

СХІДНОЄВРОПЕЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
Біологічний факультет
Кафедра ботаніки

Л. О. Коцун, І. І. Кузьміна

СИНАНТРОПНІ ЗМІНИ ФЛОРИ ТА ФІТОІНДИКАЦІЯ

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЛАБОРАТОРНИХ
РОБІТ
ДЛЯ МАГІСТРІВ БІОЛОГІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ**

Луцьк – 2017

УДК 581.4(072)
ББК 28.56я73-9
А 64

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (протокол № __ від _____ 2017 р.).

Коцун Л.О., Кузьмішина І.І. Синантропні зміни флори та фітоіндикація: методичні рекомендації до лабораторних робіт для магістрів біологічного факультету / Л. О. Коцун, І. І. Кузьмішина. – Луцьк: : Друк ПП Іванюк В.П., 2017. – 44 с .

Рецензенти:

К. Б. Сухомлін – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри зоології Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки

Т.Я.Шевчук – кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології і анатомії людини Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки

Викладено рекомендації для засвоєння теоретичного програмного матеріалу з курсу "Синантропні зміни флори та фітоіндикація" під час виконання лабораторних занять.

Для студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів (напрямок підготовки 091 "Біологія", освітній ступень – магістр).

© Коцун Л. О., Кузьмішина І. І., 2017

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Курс «Синантропні зміни флори та фітоіндикація» складена відповідно до освітньо-професійної підготовки магістра зі спеціальності 8.04010201 «Біологія». Предметом вивчення спецкурсу є сучасна динаміка та особливості синантропізації флори України у зв'язку з погіршенням екологічної ситуації, визначення і прогнозування їх негативних наслідків шляхом фітоіндикації. Спецкурс «Синантропні зміни флори та фітоіндикація» є складовою варіативної частини навчального плану. Він спрямований на опанування студентами антропогенних змін рослинного покриву та застосування сучасних методик їх діагностики. Освоєння спецкурсу ґрунтується на знаннях, уміннях і навичках студентів, придбаних в результаті освоєння попередніх дисциплін циклів природничо-наукової та професійно-практичної підготовки, зокрема «Ботаніки», «Зоології», «Екології», «Фізіології та біохімії рослин», «Флори та рослинності України», «Географії рослин» тощо.

В процесі засвоєння спецкурсу «Синантропні зміни флори та фітоіндикація» студенти повинні знати:

- основні терміни та поняття спецкурсу;
- особливості синантропізації флори України;
- основні тенденції антропогенних змін рослинного покриву;
- адвентивні види рослин, особливості їх біології та поширення;
- загальні уявлення про фітомоніторингові дослідження;
- методи та види фітоіндикації, особливості їх проведення;
- особливості рослин, грибів та лишайників як фітоіндикаторів середовища;
- області застосування фітоіндикації.

Студенти повинні вміти:

- застосовувати стандартні методики оцінки ступеня синантропізації флори певної території;

- визначати синантропні види та давати їм ботанічну характеристику;
- застосовувати стандартні методи фітоіндикації;
- визначати оптимальні методики дослідження, тест-объекти фітоіндикації;
- планувати та аналізувати експериментальні дані, робити висновки та узагальнення;
- здійснювати оцінку отриманих даних для прогнозування екологічної ситуації.

Результати роботи студенти оформляють у вигляді рисунків, таблиць, флористичних описів, виконаних у зошиті. На кожному аркуші позначають номер заняття, його тему, назву об'єкта (бажано латиною з вказівкою автора). Виконаний точно і акуратно рисунок дає наочне уявлення про те, наскільки правильно і повно досліджено об'єкт. Методичні рекомендації містять перелік тем занять, а також список об'єктів і препаратів, які використовуються при вивченні кожної теми. В завданні наголошено на тих ознаках об'єкта, на які повинен звернути увагу студент при дослідженні та його зарисовуванні.

Більш детальні вказівки та теоретичний матеріал, необхідний для виконання лабораторної роботи, студенти знайдуть у рекомендованій літературі, що подається до кожного заняття.

Програма та структура курсу «Синантропні зміни флори та фітоіндикація»

Змістовий модуль 1. Синантропізація флори України, її напрямки, динаміка та характерні особливості

Зміст і завдання спецкурсу «Синантропні зміни флори та фітоіндикація». Зміна природної флори України, її причина та наслідки. Сучасна динаміка синантропних змін у флорі України.

Історія розвитку досліджень синантропної флори. Стан вивчення процесу синантропізації флори України. Вітчизняний та світовий досвід вивчення проблеми.

Аналіз синантропної флори України. Систематична, біоекологічна, географічна та флорогенетична структура синантропної флори України.

Адвентивна фракція синантропної флори України, її аналіз. Особливості адвентизації флори України. Сучасні підходи класифікації адвентивних видів рослин. Класифікація адвентивних видів за часом занесення, способом поширення за ступенем натуралізації. Оцінка ступеня синантропізації та адвентизації флори певної території.

Антропогенний фактор у процесах синантропізації флори України. Роль населених пунктів у процесі синантропізації флори. Особливості синантропізації флори природно-заповідних територій. Господарська оцінка синантропної флори.

Змістовий модуль 2. Теоретичні та практичні основи фітоіндикації та галузі її застосування

Загальні уявлення про фітомоніторингові дослідження. Поняття “біомоніторинг”, “фітомоніторинг”, “фітоіндикація”. Історія розвитку фітоіндикаційних досліджень. Ф.Клеменс як основоположник вчення про біоіндикацію. Внесок В.І.Вернадського, В.В.Докучаєва, П.А.Костичева, Б.Б.Полинова, Л.Г.Раменського, В.Н.Сукачова, Є.Г.Мяло та інших у становленні та розвитку індикаційних досліджень. Індикаційні ознаки об’єкт індикації. Сучасні напрямки розвитку фітоіндикації. Загальні принципи фітоіндикації. Особливості рослин як індикаторів.

Токсикологія як теоретична основа забруднення. Токсичний ефект і методи його вивчення. Співвідношення понять «доза» і «концентрація». Види промислових забруднень. Основні види полютантів, що потрапляють в навколишнє середовище. Групи рослин за ступенем чутливості до полютантів. Співвідношення між реакцією та відповіддю рослин на різну концентрацією шкідливих речовин.

