

ДИНАМІКА НАДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ ПІД ЧАС АВТОГЕННИХ СУКЦЕСІЙ НА ПЕРЕЛОГАХ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ

Хом'як І.В.

Житомирський державний університет імені Івана Франка,
вул. Велика Бердичівська 40, 10008, м Житомир
ecosystem_lab@ukr.net

На основі результатів досліджень надземної фітомаси на перелогах в межах Правобережного Полісся було побудовано математичну модель вторинної автогенної сукцесії на ранніх етапах саморозвитку екосистеми. Наведено емпіричне підтвердження гіпотези Р.Ліндемана, визначено логарифмічну закономірність темпів зростання фітомаси та вплив антропогенного фактора на перебіг автогенних сукцесій. *Ключові слова:* екосистема, динаміка, надземна фітомаса, перелоги, автогенна сукцесія.

Динамика надземной фитомассы во время автогенных сукцессий на залежах на территории Правобережного Полесья. Хомяк И.В. На основе результатов исследований надземной фитомассы на залежах в пределах Правобережного Полесья было построена математическая модель вторичной автогенной сукцессии на ранних этапах саморазвития экосистемы. Приведено эмпирическое подтверждение гипотезы Р.Линдемана, определены логарифмическая закономерность темпов роста фитомассы и влияние антропогенного фактора на ход автогенных сукцессий. *Ключевые слова:* экосистема, динамика, надземная фитомасса, залежи, автогенная сукцессия.

The dynamics of aboveground phytomass during the autogenic succession on fallow for the territory Right-Bank Polissya. Khomyak I. Mathematical model of secondary autogenic succession built on the basis of the dynamics of aboveground phytomass in fallow within the Right-Bank Polissya. Shows the empirical proof of the hypothesis R. Lindemana and explained logarithmic dependence of the growth rate of phytomass. We determined the impact of anthropogenic factors on the course of autogenic succession. *Keywords:* ecosystem, dynamics, above-ground phytomass, fallow, autogenic succession.

Ефективність прикладної екології напряму залежить від уміння будувати моделі процесів, які відбуваються в екосистемах, та від точності прогнозів, побудованих на цих моделях. Ключовими теоріями екосистемології як розділу екології, що вимагають моделювання, є класифікація екосистем, їхня стійкість, екосоціологічна чи експлуатаційна цінність і динаміка.

Ці теорії міцно пов'язані між собою. Наприклад, класифікація екосистем найчастіше будується на основі характеристики чинників середовища і показників динаміки, стійкість залежить від динаміки, а цінність - від стійкості [1, 2].

Національним планом з охорони навколишнього природного середовища України на період 2011-2015

років передбачено зменшення площ орних земель на 5-10%, а важливою задачею екологів - прогнозування змін на цих територіях. Оскільки екосистема – це відкритою самоорганізована система з специфічним обігом речовини та енергії, то визначення її енергетичних параметрів є актуальною задачею, а найбільш інформативною і доступною для дослідження термодинамічною характеристикою є зміна надземної фітомаси [3].

За гіпотезою Р.Ліндемана (1942), енергія в екосистемі в процесі сукцесії буде накопичуватися аж до досягнення клімаксічного стану [4]. Вважають, що ця енергія поділяється на два потоки: один рухається через трофічні ланцюги екологічної піраміди енергій, а інший накопичується в фітомасі. Перший потік енергії завжди наближений до 10% від зафіксованої продуцентами. Він зростає або знижується лише залежно від продуктивності автотрофів і є у пропорційному відношенні константою. Другий потік акумулюється в фітомасі багаторічних рослин. Інтуїтивно або із окремого досвіду ми розуміємо, що під час сукцесійного процесу кількість накопиченої енергії зростає. Адаже, загалом відомо, що під час автогенних сукцесій угруповання однорічників змінюються дво- і багаторічниками, потім формуються ліси, в яких кількість деревини, за таксаційними дослідженнями, зростає з часом [5, 6, 7, 8, 9]. Важливими питаннями є пропорційна відповідність накопиченню надземної фітомаси і сукцесійному процесу, а також пошук зручного ефективного методу оцінки динамічного стану екосистем [1, 2].

