

де: ВПК – вік першого плодоношення (кількість років) у культурному ареалі; ВПП – вік першого плодоношення (кількість років) у природному ареалі.

Якщо величина ША більше одиниці, то має місце прискорена акліматизація, якщо дорівнює їй – нормальна, а якщо менше – повільна акліматизація.

Підставимо наші дані у формулу і отримаємо

$$\text{ША} = 5/5 = 1 ,$$

що свідчить про нормальну акліматизацію *Laburnum anagyroides* в умовах Правобережного Лісостепу України.

Одним із головних чинників, від яких залежить як рослини перенесуть зиму, є середня з абсолютних річних мінімальних температур. З усього викладеного вище можна зробити такий висновок: *Laburnum anagyroides* є перспективною рослиною для інтродукції в умовах Правобережного Лісостепу України, ступінь її акліматизації у цьому регіоні добрий, а швидкість акліматизації нормальна.

Література

1. Колесников А.И. Декоративная дендрология. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – С. 363.
2. Кохно Н.А., Курдюк А.М. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине. – К.: Наук. думка, 1994. – 184 с.
3. Лапин П.И., Сиднева СВ. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений// Опыт интродукции древесных растений. – М: Изд-во Главн. Ботан Сада АН СССР, 1973. – С. 7-67.
4. Флора Такжикесткой ССР, том 5. Гл. редактор П.Н. Овчинников. – Л.: Наука, 1978.

УДК 630*181.28:630*5

Проф. М.М.Гузь, д-р с.-г. наук; доц. Г.Г.Гриник,
канд. с.-г. наук; магістрант В.Я. Костів – УкрДЛТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОМІШОК ЛІСОВИХ ПОРІД НА РІСТ КУЛЬТУР БУКА ЛІСОВОГО НА ПРИКЛАДІ ДОБРО- МИЛЬСЬКОГО ЛІСНИЦТВА СТАРОСАМБІРСЬКОГО ДЛМГ

Досліджено особливості росту та розвитку лісових культур за участю бука лісового у передгірських регіонах. Виявлено вплив домішок шпилькових, твердолистяних і м'яколистяних порід на процеси формування просторової структури насаджень, їх росту та продуктивності. Проведено аналіз формування біогруп у насадженні та зроблено висновки стосовно впливу домішок лісових порід на ріст культур бука лісового.

Prof. M.M. Guz; doc. H.H. Hrynyk; undergraduate V.Ja. Kostiv – USUFWT

Research of influencing of admixtures of forest species on growth of silviculture of beech in Dobromyl forestry of Staryj Sambir forest district an example

The features of growth and development of silvicultures are explored with participation of beech of forest in pre-mountain regions. It is found out influencing of admixtures pins, hardwood and softwood species on the processes of forming of spatial structure of planting, their growth and productivity. The analysis of forming of biogroups is conducted in planting and done conclusions in relation to influencing of admixtures of forest species on growth of silvicultures of beech.

Вступ. Одним із головних завдань лісового господарства є створення майбутніх високопродуктивних та біологічно стійких лісових насаджень з оптимальною структурою і складом. Таким характеристикам відповідають корінні багаторусні деревостани, створені з поліпшеного та сортового насіння. У цьому відношенні бук лісовий, як вид, приурочений до умов Карпат та Прикарпаття, має здатність виявляти високу продуктивність в умовах вологих і свіжих субучин та бучин, будучи при цьому високо біологічно стійким.

Створення високопродуктивних та стійких насаджень за участю цієї породи ускладнюється тим, що технологія розробки лісосік у переважній більшості лісових підприємств України під час трелювання і вивезення деревини важких механізмів погіршує умови для природного відновлення бука. Забезпечення сприятливих умов для лісовідновлення насаджень бука на цей час є складним завданням лісівників. У переважній більшості випадків це можливо лише шляхом створення лісових культур.

