

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ В БІОІНДИКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

І. Й. Случик

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
кафедра анатомії і фізіології людини та тварин, e-mail: bratlibo@yahoo.co.uk

Запропонований і апробований в умовах урбосистеми м. Івано-Франківська набір методів для ранньої діагностики пошкодження зелених насаджень та тестування комплексу факторів урбанізованого середовища на загальну токсичність і мутагенну активність.

Ключові слова: біоіндикація, урбанізоване середовище, кореляційний аналіз, забруднення.

Sluchyk I. Y. Correlation analysis in bioindication researches. In stuffs of the thesis the series of methods for early diagnostic of green plantations damages and testing of a complex of factors of urban surroundings for a general toxicity and mutagen activity is offered and assayed in conditions of the Ivano-Frankivsk urban system by the author.

Key words: bioindication, urban surrounding, correlation analysis, pollution

Вступ

У зв'язку зі стрімким процесом урбанізації в останні роки особливо гостро постала проблема оптимізації міського середовища. Територія міст характеризується наявністю великої кількості джерел забруднення, їх нерівномірним розташуванням, а також досить складним поширенням забруднюючих речовин. Незважаючи на величезну деформаційну функцію у навколишньому середовищі, біогеоценотичному покриві, і речовинно-енергетичному обміні територій, місто ще не стало об'єктом комплексних екологічних досліджень. Тому особливої актуальності набувають роботи, спрямовані на створення системи інформативних біоіндикаторів і біомаркерів для адекватної оцінки стану довкілля та моніторингу урбанізованих систем.

Матеріали та методи

Дослідження проводились в межах урбоекосистеми м. Івано-Франківська, що є багатогалузевим, розвинутим промисловим центром. Об'єктами наших досліджень обрано деревні види – тополю берлінську (*Populus × berolinensis* (C.Koch) Dipp.) і тополю китайську (*Populus simonii* Carr.), що, як індикатори стану навколишнього середовища, в порівнянні з іншими породами мають цілий ряд переваг.

Проби відбирали з нижнього ярусу крони з північно-західного боку дерева під час фази набубнявіння бруньок. Відбір проб під час весняного сокоруху пластичних елементів дає змогу визначити сумарну мутагенність і цитотоксичність комплексу хімічних факторів, що нагромадились в ґрунті і рослині за осінньо-зимовий період. Внутрішньобруньковий листковий зачаток фіксували в суміші Карнуа. Фарбування проводили 4 %-им ацетозалізогоматоксиліном з наступним просвітленням і консервуванням в суміші Гойера. Давлені препарати готували з основи зачаткових листків за загальноприйнятим методом [8]. Для встановлення цитотоксичності факторів довкілля вивчали показники мітогічної активності (профазний, метафазний, анафазний, телофазний індекс) та аналізували співвідношення кількості клітин у фазах мітозу. Фертильність чоловічого гаметофіту визначали за ацетокарміновим методом [7]. Розміри пилкових зерен вимірювали за допомогою окуляр-мікрометра МОВ-1-15х. Морфометричні параметри пагонів досліджували за загальноприйнятими методами [3]. Отримані результати опрацьовували статистично [6].

Результати та обговорення

Для якісної та кількісної оцінки взаємозв'язків між зміною окремих біопараметрів у *P. × berolinensis* та *P. simonii* під впливом екотоксикантів міського довкілля застосували метод кореляційного аналізу. Результати аналізу свідчать про існування як прямих, так і обернених достовірних залежностей між отриманими біоефектами у тест-рослин (табл. 1, 2). Розглянемо найбільш цікаві з точки зору біологічної індикації закономірності.

Так, сильний від'ємний кореляційний зв'язок встановлено між морфометричними параметрами вегетативних органів (величиною приросту пагону, розмірами бруньок і листкових пластинок) та узагальненим показником забруднення вегетативних бруньок важкими металами (Z) ($r = -0,67 - -0,91$). Виявлена залежність є закономірною, оскільки під впливом хімічних чинників у рослин відбувається редукція фотосинтетичного апарату, знижується інтенсивність фотосинтезу [1,4] і, як наслідок, їх продукційні можливості.

