

УДК 582.632.2-152.43

ЧУТЛИВІСТЬ ІНДЕКСІВ ВИДОВОЇ ПОДІБНОСТІ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ РОСЛИННОСТІ ЗРУБІВ БУКОВИХ ЛІСІВ

А.В. Жук, С.С. Костишин

Чутливість індексів видової подібності при дослідженні рослинності зрубів букових лісів. – А.В. Жук, С.С. Костишин. – Проведено порівняльний аналіз придатності індексів флористичної подібності для вивчення демутаційних змін фітоценозів. Виявлено індекси найбільш чутливі до змін видового складу на ранніх стадіях природного відновлення *F. sylvatica* L. на лісосіках головного користування. Здійснено кількісну оцінку ступеня подібності рослинності зрубів різного віку між собою та із рослинністю контрольної ділянки в межах зрілого лісу.

Ключові слова: бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.), різновікові зруби, сукцесія, α -, β - та γ -різноманіття, індекси флористичної подібності.

Адреса: Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012, Україна, e-mail: alincaj@rambler.ru

The floristic similarity indexes sensitivity in the investigation of the plots of felled beech forest vegetation. – A.V. Zhuk, S.S. Kostyshyn. – The comparative analysis of the floristic similarity indexes usefulness to detection of phytocoenosis demutation changes has been realized. The indexes, which are the most sensitive to floristic changes on the initial stages of natural *F. sylvatica* L. resumption on the main forest management plots is detected. The quantitative estimation of the different-aged plots of felled forest vegetation similarity and similarity between mature forest plot and felled forest plots has been realized.

Key words: *Fagus sylvatica* L., different-aged plots of felled forest, succession, α -, β - and γ -diversity, floristic similarity indexes.

Address: Chernivtsy national university, Kotsubynskogo str., 2, Chernivtsy city, 58012, Ukraine, e-mail: alincaj@rambler.ru

Динамізм екосистем відзначається як одна із основних їх властивостей [1]. Це стосується як флуктуаційних змін, що носять циклічний характер, так і незворотних – еволюційних або сукцесійних змін флористичного складу та будови рослинних угруповань, наслідком чого інколи є повне їх перетворення. Окреме місце належить змінам рослинного покриву, що характеризують перехід одного фітоценозу в другий, спричиненим господарською діяльністю людини, які в екологічній літературі прийнято класифікувати як вторинні. Вторинні сукцесії, що мають місце після порушення рослинного покриву внаслідок активного антропогенного втручання у екосистему, зазвичай швидкоплинні, їх перебіг можна спостерігати безпосередньо рік за роком [2]. Особливо це стосується природного відновлення рослинності після суцільнолісосічного вирубування головного користування. Прогнозувати характер та напрямки подальшого розвитку фітоценозу на зрубі після суцільного вирубування деревостану дуже складно через різкі зміни у лісовому середовищі.

Особливо цікавим є вивчення екзодинамічних змін подібного роду на ініціальних ланках демутаційних рядів, оскільки для них характерним є

переймання флористичних елементів з станів, що передували деструкції, та поява ряду ремонтних видів, які змінюють середовище, готуючи оптимальні умови для проходження медіальних стадій сукцесії.

В літературі [3, 5, 7, 10-13, 15] запропоновано найрізноманітніші методичні підходи до вивчення демутаційних динамічних процесів в рослинному покриві лісових екосистем. Серед них одним із репрезентативних параметрів, що характеризує динамічний стан надорганізованих систем визнано біологічне різноманіття, яке відображає складність будови і структуру угруповань.

У широкому розумінні поняття біорізноманіття охоплює велику кількість різних параметрів, є багатограним і важко піддається математичному опису. В біоценотичних дослідженнях неодноразово робилися спроби описати якісні ознаки кількісно у співрозмірних величинах [3, 7, 10-15]. Для вимірювання видового різноманіття запропоновано цілу низку моделей та індексів [3, 7, 11-14].