Метою роботи є дослідження лісових культур бука лісового в умовах Добромильського лісництва Старосамбірського ДЛМГ, оцінка горизонтальної структури цих насаджень, відстеження їх росту і розвитку.

Найбільш розповсюджені типи лісу – у вологих і свіжих грудових еда-топах. Бук утворює продуктивні деревостани разом з ялицею, дубом, грабом та смерекою. Високопродуктивні лісостани – свіжа дубова бучина, волога чиста бучина, волога ялицева бучина.

У державному лісовому фонді Івано-Франківської, Закарпатської, Львівської, Чернівецької областей, букові ліси займають вкриту лісом площу 452,5 тис. га. з запасом 101,2 млн. м³, в т.ч. ліси І групи – 160,3 тис.га. з запасом 41,2 млн.м³, ліси II групи – 292,2 тис.га з запасом 60,0 млн. м³.

Об'єктами досліджень представлені різного складу букові лісостани штучного походження. Об'єкти досліджень розміщені у Добромильському лісництві Старосамбірського ДЛМГ. З таксаційного опису деревостану Добромильського лісництва у трьох різних виділах було відібрано три пробні площі. Закладались пробні площі різного віку, з різними домішками в букових лісостанах, щоб проаналізувати особливості росту і продуктивності букових насаджень різного віку і з різними домішками. Підібрані пробні ділянки є однорідні за ґрунтово-гідрологічними умовами та впливом антропогенного фактору. Всі проби закладені в однаковому типі лісу – волога ялицева субучина. Підібрані проби є однорідні за ґрунтово-гідрологічними умовами та впливом антропогенного фактора. Всі проби закладені в однаковому типі лісу – волога ялицева бучина.

Перша пробна ділянка закладена на схилі північно-східної експозиції при крутизні 10°. Друга пробна ділянка розміщена на схилі південно-східної експозиції при крутизні 12°. Третя пробна площа розміщена на схилі північно-західної експозиції при крутизні 12°. Всі три проби розташовані в однакових типах ґрунту: бурі гірсько-лісові, на яких можуть формуватися грудові типи лісорослинних умов. Рельєф ділянок характеризується значною кількістю ярів різної глибини та напрямком, зумовленим загальним напрямком схилу. Перша пробна площа розташована поблизу лісової дороги, друга – біля

квартальної просіки, а третя – біля лісових культур, які знаходяться вище по схилу і займають плато біля вершини гори і формуються з таких лісових порід: сосни звичайної, клена гостролистого, ялиці білої, дуба звичайного та бука лісового; у нижній частині до пробної площі примикає частково вирубаний стиглий деревостан бука перед останнім прийомом рубання.

У насадженні під наметом бука трапляється значна кількість природного відновлення ялиці, меншою мірою – бука та, навпаки, під наметом ялиці – значна кількість природного відновлення бука, меншою мірою – ялиці.

Наявність вільхи сірої вказує на вологий тип лісорослинних умов, хоча насадження зростає на схилі (друга пробна площа).

Методика досліджень та обсяги проведених робіт. Пробні ділянки закладали згідно з вимогами, що існують в лісовій таксації, лісівництві та відповідно з чинними галузевими стандартами. За матеріалами пробних площ визначались таксаційні показники деревостану: склад насадження, середня висота та діаметр, вік насадження, бонітет та повнота та ін.

Матеріали польових досліджень опрацьовувались у камеральних умовах з використанням довідкових матеріалів із лісовпорядкування, лісокультурної справи, ПЕОМ та власних розроблених прикладних програм з використанням середовища Microsoft Excel.

