

Калінін М.І. д-р сільгосп. наук, професор кафедри екології МФ НаУКМА – відповідальний редактор за напрямом “Екологія”;



Калінін Михайло Іванович, 1927 р.н. Доктор сільськогосподарських наук, професор департаменту екології МФ НаУКМА, академік ЛАНУ (Лісівнича академія наук України). Заслужений працівник народної освіти України, Винахідник СРСР. Напрямок досліджень – лісова екологія. Премії, нагороди: орден "Знак Почета", 1976 р., бронзова медаль ВДНХ, 1980 р., друга премія Міністерства Української РСР, 1991 р.

Особливості росту штучних насаджень сосни та їх вплив на екологічні фактори арени Кінбурнської коси

Розглянута унікальна сукупність біотичних і абіотичних факторів протягом декількох тисяч років, що впливає на процес утворення Кінбурнської коси. Показано, як штучне заліснення території цього регіону призвело до створення якісно нової екосистеми, зміни умов існування флори і фауни, гідрологічних характеристик ґрунтів, прискорення процесів ґрунтоутворення.

Автор викладає методику і результати досліджень розвитку, морфологічних і просторово-структурних особливостей штучних деревостанів сосни кримської і сосни звичайної.

The unique combination of both biotic and abiotic factors is influencing on the process of Kinburnskaya Kosa formation during several thousands years. The artificial afforestation of this region caused the formation of qualitatively new ecosystem, changed the conditions of existence of both flora and fauna, hydrologic regime of soils, fastened the process of soil formation.

Author describes the methods and results of the research of development, morphologic and spatial-structural peculiarities of artificial pine stands.

Кінбурнська коса являє собою унікальне піщане утворення, яке почало формуватись в геологічному аспекті зовсім недавно і подальше її формування продовжується в даний період. Унікальність арени полягає в тому, що її генезис обумовлений одночасним впливом річкової і морської природи, що приводить до формування особливостей, притаманних піскам морського і річково-алювіального походження. Арена формується на основі твердого стоку річок Південного Бугу і Дніпра, який складає декілька тисяч тон щорічно. Крім того, частково її поповнюють тверді надходження від процесів абразії і вапняки біологічної природи.

Формування арени включає декілька етапів, серед яких: нагромадження твердої маси і утворення рухомих пісків, заростання рухомих пісків трав'яною рослинністю із зміною декількох її типів, заростання деревною рослинністю. Геологічно Кінбурнська коса є молодим утворенням, яке сформувалося як лиманно-морська акумуляція твердих продуктів ерозії. Енергетичну основу процесу складають хвилювання і течії. Визначну роль при цьому відіграє морське хвилювання, що виникає під впливом згонно-нагонних течій внаслідок дії енергії вітру. В береговій зоні майже постійно діють течії річкової води, енергія яких викликає відповідний рух, переміщення твердих частинок з накопиченням

їх в зоні з нульовим або близьким до нього енергетичним потенціалом. Продукти абразії транспортуються в цю зону приливо-відливними і згонно-нагонними течіями. Різноманітність напрямків і потужностей викликають чисельні співвідношення в переміщенні та інтенсивності і характері акумуляції твердих компонентів. Процес акумуляції пристосований до зони водообміну лиману з морем. Саме в цій зоні формується нульова енергетична смуга, в якій внаслідок маятникового руху хвилі поступово накопичувався у відповідній конфігурації піщаний шар. Первинні утворення пісків пересуваються під впливом вітрової енергії. Незважаючи на те, що природі пісків притаманне вологонакопичення, рухомі піски Кінбурнської коси в літні періоди при відсутності опадів просяхають до глибини 40 см. Оподи легко проникають в них і, досягаючи водонепроникних прошарків, затримуються, формуючи ґрунтові води. Рівень ґрунтових вод регламентується взаємодією двох факторів: кількістю опадів і випаровуваністю.

