

UDC 630*5: 630*17:582.475.4[477.41]

FORMATION OF CANOPY WITH PINE AND BIRCH IN FOCUS OF MOTTLED BUTT ROT IN THE CONDITIONS OF ZHYTOMIR POLISSYA

Y. Pechenjuk

Article info

Received
07.02.2020

Accepted
11.03.2020

Malyn Forestry
College
v. Hamarna,
Malyn region,
Zhytomyr district,
11643, Ukraine

E-mail: [kotugor@
rambler.ru](mailto:kotugor@rambler.ru)

Pechenjuk, Y. (2020). Formation of canopy with pine and birch in focus of mottled butt rot in the conditions of Zhytomyr Polissya. Scientific Horizons, 03 (88), 81–89. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-81-89.

Due to the lack of up-to-date information for the region on the age structure, composition, origin of pine stands in the focuses of mottled butt rot, it is difficult to estimate the success of forestry in these areas. In addition to analyzing the formation of the composition of pine trees growing in the focuses of mottled butt rot in the most common site conditions, the aim was to investigate the patterns of joint growth of pine and birch. For this purpose, a comparative analysis of the mean height and diameter of these species in the disease focuses and in healthy stands was performed. The forest management database was used as the source. To carry out the analysis, a general set of pine sites located in the disease focuses was analyzed. It has been determined that silver birch is the most common concomitant pine species in all types of site conditions considered. With increasing fertility and soil moisture, there is an increase in the proportion of pine trees with the presence of birch and oak. In the formation of the composition in the pines in the focuses of mottled butt rot, there is insufficient involvement of minor species. In young plantations the participation of birch in the composition is the largest: in fresh poor site conditions – 36%, in fairly poor – 27–31%, in fresh fairly rich – 20 %. In the older pine stands in the focuses of the disease, the formation of a low proportion of birch in the composition – 11–19 %. In fresh site conditions birch in the composition of pine forests mainly artificial origin (in fresh poor site conditions – 71 %, in fresh fairly poor – 50 %, in fresh fairly rich – 76 %), in moist fairly poor conditions artificial birch is the least common (only 20 %). Natural birch is almost vegetative origin in almost half of all areas. According to the dynamics of the mean diameter and height of pine and birch, the largest difference between plantations in the focuses of mottled butt rot and healthy stands is observed in the fresh poor site conditions. In the investigated types of site conditions, the common in the dynamics of growth is the dominance of birch over pine in young plants both within and outside the disease. It is noted that in the focuses of mottled butt rot, unlike healthy plantings, birch for a longer time (in fresh poor and moist fairly poor site conditions up to 20 years) dominates the pine tree in mean diameter and height. In the future, it is of particular interest to determine the conditions of pine stands, depending on the proportion of related species and age.

Key words: focus of mottled butt rot, stand composition, origin, mean diameter, mean height, site conditions.

ФОРМУВАННЯ СОСНОВО-БЕРЕЗОВИХ НАСАДЖЕНЬ В ОСЕРЕДКАХ КОРЕНЕВОЇ ГУБКИ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Є. П. Печенюк

Малинський лісотехнічний коледж
с. Гамарня, Малинський район, Житомирська обл., 11643, Україна

У зв'язку із відсутністю актуальної інформації для регіону про вікову структуру, склад, походження соснових деревостанів у осередках кореневої губки, важко оцінювати успішність

лісовирощування на даних ділянках. Крім аналізу формування складу сосняків, які знаходяться у осередках кореневої губки у найбільш поширених едатопах, за мету було поставлено дослідити закономірності спільного росту сосни та берези. Для цього було здійснено порівняльний аналіз середньої висоти та діаметру даних порід в осередках хвороби та в здорових деревостанах. В якості джерела була використана база даних лісовпорядкування. Для проведення аналізу опрацьована генеральна сукупність соснових ділянок, які знаходяться в осередках хвороби. Визначено, що береза повисла є найбільш поширеною супутньою породою сосни у всіх розглянутих типах лісорослинних умов. Зі зростанням родючості та вологості ґрунтів помічено збільшення частки сосняків із наявністю у складі берези та дуба. При формуванні складу у сосняках в осередках кореневої губки відмічена недостатня участь другорядних порід. У молодняках участь берези у складі є найбільшою: у свіжих борах – 36 %, у суборах – 27–31 %, у свіжих сугрудах – 20 %. У старших соснових деревостанах в осередках хвороби практикується формування невисокої частки берези у складі – 11–19 %.

У свіжих едатопах береза у складі сосняків переважно штучного походження (у свіжих борах – 71 %, у свіжих суборах – 50 %, у свіжих сугрудах – 76 %). У вологих суборах штучна береза найменш поширена (лише 20 %). Природна береза майже на половині усіх ділянок має вегетативне походження. За динамікою середнього діаметру і висоти сосни та берези найбільша різниця між насадженнями у осередках кореневої губки і здоровими деревостанами відмічена в умовах свіжого бору. У досліджених типах лісорослинних умов спільним у динаміці росту є домінування берези над сосною у молодняках як в осередках хвороби, так і поза ними. Відмічено, що в осередках кореневої губки, на відміну від здорових насаджень, береза довший час (у свіжих борах і вологих суборах до 20 років) домінує над сосною за середнім діаметром і висотою. У перспективі для подальших досліджень особливий інтерес становить визначення стану соснових деревостанів у залежності від частки супутніх порід та віку.

Ключові слова: осередки кореневої губки, склад деревостану, походження, середній діаметр, середня висота, лісорослинні умови.

