DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2019-24/2-04>

УДК 630*114.351:631.416:625.77(477.6)

**НАКОПИЧЕННЯ МАКРОЕЛЕМЕНТІВ В ОПАДІ
ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ПРИДОРОЖНЬОГО
НАСАДЖЕННЯ
(ВЗДОВЖ ТРАСИ ДНІПРО-ЗАПОРІЖЖЯ)**

Пономарьова О. А.

**Дніпровський державний аграрно-економічний
університет**

lponomareva@i.ua

Аналіз вмісту макроелементів в опаді дерев примагістральної лісосмути показав видову специфічність у накопиченні заліза, магнію та фосфору і невисоку різницю щодо вмісту кальцію. Такі види як *Robinia pseudoacacia* L. і *Ulmus pumila* L. накопичують значну кількість заліза і магнію, *Acer platanoides* L. – залізо, кальцій і фосфор, *Fraxinus lanceolata* Borkh. – кальцій і магній, *Catalpa bignonioides* Walter – магній і фосфор, *Armeniaca vulgaris* L. – кальцій і фосфор. Пропонується враховувати ці результати під час підбору порід для захисних насаджень як ті, що мають високу здатність до виносу і накопичення біогенних елементів.

Захисні примагістральні лісосмути, залізо, кальцій, магній, фосфор, опад

На сучасному етапі рівень антропогенного впливу на навколишнє середовище постійно посилюється. Однією з головних проблем є збільшення кількості наземного транспорту, але часто дороги, які побудовані ще за радянських часів, не розраховані на сучасну кількість машин. Виняткову роль у підтримці екологічної рівноваги при цьому виконують захисні лінійні насадження (ЗЛН). За стійкістю і пристосованістю до змін зовнішніх умов вони перевершують усі інші екосистеми [6]. Меліоративна дія захисних лісових насаджень зростає, коли вони створюють взаємодіючу систему і займають значну територію – багаторусні придорожні насадження мають найбільший шумопоглинальний ефект, якщо їх ширина складає не менше 30 м [5]. Особливо велике значення ЗЛН для степових районів, які характеризуються посушливими умовами [15].

Переважає більшість примагістральних лісосмуг степової зони України складаються тільки з листяних порід

[2, 11], що сприяє накопиченню великої кількості щорічного опадів. Деревна рослинність внаслідок добре розвиненої кореневої системи здатна вилучати мінеральні речовини зі значної глибини і збагачувати верхній шар ґрунту, повертаючи їх разом з опадами. Головним постачальником опадів виступає деревостан у віці 40–60 років, тобто у період максимального росту. Складна структура насаджень сприяє збільшенню маси опадів [10].

Метою роботи було дослідити вміст Fe, Mg, Ca та P і визначити зольність у листовому опаді деревних насаджень захисних примагістральних лісосмуг траси М-18 (від м. Дніпро до м. Запоріжжя).

Матеріали та методи досліджень

Об'єктами виступали 2–3-рядні лісосмути переважно змішаного складу. Для аналізу вмісту макроелементів було обрано види дерев, що переважають в захисних смугах даного регіону: *Armeniaca vulgaris* Lam., *Ulmus pumila* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Juglans regia* L., *Catalpa bignonioides* Walter, *Acer platanoides* L., *Acer saccharinum* L. та *Acer negundo* L., *Tilia cordata* Mill., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus bolleana* Louche., *Elaeagnus angustifolia* L., *Morus alba* L. та *Fraxinus lanceolata* Borkh. В сумі ці породи складають 97,8 % на дослідній ділянці, кожний вид представлений не менш ніж 30-ма екземплярами на дослідному відрізку траси.

Відбір опадів здійснювали в примагістральних лісосмугах траси Дніпро-Запоріжжя наприкінці жовтня з використанням шаблону (розміром 100×100 см). Зі сформованої середньої проби відбирали зразки для хімічного аналізу. Вміст макроелементів (Fe, Mg, Ca, P) визначали за Х. Г. Починком [12] та А. С. Радовим [13] у трьох повтореннях. Зразки висушували до повітряно-сухого стану в сушильній шафі при температурі +105 °С. Проби повітряно-сухого матеріалу озольняли за температури +450 °С в муфельній печі. Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою пакету прикладних програм «Statistic for Windows».

