

ДИНАМІКА ДЕСТРУКЦІЇ СУХОСТІЙНИХ ДЕРЕВ БЕРЕЗИ

М. А. ГОЛЯКА, аспірант кафедри лісової таксації та лісовпорядкування*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: maruna.nybip@gmail.com

Анотація. Роботу присвячено результатам експериментальних досліджень процесу деструкції сухостійних дерев берези повислої протягом двох років спостережень на території Українського Полісся. Загальний обсяг вибірки сухостою, який вивчався протягом всього періоду, склав 303 дерева. За результатами досліджень виявлено статистично значущий, тісний зв'язок класів деструкції з більшістю обліковуваних ознак. За результатами порівняння вибірок сухостою, отриманих на різних етапах спостережень за допомогою критерію U Вілкоксона–Манна–Вітні у різних типах лісорослинних умов, статистично не встановлено різниці між едатопами бір і субір, однак підтверджено відмінності на початкових етапах експерименту для свіжих, вологих і сирих гігротопів.

Ключові слова: сухостій, відпад, дерево, береза повисла, клас деструкції, динаміка, мортмаса.

Вступ. Вивчення кругообігу речовини у лісовій екосистемі є одним із основних завдань лісової екології та лісового господарства, що дає змогу вирішувати ряд прикладних і фундаментальних аспектів. Будь-який біогеоценоз є складною, саморегулюючою системою, де шляхом постійної боротьби за виживання між рослинними організмами не лише продукується органічна речовина, а й проходить процес її акумуляції, перетворення, а також розкладання на простіші органічні сполуки чи взагалі мінералізація. Дослідженню деструкції елементів рослинного покриву у лісовій науці приділяють значно менше уваги, ніж біопродуктивності фітоценозів. Однак намагання здійснити комплексне оцінювання впливу природних і штучних екосистем на всі сфери життєдіяльності людства передбачає системний та індивідуальний підходи до кожного елементу біогеоценозу з урахуванням усієї різноманітності зв'язків.

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник А. М. Білоус

Мета дослідження – встановити закономірність процесу утворення динаміки деструкції сухостійних дерев берези повислої у вкритих лісом землях Українського Полісся.

Матеріали і методика дослідження. Дослідження проводили у змішаних та чистих деревостанах берези повислої (*Betula pendula* Roth.) I–V класів віку. Пробні площі для дослідження перебігів класів деструкції сухостійних дерев берези повислої закладалися в ДП «Шепетівське лісове господарство», ДП «Бердичівське лісове господарство», ДП «Прилуцьке лісове господарство», ВП НУБіП України «Боярська ЛДС». На закладених ділянках проводили спостереження за змінами зовнішніх ознак сухостійних дерев берези.

На початковому етапі експериментальної роботи для дослідження динаміки деструкції мортмаси сухостійних дерев берези повислої вибирали дерева, які нещодавно відмерли і належали до I класу деструкції згідно з методикою А. М. Білоуса [1]. Для досліджуваного дерева за допомогою натурного огляду зазначали такі ознаки: наявність механічних ушкоджень поверхні кори та їх характер, наявність шкідників чи (або) хвороб, наявність компонентів крони (тонкі, середні і грубі гілки), вказували ймовірну причину відмирання дерева. Перші спостереження були виконані на початку вегетаційного періоду.

На основі попередніх експериментальних даних було вирішено здійснювати наступні спостереження тричі на рік із зазначенням дати спостереження: у березні–квітні до розпускання листя берези повислої і підліску; червні–липні; жовтні–листопаді. Загальний термін спостережень становив 2 роки.

Виділено такі первинні причини всихання сухостійних дерев берези повислої: відставання у рості, дія шкідників, хвороби/патогени, механічні ушкодження. Гілки сухостійних дерев окомірно розподіляли за товщиною на такі категорії: тонкі гілки – до 1 см, середні гілки – від 1 до 5 см, грубі гілки – понад 5 см. Також вказували наявність шкідників і плодових тіл базидіальних грибів. Спостереження фіксували на фотокамеру.