Вступ

У процесі лісовирощування на ділянках, де соснові насадження є враженими збудником кореневої губки (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) або потенційно вразливі до даного захворювання (староорні землі), лісівники повинні керуватися низкою рекомендацій та настанов (Ladeyschikova, 2001), а також досвідом вітчизняних і закордонних науковців і практиків (Usczkij, 1988; Onyskiv, 2008; Wang, 2014). Дослідниками даного питання встановлено, що в осередках хвороби найбільша небезпека становить саме для хвойних, оскільки листяні деревні породи є стійкими до даного патогена (Witzell, 2008; Garbelotto, 2013; Mykhailichenko, 2014). При масовому лісорозведенні в середині минулого століття на ділянках, які були в сільськогосподарському користуванні, особливої уваги підбору деревних порід не приділяли, тому, як результат, отримали великі площі продуктивних, але нестійких монокультур сосни (Onyshchenko, 2004). При цьому, культури сосни створювалися в більшості випадків однотипно, за використання однакової агротехніки (Zhigunov, 2016). В умовах Житомирського Полісся питаннями дослідження формування стійких до збудника кореневої губки соснових насаджень на

староорних землях займалися дослідники Поліського філіалу УкрНДЦЛГА ще в кінці минулого століття, в результаті чого були розроблені рекомендації щодо інтенсивності доглядових рубань на ділянках лісу, які перебували у сільськогосподарському використанні (Chernyih, 1986; Strutinskiy, 2004).

На даний час у Житомирському Поліссі є близько 23 тис. га сосняків, які знаходяться в осередках кореневої губки (ОКГ), з них близько 70 % зосереджені в умовах свіжих суборів (Pecheniuk, 2017). У зв'язку із відсутністю актуальних відомостей про дані насадження досить складно оцінювати ефективність їх лісовирощування. Крім цього, нез'ясованими є закономірності спільного росту основних лісовтвірних порід в ОКГ у порівнянні зі здоровими насадженнями. Метою даної роботи є дослідження формування сосняків за складом та походженням деревних порід, а також визначення закономірностей росту сосни та берези при їх спільному зростанні в різних едатопах в ОКГ і поза ними.

Матеріали та методи

Аналіз проводився на основі генеральної сукупності сосняків у ОКГ. При цьому були використані лісовпорядні матеріали підприємств,

підпорядкованих Житомирському обласному управлінню лісового та мисливського господарства. Формування бази здійснювалося із використанням програми «Лісовпорядник» (Aleksiuk, 2013) за інформацією реляційної бази даних ВО «Укрдержліспроєкт». Для проведення аналізу складу, вікової структури і походження була опрацьована генеральна сукупність соснових деревостанів, котрі перебувають в ОКГ. З метою порівняння росту сосни та берези в чотирьох найпоширеніших едатопах (А₂, В₂, В₃ та С₂) були сформовані вибірки мішаних насаджень, в яких представлені дані породи. В ОКГ у вибірку ввійшли абсолютно всі сосняки, котрі мали у своєму складі березу. Поза ОКГ у розрізі едатопів вибірки формувалися із врахуванням походження, віку (з точністю до року), складу та повноти. Основним завданням при формуванні вибірок було підібрати насадження, котрі за віком, складом, походженням і повнотою ідентичні тим, які ростуть на ділянках в ОКГ. Для порівняння динаміки середніх значень висоти і діаметру сосни та берези проводили кореляційно-регресійний аналіз за допомогою засобів «Excel».

Результати дослідження та обговорення

В умовах свіжих борів у сосняках, які знаходяться в ОКГ із 392 таксаційних виділів

береза повисла, в якості супутньої породи, відмічена лише у 42, дуб звичайний – у 5, сосна Банкса – у 5, вільха клейка – у 7. Останні дві породи є виключно штучного походження, дуб звичайний переважно порослевого природного, рідше насінневого походження. На 71 % соснових ділянок в умовах А₂ береза штучного походження, на 12 % – природного вегетативного, і, відповідно, на 17 % – природного насінневого походження. Дуб звичайний формують з часткою до 10 % у складі лише у молодняках І-го класу. Сосна Банкса трапляється у складі середньовікових та пристигаючих насаджень. Частка даної породи у складі переважно незначна – 10 %, проте є ділянки з часткою цієї породи до 20–30 %. Вільха клейка трапляється як домішка (10–20 % у складі) лише у соснових молодняках ІІ-го класу. Щодо берези повислої, то дана порода у складі сосняків трапляється у всіх вікових групах, крім стиглих та перестиглих. У середньовікових сосняках частка берези здебільшого становить 10–20 %, у молодняках значно більша – 20–60 %.

За динамікою середнього діаметру сосни звичайної і берези повислої у свіжих борах помічено різницю між насадженнями, які перебувають в ОКГ і поза ними (рис. 1.).