Методи фітоіндикації забруднення середовища: пасивний і активний моніторинг. Місце біологічного моніторингу у загальній системі екологічного моніторингу. Методи фітотестування: морфо- і біометричні; фенологічні; анатомо-цитологічні; фізіологічні; дендрологічні; флористичні; популяційні та екосистемні; генетичні; ліхеноіндикаційний (індекс атмосферної чистоти). Використання індикаційних

властивостей різних видів рослин, рослинного покриву для оцінки сучасного стану екосистем. Поняття про шкали фітоіндикації, їх порівня. Методика синфітоіндикації, дендроіндикації.

Індикація особливостей екотопу за складом видів рослин, їх вегетативної та генеративної потужності, анатомічних і морфологічних відхилень, життєвого стану, життєвості та рясності. Фітоіндикація за еколого-ценотичними групами, характерними видами горизонтальною та вертикальною структурою рослинних угруповань. Використання динаміки морфометричних показників та анатомічних особливостей видів рослин в процесі фітомоніторингу.

Фітоіндикація екосистем. Фітоіндикація стану атмосфери. Реакція рослин як індикаторів на забруднення атмосфери. Моніторинг важких металів за морфологічними ознаками та біохімічним аналізом чутливих видів рослин. Ліхено- та бріоіндикація. Фітоіндикація гідросфери. Альгоіндикація забруднених вод. Водорості як засоби очистки стічних вод. Харові та синьо-зелені водорості як індикатори забруднення водойм. Використання при моніторингу гігрофітів та гідрофітів – рослин-індикаторів сучасних руслових процесів. Фітоіндикація гідрорежиму, його зміни та аерація ґрунту. Фітоіндикація хімічних властивостей і трофності ґрунту. Види рослин та рослинні угруповання-індикатори якості ґрунтів. Фітоіндикація типів лісів та едафічна сітка Воробйова-Погребняка. Альгологічна діагностика ґрунтів. Декоративні рослини як засоби оптимізації промислового та урбанізованого середовища. Екологічна ефективність озеленення.

Фітоіндикація екосистем у просторі і часі. Індикаційна роль видів судинних рослин, лишайників, рослинних угруповань, їх еколого-динамічних рядів. Реакція рослин на умови екотопу, виявлення впливу природних та антропогенних факторів та їх анатомо-морфологічні зміни. Ступінь синантропізації рослинного покриву як показник антропогенного порушення екосистем. Методичні аспекти індикації клімату, спрямованості природних та антропогенних змін за видами рослин, на основі спорово-пилкового аналізу.

Синфітоіндикація клімату на основі структури ареалів.
Синфітоіндикаційна оцінка стійкості екосистем.

СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО МОДУЛЯ КУРСУ

№ з/п	Назва теми	Лекції, год.	Лабораторні роботи, год.	Консультації, год.	Самостійна робота студ., год.	Всього
1.	Історія дослідження синантропної флори України Зміна природної флори України, її причина та наслідки	2	–	1	8	11
2.	Аналіз синантропної флори України	2	2	2	10	16
3.	Адвентивна фракція синантропної флори України, її аналіз	2	2	2	10	16
4.	Оцінка ступеня синантропізації та адвентизації флори певної території	2	2	1	10	15
Всього за 1-ий модуль		8	6	6	38	58
5.	Історія розвитку фітоіндикаційних досліджень Сучасні напрямки розвитку фітоіндикації. Загальні принципи фітоіндикації	2	2	2	14	20
6.	Методи фітоіндикації забруднення середовища. Використання індикаційних властивостей різних видів рослин, рослинного покриву для оцінки сучасного стану екосистем	2	2	2	16	22
7.	Фітоіндикація екосистем. Реакція рослин на умови екотопу, виявлення впливу природних та антропогенних факторів та їх анатомо-морфологічні зміни	2	2	2	14	20
Всього за 2-ий модуль		6	6	6	44	62
Всього		14	12	12	82	120

Лабораторна робота № 1

Тема: Аналіз синантропної флори України

Мета: Ознайомитись з особливостями систематичної структури синантропної флори України

Інформаційний матеріал

Господарська діяльність людини протягом тисячоліть впливає на природу і ландшафт, руйнуючи і змінюючи його, але саме в ХХ столітті, особливо на рубежі третього тисячоліття, антропогенна дія різко зросла. Практично усі зміни рослинності, що відбуваються в сучасний період, носять синантропний характер. Сьогодні процес синантропізації набув масштабу, коли є усі підстави говорити про антропогенну еволюцію екосистем.

Синантропізація є одним із найбільш чітко виражених наслідків впливу людського фактору на природну флору взагалі та на регіональну зокрема. Внаслідок синантропізації відбувається поступова деаборигенізація місцевої флори й втрата нею своїх специфічних особливостей, спостерігається збільшення числа особин еврибіонтних (організми (системи), здатні існувати і відтворюватися в широких межах дії чинника). і зменшення числа особин стенобіонтних видів рослин (стенобіонтами є організми (системи), які можуть забезпечувати повноцінне існування лише в умовах вузького діапазону дії окремих чинників), зменшення різноманітності аборигенних видів, посилення процесів ізоляції окремих частин ареалів видів. Процеси синантропізації охопили нині різні регіони планети. На думку К.М. Ситника (1997) в третьому тисячолітті можлива катастрофічна синантропізація флори України. Нині синантропна флора України нараховує понад 830 видів судинних рослин, серед яких близько 50 видів є небезпечними для природних фітоценозів.

Синантропні види за класифікацією Я.Корня з доповненнями В.В.Протопопової по відношенню до норми їх реакції на антропогенний вплив поділяють на апофіти (аборигенні види, які повністю або частково переселились на

антропогенні місцезростання) та антропофіти (адвентивні види). Перші за ступенем адаптації до антропогенних чинників поділяються на три групи: евапофіти – місцеві види, які повністю або частково перейшли до антропогенних екосистем; геміапофіти – активно поширюються в напівприродних або трансформованих екосистемах, але зберігають сталі позиції у природних екосистемах; спонтанефіти в антропогенних екосистемах якщо і трапляються, то випадково. Види, поширення яких в антропогенних екосистемах не відмічались, визначені як несинантропні.

