

**ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ
В ШТУЧНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ**

Г.О. Хаурдінова, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут агроекології і природокористування НААН

Наведено схему та результати пасивного експерименту для дослідження динаміки сукцесії в штучних лісових насадженнях за 100-річний період. Показано роль робочої гіпотези в аналізі і синтезі експериментальних даних та спробу їх апроксимації емпіричним виразом. Представлено результати системних досліджень, які проводились у віковому ряду соснових насаджень, створених на перелогах. Виявлено критерій стану сукцесії (запас надземної фітомаси), з'ясовано кореляційні зв'язки таксаційних, геоботанічних, едафічних і мікрокліматичних показників із запасом надземної фітомаси та одержано емпіричний вираз для опису динаміки сукцесії.

Ключові слова: *лісорозведення, сосна звичайна, надземна фітомаса, перелоги, сукцесія, трансформація, пасивний експеримент, віковий ряд, гіпотеза, апроксимація.*

Результати досліджень динаміки сукцесії в штучних насадженнях наведено у статті Волошина М.І. [6]. Однак тут недостатньо детально висвітлена методика, що може бути окремим об'єктом дослідження. Тобто за мету ставиться висвітлення особливостей методики наукових досліджень динаміки сукцесії в штучних лісових насадженнях.

Актуальність наукових досліджень особливостей сукцесії в штучних лісових насадженнях викликана еволюцією ставлення суспільства до лісу – від сприйняття його як природного ресурсу до визнання одним із створюваних людиною типів рослинності. Адже понад 50 % лісових насаджень у країні створено людиною.

Офіційним визнанням результатів згаданої еволюції ставлення до лісу слід вважати заміну в Земельному кодексі України в 2006 році назви категорії земель

«землі лісового фонду» на «землі лісогосподарського призначення» за аналогією з категорією «землі сільськогосподарського призначення». З цього часу ліс варто сприймати не як природний ресурс агросфери, а як тип рослинності на основному природному ресурсі – на Землі, тобто як продукт фотосинтезу, що є синергетичним результатом спільної дії сонячної енергії, Землі і людської праці. В термінах екології ліс – це продукт дії едафічних, кліматичних і антропогенних чинників. І ще один важливий аспект посилення уваги науки до штучного лісового насадження як об'єкта досліджень в екології – це необхідність оптимізації структури агроландшафтів з огляду на зростаюче антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище та очікувані глобальні зміни клімату. Тобто, йдеться про посилення уваги науки до екологічних функцій лісу. Однією з таких функцій є депонування карбону.

Саме на прикладі цієї функції можна продемонструвати, як формувалися мета і завдання цього дослідження. Так для того, щоб оцінити на якій стадії знаходиться сукцесія в насадженнях і з'ясувати депонувальну здатність останніх необхідно лісівничими методами виміряти таксаційні показники всіх компонентів фітомаси деревостану (деревина, кора, гілки, листя і т.п.), а тоді з урахуванням емпіричних коефіцієнтів поглинання все додати (знайти суму). Для проектно-технологічної роботи цього досить. Але для наукових досліджень, особливо теоретичних з екології, цього недостатньо, оскільки екології притаманний холистичний підхід, тобто тут узагальнення переважають над деталізацією.

Так, з огляду на специфіку наукових досліджень з екології були сформульовані наступні мета і завдання: виявити узагальнений критерій стану сукцесії в штучних лісових насадженнях і спробувати з'ясувати динаміку зміни його в часі, тобто з віком насаджень.

Актуальність посилення уваги науки до екологічних функцій лісових насаджень як об'єкта досліджень в екології зумовлена необхідністю оптимізації структури агроландшафтів з огляду на зростаюче антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище, зважаючи на невиправдано високу частку

розораності території країни, а також наявність значних площ земель, виведених або непридатних для подальшого сільськогосподарського використання. Проблема, пов'язана із зростанням частки перелогів, не відповідає вимогам раціонального використання земельних ресурсів і потребує науково обгрунтованого шляху її вирішення. Одним із способів ефективного використання біоекологічного потенціалу цих територій поряд з одночасним відновленням природної рівноваги антропогенно-порушених земель є лісорозведення, що зумовлює два взаємопов'язані процеси – сукцесію надґрунтового покриву і ґрунтотвірний процес [10, 14]. Тому постало питання і зроблено спробу з'ясувати динаміку трансформації цих земель у часі під впливом лісових насаджень різного віку. Деякі результати дослідження трансформації перелогів під впливом залісення наведено у літературі [6, 10, 14]. Зокрема у статті М.Д. Кучми та ін. [10] представлено окремі результати визначення фізико-хімічних показників ґрунту в лабораторних умовах, що не дає можливості в повній мірі оцінювати чи прогнозувати тип лісорослинних умов та особливості трансформації середовища.