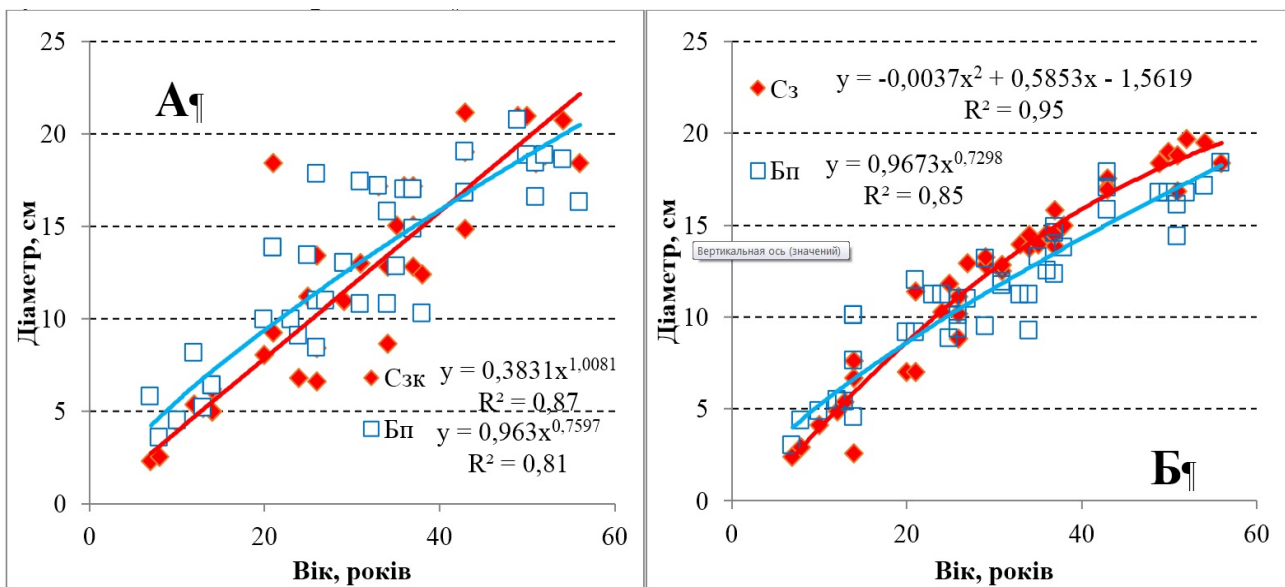


Рис. 1. Динаміка середнього діаметру сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих борів

У віці молодняків у ОКГ сосна поступається за діаметром березі в середньому на 9 %, а вже у середньовікових насадженнях сосна за даним

показником випереджає березу на 6 %. Повнота у сосняках із наявною у складі березою становить у середньому 0,69, а в абсолютно чистих

насадженнях сосни – 0,73. Щодо сосняків, які знаходяться поза ОКГ, то за значеннями середнього діаметру береза переважає сосну лише до 20 років. У насадженнях старшого віку сосна вже на більш ніж 10 % за діаметром переважає березу.

За значеннями середньої висоти у сосняках в ОКГ у свіжих борах сосна поступається березі до 50-річного віку. При цьому, у I–II класах віку різниця за даним показником між породами сягала більш ніж 22 % (рис. 2).

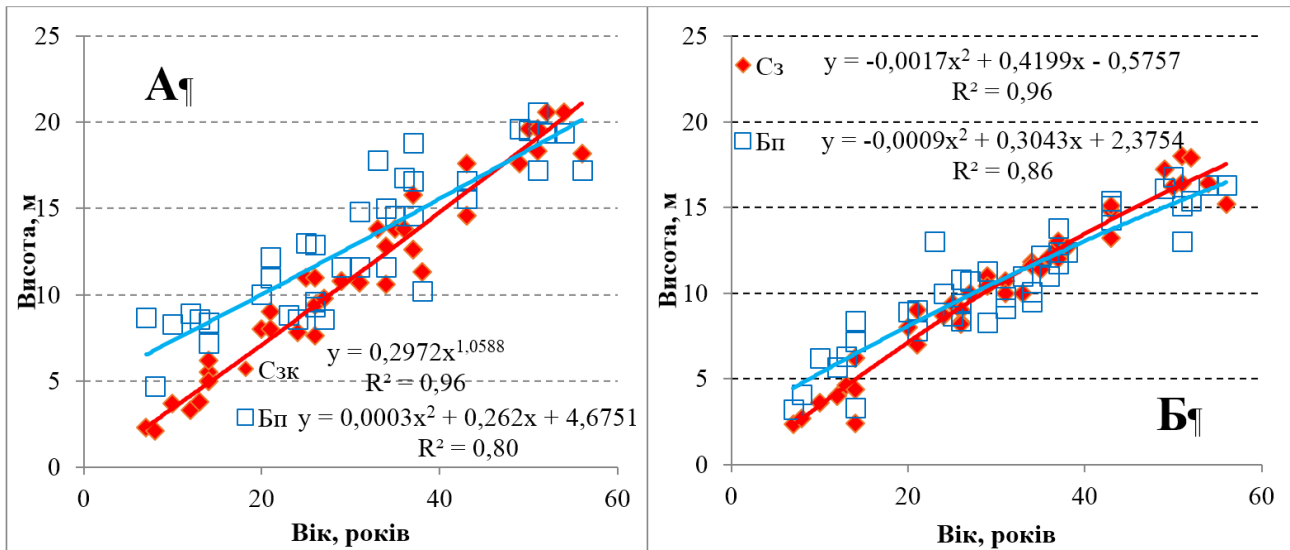


Рис. 2. Динаміка середньої висоти сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих борів

На відміну від сосняків, які знаходяться в ОКГ, поза осередками хвороби відставання за середньою висотою сосни від берези відмічено до 30-річного віку. Поряд з цим, різниця у середній висоті не є настільки великою у I–II класах віку, як у насадженнях у ОКГ.

