



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

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/412129>  
Article received 2021.06.23  
Article accepted 2021.12.29

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Iurii Debryniuk  
[debryniuk\\_ju@ukr.net](mailto:debryniuk_ju@ukr.net)

103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630\*181.65

## Вплив *Betula pendula* Roth. на таксаційні показники *Pinus sylvestris* L. у лісових культурах свіжого бору Західного Полісся

Ю. М. Дебринюк<sup>1</sup>, Ю. С. Миклуш<sup>2</sup>

У напрямі підвищення продуктивності та стійкості лісів у конкретних умовах особливого значення набувають заходи з поліпшення лісорослинних умов та ефективного використання потенційної родючості ґрунту. Підвищення ґрунтової родючості можна досягти через відповідний добір деревних порід у вирощуваних насадженнях і забезпечення їхнього складу, близького до оптимального. Тому актуальним питанням є встановлення раціональних схем і способів змішування під час створення лісових культур за участю *Pinus sylvestris* L. та *Betula pendula* Roth. у бідному типі лісорослинних умов, за яких хвойний вид відзначався би високою продуктивністю і стійкістю, використовуючи ґрунтополіпшувачий вплив берези повислої.

Мета роботи полягала у встановленні впливу дерев окремого ряду *Betula pendula* на середні висоту і діаметр дерев *Pinus sylvestris* у 6-рядній кулісі за окремими рядами, у визначенні оптимальної кількості рядів у кулісі сосни за певної ширини міжрядь, на які поширювався би позитивний вплив берези.

Сосна звичайна в умовах свіжих борів внаслідок бідності лісорослинних умов не може нагромаджувати високих запасів стовбурової деревини, зростаючи за III класом бонітету. Винятком є борові типи, ближчі за лісорослинним ефектом до суборів, або за близькою до оптимальної участю берези в складі, де сосна може рости за II класом бонітету.

Встановлено, що в умовах свіжого соснового бору вплив берези повислої на ріст сосни звичайної позитивний. Основну роль відіграють прийнята схема змішування, ширина міжрядь та кількість рядів сосни у кулісі, від чого залежить відстань поширення позитивного впливу берези на хвойну породу.

В умовах  $A_2$  за 2-метрової ширини міжрядь позитивний вплив берези поширюється на чотири ряди сосни, тобто при запровадженні схеми змішування 1р.Бп 4р.Сз. При цьому ширина куліси сягає 10 м. З урахуванням відстані, на яку поширюється позитивний вплив берези, за 1,5-метрової ширини міжрядь рекомендована схема змішування матиме наступний вигляд – 1р.Бп бр.Сз.

**Ключові слова:** бідні типи лісорослинних умов; схеми і способи змішування; густина; взаємовплив; висота; діаметр.

<sup>1</sup> Дебринюк Юрій Михайлович – академік Лісівничої академії наук України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: [debryniuk\\_ju@ukr.net](mailto:debryniuk_ju@ukr.net) ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0994-349X>

<sup>2</sup> Миклуш Юрій Степанович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-237-10-45, +38-067-750-38-26. E-mail: [y.myklush@nltu.edu.ua](mailto:y.myklush@nltu.edu.ua) ORCID: 0000-0002-1940-1045

**Вступ (Introduction).** З усієї системи заходів, спрямованих на підвищення продуктивності та стійкості лісів у конкретних умовах, особливого значення набувають заходи з поліпшення лісорослинних умов та ефективного використання потенційної родючості ґрунту. Підвищення ґрунтової родючості можна досягти через відповідний добір деревних порід у вирощуваних насадженнях і встановлення їхнього складу, близького до оптимального.

У цьому напрямі заслуговує на увагу питання підвищення продуктивності соснових насаджень у бідних типах лісорослинних умов шляхом введення до їх складу листяних видів, зокрема – берези повислої. Доцільність такого заходу є предметом тривалої дискусії у науковій літературі, однак висновки дослідників є неоднозначними. Вивчення впливу берези на сосну в бідних типах лісорослинних умов є біологічною основою розроблення лісогосподарських заходів щодо регулювання частки листяної породи в складі соснового насадження з метою покращення росту головної породи та забезпечення її переваги у складі деревостану.

Специфіка взаємовпливу між двома деревними видами полягає в тому, що вони є доволі подібними за світлолюбністю та вимогами до ґрунтової родючості. До того ж сосна і береза є породами-піонерами, взаємовідносини між якими значною мірою визначаються типом лісорослинних умов (Лавриненко, 1960, 1965; Гончар, 1977; Дебринюк, 1994; Гордієнко та ін., 1995, 2002).

Перевага сосни у її взаємодії з березою полягає у меншій вимогливості до ґрунтової вологи (Лавриненко, 1965). Тому в сухих типах лісорослинних умов сосна успішно конкурує з березою навіть і в молодняках, пригнічуючи листяну породу і витісняючи її зі складу насадження. За даними М. Т. Гончара (1977), у сухих гігروتюпах береза росте незадовільно, трапляючись переважно групами по мікропониженнях, не формуючи зі сосною стійких асоціацій.

В умовах вологого бору до 10-річного віку сосна відстає від берези за висотою, після чого висоти обох порід вирівнюються. У вологому суборі суттєву перевагу за висотою і діаметром берези над сосною зафіксовано з раннього віку. Якщо сосна в мішаних культурах із збільшенням показника трофності дещо посилює інтенсивність росту, то береза – значно інтенсивніше, тобто листяна порода активніше реагує на покращення ґрунтової родючості (Гончар, 1977).

У молодих насадженнях вологих суборів взаємовідносини між сосною і березою складаються на користь останньої, яка за діаметром та висотою переважає сосну. У молодому віці береза виступає як антагоніст хвойної породи (Лавриненко, 1965). Із покращенням лісорослинних умов береза повисла, як вид з інтенсивною життєдіяльністю, також характеризується вищими показниками росту порівняно з сосною звичайною. В. М. Гончар та ін. (2012) чітко простежили зростання частки запасу берези у березово-соснових насадженнях зі збільшенням зволоження – від сухих до вологих суборів.

М. Baumgarten et al. (2019) встановили, що в оліготрофних умовах Північно-Західної Литви *Betula pendula* Roth. може активно конкурувати з *Pinus sylvestris* L. за споживання води на піщаних ґрунтах з низькою водоутримуючою здатністю та за сприйнятливостю до дефіциту вологи.

Значну перевагу берези за висотою та діаметром над сосною в умовах  $C_3$  відзначав М. Т. Гончар (1977). Висоти берези і сосни вирівнюються лише в 50-річному віці, коли інтенсивність росту листяної породи сповільнюється.

В умовах  $B_3$  і  $C_3$  як у природних, так і в штучних насадженнях має місце механічне пошкодження гілок сосни березою під впливом вітру (Гордієнко та ін., 2002). У цих типах лісорослинних умов кількість пошкоджених дерев сосни може досягати 20%, тоді як у борах пошкодження сосни березою мінімальне. Найбільшої шкоди береза завдає сосні за її участі у складі насаджень 40% і більше.

Вивчаючи корененаселеність ґрунту у природних мішаних насадженнях сосни і берези М. Т. Гончар (1977) встановив, що співвідношення у масі їхніх коренів залежить від едатопу: в умовах  $A_{3-4}$  воно складає 1:2, в  $B_3$  – 1:6, в  $C_3$  – 1:1,3 за переваги берези. Поряд з цим, за даними М. І. Гордієнка та ін. (1995) корені берези сприяють заглибленню коренів сосни.