Мета дослідження – з'ясувати загальні тенденції швидкості і спрямованості сукцесії комплексно дослідивши кліматичні, едафічні, геоботанічні, таксаційні показники штучних лісових насаджень.

Матеріали та методика дослідження. Для проведення запланованих системних досліджень низки екологічних показників у 2009 році було закладено п'ять постійних пробних площ: на перелозі, в 10-, 24-, 58- і 100- річних насадженнях сосни звичайної, які розташовані на однорідному ландшафті в ідентичних ґрунтово-кліматичних умовах, поблизу колишнього с. Копачі в 30-км зоні відчуження. За умовний контроль слугував переліг. Це дало можливість відстежити процес трансформації перелогів за 100 років.

Дослідження загальних тенденцій змін надґрунтового покриву в ході лісовідновного процесу на перелогах полягало у визначенні закономірностей (особливостей) сукцесії рослинних угруповань у культурах сосни звичайної різного віку. З цією метою було здійснено геоботанічний опис дослідних ділянок

та проведено дослідження видового різноманіття, екологічних і структурних особливостей рослинного покриву. Досліджували трав'яний покрив на п'яти пробних ділянках.

Місцем для проведення досліджень слугували дослідні ділянки з ідентичними ґрунтово-кліматичними і геоморфологічними умовами розміром 0,25-0,35 га, закладені на типологічній основі в лісових культурах сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), на землях, виведених із сільськогосподарського використання. За контроль вибрали незалісену ділянку – переліг, що сформувався на територіях, виведених із сільськогосподарського використання з 1986 року. Ділянки розміщені на однорідному, типовому для зони Київського Полісся, ландшафті й знаходяться на близькій відстані одна від одної, а деякі межують між собою. Ґрунт дерново-слабопідзолистий, супіщаний на флювіогляціальних відкладах, що підстилаються суглинистою мореною. Тип лісорослинних умов С₂.

Об'єктом вивчення був ряд екологічних показників у межах п'яти дослідних ділянок, які перебувають в ідентичних природних умовах.

Пробні площі закладені у лісових культурах різних років створення та на перелозі згідно із загальноприйнятою в лісовій таксації методикою, а також з урахуванням геоботанічних методик. Екологічну оцінку ценозів проведено на основі аналізу геоботанічних описів.

Програмою досліджень передбачалося вивчення етапів трансформації староорних земель у ході лісовідновлення на перелогах.

Екологічні чинники, лісорослинні умови, лісовий фонд регіону досліджень і його стан, історію сільськогосподарського використання на лісових землях вивчали на основі аналізу літературних джерел та картографічних матеріалів. Розкрито характеристику фізико-географічних і ґрунтово-кліматичних умов регіону досліджень, наведено методику збору та обробки дослідних даних.

Кліматичні та едафічні умови регіону досліджень сприятливі для вирощування високопродуктивних і стійких насаджень сосни звичайної як головної лісоутворювальної породи. На Київському Поліссі переважають

дерново-підзолисті ґрунти різних ступенів опідзолення, природне поновлення сосни в яких відбувається, зазвичай, незадовільно. Тому основним способом лісовідновлення тут може бути створення лісових культур.

На основі матеріалів лісовпорядкування та господарського обліку визначено й підібрано найбільш характерні, однорідні за умовами місцезростання ділянки насаджень сосни звичайної, створені на перелогах Київського Полісся. Дослідження проведено в межах Корогодського лісництва ДСКП «Чорнобильська пуща».

