9	17,2	17,9	19,3	11,7	8,6	5,6	0,4	8,6
2001	-1,6	-2,7	2,9	10,1	13,3	15,7	22,2	19,9	13,5	9,2	1,3	-8,5	8,0
2002	-3,5	2,8	4,6	8,7	15,9	17,1	21,8	19,0	13,4	6,9	4,1	-9,2	8,5
2003	-4,4	-7,5	-0,9	6,2	18,6	17,7	19,6	18,4	12,9	5,9	3,3	-1,3	7,5
2004	-5,6	-2,7	3,0	8,3	12,7	16,5	19,6	18,4	13,3	9,0	2,9	-0,9	7,9
2005	-1,9	-5,9	-1,7	8,9	14,7	16,6	20,3	19,0	15,2	8,3	1,9	-1,3	7,9
2006	-9,6	-7,0	-1,1	7,8	12,0	15,3	18,5	18,1	13,8	7,7	3,8	1,0	6,7
2007	1,0	-3,7	4,3	7,3	16,9	18,4	20,5	18,3	12,2	6,6	-0,6	-2,0	7,4
2008	-3,3	0,3	2,5	7,6	11,2	15,9	19,3	18,9	11,9	9,6	2,8	-0,5	7,8
2009	-5,1	-2,5	0,1	9,1	11,4	17,1	20,3	18,5	15,7	8,6	4,3	-3,2	7,9
2010	-8,7	-4,0	0,7	9,3	15,9	19,5	22,2	22,2	13,6	5,3	7,5	-5,1	8,3
2011	-3,1	-6,1	0,6	9,1	15,3	19,3	20,6	18,4	15,1	6,8	1,6	1,2	8,3
2012	-4,9	-11,0	2,1	11,1	17,2	19,8	22,4	19,4	16,3	9,7	4,1	-6,1	8,4
2013	-5,2	-1,0	-2,1	10,1	17,4	19,4	18,8	18,8	11,6	9,3	6,5	-0,6	8,6
2014	-4,7	-1,6	5,9	9,2	15,5	16,7	20,3	20,0	14,4	7,0	1,3	-2,2	8,6
2015	-1,2	-1,4	4,0	8,4	15,2	19,2	21,1	21,3	17,0	7,0	4,2	1,6	9,8
2016	-5,3	2,1	4,4	12,6	15,1	20,1	21,3	20,3	16,3	5,9	1,2	-2,0	9,3
2017	-5,8	-3,3	6,2	9,6	14,6	19,5	20,3	21,7	15,6	8,5	3,6	1,4	9,4
2018	-2,4	-4,3	-1,7	13,5	17,9	19,8	20,3	21,8	16,1	10,4	0,5	-2,3	9,2
2019	-4,7	1,0	4,9	9,7	16,1	22,7	19,8	21,3	15,9	10,7	5,4	2,4	10,5
2020	0,4	2,0	5,5	10,0	12,2	21,1	21,4	21,4	18,1	12,6	3,7	0,0	10,7
2021	-2,3	-3,5	1,9	7,6	14,0	20,1	23,3	20,1	13,4	7,9	5,0	-1,3	8,9
2022	-1,4	1,3	1,3	7,6	13,6	19,9	20,2	20,8	12,6	9,9	3,8	-0,3	9,1
2023	1,0	0,0	5,3	8,5	15,2	19,2	21,1	22,6	17,6	11,5	4,3	1,0	10,7

Кількість опадів у період досліджень

Роки	Місяці												Сума опадів
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1994	37,4	16,7	20,4	22,2	53,5	66,8	30,8	88,7	28,7	17,9	18,6	44,3	446
1995	39	20,5	22,9	37,7	50,4	128,9	8,1	24,1	107,7	1,3	8,7	27,4	476,7
1996	31,7	35,6	19,2	84,1	39,1	70,4	67,5	22,7	180,7	32,4	76,4	30,6	690,4
1997	7	16,2	20,2	36,2	37,2	134,1	205,3	53	52,2	30,7	33,9	53	679
1998	22	12,5	41,5	31,9	42,6	41,1	129,1	55,8	45	99,8	23,5	13,7	558,5
1999	26,8	35,8	34,5	30,4	36,6	16,2	50,4	55,8	39,5	50,4	69,8	53,7	499,9
2000	23,7	29,7	49,7	42,9	46,8	91,8	134,3	15,7	127,6	2,7	26,5	29,3	620,7
2001	34,5	21,2	55,8	41,5	43,5	155,4	42,3	20,9	77	21,3	55,3	23,1	591,8
2002	10,9	29,7	16,1	38,9	73,5	143,7	76,4	117,3	101	36,9	30,1	11,2	685,7
2003	33	20,5	28,7	11,6	29,7	27,7	164,1	52,6	33,9	81,7	34,5	25,1	543,1
2004	43	39	12,3	22,1	31,3	28,1	89,6	244,1	59,6	16	35,2	22,2	642,5
2005	38,6	39,6	31,4	61,5	71,7	57,5	35,4	76,4	1,7	40,5	31,1	50	535,4
2006	10,5	10,4	28,9	25,7	50,3	164,6	12,1	80,4	36	18,9	14,3	4,8	456,9
2007	17	24,5	6,5	25	13,3	21,4	19,9	31,4	0,7	5	23,5	4,4	192,6
2008	2,2	7,7	11,7	35,3	0,3	2,1	76,7	0,8	101,9	2,5	10,4	30,3	281,9
2009	12,2	22,7	10	0	8,6	29,7	14,8		5,1	25,6	10,2	44,2	183,1
2010	53,6	25,2	12,6	24,9	52,6	117,8	51,9	0,3	25,7	29,9	45,8	33,4	473,7
2011	9,4	36,6	4,7	13,2	2	105,1	18	7,1	11,2	33,9	0,3	11,7	253,2
2012	18,2	41,1	13,5	57,1	13,5	50,5	14,7	38,9	0	40	6,9	50,7	345,1
2013	37,7	28,8	63	9,2	37,6	78,3	4,3	40,1	79,9	4,4	34	6,4	423,7
2014	21	11,4	12,1	35,7	69,1	45,2	29,2	27	33	13	39,6	10,2	346,5
2015	20,3	14,2	35,8	31,3	22,6	5,1	5,3	3	18,9	26,4	55,7	2	240,6
2016	23,5	40	14,8	16,5	20,3	23,3	7	16	2,3	60,2	44,9	31,5	300,3
2017	25,2	23,4	52,2	17,3	14,8	5,4	33,3	28,8	79,7	16	19,6	71,4	387,1
2018	14,8	29,5	40		11,1	97	48,5	0,8	31,4	25,6	12,1	41,8	352,6
2019	43,3	21,3	4,1	34,8	101,1	38,9	22,4	0	24,4	0	17,3	40,7	348,3
2020	11,3	38,3	6,8		95,5	34,7	17	6,1	31,7	54,3	19,1	19,6	334,4
2021	70,1	60,9	46,2	41,9	114,5	85,8	67,1	72,4	34,5	2,4	18,8	77,4	692
2022	34,4	19,6	19,2	66,8	23,1	37,5	37	90,3	108,4	22,8	62,7	26,7	548,5
2023	13,3	45,3	36,7	84,2	5,9	51,1	72,1	39,4	21,2	34	83,2	61,4	547,8

