

УДК 504.054 + 581.35 (477.25 + 477.46)

Р.К. МАТЯШУК, С.М. КОНЯКІН, Ю.С. ПРОКОПУК, І.В. ТКАЧЕНКО

Державна установа «Інститут еволюційної екології НАН України»
вул. Академіка Лебедєва, 37, Київ, 03143

ОЦІНКА СТАНУ ПИЛКУ *ROBINIA VISCOSA* VENT. В УРБООКОСИСТЕМАХ УКРАЇНИ

Досліджений стан пилку *Robinia viscosa* Vent. в моніторингових точках урбоекосистем з різним рівнем антропогенного навантаження і встановлений значний негативний вплив екзогенних факторів довкілля на його якість та біометричні показники. Виявлена висока чутливість гаметофіту цього виду до умов середовища зростання рослин та перспективність його використання в фітоіндикації стану міських екосистем.

Ключові слова: *Robinia viscosa* Vent., урбоекосистема, стерильність пилку, антропогенне навантаження довкілля

Проблеми екології й охорони життєвого середовища людини мають глобальний характер, набувають чимраз більшої гостроти в світі. Зростання міст і промислового виробництва негативно впливає на стан природного середовища. Забруднення міст часом перевищує можливості самоочищення природних систем [20]. Тривалий час вважалося, що біосфера здатна зберігати стабільність, безмежно забезпечувати самоочищення, не дивлячись на антропогенний вплив. Але виявилось, що як регенератор та утилізатор промислових викидів природне середовище є обмеженим. Саме на урбанізованих територіях наслідки взаємовідносин людини і природи є особливо складними і далеко не завжди передбачуваними, оскільки ми ще мало знаємо і не завжди розуміємо процеси, які відбуваються в природі, зокрема під впливом діяльності людини [10].

Особливого значення в останні роки набувають дослідження, пов'язані з оцінкою стану урбанізованого середовища, насиченого різноманітними джерелами забруднення. Поєднання інформації щодо забруднення середовища з даними біомоніторингу підвищує вірогідність адекватної оцінки екологічної ситуації в сучасних містах [12]. Саме біологічна складова здатна продемонструвати наскільки сприятливе чи небезпечне середовище в конкретному регіоні для живих організмів, в тому числі і людини [10]. Найбільш перспективними методами оцінки екологічного стану таких територій вважаються методи біоіндикації, зокрема з використанням пилку рослин [2-6, 9, 10, 13, 18, 19, 22]. Палиноморфологічні дослідження можуть і повинні зайняти вагомe значення в системі багатокомпонентного біоекологічного контролю, оскільки реакція генеративної сфери рослин (зокрема – пилку) і тварин (а також людини) цілком адекватні. При цьому, реакція рослинних організмів значно випереджає реакцію тваринних через відсутність мобільності.

В умовах антропогенного пресингу у рослин порушуються процеси життєдіяльності, в тому числі і ті, що пов'язані з розмноженням. Об'єктами для біомоніторингу можуть використовуватись пилкові зерна як трав'янистих, так і деревних рослин. Встановлено, що в екологічно несприятливих умовах рослини продукують більшу кількість тератоморфних і стерильних пилкових зерен [5]. Досліджуючи морфологічні особливості пилкових зерен, можна не лише встановлювати наявність гаметопаатогенних сполук в оточуючому середовищі, але й проводити порівняльну оцінку рівня забруднення ними різних зон без застосування традиційної методики прямого обліку мутацій чи використання складного лабораторного обладнання. Переваги цього методу в швидкості виконання дослідження та можливості скринінгу великих обсягів проб [1, 5, 9, 10, 12, 14]. Основою палиноіндикаційного методу є аналіз і облік морфологічних та функціональних характеристик пилку. Форма пилкового зерна, структура його оболонки визначені генетично та несуть специфічні ознаки таксону, до якого належить рослина.

Мета дослідження – оцінити мінливість життєвих показників пилку виду *R. viscosa* Vent. в зелених насадженнях різних за рівнем забруднення довкілля міст України (на прикладі Києва та Чигирини).