У процесі досліджень використовували методи і прийоми, прийняті в сучасному лісівництві, лісовій таксації, ґрунтознавстві, екології та інших суміжних дисциплінах. Дослідження лісових фітоценозів проводилися методами порівняльної екології із дотриманням вимог лісової таксації. Пробні площі закладали відповідно до методичних вказівок щодо вивчення лісових культур [1, 9]. На пробних площах здійснювали геоботанічний опис, відбирали зразки ґрунту та підстилки для проведення фізико-хімічних та мікробіологічних аналізів, відбирали представників ентомофауни, визначали режим освітленості, температуру та вологість ґрунту.

Біометричні характеристики насаджень та визначення запасів надземної фітомаси здійснювали методом відбору модельних дерев з наступним розрахунком параметрів за загальноприйнятою методикою [11].

Для визначення типу ґрунту та його морфологічних, фізико-хімічних і агрохімічних властивостей на пробних площах закладали ґрунтові розрізи.

Для проведення фізико-хімічних і мікробіологічних аналізів на кожній пробній площі відбирали зразки ґрунту та підстилки, які аналізували в ґрунтово-хімічній лабораторії при ВО «Укрдержліспроєкт».

У ґрунтових зразках визначено: гранулометричний склад – за Качинським; загальний вміст гумусу – за Тюрінім; валовий вміст азоту – за Кьельдалем; рН сольової витяжки – потенціометрично; поглинуті основи (Ca^{++} , Mg^{3+}) – за Гедройцем; гідролітичну кислотність – за Каппеном; обмінну кислотність – за Соколовим; зольність підстилки – методом спалювання.

Аналіз мікобіоти відібраних зразків підстилки і ґрунту було проведено у відділі фізіології та систематики мікроміцетів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. Виділення культур мікроскопічних грибів із зразків здійснювали методом накопичення в чашках Петрі з використанням поживних середовищ різного складу: сусло-агару, картопляно-глюкозного агару, агаризованого середовища Чапека.

Вимірювання освітленості на дослідних ділянках здійснювали на 50 точках у 10-разовій повторності за допомогою люксметра Ю-116.

Температуру ґрунту визначали на п'яти пробних площах ґрунтовим термометром-щупом у 10-разовій повторності на глибині 10, 30, 60, 100 і 150 см.

Вологість ґрунту на різній глибині встановлювали термоваговим методом.

Динаміку опадання органічної маси вивчали на облікових ділянках розміром 1 м² у 3-разовій повторності.

Ярусність рослинного покриву визначали візуально у відсотках на кожній із п'яти дослідних ділянок. Для кожного ярусу встановлювали його частку у вертикальній структурі фітоценозу за такими градаціями: слабка (до 20 %), середня (21–50 %), важлива (51–80 %), переважаюча (81 %).

Живий надґрунтовий покрив описували на дослідних ділянках за методикою Циганова. На кожній дослідній ділянці було закладено 15 облікових ділянок, на яких фіксували види рослин та їх кількість. Склад рослинного покриву оцінювали за двома параметрами: ярусність і зустрічність виду. Екоморфологічний аналіз: екоморфну (ценоморфна, трофоморфна та гігроморфна) належність видового складу трав'яного покриву визначали для з'ясування спрямованості сукцесії за методикою Бельгарда А.Л. [5].

Екологічну амплітуду видів оцінювали на основі аналізу літературних даних і геоботанічних описів ценозів за допомогою методу синфітоіндикації, розробленого у відділі екології фітосистем Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України [8].

Ентомокомплекси досліджували в період піку розповсюдження комах (травень, липень 2010 р.) за методом Фасулаті [13]. Видовий склад та

таксономічну приналежність встановлювали за допомогою спеціалізованих визначників [2, 3, 4].

Під час математичного аналізу експериментальних даних застосовували методи варіаційної статистики, кореляційного та регресійного аналізів.

Системний підхід полягав у визначенні 4 груп основних показників стану лісового біогеоценозу: кліматичних, едафічних, геоботанічних, і таксаційних. Таким чином у цьому умовному пасивному експерименті змодельовано спостереження у віковому ряду соснових насаджень, який охоплює 100-річний період.

Для аналізу і синтезу одержаних експериментальних даних скористалися гіпотезою Ліндемана, сформульованою в 1942 році: Ліндеман припускав, що в ході сукцесії кількість енергії в екосистемі зростає аж до досягнення клімаксного угруповання і далі призупиняється [12]. Припущено імовірність того, що кількість енергії в екосистемі пропорційна запасу фітомаси і для початку взяли до уваги лише надземну фітомасу деревостану.

