

Торосова Л.А. Цитологические маркеры для прогнозирования скорости роста видов и гибридов тополей

Исследованы ростовые характеристики укорененных черенков разных видов, гибридов и клонов тополей (тополь Волосистоплодный, гибрид Канадский × Бальзамический, клоны Дружба, Роганский, Стреловидный, Тронко) и определен уровень интенсивности деления клеток меристем их корешков. Корреляционный анализ выявил связь между уровнем митотической активности клеток и средними показателями длины и диаметра однолетнего прироста (0,662 и 0,623 соответственно). Полученные результаты дают возможность использовать митотический индекс клеток меристем в качестве маркерного признака для прогноза скорости роста тополей на ранних этапах развития.

Ключевые слова: тополь, сорт-клон, укорененные черенки, меристема, митотический индекс.

Torosova L.O. Some Cytological Markers for the Forecasting of Growth Rate of Poplar Species and Hybrids

Growth characteristics of the rooted cuttings of different species, hybrids and clones of poplars (*Populus trichocarpa* Torr. Et Gray, a hybrid *P. deltoides* Marsch. × *P. balsamifera* L., the clones *Druhba*, *Rogansky*, *Strilopodibny*, *Tronko*) are investigated and the level of intensity of cell division of meristems of their roots is defined. The correlation analysis revealed the connection between the level of mitotic activity of cells and average values of the one-year sprouts' length and diameter (0,662 and 0,623 respectively). The received results give the possibility to offer a mitotic index of meristems' cells as a marker sign for forecasting of growth rate of poplars at early stages of development.

Key words: poplar, grade-clone, meristem, cuttings, mitotic index.

УДК 630*5:582.632.1(477.51/52)

Аспір. Я.В. Ковбаса¹ –

НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

МОДЕЛЮВАННЯ МОРТМАСИ ДЕРЕВНОЇ ЛАМАНІ БЕРЕЗОВИХ ЛІСІВ СХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Опрацьовано наявний досвід оцінки запасів відмерлої органічної речовини дерев у лісових біогеоценозах. Висвітлено методичні особливості поділу мортмаси деревної ламані на класи деструкції. Здійснено оцінку деревної ламані в насадженнях берези повислої (*Betula pendula* Roth.) Східного Полісся України. Встановлено базисну щільність мортмаси деревної ламані за класами розкладання. Проведено статистичний та графічний аналіз мортмаси деревної ламані залежно від основних таксаційних показників. Розроблено математичні моделі для оцінки запасу мортмаси в абсолютно сухому стані на 1 га лісових насаджень.

Ключові слова: *Betula pendula* Roth., мортмаса, деревна ламань, середній діаметр, середня висота, базисна щільність, класи деструкції, Східне Полісся України.

Ліси є надзвичайно цінним природним та відновним ресурсом. Зусилля, спрямовані на ефективне ведення лісового господарства з орієнтацією на стале природокористування, дало змогу збільшити площу лісів в Україні, а відповідно – і лісистість території країни до 15,9 % [5]. Береза повисла є швидкорослою деревною породою, яка здатна швидко накопичувати вуглець. Береза в Україні займає 5,7 % [5] від загальної площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок. У Східному Поліссі України, де досліджувана деревна порода формує про-

дуктивні деревостани, спостерігається стрімке збільшення площ заліснених березою, зокрема на землях, що вийшли з сільськогосподарського використання.

Актуальність роботи визначається тим, що березові ліси передусім забезпечують виконання екологічних функцій, головною з яких є здатність депонувати вуглець деревною біомасою. Для вирішення ресурсознавчих, енергетичних і екологічних проблем лісів досліджуваного регіону потрібна розроблення комплексу нормативно-інформаційного забезпечення для оцінки запасів мортмаси в лісових насадженнях.

Дослідження особливостей росту, продуктивності, товарності та сортиментної структури березових насаджень здійснювали Г.О. Порицький [10], М.Є. Лішук [4], О.А. Гірс [4], П.І. Лакида [6, 7], Л.М. Матушевич [6], А.М. Білоус [1,2]. Проведені дослідження були спрямовані на вирішення проблем ресурсозабезпечення та екологічної ролі лісів. Отримання достовірних даних про кількість відмерлої рослинної органічної речовини березняків у регіоні Східного Полісся України дасть змогу встановити вміст у ній вуглецю.

Метою роботи є встановлення якісних та кількісних параметрів мортмаси деревної ламані, а також розроблення математичних моделей для її оцінки.

