
ЕКОЛОГІЧНА БОТАНІКА

УДК 502.171

С. С. Руденко, М. В. Талах

МЕТОДИКА ВІЗУАЛІЗОВАНОЇ ОЦІНКИ СЕРЕДОВИЩЕТВІРНОГО ВПЛИВУ ЕДИФІКАТОРА В ЛІСОВІЙ ЕКОСИСТЕМІ

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича

Запропоновано нову методику, яка дозволяє візуалізувати силу та напрям трансформуючої дії деревних порід-едифікаторів на різні компоненти середовища лісової екосистеми (кліматоп, едафотоп, біоценоз). Ефективність зазначеної методики доведена на прикладі основного едифікатора лісових екосистем Північної Буковини – бука лісового.

Ключові слова: едифікатори, інженери екосистем, намети дерев, «вікна» наметів, *Fagus sylvatica L.*, кліматоп, едафотоп, біоценоз.

S. S. Rudenko, M. V. Talakh

Fedkovich national university of Chernivtsy

TRACED ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF EDIFICATORS ON THE FOREST ECOSYSTEMS ENVIRONMENT

A new method that allows to estimate strength and direction of transforming influence of wood species-edificators on the different forest components (climatop, edaphotop, biocenose) is offered. Effectiveness of this method is proved by the example of the main edificator of Northern Bukovina's forest ecosystems – *Fagus sylvatica L.*

Keywords: edificators, ecosystem engineers, canopy gap, canopy trees, *Fagus sylvatica L.*, climatop, edaphotop, biocenosis.

Едифікатор – вид, який визначає структуру рослинного угруповання (у геоботаніці), у ширшому контексті – визначальний елемент системи. Наприклад, у широколистяному лісі едифікаторами можуть виступати дуб, бук, граб, у хвойних лісах – ялина, ялиця або сосна, у привидних угрупованнях – очерет або рогіз. Едифікатор у рослинному угрупованні формує певний мікроклімат, ярусність, «диктує» іншим організмам режими освітлення, вологості, надходження поживних речовин тощо, створюючи навколо себе своєрідне «фітогенне поле» (Екологічна енциклопедія, 2006).

В іноземній літературі аналогом терміна «едифікатори» можна вважати термін «ecosystem engineers» (інженери екосистем), який був уведений С. G. Jones у 1994 році. Цим терміном він позначив організми, що створюють, модифікують та підтримують середовище існування, й таким чином прямо чи опосередковано змінюють доступність ресурсів для інших видів (Jones, Lawton, Shachak, 1994). Прагнучи підкреслити особливий вплив видів-едифікаторів на інші живі організми, S. Gandolfi зі співавторами назвав їх екологічними фільтрами біорізноманіття та відновлення деревних порід (Gandolfi, Joly, Rodrigues, 2007).

У лісовій екосистемі з одним видом-едифікатором (чистопорідний ліс) середовищевітвірну роль останнього можна дослідити, порівнюючи стан структурних блоків екосистем у фітогенних полях організмів-едифікаторів та за їх межами. Так, широкого визнання серед іноземних учених набув метод порівняння «canopy gaps» та «canopy trees», тобто ділянок типу «вікна наметів» та «намети дерев» (Anderson, Leopold, 2002; The effects ..., 2004; A long-term study ..., 2000; Gandolfi, Joly, Rodrigues, 2007; Ostertag, 1998; Rantis, Johnson, 2000; Canopy gaps ..., 2002; Sipe, Bazzaz, 2001).

© Руденко С. С., Талах М. В., 2008

У поліедифікаторній екосистемі (змішаний ліс) середовищевірна дія одного виду-едифікатора може трансформуватися іншим. Цей напрямок досліджень виявився практично не розробленим ні у вітчизняній, ні у зарубіжній літературі.

І все ж найбільш слабкою ланкою дослідження середовищевірної ролі видів-едифікаторів є відсутність показників, які б дозволили кількісно виразити силу впливу едифікатора на різні структурні блоки екосистем. Крім того, зовсім не розробленим питанням є також графічне представлення, або візуалізація цих впливів.