Аналіз особливостей схем садіння мішаних культур бука лісового. Аналізуючи сучасні схеми садіння та архівні дані створення лісових культур, ми дійшли висновку, що кожне десяте місце у ряді ялиці займала сосна [1]. У минулому, сосну впроваджували як швидкоростучу та високопродуктивну породу. Крім того, забезпеченість у насінні сосни була значною. На той час було економічно доцільно включати її до складу деревостану, хоча з лісівничої точки зору, це питання повинно було розглядатися у площині відповідності до типу лісорослинних умов. Подібна тенденція у використанні саджанців сосни як садивного матеріалу для залісення значних площ без звертання уваги на тип лісорослинних умов після II світової війни спостерігалася у Польщі [3]. Там створювалися монокультури сосни часто у невідповідних умовах (часто в багатих типах лісу). Це призвело до пониження стійкості таких насаджень до кореневої губки та опенька лісового та зниження їх загальної продуктивності. Водночас, на прикладі наших пробних площ ми бачимо, що частка сосни у складі насадження цілком позитивно впливає на ріст як сосни, так і деревостану в цілому. На трьох пробних площах ми отримали результати обмірів понад 600 дерев.

Аналіз просторової структури деревостану. Вивчення просторової структури деревостану дає змогу більш глибоко проаналізувати взаємини між особинами, які формують деревостан.

Для аналізу просторової структури змішаних букових деревостанів було використано методику, запропоновану О.П. Секретенком (яка добре зарекомендувала себе при вивченні просторової структури мішаних деревостанів, що ґрунтується на побудові радіальної функції розподілу за відомими координатами об'єктів та проведенні аналізу цієї функції, одержаної для реальних деревостанів та різних модельних розміщень) [2, 4].

Для кожного деревостану будувалися дві радіальні функції розподілу. У першому випадку за центр дерева приймався центр основи стовбура, а у другому – центр крони, координати якого визначалися як точка перетину до середини двох перпендикулярних діаметрів крони.

Середні відстані між центрами дерев, середні відстані між центрами крон і усереднені значення площі живлення окремого дерева наведено в табл. 1, графіки розподілу радіальної функції для визначення типу розташування дерев по площі та визначення середньої відстані представлено на рис. 1-3.

Табл. 1. Середня відстань між центрами дерев, крон та площа живлення окремого дерева у змішаних букових деревостанів

№ ПП	Вік, років	Порода	Середня відстань між центрами дерев для деревостану, м	Середня відстань між центрами крон для деревостану, м	Середня відстань між центрами дерев у біогрупах, м	Середня площа живлення окремого дерева у біогрупах, м ²	Середня відстань між центрами крон у біогрупах, м
1	44	бук лісовий	2,2	2,7	2,4	18,09	2,6
2	63	бук лісовий	4,6	4,3	3,9	11,94	4,9
		ялиця біла			4,8	18,09	4,5
		сосна звичайна			4,1	13,20	4,7
		дуб звичайний			-	20,42	-
		вільха сіра			-	20,42	-
		граб звичайний			-	21,23	-
		береза бородавчата			-	21,23	-
3	78	бук лісовий	5,8	5,3	4,3	14,51	4,7
		ялиця біла			4,2	13,85	4,9
		сосна звичайна			4,9	18,85	5,2

При біогруповому розміщенні для дерев прослідковується збільшення відстаней між особинами із збільшенням частки бука.

Велике значення для дослідження закономірностей росту має також і тип розташування та середні відстані між центрами крон для деревостану. Середні відстані між центрами крон для деревостану наведено в табл. 1.