Матеріалами дослідження є геоботанічні описи та виміри фітомаси по 8 дослідницьких стаціонарах у межах Правобережного Полісся (2005-2014 роки). Це рівнинні ділянки з подібними едафічними, ореографічними та мікрокліматичними умовами, на яких у 2004 році було припинено обробіток ґрунту. Кожен стаціонар був розбитий на 10 однорідних (за геоботанічними описами) пробних площ, на яких щороку проводились дослідження фітомаси однієї ділянки. Надземну фітомасу для трав'янистої рослинності виміряли укісним методом, для деревної - стандартними лісотаксаційними методами [10, 11].

Було проведено фітоіндикаційний аналіз умов середовища для застереження впливу різниці екологічних чинників на величину фітомаси. Геоботанічні описи обробляли за програмою Simargl 1.12 [12, 13]. Показники екологічних факторів вимірювалися в балах за уніфікованою фітоіндикаційною шкалою Дідуха-Плюти (1994 р.) на основі бази даних «Eco-DBase 5с» [14, 15].

Результати досліджень

Дослідження показали, що на всіх дослідних ділянках спостерігалось зростання запасів надземної фітомаси (табл. 1), однак, темпи її приросту у різні періоди часу і на різних ділянках певною мірою відрізняються (рис. 1). Це може вказувати на різні темпи вторинної автогенної сукцесії, оскільки, за результатами фітоіндикації, стартові умови середовища не відхилялися більше ніж на 5%, а причини різних темпів розвитку пов'язані із зовнішніми впливами. Насамперед, це ймовірний антропо-

генний вплив (сліди витоптування й нерегулярного випасу домашніх тварин) та наявність у ґрунті або зане-

сення із сусідніх територій насіння рослин, які характерні для наступних стадій сукцесії.

Таблиця 1

Показники надземної фітомаси на стаціонарах від 2005 до 2014 роки

№ ділянки	Роки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8,30	9,97	13,80	15,60	18,90	20,25	20,63	21,17	21,36	21,51
2	5,65	9,09	15,16	18,13	25,93	33,65	37,50	44,29	46,69	48,00
3	9,19	11,17	18,08	18,83	20,27	20,36	24,84	28,00	28,41	31,70
4	8,73	11,17	20,23	21,53	40,52	42,72	45,39	46,59	53,43	55,25
5	6,18	15,47	19,95	20,60	26,83	27,95	29,22	36,04	36,17	36,53
6	8,22	14,77	18,00	19,83	19,93	21,52	21,52	21,55	21,80	21,48
7	12,87	16,48	23,05	23,76	33,33	41,02	45,12	48,01	48,02	48,28
8	5,47	15,59	16,80	19,26	21,39	38,81	42,58	45,38	47,30	50,89
У середньому	7,29	11,74	16,45	17,95	23,57	28,03	30,42	33,22	34,69	35,96

Частина досліджуваних ділянок мала досить високі темпи накопичення надземної фітомаси (ряди 2, 4, 7, 8). На цій території були найнижчі показники антропогенної трансфор-

мації і швидке заселення фанерофітами. Деякі ділянки практично припинили збільшення кількості фітомаси (ряди 3, 6). Тут відмічаються сліди випасання тварин та рекреації.