Отже, в періоди, коли кількість опадів перевищує середню річну норму, рівень ґрунтових вод піднімається, в періоди, коли кількість опадів менша за середньорічну, рівень ґрунтової води знижується.

Слід звернути увагу на те, що таке нестабільне положення рівня ґрунтових вод може негативно впливати на стан лісової рослинності. Зокрема, в

періоди значного підняття рівня ґрунтової води може відбуватись відмирання всмоктуючої частини кореневих систем, які в попередні тривалі періоди з більш низьким положенням ґрунтової води досягли її рівня. Можна припустити, що це явище є однією з причин того, що лісова рослинність в цих умовах природно дислокується в межах територій із стабільним рівнем ґрунтової води.

В процесі самозаростання рухомих пісків активізувався ґрунтоутворюючий процес, піски ущільнювались, транспірація води рослинністю відповідно вплинула на рівень залягання ґрунтової води.

Самозаростання первинних пісків ариени підпорядковано загальним закономірностям цього процесу, якому притаманні поетапні зміни трав'яної рослинності: овес піщаний → пирій піщаний → полин піщаний, типчак піщаний. Супутниками цих видів є численні інші види, але основна роль в первинному закріпленні і наступному заростанні належить саме цим видам. При цьому на початкових стадіях заростання вони виступають як основні складові у видовому різноманітті. Отже, дослідження видового складу трав'яної рослинності може дати додаткові дані щодо генезису утворення і заростання пісків.

В межах ариени деревна рослинність природним шляхом розповсюдилась здебільшого в понижених місцях північної зони ариени по узбережжю Дніпро-Бузького лиману, що обумовлюється наявністю більшої природної родючості наносного твердого субстрату і більш прісними ґрунтовими водами.

Внаслідок відносно незначної території ариени і мінливого характеру напрямків потужних вітрів, тут формуються піски кучугурного типу середньої висоти. Висоти окремих кучугур досягають 6-7 метрів. Міжкучугурні пониження більш сприятливі для заселення рослинністю.

Лісова рослинність природного походження займає відносно незначну територію ариени. Існуючі лісові оазиси є природно територіально локалізовані, в сучасних умовах вони не розповсюджуються на прилеглі території. На основній її площі ліси можуть існувати лише як штучні утворення.

Сучасна територія Кінбурнської коси сформувалась внаслідок з'єднання материкового півострова давнього походження і острівної території, яка приєдналась до нього в процесі свого формування і розширення. В нарисах Геродота, Птолемея згадуються природні лісові масиви, що вкривали давно частину коси. Тут спостерігались деревостани з участю дуба звичайного, берези пухнастої дніпровської форми, вільхи чорної, груші

лісової. Морфологічно вона являє собою півострів, розташований в північній частині Чорного моря між Дніпровським лиманом і Ягорлицькою затокою. Сучасна довжина його 40 км, ширина – 8-19 км, орієнтація – із заходу на схід. До реліктових лісових насаджень коси слід віднести лісостепові масиви Волижин ліс, Солонозерний, Івано-Рибальчанський. В межах коси існує комплекс так званих кефальних озер: Черепашне, Косянське, Кабачине, Маленьке, Качине. Всього на півострові налічується близько 300 озер, які займають до 15 км² площі. Озера Макарова, Христина, Чумацьке, Островки мають прісну воду. Ці озера неглибокі з прісною або солоною водою, багато з них існують за рахунок опадів і в бездошові періоди пересихають [1; 5].

Ґрунтовий покрив представлений чисельними варіантами недорозвинених дерново-підзолистих ґрунтів, а на значній частині – солончаками, на яких водно-розчинні натрієво-хлоридні, натрієво-сульфатні, натрієво-карбонатні солі знаходяться на поверхні ґрунту, утворюючи в сухі періоди білі вицвіти. На знижених ділянках і улоговинах, де капілярна кайма підґрунтових вод підходить до поверхні ґрунту і випаровується, формуються засолені різновиди ґрунтів. В сучасний період середня глибина знаходження ґрунтової води складає 2 м. Однак є дані, що раніш глибина залягання ґрунтової води складала 1,5 м [4].