Матеріал і методи досліджень

Чутливість пилку використовується для визначення загальної токсичності (або потенційної мутагенності) повітряного басейну за тестом «Стерильність пилку рослин – фітоіндикаторів», що зростають на досліджуваних територіях. Об'єктом дослідження обрали вид *R. viscosa*, який часто використовується в озелененні міських територій, зокрема Києва, але він ще не внесений до списку видів-фітоіндикаторів, за стійкістю пилку яких до дії несприятливих екологічних факторів здійснюється районування територій за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів (згідно прийнятих в Україні методичних рекомендацій) [16]. Цей вид успішно залучається до асортименту декоративних рослин в зелених насадженнях Києва, зокрема в Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України (далі НБС НАН України) – моніторингова ділянка 1, Ботанічному саду ім. О. В. Фоміна Київського національного університету ім. Тараса Шевченка (далі Бот. сад ім. О. В. Фоміна) – дослідна ділянка 2, в озелененні Київського зоопарку (дослідна ділянка 3); проспекту 40-річчя Жовтня (ділянка 4), вулиці А. Малишка (ділянка 5) та Броварського проспекту (ділянка 6) та міста Чигирин (моніторингова ділянка 7 – зелені насадження по вул. П. Дорошенка; 8 – по вул. Калініна). Відбір пилку проводили одночасно в усіх точках спостережень зі зрілих бутонів (на стадії завершення бутонізації) та квітки (на початку цвітіння). Фарбування свіжозібраного пилку здійснювали розчином Люголя згідно прийнятої методики [7]. Препарати досліджували з використанням мікроскопу Olympus BX-51 з фотокамерою. Обсяг досліджених пилкових зерен становив не менше 500 зерен на варіант. Стерильність пилкових зерен визначали за формулою: $M = G/N \times 100 \%$, де G – кількість стерильних пилкових зерен, N – кількість досліджених пилкових зерен [7, 16].

Результати досліджень та їх обговорення

Рід *Robinia* (з родини Бобові (Fabaceae) нараховує близько 20 видів, поширених у Північній і Центральній Америці. Робінія клейка природно поширена в Північній Америці, здавна культивується в містах Прибалтики, Кавказі, на півдні Середньої Азії. В Україні культивується з 1791 року (початок XVIII ст.) [8]. Рекомендується для створення поодиноких, групових посадок, оформлення узлісь, невеликих алейних ділянок в паркових зонах [15].

Моніторингові ділянки розташовані в зоні транспортних шляхів двох різних за рівнем антропогенного пресингу в містах України. Комплексний індекс забруднення атмосфери Києва (8,2) майже в 8 разів вищий, ніж Чигирин (1,1) [21]. За результатами дослідження була відмічена мінливість біометричних та життєвих показників пилку *R. viscosa* в ході розвитку генеративної частини рослин (від фази бутонізації до масового цвітіння рослин) залежно від розташування моніторингових ділянок в різних функціональних зонах Києва та Чигирин (таблиця).

Як видно з даних, в сформованому бутоні пилки більш захищені від дії екзогенних чинників. З розкриттям квітки простежується втрата розміру і/чи життєвого потенціалу пилкових зерен у рослин з більшості моніторингових ділянок. Водночас виявлена висока стабільність у формуванні та розвитку пилку *R. viscosa* в насадженнях НБС НАН України (ділянка 1), Київського зоопарку (ділянка 3), по вул. А. Малишка (ділянка 5) в м. Києві та зелених насадженнях по вул. Калініна м. Чигирин (ділянка 8), де з розкриттям квітки не зменшувався (а на ділянці 8 навіть продовжував збільшуватись) діаметр пилкових зерен. Якщо на частині ділянок відмічався подальший ріст пилкових зерен з розкриттям квітки, то його життєві показники виявились більш чутливими – з розкриттям квітки на більшості ділянок зростала стерильність пилку. Втрата життєвого потенціалу пилку цих рослин відмічена у зелених насадженнях Ботанічного саду імені О. В. Фоміна, на Броварському проспекті і на території Київського зоопарку. Водночас за отриманими результатами можна відмітити відсутність негативного впливу екзогенних факторів на формування пилку *R. viscosa* в насадженнях НБС НАН України, що дозволяє надалі використовувати цю ділянку як умовний контроль.

Таблиця

Чутливість пилку *R. viscosa* Vent. до умов довкілля в ході розвитку генеративної частини рослин

Моніто-	Бутон	Стериль-	Квітка	Стериль-
---------	-------	----------	--------	----------

рингова ділянка	Діаметр пилку, мкм $M \pm m$	G, дисперсія	V, % варіація	ніть (%)	Діаметр пилку, мкм $M \pm m$	G, дисперсія	V, % варіація	ніть (%)
м. Київ (Київська адміністративна область)								
1	31,7±0,39	7,76	8,79	28,3	31,6±0,4	7,59	8,71	26,3
2	35,9±0,49	11,92	9,62	23,7	32,6±0,5	10,44	9,91	29,3
3	34,8±0,38	7,10	7,65	32,5	35,2±0,5	11,18	9,50	36,5
4	29,5±0,36	6,37	8,56	34,4	32,4±0,4	6,36	7,78	34,4
5	32,2±0,38	7,30	8,39	25,5	33,2±0,3	5,87	7,30	27,7
6	34,4±0,55	14,93	11,23	24,7	32,7±0,5	11,43	10,34	30,8
м. Чигирин (Черкаська адміністративна область)								
7	30,2±0,61	18,32	14,17	26,8	26,2±0,42	8,73	11,28	41,9
8	30,7±0,47	11,23	10,91	44,9	32,0±0,45	10,20	9,98	31,0