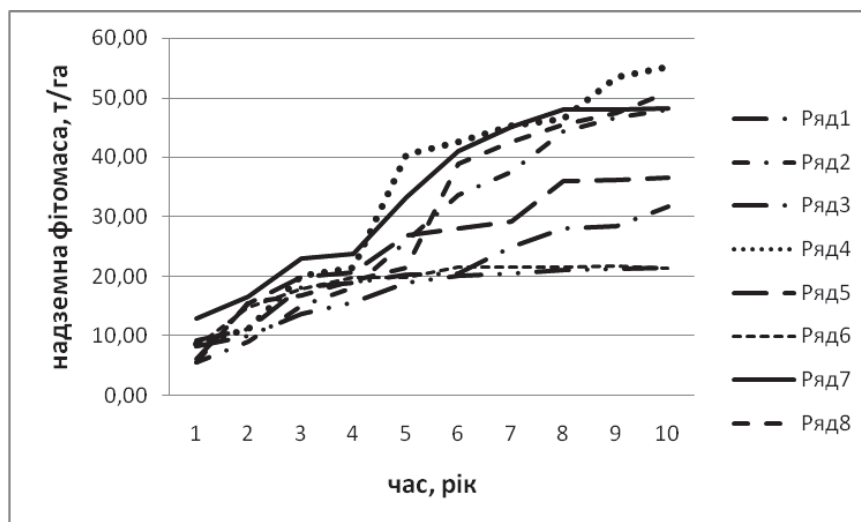


Рис. 1. Графік зміни надземної фітомаси на стаціонарах

Перші чотири роки показники кількості надземної фітомаси майже не відрізняються, а показники дисперсії (σ^2) коливаються в межах 0,12-0,87 (рис. 2). З п'ятого року досліджень дисперсія різко зростає від 2,7 (п'ятий рік) до 26,1 (десятий рік). Темпи приросту дисперсії в цей період коливаються від 2,03 (п'ятий рік в порівняно з четвертим) до 6,18 (восьмий рік - із сьомим). В середньому вони зростають на 4,23 одиниці щороку.

Це може бути зумовлено кількома причинами, однією з яких є утворення на початку вторинної автогенної сукцесії на стійких перелогах до рекреації та випасання тварин на еугемеробних рослинних угрупованнях *Convolvulo-Agropyretum repentis* Felföldy 1943 (тут і далі рослини угруповання класифіковано за принципами Браун Бланке) [16].

З ходом розвитку екосистеми це угруповання починає замінюватися лучною рослинністю, яка гірше переносить антропогенний тиск. Це може призвести до пасовищної дегресії із формуванням низькопродуктивної рослинності *com. Trifolium repens-Festuca pratensis*, а під рекреаційним тиском - до утворення асоціацій рослинності *Lolio-Plantaginetum majoris* Br.-Bl. 1930, *Poetum annuae* Gams 1927, *Prunello-Plantaginetum* Faliński 1963, *Festuco pratensis-Plantaginetum* Balserc et Pawlak 2000.

Отже, антропогенний фактор сповільнює накопичення фітомаси, а між цими показниками чітко виражена обернена лінійна залежність (рис. 3). Показник достовірності апроксимації такої залежності дорівнює 0,8574 з показниками кореляції 0,93.