Виходячи із вищезазначеного, мета даної роботи – розробити методику кількісної візуалізованої оцінки середовищевірного впливу вида-едифікатора в лісовій екосистемі.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для збору матеріалу було обрано 3 точки досліджень: с. Виженка та с. Берегомет Вижицького району, с. Тарашани Глибоцького району. Ділянки закладались у межах екокліни, прокладеної в напрямку поширення бука лісового на території Чернівецької області. За центр ареалу в межах Буковини прийнята територія, де зазначений вид утворює чисті насадження околиці с. Берегомет, Вижицького району. Дана територія, за районуванням Л. І. Воропай (2004), належить до зони Бескидських Карпат, а саме Берегометського низькогірного, лісолучного району. Він формує крайову зону Буковинських Карпат та піднімається дуже виразним і чітким двохсотметровим уступом над прилеглими районами передгір'я. Висота над рівнем моря тут коливається від 700 до 1000 м н. р. м., що, власне, і пояснює формування чистих лісів, оскільки оптимальні умови для природного поширення букових лісів знаходяться на висотах від 600 до 900 м (Мальцев, 1970). Тут бук утворює густі, тіністі одноярусні деревостани, переважають ліси з мертвопокровною парцелюю. Серед підросту деревних порід лише в поодиноких випадках зустрічаються сіянці інших порід, окрім бука. Грунт – бурий лісовий.

Друга дослідна ділянка була закладена поблизу околиць с. Виженка Вижицького району, що на північний захід від першої точки. Тут чисті букові ліси змінюються темношпильково-буковими лісами з домінуванням бука та ялиці білої (*Abies alba* L.). Умови зволоження й затінення у хвойно-широколистяних лісах такі, як і в бучинах, тому підлісок та трав'яний покрив мають спільні риси з аналогічними ярусами букових лісів, але з вершин сюди вже спускаються деякі субальпійські види. Перший ярус фітоценозу складено переважно ялицею, а другий – буком. Підлісок більш розвинений, ніж у межах попередньої групи. У ньому домінує *Rubus nessensis* W. Hall., а в трав'янистому ярусі: *Asperula odorata* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Asarum europaeum* L. та *Hepatica nobilis* Mill. Грунт – бурувато-підзолистий оглеєний.

Третя дослідна ділянка була закладена в буково-дубовому лісі поблизу села Тарашани Глибоцького району. Вона знаходиться на південний схід від центру ареалу. Дана територія належить до Прут-Сіретської підвищеної погорбованої лісолучної області, а саме до Тарашанського вододільного, котловинно-грядового лісового району. Грунти – темно-сірі лісові оглеєні. Букова діброва багатоярусна та розірвана великими безлісними ділянками, що мають ознаки заболочення. В умовах достатнього освітлення формується густий підлісок чагарників, що сформований, зокрема, *Sambucus nigra* L. Трав'янистий покрив також добре розвинений, з високим відсотком проективного покриття, мозаїчний. У ньому домінують: *Carex pilosa* L., *Viola reichenbachiana* Jord. ex Boreau (*Viola sylvestris* Lam.), *Galeobdolon luteum* Huds., (*Lamium galeobdolon* Crantz) та ін. З ефемероїдів широко розповсюджена *Anemone nemorosa* L. Підріст бука незначний.

На кожній із зазначених ділянок було обрано вісім модельних генеративних дерев бука лісового і вісім ділянок типу «вікна наметів», у межах яких проводились усі польові дослідження. Рослини та безхребетних тварин визначали за методиками, загальноприйнятими в ботанічній та зоологічній практиці. Отримані списки рослин характеризували з використанням фітоіндикаційних шкал Д. М. Циганова і Еленберга (за освітленням) та опрацьовувались з використанням підходів, запропонованих Я. П. Дідухом та ін. (Екофлора України, 2004). Визначення кількості мікроорганізмів проводили загальноприйнятими методами ґрунтових розведень і підрахунку колоній на селективних середовищах. Визначення концентрації біогенних елементів у ґрунті та підстилці проводилось із використанням загальноприйнятих методів агрохімічного аналізу.

Статистична обробка даних та побудова фігур проводились за допомогою пакетів комп'ютерних програм *Excel*, *Statistica 6.0* та *AutoCAD 2006*.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження охоплювали три взаємопов'язаних етапи.

Перший етап був спрямований на розробку моделі, яка б дозволила з'ясувати середовищеві роль виду-едифікатора. Кінцевий варіант моделі подано на рис. 1. Як видно з рисунку, модель передбачає проведення досліджень на двох типах ділянок: «намети дерев» та «вікна наметів». Межі обох типів ділянок визначали проекцією наметів дерев на земну поверхню. Зазначені ділянки порівнювали в екосистемах чистопорідного букового лісу та змішаних букових лісів. Чистопорідний буковий ліс досліджували в центрі ареалу бука, а змішані – на периферії його ареалу в зоні еко-тонів. У досліджуваному нами прикладі вид-едифікатор на південному сході змішується з дубом звичайним (*Quercus robur* L.), а на північному заході – з ялицею білою (*Abies alba* Mill.).