У процесі життєдіяльності деревних рослин відбувається природний відпад. Древа, які відмерли і втратили природне просторове положення, внаслідок утворюють деревну ламань. Накопичення мертвої деревини у вигляді сухостою, деревної ламані, відмерлих сучків і гілок є цілком природним і закономірним явищем, яке продовжується протягом усього існування насадження. У процесі боротьби за існування відмирає більше 92-97 % від початкової кількості дерев [8].

Відмерла деревина є важливим структурним компонентом лісових екосистем і відіграє ключову роль у багатьох аспектах їх функціонування, впливаючи на біологічні, фізичні та геохімічні процеси. Відмерла деревина є основним місцем проживання для комах, дуплогніздних птахів, мохів та кислотрофних грибів. Після гуміфікації відмерла деревина також стає важливим компонентом лісових ґрунтів [9].

Мортмаса деревної ламані – відмерла рослинна органічна речовина, яка включає мортмасу цілих дерев або їх частин, які утворилися внаслідок дії несприятливих факторів на живі дерева або за результатами деструкції деревини сухостійних дерев. До мортмаси деревної ламані належать також пні до 1,3 м, а також залишки і втрати неліквідної деревини під час лісозаготівельних робіт [1, 2]. Збір дослідного матеріалу (рис. 1) проведено в межах поліських районів Чернігівської та Сумської областей. У Чернігівській обл. тимчасові пробні площі закладено на Борзнянському, Городнянському, Добрянському, Холминському та Прилуцькому державних підприємствах лісового господарства, а також у Щорському райагролісгоспі. У Сумській обл. дослідження проводились на ДП "Кролевецьке лісомисливське господарство".

Методика та матеріали. Програма досліджень передбачала закладання тимчасових пробних площ у березових насадженнях згідно з чинними лісотаксаційними вимогами [10]. Для дослідження біопродуктивності лісів було оп-

¹ Наук. керівник: ст. наук. співроб. А.М. Білоус, канд. с.-г. наук

рацьовано методику проф. П.І. Лакиди [6, 7] для оцінки фітомаси, а також методику мортмаси лісів А.М. Білоуса [2].

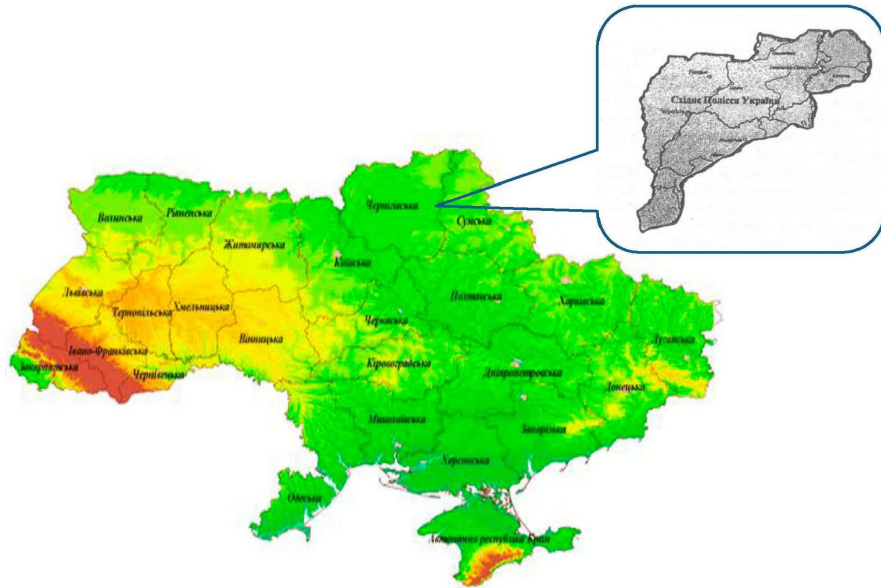


Рис. 1. Східне Полісся України (за С.А. Генсіруком [3])

Дослідження деревної ламані на початковому етапі передбачало проведення традиційних операцій, які передбачені вимогами [11], а саме: підбір ділянки, проведення геодезичної зйомки та переліку дерев на пробній площі. Після проведення переліку сухостійних дерев здійснено облік компонентів деревної ламані (рис. 2). До фракції деревної ламані включено цілі лежачі стовбури чи частини стовбурів, які відламалися від стоячого дерева або утворилися після розламування стовбура внаслідок падіння.