Результати та їх обговорення

Проведені дослідження показали, що зольність опадів досліджених деревних видів сягає 4,1–8,3 %. Найбільшою зольністю характеризується опад *Catalpa bignonioides* (8,3 %), а також *Acer negundo* та *Ulmus pumila*, найменшою – *Aesculus hippocastanum* (4,1 %) і *Juglans regia* (4,3 %) (рис. 1).

Рисунок 1 – Зольність опадів деревних рослин придорожньої лісосмуги, % абсолютно сухої маси

Figure 1 – Ash content of the leaf fall of roadside planting, % of absolutely dry weight

Залізо відіграє провідну роль серед всіх важких металів, що містяться в рослинному організмі. Середній вміст заліза в рослинах становить 0,02–0,08 % (20–80 мг/кг сухої маси). Тому фактори, що обмежують доступність заліза для рослин, призводить до хлорозу. Часто нестача заліза спостерігається на лужних і вапняних ґрунтах, де високі величини рН перешкоджають його поглинанню [8].

Встановлено, що концентрація заліза в листковому опаді деревних рослин придорожньої лісосмуги коливається в межах 0,009–0,039 %. Найбільший вміст Fe характерний для *Aesculus hippocastanum*, а найменший – для *Populus bolleana* та *Elaeagnus angustifolia*. Досліджувані породи за вмістом

заліза у листковому опаді розміщуються наступним чином: *Populus bolleana* ≤ *Elaeagnus angustifolia* < *Fraxinus lanceolata* < *Juglans regia* < *Catalpa bignonioides* < *Armeniaca vulgaris* < *Morus alba* < *Tilia cordata* < *Acer negundo* ≤ *Robinia pseudoacacia* ≤ *Acer platanoides* ≤ *Acer saccharinum* < *Ulmus pumila* < *Aesculus hippocastanum* (рис. 2). І. І. Сараненко також встановила високу здатність гіркокаштану звичайного до акумуляції важких металів, зокрема заліза, на забруднених територіях [14]. Але, наприклад, С. Н. Коношина та С. Н. Хилкова [7] відмічають в аналогічних умовах низький вміст заліза в опаді *Aesculus hippocastanum* порівняно з іншими листяними породами.

Рисунок 2 – Вміст заліза в листковому опаді деревних рослин, % абсолютно сухої маси

Figure 2 – Iron content in the leaf fall of woody plants, % of absolutely dry weight

Магній входить до молекули хлорофілу і бере участь у роботі ряду ферментних систем, у підтриманні цілісності рибосом. Відомо також, що магній входить до складу молекули хлорофілу, і ступінь його накопичення може гальмуватися низьким рівнем освітлення [4].

Концентрація магнію в опаді деревних рослин примагістральної лісосмуги коливається в межах 0,16–0,42 %, що дещо перевищує середній вміст в рослинах, який складає 0,17 % [9]. Найбільший вміст елемента було виявлено у *Fraxinus lanceolata*, а також у *Catalpa bignonioides* і *Robinia pseudoacacia*. Найменша концентрація спостерігалась в опаді *Aesculus hippocastanum* і *Elaeagnus angustifolia* (рис. 2). Також досить низький вміст цього елемента, порівняно з іншими породами, виявлено у *Tilia cordata* і *Acer negundo*. Таку тенденцію до накопичення цього елемента спостерігали і в листках цих деревних рослин влітку – лідером за вмістом магнію був *Fraxinus lanceolata*, а найменша кількість виявлена у *Aesculus hippocastanum* [3].

Треба відмітити дещо більш високу концентрацію магнію в листовому опаді придорожного насадження порівняно з лісовим [1], але тільки для інтродукованих порід (рис. 3). Вміст магнію в опаді липової і берестово-ясеневі дібров не перевищував 0,28 %, що відповідає нашим даним для відповідних деревних видів.