Відомо, що рослинний покрив є складною, багаторівневою системою [6], у зв'язку з чим біологічне різноманіття рослинних угруповань та їх комплексів оцінюється на різних рівнях організа-

ції живого. Враховуючи рівневі особливості видового різноманіття, Р. Уиттекер [13] запропонував розрізняти α -, β - та γ -різноманіття. Ця класифікація набула широкої популярності у фітоценологічних дослідженнях як закордонних [15], так і вітчизняних [4, 7, 8, 11, 12] науковців. Встановлено, що α -різноманіття характеризує видове багатство всередині окремих угруповань; β -різноманіття – між різними угрупованнями; γ -різноманіття – в межах окремої ландшафтної одиниці. Крюгером і Тейлором до цієї класифікації було додано поняття Δ -різноманіття для визначення біологічного різноманіття географічних регіонів.

При дослідженні відновлення рослинного покриву на суцільних зрубках важливим є співставлення між собою рослинності неушкодженого лісу та зрубів різного віку, тобто визначення основних параметрів β -різноманіття. Одним із підходів до кількісного вимірювання β -різноманіття є порівняння видового складу різних угруповань. Чим менше спільних видів в порівнюваних угрупованнях, тим вищим є β -різноманіття. Найбільш простим методом вимірювання β -різноманіття для двох ділянок є розрахування коефіцієнтів або індексів подібності на основі переліків видів, які можуть бути представлені як скінченні множини, елементами яких є види, що їх представляють [11]. У фіто- та зооценологічних працях для подібних розрахунків запропоновано велику кількість індексів подібності [3, 7, 8, 11-15].

Н.В. Лебедевою та Д.А. Криволуцким [7] було проведено порівняльний аналіз індексів видового різноманіття з метою виявлення найбільш придатних для використання в дослідженні зооценозів. Ними показано тісну кореляцію між багатьма індексами. Серед причин труднощів в застосуванні показників різноманіття та оцінки їх якості автори називають складний, комплексний характер досліджуваної величини різноманіття, відсутність певної уніфікованої об'єктивної шкали відліку, незалежної від прийнятої концепції та міри різноманіття, суб'єктивність розуміння поняття різноманіття.

Нами здійснено спробу провести аналіз придатності індексів видової подібності щодо використання у дослідженні демуаційних змін фітоценозів на суцільнолісових зрубках. У зв'язку з цим досліджували кількісну ступінь подібності рослинності зрубів різного віку між собою та із рослинністю контрольної ділянки в межах зрілого лісу за індексами видової подібності. Крім того, проводили порівняльний аналіз індексів із метою виявлення їх чутливості до змін видового складу на ранніх стадіях природного відновлення *F. sylvatica* L. на лісових головних користуваннях. Можливість прослідкувати межу переходу фітоценозу з однієї сукцесійної стадії в іншу ускладнюється в силу його специфіки, яка полягає в сезонній динамічності та залежності від погодних

умов, завдяки чому рослинний покрив однієї й тієї ж ділянки різниться за видовим складом та відсотковим співвідношенням видів.

Матеріал та методи дослідження

Дослідження проводилися на території Тарнавського лісництва Чернівецької області протягом 2003-2006 років, що належить до Герцаївського терасового лісостепового фізико-географічного району. Для нього характерний грядово-горбкуватий рельєф із досить сильно розчленованими долинами річок і балок. Ґрунти – опідзолені чорноземи, сірі та темно-сірі опідзолені. Нахил не перевищує 3 – 10° і рідко досягає 17 – 20°. Висота над рівнем моря становить 450 – 500 м. Агрокліматичні умови цього району характеризуються середньою температурою січня – -4,5–5,0°C, липня – +19,0–19,5°C; суми активних температур 2700–2800°, а річна норма опадів – 600–625 мм [9].

Індекси розраховували за видовими списками, складеними на основі гербарного матеріалу, який зібрано на пробних ділянках в межах зрубів віком від 1 до 6 років та контрольній ділянці в межах зрілого лісу площею 50x50 м. Близьке розташування зрубів виключало вплив на них мезокліматичних та мезоедафічних розбіжностей.