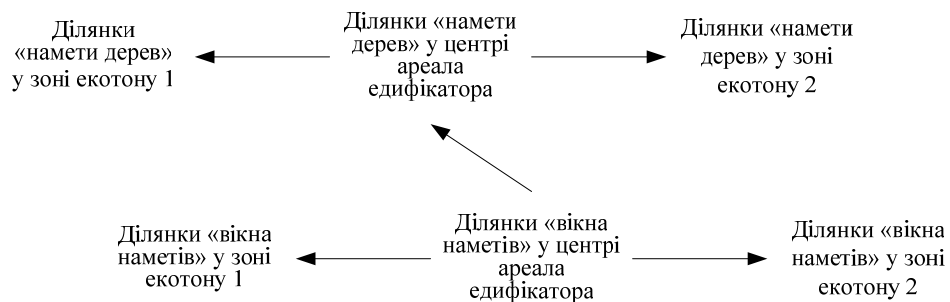


Рис. 1. Модель для дослідження середовищевірного впливу виду-едифікатора в лісовій екосистемі

Порівняння мікроекосистем, приурочених до ділянок «вікна наметів» та до ділянок «намети дерев» в чистопорідному буковому лісі, дозволяє з'ясувати, як змінюється середовище у фітогенному полі едифікатора порівняно з середовищем за його межами в моноедифікаторній екосистемі, де конкурентні деревні породи відсутні.

Порівняння мікроекосистем, приурочених до ділянок «намети дерев» у чистопорідній та змішаній лісових екосистемах, дозволяє з'ясувати, яким чином співедифікатор трансформує середовищевірну дію основного едифікатора.

Порівняння мікроекосистем, приурочених до ділянок «вікна наметів» у чистопорідних та змішаних екосистемах, дозволяє з'ясувати, чи відрізняється середовище поза фітогенним полем едифікатора у моно- та поліедифікаторних екосистемах.

Другий напрямок досліджень був спрямований на виявлення тих показників структурних блоків лісових екосистем, які найбільше пов'язані з проявом едифікаторної сили. Для цього спочатку був підібраний комплекс показників, які найбільш часто застосовуються при характеристиці кожного із структурних блоків наземної екосистеми: кліматопу, едафотопу та біоценозу (табл. 1). Потім за допомогою спеціально модифікованої методики покрокового регресійного аналізу були відібрані лише ті показники, які виявляли значимий зв'язок із силою впливу едифікатора.

Суть модифікації регресійного аналізу полягала в таких моментах. Перш за все значення досліджуваних показників переводились в умовні одиниці. При цьому умовні одиниці визначали як відношення значення показника в досліді до значення показника в контролі. Для кожного з варіантів дослідження контроль та дослід обирали, як показано нижче:

- при порівнянні мікроекосистем на ділянках «намети дерев» та на ділянках «вікна наметів» у чистопорідному буковому лісі контролем слугували мікроекосистеми ділянок «вікна наметів»;

Досліджувані показники структурних блоків екосистем

Назва структурного блоку екосистем	Назва показника
Кліматоп	• Терморезим (бальні значення, отримані з використанням фітоіндикаційних шкал, та відсоток від максимально можливого) (Талах, 2007а)
	• Континентальність клімату (бальні значення, отримані з використанням фітоіндикаційних шкал, та відсоток від максимально можливого) (Талах, 2007а)
	• Кріорезим (бальні значення, отримані з використанням фітоіндикаційних шкал, та відсоток від максимально можливого) (Талах, 2007а)
	• Вологість клімату (бальні значення, отримані з використанням фітоіндикаційних шкал, та відсоток від максимально можливого) (Талах, 2007а)
	• Освітлення (абсолютні значення, отримані через безпосередні вимірювання, бальні значення, отримані з використанням фітоіндикаційних шкал, та відсоток від максимально можливого) (Талах, 2007а)
	• Індекс різноманітності кліматичних факторів (Талах, 2007а, 2007б)
Едафотоп	• Уміст мінерального азоту в ґрунті (бальні значення, отримані з використанням фітоіндикаційних шкал, та відсоток від максимально можливого) (Талах, 2007а)
	• Кислотний режим ґрунту (бальні значення, отримані з використанням фітоіндикаційних шкал, та відсоток від максимально можливого) (Талах, 2007а)
	• Трофічність ґрунту (бальні значення, отримані з використанням фітоіндикаційних шкал, та відсоток від максимально можливого) (Талах, 2007а)
	• Вологість ґрунту (абсолютні значення, отримані через безпосередні вимірювання, бальні значення, отримані з використанням фітоіндикаційних шкал, та відсоток від максимально можливого) (Талах, 2007а)
	• Концентрація в ґрунті основних біогенних елементів: N, С, Р, Са (абсолютні значення, отримані через безпосередні вимірювання) (Руденко, 2007; Талах, 2007в)
	• Співвідношення концентрацій карбону та нітрогену, що характеризує процеси гуміфікації та нітрифікації (Талах, 2007г)
	• Індекс різноманітності едафічних факторів (Талах, 2007а; Талах, 2007б)
Біоценоз	• Загальна чисельність основних груп мікроорганізмів
	• Індекс структурного різноманіття угруповань ґрунтових мікроорганізмів
	• Видове багатство рослин
	• Індекс видового різноманіття рослин
	• Екологічні групи рослин за відношенням до досліджуваних кліматичних та едафічних факторів
	• Екологічні групи рослин за відношенням до едификатора (види-супутники, нейтральні види, види, що уникають дії едификатора)
	• Екологічні взаємодії між досліджуваними видами рослин, що характеризують конкурентну структуру угруповань рослин різних біотопів
	• Видове багатство безхребетних тварин
	• Індекс видового різноманіття безхребетних тварин
	• Екологічні групи тварин за функціями, виконуваними в екосистемі, та трофічною спеціалізацією
	• Видове багатство безхребетних тварин крони
	• Індекс видового різноманіття безхребетних тварин крони
	• Екологічні групи тварин крони за функціями, виконуваними в екосистемі, та трофічною спеціалізацією
	• Видове багатство павуків (<i>Aranei</i>) (Федоряк, 2007)
	• Індекс видового різноманіття павуків (<i>Aranei</i>) (Федоряк, 2007)
• Концентрація у підстилці основних біогенних елементів: N, С, Р, Са (абсолютні значення, отримані через безпосередні вимірювання) (Руденко, 2007; Талах, 2007в)	

