

4. **Кохно Н.А., Курдюк А. М.** Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине. Киев. 1994. 185 с.

5. **Лапин П. И.** О терминах, применяемых в исследованиях по интродукции и акклиматизации растений // Бюлл. ГБС. 2002. Вып. 83. С. 10–18.

6. **Поляков А. К.** Интродукция древесных растений в условиях техногенной среды. Донецк. 2009. 268 с.

7. **Прозина М. Н.** Ботаническая микротехника. Москва. 1960. 206 с.

*Надійшла до редколегії 21.03.2016*

УДК 581.2 + 581.522.4

**Т. І. Юсипіва**

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*

**ВПЛИВ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ SO<sub>2</sub> ТА NO<sub>2</sub>  
НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ САМОСІВУ  
ТА ПІДРОСТУ *ROBINIA PSEUDOACACIA* L.**

Вивчено дію промислових емісій SO<sub>2</sub> та NO<sub>2</sub> на біометричні показники стебла самосіву та однорічного пагона підросту *Robinia pseudoacacia* L. в умовах степового Придніпров'я. Виявлено, що за дії на рослини робінії псевдоакації токсичних газів відбуваються зміни інтенсивності росту осевих органів і асиміляційного апарату. Запропоновано чутливі тест-параметри (довжина головного кореня, площа листка та асиміляційної поверхні самосіву) для фітоіндикації стану молодих рослин *R. pseudoacacia* в техногенних умовах зростання.

*Ключові слова:* самосів, підріст, біометричні показники, токсичні гази SO<sub>2</sub> та NO<sub>2</sub>.

**Т. И. Юсыпова**

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара*

**ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ SO<sub>2</sub> И NO<sub>2</sub>  
НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМОСЕВА  
И ПОДРОСТА *ROBINIA PSEUDOACACIA* L.**

Изучено влияние промышленных эмиссий SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> на биометрические показатели стебля самосева и однолетнего побега подроста *Robinia pseudoacacia* L. в условиях степного Приднепровья. Показано, что под действием на растения робинии псевдоакации токсических газов происходят изменения интенсивности роста осевых органов и ассимиляционного аппарата. Предложены чувствительные тест-параметры (длина главного корня, площадь листа и ассимиляционной поверхности самосева) для фитоиндикации состояния молодых растений *R. pseudoacacia* в техногенных условиях произрастания.

*Ключевые слова:* самосев, подрост, биометрические показатели, токсические газы SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>.

**T. Iusypiva**

*Oles Honchar Dnipropetrovsk National University*

**INFLUENCE OF INDUSTRIAL SO<sub>2</sub> AND NO<sub>2</sub> EMISSIONS  
ON MORPHOMETRIC PARAMETERS OF *ROBINIA PSEUDOACACIA* L.  
SELF-SOWN PLANTS AND UNDERGROWTH**

The paper examines the influence of industrial SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> emissions on biometric parameters of *Robinia pseudoacacia* L. self-sown plant and one-year un-

undergrowth in conditions of the southern industrial zone of Dnipro (Ukraine). Samples were collected during July 2010 at 3 monitoring points: two test areas, which are located near CJSC plant 'Dnipropres' and a reference area. Monitoring point 1 is characterized by average pollution rate and is found as far as 3 km (average concentrations of toxic gases as indicated below:  $\text{SO}_2$  – 0,15 mg/m<sup>3</sup>,  $\text{NO}_2$  – 0,12 mg/m<sup>3</sup>). Monitoring point 2 is characterized by average pollution rate highest pollution rate and is located as far as 2 km at monitoring point 2, where the concentrations of  $\text{SO}_2$  and  $\text{NO}_2$  are 0,29 mg/m<sup>3</sup> and 0,24 mg/m<sup>3</sup> accordingly. The relatively clean reference area is located in the Botanical garden of Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University, where the concentrations of sulphur (IV) and nitrogen (IV) oxides do not exceed the maximum permitted values according to the City Sanitation Committee report. The research object was introduced species *Robinia pseudoacacia* L.

It was ascertained, that constant influence of toxic gases cause the violation of the intensity of the growth of axial organs and assimilation apparatus of *Robinia pseudoacacia* L. self-sown plant and one-year undergrowth. The paper suggests test parameters (length of the main root, leaf area index and assimilating surface of self-seeding index) for phytoindication of the state of young *Robinia pseudoacacia* L. plants in man-made environments.