ДОДАТОК В

Таблиця В.1

Розподіл площ і запасу у розрізі підприємств

Підприємство	Площа, га	Запас, куб.м
1	2	
ДП "Вінницький лісгосп"	11,1	950,0
ДП "Гайсинський лісгосп"	40,7	3840,0
ДП "Дашівське ДЛМГ"	14	340,0
ДП "Жмеринський лісгосп"	87,8	8700,0
ДП "Іллінецький лісгосп"	7,8	570,0
ДП "Тульчинське ЛМГ"	152,1	16790,0
ДП "Переяслав-Хмельницький лісгосп"	1,6	250,0
Філія Білоцерківське ЛГ ДП Ліси України	29,8	3310,0
Філія Богуславське ЛГ ДП Ліси України	86,9	7620,0
Філія Бориспільське ЛГ ДП Ліси України	0,4	0,0
Філія Димерське ЛГ ДП Ліси України	1	340,0
Філія Київське ЛГ ДП "Ліси України	7,2	450,0
Філія Макарівське ЛГ ДП Ліси України	1,5	390,0
Дослідно-селекційний дендр.ліс.центр"Веселі Боковеньки"	5,2	350,0
ДП "Голованівський лісгосп"	27,9	3430,0
ДП "Долинський лісгосп"	11,4	710,0
ДП "Компаніївський лісгосп"	23	1510,0
ДП "Олександрівський лісгосп"	46,2	2280,0
ДП "Оникіївський лісгосп"	26	2890,0
ДП "Онуфріївський лісгосп"	137,4	1400,0
ДП "Світловодський лісгосп"	28,5	1750,0
ДП "Чорноліський лісгосп"	74,4	3700,0
ДП "Бережанське ЛМГ"	9,5	690,0
ДП "Бучацький лісгосп"	20,4	3170,0
ДП "Кременецький лісгосп"	12,5	1470,0
ДП "Тернопільський лісгосп"	14,7	1830,0
ДП "Чортківський лісгосп"	12,9	2800,0
ПЗ "Медобори"	4,5	530,0
ДП "Ізяславський лісгосп"	0,2	0,0
ДП "Кам"янець-Подільський лісгосп"	103,6	7590,0

Продовження таблиці В.1

1	2	3
ДП "Летичівський лісгосп"	21,8	2030,0
ДП "Новоушицький лісгосп"	28,2	3410,0
ДП ""Проскурівський лісгосп""	6,9	760,0
ДП "Славутський лісгосп"	0,9	30,0
ДП "Староконстянтинівський лісгосп"	20,4	2940,0
ДП "Хмельницьке ЛМГ"	30,5	3120,0
ДП "Ярмолинецький лісгосп"	2,7	230,0
ДП "Звенигородський лісгосп"	76,9	6900,0
ДП "Золотоніський лісгосп"	3,6	470,0
ДП "Канівський лісгосп"	118,2	14500,0
ДП "Корсунь-Шевченківський лісгосп"	42,3	3670,0
ДП "Лисянський лісгосп"	80,2	6880,0
ДП "Смілянський лісгосп"	26,1	2440,0
ДП "Уманський лісгосп"	242,3	30060,0
ДП "Черкаський лісгосп"	1,9	100,0
ДП "Чигиринський лісгосп"	26,6	3250,0

Розподіл площ насаджень за відносною повнотою у розрізі площ та запасу

Область		≤0,4	0,41-0,50	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1	Разом
Вінницька	га	5,1	15,1	34,4	132,5	62,5	34,9	29	313,5
	м ³	0,38	1,34	3,06	13,43	5,92	4,77	2,29	31,19
Хмельницька	га	37,7	25,9	13,4	40,6	34,9	29,6	30,5	212,6
	м ³	1,14	0,92	1,38	3,78	5,14	4,15	3,6	20,11
Тернопільська	га	1,1	0,4	13,6	18,4	33,3	7,6	2,7	77,1
	м ³	0,03	0,04	1,05	2,4	5,09	1,59	0,29	10,49
Київська	га			13	45,3	62,8	7,3		128,4
	м ³			0,61	3,98	6,32	1,45		12,36
Кіровоградська	га	0,3	16,9	44,9	167,7	100,9	15,9	3,4	380
	м ³	0,02	0,42	3,02	5,44	7,67	1,36	0,09	18,02
Черкаська	га	3	28,8	43,4	215,2	277,2	38	12,5	618,1
	м ³	0,03	1,72	2,65	20,99	36,55	5,85	0,48	68,27
Разом	га	47,2	117,1	162,7	619,7	571,6	133,3	78,1	1729,7
	м ³	1,6	4,44	11,77	50,02	66,69	19,17	6,75	160,44

Розподіл площ насаджень за бонітетом у розрізі площ та запасу

Область		Класи бонітету										Разом
		I	I _a	I _б	I _в	I _г	II	III	IV	V	V _a	
Вінницька	га	92,4	45,4	0,5			85,8	63,3	16,8	9,3		313,5
	м ³	9,07	6,88	0,1			8,06	5,55	1,13	0,6		31,39
Хмельницька	га	28,6	11,7	0,5		0,5	68,9	44	53,3	7,7		215,2
	м ³	4,34	2,17	0,08		0,03	6,42	3,28	3,04	0,55		19,91
Тернопільська	га	10,3	20,4	10			5,4	9	14,8	4,6		74,5
	м ³	1,84	2,99	2,07			0,92	1,17	1,2	0,3		10,49
Київська	га	24,3	9,5	6,8			16,4	38,4	28,4	4,6		128,4
	м ³	2,53	1,93	3,13			1,93	2,38	2,31	0,35		14,56
Кіровоградська	га	81,3	15,7	3,1			50,3	67,5	57,2	37	37,9	380
	м ³	3,51	2,47	1,37			4,82	4,44	1,42	0,44	0,65	19,12
Черкаська	га	133,9	33	7,6	2,9	9	157,3	116,1	125,2	33,1		618,1
	м ³	16,82	4,54	1,24	0,79	0,59	19,78	13,45	8,82	1,92		67,95
Разом	га	370,8	135,7	28,5	2,9	9,5	384,1	338,3	295,7	96,3	37,9	1729,7
	м ³	38,11	20,98	7,99	0,79	0,62	41,93	30,27	17,92	4,16	0,65	160,44

Розподіл площ насаджень за ТЛУ у розрізі площ та запасу

Область		Індекси типів лісорослинних умов, га								
		B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	D3	Разом
Вінницька	га	1,3		30,3	9,1		28,4	243,9	0,5	313,5
	м ³	0,08		2,99	0,87		3,26	23,94	0,05	31,19
Хмельницька	га		0,2	12,9	14,2	3,1	2,4	176,3	6,1	215,2
	м ³		-	1,66	1,95	0,36	0,14	8,39	0,82	13,32
Тернопільська	га				2,8			60,4	11,3	74,5
	м ³				0,18			15,18	1,92	17,28
Київська	га			15,3	55,9	1,3		55,9		128,4
	м ³			1,49	5,66	0,29		4,92		10,58
Кіровоградська	га			20,3	21,7		130,6	206	1,4	380
	м ³			1,35	0,85		3,02	12,65	0,15	18,02
Черкаська	га		0,4	19	97,3	6,6	44,9	444,5	5,4	618,1
	м ³		0,01	2,6	9,17	0,35	4,89	50,67	2,54	70,23
Разом	га	1,3	0,6	97,8	201	11	206,3	1187	24,7	1729,7
	м ³	0,08	0,01	8,6	18,68	0,71	11,31	115,75	5,48	160,44

Розподіл площ насаджень за кількістю одиниць в складі деревостанів у розрізі
площ та запасу