У свіжих суборах було виявлено набагато більшу кількість таксаційних виділів із сосняками у ОКГ – 1318, з них у 178 ділянках супутньою породою була береза повисла, 43 – дуб звичайний, 8 – дуб червоний, 2 – вільха клейка, 1 – осика. Вільха і дуб червоний є штучного походження на всіх ділянках, частка першої породи не перевищує 10 %, другої – переважно 10–20 %. Обидві породи ростуть у сосняках III–IV класів віку. Осика трапляється виключно порослева у молодняках I класу при участі її у складі до 10 %. Дуб звичайний є поширеним у усіх вікових групах. У молодняках I класу частка даної породи зазвичай не перевищує 10 %, переважають порослеві природні екземпляри. У середньовікових сосняках частка дуба у складі переважно не більше одиниці. У даній віковій групі дерева є різними за походженням, насінневі (природні та штучні) і порослеві дуби поширені в однаковій мірі. Для пристигаючих сосняків характерна дещо більша частка дуба у складі, яка може сягати

20–30 %. У цій віковій групі дуб переважно представлений штучного і природного вегетативного походження. У старших соснових насадженнях дуб в якості супутньої породи не перевищує одиниці у складі та є виключно природного насінневого походження.

Береза повисла у сосняках, які знаходяться в ОКГ у свіжих суборах, також є найбільш поширеною супутньою породою, котра зустрічається у всіх вікових групах, окрім перестиглих. У молодняках більш ніж 60 % берези є штучною, решта в однаковій мірі представлена природними насінневими і порослевими деревами. В середньому у молодняках I класу частка берези становить 30–40 %. У молодняках II класу площі насаджень із домішкою берези є вдвічі більшими ніж у молодших сосняках. Частка берези є дещо меншою – в середньому 20–30 %. За походженням розподіл дерев берези є подібним до молодших насаджень у даному едотопі. У середньовікових сосняках штучна береза трапляється на 52 % сосново-березових насаджень, природна порослева – на 31 % і природна насіннева – на 17 %. Частка берези здебільшого в межах 10-20 %. У пристигаючих насадженнях

участь берези переважно становить 10 %, переважають природні порослеві та насінневі дерева, частка сосняків із штучною березою становить лише близько 10 %. У стиглих сосняках береза у складі трапляється рідко та представлена домішкою (до 10 %) дерев природного насінневого походження. Повнота у сосняках із наявною у

складі березою становить в середньому 0,74, а в абсолютно чистих насадженнях сосни – 0,75.

Динаміка середнього діаметру сосни та берези, які ростуть в ОКГ та поза ними є досить близькою, проте помітно, що середній діаметр берези у молодняках переважає (рис. 3).

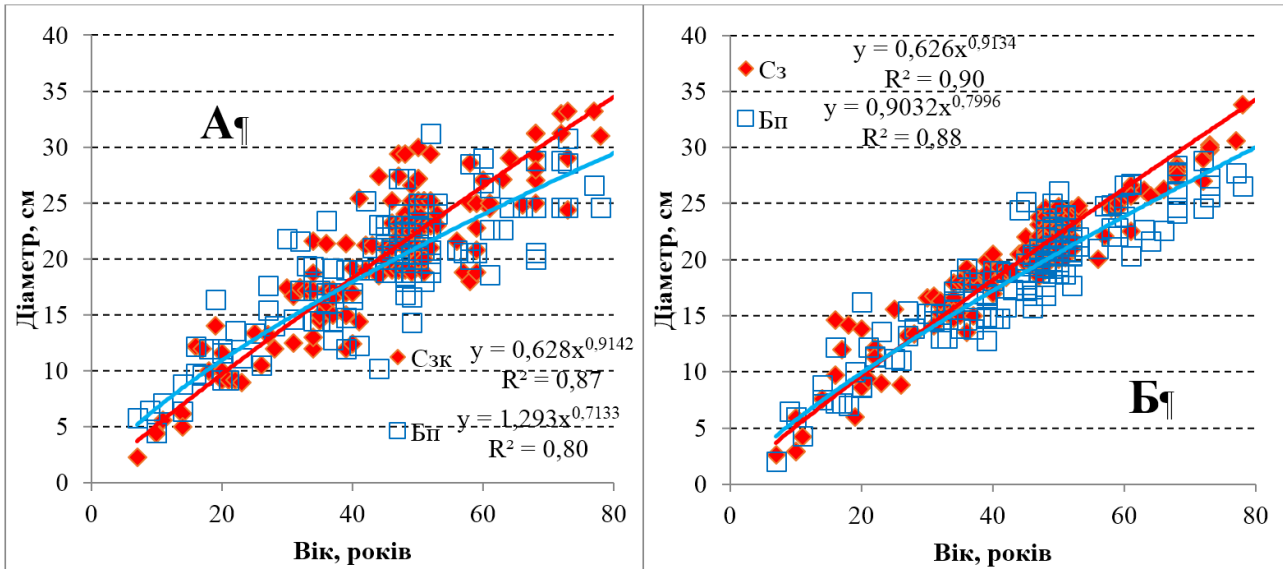


Рис. 3. Динаміка середнього діаметру сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих суборів

Різниця у середньому діаметрі між сосною та березою до 30-річного віку становить в середньому 11 %, в той час як у насадженнях поза ОКГ подібних відмінностей не виявлено.

Щодо динаміки середньої висоти, то у сосняках у ОКГ спостерігається до 30 років переважання берези над сосною у середньому на

12 %. Починаючи з V класу віку, спостерігаються відставання берези за висотою, яке до віку стиглості сягає в середньому 9 %. У сосняках поза осередками хвороби динаміка середньої висоти сосни та берези є досить подібною до насаджень в ОКГ (рис. 4).