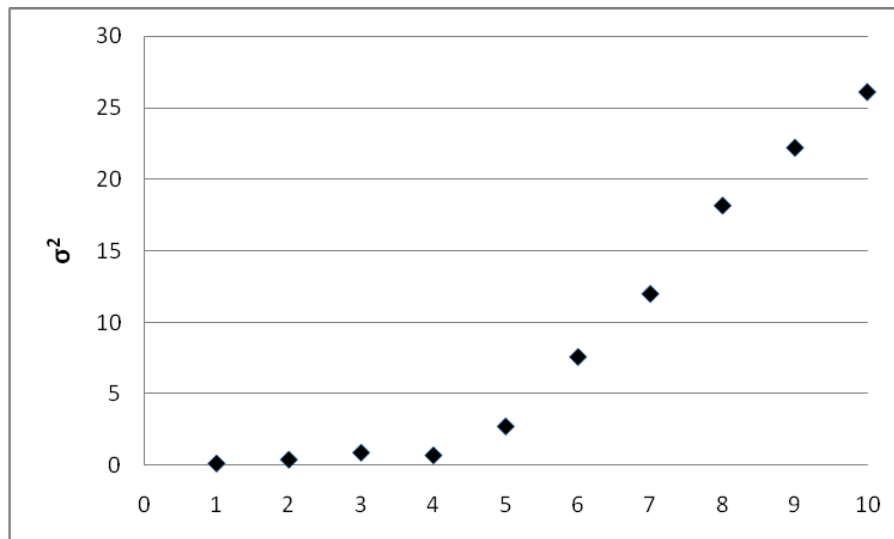


Рис. 2. Дисперсія запасів надземної фітомаси у різні роки досліджень

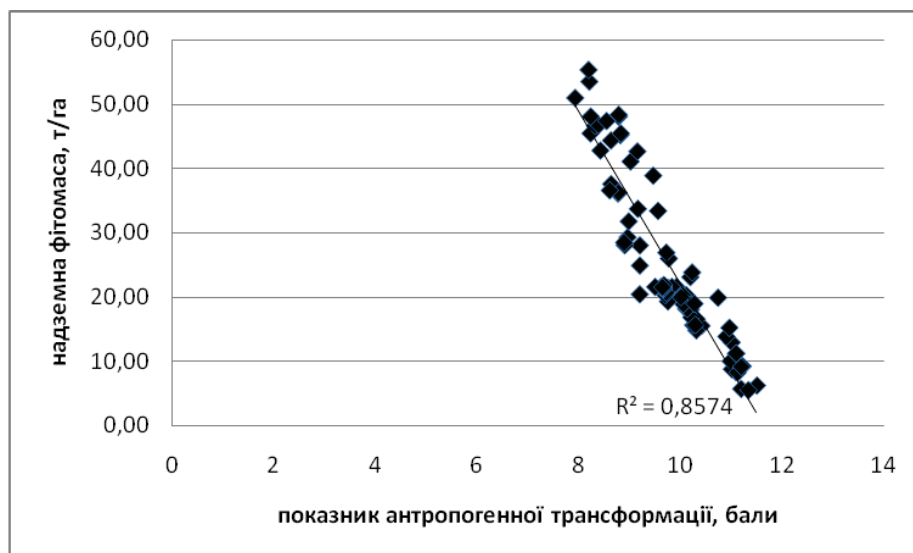


Рис. 3. Співвідношення між показником антропогенної трансформації та запасами надземної фітомаси

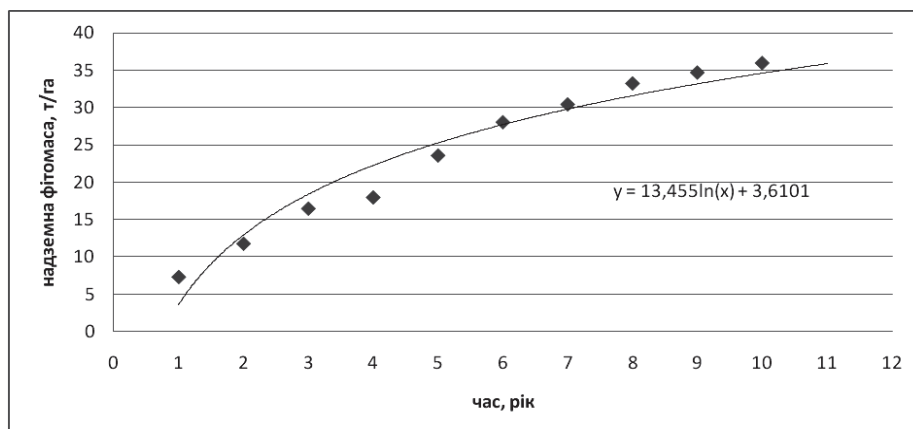


Рис. 4. Логарифмічна крива зміни надземної фітомаси під час автогенних сукцесій на перелогах

Попри на зростання дисперсії показників величини надземної фітомаси, можна побудувати узагальнюючий графік, який свідчить про чітку математичну закономірність (рис. 4). У першому наближенні зміни фіто-

маси апроксимовані логарифмічною кривою. Ця емпірична модель має дуже великі значення достовірності апроксимації (0,9485) і коефіцієнта кореляції (0,97), що свідчить про високий ступінь відповідності реаль-

ним процесам. Саме логарифмічна закономірність процесу зростання кількості надземної фітомаси виглядає найбільш логічною, з позицій практичних спостережень, адже на ранніх стадіях вторинної сукцесії відбувається найбільш інтенсивний приріст біомаси, який сповільнюється з часом і майже припиняється з наближенням до клімаксічного стану [17].

Оскільки ми розглядаємо лише початкову стадію саморозвитку екосистем на перелогах, а Г.О. Хаурдінова - період за 100 років, то у нас усі процеси відбуваються без створення насаджень людиною, а у наведеного автора людиною зроблені штучні насадження, отже ці емпіричні дані дещо відрізнятимуться при збереженні загальної закономірності. Так, у нас коефіцієнт регресії $b=13,4551$ т/га у рік, а у штучних лісових насадженнях $b=93,1$ т/га у рік. Коефіцієнти регресії «а» майже рівні 3,6101 т/га у рік і 3,4 т/га у рік відповідно. Через те, що обидва дослідження розглядають лише окремі випадки автогенних сукцесій на перелогах, то коефіцієнти можуть різнитися між собою і залежати від загальної закономірності для вторинних автогенних сукцесій.