Область		Частка горіха грецького в складі деревостанів					Разом
		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	
Вінницька	га	170,6	51,3	25,9	31	34,7	313,5
	м ³	16,37	6,39	2,52	2,76	3,15	31,19
Хмельницька	га	94,3	28,2	8,6	12,9	71,2	215,2
	м ³	11,98	3,49	0,65	0,91	3,08	20,11
Тернопільська	га	23,9	11,4	6,8	4	28,4	74,5
	м ³	4,28	1,36	0,79	0,72	3,34	10,49
Київська	га	88,9	19,9	6,7	5,5	7,4	128,4
	м ³	8,86	2,02	0,52	0,39	0,57	12,36
Кіровоградська	га	208,4	33,4	44,9	10,9	82,4	380
	м ³	11,89	1,35	1,22	0,82	2,74	18,02
Черкаська	га	317	94,2	49,6	65,3	92	618,1
	м ³	39,51	7,83	5,72	6,76	8,45	68,27
Разом	га	903,1	238,4	142,5	129,6	316,1	1729,7
	м ³	92,89	22,44	11,42	12,36	21,33	160,44

Розподіл площ насаджень за групами віку у розрізі площ та запасу

Область		Групи віку						Разом
		Молодняки 1 класу	Молодняки 2 класу	Середньо- вікові	Пристига- ючі	Стиглі	Перестійні	
Вінницька	га	13	27,6	89,6	64,9	90,2	28,2	313,5
	м ³	0,12	1,35	9,86	6,78	9,99	3,09	31,19
Хмельницька	га	3,4	22,7	69,8	44,9	53,4	21	215,2
	м ³	0,03	0,99	5,92	3,88	5,69	3,6	20,11
Тернопільська	га	0,6	4,2	22,5	7,8	17,5	21,9	74,5
	м ³	-	0,09	3,05	1,52	2,47	3,36	10,49
Київська	га	0,4	8,8	45,2	25,3	27,5	21,2	128,4
	м ³	-	4,14	2,98	2,57	4,41	2,12	16,22
Кіровоградська	га	11,6	98,9	131,1	90,8	31,3	16,3	380
	м ³	0,18	3,07	7,45	3,6	3,6	2,41	20,31
Черкаська	га	4,1	44,7	151,8	194	113,9	109,6	618,1
	м ³	0,03	3,77	11,63	21,19	15,9	18,01	70,53
Всього	га	33,1	206,9	510	427,7	333,8	218,2	1729,7
	м ³	0,36	13,41	40,89	39,54	42,06	32,59	160,44

Таблиця В.7

Радіальні річні прирости горіха грецького у лісових насадженнях

Рік	Номер облікового дерева																				Середнє
	Л 1	Л 2	Л 3	Л 4	Л 5	Л 6	Л 7	Л 8	Л 9	Л 10	Л 11	Л 12	Л 13	Л 14	Л 15	Л 16	Л 17	Л 18	Л 19	Л 20	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1978																					
1979			380					292													336
1980			430		426			365	635											272	425,6
1981			608		428	147		688	808											145	470,7
1982	973	900	866	497	685	294		896	753		328				416		161			454	601,9
1983	879	842	679	467	942	482		725	580		644	284		390	533		527			873	631,9
1984	666	703	418	476	553	764		550	424		547	433		839	521	818	308	679		1006	606,6
1985	720	518	495	382	510	762		356	495		574	431		372	626	596	522	741		803	556,4
1986	569	435	518	501	920	566		398	580	568	665	746		480	829	1008	665	966	492	554	636,7
1987	641	410	435	306	511	607		360	437	546	790	518		507	640	950	536	502	380	393	526,1
1988	561	463	307	400	562	649		352	386	480	635	409		500	685	745	568	421	353	425	494,5
1989	804	555	285	335	687	420		331	322	438	680	740		721	555	592	512	478	720	623	544,3
1990	452	574	431	596	575	414		293	340	429	658	592	709	733	687	531	503	437	677	372	526,5
1991	469	322	368	374	363	462	911	324	222	363	721	505	759	630	528	427	509	393	521	385	477,8
1992	432	121	325	168	303	386	940	404	144	381	453	423	783	486	345	254	383	363	499	301	394,7
1993	480	161	262	271	308	379	440	355	299	387	320	477	863	346	433	496	422	362	612	299	398,6
1994	487	175	274	222	503	260	866	292	301	316	455	390	1049	317	312	370	346	344	552	243	403,7
1995	334	184	139	249	287	322	735	182	202	257	489	303	564	221	264	266	302	246	470	221	311,9
1996	288	187	107	179	194	307	456	140	191	261	285	183	343	165	199	275	333	234	416	203	247,3
1997	397	309	159	267	422	237	725	192	386	313	197	292	585	305	341	308	328	440	462	335	350
1998	428	189	111	257	284	220	705	140	283	284	250	309	660	285	306	320	358	498	507	278	333,6
1999	405	203	74	188	145	310	497	99	321	270	282	279	640	290	196	185	236	274	415	212	276,1

Продовження таблиці В.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2000	412	248	123	210	314	182	633	153	302	182	409	222	389	265	207	236	312	382	616	287	304,2
2001	531	345	133	273	492	151	388	200	419	153	362	191	475	331	223	289	278	406	565	236	322,1
2002	546	322	94	358	358	145	345	275	406	418	369	486	497	517	386	266	368	387	460	438	372,1
2003	642	302	77	386	346	191	300	190	394	522	417	501	409	324	349	328	371	477	766	414	385,3
2004	753	427	79	252	396	325	221	172	400	560	369	403	432	520	374	376	297	628	514	363	393,1
2005	447	354	47	221	320	292	254	198	245	448	301	395	378	387	290	274	275	320	362	288	304,8
2006	464	264	40	108	247	299	331	174	186	402	185	378	269	266	187	233	235	239	379	185	253,6
2007	427	609	76	198	238	233	647	142	227	890	242	485	274	215	216	143	171	449	370	252	325,2
2008	266	164	50	105	177	214	224	130	127	267	291	294	415	207	200	304	210	252	403	165	223,3
2009	582	204	36	154	266	118	340	179	234	549	184	406	380	225	177	259	214	231	388	308	271,7
2010	383	187	34	139	202	81	304	143	255	442	209	317	334	260	232	332	310	320	440	194	255,9
2011	344	301	87	105	162	157	587	130	367	501	219	315	252	226	182	221	197	494	494	144	274,3
2012	387	279	81	213	406	113	360	98	389	506	162	325	256	312	200	240	242	376	569	205	286
2013	255	183	71	156	199	142	191	96	232	281	276	218	213	184	154	185	172	238	360	120	196,3
2014	290	167	44	115	164	105	439	80	201	348	204	241	153	171	113	200	116	268	353	83	192,8
2015	197	170	58	210	231	293	630	69	237	474	102	237	146	232	128	160	120	241	366	106	220,4
2016	184	165	53	112	170	161	297	73	148	298	180	184	194	174	109	161	133	167	283	101	167,4
2017	471	185	81	114	144	244	442	174	271	441	103	363	206	251	111	223	149	177	378	86	230,7
2018	304	133	112	69	198	135	252	140	248	418	173	351	321	282	108	303	164	259	363	125	222,9
2019	269	152	113	144	128	141	278	136	295	405	184	391	320	291	114	313	141	356	324	81	228,8
2020	130	80	59	71	163	107	144	75	208	262	182	334	186	220	112	179	129	283	263	82	163,5
2021	87	43	32	35	24	58	58	65	104	88	97	193	67	153	54	43	76	163	115	36	79,55
2022	145	42	49	75	27	146	210	61	122	135	95	277	145	123	34	79	96	161	252	89	118,2
2023	111	33	52	105	44	133	98	65	111	266	92	237	153	143	49	78	111	197	154	51	114,2