Рисунок 3 – Вміст магнію в опаді деревних рослин, % абсолютно сухої маси

Figure 3 – Magnesium content in the leaf fall of woody plants, % of absolutely dry weight

Кальцій у значних кількостях виявляється в клітинних стінках і впливає на їх еластичність. Він бере участь також у метаболізмі азоту, активує кілька ферментів і є відносно малорухливим. За нестачі кальцію пошкоджуються меристематичні ділянки, особливо кінчики коренів. Надлишок цього елемента часто накопичується у вигляді кристалів оксалату кальцію в листках та здерев'янілих тканинах [9].

Концентрація кальцію в опаді деревних рослин придорожньої лісосмуги коливається в межах 1,84–2,47 %. Найменше його в опаді *Ulmus pumila*, *Catalpa bignonioides*, *Aesculus hippocastanum*, *Elaeagnus angustifolia* та *Acer saccharinum*. Дещо більше кальцію накопичується в опаді *Robinia pseudoacacia*, *Morus alba*, *Acer negundo*, *Populus bolleana*, *Fraxinus lanceolata*, *Tilia cordata*, *Juglans regia* та *Acer platanoides*. Максимальна його кількість виявлена у *Armeniaca vulgaris* (рис. 4).

Рисунок 4 – Вміст кальцію в опаді деревних рослин, % абсолютно сухої маси

Figure 4 – Calcium content in the leaf fall of woody plants, % of absolutely dry weight

Отже, вміст кальцію варіює в дуже вузькому діапазоні, тобто спостерігається слабка видоспецифічність за вмістом даного елемента в опаді дерев придорожнього насадження. Треба відмітити, що кількість кальцію в 1,5 рази перевищує його вміст в опаді байрачного насадження [1]. За даними М. Фритче та Г. Бекер [16], накопиченню цього елемента в придорожніх екосистемах сприяє знос проїжджої частини, транспортування будівельних матеріалів і добрив, а також природні процеси (ерозія прилеглого ґрунтового покриву), та використання протиожеледних реагентів.

Фосфор відноситься до найбільш значимих елементів у житті рослин, приймає участь у найважливіших біохімічних процесах. Виявлено, що вміст фосфору в опаді представників різних деревних видів коливається в межах 0,12–0,35 %. Найбільшу кількість даного елемента спостерігали у *Catalpa bignonioides* (0,35 %), досить багато цього елемента притаманно опаді *Armeniaca vulgaris*, *Morus alba* та *Acer platanoides*. Найменша концентрація фосфору визначена у *Robinia pseudoacacia* (0,12 %), мало цього елемента виявлено і в опаді *Fraxinus lanceolata* та *Acer saccharinum* (рис. 5).

Рисунок 5 – Вміст фосфору в опаді деревних рослин придорожньої лісосмуги, % абсолютно сухої маси

Figure 5 – Phosphorus content in the leaf fall of woody plants, % of absolutely dry weight

Отже, за підсумком можна відзначити, що *Robinia pseudoacacia* і *Ulmus pumila* накопичують значну кількість заліза і магнію, *Acer platanoides* – заліза, кальцію і фосфору, *Fraxinus lanceolata* – кальцію і магнію, *Catalpa bignonioides* – магнію і фосфору, *Armeniaca vulgaris* – кальцію і фосфору (табл. 1).

Таблиця 1 – Розподіл деревних видів за ступенем накопичення макроелементів в опаді

Table 1 – Distribution of tree species by the degree of accumulation of macroelements in the leaf fall

Елемент	Породи з найбільшим вмістом даного елемента в опаді
Fe	<i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Ulmus pumila</i> , <i>Acer saccharinum</i> і <i>Acer platanoides</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i>
Mg	<i>Fraxinus lanceolata</i> , <i>Catalpa bignonioides</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Ulmus pumila</i>
Ca	<i>Armeniaca vulgaris</i> , <i>Acer platanoides</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Tilia cordata</i>
P	<i>Catalpa bignonioides</i> , <i>Armeniaca vulgaris</i> , <i>Morus alba</i> , <i>Acer platanoides</i>

Оскільки вищезазначені елементи є біогенними, високий вміст їх в опаді окремих порід можна розглядати як позитивний вплив на збагачення ґрунту в придорожніх насадженнях. Це можна враховувати при добірї деревних видів для лісозахисних конструкцій.