Контрольна ділянка в межах зрілого лісу являє собою відносно рівномірно зімкнутий деревостан із сильно вираженим домінуванням *Fagus sylvatica* L. та незначними домішками *Carpinus betulus* L., *Quercus petraea* (Mattuschka) LeBl., *Acer pseudoplatanus* L., *A. campestre* L. Підлісок як ярус виражений дуже слабо і представлений в основному підростом формуючих деревних порід висотою 2-5 м та поодинокими кущами *Swida sanguinea* (L.) Opiz. Трав'яний покрив розріджений, нерівномірного складу з невисоким проективним покриттям. Його видовий склад відрізняється значним різноманіттям і переважанням видів неморального комплексу (*Asperula odorata* L., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Carex sylvatica* Huds., *C. digitata* L.). Добре виражений шар підстилки – 5-15 см. Ґрунт – сірий лісовий. Рельєф слабо погорбований.

Свіжий зруб являє собою ділянку із добре збереженим ґрунтовим покривом, подекуди збереглась і підстилка. Частково зберігся неушкоджений підріст та трав'яниста лісова рослинність. Поряд із видами, притаманними лісовим угрупованням, з'являється піонерна рослинність: *Urtica urens* L., *Taraxacum officinale* Webb. ex. Wigg., *Eupatorium cannabinum* L., *Stenactis anua* (L.) Nees. В угрупованні немає чітко виражених домінантів. Проективне покриття складає 75%. Ґрунт – сірий лісовий. Ділянка розташована на схилі незначної крутизни.

Зруби віком 2-6 років представлені угрупованнями, що перебувають на різних ініціальних етапах сукцесії. Ґрунти – сірі лісові. Рельєф рівнинний або слабо погорбований.

Рослинність досліджуваних зрубів порівнювали за чотирнадцятьма індексами (табл. 1), що базуються на врахуванні кількості позитивних чи

негативних збігів та/або розбіжностей у видових списках. На основі отриманих даних побудовано матриці (табл. 2-8), кожний елемент яких – показник подібності між зрубамі різного віку або між зрубом та контрольною ділянкою.

Таблиця 1. Індеси видової подібності
Table 1. The floristic similarity indexes

№ п/п	Автор	Формула
Індеси видової подібності, що враховують позитивні збіги		
1.	Браун – Бланке, 1932	$I_B = \frac{a}{a+b}, b \geq c$
2.	Шимкевич, 1926 Сімпсон, 1943	$I_{szs} = \frac{a}{a+c}, b \geq c$
3.	Кульчинський, 1927	$I_{K2} = \frac{a}{b+c}$
4.	Сьоренсен, 1948	$I_S = \frac{2a}{b+c}$
5.	Жаккар, 1901	$I_{ja} = \frac{a}{b+c} * 100$
6.	Нордхаген, 1928	$I_N = \frac{a}{a+b+c}$
7.	Еленберг, 1956	$I_{el} = \frac{a+100}{a+b+c}$
8.	Сокал, Сніт, 1963	$I_{ss} = \frac{a}{2(a+b+c)-a}$
9.	Чекановський, 1900 Сьоренсен, 1948	$I_{Cs} = \frac{2a}{(a+b)+(a+c)}$
10.	Кульчинський, 1927	$I_{K1} = \frac{a}{2} \left(\frac{1}{a+b} + \frac{1}{a+c} \right)$
11.	Охайя, 1957 Баркман, 1958	$I_{OB} = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}$
Індеси видової подібності, що враховують негативні збіги		
12.	Сокал, Майченер	$I_{SM} = \frac{a+d}{a+b+c+d}$
13.	Барони, Урбани, Бюссер	$I_{BB1} = \frac{\sqrt{ad} + a}{\sqrt{ad} + a + b + c}$
Індеси видової розбіжності		
14.	Екман, 1940	$I_{Ekm} = \frac{b+c}{a}$

Примітка: a - кількість загальних для обох списків видів, b - кількість видів, наявних лише у першому списку, c - кількість видів, наявних лише у другому списку.

Результати та обговорення

Аналіз матриць флористичної подібності зрубів показав неоднакову чутливість застосованих індексів до змін видового складу фітоценозів в процесі природного відновлення їх після порушення цілісності рослинного покриву.