Класи деструкції протягом спостережень виділяли з дотриманням методичних рекомендацій, запропонованих А. М. Білоусом і Я. В. Ковбасою [1; 2].

Аналітичну і статистичну обробку польових даних здійснено з використанням *Microsoft Excel*, пакетів прикладних програм *Statistica 10* та *R 3.1*.

Переважає більшість досліджуваних показників під час спостережень за сухостоєм належать до якісних ознак, тому перевагу віддавали непараметричним статистикам, лише в окремих випадках використовували апроксимацію нормальним розподілом.

Кількість сухостійних дерев, відібраних під час спостережень становить 303 дерева.

Результати. Попередній аналіз динаміки показників, здійснений на основі емпіричних даних, отриманих на різних етапах експерименту (під час першого спостереження та через 3, 6, 12, 18 і 24 місяців), вказує на плавний, поступовий перехід сухостійних дерев від I класу деструкції до III класу (табл. 1). Лише через 2 роки було виявлено дерева IV класу деструкції.

1. Співвідношення між класами деструкції дерев на різних етапах спостережень, %

Клас деструкції	Термін спостережень, міс.					
	0	3	6	12	18	24
I	100	35,7	26,7	11,0	1,5	0,8
I,5	–	32,8	11,6	2,7	1,8	–
II	–	21,3	34,3	24,3	9,5	1,4
II,5	–	6,0	7,3	6,9	0,7	1,1
III	–	4,2	20,1	55,1	86,5	94,3
IV	–	–	–	–	–	2,4

Формування деревної ламані із досліджуваних сухостійних дерев упродовж перших 18 місяців здійснювалось дуже повільно в межах декількох відсотків (до 4 %), однак на 2-й рік спостережень значно поживавилось (табл. 2), що зумовлено накопиченням і тривалим перебуванням більшості сухостійних дерев у III класі деструкції. Більшу частку відпаду в деревну ламань становлять

дерева тонких ступенів товщини: $d_{1,3} = 2\text{--}10$ см – 50 %, $d_{1,3} = 11\text{--}20$ см – 32 %, $d_{1,3} > 20$ см – 22 %, що відповідає теоретичним міркуванням, висвітленим у попередніх публікаціях [3; 4].

2. Динаміка переходу між категоріями сухостійних дерев у деревну ламань, %

Категорія	Термін спостережень, міс.					
	0	3	6	12	18	24
Деревна ламань	–	–	1,7	3,4	6,6	30,7
Сухостій	100	100	98,3	96,6	93,4	69,3

За аналізом отриманих польових даних, поданих у табл. 2, виявили, що більшість досліджуваних ознак дерев, які були виділені на початку експерименту, через 2 роки спостережень перейшли у категорії, які характеризують III клас деструкції. Варто зазначити, що зустрічається сухостій, який упродовж спостережень залишився у I класі деструкції, причому як серед тонких ($d_{1,3} \leq 10$ см), так і грубих ($d_{1,3} \geq 21$ см) ступенів товщини.

Непараметричний кореляційний аналіз виявив статистично значущий і тісний ($r_s = 0,80$) зв'язок класів деструкції з датою спостережень та більшістю інших досліджених ознак, однак встановлено слабку кореляцію між ступенем деструкції із діаметром на висоті 1,3 м ($r_s = 0,05$), трофотопом ($r_s = 0,02$) і гігротопом ($r_s = 0,09$), що суперечить багатьом припущенням вчених про вирішальну роль цих факторів у швидкості деструкції мортмаси, у цьому випадку сухою.

Виконано тест Вілконсона–Манна–Вітні для встановлення подібності вибірок за класами деструкції залежно від трофотопу і гігротопу на окремих етапах дослідження (від 3 до 24 місяців), а також сумарно. Критерій U Вілконсона–Манна–Вітні не виявив значущої різниці у спостереженнях, отриманих із різних трофотопів (В, С) у певні терміни досліджень, та при об'єднанні вибірок ($U_{(765,600)} = 217180$, $p = 0,06$). Між гігротопами статистично доведено відмінність вибірок за класами деструкції сухостійних дерев у свіжих умовах від вологих і сирих без виділення часу спостережень (табл. 3), однак

при розділенні вибірок за датами виявилось, що на момент другого обстеження дерев (3 місяці від початку експерименту) між усіма гігротопами є значущі відмінності вибірок за класами деструкції, які не вдалося виявити починаючи від 12 місяця спостережень. Тому після 1 року експерименту гігротоп не можна вважати тим фактором, який істотно впливає на динаміку руйнування сухостійних дерев.