Після процесу закріплення пісків трав'яною рослинністю починається поселення на аренах окремих видів деревної рослинності. Це, перш за все, сосна звичайна, береза повисла. Закріплення деревною рослинністю вважається закінченим, коли відповідні види її забезпечують в даних умовах процес природного відновлення, тобто природну зміну поколінь лісу.

В умовах інтенсивної людської господарської діяльності процес природного самозаростання пісків може бути порушений. Він може бути різко загальмований, припинений або прискорений. Загальмування його викликається випасом худоби, припинення – розорюванням території. В разі припинення процесу природного заростання пісків може виникнути явище вторинного утворення рухомих пісків.

Антропогенне прискорення процесу закріплення пісків може відбуватись в разі створення лісових насаджень в той чи інший період самозаростання пісків до часу природного виникнення на них лісової рослинності. Це диктується, насамперед, міркуванням господарської доцільності. Так, ариени в процесі самозаростання досить тривалий час не дають господарської користі, тому що на них не

можна випасати худобу, їх не можна розорювати і використовувати для вирощування сільськогосподарських культур [6]. Разом з тим сучасні технології дозволяють без ризику виклику вторинного утворення рухомих пісків провести штучне заліснення і одержати в процесі наступного періоду економіко-господарський ефект у вигляді відповідної кількості деревини. Дострокове (по відношенню до природного генезису) штучне утворення лісових насаджень сприяє прискоренню позитивних процесів у зміні екологічного стану на територіях піщаних арен. Це відноситься, перш за все, до зміни вітрового режиму, температурної ситуації у поверхні ґрунту, відносної вологості приземних шарів повітря, збільшення вмісту органічної речовини у поверхневих шарах ґрунту та ін.

В умовах Кінбурнської коси в період 1960-1970 рр. було створено насадження сосни звичайної і сосни кримської. Період створення їх співпадає з передостаннім періодом самозаростання арени трав'яною рослинністю. Природний процес появи лісової рослинності був утруднений тут тим, що поява порід-піонерів – сосни звичайної, берези повислої гальмувалась відсутністю пристигаючих і стиглих їх насаджень в межах природного розповсюдження насіння, а для інших порід, які мали очагові (кілкові) насадження (дуб, клени, верби), масиви піщаних територій були непридатні внаслідок незначної родючості, низької відносної вологості ґрунту, високих температур поверхні ґрунту.

На час досліджень культури сосни звичайної мали вік 35 років, культури сосни кримської – 14 років. За класифікацією Погребняка тип лісу попередньою лісовпорядкувальною експедицією був визначений як свіжий бор (А₂). Було створено чисті культури сосни за схемою розміщення садівних місць 3 × 0,7 м. Садівний матеріал – 2-річні сіянці.

Методикою дослідження передбачалось закладання пробних площ розміром 50 × 120 м. На такій площі розміщувалось 2860 садівних місць (площа живлення – 2,1 м). На час дослідження у 35-річному віці дерев їх залишилось на пробній площі 174, тобто площа живлення складала 34,5 м². Така трансформація свідчить про велику невідповідність природних умов лісобіологічним особливостям деревної рослинності.

Робота на пробних площах полягала у суцільному переобліку дерев з вимірюванням діаметру на висоті 1,3 м. Діаметр вимірювався мірною вилкою з двосантиметровими ступенями, висота –

висотоміром з точністю ± 10 см. По кожному ряду насаджень вимірювалась віддаль між деревами і для кожного дерева розмір діаметру в см вздовж і впоперек ряду.

Одержані дані оброблялись методами біометричного аналізу. Встановлювались середні діаметр, висота, розмір площі проекції крон, показники кореляційної і регресійної залежностей.