Таблиця В.8

Радіальні річні прирости горіха грецького у плантаційних насадженнях

Рік	Номер облікового дерева															Середнє
	ПЛ 1	ПЛ 2	ПЛ 3	ПЛ 4	ПЛ 5	ПЛ 6	ПЛ 8	ПЛ 9	ПЛ 10	ПЛ 11	ПЛ 12	ПЛ 13	ПЛ 14	ПЛ 15	ПЛ 16	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1992								433				635				534
1993		423		309				416				550	824			504
1994	788	447		286				390				458	703			512
1995	757	540		330	164			400				516	762			496
1996	534	677		451	180			439				393	550			461
1997	624	825		657	314	530		605	285	845	436	474	811			582
1998	545	955	592	674	467	700	634	721	302	906	416	894	871			667
1999	774	660	684	732	586	675	664	627	375	1147	542	562	698			671
2000	804	657	901	612	813	299	1026	627	427	529	357	425	572	605	586	616
2001	937	589	606	719	526	644	880	441	386	525	530	333	843	880	869	647
2002	417	688	611	597	459	815	874	180	472	281	466	469	455	752	756	553
2003	762	615	901	594	338	838	712	366	649	432	765	550	356	564	533	598
2004	809	602	731	706	552	850	630	533	954	376	719	766	418	859	84	639
2005	359	470	414	482	602	687	518	379	470	420	288	487	361	513	532	465
2006	820	809	508	736	544	927	515	634	1018	634	1137	857	319	637	632	715
2007	704	682	749	1031	875	1016	691	1001	1403	1053	1415	946	421	715	701	894
2008	568	633	342	235	640	320	382	342	436	405	345	186	210	385	371	387
2009	648	485	495	940	428	700	665	587	890	770	880	864	560	967	977	724
2010	383	545	330	536	467	571	892	465	716	484	714	844	684	909	711	617
2011	809	684	520	818	730	1112	419	804	838	612	1344	617	723	871	871	785

Продовження таблиці В.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2012	635	589	417	658	344	773	650	345	402	284	845	526	697	964	643	585
2013	341	292	139	178	188	216	571	201	223	246	202	340	581	338	655	314
2014	542	660	402	1000	588	1174	573	736	709	886	745	482	661	626	626	694
2015	365	625	652	646	416	973	430	450	315	738	972	335	669	572	563	581
2016	399	386	416	464	198	368	634	372	218	300	304	241	420	365	338	362
2017	250	564	736	922	304	498	606	341	234	508	688	235	329	300	330	456
2018	421	426	535	348	252	326	277	224	264	444	401	174	268	160	148	311
2019	229	320	320	339	144	251	417	157	218	431	335	214	141	257	247	268
2020	161	186	270	232	99	149	327	113	120	275	207	130	274	156	163	191
2021	30	37	58	88	29	45	114	39	42	152	72	49	49	30	89	62
2022	49	268	192	609	80	161	139	73	61	196	210	58	199	82	103	165
2023	68	94	102	204	77	65	107	52	41	113	90	44	56	70	105	86

Таксаційні та морфометричні показники модельних дерев у плантаційному
насадженні

Номер мод. дерева	Щільність деревини, г/см ³	Середня ширина р.ш., мм	Кількість р.ш. в 1 см, шт.	Діаметр на 1,3 м, см	Висота дерева, м	Довжина крони, м	Ширина крони, м	Висота до поч.крони, м	Товщина кори, мм
1п	0,686	5,18	3,46	37,3	12,5	12	7	2,5	14
2п	0,685	5,30	3,13	40,8	11,0	12,0	8,5	1,9	15,0
3п	0,700	4,86	3,02	35,0	12,4	14,0	8,0	1,7	15,0
4п	0,676	5,53	2,43	35,7	12,0	12,0	6,5	2,7	18,0
5п	0,588	3,93	4,87	41,4	13,5	11,0	7,0	1,8	20,0
6п	0,728	5,81	3,55	31,8	10,0	8,0	4,0	2,1	16,0
8п	0,697	5,52	2,59	38,9	10,5	12,0	7,0	2,4	21,0
9п	0,699	4,22	4,35	36,6	11,5	11,0	5,0	2,2	13,0
10п	0,671	4,62	4,84	34,4	12,0	9,0	7,0	2,5	12,0
11п	0,652	5,18	2,67	29,3	10,5	8,5	6,0	1,9	21,0
12п	0,700	5,71	3,04	30,6	11,0	7,0	5,0	2,4	9,0
13п	0,595	4,58	4,25	32,8	9,0	8,0	5,0	3,0	16,0
14п	0,627	5,00	3,84	33,4	9,0	10,0	4,0	1,8	24,0
15п	0,658	5,24	4,77	34,1	12,0	15,0	8,0	2,1	22,0
16п	0,633	4,85	3,79	33,1	13,0	13,0	7,0	2,4	21,0

Статистичні показники модельних дерев у плантаційному насадженні

	Щільність деревини, г/см ³	Середня ширина р.ш., мм	Кількість р.ш. в 1 см, шт.	Діаметр на 1,3 м, см	Висота дерева, м	Довжина крони, м	Ширина крони, м	Висота до поч.крони, м	Товщина кори, мм
N,шт.	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Середнє значення	0,67	5,03	3,64	35,01	11,33	10,83	6,33	2,22	17,13
Стандартна помилка	0,01	0,14	0,22	0,90	0,35	0,61	0,37	0,10	1,10
Стандартне відхилення	0,04	0,54	0,83	3,50	1,35	2,36	1,44	0,37	4,27
Дисперсія вибірки	0,00	0,29	0,70	12,24	1,83	5,56	2,06	0,14	18,27
Ексцес	-0,28	-0,19	-1,28	-0,39	-0,59	-0,86	-0,99	-0,46	-0,80
Асиметричність	-0,67	-0,54	0,17	0,38	-0,33	0,00	-0,32	0,42	-0,17
Мінімум	0,59	3,93	2,43	29,30	9,00	7,00	4,00	1,70	9,00
Максимум	0,73	5,81	4,87	41,40	13,50	15,00	8,50	3,00	24,00
Варіабельність, %	6,09	10,65	22,90	9,99	11,94	21,76	22,66	16,85	24,95
Точність, %	1,57	2,75	5,91	2,58	3,08	5,62	5,85	4,35	6,44
Довірчий інтервал(0,05)	0,02	0,30	0,46	1,94	0,75	1,31	0,79	0,21	2,37

Таксаційні та морфометричні показники модельних дерев у лісовому насадженні

Номер мод. дерева	Щільність деревини, г/см ³	Середня ширина р.ш., мм	Кількість р.ш. в 1 см, шт.	Діаметр, см	Висота, м	Довжина крони	Ширина крони	Висота до поч. крони	Товщина кори, см
1л	0,703	2,9	5,9	47,5	28	9	7	7	17
2л	0,608	4,4	2,6	30,3	26	8,0	5,0	9,5	14,0
3л	0,606	3,0	4,5	27,1	25	8,0	5,0	7,5	12,0
4л	0,555	3,0	4,5	29,6	26	7,0	4,5	8,0	9,0
5л	0,712	3,4	4,5	33,8	25	8,0	8,0	9,0	16,0
6л	0,604	3,0	5,7	30,6	26	8,0	5,0	7,0	16,0
7л	0,650	3,4	3,7	35,0	27	9,0	7,0	9,0	18,0
8л	0,631	4,1	3,6	29,3	27	7,0	4,5	8,0	15,0
9л	0,603	3,7	3,1	32,8	26	6,0	7,0	12,0	14,0
10л	0,621	3,4	4,2	31,2	27	9,0	8,0	9,0	18,0
11л	0,641	3,8	3,2	36,3	25	8,0	7,0	7,0	15,0
12л	0,611	3,2	3,9	38,2	29	10,0	9,0	10,0	16,0
13л	0,638	2,4	6,5	36,0	28	10,0	9,0	11,0	15,0
14л	0,625	4,3	3,5	29,6	25	6,0	9,0	12,0	15,0
15л	0,657	2,8	5,1	30,6	26	6,0	8,0	10,0	10,0
16л	0,669	3,4	5,6	37,3	28	9,0	6,0	10,0	12,0
17л	0,621	2,4	6,2	31,5	27	7,0	5,0	8,0	14,0
18л	0,638	2,1	10,9	33,4	28	7,0	6,0	10,0	14,0
19л	0,661	3,0	5,8	36,0	26	10,0	7,0	11,0	12,0
20л	0,675	4,4	3,0	30,9	26	6,0	7,0	10,0	16,0