3. Результати тесту *U* Вілконсона–Манна–Вітні для класів деструкції у порівнюваних гігротопах

Гігротоп	2		3		4	
	Критерій <i>U</i>	<i>p</i> -рівень	Критерій <i>U</i>	<i>p</i> -рівень	Критерій <i>U</i>	<i>p</i> -рівень
2	–	–	–	–	–	–
3	12011,5	0,01	–	–	–	–
4	30813,5	< 0,01	86707,5	0,15	–	–

Діаметр на висоті 1,3 м сухостою у наукових роботах багатьох учених вважається важливим фактором, який впливає на швидкість деструкції деревини, однак після порівняння вибірки за класами деструкції проранжованих за гігротопами і групами діаметрів (2–10 см, 11–20 см, 21–53 см) і застосування тесту Вілконсона–Манна–Вітні (табл. 4) статистично значущої різниці між щойно зазначеними категоріями не було виявлено.

4. Порівняння вибірок сухостійних дерев за класами деструкції у виділених групах діаметрів

Діаметр на висоті 1,3 м, см	2–10		11–20		21–53	
	Критерій <i>U</i>	<i>p</i> -рівень	Критерій <i>U</i>	<i>p</i> -рівень	Критерій <i>U</i>	<i>p</i> -рівень
2–10	–	–	–	–	–	–
11–20	115768,0	0,28	–	–	–	–
21–53	62385,0	0,57	110212	0,63	–	–

Подальший пошук залежності між діаметрами сухостоїв, їхніми класами деструкції і терміном проведення спостереження дав змогу встановити певні закономірності за допомогою графіка поверхні, який побудовано сплайн апроксимацією (рис.). Виявилось, що найшвидше деструкція відбувається у сухостійних дерев, які мають діаметр від 15 см до 30 см. За менших і більших значень діаметрів спостерігається повільніша інтенсивність переходів класів деструкції, що легко пояснюється на основі власних спостережень: тонкі дерева

зазвичай мають тонку і міцну кору, яка рідко зазнає ушкоджень, тому в середині стовбура кількість вологи у деревині незначна, що стримує розвиток деструктивної мікобіоти; за відшарування кори деревина швидко втрачає вологу, що також не сприяє інтенсивному розвитку грибів; грубий сухостій за рахунок розмірів вимагає більше часу для руйнування деревини, позаяк процес деструкції найшвидше проходить у шарах біля її периферії.