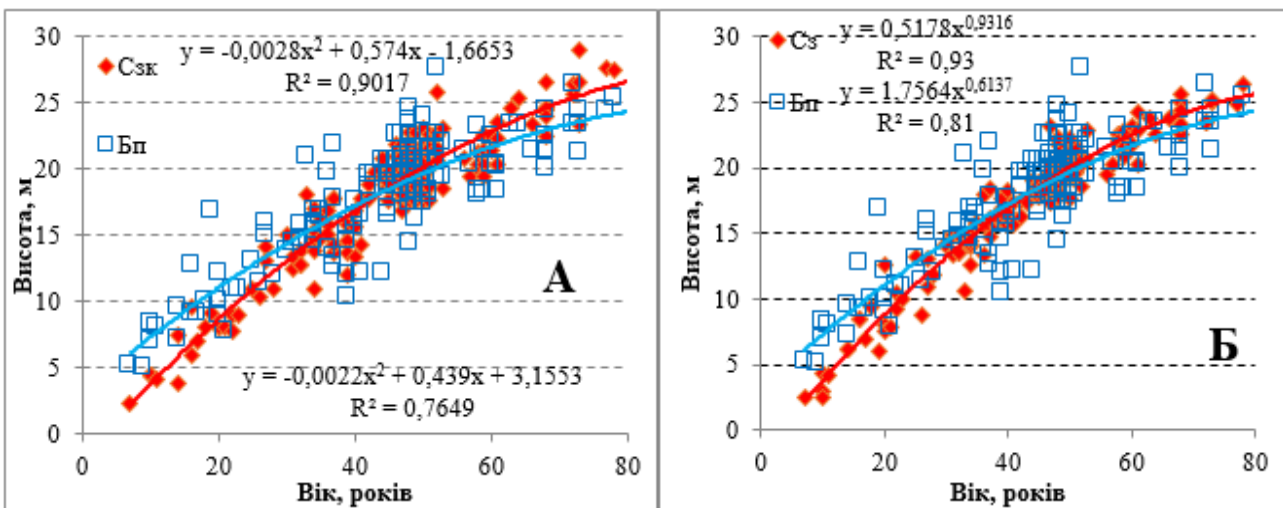


Рис. 4. Динаміка середньої висоти сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих суборів

У вологих суборах зі 159 ділянок із переважанням сосни, котрі знаходяться в осередках кореневої губки, у 59 була наявна береза повисла, у 6 – дуб звичайний, у 4 – вільха клейка, у 2 – осика. Останні три породи характерні лише для середньовікових та пристигаючих насаджень, де їх участь у складі, як правило, не перевищує 10 %. Стосовно берези, то дана порода не трапляється лише у складі в стиглих та перестиглих сосняків у ОКГ. У молодняках I класу частка берези в середньому становить 40–50 %, у молодняках II класу – 20–30 %, у середньовікових та пристигаючих насадженнях – 10–20 %. У соснових молодняках береза на половині ділянок природного насінневого походження на 30 % і 20 %, відповідно, природна порослева та штучна. У

середньовікових насадженнях береза у складі мішаних сосняків зустрічається різного походження за приблизно рівного співвідношення. У пристигаючих сосняках береза штучного походження рідкість, тут переважно (70 % ділянок) порослеві дерева даної породи.

За повнотою мішані сосново-березові деревостани не відрізняються від абсолютно чистих сосняків, середня сумарна повнота в обох варіантах становить 0,74.

Динаміки середнього діаметру сосни та берези в осередках і поза ОКГ є подібними. Невелика різниця помічена у молодняках, де в ОКГ береза до 30 років незначною мірою (4 %) переважає сосну за значеннями середнього діаметру (рис. 5).

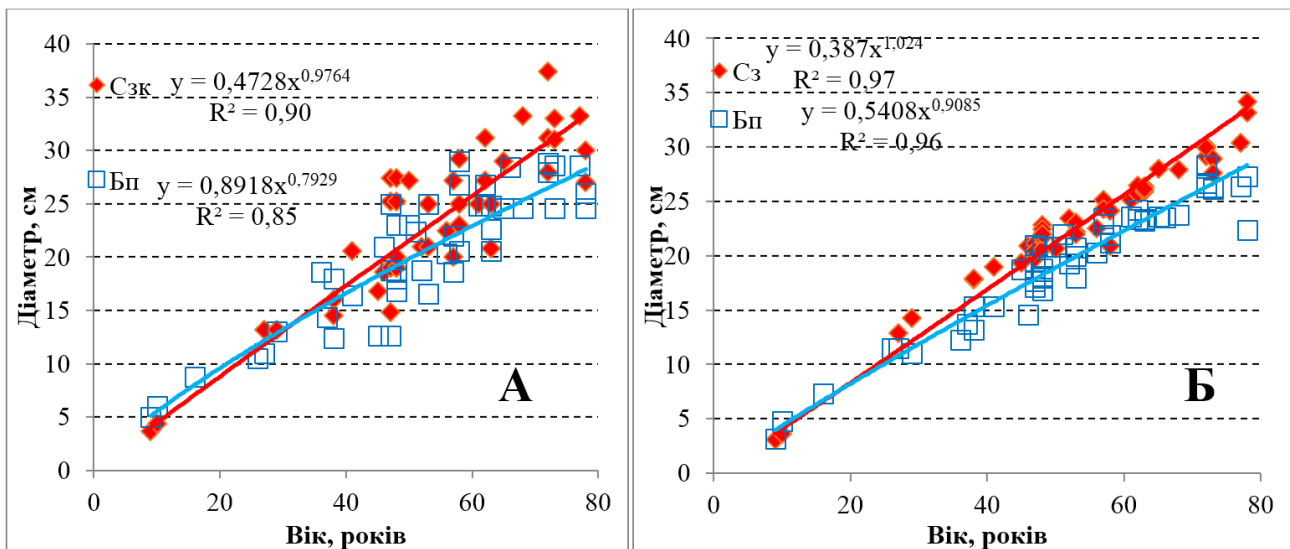


Рис. 5. Динаміка середнього діаметру сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах вологих суборів