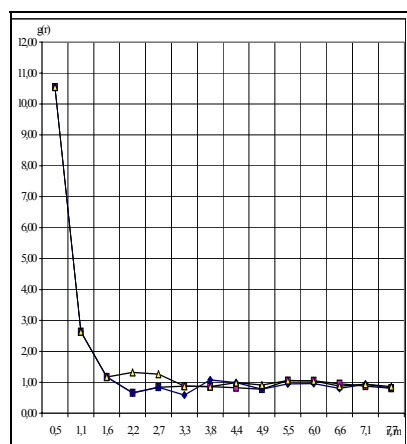


Рис. 1. Графік радіальної функції для першої пробної площі

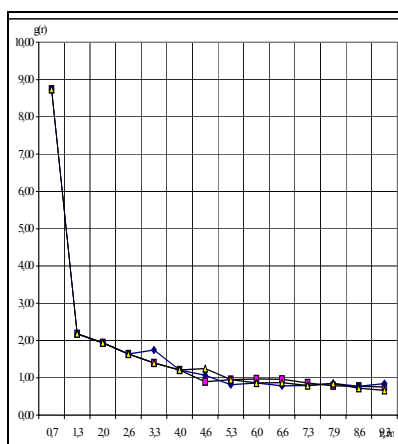


Рис. 2. Графік радіальної функції для другої пробної площі

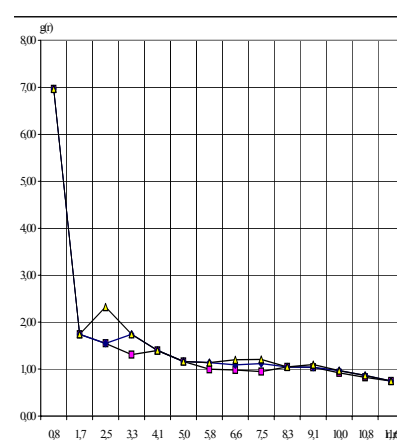


Рис. 3. Графік радіальної функції для третьої пробної площі

При змиканні та перекритті крон, кожне дерево прагне зайняти найбільш вигідне положення для отримання максимальної кількості сонячного світла. Тому крона росте нерівномірно в усіх напрямках, і, відповідно, центр крони часто не збігається з центром основи дерева. Крони дерев, як більш просторово лабільні системи, займають максимально можливий об'єм простору в наметі деревостану, тому центри крон розташовуються значно рівномірніше по площі, ніж основи дерев. Але в букових деревостанах з високою повнотою простежується характерна особливість біогрупового розташування крон по площі, що у свою чергу призводить до більш компактного формування крони, та, відповідно, до більшого надходження поживних речовин до стовбура, що призводить до збільшення загального запасу деревостану.

Середню кількість дерев у біогрупі наведено в табл. 2. Дерев дуба не формують біогруп, тому їх характеристика не занесена до табл. 2.

Табл. 2. Середня кількість дерев у біогрупах змішаних букових деревостанів, шт.

Кількість дерев у біогрупі	Пробна площа						
	№1	№2			№3		
	бук	бук	ялиця	сосна	бук	ялиця	сосна
2	2	8	3	3	7	1	3
3	4	4	2	1	9	3	4
4	5	4	2	1	7	1	0
5	6	5	1	0	6	0	0
6	12	8	0	0	5	0	0
7	4	1	0	0	1	0	0
8	0	2	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
1*	0	7	5	9	9	7	24

Примітка: * – поодинокі стоячі дерева.

Територіальне розташування дерев на пробній площі представлено на рис. 4-6.

Розташування дерев по площі має біогруповий характер. Розташування центрів крон по площі деревостану характеризується також як групове. Збільшення відстаней між деревами у біогрупі є наслідком зменшення щільності дерев на одиницю площі при збільшенні кількості особин у складі деревостану.

На першій пробній площі найбільш часто трапляються біогрупи, які складаються з 6 дерев для бука. На другій пробній площі – з 2-3 дерев для бука, 2-3 дерев – для ялиці та 2-3 дерева – для сосни. На третій пробній площі – з 4-5 дерев для бука, 2-3 дерев для ялиці та 2-3 – для сосни.

Дерев дуба, граба, берези та вільхи, що є на другій пробній площі, біогруп не формують.

На першій пробній площі дерева бука формують біогрупи, поодинокі стоячі дерева бука відсутні. Поодинокі стоячих дерев ялиці тільки 5 особини. На другій та третій пробних площах поодинокі стоячих дерев бука, ялиці та сосни відповідно: 7, 5, 9 та 9, 7, 24.