Завдання

1. Розглянути запропонований гербарій синантропних видів рослин. Користуючись конспектом синантропної флори Волинської області монографії «Синантропна флора Волинської області» (Коцун Л., Кузьмішина І., 2016) визначити серед запропонованих рослин апофіти та антропофіти (адвентивні види). Результати оформити у вигляді таблиці:

Вид, українська та латинська назви	Апофіт/Антропофіт	Місцезростання, життєва форма, особливості будови надземних та підземних органів

2. Користуючись конспектом синантропної флори Волинської області монографії «Синантропна флора Волинської області» (Коцун Л., Кузьмішина І., 2016) визначити тип флорогенетичного елементу та ареалогічну групу запропонованих рослин, результати оформити у таблицю.

Тип флорогенетичного елементу	Ареалогічна група	Представники

--	--	--

3. Зробити флористичний опис 3-5 апофітів своєї місцевості за планом: біологічні особливості будови, загальний ареал поширення, географічне поширення та місцезростання в Україні, екологічна характеристика, практичне значення).

Лабораторна робота № 2

Тема: Аналіз антропофітів (адвентивних видів рослин) за часом занесення, способом проникнення, ступенем натуралізації

Мета: Ознайомитись з сучасними класифікація антропофітів

Інформаційний матеріал

Антропофіти (адвентивні види) – види, які знаходяться поза межами свого природного ареалу в результаті усвідомленої або неусвідомленої діяльності людини або види, що проникли на нову територію без допомоги людини.

Антропофіти поділяють на різні групи відповідно до часу заносу (археофіти та кенофіти), способом заносу (аколютофіти, ергазіофіти, ергазіофігофіти, ергазіоліпофіти, ксенофіти) та ступенем натуралізації (агріофіти, колонофіти, епекофіти, ефемерофіти).

За часом занесення антропофіти поділяють на археофіти – занесені в Україну до XV ст.; кенофіти – потрапили до України з XV до XX ст.; евкенофіти – занесені у XX ст., після Першої світової війни .

За ступенем натуралізації серед антропофітів відмічені такі категорії: агріофіти – натуралізувалися в напівприродних та природних екосистемах, здатні витримувати в них конкуренцію з місцевими видами; епекофіти – стійко поширені в антропогенних екосистемах; колонофіти – здатні утворювати колонії або первинні популяції, починають поширюватися за рахунок діаспор, сформованих в нових

умовах; ефемерофіти – поява їх пов'язана з новими занесеннями діаспор в різні пункти.

За способом занесення виділені такі категорії: аколкофіти – занесені людиною неумисно, поширюються завдяки тому, що природні екосистеми є антропогенно порушеними, а умови антропогенних екосистем найсприятливіші для зростання; ергазіофіти – занесені людиною умисно, в певних цілях і зберігаються лише в культурі; ергазіофігофіти – ті з ергазіофітів, що періодично дичавіють з культури; ергазіоліпофіти – залишились з колишніх культур, "релікти культури"; ксенофіти – занесені людиною неумисно, випадково, широкого поширення не отримали.

Серед антропофітів виділяють групу видів, що перебувають в стані експансії, володіють надзвичайно інтенсивними способами розмноження у вторинному ареалі. Це інвазійні види (*invasive plants*), які повністю натуралізувалися в нових умовах існування, утворюють потомство у великій кількості, поширюються на помітні відстані від батьківських рослин, і отже, мають потенційну здатність поширюватись на значні території. Вони здатні долати бар'єри, пов'язані з поширенням діаспор, відновленням популяцій і вкоріненням у складі місцевих рослинних угруповань. Серед інвазійних видів виділяють рослини-трансформери, які здатні витіснити види аборигенної флори, зумовлюючи значну перебудову рослинних угруповань у природних і напівприродних екотопах. Вхідження (інвазії) агресивних чужорідних видів рослин є частиною глобальних змін у біосфері, які супроводжуються втратою біорізноманіття. Інвазійні види призводять до глибоких екологічних наслідків, спричиняючи втрату не лише рідкісних та реліктових видів, а й типових представників природної флори. Нині доведено, що інвазії рослин можуть перешкоджати сукцесивним процесам на певних територіях, блокуючи наступність фаз їх розвитку та спричиняючи зникнення просторово домінуючих рослинних угруповань та трансформацію природних ландшафтів, створюючи монодомінантні насадження. В той же час широкомасштабні інвазії

розглядаються як ознака екологічної кризи певної території, що приводять до зниження потенціалу її самовідновлення

Таким чином, рослини-трансформери – це адвентивні види, поява яких на конкретній території не пов’язана з процесами природного флорогенезу, які виступають едифікаторами та віолентами, утворюють монодомінантні угруповання, змінюють характер вихідного фітоценозу, змінюють сукцесивний ряд, перешкоджають відновленню видів вихідних угруповань.

Завдання

1. Розглянути запропонований гербарій антропофітів своєї місцевості. Користуючись визначником (Определитель. ...,1978) визначити вид, родину, клас, відділ запропонованих видів рослин. Вивчити будову надземних та підземних органів рослин, особливості поширення, приуроченість до певних місцезростань. Результати оформити у вигляді таблиці.

Вид антропофітів	Систематичне положення	Батьківщина	Будова підземних та надземних органів	Місце зростання

2. Користуючись конспектом синантропної флори Волинської області монографії «Синантропна флора Волинської області» (Коцун Л., Кузьмішина І., 2016), визначити групу антропофітів за часом заносу (археофіти та кенофіти), способом заносу (аколютофіти, ергазіофіти, ергазіофігофіти, ергазіоліпофіти, ксенофіти) та ступенем натуралізації (агріофіти, колонофіти, епекофіти, ефемерофіти). Результати оформити у таблицю.

Вид	Група антропофітів за		
	часом занесення	способом заносу	ступенем натуралізації

3. Зробити флористичний опис 3 антропофітів-трансформерів Волинської області: золотушник канадський – *Solidago canadensis*, тонко лучниця однорічна – *Phalacrolooma annuum*, клен ясенелистий – *Acer negundo*.