Таблиця 1. Кореляційний аналіз (t_{xy}) біопараметрів *P. × berolinensis* в умовах урбанізованого середовища.

Біопараметри	Z	Відсоток аберантних ана-телофаз	Мітотичний індекс	Приріст пагона	Довжина листкової пластинки	Ширина листкової пластинки	Довжина вегетативної бруньки	Ширина вегетативні бруньки
Z	1							
Відсоток аберантних ана-телофаз	-0,02	1						
Мітотичний індекс	0,26	-0,77*	1					
Приріст пагона	-0,83*	-0,09	-0,21	1				
Довжина листкової пластинки	-0,91*	0,12	-0,28	0,77*	1			
Ширина листкової пластинки	-0,67*	-0,35	0,06	0,78*	0,38	1		
Довжина вегетативної бруньки	-0,87*	0,04	-0,23	0,94*	0,82*	0,66*	1	
Ширина вегетативні бруньки	-0,67*	-0,42	0,21	0,61*	0,55*	0,68*	0,43	1

Примітка. * – статистично достовірні значення ($P < 0,05$)

Таблиця 2. Кореляційний аналіз (r_{xy}) біопараметрів *P. simonii* в умовах урбанізованого середовища.

Біопараметри	Z	Відсоток аберантних ана-телофаз	Мітотичний індекс	Стерильність пилку	Діаметр пилку	Приріст пагона	Довжина листкової пластинки	Ширина листкової пластинки	Довжина вегетативної бруньки	Ширина вегетативні бруньки
Z	1									
Відсоток аберантних ана-телофаз	-0,21	1								
Мітотичний індекс	0,05	-0,71*	1							
Стерильність пилку	0,33	0,76*	-0,38	1						
Діаметр пилку	-0,48	-0,70*	0,59*	-0,92*	1					
Приріст пагона	-0,90*	-0,15	0,17	-0,57*	0,66*	1				
Довжина листкової пластинки	-0,82*	-0,37	0,40	-0,72*	0,83*	0,92*	1			
Ширина листкової пластинки	-0,83*	0,003	0,01	-0,53*	0,58*	0,77*	0,82*	1		
Довжина вегетативної бруньки	-0,83*	-0,32	0,32	-0,63*	0,73*	0,93*	0,98*	0,78*	1	
Ширина вегетативні бруньки	-0,86*	0,14	-0,14	-0,33	0,43	0,69*	0,72*	0,69*	0,76*	1

Примітка. * – статистично достовірні значення ($P < 0,05$)

Аналізуючи отримані дані, слід відмітити ще одну особливість. Більш стійкий за результатами цитодіагностики та морфометрії вид, *P. × berolinensis*, акумулює у вегетативних бруньках значно більше важких металів, ніж чутливий *P. simonii*. Очевидно, толерантність цих деревних порід в більшій мірі залежить від здатності до детоксикації іонів металів, аніж від їх селективної абсорбції [9].

В умовах дії стресорів урбанізованого середовища більшість досліджуваних морфометричних параметрів пагонів тісно корелюють між собою ($r = 0,55 - 0,98$). У *P. simonii*, що представлена в зелених насадженнях міста особинами чоловічої статі, морфологічні характеристики пагонів знаходяться у прямому зв'язку з розмірами чоловічого гаметофіту ($r = 0,43 - 0,83$).

Між морфометричними параметрами пагонів та мітотичною активністю меристеми зачаткових листків однозначної кореляційної залежності не виявлено ($r = -0,28 - 0,40$). Можливо, це пов'язано з тим, що не завжди високий мітотичний індекс, як було показано в наших дослідженнях, свідчить про інтенсивний поділ клітин. Очевидно, для з'ясування закономірностей інгібуючої дії комплексу стресових факторів урбанізованого середовища на ріст деревних рослин необхідні додаткові дослідження динаміки мітотичної активності меристематичних тканин протягом усього вегетаційного періоду.