За результатами оціни горизонтальної структури деревостанів можна зробити такий висновок: при формуванні компактних біогруп дерев ялиці (2-3 особини) та середніми за розмірами біогрупами бука (6 особин) фор-

мується високопродуктивний деревостан. Особини сосни представлені у переважній більшості окремостоячими деревами або незначною кількістю біогруп із 2-3 дерев. Передумовою цього є компактне розташування невеликих за розмірами біогруп ялиці та сосни між біогрупами бука. Це призводить до формування деревами шпилькових порід витягнутої по стовбуру крони, але порівняно невеликої за діаметром – таким чином об'єм крони є достатнім для активного проходження процесу фотосинтезу, наслідком чого є нагромадження значної кількості органічної речовини у біомасі стовбура. Наслідком цього є утворення малозбіжистого стовбура для ялиці і сосни, а конкурентна боротьба з деревами бука за висоту призводить до значного росту стовбурів ялиці у висоту. Таким чином, при порівняно незначній кількості дерев сосни та ялиці у складі насадження, їх сумарний запас є значним.

Водночас, дерева бука, більшість яких зосереджена у біогрупах із 6 дерев, внаслідок як міжвидової (з деревами ялиці), так і внутрішньовидової конкуренції, формують менші за розмірами крони (порівняно із деревами бука на пробних площах 2 і 3), але дещо вище підняті вгору по стовбуру. Наслідком цього є краще очищення стовбура від сучків, зменшення товщини скелетних гілок стовбура та, відповідно, більшою кількістю нагромадження органічних речовин у деревині стовбура. Крім цього, компактні розміри біогруп (6 особин) дають змогу покращити сортиментну структуру як окремих дерев, так і деревостану загалом.

Біогрупи, складені меншою кількістю дерев, мають дещо гіршу просторову структуру, наслідком чого є збільшений життєвий простір окремого дерева, більш розложиста та нижче опущена по стовбуру крона. Наслідком чого є заниження об'єму стовбура дерев бука.

Більша кількість особин у складі біогруп часто є наслідком переходу до складу намету дерев із підросту. Це відбувається у разі сприятливих умов для такого переходу – випадання із намету більш крупного екземпляру, життєвий простір якого старається зайняти особини із підросту. Таке випадання можливе як із природних причин – буревій, вітровал, летальне пошкодження хворобами чи шкідниками, так і внаслідок господарської діяльності людини – рубання, пов'язані із веденням лісового господарства.

Значна кількість біогруп, які складені із дерев бука в межах 2-3 дерев, призводять до таких наслідків: беручи до уваги принципи розташування дерев у біогрупах бука та переважання кількісно біогруп із незначною кількістю особин призводить до нерівномірного розташування цих біогруп по площі деревостану. Наслідком цього є неповне використання площі живлення окремого дерева, оскільки значна площа не може використовуватися кореневими системами дерев, які розташовані близько одне від одного. Одночасно, відстані між центрами чи межами біогруп є достатньо великими, що не дає змоги окремим деревам, розташованим на межах біогрупи, повністю використовувати простір площі живлення, що знаходиться між біогрупами. Таким чином достатньо багато площі і життєвого простору не використано деревами (особливо це помітно на ПП-3). Потрібно зауважити, що невеликі розміри біогруп ялиці та незначна кількість (2-3 особини у біогрупі) позитивно відбивається на рості та розвитку дерев у таких біогрупах.

Максимальна кількість особин ялиці білої практично на всіх пробних площах зосереджена в таких біогрупах. В умовах компактної біогрупи є як переваги, так і певні недоліки – в таких умовах формується незначна за діаметром крона і відбувається добре очищення стовбура від сучків, що позитивно відбивається як на збіжистості стовбура, так і на кращій сортиментній структурі. Проте, в невеликих за розмірами біогрупах ялиці білої спостерігається або дуже слабке природне поновлення, або повна його відсутність.