Лабораторна робота № 3

Тема: Визначення ступеня синантропізації флори певної території

Мета: Ознайомитись з сучасною оцінкою синантропних процесів на певній території

Інформаційний матеріал

Для оцінки масштабів і наслідків синантропізації флори використана методика польського дослідника Б. Яцковяка, яка вказує на відсоткову участь антропофітів у флорі певного регіону. При кількісному аналізі синантропних видів використовують наступні показники:

1) індекс синантропізації (IS) (розмір впливу людини), що виражається в загальній кількості древніх іммігрантів (археофіти) і нових прибульців, які пристосувалися в природних, напівприродних і в змінених людиною місцепроживаннях – ріллі, сміттєвих звалищах тощо;

$$IS = \frac{Ap + Ar + Kn}{Ab + Ap + Ar + Kn} \cdot 100 (\%)$$

2) індекс апофітизації (IAn) – відношення апофітів до загального числа видів; $IAn = \frac{Ap}{Ab + Ap + Ar + Kn} \cdot 100$

(%). Індекс апофітизації відображає участь аборигенних видів в рослинному покриві антропогенно трансформованому екотопі.

3) індекс антропофізації (IAn) – відношення адвентивних рослин до загального числа видів;

$$IAn = \frac{Ar + Kn}{Ab + Ap + Ar + Kn} \cdot 100 (\%).$$
 Індекс антропофізації вказує

роль інвазій адвентивних рослин в синантропізації флори.

4) індекс археофітизації (IAr) – відношення археофітів до загального числа видів;
$$IAr = \frac{Ar}{Ab + Ap + Ar + Kn} \cdot 100$$

(%).Індекс археофітизації показує участь видів з високим ступенем натуралізації – археофітів.

5) індекс кенофітизації (IKn) – відношення кенофітів до загального числа видів;
$$IKn = \frac{Kn}{Ab + Ap + Ar + Kn} \cdot 100 (\%)$$

6) індекс модернізації флори (IM), тобто відношення кількості кенофітів до всіх іммігрантів (метафітів)

$$IM = \frac{Kn}{Ar + Kn} \cdot 100 (\%)$$
.Показники індексів модернізації та

кенофітизації відображають інтенсивність інвазій в даний час.

Оцінку рівня синантропізації біотопів здійснюють відповідно до градації Б.М. Міркіна. Природні біотопи, участь синантропних видів у яких становить до 10 %; слабосинантропізовані біотопи, де синантропні види становлять 11—30 %; середньосинантропізовані біотопи, участь синантропних видів у них становить 31—50 %; сильносинантропізовані біотопи, участь синантропних видів у яких становить 51—80 %; синантропні біотопи, синантропних видів у яких більше ніж 80 %.

Завдання

1. Користуючись результатами систематичного аналізу спонтанної флори Волинської області монографія «Синантропна флора Волинської області» (Коцун Л., Кузьмішина І., 2016) визначити індекси синантропізації, апофітизації, адвентизації, кенофітизації та модернізації флори та провести їх аналіз.

2. Здійснити флористичний опис рудеральних комплексів заплави річки Стир та оцінити участь у них синантропних видів. Здійснити флористичний опис інвазійних видів рослин досліджуваної території.

Лабораторна робота № 4.

Тема. Фітоіндикація забруднення навколишнього середовища методом ліхеноіндикації

Мета. Ознайомитись з теоретичними основами ліхеноіндикації. Визначити рівень забруднення навколишнього середовища за допомогою лишайників

Інформаційний матеріал

Абіотичними факторами називають всю сукупність факторів неорганічного середовища, які впливають на життя і розповсюдження тварин і рослин. Серед них розрізняють фізичні, хімічні і едафічні (грунтові). Для виявлення коливання оптимальних умов ступеня впливу цих факторів на навколишнє середовище досить часто використовують біоіндикаційні методи дослідження. Серед них найбільше поширення набув метод ліхеноіндикації, заснований на спостереженні за розповсюдженням та кількістю лишайників у міському середовищі, вздовж магістралей, біля промислових підприємств. Наявність лишайників на стовбурах дерев зворотно взаємозалежна з хімічним складом забруднювачів повітря.

Ліхеноіндикаційні дослідження дуже широко використовуються при біодіагностиці забруднення повітря населених пунктів і виявленні джерел викиду шкідливих речовин в атмосферу. Найбільш чутливо лишайники реагують на наявність сірчистого газу, що виділяється при згоранні палива. Більшість лишайників-епіфітів не трапляється, якщо середня концентрація оксиду сірки (SO_2) перевищує $0,1 \text{ мг/м}^3$, а концентрація $0,5 \text{ мг/м}^3$ згубна для всіх видів лишайників. Дуже малі концентрації оксиду сірки заважають проростанню спор, а при значних концентраціях спостерігається передчасне старіння лишайників. При посиленні забруднення доквілля слані лишайників стають товстими, компактними й майже зовсім страчають плоді тіла, зменшується їх біомаса. Подальше забруднення атмосфери призводять до забарвлення лопатей лишайників в білуватий, коричневий або фіолетовий колір, їх морщення та загибель.

Численні дослідження зелених насаджень промислових районів і прилеглих до них територій, при

магістральних насаджень виявили пряму залежність між забрудненням атмосфери та кількісним та видовим складом лишайників.

Завдання

1. Провести оцінку ступеня забруднення атмосфери методом біоіндикації стану лишайників поблизу учбового закладу. Для оцінки забруднення атмосфери слід вибрати дерева, найпоширеніші на даній території. Наприклад, липа широколиста. Територію поділити на квадрати 20ч20 м, усередині яких підрахувати загальне число дерев і кількість дерев, покритих лишайниками. Для оцінки забруднення вулиць й автомагістралей обстеження слід провести по обидва боки вулиці. На стовбурі пробну ділянку обмежити рамкою, розміром 10ч10 см, розділеною всередині тонкими лініями на квадрати по 1 см. На кожному дереві описати 4 ділянки; дві в основі (з різних сторін) на висоті 30 см і дві – на висоті 1,5 см. У межах пробних ділянок візуально визначити у відсотках видовий склад лишайників (накипні, листоваті, кущисті), чисельність окремих видів та загальну чисельність, і ступінь покриття лишайниками поверхні стовбура. Описати стан слані: забарвлення, наявність некротичних плям та розміри розеток. Обстеження проводити за наявності лише одного типу лишайників або всіх типів, що трапляються на вибраній території. Результати занести у таблицю 1.