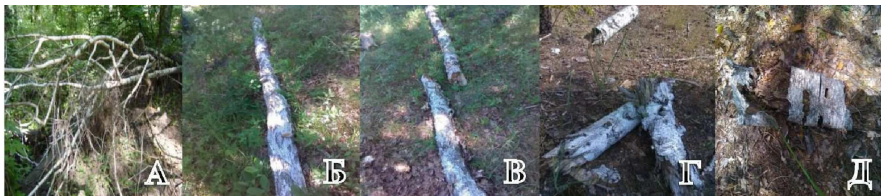


Рис. 2. Мортмаса деревної ламані берези: А) мортмаса деревної ламані I класу деструкції; Б) II клас деструкції; В) III клас деструкції; Г) IV клас деструкції; Д) V клас деструкції

Мортмасу деревної ламані розподілено за класами розкладання. Найчастіше деревна ламань відносилась до III-IV класів розкладання. Виключення становили стовбури дерев або їх частини, які раптово впали на землю під дією абіотичних факторів (наприклад: бурелом, сніголам). Таку мортмасу віднесено до I-II класів розкладання. Розподіл мортмаси деревної ламані за класами розкладання детально описано в табл. 1. Під час обліку вимірювалась довжина та

обидва діаметри кожної дослідної одиниці. У молодняках (рідше у середньовікових насадженнях) розподілену за класами розкладання мортмасу зважено та відібрано зразки деревини для встановлення вмісту абсолютно сухої речовини в мортмасі різних класів розкладання. На кожній ТПП здійснено узагальнений опис мортмаси кожного класу розкладання.

Табл. 1. Розподіл мортмаси деревної ламані берези повислої за класами розкладу

Класи розкладання	Характеристика деревної ламані
I	Дерево або його частина, яка на момент досліджень має грубі та дрібні гілочки. Деревина структурована, зберігає свою форму навіть у разі сильного фізичного впливу.
II	Найчастіше стовбур із грубими гілками (більше 1 см), що має місцеве потемніння деревини, кора може мати свій початковий стан, на стовбурі трапляються дереворуйнівні гриби.
III	Частина стовбура, рідше стовбур. Деревина має більш порушену, не міцну структуру, особливо ушкодження помітні на поперечному зрізі, під час натиснення прогинається, кора починає відшаровуватись.
IV	Частина стовбура, що зайняла горизонтальне положення, яка частково або повністю інтегрована в підстилку, характеризується підвищеною вологістю, кора починає руйнуватись.
V	Деревина рихла, повністю втратила первинну структуру, кора продовжує руйнуватись, хоча зовні може мати початковий вигляд, подекуди зберегла форму стовбура.

Під час переліку деревної ламані проведено облік пнів. Для кожного пня встановлено клас розкладання, виміряно висоту і діаметр на середині його висоти (рис. 3). Для встановлення якісних показників мортмаси відібрано на кожній ТПП по 3 зразки кожного класу розкладання всіх компонентів мортмаси, які потім висушувались у сушильній камері до абсолютно сухого стану за температури +105 °С.



Рис. 3. Мортмаса пнів різних класів розкладу: А) свіжий пень I класу деструкції; Б) II клас деструкції; В) III клас деструкції; Г) IV клас деструкції; Д) залишки пня V класу деструкції

Результати дослідження. Встановлення кількісних та якісних параметрів деревної ламані березових лісів дало змогу отримати дані про її щільність для різних класів деструкції, яка для I класу становить 411 кг·м⁻³, для II – 343, III – 257, IV – 172 та V – 106 кг·м⁻³.

На основі проведення польових досліджень отримано дані про таксаційну характеристику насаджень, сформовано масиви дослідних даних, які дали змогу визначити масу деревної ламані ($M_{\text{дл}}$, т·га⁻¹). Здійснено статистичний аналіз експериментальних даних, який вказує на тісний кореляційний зв'язок (табл. 2) досліджуваного компонента з віком (А, років) ($r = 0,88$), середнім ді-

аметром (D , см) ($r = 0,80$), середньою висотою (H , м) ($r = 0,73$), з бонітетом (SI) ($r = 0,51$). Одержані коефіцієнти кореляції значно вищі від критичного значення ($r_{кр} = 0,40$). Кореляційний зв'язок мортмаси з відносною повнотою ($r = -0,12$) значно нижчий за критичне значення, що свідчить про слабкий взаємозв'язок із досліджуваним компонентом.