- при порівнянні мікроекосистем на ділянках наметів дерев у чистопорідному та змішаних лісах як контроль використовували мікроекосистеми на ділянках «намети дерев» чистопорідного букового лісу;

- при порівнянні мікроекосистем на ділянках «вікна наметів» у чистопорідному буковому та змішаних лісах контролем виступали мікроекосистеми на ділянках «вікна наметів» чистопорідного букового лісу.

Переведення в умовні одиниці здійснювалось для можливості зіставлення змін показників з різною розмірністю.

Другий аспект модифікації полягав у тому, що результуючий показник – Y , а priori приймали таким, що дорівнює наступним значенням прояву едифікаторної сили:

- на ділянках «намети дерев» у чистопорідному лісі – 1;
- на ділянках «намети дерев» у змішаному лісі – 0,5;
- на ділянках «вікна наметів» у чистопорідному лісі – 0,25;
- на ділянках «вікна наметів» у змішаному лісі – 0.

Подалі в отримані регресійні рівняння підставляли мінімальні і максимальні значення показників, відібраних регресійним аналізом. Таким чином, отримували простір (межі) прояву значимих показників різних структурних блоків.

Третій напрямок досліджень ґрунтувався на використанні відібраних показників для візуалізації сили та характеру впливу едифікатора на різні структурні блоки лісової екосистеми. Застосовуючи отримані значення як абсолютні координати (кліматоп – вісь X , едафотоп – вісь Y , біоценоз – вісь Z), одержували дво- чи тривимірні фігури в залежності від того, чи виділив регресійний аналіз показники, які достовірно пов'язані із силою впливу едифікатора.

Таким чином, едифікаторний вплив виду може бути охарактеризований як графічно (напрям), так і чисельно (сила). У випадку двовимірних фігур такою характеристикою виступатиме площа фігури, а для тривимірних – об'єм.

Отримані фігури можуть взаємодіяти між собою шляхом перекриття, за ступенем якого можна оцінити модифікацію сили едифікаторного впливу в залежності від умов середовища: чим меншим є перекриття фігури контрольного типу біотопів з досліджуваним, тим більше дія факторів зовнішнього модифікує едифікаторний вплив досліджуваного виду.

Застосовуючи запропоновану методику, було оцінено силу едифікаторного впливу та її модифікації для трьох типів лісових екосистем за участю бука лісового на території Чернівецької області.

Спочатку були одержані рівняння регресії, які дозволили виявити показники кліматопу, едафотопу та біоценозу, які достовірно пов'язані із силою впливу едифікатора в чистопорідному буковому лісі (табл. 2).

Таблиця 2

Рівняння регресії для виявлення показників структурних блоків у моделі «вікна наметів»-«намети дерев» чистопорідного букового лісу, які достовірно пов'язані із силою впливу едифікатора

Складова екосистеми	Рівняння регресії	Показники достовірності
Кліматоп	$Y_{\text{сила едифікаторного впливу}} = -0,55X_{\text{освітлення}} + 0,58X_{\text{омброрежим (\% від max можливого)}} - 1,61X_{\text{континентальність клімату (сер. знач.)}} + 0,82X_{\text{індекс різноманітності кліматичних факторів}} - 0,83X_{\text{омброрежим (сер. знач.)}}$	$R=0,96; R^2=0,92;$ $F(f\ 7,8)=13,63;$ $p<0,00072$
Едафотоп	$Y_{\text{сила едифікаторного впливу}} = 0,87X_{\text{Са ґрунт}} - 0,46X_{\text{N ґрунт}} - 0,63X_{\text{Nd (вологість ґрунту, \% від max можливого)}}$	$R=0,93; R^2=0,86;$ $F(f\ 5,10)= 12,17;$ $p<0,00055$
Біоценоз	Не виявлено показників, що достовірно пов'язані із силою едифікаторного впливу	

Графічним їх вираженням є рис. 2.