Отже, можна дійти висновку, що невеликі за розмірами біогрупи ялиці (2-3 дерева) у складі мішаних букових деревостанів є передумовою для успішного росту дерев ялиці, та до збільшення запасу деревостану загалом. Для дерев бука у даних умовах є оптимальними біогрупи із кількістю 6 дерев. У таких умовах особини бука відчують конкуренцію як внутрішньовидову, так і міжвидову, що спричиняє до їх активного росту та конкуренції за життєвий простір, наслідком чого є кращі таксаційні показники таких дерев і, відповідно, збільшення загального запасу деревостану та його продуктивності.

Результати досліджень штучних лісових насаджень бука лісового. При дослідженні даних пробних площ було проведено аналіз отриманих даних. Графічно оцінивши горизонтальну структуру деревостанів, що досліджувались, вдалося відстежити належність дерев до ряду початкового садіння. Це означає, що впродовж росту і розвитку деревостану, незважаючи на природні процеси, простежується початкова схема садіння. Результати порівняння зміни таксаційних показників на пробних площах від часу садіння до часу проведення досліджень наведено в табл. 3.

Як видно з табл. 3, на пробній площі №1 пройшло випадання ялиці білої зі складу деревостану. На пробних площах №2 і №3 відбулася зміна складу насадження – різке зменшення кількості дерев сосни звичайної.

На пробній площі №1 з віком 44 роки ряди, або їх фрагменти, чітко простежуються. Наявність дерев поза межами ряду (рядової схеми садіння) пояснюється їх меншим віком, порівняно із загальним віком деревостану. Такі дерева перейшли із природного підросту або поновлення до складу деревостану. Відхилення від лінії садіння положення деяких дерев пояснюється їх природним ростом та розвитком, внаслідок яких, дерево "шукало" своє місце у просторовій структурі деревостану. Причинами такого відхилення також є нерівномірне потовщення та приростання дерева за діаметром, що з часом може змістити центр дерева від початкової лінії садіння.

При проведенні аналізу горизонтальної структури на пробній площі №1 відзначено певні прогалини в будові. Причиною цього є те, що тут насадження сформоване чистим буком. При попередньому аналізі схеми садіння було встановлено, що до складу насадження входила також ялиця, але, внаслідок її незначної частки, вона випала із складу деревостану. З цього можна зробити висновок, що частка ялиці при садінні ялицево-букових культур на пробній площі №1, яка була встановлена при створенні цих культур, була або занижена, або догляди за культурами проводилися у невідповідний спосіб, що призвело до випадіння ялиці із складу насадження.

Табл. 3. Зведена відомість пробних площ

№ з/п	Тип ЛРУ, тип лісу	Експозиція, крутизна, висота н.р.м.	Склад початковий, %	Склад на момент досліджень, %	Порода	Вік, років	Кількість дерев, шт./га		% збереження	Середні		Бонітет	Запас, м ³ /га	Приріст по запасу, м ³ /га
							початкова	на момент дослідження		H, м	D, см			
1	С ₃ волога ялицева субучина	Пн.- Сх. 10 °	80Бк 20Яц	100Бк	Бк	44	4000	420	10,5	23,3	29,8	I ^a	283	6,4
					Яц	44	1000	0	0	-	-			
					Σ	-	5000			-	-		283	6,4
2	С ₃ волога ялицева субучина	Пд.- Сх. 12 °	70Бк 20Яц 10Сзв	32Бк 31Сзв 21Яц 8Дз 3Вх 3Гр 2Бе	Бк	63	2940	544	18,5	21,2	19,8	I ^a	167	2,6
					Сзв	63	420	81	193,4	28,3	42,9		161	2,6
					Яц	63	840	111	13,2	25,9	32,0		105	1,7
					Дз	63	400	33	8,3	24,5	34,9		41	0,7
					Вх	63	0	26	-	21,3	26,2		15	0,2
					Гр	63	0	63	-	20,3	19,1		18	0,3
					Бе	63	0	15	-	24,7	31,4		11	0,2
					Σ		4600	874	19,0	-	-		518	8,2
3	С ₃ волога ялицева субучина	Пн.- Зх. 12 °	70Бк 20Яц 10Сзв	43Бк 42Сзв 15Яц	Бк	78	2940	153	15,8	27	40	I	184	2,4
					Яц	78	840	44	15,9	26	40		183	2,3
					Сзв	78	420	22	15,9	27	40		63	0,8
					Σ		4200	219	15,8	-	-		430	5,5