Табл. 2. Кореляція біометричних показників і деревної ламані березняків

Показники	A , років	D , см	H , м	P	SI	$M_{от}$, т·га ⁻¹
A , років	1,00	–	–	–	–	–
D , см	0,87	1,00	–	–	–	–
H , м	0,84	0,96	1,00	–	–	–
P	-0,32	-0,47	-0,51	1,00	–	–
SI	0,62	0,34	0,22	0,17	1,00	–
$M_{от}$, т·га ⁻¹	0,88	0,80	0,73	-0,12	0,51	1,00

Графічний аналіз дослідних даних дав змогу встановити тенденцію до зростання мортмаси деревної ламані із збільшенням віку, середнього діаметра та середньої висоти (рис. 4). Представлені дані мортмаси деревної ламані наведено в абсолютно сухому стані.

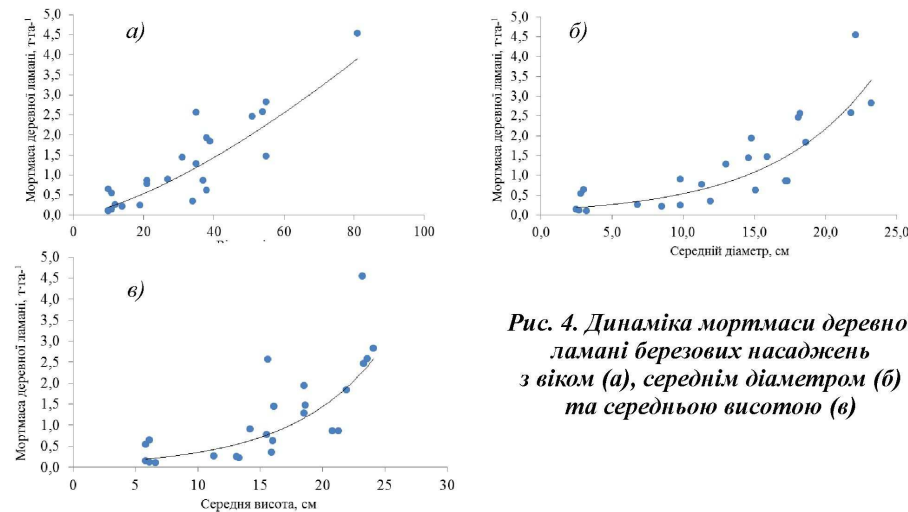


Рис. 4. Динаміка мортмаси деревної ламані березових насаджень з віком (а), середнім діаметром (б) та середньою висотою (в)

Березові насадження досить часто характеризуються високим рівнем рекреаційного навантаження. Мортмаса деревної ламані березняків може досить інтенсивно вилучатися з насаджень для використання в енергетичних цілях, тому розподіл дослідних даних не повною мірою відповідає нормальному розподілу (табл. 3).

Для віку, бонітету та мортмаси деревної ламані простежується високий рівень асиметрії з дослідними даними. Середній діаметр, середня висота, відносна повнота характеризується рівнем асиметрії, який не перевищує критичні значення. Показник ексцесу для більшості ознак перевищує допустимі критичні значення (крім віку, відносної повноти та бонітету). На основі проаналізованих

дослідних даних та ретельно сформованих масивів дослідних даних було здійснено моделювання мортмаси деревної ламані залежно від основних таксаційних показників (табл. 4).

Табл. 3. Статистична характеристика дослідних даних

Ознака	Значення		Статистики			
	min	max	середнє значення	стандартне відхилення	асиметрія	експес
A , років	10,0	81,0	30,6	14,8	0,877	0,641
D , см	2,5	23,2	12,4	5,5	-0,128	-1,094
H , м	5,8	24,1	15,6	4,8	-0,345	-0,912
P	0,4	1,1	0,70	0,1	0,481	0,656
SI	1,0	8,0	5,2	1,5	-0,813	0,117
$M_{от}$, т·га ⁻¹	0,11	4,538	1,234	0,9	1,316	1,773