Серед досліджених видів треба також виділити такі, у яких опад найбільш багатий за визначеними елементами. До таких деревних порід належить *Elaeagnus angustifolia* та *Populus bolleana*.

Висновки

1. Встановлено, що концентрація заліза в листовому опаді деревних рослин придорожньої лісосмуги коливається в межах 0,009–0,039 %, магнію – від 0,16 до 0,42 %, кальцію – від 1,84 до 2,47 %, фосфору – в межах 0,12–0,35 %.

2. Опід *Robinia pseudoacacia* і *Ulmus pumila* містить значну кількість заліза і магнію, *Acer platanoides* – залізо, кальцій і фосфор, *Fraxinus lanceolata* – кальцій і магній,

Catalpa bignonioides – магній і фосфор, *Armeniaca vulgaris* – кальцій і фосфор. Опад *Catalpa bignonioides*, *Acer negundo* та *Ulmus pumila* також характеризується високою зольністю. Можна рекомендувати ці види для лісосмуг як рослини, що найбільш ефективні у збагаченні ґрунту вищезазначеними макроелементами.

Література:

1. Бессонова В. П., Пономарьова О. А. Водопоглощающая способность и макроэлементный состав опада и подстилки природных дубовых биогеоценозов байрачного леса северной степи Украины. *Știința agricolă*. 2018. № 1. С. 77–84.
2. Бессонова В. П., Пономарьова О. А. Порівняльна оцінка життєвого стану інтродукованих і аборигенних деревних рослин примагістральної лісосмуги траси Дніпропетровськ–Донецьк. *Інтродукція рослин*. 2016. № 4 (72). С. 65–71.
3. Вовк А. О., Пономарьова О. А. Динаміка вмісту Fe, Ca, Mg в листках дерев примагістральної лісосмуги траси Дніпро–Запоріжжя. *Матеріали сьомої Міжнародної науково-практичної конференції «Рослини та урбанізація»*, 3 березня 2018. Дніпро, 2018. С. 137–140.
4. Громыко О. И. Влияние температуры и освещенности на поглощение и распределение магния и других катионов в растениях. Автореф. дис. канд. биол. наук. Москва, 1968. 18 с.
5. Иванисова Н. В., Давыденко Н. М., Куринская Л. В., Колесников С. И. Влияние придорожных лесонасаждений на шумопоглощение и освещенность. *Успехи современного естествознания*. 2018. № 11–1. С. 37–42; URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36902> (дата обращения: 04.09.2019).
6. Иванова А. С. Влияние параметров придорожных лесных полос на снижение шума вблизи автомобильных дорог (на примере Саратовского правобережья): дис.... канд. биол. наук : 03.02.08 / Саратов, 2014. 118 с.
7. Копылова Л. В. Аккумуляция железа и марганца в листьях древесных растений в техногенных районах

Забайкальского края. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2010. № 1–3. С. 709–712.

8. Коношина С. Н., Хилкова С. Н. Накопление ионов тяжелых металлов в листовом опаде различных видов древесных растений на урбанизированных территориях. *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2015. № 2. С. 29–35.

9. Крамер П. Д., Козловский Т. Д. Физиология древесных растений: Пер. с англ. Москва : Лесн. пром-сть, 1983. 464 с.

10. Луганский Н. А., Залесов С. В., Щавровский В. А. Лесоведение: учебное пособие. Урал. гос. лесотехн. академия. Екатеринбург, 1996. 373 с.

11. Пономарева Е. А. Анализ состояния защитных придорожных насаждений трассы Днепропетровск–Запорожье. *Вестник Донского государственного аграрного университета*. № 3 (17.1), 2015. Часть 1. С. 52–60.

12. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. Киев : Наукова думка, 1976. 132 с.

13. Радов А. С., Пустовой И. В., Корольков А. В. Практикум по агрохимии. Москва : Колос, 1965. 377 с.