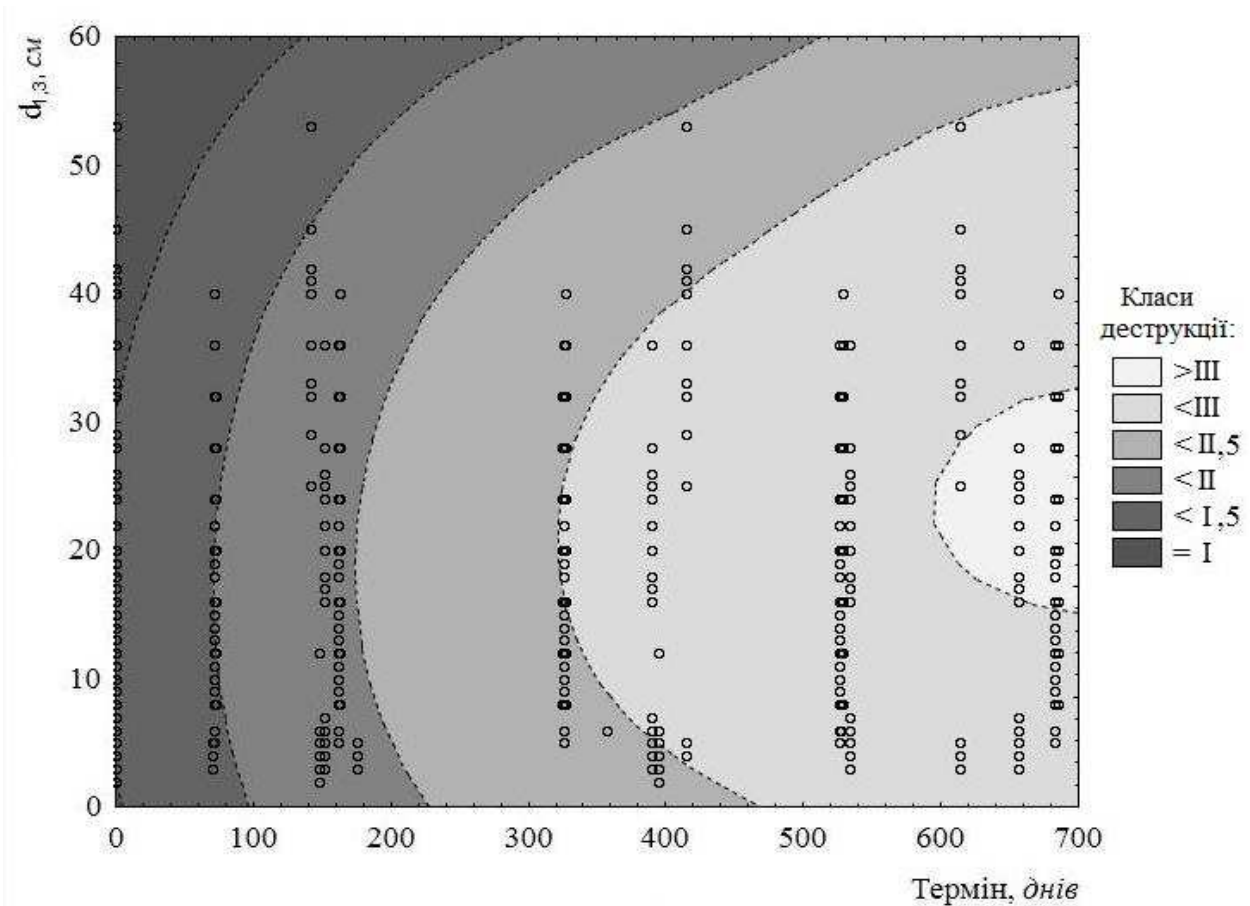


Рис. Залежність середньозважених значень класів деструкції сухостою від його діаметрів і часу спостережень (графік поверхні із сплайн апроксимацією)

На перший погляд, графік поверхні (рис.) суперечить результатам, отриманим за допомогою тесту Вілконсона–Манна–Вітні (табл. 4), оскільки він не виявив різницю між вибірками за групами діаметра, однак детальніший аналіз графічної інтерпретації залежності середньозважених класів деструкції сухостійних дерев від їхніх діаметрів і часу спостережень засвідчив, що апроксимовані значення класів деструкції поліном 2-го ступеня

характеризується незначними відхиленнями у межах конкретного моменту спостережень за діаметрами, що не дало змоги критерію U спростувати однорідність категорій спостережень.

Висновки. За результатами дослідження динаміки деструкції сухостійних дерев берези повислої встановлено:

1. За два роки спостережень лише 30,7 % сухостою берези повислої перейшло у деревну ламань (50 % для дерев від 2–10 см).

2. Класи деструкції сухостійних дерев берези повислої мають статистично значущі, тісні зв'язки з датою спостереження та більшістю інших зовнішніх ознак, які виконують роль ідентифікаторів стадії розкладання дерева. Встановлено слабку кореляцію ступенів розкладання деревини сухостою з їхніми діаметрами ($r_s = 0,05$) та лісорослинними умовами (трофотопом і гігротопом: $r_s < 0,10$).