Відмічена відмінність у реакції пилку в різні періоди формування генеративної частини робінії клейкої на однакові за типом аерогенного забруднення умови двох дослідних ділянок Чигирин, які розташовані в зонах підвищеного транспортного навантаження (ділянка 7 – територія поблизу центральної автомагістралі міста, ділянка 8 – район міського автовокзалу). На ділянці 7 спостерігалось пролонговане інгібування – з розкриттям квітки пилкові зерна втрачали розмір і життєвий потенціал, а на ділянці 8 продовжувався ріст пилкових зерен і зниження частки стерильних та недосформованих зерен, порівняно зі станом пилку в дозрілому бутоні. І хоча ці результати потребують додаткового дослідження, слід відмітити максимальне інгібування процесу формування чоловічого гаметофіту (відмічене зростання стерильності пилку до 42-45 % зі зменшенням середнього діаметру зерен до 26 мкм), що свідчить про значні пошкодження генеративної сфери робінії клейкої в насадженнях цього міста.

Тобто, за рівня існуючого забруднення довкілля зелені насадження, які мають бути засобом запобігання шкідливим наслідкам забруднення або хоч пом'якшення їх, самі зазнають згубної дії агресивних факторів урбанізованого середовища й потребують захисту [20].

Висновки

Виявлена мінливість біометричних та життєвих показників пилку *R. viscosa* Vent. в урбоєкосистемах з різним рівнем антропогенного навантаження. Встановлена чутливість генеративної частини рослин цього виду до комплексу факторів середовища їх зростання та перспективність використання виду в фітоіндикації стану міських екосистем.

1. Бессонова В. Н. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами / В. Н. Бессонова // Экология, 1992. — № 3. — С. 45—50.
2. Бессонова В. П. Возможности оцінки екологічної ситуації у промисловому місті за гаметоцидною дією на рослини промислових емісій / В. П. Бессонова, З. В. Грицай, І. І. Лиженко // Екологія і освіта. — Умань, 1994. — С. 49—51.
3. Борщевська І. М. Оцінка стану агросфери у зоні впливу ВАТ «Волинь-Цемент» за тестом «Стерильність пилку рослин» / І. М. Борщевська // Фахове електронне видання Національного університету біоресурсів і природокористування. — Київ, 2009. — Вип. № 1 (13). — <http://www.nd.nauu.kiev.ua>.
4. Вишенська І. Г. Біоіндикація територій методом аналізу стерильності пилку / І. Г. Вишенська, О. В. Сом // Наукові записки. Біологія та екологія, 2001 — Т. 19. — С. 74—76.
5. Глазунова К. П. Пыльца как индикатор негативных факторов окружающей среды. Эмбриологический аспект // Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции. СПб. ВНИГРИ, 2001 — С. 61—64.
6. Гороя А. И. Цитогенетическое тестирование качества среды / А. И. Гороя, Т. В. Скворцова, И. И. Климкина, А. В. Павлюченко // Антропогенно-змінене середовище України: ризики для здоров'я населення та екологічних систем. — К.: Чорнобильінтерінформ, 2003. — С. 502—517.
7. Дегтярова Н. И. Лабораторный и полевой практикум по генетике: учеб. пособие [для студентов биолог. ф-тов пед. ин-тов]. пер. с укр. / Н. И. Дегтярова. — Киев: Вища школа, головное изд-во, 1979. — 288 с.