У березово-соснових культурах, створених за кулісним способом змішування (4р.Сз 2р.Бп), у зоні кореневих систем М. Т. Гончар (1977) зафіксував значну перевагу берези за масою і протяжністю коренів. При цьому корені берези поширюються від дерева не менше, ніж на 5-6 м. Значна кількість її коренів досягають середини 4-рядної соснової куліси, тоді як корені сосни в міжряддя берези майже не проникають.

Для забезпечення природного відтворення корінних соснових деревостанів у суборових типах лісу О. О. Мелешук, Л. І. Копій (2012) рекомендують застосовувати систему лісогосподарських заходів з формування бажаного породного складу підросту (видалення берези та інших другорядних порід), а також здійснювати доповнення головної породи для забезпечення її домінування у складі деревостану. Д. Д. Лавриненко (1965) рекомендував здійснювати у березово-соснових молодняках 2-3 освітлення («посадка берези на пень»), що поліпшує ріст сосни і забезпечує її перевагу у складі насадження.

В умовах  $A_2$  та  $A_3$  береза в молодому віці за висотою росте інтенсивніше, ніж сосна звичайна, тому в культурах доцільно здійснювати рубки догляду з 5-7-річного віку з «посадкою берези на пень» в період зимового спокою, що стимулюватиме появу рясної порості (Гордієнко, Шаблій, Шлапак, 1995).

За даними Л. І. Копія та ін. (2009), з метою формування оптимальних умов для вирощування високопродуктивних соснових лісостанів в умовах  $A_2$ , найістотніше антропогенне втручання доцільно приурочити до віку освітлень та прочищень у період їхнього максимального приросту.

Поряд з цим, низкою дослідників зафіксовано позитивний вплив листяних порід, в т.ч. і берези, на ріст сосни звичайної у бідних типах лісорослинних умов. Д. Д. Лавриненко (1965) наводив дані щодо значно інтенсивнішого проходження процесів життєдіяльності мікрофауни, більшого нагромадження азоту і фосфору під березово-дубово-сосновим насадженням порівняно з чистим сосновим. За В. С. Шумаковим (1954), на бідних ґрунтах борів і суборів під час висаджування берези в соснові культури в кількості до 30% спостережено покращення росту сосни за висотою та діаметром порівняно з ростом у чистих культурах. Дослідник пов'язував покращення росту сосни із ґрунтополіпшуючим впливом берези.

На доцільність створення березово-соснових культур в умовах свіжих і вологих борів вказував Д. Д. Лавриненко (1960), відзначаючи позитивний вплив домішки берези в соснових насадженнях на родючість ґрунту, а також вищу біотичну стійкість березово-соснових культур, порівняно з чистими сосновими. У насадженнях Українського Полісся в березовому опаді азоту (1,5%) в 2,1, фосфору (0,4%) – в 1,8, калію (0,31%) – в 1,9 рази більше, ніж в опаді сосни звичайної (Гордиенко, Шаблій, Шлапак, 1995). Береза певною мірою поліпшує родючість ґрунту у соснових насадженнях, однак це поліпшення все ж має локальний характер і не є суттєвим (Mikola, Silfver, & Rousi, 2018).

На думку Д. Д. Лавриненка (1965), на бідних і сухих ґрунтах борів і суборів створення березово-соснових культур є раціональним і необхідним заходом навіть за деякого ускладнення технологічного процесу. Проблема полягає у пом'якшенні лісогосподарськими заходами негативного впливу берези на сосну у перші роки існування штучного насадження.

Сосна та береза ростуть швидше у мішаних, ніж у чистих насадженнях (Kaitaniemi, & Lintunen, 2010). При цьому у вологих борах і суборах береза виступає конкурентом сосни, тоді як у свіжих типах інтенсивність її росту знижується, особливо – у борових умовах (Лавриненко, 1960, 1965; Гордиенко та ін., 1995, 2002).

Наведені факти підтверджують *актуальність проблеми* щодо встановлення раціональних схем і способів змішування під час створення лісових культур за участю *Pinus sylvestris* та *Betula pendula* у бідних типах лісорослинних умов, за яких хвойний вид відзначався би високою продуктивністю і стійкістю, використовуючи ґрунтополіпшуючий вплив берези повислої.

*Мета роботи* полягає у встановленні впливу дерев рядів *Betula pendula* на середні висоту і діаметр дерев *Pinus sylvestris* у 6-рядній кулісі за окремими рядами, у визначенні оптимальної кількості рядів у кулісі сосни, на які поширювався би позитивний вплив берези.

*Об'єктом дослідження* були соснові насадження штучного походження за участю *Betula pendula* у бідних типах лісорослинних умов. *Предмет*

*дослідження* – вплив *Betula pendula* на таксаційні показники *Pinus sylvestris* в умовах свіжого соснового бору Західного Полісся.

**Об'єкти і методика досліджень (Objects and methods).** Об'єкти досліджень знаходились на території лісового фонду Жиричівського л-ва ДП «Ратнівське ЛМГ» Волинського ОУЛМГ. Соснові насадження тут превалюють і ростуть переважно в борових і суборових типах лісорослинних умов. При цьому, близько половини цих насаджень мають штучне походження.

Для встановлення впливу технологічних складових на таксаційні показники деревних видів використано загальноприйняті методики лісівничо-таксаційних досліджень із закладанням пробних ділянок (ПД) у найхарактернішому місці досліджуваного насадження (Гірс та ін., 2013).

Для визначення впливу *Betula pendula* на середні висоту і діаметр *Pinus sylvestris* було здійснено виміри 79-ти дерев берези та 203 дерев сосни у розрізі окремих рядів. У дерев вимірювали окружність стовбура на висоті 1,3 м з наступним встановленням діаметра з точністю до 0,1 см. Для вимірювання висот дерев використали висотомір Блюме-Лейса.

Тип і підтип лісорослинних умов, тип лісу для кожної пробної ділянки уточнювали за методиками типологічних досліджень (Остапенко, Ткач, 2002) з використанням напрацювань З. Ю. Герушинського (1996).

Під час статистичного опрацювання експериментальних матеріалів застосовували методи варіаційної статистики (Горошко, Миклуш, Хомюк, 2004) і пакети програми Microsoft Excel.

**Результати (Results).** Серед борових типів лісу об'єкта досліджень свіжі бори є найпоширенішими. У трьох насадженнях цих типів лісу закладено пробні ділянки. Лісівничо-таксаційну характеристику досліджуваних штучних насаджень з вказанням технологічних елементів їх створення представлено в табл. 1.

Так, сосна у середньовіковому насадженні, створеному за рядовим способом (ПД-6), росте за III класом бонітету. Сосну Банкса вводили в ряди головної породи окремими садивними місцями з метою створення сприятливого мікроклімату для росту сосни звичайної. Звертає увагу дуже висока початкова густота створення культур. Ймовірно, такий технологічний прийом запроваджено з метою досягнення швидкого змикання лісових культур в умовах свіжого бору.

Окремі дерева сосни Банкса, які залишилися в рядах сосни звичайної, відзначаються незадовільним формуванням стовбурів та помітним відставанням за середніми висотою та діаметром від сосни звичайної (див. табл. 1).

У насадженні за 20%-ої участі берези (ПД №7) початкова густота культур помітно менша, ніж на пробі №6 (на 22%). Культури створювали за доволі широкими, як для борових умов, 2-метровими міжряддями з використанням мінімального кроку садіння – 40 см.