Статистичні показники модельних дерев ліс у лісовому насадженні

	Щільність деревини, г/см ³	Середня ширина р.ш., мм	Кількість р.ш. в 1 см, шт.	Діаметр, см	Висота, м	Довжина крони	Ширина крони	Висота до поч. крони	Товщина кори, см
N,шт.	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Середнє значення	0,64	3,31	4,79	33,34	26,55	7,90	6,70	9,25	14,40
Стандартна помилка	0,01	0,15	0,41	1,01	0,27	0,31	0,34	0,35	0,54
Стандартне відхилення	0,04	0,66	1,84	4,51	1,19	1,37	1,52	1,58	2,41
Дисперсія вибірки	0,00	0,44	3,40	20,34	1,42	1,88	2,30	2,49	5,83
Ексцес	0,57	-0,54	5,40	3,98	-0,75	-1,12	-1,17	-0,87	0,14
Асиметричність	0,17	0,15	1,90	1,61	0,39	0,06	0,03	0,13	-0,65
Мінімум	0,55	2,08	2,64	27,07	25,00	6,00	4,50	7,00	9,00
Максимум	0,71	4,43	10,86	47,45	29,00	10,00	9,00	12,00	18,00
Варіабельність, %	5,79	20,05	38,50	13,53	4,49	17,38	22,64	17,05	16,77
Точність, %	1,29	4,48	8,61	3,02	1,00	3,89	5,06	3,81	3,75
Довірчий інтервал(0,05)	0,02	0,31	0,86	2,11	0,56	0,64	0,71	0,74	1,13

Таблиця В.13

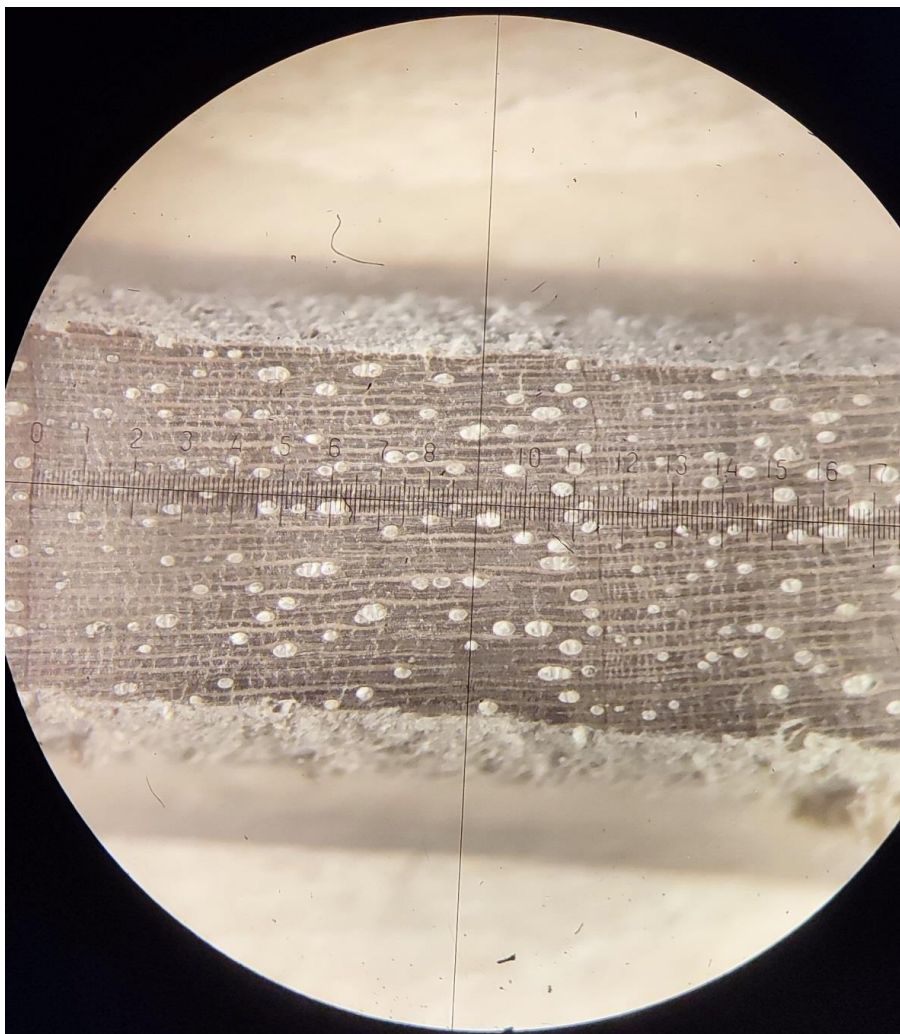
Оцінка достовірності коефіцієнтів кореляції між радіальним приростом та сумою опадів у плантаційному насадженні

Показники	Місяці (попередній рік)				Місяці (поточний рік)								Вегет. період	Середня за рік
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1994-2008 рр.														
Коеф корел	-0,12	0,46	0,04	0,18	-0,44	-0,36	0,31	-0,41	-0,54	-0,05	0,22	0,12	-0,39	-0,41
К-сть спостережень	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Коеф. кореляції	-0,12	0,46	0,04	0,18	-0,44	-0,36	0,31	-0,41	-0,54	-0,05	0,22	0,12	-0,39	-0,41
Коеф. Детермінації	0,01	0,21	0,00	0,03	0,19	0,13	0,09	0,17	0,29	0,00	0,05	0,02	0,15	0,16
Помилка коефіцієнта кореляції	0,25	0,20	0,25	0,24	0,20	0,22	0,23	0,21	0,18	0,25	0,24	0,24	0,21	0,21
Оцінка достовірності t _ф	0,46	1,93	0,16	0,68	1,82	1,46	1,21	1,70	2,37	0,19	0,84	0,48	1,58	1,66
t _{кр}	0,91	0,65	0,97	0,86	0,67	0,72	0,76	0,68	0,60	0,96	0,83	0,90	0,70	0,69
2009-2023 рр.														
Коеф корел	-0,11	0,05	0,13	-0,17	-0,18	-0,37	0,03	-0,38	-0,24	0,41	-0,02	0,00	0,20	0,09
К-сть спостережень	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	16	16
Коеф. кореляції	-0,11	0,05	0,13	-0,17	-0,18	-0,37	0,03	-0,38	-0,24	0,41	-0,02	0,00	0,20	0,09
Коеф. детермінації	0,01	0,00	0,02	0,03	0,03	0,14	0,00	0,14	0,06	0,17	0,00	0,00	0,04	0,01
Помилка коефіцієнта кореляції	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24	0,22	0,25	0,21	0,24	0,21	0,25	0,24	0,24	0,25
Оцінка достовірності t _ф	-0,40	0,17	0,48	-0,62	-0,64	-1,39	0,09	-1,44	-0,89	1,58	-0,08	0,01	0,71	0,34
t _{кр}	0,91	0,96	0,90	0,87	0,86	0,72	0,98	0,71	0,81	0,69	0,98	1,00	0,85	0,93