Табл. 4. Математичні моделі мортмаси деревної ламані березняків

Номер моделі	Моделі	Коефіцієнт детермінації (R^2)
1	$M_{от}=0,009 \cdot D^{2,536} \cdot H^{0,562} \cdot P^{0,586}$	0,77
2	$M_{от}=0,005 \cdot D^{0,815} \cdot A^{1,011} \cdot P^{0,578}$	0,86
3	$M_{от}=0,005 \cdot D^{2,141} \cdot P^{0,621}$	0,76
4	$M_{от}=0,011 \cdot A^{1,438} \cdot P^{0,707}$	0,85
5	$M_{от}=0,002 \cdot D^{2,311}$	0,75
6	$M_{от}=8,817 \cdot 10^{-3} \cdot SI^{2,239} \cdot A^{(1,090 \pm 1,138 \cdot P - 0,714 \cdot P^2)}$	0,85
7	$M_{от}=0,041 \cdot A^{1,612} \cdot SI^{0,271} \cdot P^{1,599} \cdot \exp(-1,2 \cdot 10^{-3} \cdot A - 1,636 \cdot P)$	0,85

Розроблені математичні моделі (1-7) характеризуються високими коефіцієнтами детермінації та можуть бути використані для оцінки мортмаси березових деревостанів досліджуваного регіону.

Висновки. Результати проведених досліджень мортмаси деревної ламані підтвердив високу мінливість цього компонента, що обумовлено впливом різних як природних, так і антропогенних факторів. Мортмаса деревної ламані збільшується із зростанням віку, середнього діаметра, середньої висоти. Отримано базисну щільність для 5 класів деструкції. Базисна щільність мортмаси деревної ламані зменшується з часом. Порівняно з базисною щільністю фітомаси деревини берези, щільність мортмаси I класу зменшується на 18 %, II – 32 %, III – 49 %, IV – 66 %, V – 79 %. За допомогою математично-статистичних методів вдалось отримати моделі мортмаси деревної ламані, які можливо використовувати у Східному Поліссі України.

Література

- Білоус А.М. Оцінка мортмаси деревної ламані березняків Українського Полісся / А.М. Білоус // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.7. – С. 25-31.
- Білоус А.М. Методика дослідження мортмаси лісів / А.М. Білоус // Науковий вісник НУБіП України : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НУБіП України. – 2014. – Т. 6, № 3-4. – С. 134-140.
- Генсірук С.А. Ліси України / С.А. Генсірук. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1992. – 408 с.
- Гирс А.А. Многомерные модели полнодревесности стволов березы в Украинском Полесье / А.А. Гирс, М.Е. Лишук // Закономерности роста и производительность древостоев : тез. докл. науч. конф. – Каунас, 1985. – С. 36-37.

5. Довідник лісового фонду України (за матеріалами державного обліку лісів України станом на 01.01.2011 р.) / Державне агентство лісових ресурсів України. – Ірпінь, 2012. – 130 с.
6. Лакида П.І. Фітомаса березових лісостанів Українського Полісся : монографія / П.І. Лакида, Л.М. Матушевич. – К. : Вид-во ННЦ ІАЕ, 2006. – 228 с.
7. Лакида П.І. Фітомаса лісів України / П.І. Лакида : монографія. – Тернопіль : Вид-во "Збруч", 2002. – 256 с.
8. Портянко А.В. Древесный детрит в сосновых насаждениях Казахского мелкосопочника как показатель оценки санитарного состояния, экологической и пирологической характеристик / А.В. Портянко, С.В. Залесов, А.В. Данчева // Леса России и хозяйство в них / М-во образования и науки РФ, Урал. гос. лесотехн. ун-т, Ботан. сад УрО РАН. – 2011. – Вып. 4 (41). – С. 45-52.
9. Пастернак В.П. Запаси та динаміка відмерлої деревини в лісах північного сходу України / В.П. Пастернак, В.Ю. Яроцький // Науковий вісник НУБіП України : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво і декоративне садівництво. – К. : Вид-во НУБіП України. – 2010. – Вип. 152. Ч. 2. – С. 93-100.
10. Порицький Г.О. Нові дослідження ходу росту насінних березових насаджень Українського Полісся / Г.О. Порицький // Вісник сільськогосподарської науки : зб. наук. праць. – К. : Вид-во "Либідь". – 1962. – № 10. – С. 54-60.
11. СОУ 02.02-37-476: 2006. Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання. – Введ. 26.12.2006. – К. : Мінагрополітики України, 2006. – 32 с.

Ковбаса Я.В. Моделирование мортмассы валежа березовых лесов Восточного Полесья Украины

Обработан существующий опыт оценки запасов отмершего органического вещества деревьев в лесных биогеоценозах. Приведены методические особенности разделения мортмассы валежа на классы деструкции. Осуществлена оценка валежа в насаждениях березы повислой (*Betula pendula* Roth.) Восточного Полесья Украины. Определена базисная плотность мортмассы валежа по классам разложения. Проведен статистический и графический анализ мортмассы валежа в зависимости от основных таксационных показателей. Разработаны математические модели для оценки запаса мортмассы в абсолютно сухом состоянии на 1 га лесных насаждений.