Таблиця 1

## Лісівничо-таксаційна характеристика штучних лісових насаджень сосни звичайної в умовах борів і суборів

Table 1. Mensurational description of Scots pine forest plantations under conditions of infertile and fairly infertile site types

Деревний вид	Середні		Густота, шт./га	Абсолютна повнота, м <sup>2</sup> /га	Запас, м <sup>3</sup> /га	Клас бонітету	Початкова густота (шт./га); розміщення (м); схема змішування
	висота, м	діаметр, см					
1	2	3	4	5	6	7	8
Пробна ділянка № 6; кв. 48, в. 1; $A_2-C$ ; 48 р.; 10Сз + Сб							
Сосна звич.	12,7	15,2	1397	25,30	170	III	16000;
Сосна Банкса	11,4	12,4	44	0,53	3	IV	1,25 × 0,5;
<b>Р а з о м</b>			1441	25,83	173		рядові к-ри
Пробна ділянка № 7; кв. 49, в. 3; $A_2-C$ ; 38 р.; 8Сз2Бп							
Сосна звич.	12,2	12,8	1628	21,00	133	II	12500;
Береза пов.	13,9	14,5	274	4,52	34	II	2,0 × 0,4;
<b>Р а з о м</b>			1902	32,98	167		бр.Сз 1р.Бп
Пробна ділянка № 3; кв. 12, в. 36; $A_3-C$ ; 64 р.; 10Сз							
Сосна звич.	14,0	21,2	756	26,69	203	III	13300; 1,5 × 0,5;
<b>Р а з о м</b>			756	26,69	203		чисті ряди Сз
Пробна ділянка № 9; кв. 54, в. 24; $B_2-дC$ ; 28 р.; 10Сз							
Сосна звич.	12,6	11,8	2298	25,05	176	I	12500; 1,6 × 0,5;
<b>Р а з о м</b>			2298	25,05	176		чисті ряди Сз
Пробна ділянка № 5; кв. 67, в. 2; $B_2-дC$ ; 35 р.; 10Сз							
Сосна звич.	15,3	15,9	1450	28,91	226	I	8300; 2,4 × 0,5;
<b>Р а з о м</b>			1450	28,91	226		чисті ряди Сз
Пробна ділянка № 4; кв. 64, в. 31; $B_2-дC$ ; 40 р.; 8Сз2Бп							
Сосна звич.	17,4	18,8	1198	33,30	239	I <sup>a</sup>	11100;
Береза пов.	18,5	20,4	104	3,40	34	I <sup>a</sup>	1,5 × 0,6;
<b>Р а з о м</b>			1198	33,18	273		8р.Сз 2р.Бп

На час дослідження клас бонітету головної породи, як для умов  $A_2$ , порівняно високий. Незважаючи на помітно менший вік насадження, запас стовбурової деревини в ньому практично не поступається такому на ПД №6.

Звертає на себе увагу схема змішування, за якої ряд берези введено через кожних шість рядів сосни. За висотою та діаметром листяна порода дещо переважає сосну. Візуально спостережено деякий негативний вплив берези на ряди сосни, які безпосередньо контактують з рядами берези.

Візуально спостережено також різну товщину лісової підстилки у березово-сосновій кулісі: із збільшенням відстані від ряду берези товщина її збільшується.

Соснове насадження в умовах вологого соснового бору (ПД №3) було створено за рядовою схемою змішування. Вологі лісорослинні умови сприяли появі берези природного походження,

взаємовідносини між якою та головною породою складались не на користь останньої. У зв'язку з цим, березу періодично вибирали зі складу рубками догляду, внаслідок чого у 60-річному віці сформувались чисті соснові культури. Запас стовбурової деревини невисокий внаслідок низької повноти насадження.

В умовах свіжого субору сосна росте за I класом бонітету (ПД №9, №5). Культури створювали чистими за складом, оскільки ділянки представлені бороватим підтипом лісорослинних умов, в яких дуб звичайний рости не може. Березу повислу, яка в умовах  $B_2$  поновлювалась природним шляхом, періодично «саджали на пень». На час дослідження листяна порода у насадженнях представлена у вигляді підросту як насінного, так і вегетативного походження.

Початкова густота лісових культур близька до такої в борових умовах.

Березово-соснове насадження в умовах свіжого субору (ПД № 4) створено за кулісним способом змішування. Оскільки ця ділянка, як і дві попередні, представлена бороватим підтипом, дуб звичайний замінили березою повислою. Такий лісокультурний прийом виявився цілком виправданим, скільки сосна росте за високим I<sup>a</sup> класом бонітету, а запас стовбурової деревини у насадженні перевищує 270 м<sup>3</sup> на 1 га.

Визначення впливу берези на ріст сосни в умовах свіжого соснового бору здійснювали на прикла-

ді насадження штучного походження, де закладено пробну ділянку №7 (див. табл. 1). Загальний вигляд та відповідні характеристики досліджуваної куліси представлені на рис. 1.

Аналіз особливостей формування діаметрів та висот здійснювали за переліком дерев окремо у кожному ряді 6-рядної куліси сосни звичайної. Протяжність рядів становила 70 м, де було збережено 32-35 дерев хвойного виду в кожному ряду. Ці ж самі показники визначали і для двох рядів берези, які безпосередньо примикали до соснової куліси з обох боків.



Рис. 1. Схема досліджуваної куліси у березово-соснових культурах (A<sub>2</sub>-С; 38 років; розташування садивних місць – 2,0 × 0,4 м; початкова густина – 12500 шт. на 1 га, в т.ч. берези – 1750 шт. на 1 га; початковий склад – 9Сз1Бп)  
Примітка. Восьмий ряд *Betula pendula* відноситься до наступної 6-рядної куліси

Fig. 1. Scheme of the studied multi-row strip of trees in birch-pine plantations (forest type code – A<sub>2</sub>-P; 38 years; arrangement of planting spots – 2.0 × 0.4 m; initial density – 12,500 pcs. per ha, incl. birch – 1,750 pcs. per ha; initial stand composition – 9Pine1Birch) Note. The eighth row of *Betula pendula* belongs to the next 6-row strip of trees

Варто зазначити, що на час дослідження кількість дерев, порівняно з початковою, зменшилась для сосни і берези у 6,2 та 6,4 рази відповідно. Середня відстань між деревами у ряду знаходиться в межах 1,6-2,4 м.

На рис. 2 і 3 представлено візуалізацію фактичних значень висот і діаметрів дерев сосни та берези за окремими рядами. За діаметром і висотою береза загалом переважає сосну.

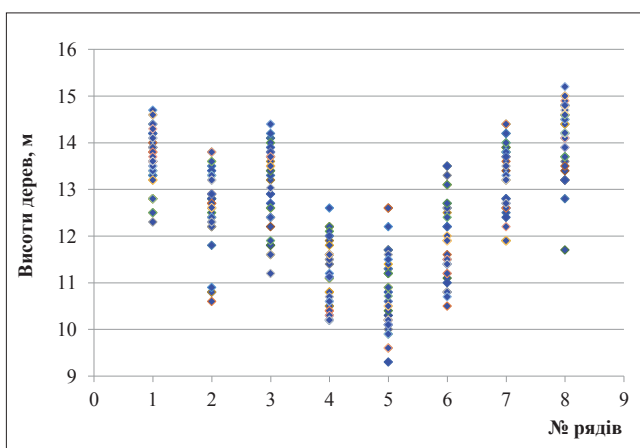


Рис. 2. Висоти дерев *Betula pendula* і *Pinus sylvestris* за окремими рядами у лісових культурах свіжого бору (1, 8 – ряди берези, 2-7 – ряди сосни)

Fig. 2. Tree heights of *Betula pendula* and *Pinus sylvestris* by separate rows in forest plantations under conditions of fresh infertile site type (1, 8 – rows of birch, 2-7 – rows of pine)