3. Не виявлено значущої розбіжності впливу багатства ґрунту на перебіг класів деструкції берези; для гігротопу спостерігалися відмінності на початкових етапах експерименту (3-му і 6-му місяцях) від умовно прийнятого часу відмирання дерев, у пізніші терміни однорідність вибірок для класів деструкції за гігротопами стає більш вираженою, що зумовлено насамперед недоліками визначення класів деструкції як комплексного якісного показника, що спирається на зовнішні ознаки дерев, позаяк більшість із них втрачають інформаційну складову при обстеженні сухостою на пізніших термінах дослідження, починаючи з 12 місяців.

4. Хоча тест Вілконсона–Манна–Вітні не виявив значущої різниці між виділеними групами діаметрів сухостою (до 10 см, 11–20 см, більше ніж 20 см) за ступенями розкладання в певний період, у межах яких виконують категоризацію велика кількість науковців, однак графік поверхні типу сплайн дав змогу з'ясувати залежність класів деструкції дерева від часу спостережень та діаметра дерева, яка вказує, що найбільша швидкість деструкції характерна

для дерев берези товщиною 15–30 см, що певним чином порушує усталені уявлення про перебіг деструкції берези.

5. Глибших досліджень потребують сухостійні дерева берези повислої з діаметрами більше ніж 28 см у зв'язку з браком достатньої кількості експериментальних матеріалів щодо них.

Список використаних джерел

1. Білоус А. М. Методика дослідження мортмаси лісів / А. М. Білоус // Біоресурси і природокористування. – 2014. – Т. 6. – № 3–4. – С. 134–145.
2. Білоус А. М. Методичні особливості дослідження мортмаси березових лісів Полісся України [Електронний ресурс] / А. М. Білоус, Я. В. Ковбаса. – С. 31–37. – Режим доступу: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/bpc_2014_6_1-2_24.pdf
3. Голяка М. А. Аналіз таксаційних показників сухостійних дерев у березових насадженнях Українського Полісся / М. А. Голяка, А. М. Білоус, Л. М. Матушевич, Я. В. Ковбаса, Д. М. Голяка // Науковий вісник НЛТУ України. – 2016. – Вип. 26.1. – С. 68–76.
4. Пирогов Н. А. Продолжительность периода вывала сухостойных деревьев в зависимости от их диаметра и породы / Н. А. Пирогов, Г. В. Чирков // Лес-2002 : матер. междунар. конф. – 2002. – С. 22–24.
5. Трейфельд Р. Ф. Методика определения запасов и массы древесного детрита на основе данных лесоустройства / Р. Ф. Трейфельд, О. Н. Кранкина, Е. Д. Поваров. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. – 44 с.
6. Chojnacky David C. Estimating down deadwood from FIA forest inventory variables in Maine / David C. Chojnackya, Linda S. Heathb // Environmental Pollution. – 2002. – Vol. 116. – Supplement 1. – P. 25–30.
7. Differences between Standing and Downed Dead Tree Wood Density Reduction Factors: A Comparison across Decay Classes and Tree Species [Research Paper NRS-15] / [Mark E. Harmon, Christopher W. Woodall, Jey Sexton, Misha Yatkov]. – Main Road Delaware, USA : United States Department of Agriculture, 2011. – 40 p.
8. Lombardi Fabio. Deadwood in Relation to Stand Management and Forest Type in Central Apennines (Molise, Italy) / Fabio Lombardi, Bruno Lasserre, Roberto Tognetti, Marco Marchetti // Ecosystems. – 2008. – Vol. 38. – P. 821–833.
9. Woodall Christopher W. Comparing field- and model-based standing dead tree carbon stock estimates across forests of the US / Christopher W. Woodall, Grant M. Domke, David W. Macfarlane, Christopher M. Oswalt // Oxford Journals Science & Mathematics Forestry. – 2011. – Vol. 85. – Issue 1. – P. 125–133.