З 12 досліджених індексів 9 засвідчили найбільшу подібність рослинності зрубів віком 5 та 6 років. Водночас між цими зрубам зафіксовано мінімальне значення індексу флористичної розбіжності Екмана (табл.2). Для них виявлено 25 спільних видів (рис.1). Такі види, як *Campanula*

bononiensis L., *Crepis tristis* Klok., та *Ficaria verna* Huds., що трапляються на обох зазначених зрубам, відсутні, як у фітоценозі зрілого лісу, так і на ділянках попередніх стадій перебігу сукцесії. На 5-річному зрубі зникає ряд ремонтних видів, в тому числі й *Eupatorium cannabinum* L., який на зрубам віком 3-4 роки посідає місце тимчасового домінанта. Натомість з'являються види, наявні в зрілому лісі, однак відсутні на свіжому зрубі та в наступні роки - *Asarum europaeum* L., *Carex digitata* L., *C. sylvatica* Huds., *Lathyrus vernus* (L.) Bernth., *Polygonum aviculare* L., *Salvia glutinosa* L.

Таблиця 2. Матриця флористичної розбіжності зрубів букових лісів, обчисленої за індексом Екмана.
Table 2. The floristic divergence matrix of the plots of felled beech forest, calculated by the Ekman index.

	ліс	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років
ліс		2,6	5,56	3,29	2,8	4,67	2,45
1 рік	2,60		2,05	2,18	1,8	2,53	3,18
2 роки	5,56	2,05		3,62	3,53	1,8	2,2
3 роки	3,29	2,18	3,62		2,80	2,00	1,77
4 роки	2,80	1,80	3,53	2,80		3,38	2,92
5 років	4,67	2,53	1,80	2,00	3,38		0,84
6 років	2,45	3,18	2,20	1,77	2,92	0,84	

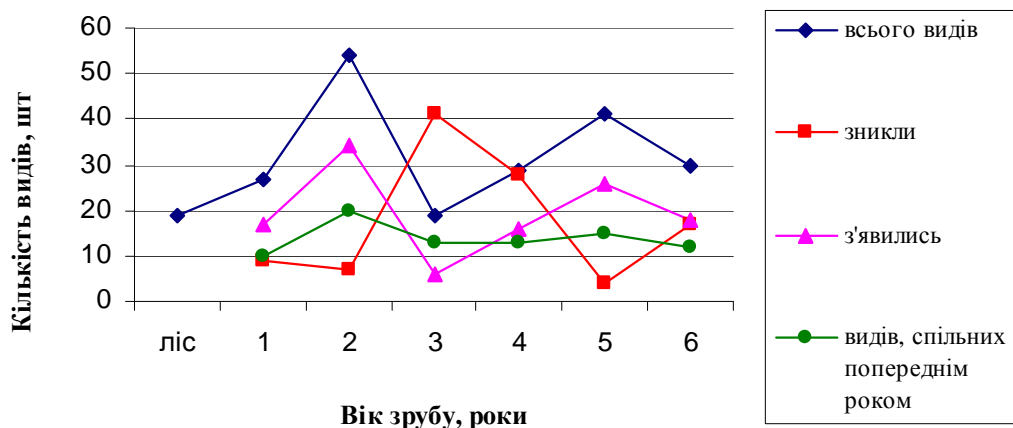


Рис.1. Динаміка кількості видів у процесі сукцесії.

Fig.1. The dynamics of species number in the succession process.

За цими ж індексами виявлено найменшу флористичну подібність контрольної ділянки в межах зрілого лісу та зрубів віком 2 роки, що супроводжується максимальним значенням індексу флористичної розбіжності Екмана (табл. 2).

На другому році перебігу сукцесії відбуваються суттєві зміни видового складу у порівнянні як із зрілим лісом, так і зі свіжим зрубом. Яскраво вираженого домінування набуває *Rubus caesius* L.

Характерною особливістю 2-річного зрубів є високе проективне покриття та присутність у фітоценозі великої кількості асектаторів, таких як *Anthriscus nemorosa* (Bieb.) Ten., *Arctium tomentosum* Mill., *Arenaria serpyllifolia* L., *Barbarea vulgaris* R. Br., *Campanula trachelium* L., *Carduus cinereus* Bieb., *Cerastium sylvaticum* Waldst. et. Kit., *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Equisetum arvense* L., *Geranium robertianum* L., *Glechoma hederica* L.,