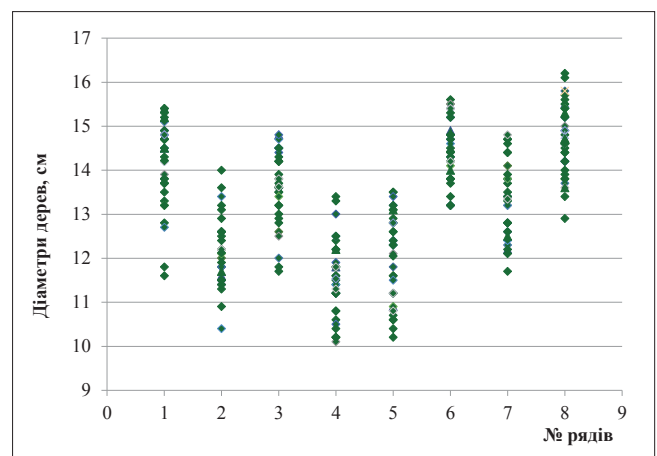


Рис. 3. Діаметри дерев *Betula pendula* і *Pinus sylvestris* за окремими рядами у лісових культурах свіжого бору (1, 8 – ряди берези, 2-7 – ряди сосни)

Fig. 3. Tree diameters of *Betula pendula* and *Pinus sylvestris* by separate rows in forest plantations under conditions of fresh infertile site type (1, 8 – rows of birch, 2-7 – rows of pine)

За результатами досліджень, у сосни, ряди якої безпосередньо примикають до рядів берези, ці показники є помітно нижчими, тобто вплив берези на сосну у цих сусідніх рядах негативний, незважаючи на потенційно найбільший ґрунтополіпшуючий ефект берези (найменша товщина підстилки).

Ґрунтополіпшуючий вплив берези найкраще використовує хвойна порода, яка росте у третьому та шостому рядах куліси – середні висоти та діаметри

сосни тут, загалом, найвищі. Сосна в 4-му і 5-му рядах характеризується найнижчими таксаційними показниками, оскільки ґрунтополіпшуючий вплив берези на ці ряди вже не поширюється.

Опрацьовані статистичні показники дерев у рядах берези і сосни за висотою (табл. 2) та діаметром (табл. 3) вказують на достовірність отриманих значень та дають змогу зробити певні узагальнення. За висотою перевагу берези над сосною спостережено не лише за середнім, але й за максимальним показ-

ником. За мінімальним показником висоти сосна в 7-му ряду навіть має несуттєву перевагу над березою у сусідньому ряду.

Стандартне відхилення рядів за висотою та коефіцієнт варіації, який змінюється в межах 4,5-7,7% вказують на незначне розсіювання варіант навколо середнього показника. Незважаючи на порівняно невелику кількість заміряних дерев, точність обчислення діаметрів та висот дуже висока, похибка не перевищує 1,4%.

Таблиця 2

**Статистичні показники середньої висоти берези та сосни за окремими рядами у лісових культурах свіжого бору, м**

**Table 2. Statistical indicators of average height of birch and pine by separate rows in forest plantations under conditions of fresh infertile site type, m**

№ рядів та індекс деревного виду	К-сть спостережень, шт.	$X_{\min}$	$X_{\max}$	$X_{av}$	$\delta$	V, %	$t_f$	P, %
1-ий ряд Бп	38	12,3	14,7	13,6±0,10	0,63	4,59	134,2	0,8
2-ий ряд Сз	33	10,6	13,8	12,6±0,15	0,84	6,64	86,5	1,2
3-ий ряд Сз	32	11,2	14,4	13,0±0,16	0,88	6,71	84,3	1,2
4-ий ряд Сз	34	10,2	12,6	11,1±0,12	0,70	6,28	92,8	1,1
5-ий ряд Сз	35	9,3	12,6	10,7±0,14	0,83	7,71	76,7	1,3
6-ий ряд Сз	33	10,5	13,5	11,9±0,15	0,85	7,15	80,4	1,2
7-ий ряд Сз	32	11,9	14,4	13,2±0,14	0,78	5,93	95,4	1,1
8-ий ряд Бп	41	11,7	15,2	14,2±0,11	0,71	4,99	128,2	0,8
Середні значення по рядах Сз		10,6	13,6	12,2±0,11	0,66	6,37		
Середні значення по рядах Бп		12,0	15,0	13,9±0,10	0,75	4,65		

Таблиця 3

**Статистичні показники середнього діаметра берези та сосни за окремими рядами у лісових культурах свіжого бору, см**

**Table 3. Statistical indicators of average diameter of birch and pine by separate rows in forest plantations under conditions of fresh infertile site type, cm**

№ рядів та індекс деревного виду	К-сть спостережень, шт.	$X_{\min}$	$X_{\max}$	$X_{av}$	$\delta$	V, %	$t_f$	P, %
1-ий ряд Бп	38	11,6	15,4	14,2±0,15	0,94	6,59	93,6	1,1
2-ий ряд Сз	33	10,4	14,0	12,1±0,14	0,78	6,45	89,0	1,1
3-ий ряд Сз	32	11,7	14,8	13,6±0,15	0,85	6,25	90,5	1,1
4-ий ряд Сз	34	10,1	13,4	11,5±0,15	0,87	7,50	77,7	1,3
5-ий ряд Сз	35	10,2	13,5	12,0±0,17	1,00	8,27	71,5	1,4
6-ий ряд Сз	33	13,2	15,6	14,4±0,13	0,73	5,07	113,4	0,9
7-ий ряд Сз	32	11,7	14,8	13,3±0,15	0,85	6,37	88,9	1,1
8-ий ряд Бп	41	12,9	16,2	14,7±0,12	0,77	5,24	122,3	0,8
Середні значення по рядах Сз		11,2	14,3	12,8±0,14	0,88	6,65	88,7	1,2
Середні значення по рядах Бп		12,3	15,8	14,5±0,12	0,86	5,92	109,24	1,0

Подібну тенденцію розподілу середніх, мінімальних і максимальних показників дерев сосни і берези у розрізі окремих рядів спостережено і за діаметром, де загалом зафіксовано перевагу берези за цими показниками. Поряд з цим необхідно відзначити, що у досліджуваних лісорослинних умовах береза не завжди характеризується інтенсивним ростом, на що вказує її менше мінімальне значення порівняно з мінімальним значенням сосни у 7-му ряді за висотою та порівняно з мінімальним значенням сосни у 6-му ряді за діаметром.

Візуалізацію впливу ряду берези на ріст сосни за висотою та діаметром представлено на рис. 4, 5. Загалом у формі кривих прослідковується подібна тенденція послідовностей їх змін. Так, 2-ий і 7-ий ряди сосни звичайної зазнають найсильнішого негативного впливу з боку берези, що проявляється як у надземній – механічне пошкодження гілок, так, ймовірно, і в підземній частині фітоценозу, про що

зазначено в інших роботах (Гончар, 1977). З віддаленням від рядів берези, її негативний вплив на сосну нівелюється. Отже, 3-ій і 6-ий ряди сосни повною мірою використовують ґрунтополіпшуючий вплив берези. Особливо чітко цю тенденцію прослідковано для діаметра, показники якого тут найвищі порівняно з такими в інших соснових рядах (див. рис. 5).

Проте за висотою такої чіткої тенденції встановити не вдалося (див. рис. 4). Так, у 7-му ряді сосни, який безпосередньо примикає до ряду берези, показник  $X_{av}$  висоти хвойної породи навіть дещо вищий, ніж у 3-му ряді, незважаючи на те, що 7-ий ряд сосни перебуває під найсильнішим негативним впливом берези. Ймовірно, гірший ріст сосни зумовлений нерівномірним розташуванням дерев берези у 8-му ряді: трапляються прогалини в 3-5 м, де особини берези відсутні, і сосна використала «вільний простір» для інтенсифікації процесів росту за висотою.