З рис. 2 видно, що едифікаторний вплив на ділянках «вікна наметів» та на ділянках наметів дерев у чистопорідному лісі має спільну направленість, зокрема ідентичною є їх дія на біоценоз даної екосистеми. Такий висновок свідчить про відсутність у межах даного блоку показників, що достовірно впливають на силу едифікаторного впливу та значний відсоток перекриття отриманих фігур ($S_1= 2,068$; $S_2= 5,24$; $S_3= 2,65$).

Крім того, варто відзначити значно більшу амплітуду коливань показників кліматопу мікроекосистем на ділянках «вікна наметів» (вісь X) та дещо більшу – едафотопу на ділянках «намети дерев» (вісь Y).

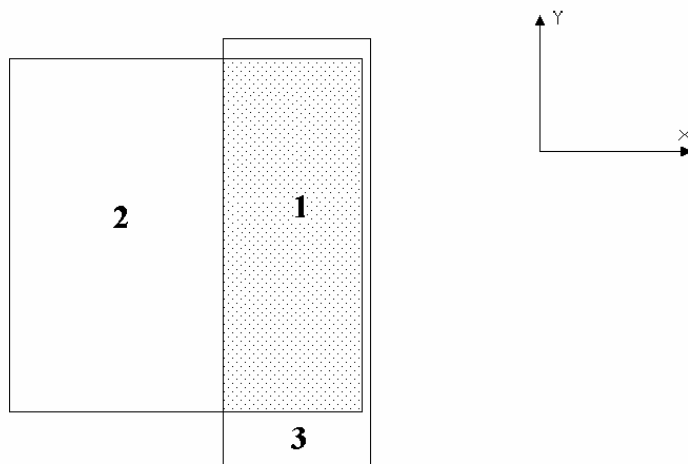


Рис. 2. Простори прояву показників структурних блоків чистопорідного лісу, що виявляють достовірний зв'язок із силою едифікаторного впливу бука лісового на ділянках «вікна наметів» (2), «намети дерев» (3) та їх перекриття (1)

Подалі були одержані рівняння регресії, що дозволили виявити показники кліматопу, едафотопу та біоценозу, які достовірно пов'язані із силою впливу едифікатора в моделі «намети дерев» чистопорідного букового лісу – «намети дерев» змішаного букового лісу (табл. 3).

Таблиця 3

Рівняння регресії для виявлення показників структурних блоків у моделі «намети дерев» чистопорідного букового лісу – «намети дерев» змішаного букового лісу, які достовірно пов'язані із силою впливу едифікатора

Складова екосистеми	Рівняння регресії	Показники достовірності
Кліматоп	$Y_{\text{сила едифікаторного впливу}} = -0,92X_{Lc}$ (освітлення, % від тах можливого)	$R=0,76$; $R^2=0,58$; $F(f\ 3,20)=9,36$; $p<0,00045$
Едафотоп	$Y_{\text{сила едифікаторного впливу}} = 1,27X_N - 0,55X_{Nt}$ (вміст мінерального азоту, сер. знач.) $- 0,996172X_{Tr}$ (трофічність, % від тах можливого) $+ 1,27X_{\text{індекс різноманітності едафічних факторів}}$ $- 0,33X_C - 0,38X_{Ca} + 0,74X_{Rc}$ (кислотний режим, % від тах можливого)	$R=0,92$; $R^2=0,84$; $F(f\ 11,12)= 15,69$; $p<0,00281$
Біоценоз	$Y_{\text{сила едифікаторного впливу}} = 0,94X_{\text{нейт. види}} - 0,092X_{\text{ацидофіл}} - 0,17X_{\text{субгеліофіт}} - 0,028X_{\text{пергідрофіт}} + 0,86X_{\text{конс. 2-го пор. крона}} - 0,27X_{\text{вміст С у підстилці}} - 0,13X_{\text{субглікотроф}} - 0,096X_{\text{детритофаг крона}} + 0,13X_{\text{ультрасціофіт}} + 0,37X_{\text{фітофаг крона}} - 0,08X_{\text{детритофаг}} + 0,11X_{\text{некрофаг}} - 0,27X_{\text{видове багатство крона}} - 0,56X_{\text{редуцент крона}} + 0,07X_{\text{гемісціофіт}} + 0,06X_{\text{конс. 1-го пор.}} - 0,02X_{\text{видове різном. твар.}} - 0,02X_{\text{субкріофіт}} - 0,009X_{\text{видове різном. росл.}} - 0,008X_{\text{сунітрофіл}} - 0,002X_{\text{субмікротерм}} + 0,001X_{\text{екол. взаємодії}}$	$R=1,00$; $R^2=1,00$; $F(f\ 22,1)= 4773E6,2$; $p<0,00001$

Графічним їх вираженням є рис. 3.