*Keywords:* self-sown plant, undergrowth, biometric parameters, toxic gases  $\text{SO}_2$  and  $\text{NO}_2$ .

Антропогенний тиск на природне середовище – могутній екологічний фактор, який діє на штучні ліси степового Придніпров'я. Промислові забруднювачі та викиди автотранспорту не лише ушкоджують листову поверхню рослин, знижуючи їх приріст і продуктивність, але й порушують хід природного насінневого відновлення деревних едифікаторів у лісових угрупованнях [2]. Одним із показників успішності процесу самовідновлення лісових екосистем є кількість і якість самосіву та підросту деревних порід.

Дослідження морфометричних характеристик рослин дає чітку картину їх пошкодження [1]. Проте більшість авторів вивчали ростові процеси у генеративних особин деревних рослин [3–4; 12]. Роботи з дослідження морфобіометричних показників самосіву та підросту деревних порід зустрічаються рідше; при цьому більшість із них містить інформацію щодо змін в умовах забруднення цих параметрів у голонасінних або квіткових рослин, але отриману в результаті лабораторних і вегетаційних дослідів [9–10]. Вплив токсичних газів  $\text{SO}_2$  та  $\text{NO}_2$  на ріст ювенільних рослин широколистих деревних порід в умовах польового експерименту практично не вивчено. Зважаючи на це, мета роботи – проаналізувати зміни морфометричних показників вегетативних органів самосіву та підросту *Robinia pseudoacacia* L. в умовах хронічної дії на них промислових викидів  $\text{SO}_2$  та  $\text{NO}_2$ .

**Об'єкти та методи досліджень.** Об'єкт дослідження – інтродуцент робінія псевдоакація (*Robinia pseudoacacia* L., родина *Fabaceae* Lindl.). Це одна із найважливіших лісових культур, яка є едифікатором штучних деревних фітоценозів Дніпропетровської області [6]. Серед віргінійських рослин робінії псевдоакації для дослідження обирали самосів (рослини віком до 1 року) та підріст (молоде покоління деревних рослин під пологом лісу або на вирубці, яке виникло із самосіву чи вегетативно, та з віком здатне вийти у перший ярус деревостану і замінити материнське насадження).

Проби відбирали у липні 2010 р. на ділянках з різним рівнем аерогенного забруднення. В моніторинговій точці I (зона середнього забруднення), яка знаходиться на відстані 3 км від ПРАТ «Дніпропрес» м. Дніпра, концентрації пріоритетних забруднювачів склали:  $\text{SO}_2$  – 0,15 мг/м<sup>3</sup>,  $\text{NO}_2$  – 0,12 мг/м<sup>3</sup>, в точці II (зона сильного забруднення) на відстані 2 км – 0,29 мг/м<sup>3</sup> і 0,24 мг/м<sup>3</sup> відповідно.

но. В контрольній (умовно чистій) зоні – Ботанічному саду Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара – концентрації газів не перевищували ГДК [5]. На кожній із пробних ділянок відібрали по 30–50 стебел сходів і однорічних пагонів підросту. Біометричні вимірювання проводили за загальноприйнятими методиками [7; 8]. Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням багатофункціонального пакета прикладних програм «STATGRAFICS». Отримані за критерієм Ст'юдента дані для встановлення достовірності порівнювали з табличними. Різницю вважали достовірною при  $p < 0,05$ .

**Результати досліджень та їх обговорення.** Постійний вплив оксидів сульфуру (IV) та нітрогену (IV) на самосів *R. pseudoacacia* призводить до пригнічення у нього ростових процесів (табл. 1). В умовах промислових емісій має місце значне зменшення розмірів підземних органів самосіву. Так, довжина головного кореня рослин *R. pseudoacacia* моніторингової точки I складає 89,4 від контрольної величини, а точки II – 92,9 %. Між тим відомо, що від глибини проникнення коренів у ґрунт залежить посухостійкість сіянців [14]. Це є надто актуальним в умовах степової зони України, де має місце географічна, а часто й екологічна невідповідність лісів умовам місцезнаходження. В експериментах із вивчення стійкості до посухи сіянців *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr. і *Abies veitchii* Lindl. виявлено кореляцію між інтенсивністю відпаду паростків в умовах посухи та глибиною проникнення коренів [13]: чим менша довжина коренів, тим більша ймовірність загибелі самосіву в умовах дефіциту вологи.