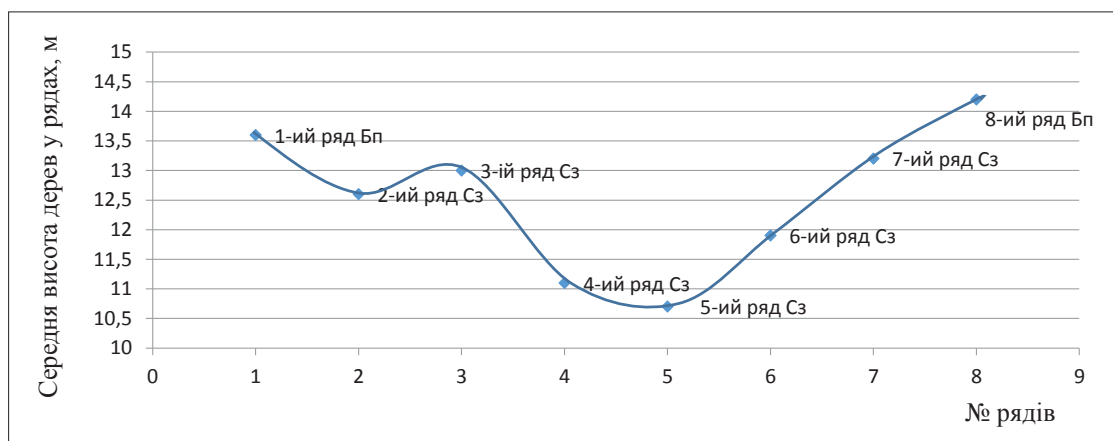


Рис. 4. Візуалізація впливу окремого ряду берези на ріст сосни за висотою на ПД №7 у 6-рядній кулісі за окремими рядами при ширині міжрядь 2,0 м

Fig. 4. Visualizing influence of a single row of birch on the growth of pine in height in the sample plot No.7 in a 6-row strip of trees by separate rows with a row spacing of 2.0 m

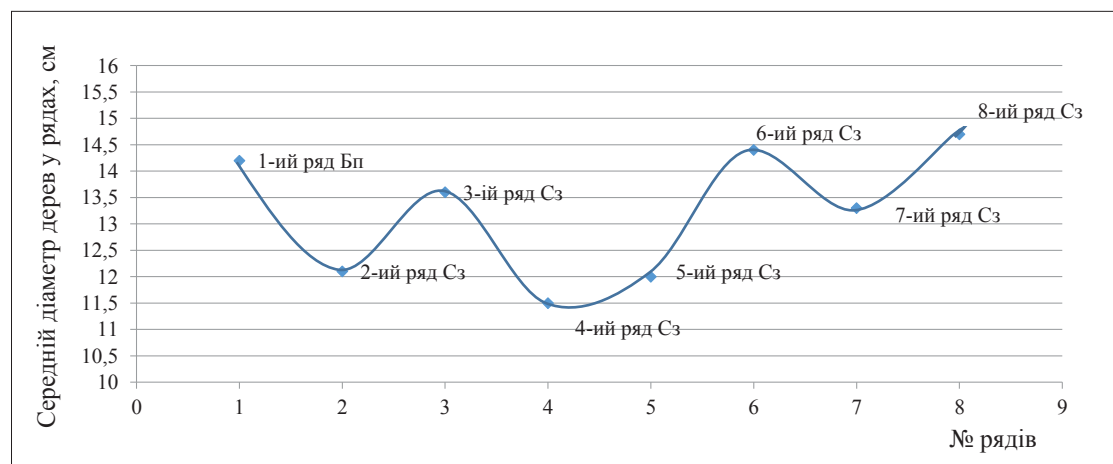


Рис. 5. Візуалізація впливу окремого ряду берези на ріст сосни за діаметром на ПД №7 у 6-рядній кулісі за окремими рядами при ширині міжрядь 2,0 м

Fig. 5. Visualizing influence of a single row of birch on the growth of pine in diameter on the sample plot No.7 in a 6-row strip of trees by separate rows with a row spacing of 2.0 m

На відміну від 3-го ряду, сосна у 6-му ряду не відзначається найвищими показниками за висотою, хоча характеризується перевагою за діаметром. Вірогідно, такі відхилення зумовлені внутрішніми особливостями росту окремих особин сосни звичайної.

Як за висотою, так і за діаметром 4-ий і 5-ий ряди сосни, які є найвіддаленішими від рядів берези, характеризуються найнижчими показниками.

Отже, сосна в умовах свіжих борів внаслідок бідності лісорослинних умов не може нагромаджувати високих запасів стовбурової деревини, зростаючи за III класом бонітету. Основним завданням є збереження насадження у зімкнутому стані, щоб воно могло задовільно виконувати середовищно-захисні функції. Винятком є борові типи, ближчі за лісорослинним ефектом до суборів, або за близь-

кою до оптимальної участю берези в складі, де сосна може досягати II класу бонітету.

Для підтвердження різної інтенсивності росту дерев сосни за окремими рядами виконали статистичне порівняння середніх значень у рядах та оцінку відмінності між ними за t-критерієм Стьюдента (табл. 4). За рівня значимості 5% відмінності між середніми висотами виявились суттєвими та не зумовленими випадковими величинами для усіх середніх значень порівняно зі значеннями рядів сосни, що безпосередньо примикають до рядів берези. Необхідно зауважити, що вища середня висота дерев сосни у третьому ряду також достовірно перевищує середню висоту дерев сосни у другому ряду, але різниця між середніми висотами дерев сосни у сьомому та шостому рядах, яка зменшується, також є статистично достовірною.

Таблиця 4

**Відмінності між середніми значеннями висот і діаметрів сосни звичайної у рядах за критерієм Стьюдента**

*Table 4. Differences between average values of heights and diameters of Scots pine in rows according to Student's criterion*

Порівняння між рядами	Число ступенів свободи	Значення критерія Стьюдента		Критичне значення
		за висотою	за діаметром	
2-ий і 3-ий	63	6,61	7,33	1,998
2-ий і 4-ий	65	7,76	2,89	1,997
2-ий і 5-ий	66	11,34	0,70	1,997
5-ий і 7-ий	65	12,45	5,61	1,997
6-ий і 7-ий	66	6,30	4,99	1,997

За діаметром середні значення дерев сосни у 2-му та 5-му рядах виявились подібними, що вказує на відсутність достовірної різниці між цими значеннями. Характерно, що за діаметром встановлена статистично достовірна різниця між середніми значеннями дерев у рядах 2-му і 3-му та 6-му і 7-му, де проявляється позитивний вплив берези на інтенсивність росту дерев сосни, яка має вищі середні значення у рядах 3-му і 6-му, ніж у 2-му та 7-му, які безпосередньо примикають до рядів берези.

За результатами досліджень, вплив листяної породи на ріст сосни безумовно позитивний. Вирішальну роль відіграє частка участі берези в складі соснового насадження, підтримання її на рівні, близькому до оптимального, впродовж періоду вирощування березово-соснового насадження.

**Дискусія (Discussion).** Порівняно із сосною, береза відзначається інтенсивнішою життєдіяльністю, що відображається на значно вищих показниках висоти та діаметра листяної породи у молодому віці, високій конкуренції за вологу і поживні речовини, негативною механічною дією на дерева сосни. У березово-соснових молодняках основні лісівничо-таксаційні показники берези вищі, ніж у сосни, де береза виступає як антагоніст хвойної породи

(Лавриненко, 1965; Lintunen, Sievänen, Kaitaniemi, & Perttunen, 2011; Deptuła, Nienartowicz, Iwicka, & Filbrandt-Czaja, 2017). Поряд з цим, Д. Д. Лавриненко (1965) в умовах свіжих борів відносив сосну і березу до порід зі середнім ступенем потенційної конкурентоздатності, які не стільки витісняють одна одну зі складу насаджень, скільки виявляють напружену конкуренцію під час сумісного зростання. З твердженням дослідника можна погодитися, але з обов'язковою прив'язкою до підтипу лісорослинних умов. Для прикладу, у субороватих вологуватих підтипах свіжих борів *Betula pendula* є активним конкурентом *Pinus sylvestris*, тоді як у центральному підтипі свіжих борів конкурентоздатність берези сильно знижена, і вона не може стати причиною витіснення сосни зі складу насадження навіть у тих рядах, до яких листяна порода безпосередньо примикає. Основним лімітуючим чинником росту берези та зниження її конкурентних можливостей у цьому випадку виступає зволоженість ґрунту.