На пробній площі відбирались три модельних дерева, що характеризують за діаметром і висотою дерева трьох груп росту: кращих, середніх, відстаючих за методикою [2]. У кожній моделі вимірювались таксаційні елементи, відстань до першого мертвого і живого кільця, довжина крони. Обрізувались всі гілки. Після відокремлення від хвої гілки розподілялись на живі і сухі. Хвоя поділялась за віком: 1, 2, 3, 4-річна. Окремо визначались маса шишок, які розподілялись на шишки 1 і 2-річні. Одержані морфологічні частини модельних дерев зважувались в сирому вигляді. За даними суцільного обліку визначалась кількість дерев кожної групи росту на пробній площі і відповідно на 1 га насадження. Маса кожної визначеної морфологічної частини дерев перераховувалась на 1 га деревостану.

Для визначення щорічного опадку приймались розрахункові показники опадку хвої, гілок і шишок. Щорічний опад хвої визначився як середнє значення маси хвої 1, 2, 3 року. Опад гілок приймався як 10% від маси всіх гілок, опад шишок – як маса шишок 2 віку. Маса кореневих систем дерев за діаметром і висотою визначився для трьох модельних дерев, які представляли дерева груп росту: кращі, середні, відстаючі. Для аналізу брались зрізи стовбура на висотах 0; 1,0; 1,3; 2,0 і далі через кожен метр.

Хід росту за діаметром визначався аналізом річних кілець щорічного приросту по зрізу на висоті 1,3 м. Хід росту за висотою визначався із застосуванням відомого таксаційного методу аналізу ходу росту на вказаних висотах стовбуру.

Визначення просторової структури деревостанів здійснювалась складанням картограм розміщення дерев на площі з нанесенням місця положення стовбурів і діаметрів крон вздовж ряду дерев і впоперек ряду. На плані виділялись біогрупи дерев за ступенем перекриття крон. Градація ступені перекриття крон встановлювалась за показником максимальної кількості дерев, площі проекції крон яких перекривались в даній біогрупі. В окрему біогрупу включались дерева з перекриттям крон від двох до максимальної їх кількості. За епіцентр біогрупи приймалось положення дерев, що

забезпечували максимальний ступінь перекриття проєкцій крон. Ступінь перекриття проєкцій крон приймався як показник біологічної напруги цієї біогрупи. За цим показником проводилась класифікація біогрупи, яка одночасно характеризувала просторову структуру деревостану.

Для характеристики просторової структури деревостанів обрані такі показники: співвідношення площ, що зайняті горизонтальними проєкціями крон і площ, вільних від горизонтальних проєкцій крон; загальний для деревостану коефіцієнт біологічної напруги; середня площа живлення дерев (густота деревостану); середня площа живлення дерев (густота) на частині деревостану, яка зайнята площею проєкцій крон; середня площа проєкцій крон; парцелярна структура; показники математичної інтерпретації розподілу дерев за діаметром і висотою.

Досліджувались кореневі системи модельних дерев. Від землі препарувались всі скелетні корені на повну глибину їх проникнення в ґрунт. В процесі препарування у відповідному вільно обраному масштабі наносилось положення всіх морфологічних груп коренів: стрижневий корінь, корені горизонтальної орієнтації, вертикальні відгалуження від коренів горизонтальної орієнтації.

Складались горизонтальні і вертикальні проєкції корневих систем, на підставі яких визначався об'єм ґрунту, зайнятого коренями даних дерев (v). Визначалась довжина кожного скелетного кореня і загальна довжина коренів (l). Показник біологічної напруги корневих систем (k , м/м^3) визначався як

$$k = \frac{l}{v}.$$

Узагальнені результати досліджень наступні.

Дані, що характеризують просторову структуру деревостанів наведені в табл. 1, вони дають підставу для наступних узагальнень.

В культурах сосни кримської і сосни звичайної в умовах Кінбурнської коси в їх початковому віці інтенсивно проходить процес деформації просторової структури за рахунок відпаду частини рослин.

Внаслідок відпаду дерев формуються відносно значні площі, які не перекриваються горизонтальними проєкціями дерев.