Таблиця 1

Вплив SO<sub>2</sub> та NO<sub>2</sub> на біометричні параметри сходів *Robinia pseudoacacia*

Показник	Контроль	Моніторингова точка I	Моніторингова точка II
Довжина кореня, см	16,54±0,41	14,78±0,34	15,36±0,26
Діаметр кореня, мм	6,16±0,253	6,18±0,061*	7,86±0,050
Висота надземної частини, см	16,76±0,54	13,41±0,68	15,03±0,89*

Примітка: \*  $p < 0,05$ .

Викиди ПРАТ «Дніпропрес» не тільки пригнічують ріст кореня у довжину, а і впливають на його діаметр. Достовірне потовщення головного кореня на 27,6 % порівняно з контролем було встановлено нами у самосіву *R. pseudoacacia* в умовах моніторингової точки II, а в зоні сильного забруднення цей параметр практично не змінюється (різниця між контрольним і дослідним варіантами статистично недостовірна при  $p < 0,05$ ). Збільшення товщини кореня у самосіву дослідної ділянки можна вважати пристосувальною реакцією рослин на забруднення, оскільки так рослинний організм може обмежувати кількість токсичних сполук, які надходять до кореня із ґрунту.

На промайданчику змінюється також і висота надземної частини самосіву. Як видно з табл. 1, різниця у висоті пагона контрольних і дослідних рослин *R. pseudoacacia* спостерігається за дії високих концентрацій токсичних газів в атмосферному повітрі, а в зоні середнього забруднення цей показник відносно контролю майже не змінюється. У попередніх дослідженнях нами також було виявлено зниження висоти сходів деревних порід за дії високих концентрацій оксидів сульфуру (IV) та нітрогену (IV): суттєве у *Acer platanoides* L. та менш значне у *A. negundo* L. і *Gleditsia triacanthos* L. [11].

Дослідження біометричних показників однорічного пагона у підросту *R. pseudoacacia* (табл. 2) виявило, що у відповідь на дію аерогенних фітотоксикантів SO<sub>2</sub> та NO<sub>2</sub> різні частини пагона реагують по-різному. Так, річний приріст в умовах промислової зони суттєво знижується і складає 50,4 % від контрольної величини в моніторинговій точці I та 46,2 % у точці II. Таке суттєве зменшення

довжини річного пагона може бути пов'язане із уповільненням ростових процесів рослин в умовах техногенезу. Про це також свідчить пригнічення росту міжвузлів пагона, довжина яких знижується на 29,3 % порівняно з контролем в зоні з високим рівнем промислових емісій та на 26,3 % на ділянці із середніми дозами токсичних газів в атмосфері.

Таблиця 2

**Вплив SO<sub>2</sub> та NO<sub>2</sub> на біометричні параметри однорічного пагона  
підросту *Robinia pseudoacacia***

Показник	Контроль	Моніторингова точка I	Моніторингова точка II
Річний приріст пагона, см	20,58 ± 1,59	10,37±1,41	9,51±1,26
Довжина міжвузля, см	2,66±0,11	1,88±0,33	1,96±0,18
Кількість листків на модельній гілці, шт.	37,51±1,70	63,26±1,51	57,10±9,08
Довжина черешка листка, см	22,28±0,67	18,54±2,47*	16,51±2,98*

Примітка: \* p < 0,05.

Аналіз табл. 3 свідчить про те, що в умовах забруднення довкілля викидами ПРАТ «Дніпропрес» відбуваються значні зміни морфометричних показників асиміляційного апарату самосіву об'єкта дослідження. Листки *R. pseudoacacia* непарноперистоскладні і мають у своєму складі від 9 до 21 простих листочків. У дослідних рослин моніторингової точки I цей показник значно відрізняється від контролю (табл. 3), а у рослин точки II – практично не змінюється (різниця між контрольним та дослідним варіантами статистично недостовірна при p < 0,05). Площа окремого листочка в умовах техногенезу сильно знижується на обох дослідних ділянках – на 53,5 % у рослин I ділянки та на 48,4,0 % – у рослин II ділянки порівняно з контролем.