Результати досліджень. Аналізом первинних даних було виявлено, що вікова динаміка досліджуваних показників, які характеризують кількість біомаси в біоценозі, має тенденцію асимптотичного наближення до певної межі (рис. 1), аналогічно до передбачення Р. Ліндемана стосовно енергії.

Крім того, динаміка запасу надземної фітомаси в штучних лісових насадженнях зі збільшенням їх віку аналогічна до передбачень Ліндемана стосовно енергії. В нашому випадку ознаки клімаксного угруповання з'явилися в 58-60-річних насадженнях. При цьому більшість досліджуваних показників (морфометричних, едафічних і кліматичних) досить тісно корелюють із запасом надземної фітомаси. А це означає, що для моделювання динаміки сукцесії є перші вихідні дані, узагальнюючий критерій стану сукцесії (запас надземної фітомаси, його вікова динаміка) і внутрішні зв'язки (кореляція з показниками, котрі спричиняють сукцесію і супроводжують її).

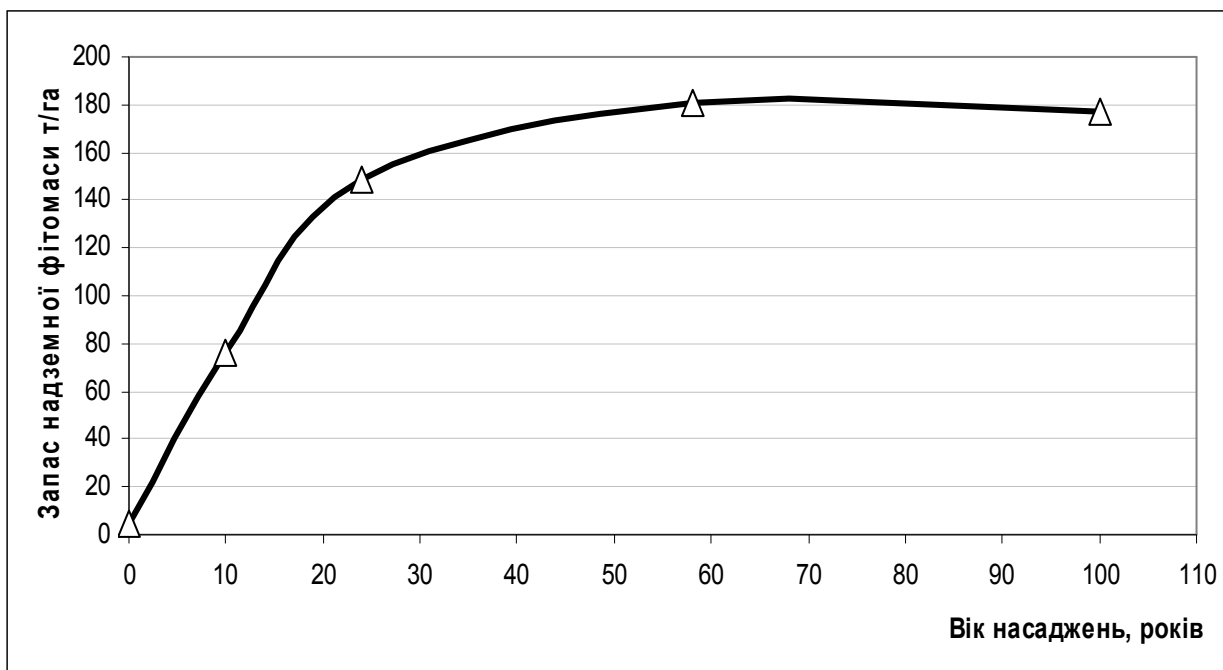


Рис. 1. Запас надземної фітомаси залежно від віку насаджень

У першому наближенні динаміку запасу надземної фітомаси апроксимовано логарифмічною кривою (рис. 2). Ця емпірична формула задовільно описує динаміку запасу надземної фітомаси до досягнення насадженнями 100-річного віку.