References

1. Bilous, A. M. (2014). Metodyka doslidzhennia mortmasy lisiv. [Method research mortmasy forests]. Bioresursy i pryrodokorystuvannia, 6 (3–4), 134–145.
2. Bilous, A. M., Kovbasa, Ya. V. Metodychni osoblyvosti doslidzhennia mortmasy berezovykh lisiv Polissia Ukrainy. [Methodical features of the study mortmasy birch forest Polissia Ukraine]. Available at <http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi>.
3. Holiaka, M. A., Bilous, A. M., Matushevych, L. M., Kovbasa, Ya. V., Holiaka, D. M. (2016). Analiz taksatsiinykh pokaznykiv suhostiinykh derev u berezovykh nasadzhenniakh Ukrainskoho Polissya. [Analysis of parameter of snagsin the birch forests of Ukrainian Polissya]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy, 26.1, 68–76.]
4. Pirogov, N. A., Chirkov, G. V. (2002). Prodolzhitel'nost perioda vyivala suhostoynykh derevev v zavisimosti ot ih diametra i porodyi. [The period of the fall dead trees, depending on their diameter and breed]. Les-2002: mater. Mezhdunar. Konf. 22–24.
5. Treyfeld R. F., Krankina, O. N., Povarov E. D. (2002). Metodika opredeleniya zapasov i massyi drevesnogo detrita na osnove dannykh lesoustroystva. [Method of determination stocks and mass wood detritus based on the data forest management]. Pushkino, 44.
6. Chojnacky David C. Estimating down deadwood from FIA forest inventory variables in Maine / David C. Chojnackya, Linda S. Heathb // Environmental Pollution. – 2002. – Vol. 116. – Supplement 1. – P. 25–30.
7. Differences between Standing and Downed Dead Tree Wood Density Reduction Factors: A Comparison across Decay Classes and Tree Species [Research Paper NRS-15] / [Mark E. Harmon, Christopher W. Woodall, Jey Sexton, Misha Yatkov]. – Main Road Delaware, USA : United States Department of Agriculture, 2011. – 40 p.
8. Lombardi Fabio. Deadwood in Relation to Stand Management and Forest Type in Central Apennines (Molise, Italy) / Fabio Lombardi, Bruno Lasserre, Roberto Tognetti, Marco Marchetti // Ecosystems. – 2008. – Vol. 38. – P. 821–833.
9. Woodall Christopher W. Comparing field- and model-based standing dead tree carbon stock estimates across forests of the US / Christopher W. Woodall, Grant M. Domke, David W. Macfarlane, Christopher M. Oswalt // Oxford Journals Science & Mathematics Forestry. – 2011. – Vol. 85. – Issue 1. – P. 125–133.

ДИНАМИКА ДЕСТРУКЦИИ СУХОСТОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ БЕРЕЗЫ

М. А. Голяка

Аннотация. Работа посвящена результатам экспериментальных исследований процесса деструкции сухостойных деревьев березы повислой в течение двух лет наблюдений на территории Украинского Полесья. Общий объем выборки сухостоя, который изучался в течение всего периода, составил 303 дерева. По результатам исследований выявлено статистически значимое, тесную связь классов деструкции с большинством учитываемых признаков. По результатам сравнения выборок сухостоя, полученных на различных этапах наблюдений с помощью критерия U Уилкоксона–Манна–Уитни в различных

типах лесорастительных условий, статистически не установлено разницы между эдатопами (бор и субор), однако подтверждено различия на начальных этапах эксперимента для свежих, влажных и сырых гизротопов.

Ключевые слова: *сухостой, отпад, дерево, береза повислая, класс деструкции, динамика, мортмасса.*

DYNAMICS DESTRUCTION DEAD WOOD BIRCH

M. Golaka

Abstract. *Work dedicated to the results of experimental studies of the process of destruction of dead trees betula within two years of observation in the territory of Ukrainian Polissya. The total sample size of dead wood, which was studied during the period totaled 303 trees. According to the research found statistically significant, a contact with most classes destruction. As a result of the comparison samples of dead wood obtained at different stages of observations using the criterion Mann-Whitney U test in different types of forest conditions, statistically established difference between edatopamy forest (bir and subir), but confirmed the differences in the initial stages of the experiment, hihrotop: fresh, wet, raw.*

Keywords: *snags, dead trees, birch, class of destruction, dynamics, mortmass.*