За нашими дослідженнями (Дебринюк, 1994), в умовах А, береза повисла є нестійким компонентом соснових культур, поступається за інтенсивністю росту сосні, однак введення листяної породи (4р.Сз 1р.Бп з Рр) відіграє важливу меліоратив-



ну роль. В умовах  $A_1$ , введення берези в культури сосни в кількості 20-30% виявляє позитивний вплив на ріст сосни через поліпшення ґрунтових умов (4-5р.Сз 1р.Бп або 7р.Сз 2р.Бп), однак у молодому віці через переважання берези за висотою над сосною, листяну породу потрібно «садити на пень». В умовах  $A_3$  береза є сильним конкурентом сосни, значно переважаючи її за середніми таксаційними показниками. За даними П.Г. Вакулюка (1980), вже за 25-35%-ої участі берези в соснових культурах загальна їхня продуктивність знижується і навіть рубками догляду не завжди вдається поліпшити життєвий стан сосни у таких насадженнях.

Лавриненко та ін. (1956) в умовах  $A_1$  взагалі не рекомендували вводити березу повислу в соснові культури через значну сухість ґрунту; в умовах  $A_2$  автори вважали за доцільне вводити в культури сосни близько 20% берези (8р.Сз 2р.Бп на не розкорчованих невідновлених зрубках); в умовах  $A_3$ , у зв'язку із погіршенням росту сосни, домішка берези в культурах є важливою і бажаною (6р.Сз 3р.Бп).

Л. Н. Frivold, & J. Frank (2002) в умовах північно-східної Норвегії для соснових ділянок не встановили істотної різниці в індексі росту між мішаними березово-сосновими та чистими сосновими насадженнями. Вплив домішки берези на збільшення обсягу стовбурової деревини ялини чи сосни підтвердити не вдалося. Окрім цього, результати досліджень В. Mason, & Т. Connolly (2016) свідчать про те, що у випадку створення лісових культур за участю двох видів, вимогливих до світла, основним механізмом, що забезпечує продуктивність, виступатиме конкуренція за світло.

У лісових культурах дуже сухих і сухих суборів М. І. Гордієнко та ін. (1995) рекомендували вводити березу повислу одним чистим рядом через кожні 3-5 рядів сосни звичайної з систематичними рубками догляду, починаючи з 3-5-річного віку. Проте в умовах  $B_0$  та  $B_1$  береза відчуває гостру нестачу вологи, і є менш конкурентоздатною, ніж сосна (Лавриненко, 1960). На нашу думку, в цих типах кількість рядів сосни в кулісі повинно бути 4-5, а «садіння берези на пень» потрібно здійснювати не раніше 5-7-річного віку.

Домішка берези понад 30% знижує інтенсивність росту сосни, уповільнює змикання хвойної породи, погіршує її життєвий стан (Гордієнко та ін., 2002). Проте, враховуючи сприятливий вплив берези на ґрунт, автори рекомендують вводити березу одним рядом в соснові культури свіжих і вологих борів (4-5р.Сз 1р.Бп). Така рекомендація є слушною, хоча й досить узагальненою, оскільки в умовах  $A_2$  та  $A_3$  взаємовідносини між сосною та березою суттєво різняться, тому не можна рекомендувати однакові підходи до створення березово-соснових культур у цих типах лісорослинних умов.

Під час створення березово-соснових культур Д. Д. Лавриненко (1965) пропонував використовувати кулісний або шаховий способи змішування. Для умов  $A_2$  доцільно використати схему змішування – 8р.Сз 2р.Бп, для умов  $A_3$  – 6р.Сз 3р.Бп. Під час за-

провадження шахового змішування довжина сторін «шахівок» сосни повинна бути в два рази більшою, ніж берези. Варто зауважити, що у вологих борах береза, маючи достатню кількість вологи, виступає конкурентом сосни за поживні речовини, значно переважаючи її за висотою та діаметром (Дебринюк, 1994). З цього приводу М. І. Гордієнко та ін. (1995) зазначали, що 20-30%-на домішка берези в культурах знижує інтенсивність росту сосни, сповільнює змикання крон, пришвидшує диференціацію дерев у насадженні з утворенням значної частки ослаблених особин. Тому введення берези в цих умовах повинно бути обмеженим (до 20% від початкової густоти). Невелика домішка берези інтенсифікує процес фотосинтезу хвої сосни (Мякушко, 1978). За результатами наших досліджень, в умовах  $A_2$  за використання схеми змішування 1р.Бп 4р.Сз, розміщення рослин  $2,0 \times 0,5$  м і початкової густоти 10,0 тис. шт./га початкова участь берези становить 20%; за схеми змішування 1р.Бп 6р.Сз, розміщення рослин  $1,5 \times 0,5$  м і початкової густоти 13,4 тис. шт./га участь берези в початковому складі становить 15%. Вказана частка берези за використання зазначених технологічних елементів створення лісових культур, є близькою до оптимальної.

М. Т. Гончар (1977) зазначав, що в умовах  $B_3$  таксаційні показники сосни у чистих насадженнях, такі ж, як і в мішаних з березою. У зв'язку з цим зазначено, що вплив берези на сосну подібний до такого впливу між особинами сосни у чистих насадженнях, тобто дослідник не виявив негативного впливу берези на сосну в умовах вологого субору. Поряд з цим, за даними інших досліджень (Лавриненко, 1960, 1965; Гордієнко та ін., 1995) саме у вологих суборах і сугрудах вплив берези на сосну максимально негативний. Такі розбіжності у результатах досліджень полягають у тому, що М. Т. Гончар (1977) не акцентував уваги на характері розташування берези у сосновому насадженні (групове, рівномірне, смугове), що суттєво впливає на ріст сосни. Іншою причиною може бути неврахування регулювання рубками догляду участі берези у сосновому насадженні, у зв'язку з чим її негативний вплив на сосну був мінімізований.

За даними М. Т. Гончара (1977), у березово-соснових культурах на стиках рядів порід перевагу за висотою та діаметром має береза, що потрібно враховувати під час створення лісових культур. Виходячи із цих даних, дослідник рекомендував у бідних типах лісорослинних умов використовувати схему змішування: 4-5р.Сз 1-2р.Бп, а також вводити між кулісами порід буферний ряд чагарника. На наш погляд, рекомендація є цілком слушною, однак вводити два ряди берези за 4-5-рядної куліси сосни немає потреби.

Сильне пригнічення сосни березою у лісових культурах вологих суборів і сугрудів відзначав Д. Д. Лавриненко (1960). На думку вченого, найефективнішим способом створення стійких березово-соснових насаджень є введення в культури берези на два-три роки пізніше від сосни. Поряд з цим, в

умовах  $A_{2,1}$  березу потрібно вводити в культури разом із сосною, оскільки її позиції тут дуже слабкі у зв'язку із бідними ґрунтами та дефіцитом вологи.

Будучи введеною в культури на декілька років пізніше, ніж сосна, береза за такого варіанту не виявляє негативного впливу на сосну, а, навпаки, створює їй бокове затінення і забезпечує інтенсивний ріст у висоту. У такому випадку взаємовідносини між цими породами є сприятливими (Гончар, 1977).