Висновки

Логарифмічна залежність від високих показників достовірності апроксимації та коефіцієнта кореляції дозволяє будувати надійну математичну модель для динаміки екосистем на перших стадіях вторинних сукцесій на перелогах. Для побудови більш точної й загальної моделі необхідно об'єднати дані, які включатимуть весь можливий спектр автогенних сукцесій від їхнього старту і до утворення клімаксічних екосистем. Саме така інтеграція даних є перспективою для подальших досліджень.

Побудова математичної моделі на основі зміни надземної фітомаси дає змогу визначати положення конкретної екосистеми в сукцесійному ряду та прогнозувати її подальший розвиток, зміни під дією зовнішніх факторів, вплив умов середовища на темп і перебіг сукцесії. Об'єднання досліджень зміни надземної фітомаси із флористичними та фітосоціологічними дозволить визначати динамічний стан екосистеми безконтактним фітоіндикаційним шляхом. Для цього слід розбити ряд на рівні проміжки і встановити наявність у них видів індикаторів, а також побудувати фітоіндикаційну шкалу.

Література

1. Мазур Г.В., Хом'як І.В. Нові підходи до фітоіндикаційної оцінки ступеня трансформації екосистем. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, 2011. – С. 92.
2. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз ступеня трансформації екосистем Центрального Полісся // Питання біоіндикації та екології. – 2012. Вип. 17, №1. С. 3-11
3. Дідух Я.П., Лисенко Г. Проблеми термодинамічного оцінювання структури та організації екосистем. Вісн. НАН України, 2010, № 5. С. 16–27.
4. Lindeman R. The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology / R. Findeman // Ecology. – 1942. – V. 23, № 4. – P. 399–417.
5. Лакида П.І. Фітомаса лісів України: [монографія] / П.І. Лакида. – Тернопіль : Збруч, 2001. – 256 с.
6. Титлянова А.А., Афанасьев Н.А., Наумова Н.Б и др. Сукцессии и биологический круговорот. Новосибирск: ВС "Наука". Сибирская издательская фирма, 1993. – 157 с.

7. Connell J.H., Slatyer R.O., Mechanisms of succession in natural and their role in community stability and organization // *Amer. Naturalist*. – 1977. Vol. 3, № 982. – P. 1119–1144.
8. Robert Van Hulst. Vegetation dynamics or ecosystem dynamics: Dynamic sufficiency in succession theory. *Vegetatio* December 1980, Volume 43, Issue 1-2, pp147-151.
9. Shugart H. H. A Theory of Forest Dynamics. The Ecological Implications of Forest Succession Models. New York: Springer. 278 pp.
10. Родин Л.К., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1967. – 145 с.
11. Уткин А.И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) // *Лесоведение и лесоводство: Итоги науки и техники*. М.: ВИНТИ 1975. – Т. 1. – С. 9-189.
12. Хом'як І.В., Хом'як Д.І. Нова програма екосистемологічного моніторингу «Simargl» // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Вид-во ЖДТУ, 2012. – С. 76.
13. Хом'як І.В. Фітоіндикаційна характеристика трансформації рослинних угруповань відновлюваної рослинності Центрального Полісся. // *Екосистеми, їх оптимізація та охорона*. 2012. Вип. 5 (24). С. 58-65.
14. Дідух Я.П. Фітоіндикація екологічних факторів / Я.П. Дідух, П.Г. Плюта. – Київ, 1994. – 280 с.
15. Екофлора України. Т. 1–3. / [за ред. Я.П. Дідух]. – К. : Фітосоціоцентр, 2000–2004.
16. Westhoff V, Maarel E. van der. The Braun-Blanquet approach // *Handbook of Vegetation Science. Part V: Ordination and Classification of Vegetation* / Ed. By R.H. Whittaker. – The Hague, 1973. – P. 619-726.
17. Clements, Frederic E. *Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation* / Frederic E. Clements. – Washington D.C. : Carnegie Institution of Washington. – 1916.
18. 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.
19. Хаурдінова Г.О. Екологічні особливості сукцесії у соснових насадженнях на староорних землях / Г.О. Хаурдінова // *Агроекологічний журнал*. – 2010. – № 1. – С. 79–81.