№ пробної ділянки	Кількість видів	Тип слані лишайників	Проективне покриття для кожного типу %	Частота трапляння %	Стан слані	Рівень забруднення

2. За результатами обстеження кількох дорослих дерев обчислити середні бали трапляння та покриття стовбуру для кожного типу лишайників – накипних (Н), листоватих (Л), кущистих (К) у відповідності зі шкалою таблиці 2.

Таблиця 2. Оцінка трапляння й ступеня покриття для кожного типу слані лишайників

Частота трапляння	Бал оцінки	Ступінь покриття	Бал оцінки
Надзвичайно рідко (менше 5)	1	Дуже низька (менше 5)	1
Дуже рідко (5-20)	2	Низька (5-20)	2
Рідко (20-40)	3	Середня (20-40)	3
Часто (40-60)	4	Висока (40-60)	4
Дуже часто (60-100)	5	Дуже висока (60-100)	5

Отримані результати занести у таблицю 3.

№п/п	Тип лишайників	Середній бал оцінки частоти трапляння	Середній бал оцінки проективного покриття

3. За отриманими балами оцінки середньої частоти трапляння типів лишайників Н, Л, К розрахувати індекс відносної чистоти атмосферного повітря (ВЧА) за формулою:

$$ВЧА = \frac{H + 2L + 3K}{30}$$

Чим ближче розрахований показник ВЧА до одиниці, тим чистіше вважають повітря на даній території.

Таблиця 5. Типи зон забруднення за даними ліхеноіндикації

1	Зона найбільшого забруднення (лишайникова пустеля). Для цієї зони характерна повна відсутність лишайників, або присутність у пригніченому стані представників накипних форм – сколіціоспорум, лека нора, з мінімальним проективним покриттям (2-8%)
2	Зона сильного забруднення. Присутні палеотолерантні види – ксанторія, паргелія, зрідка у пригніченому стані

	калоплака. Загальне проективне покриття – 20–35%
3	Зона помірного забруднення. Помітно збільшується кількість видів листоватих лишайників, інколи трапляється представник кущистих форм – евернія. Загальне проективне покриття становить 50-60%
4	Зона незначного забруднення. Значне видове різноманіття лишайників, часто трапляються представники кущистих форм – евернія та гіпогімнія. Загальне проективне покриття становить 60-80%.

Лабораторна робота № 5

Тема. Методика біодіагностики забруднення навколишнього середовища за фенотипами рослин

Мета. Ознайомитись з поняттям фенотипу та методикою діагностики за фенотипом. Визначити рівень забруднення навколишнього середовища за допомогою фенотипів листків конюшини.

Інформаційний матеріал

Фенотип (від грецького *phaino* – виявляю, *typus* – форма, відбиток) – сукупність всіх внутрішніх і зовнішніх ознак і властивостей індивіда, що сформувалися на базі генотипу в процесі індивідуального розвитку та служать одним з варіантів реакції організму на зовнішні умови.

На рисунку 2 наведено фенотипи конюшини білої, що розрізняються за низкою морфологічних відхилень у фенотипі (за Т.Я.Ашихміною).

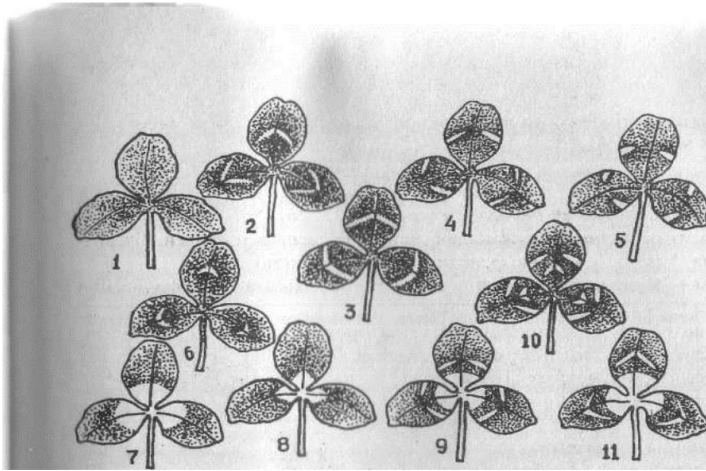


Рис.1. Фенотипи листків конюшини білої

При одному і тому ж генотипі в певних межах можливі незлічені варіанти фенотипів. Набір фенів (рис.2.), тобто набір варіантів деякої ознаки або властивості виду, що відрізняються один від одного, може бути найрізноманітнішими (наприклад, колір насінин гороху, форма й розташування плям на крилі в метелика або на спині в ящірки, форма окремих лусочок у покритті риб або рептилій).

Антропогенні впливи на середовище існування живих організмів викликають прискорення мутаційних процесів у різноманітних видів рослин, що виражається в розширенні набору фенотипів, збільшення частоти, з якою вони трапляються, появи в популяціях специфічних фенотипів, обумовлених антропогенним впливом. Подібні фенотипи є біоіндикаторами ступеня антропогенного забруднення довкілля.

Завдання

1. Виберіть на місцевості кілька пробних ділянок 100x100 м, які знаходяться на різних відстанях від антропогенних джерел забруднення ґрунту. Проведіть їх обстеження з метою виявлення різних фенів конюшини білої. Розгляньте всі куртини конюшини білої в межах вибраної ділянки. Врахуйте

переважаючі різновиди малюнків на листочках конюшини. Всі дані занесіть в таблицю, відповідно до номера фенотипу (рис.2.). При обстеженні визначте наявність каліцтв різного типу у конюшини білої: листків з чотирма, п'ятьма й більше листочками, наявність фенів з якимось унікальними ознаками (наприклад, з малюнком червоного кольору) тощо. Отримані дані запишіть у таблицю.