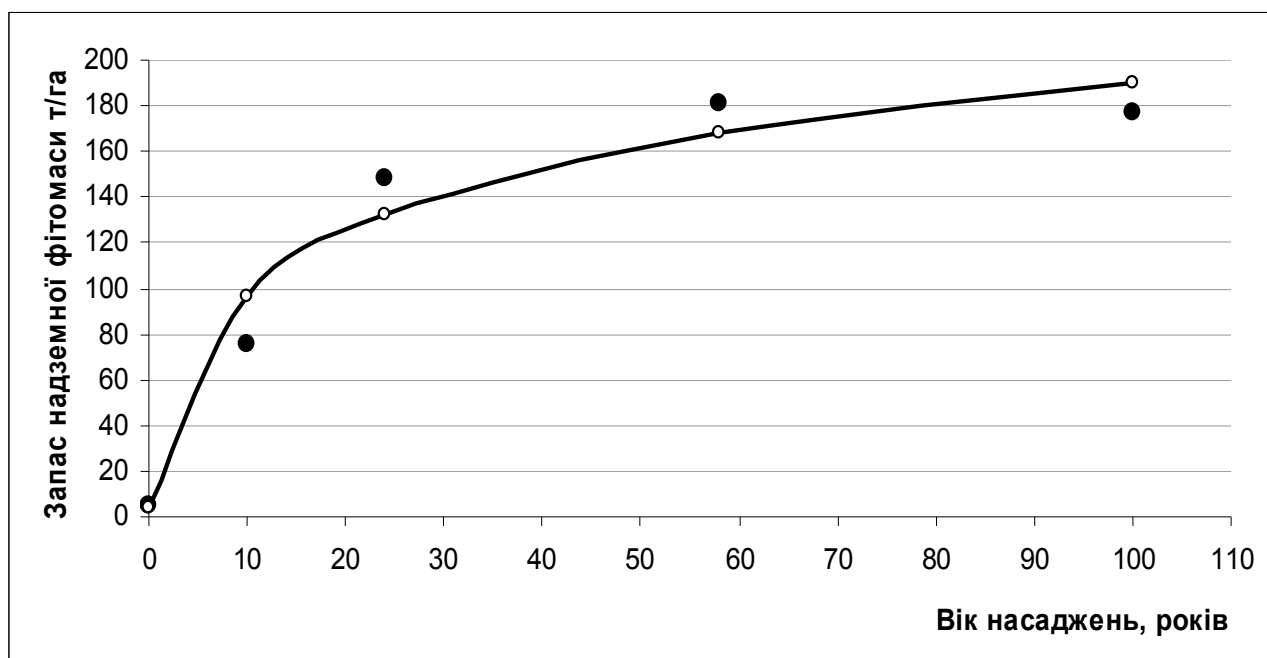


Рис. 2. Логарифмічна крива (теоретична залежність) запасів надземної фітомаси насаджень

На рисунку 2 точками позначено експериментальні дані, суцільною лінією – логарифмічну криву (теоретична залежність) (1):

$$y = a + b \cdot \log x, \quad (1)$$

де y – запас надземної фітомаси, т/га;

x – вік насаджень, років;

$a = 3,8$ т/га, $b = 93,1$ т/га • рік – коефіцієнти регресії.

Таким чином одержано елементи математичної моделі сукцесії в штучних лісових насадженнях:

- критерій стану – запас надземної фітомаси;

- кореляційний зв'язок між параметрами стану сукцесії і запасом надземної фітомаси (2):

$$y = a + vx, \quad (2)$$

де y – запас фітомаси, т/га;

x – відповідний параметр стану сукцесії;

a і v – постійні коефіцієнти.

Висновки. У наукових дослідженнях, зокрема з агроекології, штучні лісові насадження можна розглядати як особливий тип рослинності, в якому послідовні і незворотні зміни рослинного покриву «сукцесія» тривають понад 100 років. Для з'ясування загальних тенденцій швидкості і спрямованості сукцесії доцільно формувати різновіковий ряд деревостанів для того, щоб одержати можливість в майбутньому досліджувати розвиток штучних насаджень у часі. А саме: комплексно і одночасно досліджувати: кліматичні, едафічні, геоботанічні, таксаційні показники штучних лісових насаджень.

Список літератури

1. Анучин Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М. : Лесн. пром.-сть, 1977. – 512 с.
2. Байтенов М.С. Жуки-долгоносики (Coleoptera: Attelabidae, Curculionidae).