Lathrea squamara L., Lotus corniculatus L. p.p., Plantago major L., Primula vulgaris Huds., Ranunculus repens L., Stachys sylvatica L., Veronica chamaedrys L., Viola palustris L. Всього на ділянці виявлено 54 види рослин, із яких збереглося лише 9 видів, притаманних зрілому лісу (рис.1). Серед них *Asperula odorata L., Carex digitata L., C. sylvatica Huds., Euphorbia amygdaloides L., Galium verum L., Pulmonaria obscura Dumort., Viola canina L.* Із складу фітоценоза зникло порівняно зі свіжим зрубом 7, із зрілим лісом – 10 видів. В першу чергу це стосується тінелюбних видів, притаманних лісовій рослинності, таких як *Asa-*

rum europaeum L., Hedera helix L., Sanicula europea L. Натомість з'явилося 40 нових видів, відсутніх у зрілому лісі з них 34 відсутні і на свіжому зрубі.

Аналіз флористичних списків досліджуваних зрубів за індексом подібності Браун-Бланке (табл. 3), який враховує співвідношення кількості спільних для обох списків видів до числа видів у більшому списку, також засвідчив мінімальну подібність рослинності зрілого лісу та 2-річного зрубу. Проте, найбільш спорідненими виявились зруби віком 2 та 6 років.

Таблиця 3. Матриця флористичної подібності зрубів букових лісів, обчисленої за індексом Браун-Бланке.
Table 3. The floristic divergence matrix of the plots of felled beech forest calculated by the Brown-Blanke index.

	ліс	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років
ліс		0,37	0,18	0,37	0,34	0,22	0,37
1 рік	0,37		0,37	0,51	0,50	0,37	0,37
2 роки	0,18	0,37		0,24	0,28	0,46	1,05
3 роки	0,37	0,51	0,24		0,34	0,37	0,43
4 роки	0,34	0,5	0,28	0,34		0,32	0,40
5 років	0,22	0,37	0,46	0,37	0,32		0,86
6 років	0,37	0,37	1,05	0,43	0,40	0,86	

Подібний до попереднього індекс Шимкевича-Сімпсона (табл. 4), який враховує співвідношення кількості спільних для обох списків видів до числа видів у меншому списку, так само виявив мак-

симальну подібність рослинності 2-річного та 6-річного зрубів, тоді як найменшу видову подібність відмічено між фітоценозом зрілого лісу та зрубу віком 3 роки.

Таблиця 4. Матриця флористичної подібності зрубів букових лісів, обчисленої за індексом Шимкевича-Сімпсона.
Table 4. The floristic divergence matrix of the plots of felled beech forest calculated by the Shymkevich-Simpson index.

	ліс	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років
ліс		0,53	0,47	0,39	0,53	0,47	0,58
1 рік	0,53		0,74	0,58	0,56	0,56	0,41
2 роки	0,47	0,74		0,68	0,52	0,61	1,00
3 роки	0,39	0,58	0,68		0,53	0,79	0,68
4 роки	0,53	0,56	0,52	0,53		0,45	0,41
5 років	0,47	0,56	0,61	0,79	0,45		0,83
6 років	0,58	0,41	1,00	0,68	0,41	0,83	

Індекс Сокала-Майченера (табл. 5), який враховує від'ємні співпаданя (коефіцієнт простого співпаданя), виявив максимальну видову подібність між рослинністю зрубів віком 5 та 6 років,

та 6 років, подібно до зазначених вище 9 індексів. Однак, найменш флористично подібними за зазначеним індексом є 2-річний та 4-річний зруби.

Таблиця 5. Матриця флористичної подібності зрубів букових лісів, обчисленої за індексом Сокала-Майченера.
Table 5. The floristic divergence matrix of the plots of felled beech forest calculated by the Sokal-Maichener index.

	ліс	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років
ліс		0,77	0,55	0,79	0,75	0,63	0,76
1 рік	0,77		0,63	0,79	0,76	0,66	0,69
2 роки	0,55	0,63		0,58	0,53	0,60	0,61
3 роки	0,79	0,79	0,58		0,75	0,73	0,79
4 роки	0,75	0,76	0,53	0,75		0,61	0,69
5 років	0,63	0,66	0,60	0,73	0,61		0,81
6 років	0,76	0,69	0,61	0,79	0,69	0,81	

Як і індекс Сокала-Майченера, індекс подібності Еленберга (табл. 6), що враховує відношення спільних для обох порівнюваних ділянок до загальної кількості видів на обох ділянках, виявив мінімальну подібність між видовим складом зрубів віком 2 та 4 років. Найбільшою подібністю за за-

значеним індексом характеризується рослинність зрілого лісу та зрубом 3-річної давності. Водночас, аналіз флористичної подібності за індексом Шимкевича-Сімпсона показав мінімальну подібність між флористичними списками цих ділянок.