В культурах формуються парцели різної біологічної напруги, яка в культурах сосни звичайної в 36-річному віці досягає максимального показника 13,0; мінімального – 1,2.

Коефіцієнт біологічної напруги в культурах досить низький і складає для сосни кримської індексу 0,61, для сосни звичайної – 0,54.

Аналіз розподілу діаметрів дерев сосни звичайної показав, що при середньому діаметрі сосни звичайної 13,2 см модальними класами є $x_i = 12$ і $x_i = 14$ см. В теоретичному розподілі діаметрів зафіксована істотна ліва асиметрія, тобто більша кількість дерев сконцентрована в класах з меншими за середній діаметрами.

При середній висоті 8,7 м модальним є клас $y_i = 8,4$ м, ліва асиметрія незначна. Звертає на себе увагу наявність істотно вираженого позитивного ексцесу. Це означає, що в культурах занадто велика кількість дерев має висоту, що наближається до середньої, що може свідчити про недостатню диференціацію дерев за висотою і можливість, в майбутньому, депресії деревостану.

Між діаметрами дерев і їх висотами встановлена дуже тісна кореляція, яка характеризується коефіцієнтом кореляції $r = 0,98 \pm 0,014$.

У 36-річному віці дерева кращого росту сосни звичайної досягли висоти 12,7 м, дерева відстаючі в рості – 9,2 м. До 5-річного віку приріст дерев обох груп росту був однаковий і незначний – в межах 14-16 см. Потім біжучий приріст збільшився і у дерев кращого росту став істотно більшим. В окремі роки приріст досягав 80-100 см. У дерев відстаючих в рості – 50-80 см. В більшості це мало місце в роки із значною кількістю опадів (1965 р. – 447 мм, 1966 р. – 488 мм, 1972 р. – 367 мм). Високі темпи приросту спостерігались до 26 років, після чого вони різко зменшились і стабілізувались в межах 10-20 см.

Порівняння даних ходу росту дерев за висотою з даними стандартних таблиць ходу росту показало, що до 25-річного віку дерево кращого росту росло по II бонітету, модель відстаючого в рості – за III бонітетом. Після 26-річного віку їх бонітети знизились відповідно до III і IV.

У біжучих приростах за діаметром спостерігається стабільна перевага у дерева кращого росту. До 14-річного віку приріст досягав 8-10 мм. Високим приростом відрізнявся період 21-32-річного віку, коли він у дерева кращого росту складав 5-8 мм щорічно.

У дерева відстаючого росту біжучий річний приріст діаметру не перевищував 7 мм, коливаючись в межах 2-4 мм, а після 29-річного віку він став мінімальним і становив 2 мм щорічно. У дерева кращого росту мінімальний приріст за діаметром стабілізувався після 33-річного віку, коли він

Таблиця 1. Показники просторової структури деревостанів		
Показники просторової структури	Культури сосни кримської	Культури сосни звичайної
Вік, роки	14	36
Кількість дерев, шт. на пробній площі	266	167
Відносна площа, %: зайнята проекціями крон	75,9	85,8
Коефіцієнт біологічної напруги	60,8% (0,61)	54,1% (0,54)
Площа живлення, м ² для всієї площі	6,3	16,2
Середня площа проекції крони, м ²	4,0	8,2
Біологічна напруга парцелярна, м ² пр. кр. / м ² ф. площ. максимальна	1,2	2,5

зменшився до 3 мм.

За інтенсивністю біжучого приросту сосни звичайної виразно виділяються чотири періоди (рис. 1, 2). В першому періоді, який займає перші п'ять років після створення насаджень, приріст незначний, що обумовлюється особливостями процесу приживлювання. В другому періоді на протязі 2-26-річного віку деревостанів біжучий приріст за висотою і діаметром різко зростає, потім повільно зменшується, знаходячись в безпосередній залежності від кількості атмосферних опадів.