3. Бейко В.Б. Пчелиные (Apoidea) как индикаторы антропогенных воздействий в городских экосистемах: [Тр. науч.-координац. совещания «Экологическое нормирование: проблемы и методы»] / В.Б. Бейко, М.В. Березин. – М., 1992. – С. 16–17.
4. Бровдий В.М. Семейство листоеды – Chrysomelidae. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений / Бровдий В.М. – К. : Урожай, 1974. – Т. 2. – С. 49–88.
5. Бельгард А.Л. Лесная растительность Юго-Востока УССР / А.Л. Бельгард. – К. : Изд-во Киев. гос. Ун-та, 1950. – 264 с.
6. Волошин М.І. Динаміка сукцесії в лісових насадженнях / М.І. Волошин, М.Д. Кучма, Г.О. Хаурдінова, В.В. Мороз // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки № 63. – Вінниця, 2012. – Вип. 4. – С. 162–169.
7. Дідух Я.П. Фітоіндикація екологічних факторів / Я.П. Дідух, П.Г. Плюта. – К. : [б.в.], 1994. – 280 с.
8. Екофлора України. Т. 1–3. / [відпов. ред. Я.П. Дідух]. – К. : Фітосоціоцентр, 2000–2004.
9. Культури сосни звичайної в Україні / [М.І. Гордієнко, В.П. Шлапак, А.Ф. Гойчук, В.О. Рибак, В.М. Маурер, Н.М. Гордієнко, С.Б. Ковалевський]. – К. : ІАЕ УААН, 2002. – 872 с.
10. Кучма М.Д. Зміни екологічних характеристик ґрунтів перелогів під впливом залісення [Інтернет – ресурс] / М.Д. Кучма, В.ГІ. Ландін, Г.О. Хаурдінова, С.В. Зібцев // Наукові доповіді НУБіП України. – 2012. – Вип. 2. – №31. – Режим доступу: http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_2/12kmd.pdf.
11. Лакида П.І. Фітомаса лісів України: [монографія] / Лакида П.І. – Тернопіль : Збруч, 2001. – 256 с.
12. Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. Биология. – в 3–х т. – [под. ред. Сопера]. – Т. 2. / пер. М.Г. Дуниной, В.И. Мильгунова, М.С. Морозовой, Т.В. Никитиной). – М. : Мир, 1990. – 111 с.

13. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К.К. Фасулати. – М. : Высшая шк., 1971. – 424 с.

14. Хаурдінова Г.О. Екологічні особливості сукцесії у соснових насадженнях на староорних землях / Г.О. Хаурдінова // Агроекологічний журнал. – 2010. – № 1. – С. 79–81.

15. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. – М. : Наука, 1983. – 198 с.

16. Clements, Frederic E. Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation / Frederic E. Clements. – Washington D.C. : Carnegie Institution of Washington. – 1916.

17. Lindeman R. The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology / R. Findeman // Ecology. – 1942. – V. 23, № 4. – P. 399–417.

Приведена схема и результаты пассивного эксперимента для исследования динамики сукцессии в искусственных лесных насаждениях за 100-летний период. Показана роль рабочей гипотезы в анализе и синтезе экспериментальных данных и предпринята попытка их аппроксимации эмпирическим выражением. Представлены результаты системных исследований, которые проводились в возрастном ряду сосновых насаждений, созданных на залежах. Выявлен критерий состояния сукцессии (запас надземной фитомассы), выяснены корреляционные связи таксационных, геоботанических, эдафических и микроклиматических показателей с запасом надземной фитомассы и получено эмпирическое выражение для описания динамики сукцессии.

Ключевые слова: лесоразведение, сосна обыкновенная, надземная фитомасса, залежи, сукцессия, трансформация, пассивный эксперимент, возрастной ряд, гипотеза, аппроксимация.

Shows a diagram and results of passive experiment to study the dynamics of succession in artificial forest stands 100 year period. The role of the working hypothesis in the analysis and synthesis of experimental data and try their empirical approximation expression. The results of systematic studies that were conducted in age row pine plantations established on

fallow. Discovered criteria state succession (aboveground phytomass stock) found correlations taxation, geobotanic, edaphic and microclimatic parameters of aboveground phytomass reserve and obtained an empirical expression to describe the dynamics of succession.

Keywords: *afforestation, pine, aboveground phytomass, fallow, succession, transformation, passive experiment, age range, hypothesis approximation.*