Таблиця В.14

Оцінка достовірності коефіцієнтів кореляції між радіальним приростом та сумою опадів у лісовому насадженні

Показники	Місяці (попередній рік)				Місяці (поточний рік)								Вегет. період	Середня за рік
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1994-2008 рр.														
Коеф корел	0,50	0,18	0,25	-0,13	0,43	0,48	0,00	0,06	0,25	-0,06	0,55	0,60	0,44	0,44
К-сть спостережень	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	16	16
Коеф. кореляції	0,50	0,18	0,25	-0,13	0,43	0,48	0,00	0,06	0,25	-0,06	0,55	0,60	0,44	0,44
Коеф. Детермінації	0,25	0,03	0,06	0,02	0,18	0,23	0,00	0,00	0,06	0,00	0,30	0,36	0,19	0,19
Помилка коефіцієнта кореляції	0,19	0,24	0,23	0,25	0,20	0,19	0,25	0,25	0,23	0,25	0,18	0,15	0,20	0,20
Оцінка достовірності t _ф	2,17	0,67	0,96	0,50	1,77	2,04	0,01	0,23	0,96	0,22	2,44	2,93	1,82	1,83
t _{кр}	0,62	0,86	0,81	0,90	0,68	0,64	1,00	0,95	0,81	0,95	0,59	0,56	0,67	0,67
2009-2023 рр.														
Коеф корел	-0,03	0,25	0,33	-0,15	-0,20	-0,19	-0,07	-0,28	-0,57	0,41	-0,04	-0,46	-0,19	-0,19
К-сть спостережень	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	16	16
Коеф. кореляції	-0,03	0,25	0,33	-0,15	-0,20	-0,19	-0,07	-0,28	-0,57	0,41	-0,04	-0,46	-0,19	-0,19
Коеф. детермінації	0,00	0,06	0,11	0,02	0,04	0,04	0,01	0,08	0,32	0,17	0,00	0,21	0,03	0,04
Помилка коефіцієнта кореляції	0,25	0,23	0,22	0,24	0,24	0,24	0,25	0,23	0,17	0,21	0,25	0,19	0,24	0,24
Оцінка достовірності t _ф	0,11	0,95	1,29	0,58	0,74	0,71	0,27	1,08	2,34	1,62	0,14	1,90	0,70	0,72
t _{кр}	0,98	0,81	0,74	0,88	0,85	0,85	0,94	0,78	0,58	0,69	0,97	0,65	0,86	0,85



А



Б

Рис. В.1. Макроскопічна будова радіального річного приросту горіха грецького (А – лісові умови; Б- плантаційні умови)

Таблиця В.15

Залежність радіального приросту від ГТК у лісовому насадженні

	вересень	жовтень	травень	червень	липень	серпень	вересень	вегет період
Коеф корел	0,30	0,22	0,22	0,27	0,52	0,63	0,05	0,42
К-сть спостережень	30	30	30	30	30	30	30	30
Коеф. кореляції	0,30	0,22	0,22	0,27	0,52	0,63	0,05	0,42
Коеф. Детермінації	0,09	0,05	0,05	0,07	0,27	0,40	0,00	0,17
Помилка коефіцієнта кореляції	0,17	0,17	0,17	0,17	0,13	0,11	0,18	0,15
Оцінка достовірності t_{ϕ}	1,59	1,15	1,14	1,45	2,96	3,89	0,28	2,31
$t_{кр}$	0,77	0,83	0,83	0,79	0,61	0,53	0,96	0,68

Таблиця В.16

Залежність радіального приросту від ГТК у плантаційному насадженні

	вересень	жовтень	травень	червень	липень	серпень	вересень	вегет період
Коеф корел	0,16	0,24	0,16	0,22	0,15	0,46	-0,11	0,11
К-сть спостережень	30	30	30	30	30	30	30	30
Коеф. кореляції	0,16	0,24	0,16	0,22	0,15	0,46	-0,11	0,11
Коеф. Детермінації	0,03	0,06	0,03	0,05	0,02	0,22	0,01	0,01
Помилка коефіцієнта кореляції	0,18	0,17	0,18	0,17	0,18	0,14	0,18	0,18
Оцінка достовірності t_{ϕ}	0,84	1,27	0,86	1,17	0,79	2,62	-0,58	0,59
$t_{кр}$	0,87	0,81	0,87	0,83	0,88	0,65	0,91	0,91

Таблиця В.17

Середні дати настання фенологічних фаз у Правобережному Лісостепу України та суми ефективних температур (2019 р.)

Фенологічна фаза	Полезахисні насадження				Плантаційні насадження				Лісові насадження			
	Дата	Сума середніх середньодобових температур °С			Дата	Сума середніх середньодобових температур °С			Дата	Сума середніх середньодобових температур °С		
		CAT 5 °С	CAT 10°С	CET 5°С		CAT 5 °С	CAT 10°С	CET 5°С		CAT 5 °С	CAT 10°С	CET 5°С
Вегетативна												
Дата масового набухання												
Вегетативні бруньки	09.04	170	69	60	03.04	114	43	41	20.04	234	82	84
Генеративні пагони	10.04	183	82	68	05.04	126	43	43	22.04	254	82	94
Розкривання:												
Вегетативні бруньки	17.04	210	82	75	11.04	192	92	78	27.04	321	149	136
Генеративні пагони	14.04	203	82	73	10.04	183	92	75	23.04	265	93	100
Ріст пагонів:												
• початок	29.04	352	199	157	21.04	244	92	96	05.05	423	242	198
• кінець	12.06	1095	910	680	14.06	1146	957	722	20.06	1281	1088	826
Поява листя	22.04	254	101	94	18.04	219	92	86	02.05	383	202	173
Повний розвиток листя	16.05	563	378	283	10.05	477	228	227	27.05	770	577	435
Цвітіння												
Початок цвітіння	03.05	396	224	181	08.05	453	277	220	15.05	545	352	270
Масове цвітіння	07.05	447	275	212	03.05	396	226	188	19.05	623	430	328
Закінчення цвітіння	11.05	483	298	228	07.05	447	277	219	24.05	716	522	396
Плодоношення												
Початок зав'язування плодів	09.05	460	275	215	03.05	396	226	188	19.05	623	352	270
Масове дозрівання плодів	07.09	2848	2663	1998	01.09	2742	2553	1922	12.09	2944	2750	2069
Початок опадання плодів	18.09	3033	2848	2128	16.09	3016	2827	2121	25.09	3106	2888	2166
Опадання всіх плодів	30.09	3170	2961	2205	25.09	3112	2899	2173	02.10	3199	2982	2224
Закінчення вегетації												
Початок забарвлення листя	09.09	2887	2702	2027	07.09	2854	2665	2004	12.09	2944	2750	2069
Листопад												
• початок	16.09	3009	2824	2114	11.09	2931	2742	2061	20.09	3049	2840	2134
• кінець	19.10	3382	3132	2329	12.10	3287	3033	2272	24.10	3438	3157	2360

Таблиця В.18

Середні дати настання фенологічних фаз у Правобережному Лісостепу України та суми ефективних температур (2020 р.)