Кількість опадів в цей період за даними Очаківської метеостанції складала 488-287 мм (в середньому 387 мм). Із збільшенням розміру дерев цієї кількості опадів не вистачало для забезпечення високих приростів. Третій період розпочався з 16-річного віку насаджень, коли корені вертикальної орієнтації досягли інтенсивно насиченої вологою кайми ґрунтової води. Повним викопуванням коренів встановлено, що в цей час кореневі системи утворили в 10-20-сантиметровому шарі ґрунту безпосередньо над рівнем ґрунтової води потужну систему розгалужених мілких всмоктуючих коренів. Це забезпечило покращання водопостачання дерев, збільшення біжучих приростів і зменшення залежності їх від атмосферних опадів. Третій період закінчився, коли насадження досягли 26-річного віку. Він змінився періодом різкого зменшення біжучих приростів. Розкопки корневих систем показали, що в цей період мало місце підняття рівня ґрунтової води. Це обумовило те, що шар всмоктуючих коренів був затоплений водою і вони повністю загинули.

На період досліджень поверхня ґрунтової води знаходилась на глибині 220 см, шар загиблих почорнілих тонких коренів розміщувався на глибині 220-240 см.

Аналіз особливостей анатомічної будови і наявності шару відмерлих коренів нижче рівня ґрунтової води свідчить про специфічну особливість гідрологічного режиму арени. Він спростовує

твердження того, що під впливом лісових насаджень рівень ґрунтової води зменшується і відкриває нову особливість – періодичне коливання рівня ґрунтової води, яке відбувається незалежно від наявності лісової рослинності. Виявлення причин цього явища вимагають спеціальних досліджень.

Запаси фітомаси в сирій вазі і розподіл її за морфологічними групами дерев представлений в табл. 2.

Отже, основні запаси фітомаси дерев сосни звичайної сконцентровані в стовбурній деревині (73,9-41,6%). Із погіршенням групи росту дерев відносна участь стовбурної деревини зменшується. Одночасно збільшується участь маси крони з 7,3 до 12,8%. Звертає на себе увагу збільшення відносної маси коренів з погіршенням росту дерев. Так, у дерева кращого росту вони займають 10,1% від загальної фітомаси, у дерева середнього росту – 21,6%, а у відстаючого в рості дерева – 68,6%.

Загальні запаси фітомаси складають 120,2 т/га, з яких дерева кращого росту – 36,9%, середнього росту – 47,1% і відстаючі в рості – 16,0%.

В розподілі хвої по роках спостерігається така закономірність: у всіх дерев найменшу відносну участь займає хвоя третього року – 0,2-0,6%, хвоя другого року – 3,9-4,3%, першого року – 4,3-3,1%. Відомо, що звичайно хвоя сосни функціонує 4 роки. Зафіксована вікова структура хвої в даних умовах підкреслює рівень їх несприятливості.

Продуктуючу асиміляційну функцію тут виконує хвоя 1 і 2 року, але вже на 3 рік вона опадає і в процесах асиміляції органічної речовини участі практично не приймає.

Слід звернути увагу на особливості структури репродукційної частини. Як бачимо з таблиці, незначну кількість однорічних шишок мають лише кращі і середні дерева. Дворічні шишки зафіксовано лише на деревах кращого росту. Отже, репродукція сосни в даних умовах не забезпечується необхідною кількістю насіння. Це підтверджується повною відсутністю природного поновлення на ділянці.

Модель накопичення органічної маси в лісовій підстилці, яка складена на підставі наведених вихідних даних і показників інтенсивності мінералізації опаду, що містять літературні джерела (П.Костичев, Г.Ф.Морозов), показує, що накопичення фітомаси описується рівнянням

$$y = \frac{x^2}{a + bx + cx^2}.$$

Збільшення маси лісової підстилки можна очікувати протягом найближчих (від облікового) чотирьох років, після чого її запаси стабілізуються на рівні біля 4 т на 1 га. Основна відносна маса лісової підстилки формується за рахунок дерев середнього росту.

Щорічний опад фітомаси складає 5 793,8 кг (5,8 т), отже щорічно мінералізується, тобто надходить у верхні шари ґрунту, 1,8 т фітомаси на 1 га деревостану.