№ фену	Наявність фену у досліджуваної особини	Загальна кількість фенів	Частота трапляння фену
1 – без малюнку			
2 – гострий кут			
3 – тупий кут			
4 – смужки від краю пластинки, наближені до центру			
5 – смужки по краю пластинки			
6 – маленький куточок в центрі листочка			
7 – пляма в основі пластинок			
8 – маленька пляма в основі пластинок			
9 – смужки від краю пластинки з плямою в центрі сполучення листочків			
10 – смужки від краю листка з			

куточком на середині			
11 – тупий кут з плямою в основі пластинок листка			
12 – нові форми			

Визначте частоту трапляння та індекс співвідношення фенів (ІСФ) – сумарну частоту трапляння всіх фенотипів з малюнком у відсотках, використовуючи наступні формули:

$$P_i = 100 \times p_i / N$$

де P_i – частота, з якою трапляється i -й фен, %;

p_i – кількість обстежених куртин з i -м малюнком фену на листовій пластинці;

p_1 – число рослин без білого малюнку;

N – загальна кількість всіх обстежених куртин конюшини білої.

$$\text{ІСФ} = 100 \times (p_2 + p_3 + p_n) / N \text{ (у \%)}$$

2. Обґрунтуйте наявність і поширення фенів конюшини білої на обстеженій території та виявлених рослин-мутантів з унікальними ознаками (малюнком червоного кольору, плямами тощо), вкажіть усі можливі джерела забруднення.

Лабораторна робота № 6

Тема. Фітоіндикація типів лісів та едафічна сітка Алексеева-Погребняка

Мета. Навчитись визначати тип лісу за видовим складом рослин

Інформаційний матеріал

Лісові екосистеми є найбільш складними рослинними угрупованнями суші. Це природні системи, що складаються з численних взаємодіючих і взаємопов'язаних компонентів. Вони характеризуються динамічною рівновагою, стійкістю, саморегуляцією, яка виробилась в результаті тривалої еволюції і

природного відбору всіх компонентів лісових угруповань, а також високою здатністю до відновлення, особливим балансом енергії та речовини, географічною обумовленістю. Їх значення для стабілізації екологічної рівноваги на прилеглих до них територіях і взагалі Земної кулі – величезне. Основним показником (фітоіндикатором) у лісовій типології, який характеризує конкретне екологічне середовище, є рослинність – її видовий стан, ступінь трапляння видів та розвитку. В першу чергу це положення стосується деревних, оскільки вони виступають у ролі едифікаторів, і саме вони відіграють основну роль у створенні біосередовища і формуванні структури біогеоценозу. У відміченому процесі рослинність нижніх ярусів відіграє підпорядковану роль по відношенню до деревних порід, але для характеристики і визначення лісорослинних умов вона знаходиться або у рівнозначному, або у більш значущому положенні. Але за будь-яких умов кожний конкретний вид має неперевершене значення.

Тип лісорослинних умов – це сукупність вкритих в неvkритих земельних ділянок із подібними ґрунтовими, гідрологічними та кліматичними умовами і які мають близький лісорослинний ефект. Одним із прикладів застосування методики фітоіндикації є створення едафічної сітки Алексеєва-Погребняка, на якій ґрунтується широкий спектр лісотипологічних досліджень у різних напрямках (типологія лісів, лісова таксація, лісотипологічне районування тощо). Науковим підґрунтям її створення є уявлення про типи лісу як сукупності ділянок, однорідних за своїми ознаками, складом деревних порід і за умовами їх існування. Різноманітність типів лісу відображають у вигляді координатної сітки, в якій вісь абсцис характеризує показники вологості, а вісь ординат – трофності (родючості) ґрунту. Така сітка є певним типом класифікації, у якій одиниці (типи) не підпорядковані одна одній, а є рівноцінними і незалежними.

У едафічній сітці по горизонтальній осі відображені групи земельних ділянок (трофотопи) з близьким багатством ґрунту і подібними лісорослинним ефектом у регіоні з тотожними кліматичними умовами. По вертикалі осі наведені земельні

ділянки, які зведені у групи (гігротопи) зі схожою вологістю ґрунту, знову ж таки у регіоні з однаковими кліматичними умовами. Трофотопи (бори, субори, суг руди, груди) створюють трофотопний ряд, у якому при пересуванні зліва направо збільшується родючість ґрунту, а гігротопи (дуже сухі, сухі, вологі, сирі, мокрі), формують відповідно гігротопний ряд, у якому при пересуванні зверху вниз вологість ґрунту збільшується.

Таблиця 1. Едафічна сітка Алексеева-Погребняка

Вологість ґрунту (гігротоп) \ Родючість ґрунту (трофотопи)	Бори	Субори	Сугруди	Груди
Дуже сухий — 0	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀
Сухий — 1	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁
Свіжий — 2	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂
Вологий — 3	A ₃	B ₃	C ₃	D ₃
Сирий — 4	A ₄	B ₄	C ₄	D ₄
Мокрий — 5	A ₅	B ₅	C ₅	D ₅

При аналізі лісорослинних умов використовують загальноприйняті індекси:

Дуже сухий бір – A₀

Сухий бір – A₁

Свіжий бір – A₂

Вологий бір – A₃

Сирий бір – A₄

Мокрий бір – A₅

Дуже сухий субір – B₀

Сухий субір – B₁

Вологий субір – B₂

Сирий субір – B₃

Мокрий субір – B₅

Дуже сухий сугруд – C₀

Сухий сугруд – C₁

Свіжий сугруд – C₂

Вологий сугруд – C₃

Сирий сугруд – C₄

Мокрий сугруд – C₅

Дуже сухий груд – D₀

Сухий груд – D₁

Вологий груд – D₂

Сирий груд – D₃

Мокрий груд – D₅

Таблиця Поширення рослин певних екологічних груп у типах лісорослинних умов

		ТРОФОТОПИ				
		бори	субори	сугруди	груди	
ГІГРОТОПИ	дуже сухі	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀	ксерофіти
	сухі	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	
	свіжі	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	мезофіти
	вологі	A ₃	B ₃	C ₃	D ₃	мезогігрофіти
	сірі	A ₄	B ₄	C ₄	D ₄	
	мокрі	A ₅	B ₅	C ₅	D ₅	гігрофіти
		оліготрофи		мезотрофи		евтрофи

Бори – це площі лісу з низьким ступенем родючості ґрунтів, що властиве або для глибоких пісків (піщані гряди, горби), або для надлишково зволжених сфагнових торф'яників. Вони відносяться до ацидофільних варіантів типів лісу. Для борів описані наступні типи лісу – сухий сосновий бір, свіжий сосновий бір, вологий сосновий бір, сирий сосновий бір, мокрий сосновий бір.