Таблиця 6. Матриця флористичної подібності зрубів букових лісів, обчисленої за індексом Еленберга.
Table 6. The floristic divergence matrix of the plots of felled beech forest calculated by the Ellenberg index.

	ліс	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років
ліс		3,06	1,85	3,57	2,89	2,14	2,92
1 рік	3,06		1,97	3,17	2,74	2,17	2,41
2 роки	1,85	1,97		1,88	1,69	1,79	1,88
3 роки	3,57	3,17	1,88		2,89	2,56	3,14
4 роки	2,89	2,74	1,69	2,89		1,98	2,38
5 років	2,14	2,17	1,79	2,56	1,98		2,72
6 років	2,92	2,41	1,88	3,14	2,38	2,72	

Важливим індикатором чутливості того чи іншого індексу до змін, що відбуваються у фітоценозі є діапазон варіювання величини одержаних результатів. Так, матриці флористичної подібності, в яких аналогічні елементи займають однакові рейтингові позиції, різняться між собою широтою

амплітуди змін значень. Значення індексу Сокала-Сніта змінюються в межах від 0 до 1 (табл. 7), тоді як значення індексу Жаккара (табл. 8) коливається в межах від 18,00 одиниць між зрубом віком 2 роки та ділянкою в межах зрілого лісу до 119,05 – між 5-річним та 6-річним зрубам.

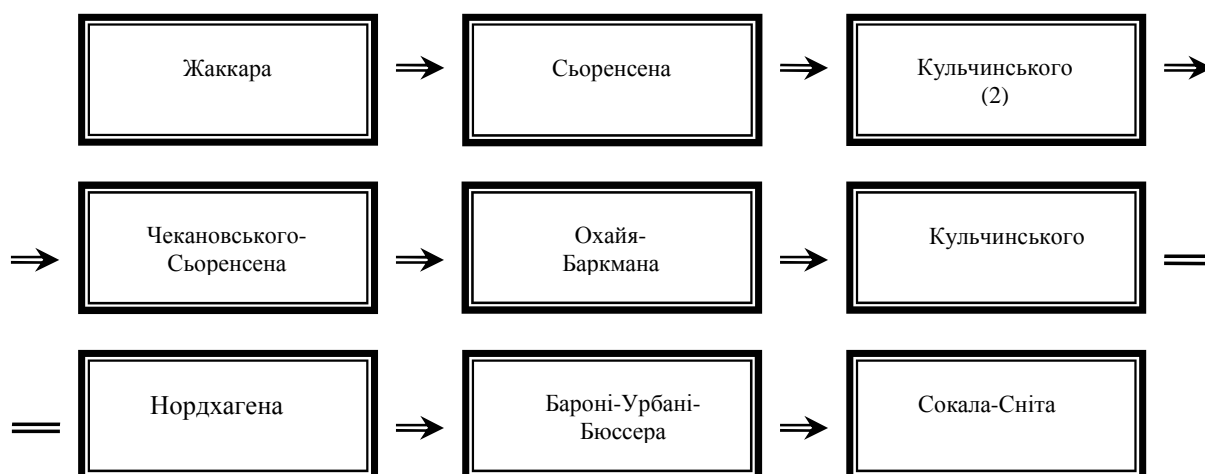
Таблиця 7. Матриця флористичної подібності зрубів букових лісів, обчисленої за індексом Сокала-Сніта.
Table 7. The floristic divergence matrix of the plots of felled beech forest calculated by the Sokal-Snit index.