14. Сараненко І. І. Екологічні особливості поглинання важких металів деревними рослинами північної частини міста Кременчука. *Біологічні системи*. 2015. Т. 7, Вип. 2. С. 206–210.

15. Фурдичко О. І., Стадник А. П. Лісові меліорації як основний фактор стабілізації степових екосистем. *Екологія та ноосферологія*. 2008. Т. 19, № 3–4. С. 13–24.

16. Fritzsche M., Becker G. Schadstoffgehalte von Bankettschäl und Kehr gut und deren umweltverträgliche Entsorgung. *Forschungsbericht FE. No. 03.222-R-90-I. Münster: Fachhochschule Münster Verlag*, 1992. 165 p.

**THE ACCUMULATION OF MACROELEMENTS IN THE
LEAF FALL OF ROADSIDE PLANTATIONS (ALONG
THE DNIEPER-ZAPORIZHZHIA HIGHWAY)**

Ponomaryova E. A.

Dnipro State Agrarian and Economic University

lponomareva@i.ua

The root systems of woody plants are capable of extracting minerals from considerable depth and enriching the topsoil with the help of leaf fall. The highest volume of leaf fall is given by the stand of complex structure during the period of maximum growth. The multi-tiered structure of the trees plantations contributes to the increase in the mass of leaf fall.

The contents of Fe, Mg, Ca, P and the ash content in the leaf fall of roadside shelterbelts of the M-18 route (on the section from Dnipro to Zaporizhzhia) were investigated. The objects were 2–3-row forest belts of predominantly mixed composition.

Species of trees that prevail in the shelterbelts of a given region are *Armeniaca vulgaris* Lam., *Ulmus pumila* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Juglans regia* L., *Catalpa bignonioides* Walter, *Acer platanoides* L., *Acer saccharinum* L. та *Acer negundo* L., *Tilia cordata* Mill., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus boleana* Louche., *Elaeagnus angustifolia* L., *Morus alba* L. and *Fraxinus lanceolata* Borkh. Leaf fall selection was carried out in the forest belts at the end of October.

It was found that the concentration of iron in the leaf fall of woody plants ranges from 0.009–0.039 %. The highest Fe content is typical for *Aesculus hippocastanum*, slightly less for *Robinia pseudoacacia*, *Acer platanoides*, *Acer saccharinum*, *Ulmus pumila*. Small amount of this element is found in the litter of *Populus boleana* and *Elaeagnus angustifolia*. The magnesium content of woody plants of primary trunk forests ranges from 0.16–0.42 %. The highest content of this element was found in *Fraxinus lanceolata*, *Catalpa bignonioides* and *Robinia pseudoacacia*. The lowest concentration was observed in leaf litter of *Aesculus hippocastanum* and *Elaeagnus angustifolia*.

The concentration of calcium in the leaf fall of trees of the roadside planting ranges from 1.84–2.47 %. The maximum amount of calcium was found in *Armeniaca vulgaris*, the lowest in

the leaf falls of *Ulmus pumila*, *Catalpa bignonioides*, *Aesculus hippocastanum*, *Elaeagnus angustifolia* and *Acer saccharinum*.

The phosphorus content of the representatives of different tree species ranges from 0.12–0.35 %. The highest amount of this element was observed in *Catalpa bignonioides* (0.35 %), large percentage of this element characterizes *Armeniaca vulgaris*, *Morus alba* and *Acer platanoides*. The lowest phosphorus concentration was detected in *Robinia pseudoacacia* (0.12 %).

The highest ash content was found in leaf falls of *Catalpa bignonioides*, as well as *Acer negundo* and *Ulmus pumila*. The smallest amount of ash content was detected in *Aesculus hippocastanum* and *Juglans regia*.

Thus, *Robinia pseudoacacia* and *Ulmus pumila* accumulate significant amounts of iron and magnesium, *Acer platanoides* – iron, calcium and phosphorus, *Fraxinus lanceolata* – calcium and magnesium, *Catalpa bignonioides* – magnesium and phosphorus, *Armeniaca vulgaris* – calcium and phosphorus. In tree species such as *Elaeagnus angustifolia* and *Populus boleana*, the leaf fall is the poorest by content of certain elements.