У борах зростають чисті соснові, іноді з невеликою домішкою берези насадження різних класів бонітету – від I до V. Підлісок зазвичай відсутній. Надґрунтовий покрив

складається з невибагливих до ґрунтових умов трав'янистих, чагарникових, мохових і лишайникових видів.

Субори – характеризуються відносно бідними ґрунтами: піщаними з супіщаними або суглинистими прошарками невеликої потужності. Вони також відносяться до ацидофільних варіантів типів лісу. Для суборів характерні наступні типи лісу – сухий дубово-сосновий субір, свіжий дубово-сосновий субір, вологий дубово-сосновий субір, сирий березово-сосновий субір, мокрий березово-сосновий субір.

У суборах зростають соснові насадження I-У класів бонітету з різною участю берези, дуба звичайного, осики, вільхи. Найбільш продуктивні деревостани сосна утворює у свіжих та вологих суборах. У цих типах лісорослинних умов утворюються найбільш складні за своєю будовою насадження та досить сприятливі умови для поновлення. У суборах трапляються похідні насадження берези повислої, дуба звичайного. В підліску трапляються горобина звичайна, крушина ламка, різні види верб, бруслина бородавчата. У живому надґрунтовому покриві поширені багато чисельні трав'янисті, чагарникові види, мохи, лишайники.

Сугруди – це площі з відносно багатими ґрунтами – супісками, пісками з потужними прошарками суглинків і супісків, невеликої потужності суглинками. Вони також відносяться до ацидофільних варіантів типів лісу, але іноді трапляється нечітко виражений нітрофільний варіант. У даному трофотопі трапляються наступні типи лісу: свіжий липово-сосновий сугруд, вологий липово-сосновий сугруд, свіжий дубово-грабово-сосновий сугруд, сирий дубово-грабово-сосновий сугруд, сира сувільшина, мокра сувільшина, дуже мокрий вільхово-березовий сугруд. У суг рудах зростають сосново-дубові насадження, у яких сосна досягає найвищої продуктивності. Дуб дещо відстає, проте характеризується значним ростом. Третій ярус деревостану складається з липи дрібнолистої, клена гостролистого, граба звичайного. Досить часто трапляється густий підлісок з ліщини звичайної, бруслини бородавчатої. У живому надґрунтовому покриві можна зустріти і мало вибагливі до багатства ґрунту види, і невибагливі, і

вибагливі. Наявність на одній площі рослин усіх вищевказаних екологічних груп відразу вказує на наявність сугрудків.

Груди – це площі з родючими ґрунтами: світло-сірими, сірими і темно-сірими суглинками, черноземами, а також торфовими ґрунтами, які мають постійний приток ґрунтових вод. За механічним складом дані ґрунти суглинисті та глинисті, але можуть бути супіщаними і, навіть, піщаними. У даній групі типів лісу трапляються ацидофільні варіанти, у мокрих і сирих умовах – нітрофільні та нітрофільно-кальційофільні варіанти. Поширені наступні типи лісу – свіжа грабова діброва, волога грабова діброва, сира грабова діброва, мокра вільшина.

У грудах зростають високопродуктивні дубові та ясеневі насадження, в яких супутніми породами можуть бути липа дрібнолиста, клен гостролистий, в'язові. Будова деревостану досить складна, існує часто два і більше яруси. Досить часто другий і третій ярус утворює граб. Підлісок складається з ліщини звичайної, бруслини європейської та бородавчастої, калини звичайної, бузини чорної. Живий надґрунтовий покрив складається з вибагливих до багатства ґрунту рослин.

Завдання

1. Користуючись запропонованими світлинами за типом рослинності, ярусністю та видовим складом рослин, визначити тип лісорослинних умов. Визначити видовий склад кожного ярусу. Результати оформити у вигляді таблиці.

Тип лісорослинних умов	Кількість ярусів	Видовий склад рослин кожного ярусу		
		деревні рослини	підлісок	трав'яний покрив

2. Побудуйте індикаторний спектр рослин живого надґрунтового покриву з характеристикою їх рясності, рівномірності поширення на площі, життєздатності та росту.

3. Виділіть трав'янисті рослини-індикатори. Користуючись атласом рослин-індикаторів та лісорослинних умов

Українського Полісся дайте характеристику рослин-домінантів за планом: біологічні особливості, загальний ареал поширення, географічне поширення та місцезростання в Україні, екологічна характеристика, екологічний ареал, індикаційне значення.

Тематика рефератів

1. Історія досліджень синантропної флори України.
2. Вклад В.В.Протопопової у вивчення синантропної флори України.
3. Найбільш поширені види адвентивних рослин, їх значення.
4. Історія розвитку фітоіндикаційних досліджень. Загальні принципи фітоіндикації.
5. Нижчі і вищі, однорічні і багаторічні рослини за ступенем чутливості до поллютантів. Співвідношення між реакцією відповіді рослин та концентрацією забруднюючих речовин..
6. Неспецифічні реакції рослин у відповідь на несприятливі впливи зовнішнього середовища.
7. Специфічні реакції рослин у відповідь на несприятливі впливи зовнішнього середовища. Моніторинг за допомогою нижчих рослин.
8. Оцінка забруднення довкілля важкими металами за допомогою мохів і лишайників.
9. Декоративні рослини як засоби оптимізації промислового та урбанізованого середовища.
10. Екологічна ефективність озеленення. Принципи і методи створення фітоекологічних карт.
11. Людина як об'єкт біологічного моніторингу
12. Флуктуаційна асиметрія як показник стабільного розвитку організмів і якості середовища їх існування
13. Величина внутрішньо популяційної мінливості як індикатор стану популяції

Питання до іституту зі спецкурсу «Синантропні зміни та фітоіндикація»