Між величиною мітотичного індексу та ступенем пошкодження каріому в клітинах меристеми зачаткових листків вегетативних бруньок встановлено статистично значимий обернений зв'язок ($r = -0,71 - -0,77$). Отже, комплекс екоотоксикантів міського довкілля поряд із генотоксичною дією має гальмівний вплив на проліферативну функцію меристематичних клітин.

У *P. simonii* результати тесту на індукцію хромосомних аберацій в соматичних клітинах прямо корелюють з стерильністю чоловічого гаметофіту ($r = 0,76$) та обернено – з його розмірами ($r = -0,70$). Між узагальненим показником забруднення вегетативних бруньок важкими металами та відсотком стерильних пилкових зерен існує середня пряма залежність ($r = 0,33$), а їх діаметром – обернена ($r = -0,48$). Такі кореляційні зв'язки є закономірними, оскільки рівень абортивності пилку рослин-біоіндикаторів характеризує не лише загальну токсичність навколишнього середовища, але й опосередковано відображає інтенсивність мутагенної напруги [2].

Результати кореляційного аналізу свідчать про відсутність тісного та однозначного зв'язку між зміною цитогенетичних та морфометричних характеристик пагонів ($r = -0,42 - 0,14$), а також позитивної кореляції між рівнем хромосомних аберацій в клітинах меристеми зачаткових листків вегетативних бруньок та узагальненим показником забруднення останніх важкими металами ($r = -0,02 - -0,21$). Це узгоджується з висновками ряду авторів [5] про те, що не існує прямої залежності між інтенсивністю забруднення території та рівнем мутацій у тест-об'єктах.

Висновки

Підсумовуючи вищевикладене, можна констатувати, що антропогенна трансформація довкілля урбанізованих систем призводить до порушення ряду морфофункціональних характеристик у деревних рослин, між зміною яких існують певні взаємозв'язки та закономірності. Виявлені чутливі тест-параметри *P. × berolinensis* та *P. simonii* є інформативними біомаркерами забруднення навколишнього середовища в місті ксенобіотиками і можуть бути використані в системі екологічного моніторингу урбанізованих територій.

Література

1. Безсонова В.П. Вплив важких металів на пігментну систему листка // Укр. ботан. журн. – 1992. – Т. 49, № 2. – С. 63-66.
2. Гороя А.И., Дигурко В.М., Скворцова Т.В. Цитогенетическая оценка мутагенного фона в промышленном Приднепровье // Цитология и генетика. – 1995. – Т. 29, № 5. – С. 16-22.
3. Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений. – М.: Колос, 1974. – С. 166-193: ил., табл. – Библиогр.: с. 256-261.
4. Кравкина И.М. Влияние атмосферных загрязнителей на структуру листа // Ботан. журн. – 1991. – Т. 76, № 1. – С. 3-9.
5. Куринный А.И., Кравчук А.П., Зубко Е.С. Оценка мутагенного фона и мутационной изменчивости у населения в регионе с высокой интенсивностью применения пестицидов // Цитология и генетика. – 1993. – Т. 27, № 4. – С. 82-84.
6. Лакин Г.Д. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
7. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.: ил., табл. – Библиогр.: 243-268 (326 наимен.).
8. Шоферистова Е.Г. К методике окраски хромосом и пыльцы // Ботан. журн. – 1973. – Т. 58, № 7. – С. 1011-1012.
9. Rachwal L., De Temmerman L.O., Istas J.R. Differences in the accumulation of heavy metals in poplar clones of various susceptibility to air pollution // Arbor. Kór. – 1992. – V. 37. – P. 101-111.

Стаття поступила до редакції 16.10.2009 р.;

Стаття прийнята до друку 30.10.2009 р.

Слущик І. Й. – кандидат біологічних наук, доцент кафедри анатомії і фізіології людини та тварин Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: доктор біологічних наук, професор біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Парпан В. І.