За середньою висотою різниця у рості сосново-березових насаджень у ОКГ і поза ними є значно помітнішою. В осередках хвороби за висотою сосна поступається березі до 50 років в середньому на 5 %, натомість у пристигаючих сосняках сосна за висотою вже перевищує березу майже на 7 %. Згідно з поданим нижче графіком (рис. 6.Б) поза ОКГ динаміка середньої висоти сосни та берези у насадженнях є досить подібною, проте в середньому до 30-річного віку сосна поступається у рості за висотою майже на 13 %.

Починаючи із середньовікових насаджень за показником середньої висоти спостерігається відставання вже берези від сосни, проте воно несуттєве – в середньому 4 %.

У свіжих сугрудах в ОКГ відмічено 156 соснових насаджень, з них у 34-х у складі є береза повисла, у 18 – дуб звичайний, та лише у двох вільха клейка. Остання порода трапляється лише у середньовікових сосняках за участі у складі не більше 10 %, походження порослеве. Дуб звичайний також у складі соснових деревостанів трапляється у старших вікових групах (від 50 до 100 років). Частка дуба здебільшого незначна – 10–20 %. У більшості випадків дуб штучного походження (77 % площ), у стиглих сосняках переважає дуб природного насінневого походження. Береза повисла трапляється переважно у складі середньовікових сосняків, рідше у пристигаючих. В середньому її частка

становить 10–20 %. Понад 80 % берези (у середньовікових насадженнях сосни) за походженням штучна. У пристигаючих сосняках зустрічається і штучна, і природна порослева

береза. Повнота сосново-березових насаджень і чистих сосняків не відрізняється і становить у середньому 0,72.

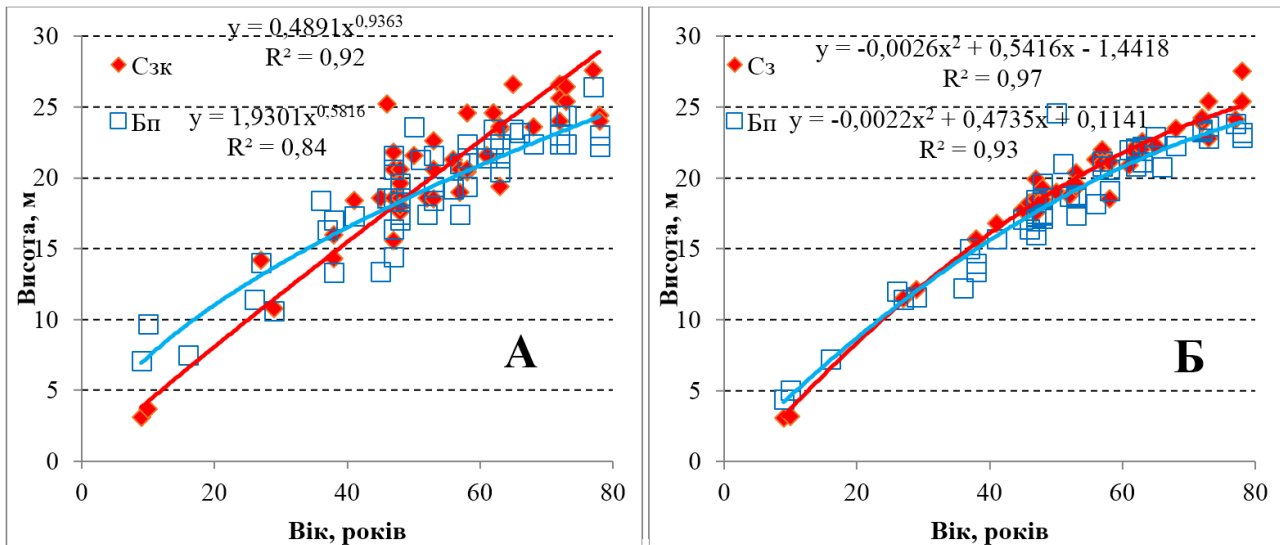


Рис. 6. Динаміка середньої висоти сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах вологих суборів

У зв'язку із невеликою вибіркою насаджень в ОКГ апроксимація динаміки середніх показників сосни і берези вирізняється порівняно невисокою точністю, про що свідчать коефіцієнти

детермінації. Загалом динаміка середнього діаметру сосни і берези у насадження в ОКГ і поза ними є подібною (рис. 7).