Аналіз отриманих фігур свідчить про унікальність ділянок наметів дерев буково-дубового лісу в порівнянні з однотипними ділянками в інших екосистемах. Ця унікальність обумовлена іншим напрямком впливу едіфікатора на біоценоз. Водночас фігури, що зображають едіфікаторний вплив під наметом едіфікатора чистопорідного та буково-ялицевого лісів, перекриваються, хоча й незначно ($V_1= 0,025$; $V_2= 1,21$; $V_3= 1,62$). Низький відсоток перекриття обумовлений різницею у впливі бука лісового в даних екосистемах на едафотоп.

Амплітуда коливань показників кліматопу є найбільшою для чистопорідного лісу та практично однаковою як в абсолютних, так і у відносних значеннях для змішаних лісів. Водночас за показниками едафотопу ситуація дещо інша. Відносна амплітуда коливань (довжина) є приблизно однаковою для чистопорідного та буково-ялицевого лісів та значно меншою для буково-дубового лісу. Відносна амплітуда коливань за показниками біоценозу (висота) є практично однаковою для всіх типів екосистем, проте абсолютні значення суттєво відрізняються для буково-дубового лісу.

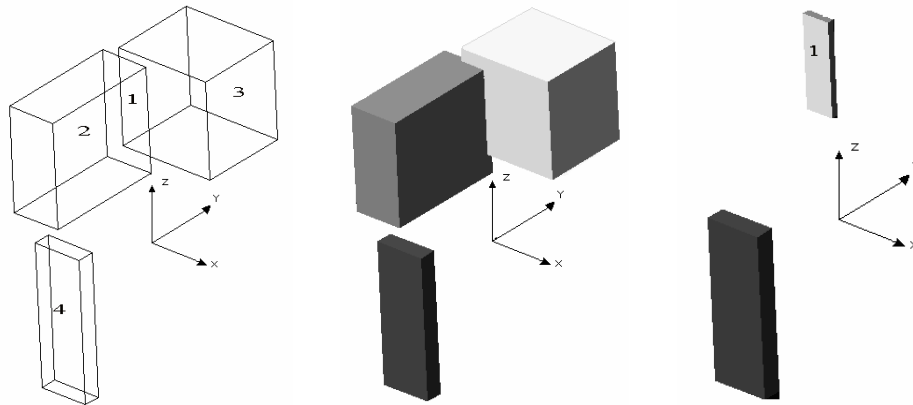


Рис. 3. Простори прояву показників структурних блоків чистопорідного та змішаних букових лісів, що виявляють достовірний зв'язок із силою едіфікаторного впливу бука лісового на ділянках «намети дерев» чистопорідного букового лісу (3), змішаного буково-ялицевого лісу (2), змішаного буково-дубового лісу (4) та їх перекриття (1)

Кінцевим етапом стало одержання рівнянь регресії, які дозволили виявити показники кліматопу, едафотопу та біоценозу, які достовірно пов'язані із силою впливу едіфікатора в моделі «вікна наметів» чистопорідного букового лісу – «вікна наметів» змішаного букового лісу (табл. 4).

Таблиця 4

Рівняння регресії для виявлення показників структурних блоків у моделі «вікна наметів» чистопорідного букового лісу – «вікна наметів» змішаного букового лісу, які достовірно пов'язані із силою впливу едіфікатора