У суборах Полісся України за чергування одного ряду берези з трьома-шістьма рядами сосни запас її стовбурової деревини на 10-13% більший, ніж у чистих культурах (Корецький, 1967). Цей висновок підтверджено результатами наших досліджень, але за умови, якщо куліса сосни є 4- або 6-рядною (за ширини міжрядь 2,0 та 1,5 м відповідно). За рекомендаціями М. І. Гордієнка та ін. (1995), враховуючи ґрунтополіпшуючу роль берези, в культури свіжих і вологих борів її необхідно вводити одним рядом через 3-5 рядів сосни звичайної, з чим загалом можна погодитись.

Варто зауважити, що вплив берези на сосну значною мірою залежить від ширини міжрядь. Чим вужчі міжряддя, тим на більшу кількість рядів сосни поширюється позитивний вплив берези через пришвидшення розкладання опаду, проте зростає негативний вплив листяної породи на суміжний ряд сосни.

Негативний вплив берези на сосну у лісових культурах вологих типів лісорослинних умов, особливо у випадку запровадження змішування рядами, не може бути однозначним твердження недоцільності введення берези, як супутньої породи, в соснові культури (Гончар, 1977). Дійсно, у відносно багатих типах лісорослинних умов (ТЛУ –  $C_2$ ,  $C_3$ ) введення берези у соснові культури недоцільне, оскільки тут можна вводити цінніші листяні породи – дуб, липу, клен, граб тощо. Д. Д. Лавриненко (1965) зазначав, що саме в цих типах лісорослинних умов і було зафіксовано найбільшу кількість невдалих березово-соснових культур, де береза виступала антагоністом щодо хвойної породи.

**Висновки (Conclusions).** В умовах свіжого соснового бору вплив *Betula pendula* на ріст *Pinus sylvestris* є позитивним за умови запровадження раціональних схеми змішування, ширини міжрядь та кількості рядів сосни у кулісі, від чого залежить відстань поширення позитивного впливу берези на хвойну породу.

В умовах  $A_2$  за 2-метрової ширини міжрядь позитивний вплив берези поширюється на чотири ряди сосни, тобто у випадку запровадження схеми змішування 1р.Бп 4р.Сз. При цьому ширина куліси сягає 10 м.

З урахуванням відстані, на яку поширюється позитивний вплив берези, за 1,5-метрової ширини міжрядь рекомендована схема змішування матиме наступний вигляд – 1р.Бп 6р.Сз.

В умовах  $A_2$  за використання схеми змішування 1р.Бп 4р.Сз, розміщення рослин  $2,0 \times 0,5$  м і по-

чаткової густоти 10,0 тис. шт./га початкова участь берези становить 20%; за схеми змішування 1р.Бп 6р.Сз, розміщення рослин  $1,5 \times 0,5$  м і початкової густоти 13,4 тис. шт./га участь берези в початковому складі становить 15%. Вказана частка листяної породи за використання зазначених технологічних елементів створення лісових культур, є близькою до оптимальної.

## Список літератури (References)

- Герушинський, З.Ю. (1996). *Лісова типологія Українських Карпат*. Львів: Піраміда [Gerushynsky, Z. Yu. (1996). *Forest typology of the Ukrainian Carpathians*. Lviv: Piramida] (in Ukrainian)
- Гірс, О. А., Маніта, О. Х., Миронюк, В. В., Свинчук, В. А., Березівський, Л. М. (2013). *Лісотаксаційний довідник*. Київ: Видавничий дім «Вініченко» [Girs, O. A., Manita, O. H., Myronjuk, V. V., Swingchuk, V. A., & Berezivskyy, L. M. (2013). *Forest Inventory Directory*. Kyiv: Vinichenko Publishing House] (in Ukrainian)
- Гончар, В. М., Копій, С. Л., Каганяк, Ю. Й., Копій, Л. І. (2012). Особливості структури запасу березово-соснових деревостанів Західного Полісся. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України: Лісівництво та декоративне садівництво*, 171 (3), 23-29. [Gonchar, V. M., Kopyi, S. L., Kaganyak, Y. Y., & Kopyi, L. I. (2012). Features of the growing stock structure of birch-pine stands in Western Polissya. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine: Forestry and Ornamental Horticulture*, 171 (3), 23-29. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_lis\\_2012\\_171%283%29\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2012_171%283%29_5)] (in Ukrainian)
- Гончар, М. Т. (1977). *Биоэкологические взаимосвязи древесных пород в лесу*. Львов: Издательство при Львовском государственном университете «Вища школа» [Honchar, M. T. (1977). *Bioecological relationships of tree species in the forest*. Lviv: Publishing House at the Lviv State University "High school"] (in Russian)
- Гордиенко, М. И., Шаблей, И. В., Шлапак, В. П. (1995). *Сосна обыкновенная: ее особенности, создание культур, производительность*. Киев: Лыбидь [Gordienko, M. I., Shabliy, I. V., & Shlapak, V. P. (1995). *Scots pine: its features, crop cultivation, productivity*. Kiev: Lybid] (in Russian)
- Гордиенко, М. И., Шлапак, В. П., Гойчук, А. Ф., Рибак, В. О., Маурер, В. М., Гордієнко, Н. М., Ковалевський, С. Б. (2002). *Культури сосни звичайної в Україні*. Київ: Інститут аграрної економіки УААН [Gordienko, M. I., Shlapak, V. P., Goichuk, A. F., Rybak, V. O., Maurer, V. M., Gordienko, N. M., & Kovalevsky, S. B. (2002). *Pine crops in Ukraine*. Kyiv: Institute of Agrarian Economics UAAS] (in Ukrainian)
- Горошко, М. П., Миклуш, С. І., Хомюк, П. Г. (2004). *Біометрія*. Львів: Камула [Goroshko, M. P.,