8. *Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции* / Ред. тома [С. Я. Соколов](#). — Л.: [Изд-во АН СССР](#), 1958. — Т. IV. Покрытосеменные. Семейства Бобовые — Гранатовые. — 976 с.
9. *Дзюба О. Ф.* Палиноморфология как звено в цепи экологического мониторинга / О. Ф. Дзюба // *Экология*. — СПб, 1999. — С. 57—79.
10. *Дзюба О. Ф.* Палиноиндикация качества окружающей среды. — Санкт-Петербург, ВНИГРИ, 2006. — 198 с.
11. *Дзюба О. Ф.* Тератоморфные пыльцевые зерна в современных и палеопалинологических пыльцевых спектрах и некоторые проблемы палиностратиграфии / О. Ф. Дзюба // *Нефтегазовая технология: Теория и практика*, 2007. — № 2. — С. 1—22.
12. *Елькина Н. А.* Состав и динамика пальцевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска: автореф. дис....канд. биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / Н. А. Елькина. — СПб, 2006. — 23 с.
13. *Ерохина И. С.* Палиноиндикация природной среды урбанизированных территорий таежной зоны / И. С. Ерохина, Н. А. Елькина // *Materiały VII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami – 2011»*. – Volume 45. Ekologia. – Przemysł: Nauka i studia, 2011. — P. 52—55.
14. *Калашник Н. А.* Хромосомная индикация загрязнения окружающей среды с использованием древесных объектов / Н. А. Калашник, Л. М. Шафикова, Т. А. Лихонос, Л. П. Преснухина, Т. Г. Хайдарова // *Проблемы эволюционной генетики, селекции и интродукции: тез. науч. чтений*. — Томск, 1997. — С. 69—71.
15. *Калініченко О. А.* Декоративна дендрологія / О. А. Калініченко.— К.: Вища шк., 2003. — 199 с.
16. *Наказ МОЗ України № 116 від 13. 03. 2007 р.* Про затвердження методичних рекомендацій «Обстеження та районування територій за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів» // *Офіційний вісник України*., 2007. — № 4. — С. 186—209.
17. *Паушева З. П.* Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. — М.: Агропромиздат, 1980. — 304 с.
18. *Погосян В. С.* Оценка генотоксического действия антропогенных факторов на растения в городских условиях / В. С. Погосян, Е. Г. Симонян, Э. М. Джигарджян, Р. М. Арутюнян // *Цитология и генетика*, 1991. — Т. 25, № 1. — С. 23—30.
19. *Савицкий В. Д.* Аэропалинологические особенности техногенно-загрязненных локалитетов Украины / В. Д. Савицкий, Е. В. Савицкая, Е. Н. Воронкова // *Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции*. СПб. ВНИГРИ, 2001. — С. 172—177.
20. *Тихонов В. І.* Озеленення міст і селищ / В. І. Тихонов, В. Ф. Петренко, В.А. Садова — К.: Будівельник, 1990. — 208 с.
21. *Труды Центральной геофизической обсерватории* / [под ред. А. А. Косовца]. – К.: Интерпресс ЛТД, 2013. — Вып. 9 (23) — 125 с.
22. *Фендюр Л. М.* Біологічна оцінка декоративних однорічних рослин в умовах електрометалургійного заводу та фітоіндикація забруднення середовища залізом і хромом. – автореф. дис.... канд. біол. наук : спец. 03.00.01 – «Ботаніка» /Л. М. Фендюр. — Ялта, 1996. — 22 с.
23. *Erdman G.* Handbook of palynology. Munksgaard, 1969.

Р.К. Матяшук, С.Н. Конякин, Ю.С. Прокопук, И.В. Ткаченко

Государственное учреждение «Институт эволюционной экологии НАН Украины», Киев, Украина

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПЫЛЬЦЫ *ROBINIA VISCOSA* VENT. В УРБОЭКОСИСТЕМАХ УКРАИНЫ

Исследовано состояние пыльцы *Robinia viscosa* Vent. в мониторинговых точках урбоэко систем с разным уровнем антропогенной нагрузки и установлено большое негативное воздействие экзогенных факторов среды обитания на его качества и биометрические показатели. Определена высокая чувствительность гаметофиту вида *Robinia viscosa* Vent. к условиям произрастания растений и перспективность его использования у фитоиндикации состояния городских экосистем.

Ключевые слова: *Robinia viscosa* Vent., урбоэко система, стерильность пыльцы, антропогенная нагрузка на окружающую среду

R.K. Matiashuk, S.M. Konyakin, Y.S. Prokopuk, I.V. Tkachenko

Institute for Evolutionary Ecology of the National Academy of Science of Ukraine, Kiev

THE EVALUATION OF *ROBINIA VISCOSA VENT.* POLLEN IN THE URBAN ECOSYSTEMS OF UKRAINE

There was explored the state of *Robinia viscosa* Vent. pollen in monitoring points of urban ecosystems with different levels of anthropogenic loads and detected a significant negative impact of exogenous factors on the quality of the environment and biometric parameters. It was observed the high sensitivity of the gametophyte of this plant to environmental conditions and plant growth prospects of its use in phytoindication state of urban ecosystems.

Keywords: *Robinia viscosa Vent., urban of ecosystems, pollen sterility, anthropogenic in loading of environment*

Рекомендує до друку

М.М. Барна

Надійшла 15.04.2014