Складова екосистеми	Рівняння регресії	Показники достовірності
Кліматоп	$Y_{\text{сила едіфікаторного впливу}} = -0,73X_{\text{Lc (освітлення, \% від max можливого)}} - 0,45X_{\text{омброрежим (\% від max можливого)}} + 0,36X_{\text{індекс різноманітності кліматичних факторів}} - 0,34X_{\text{кріорежим (\% від max можливого)}}$	$R=0,87$; $R^2=0,75$; $F(f(6,17))=8,67$; $p<0,0002$
Едафотоп	$Y_{\text{сила едіфікаторного впливу}} = -0,35X_{\text{Nt (вміст мінер. азоту, сер. знач)}} - 0,32X_{\text{C}} - 0,435X_{\text{індекс різноманітності едафічних факторів}} - 0,34X_{\text{гігроскопічна вологість}} + 0,23X_{\text{N}} + 0,35X_{\text{Tг (трофічність, \% від max можливого)}}$	$R=0,96$; $R^2=0,92$; $F(f(9,14))=18,63$; $p<0,000$
Біоценоз	$Y_{\text{сила едіфікаторного впливу}} = -0,65X_{\text{нейтр. види}} - 0,76X_{\text{дискомф. взаємодії}} + 0,10X_{\text{ультрасціофіт}} - 0,08X_{\text{ацидофіл}} + 0,43X_{\text{видове баг. росл.}} + 0,13X_{\text{інд. структ. різном. угруповань ґрунтових мікроорганізмів}}$	$R=0,99$; $R^2=0,99$; $F(f(6,17))=799,72$; $p<0,000$

Графічним їх вираженням є рис. 4.

Аналіз отриманих фігур свідчить про унікальність ділянок «вікна наметів» чистопорідного лісу в порівнянні з однотипними ділянками в інших екосистемах. Ця унікальність обумовлена зміною напрямку впливу едіфікатора на біоценоз у межах даної екосистеми.

Також на ділянках «вікна наметів» чистопорідного лісу суттєво знижується амплітуда коливань значимих показників кліматопу та в меншій мірі – едафотопу. Це можна пояснити тим, що на ділянках «вікна наметів» змішаних лісів більшу роль починають відігравати співедифікатори.

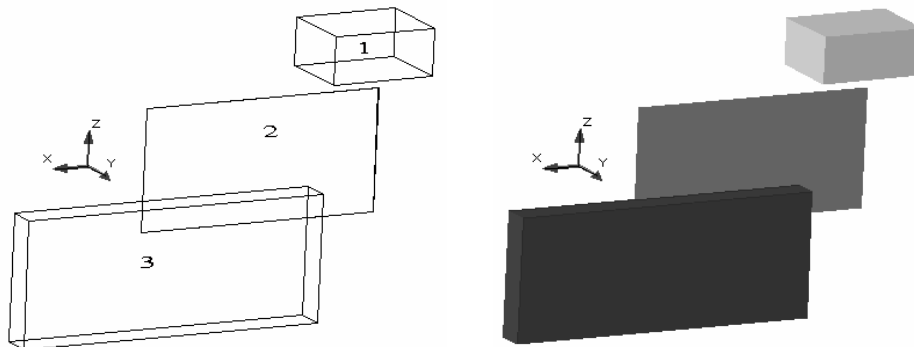


Рис. 4. Простори прояву показників структурних блоків чистопорідного та змішаних букових лісів, що виявляють достовірний зв'язок із силою едіфікаторного впливу бука лісового на ділянках «вікна наметів» чистопорідного букового лісу (1), змішаного буково-ялицевого лісу (2), змішаного буково-дубового лісу (3)

Незначний об'єм перекриття фігур змішаних лісів обумовлений насамперед невисоким значенням об'єму загалом для екосистеми буково-ялицевого лісу, що пов'язано з надзвичайно низькою амплітудою коливань (ширина) за показниками едафотопу для даного типу ділянок у буково-ялицевому лісі. Це може бути пов'язано з особливостями хвойного опаду, який впливає на властивості ґрунту.