Таблиця 3

**Вплив SO<sub>2</sub> та NO<sub>2</sub> на біометричні показники асиміляційного апарату самосіву  
*Robinia pseudoacacia***

Показник	Контроль	Моніторингова точка I	Моніторингова точка II
Площа листочка, см <sup>2</sup>	2,54±0,14	1,18±0,13	1,31±0,08
Кількість листочків у складному листку, шт.	5,38±0,24	4,64±0,11	5,81±0,17*
Площа листка, см <sup>2</sup>	13,67±0,36	5,48±0,44	7,61±0,41
Кількість листків, шт.	6,58±0,21	7,96±0,18	7,83±0,24
Площа листової поверхні, см <sup>2</sup>	89,95±1,40	43,62±0,93	59,58±0,89

Примітка: \* p < 0,05.

У самосіву, що зростає в умовах хронічної дії фітотоксикантів, спостерігається достовірне зниження площі листової пластинки. Падіння значення цього показника суттєво впливає на величину загальної площі листової поверхні самосіву. Так, у *R. pseudoacacia* із зони сильного забруднення площа одного модельного листка складає лише 40,1 % від контрольної величини, а в зоні середнього забруднення цей параметр дорівнює 55,7 % від значення цього показника у рослин умовно чистої ділянки. Однак кількість складних листків на модельній гілці перевищує контрольні значення на обох дослідних ділянках на 21 і 19 % відповідно. Внаслідок цього площа асиміляційної поверхні на модельній гілці хоча і знижується, але меншою мірою, ніж площа одного складного модельного листка.

Аналіз морфометричних показників асиміляційного апарату підросту *R. pseudoacacia* (табл. 4) свідчить, що з віком рослини цієї деревної породи стають менш сприйнятливими до дії токсичних газів. Такі характеристики як кількість

листочків у складному листку і площа одного модельного листочка хоча і відрізняються від контрольних величин, але ці зміни є недостовірними при  $p < 0,05$ . Площа ж складного листка у підросту теж знижується порівняно з контролем, як і у самосіву: найбільше – у зоні з високим рівнем забруднення.

У підросту *R. pseudoacacia* закладається більша кількість складних листків (табл. 4). У моніторинговій точці II цей параметр сягає 152,2 % від значення такої самої характеристики у контрольних рослин, а в точці I це перевищення є ще суттєвішим: 168,7 % від контролю. Завдяки закладанню і розвитку більшої кількості листків, площа асиміляційної поверхні у підросту, на відміну від самосіву, зростає порівняно з контролем в обох забруднених зонах. Ми вважаємо це адаптивною реакцією рослин на стрес, яким є забруднення середовища аерогенними поллютантами  $SO_2$  та  $NO_2$ . Оскільки листова поверхня пошкоджується токсичними газами значно швидше, ніж інші частини рослини, то утворення більшої кількості листків може компенсувати ці пошкодження і забезпечити формування листової поверхні, достатньої для нормального протікання процесу фотосинтезу і забезпечення рослин продуктами асиміляції.

Таблиця 4

**Вплив  $SO_2$  та  $NO_2$  на біометричні показники асиміляційного апарату однорічного пагона підросту *Robinia pseudoacacia***

Показник	Контроль	Моніторингова точка I	Моніторингова точка II
Площа листочка, см <sup>2</sup>	6,72±0,26	6,07±0,23*	6,13±0,27*
Кількість листочків у складному листку, шт.	18,12±3,83	16,29±2,26*	15,50±2,68*
Площа листка, см <sup>2</sup>	117,00±10,02	89,77±9,12	92,20±6,48
Площа листової поверхні, см <sup>2</sup>	4388,67±26,63	5678,85±64,02	5264,62±31,12

Примітка: \*  $p < 0,05$ .

**Висновки.** Молоді рослини *R. pseudoacacia* дуже чутливі до забруднення середовища промисловими викидами токсичних газів  $SO_2$  та  $NO_2$  і реагують на них змінами інтенсивності росту осьових органів і асиміляційного апарату.

Із вивчених нами морфометричних характеристик сходів дослідженої деревної породи більш вразливими до дії вивчених забруднювачів є ріст головного кореня та площа листка і асиміляційної поверхні, тому ці показники ми пропонуємо використовувати з метою фітоіндикації для оцінювання стану молодих рослин *R. pseudoacacia* в техногенних умовах зростання і діагностики забруднення навколишнього середовища викидами токсичних газів  $SO_2$  та  $NO_2$ .