Це забезпечує процес формування ґрунту під

лісовими деревостанами на пісках Кінбурнської коси.

Отже, основна фітомеліоративна роль лісових культур сосни звичайної в даних умовах полягає в зміні природної родючості ари. Це означає, що інтенсивність росту наступних поколінь дерев буде набагато краща.

Запаси і структура фітомаси сосни кримської представлено в табл. 3.

Відносні запаси стовбурної фітомаси з фітомаси кореневих систем дерев сосни кримської складають відповідно 31,4-47,0% і 15,2-24,1%, збільшуючись з погіршенням групи росту дерев. Відносні запаси фітомаси крони, навпаки, зменшуються на деревах, відстаючих в рості – з 26,6 до 10,2%. Слід звернути увагу на порівняно значну відносну участь фітомаси хвої в загальній фітомасі – 26,6-18,4%.

Хвоя 4 року є на деревах кращого і середнього росту і відсутня на деревах, відстаючих в рості. Основні запаси маси складає хвоя 1 року – 7,5-11,9% і 2 року – 7,7-11,4%. Запаси хвої 3 року значно менші

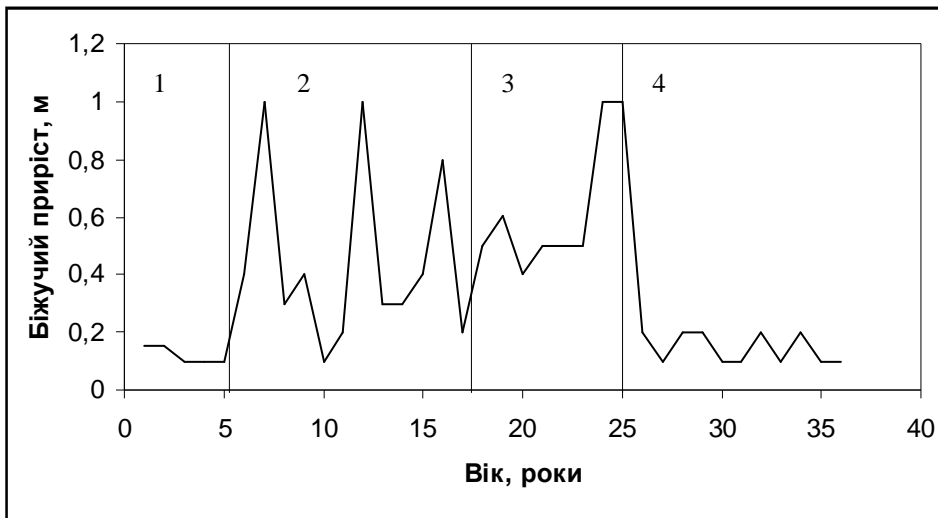


Рис. 1. Біжучий приріст за висотою дерев сосни звичайної групи кращого росту:

1, 2, 3, 4 – періоди різної інтенсивності біжучого

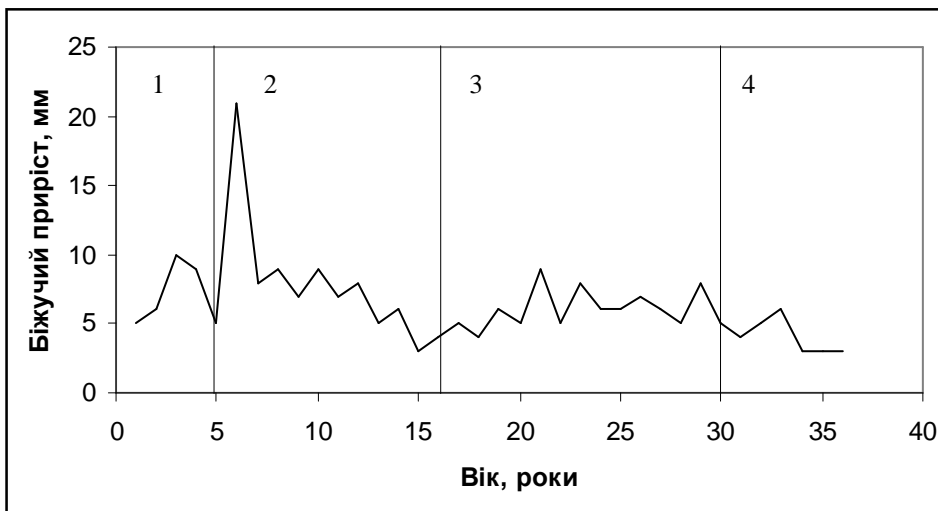


Рис. 2. Біжучий приріст за діаметром дерев сосни звичайної групи кращого росту:

1, 2, 3, 4 – періоди різної інтенсивності біжучого

– 3,2-5,0%, 4 року – 1,3 і 2,0%.

Загальні запаси фітомаси складають 84,0 т на 1 га. Основна відносна частина утворюється за рахунок дерев середнього росту – 50,7%. Запас дерев, відстаючих в рості – 40,4%, а кращих дерев лише 8,9%. Щорічна маса відпаду – 10,1 т/га.

Модель накопичення органічної маси в лісовій підстилці також описується рівнянням

$$y = \frac{x^2}{a + bx + cx^2}.$$

Накопичення маси підстилки відбувається протягом 3-х років, після чого вона стабілізується на рівні 3,6 т/га. Отже, щорічно мінералізується 6,5 т фітомаси на 1 га насадження.

Висновки. На даному етапі геологічного періоду процес формування мінеральної основи ари Кінбурнської коси продовжується. Особливості формування обумовлюються енергією хвильового руху морської води і алювіально-аккумулятивним режимом річкових вод. Відбувається процес самозаростання пісків за рахунок псамофітів трав'яної рослинності. Розповсюдження деревної рослинності можливе штучним шляхом. Штучні насадження сосни звичайної і сосни кримської забезпечують істотне збільшення вмісту органічної маси у верхньому шарі ґрунту, що є одним із важливих форм впливу лісової рослинності на екологічну ситуацію ари.

Література

1. Андріяш О.П. Кінбурнська коса. Географічна енциклопедія України. – К.: Укр. енциклоп., 1991. – Т. 2. – С. 135.
2. Калинин М.И. Корневедение. – М.: Экология, 1991. – 173 с.
3. Калинин М.И. Лісові культури і захисне лісорозведення. – Львів: Світ, 1994. – 295 с.
4. Карпенко В. Кінбурнська коса. – Одеса, 1976. – 96 с.
5. Колесник А. Кинбурнский край синих озер // Миколаївський меридіан, 1995. – № 2-3. – С. 16-17.
6. Продан В. О чем шумит Кинбурнский лес? // Южная правда. – 1997. – 12 июля.

Таблиця 2. Запас і структура фітомаси дерев сосни звичайної

Група росту дерев	Маса всього дерева, кг	В тому числі маса частин дерева від загальної маси, %						
		Стовбур	Крона	Коріння	Хвоя	Шишки	З них	
							1 року	2 року
Кращі	317,4	73,9	7,3	10,1	8,4	0,3	0,2	0,1
Середні	78,6	52,4	4,3	21,6	8,6	0,1	0,1	-
Відстаючі	20,7	41,6	12,8	68,6	7,0	-	-	-

Таблиця 3. Запаси і структура фітомаси сосни кримської

Група росту дерев	Маса всього дерева, кг	В тому числі маса частин дерева від загальної маси, %						
		Стовбур	Крона	Коріння	Хвоя	Шишки	З них	
							1 року	2 року
Кращі	92,6	31,4	26,6	15,2	26,6	0,2	-	0,2
Середні	46,9	33,7	18,3	18,1	29,6	0,3	0,1	0,2
Відстаючі	18,7	47,0	10,2	24,1	18,4	0,3	-	0,3