ВИСНОВКИ

1. Доведено односпрямованість дії едіфікатора на біоценоз на ділянках «намети дерев» та «вікна наметів» у чистопорідному лісі.
2. Установлено зростання амплітуди коливань показників кліматопу на ділянках «вікна наметів» чистопорідного лісу в порівнянні з ділянками «намети дерев».
3. Установлено, що для обох типів ділянок чистопорідного та ділянок «намети дерев» буково-дубового лісів серед структурних блоків екосистем визначальним є вплив едіфікатора на біоценоз. Саме ця закономірність спричинює унікальність ділянок «намети дерев» буково-дубового лісу та ділянок «вікна наметів» чистопорідного лісу, у порівнянні з однотипними ділянками інших екосистем, а також відсутність відмінностей у дії едіфікатора на обидва типи ділянок у чистопорідному лісі. Зафіксовані особливості пов'язані зі зміною напрямку впливу бука лісового як виду-едифікатора на живі організми в межах даних типів ділянок.
4. З'ясовано, що об'єм фігур, що характеризують силу едіфікаторного впливу на ділянках «намети дерев», зменшується в ряду від чистопорідного лісу до буково-дубового, через буково-ялицевий, що можна пояснити силою конкуренції між співедифікаторами. Таким чином, можна стверджувати, що взаємодія бука лісового з дубом звичайним характеризується більш жорсткою конкуренцією у порівнянні з ялицею білою, оскільки перші дві деревні породи є значно ближчими за своїм систематичним положенням, а отже, і за вимогами до умов середовища.
5. Установлено збільшення амплітуди коливань показників кліматопу та едафотопу на ділянках «вікна наметів» змішаних лісів у порівнянні з чистопорідним, що пояснюється більшою роллю, яку відіграють у межах даного типу ділянок у змішаних лісах співедифікатори.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Воропай Л. І.** Географічний образ Чернівецької області // Красзнавство. Географія. Туризм. – 2004. – № 29-31. – С.4-7.
- Екологічна енциклопедія:** У 3 т. – К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації». – Т. 1: А–Е, 2006. – 432 с.
- Екофлора України.** Т. 2 / Я. П. Дідух, С. М. Бурда, С. М. Зиман та ін.; відп. ред. Я. П. Дідух. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 480 с.
- Мальцев М. П.** Бук. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 80 с.
- Руденко С. С.** Закономірності розподілу карбону та нітрогену у системі «грунт-підстилка», зумовлені едифікаторним впливом бука лісового / С. С. Руденко, М. В. Талах // Зб. матеріалів Міжнар. конф. «Сучасні проблеми біології, екології та хімії», присв. 20-річчю біол. ф-ту ЗНУ, 29 березня – 1 квітня 2007 р. – Запоріжжя, 2007. – С. 205-207.
- Талах М. В.** Застосування показників різноманіття абіотичних факторів для оцінки едифікаторної ролі деревних порід / М. В. Талах, С. С. Руденко // Екологія та ноосферологія. – 2007а. – Т. 18, № 1-2. – С. 77-85.
- Талах М. В.** Индекс количественного разнообразия абиотических факторов и его применение в экологической практике // Материалы XIV Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», 11–14 апреля 2007 г. – М.: СП «Мысль», 2007б. – Т. 1. – С. 107-108.
- Талах М. В.** Розробка моделей впливу видів-едифікаторів на стан довкілля // Екологічна безпека держави: Матеріали Всеукр. наук. конф. студентів та аспірантів, 17–20 квітня 2007 р. – К., 2007в. – С. 48-51.
- Талах М. В.** Співвідношення концентрацій карбону та нітрогену у системі «грунт-підстилка», зумовлене едифікаторним впливом бука лісового // Молодь та поступ у біології: Зб. тез третьої Міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, 23–27 квітня 2007 р. – Львів, 2007. – С. 247-248.
- Федоряк М. М.** Угрупування павуків (*Aranei*) чистих та мішаних букових лісів Чернівецької області / М. М. Федоряк, М. В. Талах, К. В. Євтушенко // Вісник Чернів. нац. ун-ту. – 2007. – Вип. 343. – С. 253-259.
- Anderson K. L., Leopold D. J.** Role of canopy gaps in maintaining vascular plant diversity at a forested wetlands in New York State // Journal of the Torrey Botanical Society. – 2002. – Vol. 129, № 3. – P. 238-250.
- Bauhus J., Vor T., Bartsch N., Cowling A.** The effects of gaps and liming on forest floor decomposition and soil C and N dynamics in a *Fagus sylvatica* forest // Can. J. For. Res. – 2004. – № 34. – P.509-518.
- Beckage B., Clark J. S., Clinton B. D., Haines B. L.** A long-term study of tree seedling recruitment in southern Appalachian forests: the effects of canopy gaps and shrub understories // Can. J. For. Res. – 2000. – № 30. – P. 1617-1631.
- Gandolfi S., Joly C.-A., Rodrigues R.-R.** Permeability-impermeability: canopy trees as biodiversity filters Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.). – Vol. 64, №. 4. – P.433-438, 2007.
- Jones, C. G., Lawton, J. H. & Shachak, M.** (1994) Organisms as ecosystem engineers. – Oikos. – 69. – P. 373-386.
- Ostertag R.** Belowground effects of canopy gaps in tropical wet forest // Ecology. – 1998. – Vol. 79, № 4. – P. 1294-1304.
- Rantis P.-A., Johnson J. E.** Understory development in canopy gaps of pine and pine-hardwood forests of the upper Coastal Plain of Virginia // Plant Ecology. – 2000. – Vol. 159. – P. 103-115.
- Salvador-Van Eysenrode D., Rockelberg F., Bogaert J., Impens I., Van Hecke P.** Canopy gaps edge determination and the importance of gap edges for plant diversity // Web Ecology. – 2002. – № 3. – P. 1-5.
- Sipe T. W., Bazzaz F. A.** Shoot damage effects on regeneration of maples (*Acer*) across an understorey-gap microenvironmental gradient // Journal of Ecology. – 2001. – № 89. – P. 761-773.

Надійшла до редколегії 07.03.08