Фенологічна фаза	Полезахисні насадження				Плантаційні насадження				Лісові насадження			
	Дата	Сума середніх середньодобових температур °С			Дата	Сума середніх середньодобових температур °С			Дата	Сума середніх середньодобових температур °С		
		CAT 5 °С	CAT 10°С	CET 5°С		CAT 5 °С	CAT 10°С	CET 5°С		CAT 5 °С	CAT 10°С	CET 5°С
Вегетативна Дата масового набухання бруньок: Вегетативні Генеративні	07.04 10.04	180 216	61 87	62 83	02.04 06.04	147 176	23 23	47 56	15.04 18.04	250 280	71 94	95 110
Розкривання бруньок: Вегетативні Генеративні	15.04 13.04	243 243	100 100	95 95	09.04 10.04	214 223	60 60	79 83	25.04 23.04	354 327	132 105	142 125
Ріст пагонів: • початок • кінець	03.05 18.06	442 1128	245 842	204 642	27.04 16.06	350 1063	134 768	150 612	09.05 23.06	518 1231	253 912	236 724
Поява листя	19.04	281	123	113	17.04	259	96	108	29.04	401	161	169
Повний розвиток листя	21.05	676	408	330	15.05	576	316	285	27.05	732	421	360
Квітування Початок цвітіння	11.05	539	318	261	06.05	468	243	223	19.05	649	365	317
Масове цвітіння	14.05	574	343	281	05.05	459	243	219	22.05	680	379	332
Закінчення цвітіння	19.05	654	394	317	12.05	544	303	269	27.05	732	421	360
Плодоношення Початок зав'язування плодів	15.05	602	343	285	09.05	496	255	236	21.05	672	379	330
Масове дозрівання плодів	16.09	2954	2668	2018	11.09	2833	2539	1948	24.09	3069	2750	2097
Початок опадання плодів	26.09	3111	2825	2124	21.09	2999	2704	2063	04.10	3223	2904	2201
Опадання всіх плодів	08.10	3293	3007	2247	01.10	3155	2860	2169	13.10	3363	3044	2296
Закінчення вегетації Початок забарвлення листя	22.09	3042	2756	2075	18.09	2959	2664	2038	27.09	3122	2803	2135
Листопад • початок • кінець	02.10 24.10	3194 3477	2908 3153	2178 2350	27.09 18.10	3100 3394	2806 3083	2135 2324	08.10 29.10	3289 3528	2970 3172	2247 2381

Таблиця В.19

Середні дати настання фенологічних фаз у Правобережному Лісостепу України та суми ефективних температур (2021 р.)

Фенологічна фаза	Полезахисні насадження				Плантаційні насадження				Лісові насадження			
	Дата	Сума середніх середньодобових температур °С			Дата	Сума середніх середньодобових температур °С			Дата	Сума середніх середньодобових температур °С		
		CAT 5 °C	CAT 10°C	SET 5°C		CAT 5 °C	CAT 10°C	SET 5°C		CAT 5 °C	CAT 10°C	SET 5°C
Вегетативна Дата масового набухання бруньок: Вегетативні Генеративні	26.04 28.04	182 188	35 35	64 65	22.04 25.04	168 182	26 26	58 61	04.05 04.05	271 271	101 101	107 107
Розкривання бруньок: Вегетативні Генеративні	01.05 02.05	229 244	76 91	92 102	28.04 28.04	188 188	26 26	63 63	08.05 06.05	317 296	139 126	133 123
Ріст пагонів: • початок • кінець	10.05 17.06	332 916	153 736	150 543	08.05 18.06	309 937	130 748	134 557	16.05 26.06	424 1134	237 947	201 706
Поява листя	05.05	277	115	119	02.05	244	82	99	13.05	379	192	171
Повний розвиток листя	23.05	518	339	270	21.05	485	297	245	27.05	585	398	307
Квітування Початок цвітіння	13.05	372	193	174	08.05	309	130	134	18.05	453	266	220
Масове цвітіння	16.05	417	238	204	13.05	372	183	172	22.05	509	322	256
Закінчення цвітіння	20.05	471	292	239	17.05	432	244	212	26.05	571	383	297
Плодоношення Початок зав'язування плодів	18.05	446	267	223	13.05	372	183	172	23.05	525	338	267
Масове дозрівання плодів	22.09	2804	2603	1946	18.09	2772	2584	1932	30.09	2890	2650	1982
Початок опадання плодів	02.10	2899	2641	1991	01.10	2891	2641	1986	08.10	2950	2650	2002
Опадання всіх плодів	24.10	3058	2677	2045	19.10	3014	2641	2019	26.10	3070	2685	2042
Закінчення вегетації Початок забарвлення листя	28.09	2867	2641	1980	18.09	2772	2584	1932	03.10	2915	2650	1992
Листопад • початок • кінець	13.10 25.10	2975 3058	2641 2677	2012 2045	06.10 18.10	2932 3007	2641 2641	2002 2017	13.10 29.10	2982 3094	2650 2685	2009 2050

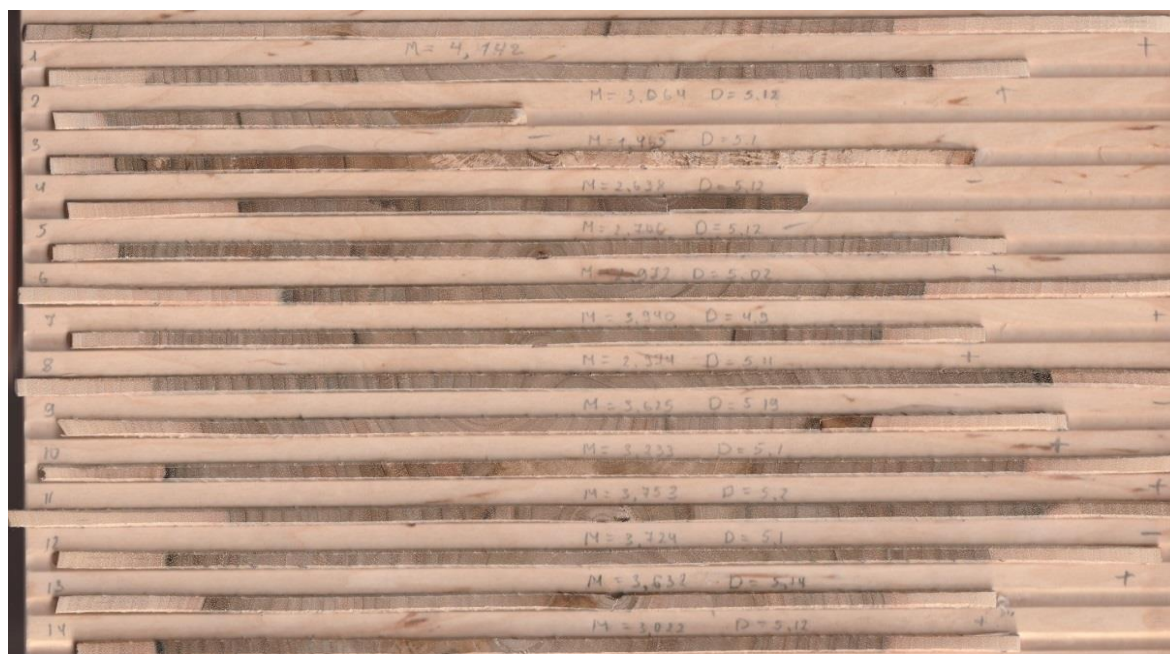


Рис.