До віку 40 років такі деревостани внаслідок внутрішньовидової боротьби формують біогрупи, на межах яких дерева, що відстають в рості, випадають зі складу насадження. Молоді дерева, що переходять із підросту, в чистих букових деревостанах рідко займають такі прогалини і частіше приурочені до місць вже сформованих біогруп. Частка ялиці білої була явно недостатньою для створення біогруп, а окремі екземпляри ялиці між деревами бука без додаткових доглядів не змогли конкурувати із домінуючою породою.

На пробній площі №2 у віці 63 роки спостерігаються подібні тенденції у рості в біогрупах бука. У той сам час дерева ялиці білої, яка входить до складу деревостану, формують компактні біогрупи у кількості 2-5 дерев. Дерев сосни звичайної представлені переважно окремо стоячими особинами або невеликими біогрупами (2-3 дерева). Такий ріст цих порід зумовлюється екологічними особливостями ялиці білої та сосни звичайної. Ялиця витримує притінення, в той час, як особини сосни стараються зайняти панівне положення у верхньому ярусі внаслідок своєї світлолюбності. Таким чином можна пояснити формування ялицею та сосною біогруп. Шпилькові породи в насадженні займають переважно панівне положення і знаходяться у верхньому ярусі. Зі складу підросту до намету деревостану переходять певні екземпляри ялиці, дерев якої є достатня кількість у підрості. Натомість дерева сосни знаходяться виключно у верхньому пануючому ярусі, оскільки кількість підросту сосни є мізерною, крім того, сосна відома своєю світлолюбністю і вона не витримує притінення. Невелика кількість особин у біогрупах шпилькових порід пояснюється меншою, порівняно із буком, кількістю дерев при садінні.

Наявність прогалин у горизонтальній структурі, крім внутрішньовидової та міжвидової боротьби порід за життєвий простір, пояснюється також особливостями рельєфу (площа ділянки розчленована яром і наявністю заболочених ділянок, до яких приурочене розташування особин осики та вільхи чорної, кількість яких є незначною у складі деревостану).

Особини дуба представлені виключно окреmostоячими деревами. Дерева вільхи, берези та граба у складі насадження з'явилися внаслідок насіннєвого поновлення і своєчасно не були усунені при проведенні доглядових рубань.

З віком тенденція до формування біогруп на прикладі пробної площі №3 продовжується. При детальному аналізі горизонтальної структури цієї ділянки відзначаються залишки рядів початкової схеми садіння. Внаслідок аналізу архівних даних не вдалося знайти записи щодо схеми садіння даної ділянки, але за результатами дослідження горизонтальної структури можна дійти висновку щодо приблизної ширини міжрядь – 3,0 м.

Література

1. Зима И.М., Малюгин Т.Т. Механизация лесохозяйственных работ. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 415 с.
2. Секретенко О.П. Метод анализа пространственной структуры древостоев// Исследования структуры насаждений. – Красноярск, 1986. – С. 88-101.
3. Lech P., Sierota Z., Hrynyk H. Poziom zagrożenia lasów grzybami patogenicznymi. W: Wawrzoniak J., Małachowska J. (red.): Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2001 roku na podstawie badań monitoringowych. PIOS, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2002. – 134 s.
4. Tahemura H., Hasegawa M. Geometrical models of territory. I. Modeils for synchronous adn asynchronous settlement of territories. – "J. Teor. Biol.", 1980, v. 82, № 3. – P. 477-496.