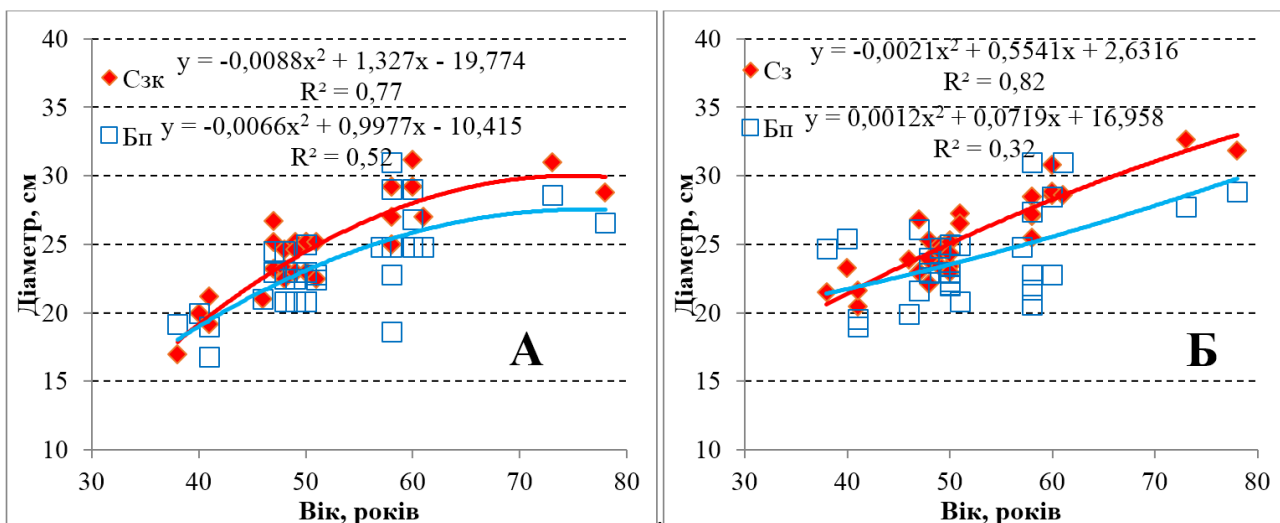


Рис. 7. Динаміка середнього діаметру сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих сугрудів

В обох випадках, починаючи з середньовікових насаджень, спостерігається відставання берези повислої за даним біометричним показником. У середньовікових насадженнях відставання в середньому становить трохи менше 5 %, у пристигаючих – близько 10 %.

Щодо середньої висоти, то динаміка даного показника росту після 50 років суттєво не відрізняється у сосняках в ОКГ і поза ними (рис. 8).

Якщо у середньовікових сосняках в ОКГ суттєвої різниці у висотах немає (2 %), то в

пристигаючих насадженнях сосна випереджає

березу за даним показником у середньому на 7 %.

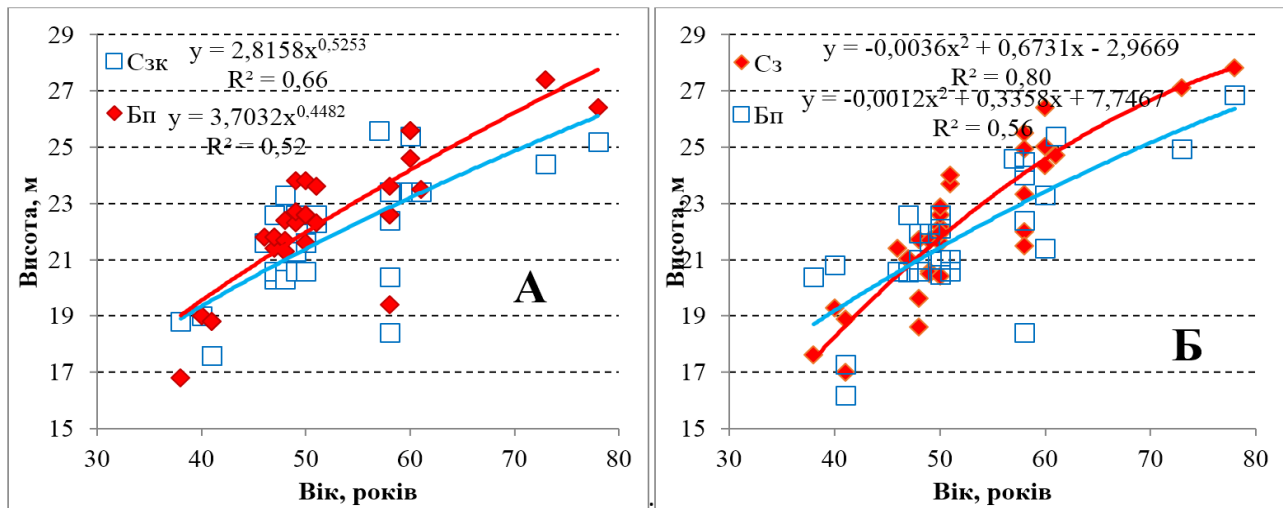


Рис. 8. Динаміка середньої висоти сосни та берези у насадженнях, що ростуть в ОКГ (А) і поза ними (Б) в умовах свіжих сугрудів

висотою (до 20 років).

Висновки

1. У сосняках, що перебувають в осередках кореневої губки, береза повисла є найбільш поширеною супутньою породою. Частка мішаних сосново-березових насаджень залежно від едатопу становить: А₂ – 11 %, в В₂ – 14 %, В₃ – 37 %, С₂ – 22 %.

2. Формування складу сосняків в ОКГ загалом не відповідає рекомендаціям науковців, що підтверджується недостатньою часткою супутніх порід, починаючи з молодняків. Лише в умовах вологих суборів, де відмічене часте трапляння берези повислої природного походження, у молодняках склад є близьким до рекомендованого (близько 60 % супутніх порід).