	ліс	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років
ліс		0,16	0,08	0,13	0,15	0,1	0,17
1 рік	0,16		0,20	0,19	0,22	0,16	0,14
2 роки	0,08	0,20		0,12	0,12	0,22	0,19
3 роки	0,13	0,19	0,12		0,15	0,20	0,22
4 роки	0,15	0,22	0,12	0,15		0,13	0,15
5 років	0,10	0,16	0,22	0,20	0,13		0,37
6 років	0,17	0,14	0,19	0,22	0,15	0,37	

Таблиця 8. Матриця флористичної подібності зрубів букових лісів, обчисленої за індексом Жаккара.
Table 8. The floristic divergence matrix of the plots of felled beech forest calculated by the Jakkar index.

	ліс	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років
ліс		38,46	18,00	30,43	35,71	21,43	40,74
1 рік	38,46		48,83	45,83	55,56	39,47	31,43
2 роки	18,00	48,78		27,66	28,30	55,56	45,45
3 роки	30,43	45,83	27,66		35,71	50,00	56,52
4 роки	35,71	55,56	28,30	35,71		29,55	34,29
5 років	21,43	39,47	55,56	50,00	29,55		119,05
6 років	40,74	31,43	45,45	56,52	34,29	119,05	

За величиною амплітуди коливання значень проаналізовані індекси можна розподілити в порядку спадання наступним чином:



Висновки

На основі проведеного аналізу найбільш чутливими до змін видового складу на ранніх стадіях природного відновлення *F. sylvatica* L. на лісосоках головного користування виявилися індекс ви-

дової подібності Жаккара та індекс флористичної розбіжності Екмана. За зазначеними індексами найбільшу видову подібність зафіксовано між зрубамі віком 5 та 6 років, максимальну розбіжність виявлено між контрольною ділянкою в межах зрілого лісу та 2-річним зрубом.

1. Бродский А.К. Введение в проблемы биоразнообразия. Иллюстрированный справочник. – СПб: Издательство С.-Петербургского университета, 2002. – 144 с.
2. Вальтер Г. Общая геоботаника: Пер. с нем. – М.: Мир, 1982. – 261 с.
3. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. – Л.: Наука, 1969. – 273 с.
4. Дідух Я.П. Теоретичні аспекти вивчення флористичної та ценотичної різноманітності // Укр. ботан. журн., 1999. – Т.56, № 6. – С. 575-579.
5. Ипатов В.С. Отражение динамики растительного покрова в синтаксономических единицах // Ботан. журн., 1990. – Т.75, №10. – С.1380-1388.
6. Кагало О. Концептуально-методологічні засади созологічної оцінки змін рослинного покриву// Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2003. – Вип. 34. – С. 3-18.
7. Лебедева Н.В., Кривоулицкий Д.А. Биологическое разнообразие и методы его оценки // География и мониторинг разнообразия. – М.: Узд-во НУМЦ. – 2002.
8. Миркин Б.М., Миронова С.И. О биоразнообразии в некоторых техногенных сукцессионных системах Якутии// Экология. – 1999, №4. – С. 266-270.
9. Природа Чернівецької області / Під ред. К.І. Геренчука.- Львів: Вища шк., 1978. – 160 с.
10. Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. – М.: Наука, 1981. – 231 с.

11. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г., Бобровский М.В., Торопова Н.А. Популяционные и фитоценотические методы анализа биоразнообразия растительного покрова/ Сохранение и восстановление биоразнообразия. – М.: Изд-во научного и учебно-методического центра, 2002. – С. 78-107.
12. Смирнова О.В., Ханина Л.Г., Бобровский М.В., Торопова Н.А., Заугольнова Л.Б. Руководство по полевой практике. Методы сбора и первичного анализа геоботанических и демографических данных /Сохранение и восстановление биоразнообразия. – М.: Изд-во научного и учебно-методического центра, 2002. – С. 59-77.
13. Уиттекер Р.Х. Сообщества и экосистемы: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.
14. Экологический энциклопедический словарь / Под. ред. И.И. Дедю. – К.: Гл. ред. МСЭ., 1990. – 408 с.
15. Soran V. Optimizarea biodiversității pentru maximizarea stabilității și eficacității ecologice-economice ale producției / Silvologie. – Vol.1.- București: Ed. Acad. Române, 1997. – P. 95-111.

Отримано: 20 січня 2007 р.

Прийнято до друку: 1 лютого 2007 р.