УДК: 581.524.3

СУКЦЕСІЇ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ЗОЛОШЛАКОВІДВАЛІВ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС

О. С. Неспляк

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
Інститут природничих наук, кафедра біології та екології*

Вивчено сукцесії рослинного покриву на золошлаковідвалах Бурштинської теплової електростанції.

Ключові слова: золошлаковідвали, рослинний покрив, стадії сукцесії, систематичний аналіз

Nesplyak O. S. The plant cover succession of asheslag dumps of Burshtynska TEPS. The plant cover succession on asheslag dumps of Burshtynska TEPS of different age is studied.

Key words: asheslag dumps, plant cover, succession stage, systematic analysis.

Вступ

Золошлаковідвали, які виникають в результаті роботи теплових електростанцій, є типовою формою техногенного ландшафту. Тут заселяються рослини, формуються фітоценози і починають розвиватися ґрунтові процеси. Тому їх вивчення цікаве як з практичної точки зору для розробок способів рекультивації порушених земель, так і з теоретичної – у плані вивчення швидкості і характеру відновлення рослинного покриву, кількості і якості сукцесійних стадій.

Під сукцесіями розуміємо незворотні, спрямовані зміни рослинного покриву, які проявляються в заміні одних фітоценозів іншими [9].

Мета роботи полягала у вивченні сукцесій рослинності на різновікових золошлаковідвалах Бурштинської ТЕС на теренах Передкарпаття.

Матеріали і методи

Методика польових робіт, враховуючи особливості екотопу, включала закладку пробних ділянок на різних ярусах підніжжя, схилу і вершині рекультивованого золошлаковідвалу № 3 Бурштинської ТЕС. Цей відвал є діючим і розташований поблизу с. Більшівці Галицького району Івано-Франківської області; з південно-західної сторони оточений сільськогосподарськими полями, східної – пасовищем, північної – автомобільною дорогою. Він не має правильної геометричної форми, площа основи – 92,5 га. На середніх ярусах золошлаковідвалів висаджено *Hippophae rhamnoides* L. (західна, північна і східна експозиції) та *Robinia pseudoacacia* L. (південна і східна експозиції), які на сьогоднішній час утворюють суцільні зарості; на верхній ярус – різнотравно-злакові суміші.

Рослини визначено за Визначником вищих рослин України [5]. У роботі прийнято номенклатуру таксонів та їх систематичну приналежність за С. К. Черепановим [12]. Флористичний аналіз здійснено за А. Л. Тахтаджяном [10]. Екологічні особливості видів охарактеризовані за літературними даними [6, 8].

Для вивчення сукцесій на території золошлаковідвалу був побудований еколого-ценотичний ряд, представлений рядом ділянок різного віку: до 5 років (перша стадія сукцесії); 5 – 15 років (друга стадія сукцесії); 15 – 30 років (третьа стадія сукцесії).

Результати і обговорення

На недавньовідсипаних верхніх ярусах чистої золи золошлаковідвалу першими поселяються піонерні види – *Chenopodium album* L., *C. glaucum* L. (*Chenopodiaceae*), *Tussilago farfara* L. (*Asteraceae*); зрідка *Barbarea vulgaris* R. Br. (*Brassicaceae*), *Polygonum aviculare* L. і *P. persicaria* L. (*Polygonaceae*).

На ґрунтосумішах (зола + ґрунт) кількість видів трав'янистих рослин збільшується. Тут з'являються *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Setaria glauca* (L.) Beauv. і *Elytrigia repens* (L.) Nevski (*Poaceae*), *Papaver rhoeas* L. (*Papaveraceae*), *Thlaspi arvense* L. (*Brassicaceae*), *Anagallis arvensis* L. (*Primulaceae*), *Oxalis acetosella* L. (*Oxalidaceae*), *Erigeron canadensis* L., *Artemisia absinthium* L., *A. vulgaris* L., *A. annua* L., *Galinsoga ciliata*