- Myklush, S.I., & Khomyuk, P.G. (2004). *Biometrics*. Lviv: Kamula] (in Ukrainian)
- Дебрюнюк, Ю. М. (1994). *Лісові культури. Методи і способи їх створення у типах лісу західного регіону України*. Київ: Інститут системних досліджень [Debryniuk, Yu. (1994). *Forest crops. Methods and ways of their cultivation in the forest types of the western region of Ukraine*. Kyiv: Institute for Systems Research] (in Ukrainian)
- Копій, Л. І., Каганяк, Ю. Й., Михайленко, М. М. (2009). Структура деревостанів свіжого соснового бору Західного Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*, 19.7, 7-14. [Kopiy, L. I., Kaganyak, Y. Y., & Mikhailenko, M. M. (2009). A plantation structure of fresh pine forest under conditions of Western Polissia. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 19.7, 7-14. Retrieved from [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19\\_7/index.htm](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_7/index.htm)] (in Ukrainian)
- Корецкий, Г. С. (1967). Использование бородавчатой березы в лесных культурах УССР: автореф. ... канд. с.-х. наук / УСХА. Киев, 24 с. [Koretsky, G. S. (1967). *Use of warty birch in forest crops of the Ukrainian SSR* (Doctoral dissertation, Ukrainian Agricultural Academy, Kiev, Ukraine)] (in Russian)
- Лавриненко, Д. Д. (1965). *Взаимодействие древесных пород в различных типах леса*. Москва: Лесная промышленность [Lavrynenko, D. D. (1965). *The interaction of tree species in different types of Forest*. Moscow: Timber industry] (in Russian)
- Лавриненко, Д. Д. (1960). *Наукові основи підвищення продуктивності лісів Полісся Української РСР*. Київ: Видавництво УАСГН [Lavrynenko, D. D. (1960). *Scientific basis of increasing productivity of Polissia forests of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Publishing House of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences] (in Ukrainian)
- Лавриненко, Д. Д., Флоровский, А. М., Ковалевский, А. К. (1956). Типы лесных культур для Украины. Киев: Издательство АН УССР [Lavrynenko, D. D., Florovsky, A. M. & Kovalevsky, A. K. (1956). *Types of forest crops for Ukraine*. Kiev: Publishing House of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR] (in Russian)
- Мелешук, О. О., Копій, Л. І. (2012). *Забезпечення природного насінного поновлення сосни звичайної в умовах Західного Полісся: практичні рекомендації*. Львів: НЛТУ України [Meleshchuk, O. O., & Kopiy, L. I. (2012). *Ensuring natural seed regeneration of Scots pine in Western Polissia: practical recommendations*. Lviv: Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University] (in Ukrainian)
- Мякушко, В. К. (1978). *Сосновые леса равнинной части УССР*. Киев: Наукова думка [Myakushko, V. K. (1978). *Pine forests of the plain areas of the Ukrainian SSR*. Kiev: Scientific thought] (in Russian)
- Остапенко, Б. Ф., Ткач, В. П. (2002). Типология лісу. Харків: Харківський державний аграрний університет [Ostapenko, B. F., & Tkach, V. P. (2002). *Forest typology*. Kharkiv: Kharkiv State Agrarian University] (in Ukrainian)
- Шумаков, В. С. (1954). Динамика некоторых свойств темно-серых лесных почв под различными типами лесных культур. *Труды Института леса АН СССР*, 23, 63-94. [Shumakov, V. S. (1954). Dynamics of some properties of dark gray forest soils under various types of forest crops. *Proceedings of the Institute of Forest of the Academy of Sciences of the USSR*, 23, 63-94] (in Russian)
- Baumgarten, M., Hesse D. B., Augustaitienė, I., Marozas, V., Mozgeris, G., Byčėnkiėnė, S., ... Matyssek, R. (2019). Responses of species-specific sap flux, transpiration and water use efficiency of pine, spruce and birch trees to temporarily moderate dry periods in mixed forests at a dry and wet forest site in the hemi-boreal zone. *Journal of Agricultural Meteorology*, 75 (1), 13-29. <https://doi.org/10.2480/agrmet.D-18-00008>
- Deptuła, M., Nienartowicz, A., Iwicka, M., & Filbrandt-Czaja, A. (2017). Biomass of Scots pine-silver birch tree stand 25 years after afforestation of former agricultural land. *Ecological Questions*. 25. 51. <https://doi.org/10.12775/EQ.2017.005>
- Frivold, L. H., & Frank, J. (2002). Growth of Mixed Birch-Coniferous Stands in Relation to Pure Coniferous Stands at Similar Sites in South-eastern Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 17 (2), 139-149. <https://doi.org/10.1080/028275802753626782>
- Kaitaniemi, P., & Lintunen, A. (2010). Neighbor identity and competition influence tree growth in Scots pine, Siberian larch, and silver birch. *Annals of Forest Science*, 67, 604. <https://doi.org/10.1051/forest/2010017>
- Lintunen, A., Sievänen, R., Kaitaniemi, P., & Perttunen, J. (2011). Models of 3D crown structure for Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Silver birch (*Betula pendula*) grown in mixed forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 41, 1779-1794. <https://doi.org/10.1139/x11-092>
- Mason, B., & Connolly, T. (2016). Long-term development of experimental mixtures of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) in northern Britain. *Annals of Silvicultural Research*, 40 (1), 11-18. <https://doi.org/10.12899/asr-1119>
- Mikola, J., Silfver, T., & Rousi, M. (2018). Mountain birch facilitates Scots pine in the northern tree line – does improved soil fertility have a role? *Plant Soil*, 423, 205-213. <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3517-1>



## Influence of *Betula pendula* Roth. on mensurational indices of *Pinus sylvestris* L. in forest plantations of fresh soil conditions of Western Polissia

Iu. Debryniuk<sup>1</sup>, Yu. Myklush<sup>2</sup>

In order to increase the productivity and sustainability of forests in specific conditions, measures to improve soil conditions of forests and effective use of potential soil fertility are becoming of particular importance. Increasing soil fertility can be achieved through appropriate selection of tree species in cultivated plantations and the establishment of them close to optimal composition. Therefore, it is important to devise rational schemes and methods of tree species mixing during the creation of forest plantations with the participation of *Pinus sylvestris* L. and *Betula pendula* Roth. in poor soil conditions, where Scots pine would be characterized by high productivity and stability using soil-improving effect of silver birch.

The feasibility of introducing silver birch into Scots pine plantations is the subject of long debate in the scientific literature; however, the conclusions of researchers are ambiguous. The investigation of silver birch impact on Scots pine in poor soil conditions is the biological basis for developing forestry measures to regulate the share of deciduous species in birch-pine plantations in order to improve the growth of Scots pine and ensure its superiority in the plantation.

The aim of the study was to determine the effect of individual rows of *Betula pendula* on the average height and diameter of *Pinus sylvestris* in a 6-row strip of trees and to determine the optimal number of rows in a pine strip at a certain width between rows. Scots pine in fresh soil conditions cannot accumulate high

stocks of stem wood due to the poor soil conditions of forested plot, therefore it grows in correspondence to site index 3 according to M. M. Orlov's scale. Exceptions are poor soil conditions that are closer in terms of forest vegetation effect to relatively poor conditions or in terms of close to optimal participation of silver birch in the composition, where pine can grow according to site index 2.

Strong suppression of silver birch by Scots pine in forest plantations of moist soil conditions, especially in the case of the introduction of mixing rows, cannot be an unequivocal reason for the inexpediency of introducing birch as a companion species in pine plantations. It is found that in the conditions of fresh soil types of pine forest, the influence of silver birch on the growth of Scots pine is positive. The main roles are played by the accepted scheme of mixing, the width of the rows and the number of rows of pine in the strip, which determines the range of positive effect of silver birch on coniferous species.

The impact of silver birch on Scots pine largely depends on the width of the rows. The narrower the row spacing, the more rows of pine come under positive effect of birch due to the acceleration of precipitation decomposition, but, at the same time, the negative impact of deciduous species on the adjacent row of pine increases.

Under soil conditions  $A_2$  with a 2-meter width between rows, the positive effect of birch extends to four rows of pine, namely with the introduction of the mixing scheme 1r.Bp 4r.Ps (hereafter Nr – number of rows; Bp – *Betula pendula* Roth.; Ps – *Pinus sylvestris* L.). Herewith the width of the strip of trees reaches 10 m. Taking into account the range to which the positive influence of birch extends, for 1.5-meter width between rows the recommended mixing scheme will be 1r.Bp 6r.Ps.

Under soil conditions  $A_2$  using the scheme of mixing 1r.Bp 4r.Ps and plant spacing  $2.0 \times 0.5$  m and initial density of 10.0 thousand pieces/ha, the initial participation of birch would be 20%; according to the scheme of mixing 1r.Bp 6r.Ps and plant spacing  $1.5 \times 0.5$  m and the initial density of 13.4 thousand pieces/ha, the participation of birch in the initial composition would be equal to 15%. The specified share of deciduous species using indicated technological elements to create forest plantation is close to optimal.

**Key words:** poor soil conditions; schemes and methods of tree species mixing; completeness; interaction; height; diameter.

<sup>1</sup> Iurii Debryniuk – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Academician-Secretary of the Ukrainian Forestry Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Forest Crops and Forest Selection. Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk\_ju@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0994-349X>

<sup>2</sup> Yuriy Myklush – PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Forest Inventory and Forest Management Department. Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-239-27-46, +38-067-750-38-26. E-mail: y.myklush@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1940-1045>