Ключевые слова: *Betula pendula* Roth., мортмасса, валеж, средний диаметр, средняя высота, базисная плотность, классы деструкции, Восточное Полесье Украины.

Kovbasa Ya.V. Modeling of Coarse Woody Debris (logs) Forest Birch Eastern Polissia of Ukraine

The estimation of coarse woody debris (logs) in forest birch (*Betula pendula* Roth.) Eastern Polissia of Ukraine. Processed by existing experience measuring inventories dead of organic substance in of trees of forest ecosystems. Deals with methodical peculiarities mortmass coarse woody debris on classes decomposition. Is established baseline wood density mortmass on class decomposition. A statistical and graphical analysis mortmasy woody debris depending on main indicators. Mathematical models for measuring inventories mortmass in absolutely dry state on 1 hectares of forest plantations.

Keywords: *Betula pendula* Roth., mortmass, coarse woody debris (logs), average diameter, average height, baseline density, classes decomposition, Eastern Polissia of Ukraine.

2. ЕКОЛОГІЯ ТА ДОВКІЛЛЯ

УДК 630.187:631.4

**Проф. Л.І. Копій, д-р с.-г. наук; здобувач В.М. Гончар;
проф. Ю.Й. Каганяк, д-р с.-г. наук; асист. С.Л. Копій, канд. с.-г. наук –
НЛТУ України, м. Львів**

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ҐРУНТУ ПІД НАМЕТОМ СОСНОВИХ І БЕРЕЗОВО-СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ У СУБОРАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

Проведено аналіз основних чинників, які сприяли формуванню лісової рослинності в межах північної частини України. Відзначено домінування суборових умов серед сформованих типів лісу Західного Полісся. Проаналізовано вплив берези повислої на екологічний стан навколишнього середовища, збагачення ґрунтів поживними речовинами та формування березово-соснових деревостанів. Здійснено стаціонарні дослідження впливу складу деревостану на перерозподіл поживних речовин та хімічних елементів вздовж профілю ґрунту на секціях експерименту. Встановлено зменшення кислотності ґрунту та збільшення вмісту гумусових речовин у верхніх прошарках ґрунту на секціях, де в складі деревостанів бере участь береза повисла.

Ключові слова: деревостан, склад деревостану, сосна, береза, тип лісорослинних умов, стаціонар, таксаційні та біометричні показники, ґрунт, кислотність ґрунту, гумус, хімічні елементи.

Тривалий період формування лісової рослинності в межах європейської частини континенту, яке відбувалося під впливом декількох зледенінь, загалом завершилось в останні тисячоліття голоцену. Після льодовикового періоду внаслідок поступового потепління на території України сформувались межі декількох природно-кліматичних зон (Полісся, Лісостеп, Степ). У північній її частині зосереджена Поліська зона, що характеризується низинним рельєфом, значним поширенням низькопродуктивних дерново-слабоопідзолених піщаних і супіщаних ґрунтів, на яких формуються різноманітні типи лісу. У межах Полісся переважають суборові (44,9 %) і борові (24,8 %) типи лісорослинних умов. Соснові ліси зазвичай переважають у суборах, де на глинистих пісках, легких суглинках і пісках зростають корінні двоярусні деревостани з сосною звичайною і домішкою берези повислої в першому ярусі та дуба звичайного у другому. Оптимальні умови для росту і розвитку сосни звичайної характерні у свіжому дубовому суборі, в яких вона досягає I та I³ бонітету і формує деревину з високими фізико-механічними показниками.

У суборових умовах поряд з оліготрофними деревними видами беруть участь у формуванні рослинних асоціацій ялина та дуб звичайний, які внаслідок своєї вибагливості до ґрунту не здатні конкурувати з деревними видами першого ярусу, а завдяки вищій тіньовитривалості в корінних асоціаціях створюють характерний другий ярус. У суборових ділянках умови відносно бідні, за більшістю ознак вони є близькими до борів. Більшість видів деревної, кущової та мохово-лишайникової рослинності, яка характерна для борових умов, представлена і в суборах, проте тут значну роль відіграють більш вибагливі до ґрунтових умов мезотрофні види, які вказують на підвищення продуктивності ґрунту.