### Бібліографічні посилання

1. **Бессонова В. П.** Моніторинг негативного впливу техногенних емісій на стан деревних рослин // Матер. I Всеукр. конф. "Теоретичні та прикладні аспекти соціоекології". Львів, 1996.
2. **Бессонова В. П., Юсупова Т. И.** Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты ( $SO_2$  и  $NO_2$ ). Запорожье. 2001. 193 с.
3. **Великородько Т. І.** Стійкість і мінливість сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в техногенно забруднених умовах південного сходу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.16. Дніпропетровськ. 2002. 19 с.
4. **Гнатів П. С.** Функціональна адаптація деревних рослин до умов урбанізованого середовища на Заході України : дис... д-ра біол. наук: 03.00.16. Чернівці. 2006. 40 с.
5. **Екологічний паспорт** Дніпропетровської області (2014 р.). URL: <http://www.menr.gov.ua>
6. **Зайцева І. О., Долгова Л. Г.** Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї. Днепропетровск. 2010. 388 с.
7. **Казаков Є. О.** Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин. Дніпропетровськ. 2000. 272 с.

8. *Клейн Р. М., Клейн Д. Т.* Методы исследования растений. Москва. 1974. 527 с.

9. *Смит У. Х.* Лес и атмосфера. Москва. 1985. 429 с.

10. *Ставрова Н. И.* Влияние атмосферного загрязнения на возобновление хвойных пород // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Ленинград. 1990. С. 121–144.

11. *Юсытыва Т. И.* Ростовые показатели стеблей самосева древесных пород в условиях техногенных эмиссий SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> // Современные научные исследования в садоводстве. Ялта. 2000. Ч. 1. С. 178–183.

12. *Antonova G.F., Stasova V. V.* Seasonal distribution of processes responsible for radial diameter and wall thickness of larch (*Larix sibirica* Ldb.) tracheids // Improvement of larch (*Larix* sp.) for better growth, stem form and wood quality Proceedings of an International Symposium. Gap (Hautes-Alpes). France. 2002. S. 369–377.

13. *Hiroshi Yra.* Comparative Ecophysiology of *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr. and *Abies veitchii* Lindl. II. Mechanisms of Higher Drought Resistance of Seedlings of *L. kaempferi* as compared with *A. veitchii* // Ecol. Res. 1989. 4. 3. P. 351–360.

14. *Usipiva T.* Root morphometric characteristics of the woody plant seedlings under the conditions of the and industrial pollution // Salaš P.: Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference of Horticulture. Sept. 3<sup>th</sup>–6<sup>th</sup> 2001. Lednice, Czech Republic. ISBN 80–7157–524–0. Vol. 3. P. 680–684.

*Надійшла до редколегії 10.05.2016*

УДК 598.112+574.476

**В. Я. Гасцо**

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*

## **РИЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПРУДКОЇ ЯЩІРКИ В УМОВАХ ПРИСАМАР'Я**

Представлено результати досліджень обсягів рийної діяльності прудкої ящірки у степовому та лісовому (суховатий бір) біогеоценозах Присамар'я. Визначено глибину занурення та довжину ходу нір, об'єм та масу винесеного на поверхню ґрунту як з однієї нори, так й у перерахунку на гектар. Встановлено, що нори прудкої ящірки можуть відрізнятися за будовою у двох типах біогеоценозів. Об'єм та маса ґрунту, який виноситься з однієї нори на поверхню, більші у бору на 20 % та 280 % відповідно. Однак у перерахунку на гектар лише маса винесеного ґрунту достовірно більша в лісовій екосистемі.

*Ключові слова:* плазуни, функціональна роль, нори, ґрунт.

**В. Я. Гасцо**

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара*

## **РОЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЫТКОЙ ЯЩЕРИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРИСАМАРЬЯ**

Представлены результаты исследований объемов роющей деятельности прыткой ящерицы в степном и лесном (суховатый бор) биogeоценозах Присамарья. Определены глубина и длина хода нор, объем и масса вынесенной на поверхность почвы как из одной норы, так и в пересчете на гектар. Установлено, что норы прыткой ящерицы могут отличаться по строению в исследованных типах экосистем. Объем и масса почвы, которая выносится из одной норы на поверхность, больше в бору на 20 % и 280 % соответственно. Однако в пересчете на гектар только масса вынесенной почвы достоверно больше в лесной экосистеме.

*Ключевые слова:* пресмыкающиеся, функциональная роль, норы, почва.