3. Динаміка середнього діаметру і висоти сосни та берези у насадженнях в осередках хвороби і поза ними найбільш відрізняється в умовах свіжого бору. У молодняках в ОКГ береза в середньому за висотою переважає сосну більш ніж на 20 %, у той час як у здорових насадженнях різниця не перевищує 8 %.

4. В умовах свіжого бору та вологого субору і сосна, і береза мають кращі показники росту у висоту в ОКГ, у свіжих суборах та сугрудах подібного не виявлено.

5. У всіх едатопах спільним у динаміці росту є переважання берези над сосною у молодняках як в осередках хвороби, так і поза ними. В губчатниках, на відміну від здорових сосняків, характерним є більш тривале переважання берези над сосною за діаметром (на 10–20 років) і

References

Aleksiiuk, I. L., Lakyda, P. I. & Hrynyk, H. H. (2013). Prohrama "Lisovporiadnyk" yak systema opratsiuvannia bazy danykh Lisovoho fondu Ukrainy [The Forest Manager program as a system of processing the database of the Forest Fund of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 23.15, 308–316 [in Ukrainian].

Chernykh, A. G. (1986). Uovershenstvovat sistemu meropriyatiy po zashchite sosny ot kornevoy gubki v zone intensivnogo vedeniya lesnogo khozyaystva [To improve the system of measures to protect pine from the mottled butt rot in the zone of intensive forestry] (Nauchnyy otchet 39). Zhitomir, Polesskaya ALOS [in Russian].

Garbelotto, M. & Gonthier, P. (2013). Biology, epidemiology, and control of *Heterobasidion* species worldwide. *Annual Review of Phytopathology*, 51, 39–59. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-082712-102225>.

Mykhailichenko, O. A., Ustskiy, I. M., Vedmid, M. M. & Lozytskyi, V. H. (2014). Osoblyvosti rostu sosnovykh derevostaniv, urazhenykh korenevoiu hubkoiu, v umovakh Novhorod-Siverskoho Polissia [Features of growth of pine tree stands affected by mottled butt rot in the conditions of Novgorod-Siversky Polissya]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsatsiia*, 124, 36–41 [in Ukrainian].

Ladeyschikova, O. I. (Ed.). (2001). Nastanova po zahistu osnovykh nasadzhen vid korenevoyi gubki

[Guidelines for the protection of pine plantations against mottled butt rot]. Kharkiv [in Ukrainian].

Onyshchenko, V. M. (2004). Stan ta produktyvnist shtuchnykh nasadzen sosny zvychainoi, stvorenykh na staroornykh zemliakh Tsentralnoho Polissia [Condition and productivity of artificial pine plantations established in the old-earth lands of Central Polissya] (Avtoreferat dysertatsii kandydata silskogospodarskikh nauk). Natsionalnyi ahrarnyi universytet, Kyiv [in Ukrainian].

Onyskiv, M. I. & Kaidyk, O. Yu. (2008). 30-rychni rezultaty vyvchennia problemy zakhystu vid korenevoi hubky kultur sosny zvychainoi na Polissi [30-year results of the study of the problem of protection against the mottled butt rot of pine plants in Polissya]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*, 114, 201–206 [in Ukrainian].

Pecheniuk, Ye. P. (2017). Analiz rostu sosnovykh nasadzen v osередkakh korenevoi hubky v umovakh Zhytomyrskoho Polissia [Growth analysis of pine plantations in mottled butt rot cells in Zhytomyr Polissya conditions]. In *Problemy vedennia ta ekspluatatsii lisovykh i myslyvskykh resursiv* : matetialy. Vseukr. nauk.-prakt. konf. Zhytomyr : ZhNAEU. 59–60. [in Ukrainian].

Strutynskyi, O. V. (2004). Vplyv dohliadovykh ruban riznoi intensyvnosti na lisopatolohichni stani taksatsiini pokaznyky sosnovykh kultur na zemliakh, shcho vyishly z-pid silskohospodarskoho korystuvannia v Tsentralnomu Polissi Ukrainy [Influence of tending felling of different intensity on the forest pathological state of taxation indicators of pine plantations on lands that came out of agricultural

use in the Central Polissya of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 14.6, 176–180 [in Ukrainian].

Wang, L., Zhang, J., Drobyshev, I., Cleary, M. & Rönnerberg, J. (2014). Incidence and impact of root infection by *Heterobasidion* spp., and the justification for preventative silvicultural measures on Scots pine trees: A case study in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 315, 153–159. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.12.023>.

Witzell, J. & Martin, J. A. (2008). Phenolic metabolites in the resistance of northern forest trees to pathogens—past experience and future prospects. *Can. J. For. Res.*, 38, 2711–2727. doi: <https://doi.org/10.1139/x08-112>.

Ustskiy, I. M. (1988). Osobennosti formirovaniya ochagov kornevoj gubki i vliyanie lesokhozyajstvennykh meropriyatij na ustojchivye nasazhdeniya sosny [Features of the formation of pine stands in mottled butt rot cells and the impact of forestry activities on sustainable] (Dysertatsiya kandydata selskokhozyaystvennih nauk). Kharkov [in Russian].

Zhigunov, A. V., Danilov, D. A., Shestakova, T. A. & Neverovskiy, V. Yu. (2016). Vliyanie vida posadochnogo materiala na rost nasazhdeniy eli i sosnyi na postagrogennykh zemlyah severo-zapada Rossii [The impact of the planting material on the growth rate of spruce and pine plantations on post-agricultural lands of the north-west of Russia]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser. Lesnaya ekologiya. Prirodopolzovaniye*, 3 (31), 30–39. doi: <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2016.3.30> [in Russian].