Рис.В.2. Відібрані зразки кернів горіха грецького у лісових умовах на керноутримувачі



Рис. В.3. Відібрані зразки кернів горіха грецького у плантаційних умовах на керноутримувачі

ДОДАТОК Г



А.....Б.....В

Рис.Г.1. Найбільш поширені шкідники (А) та хвороби (Б, В) горіха грецького у плантаційних насадженнях

ДОДАТОК Д



Рис.Д.1. Обробіток міжрядь у плантаційному насадженні



Рис. Д.2. Використання мульчування рослинними рештками прикореневої зони саджанців для збереження вологи



Рис.Д.3. П'ятирічне дерево сорту 'Chandler'



Рис Д.4. П'ятирічне дерево сорту 'Вебу 6'



А



Б

Рис.Д.5. Повторне цвітіння у сортів 'Вебу 6' (А) та 'Єфрем 1' (Б)



А



Б

Рис.Д.7. Раціональне використання міжрядь у плантаційних насадженнях горіха грецького
(А – фото у червні; Б – фото у кінці вересня 2021р.)

ДОДАТОК Е

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Перший проректор
з науково-педагогічної роботи
Олександр СУШИНСЬКИЙ
_____ 2024 р.

21 травня 2024 р.
м. Львів

АКТ
про встановлення факту використання результатів дисертаційної роботи Магурана В.К. у
навчальному процесі Національного лісотехнічного університету України

Підстава: Рішення Вченої ради Навчально-наукового інституту деревообробних технологій і дизайну (ННІ ДТД) від 21.05.2024 р. (протокол № 4) про впровадження результатів дисертаційної роботи аспіранта кафедри ботаніки, деревинознавства та недревних ресурсів лісу Магурана Володимира Костянтиновича у навчальний процес.

Складений комісією у складі:
Голова комісії: директор ННІ ДТД, професор кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів, доктор технічних наук, професор Маєвський В.О.
Члени комісії: керівник навчально-методичного відділу, канд. техн. наук, доцент Салабай Р.Г.; завідувач кафедри ботаніки, деревинознавства та недревних ресурсів лісу докт. с.-г. наук, професор Осадчук Л.С.; заступниця директора ННІ ДТД з навчальної роботи, канд. техн. наук, доцентка Копинець З. П.;

20 лютого 2024 року комісія провела роботу зі встановлення факту використання результатів дисертаційної роботи Магурана В.К. на тему "Лісівничо-селекційні засади підвищення продуктивності плантаційного вирощування горіха грецького у Правобережному Лісоству України" у навчальному процесі НЛТУ України.

Комісія встановила, що у робочих програмах навчальних дисциплін фахової підготовки: "Деревинознавство" для підготовки бакалаврів спеціальності 161 "Хімічні технології та інженерія" освітньо-професійної програми "Технології деревинних композиційних матеріалів і модифікування деревини" та бакалаврів спеціальності 187 "Деревообробні та меблеві технології" освітньо-професійної програми "Деревообробні та меблеві технології" використовуються окремі результати дисертаційної роботи Магурана В.К.

Акт складено у трьох примірниках:
1-й примірник – кафедрі ботаніки, деревинознавства та недревних ресурсів лісу ;
2-й примірник – навчально-методичному відділу НЛТУ України;
3-й примірник – аспіранту Магурану В.К.

Голова комісії _____ Володимир МАЄВСЬКИЙ
Члени комісії: _____ Роман САЛАБАЙ
_____ Леонід ОСАДЧУК
_____ Зоя КОПИНЕЦЬ

Рис. Е.1. Акт про встановлення факту використання дисертаційної роботи
Магурана В.К. у навчальному процесі

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Перший проректор
з науково-педагогічної роботи
Олександр СУШИНСЬКИЙ
2024 р.

21 травня 2024 р.
м. Львів

АКТ
про встановлення факту використання результатів дисертаційної роботи Магурана В.К. у
навчальному процесі Національного лісотехнічного університету України

Підстава: Рішення Вченої ради Навчально-наукового інституту лісового та садово-паркового господарства (ННІ ЛСПГ) від 21.05.2024 р. (протокол № 5) про впровадження результатів дисертаційної роботи аспіранта кафедри ботаніки, деревинознавства та недревних ресурсів лісу Магурана Володимира Костянтиновича у навчальний процес.

Складений комісією у складі:

Голова комісії: директор ННІ ЛСПГ, професор кафедри таксації та лісовпорядкування, доктор с.-г. наук, професор Миклуш С.І.

Члени комісії: керівник навчально-методичного відділу, канд. техн. наук, доцент Салабай Р.Г.;
завідувач кафедри ботаніки, деревинознавства та недревних ресурсів лісу
докт. с.-г. наук, професор Осадчук Л.С.;
заступник директора ННІ ЛСПГ з навчальної роботи, канд. с.-г. наук, доцент
Хомюк П.Г.;

20 травня 2024 року комісія провела роботу зі встановлення факту використання результатів дисертаційної роботи Магурана В.К. на тему "Лісівничо-селекційні засади підвищення продуктивності плантаційного вирощування горіха грецького у Правобережного Лісостепу України" у навчальному процесі НЛТУ України.

Комісія встановила, що у робочих програмах навчальних дисциплін фахової підготовки: "Недревні ресурси лісу" та "Лісове товарознавство" для підготовки бакалаврів спеціальності 205 "Лісове господарство" освітньо-професійної програми "Лісове господарство", використовуються окремі результати дисертаційної роботи Магурана В.К.

Акт складено у трьох примірниках:

1-й примірник – кафедрі ботаніки, деревинознавства та недревних ресурсів лісу;
2-й примірник – навчально-методичному відділу НЛТУ України;
3-й примірник – аспіранту Магурану В.К.

Голова комісії _____ Степан МИКЛУШ

Члени комісії: _____ Роман САЛАБАЙ

_____ Леонід ОСАДЧУК

_____ Петро ХОМЮК

Рис. Е.2. Акт про встановлення факту використання дисертаційної роботи
Магурана В.К. у навчальному процесі

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Директор ДДО "Український лісовий
 селекційний центр"
 Василь БЛИСТІВ
 _____ 2024 р.

21 травня 2024 р.
 м. Боярка

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО

**результатів дисертаційної роботи Магурана В.К. "Лісівничо-селекційні
 засади підвищення продуктивності плантаційного вирощування горіха
 грецького у Правобережному Лісостепу України" на здобуття наукового
 ступеня доктора філософії за спеціальністю 205 Лісове господарство**

Комісія у складі начальника відділу моніторингу, селекції та районування
 лісових репродуктивних ресурсів Куклишиної Валентини Іванівни, начальника
 відділу аналітики та сертифікації лісового насіння і садивного матеріалу Гули
 Людмили Олександрівна, начальника відділу лісопатології Петриченко Наталії
 Василівни склали цей акт на підтвердження того, що результати досліджень
 лісівничо-селекційних засад підвищення продуктивності плантаційного
 вирощування горіха грецького використовуються у практичній діяльності
 підприємства: визначення спадкових (генетичних) властивостей садивного
 матеріалу та визначення фітопатологічної зараженості і ентомологічної
 заселеності горіха грецького для підвищення продуктивності плантаційного
 вирощування горіха грецького.

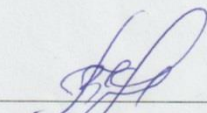
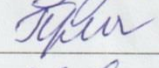
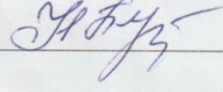
Голова комісії	 _____	Валентина КУКЛИШИН
Члени комісії:	 _____	Людмила ГУЛА
	 _____	Наталія ПЕТРИЧЕНКО

Рис.Е.3. Акт впровадження у виробництво результатів дисертаційної роботи