1. Історія вивчення синантропізації флори України
2. Поняття синантропна флора. Поділ синантропної флори на фракції: апофітну та адвентивну
3. Основні періоди синантропізації флори України
4. Основні причини синантропізації флори України.
5. Загальні тенденції антропогенної трансформації рослинного покриву
6. Оцінка і прогнозування агресивності заносних видів рослин
7. Поняття адвентивні види. Поділ адвентивних видів за часом занесення, способом проникнення на досліджувану територію.
8. Особливості натуралізації адвентивних видів
9. Загальні тенденції поширення заносних видів
10. Особливості гідроіндикації.
11. Основні методи фітомоніторингових досліджень.
12. Фітоіндикація – як наукова екологічна проблема.
Завдання фітоіндикації.
13. Історія розвитку фітоіндикаційних досліджень
14. Фітоіндикаційні шкали та їх аналіз
15. Біологічне забруднення, його основні властивості.
16. Індикаторні критерії, їх ознаки
17. Методи виявлення індикаторів, їх особливості
18. Індикація ґрунтів. Класифікація певних груп рослин-індикаторів по відношенню до ґрунтового зволоження
19. Групи індикаторних ознак за Б.В.Виноградовим: флористичні, фізіологічні, морфологічні та фітоценотичні.
20. Фітоіндикаційні шкали та їх аналіз
21. Класифікація рослинних індикаторів
22. Індикація кліматичних факторів. Групи рослин до відношенню до низьких температур
23. Типи замісних асоціацій рослинності за В.Альохінім
24. Основні показники екстраполяції: дальність та повнота
25. Методи екстраполяції рослинних індикаторів

26. Оцінки стійкості екосистем за Я.П.Дідухом. Основні стадії адаптації рослинних угруповань
27. Фітомониторинг, його завдання. Основні ступені фітомоніторингу
28. Групи рослин за відношенням до умов зволоження ґрунтів та вмісту солей у них.
29. Типи кліматичних, едафічних, біотичних і антропогенних факторів компенсації середовища
30. Оцінка стійкості та динаміки екосистем на основі фітоіндикації.

Список джерел

Основні:

1. Клименко М.О. Моніторинг довкілля: Підручник / М.О. Клименко, А.М. Прищепа, Н.М. Вознюк. – К. : Вид-ий центр „Академія”. – 2006. – 360 с.
2. Ольхович О.П. Фітоіндикація та фітомоніторинг / О.П. Ольхович, М.М. Мусієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 64 с.
3. Лаптев О.О. Інтродукція та акліматизація рослин з основами озеленення / О.О. Лаптев. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 128 с.
4. Гродзинський Д.М. Радиобіологія / Д.М. Гродзинський. – К.: Либідь, 2000. – 448 с.
5. Гродзинський Д.М. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи / Д.М. Гродзинський, Ю.В. Шиліна, Н.К. Куцоконь. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 60 с.
6. Горова А.І. Цитогенетичний моніторинг довкілля та здоров'я людини / А.І. Горова, Т.В. Скворцова // П Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. – 2005. – Т. 3, № 1-2. – С. 36-47.
7. Гетко Н.В. Растения в техногенной среде / Н.В. Гетко. – Минск: Наука и техника. – 1989. – 208 с.
8. Дідух Я.П. Фітоіндикація екологічних факторів / Я.П. Дідух, П.Г. Плюта. – К., 1994. – 279 с.
9. Косулина Л.Г. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды / Л.Г. Косулина, Э.К. Луценко. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та. – 1993. – С. 15-82.
10. Сергейчик С.А. Растения и экология / С.А. Сергейчик. – Мн.: Ураджай, 1997. – 224 с.
11. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем [под. ред. Шуберта Б.Д.] – М.: Мир, 1989. – 477с.
12. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами

фитоіндикації / В.С. Николаевский. – М.: Изд-во Московського університета, 1998. – 192 с.

13. Мэннинг У.Д. Биомониторинг загрязнений атмосферы с помощью растений / У.Д. Мэннинг. – М.: Изд-во Московського університета, 1985. – 267 с.

14. Руденко С.С. Загальна екологія: практичний курс: Навч. Посібник / С.С. Руденко, С.С. Костишин, Т.В. Морозова. – Част. 1, 2. – Чернівці: Рута, 2003. – 320 с.

Додаткові:

15. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды и пути их решения / Ю.А. Израэль. – М.: Гидрометеоздат, 1984. – 560с.

16. Ладиженський В.М. Моніторинг навколишнього природного середовища / В.М. Ладиженський, Ю.Ю. Виставна. – М.: Гидрометеоздат, 2004. – 246 с.

17. Перелік методик виконання вимірювань складу та властивостей проб об'єктів довкілля, викидів, відходів та тимчасово допущених до використання Мінекоресурсів України. Затв. Наказом Мінекоресурсів України від 03.11.2003 р. №98.

18. Матеріали міжнародної конференції “Чистота у нашому місті”, 21-24 вересня . – Львів, 1999. – С. 7-71.

19. www.nbu.gov.ua – сайт бібліотеки ім. Вернадського.

ЗМІСТ

Пояснювальна записка	3
Програма та структура курсу «Синантропні зміни флори та фітоіндикація»	4
Лабораторна робота № 1	8
Тема: Аналіз синантропної флори України	
Лабораторна робота № 2	
Тема: Аналіз антропофітів за часом занесення, способом проникнення, ступенем натуралізації	
Лабораторна робота № 3	
Тема: Визначення ступеня синантропізації флори певної території	
Лабораторна робота № 4	
Тема. Фітоіндикація забруднення навколишнього середовища методом ліхеноіндикації	
Лабораторна робота №5	
Тема. Методика біодіагностики забруднення навколишнього середовища за фенотипами рослин	
Лабораторна робота №6	
Тема. Фітоіндикація типів лісів та едафічна сітка Алексеева-Погребняка	
Тематика рефератів.....	
Питання до іспиту зі спецкурсу «Синантропні зміни та фітоіндикація»	
Список джерел	

Підписано до друку 19. 02. 2017. формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 2,5. Зам. № 34. Тираж 100 пр. Вежа Друк 43021, м. Луцьк, вул. Винниченка, 63. Свідоцтво Держкомінформу України ВЛн № 31 від 04.02.2004 р.