

ECOLOGY

Шляхи оптимізації екологічного стану міських насаджень

О. О. Гололобова, Н. Є. Телегіна, Н. В. Толстякова

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-157VI17-12>

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна
Corresponding author. E-mail: valeo.elena@gmail.com

Paper received 16.01.18; Accepted for publication 22.01.18.

Анотація. В статті вивчається підвищення стійкості міських зелених насаджень шляхом застосування інноваційних кремнієвмісних концентратів. Показано, що дворазове листкове підживлення сприяло оптимізації азотного, фосфорного та калійного режимів. Доведений детокс-ефект: зниження вмісту свинцю в листі *Aesculus Hippocastanum* L. становило 63,01 %, кадмію – 27,78%. В листі *Tilia Cordata* Mill. вміст свинцю знижується на 53,66 %, кадмію на 20%.

Ключові слова: кремнієво-калійне підживлення, важкі метали, детокс-ефект, міські насадження, *Aesculus Hippocastanum* L., *Tilia Cordata* Mill., біогенні елементи.

Вступ. Можливості озеленення складають великий резерв у вдосконаленні міського середовища, підтримки її стабільності. Розвиток великих міст переконливо свідчить про те, що багато з сучасних видів діяльності людини не відповідають цілям збереження сприятливих умов для природного оточення, в тому числі для зелених насаджень [4, 5, 6]. Актуальним є пошук ефективних, але безпечних для мешканців населених пунктів агро-екологічних прийомів підвищення стійкості міських зелених насаджень до несприятливих факторів міського середовища та можливість їх регулярного застосування. Дослідження провідних світових вчених останніх років підкреслюють надзвичайну важливість кремнієвого живлення рослин в формуванні стійкості рослин до біотичних та абіотичних стресів [3, 7, 10]. В Україні науково-виробничою компанією «Квадрат» виробляється інноваційний препарат «Квантум-Аквасил», який містить 8-10% калію та 20% кремнію, а також 1% гумінових речовин для покращення засвоєння і проникнення. «Квантум-Аквасил» (кремнієво-калійний концентрат проти біотичних та абіотичних стресів) – добриво з вмістом кремнію, основна функція якого посилення і підтримка рослин у стресових умовах [2].

Мета роботи: визначити шляхи оптимізації екологічного стану міських насаджень (на прикладі урбосистеми м. Харкова).

Об'єкт дослідження: міські алейні насадження каштану (*Aesculus Hippocastanum* L.) та липи (*Tilia Cordata* Mill.).

Завдання:

- надати агро-екологічну оцінку дії кремнієво-калійного листкового підживлення на вміст біогенних елементів в листі каштану та липи;

- визначити детокс-ефект в листі та квітах багаторічних деревних насадженнях липи та каштану при листковому кремнієво-калійному підживленні.

Матеріали і методи. Для вивчення ефективності застосування кремнієво-калійного листкового підживлення на надходження елементів мінерального живлення та детокс-дії в зелених насадженнях каштану і липи нами було проведено ряд власних польових та лабораторних досліджень на протязі 2015-2017 рр. Дослідження проводили на зелених алейних насадженнях низькорослих форм каштану та липи висотою до 4 м, розташованих на території Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Засвоєння кремнію кореневою системою рослин складає максимум 1-5% від наявної кількості доступних форм у ґрунтового розчині. При

обприскуванні вегетуючих рослин водним розчином кремнію, рівень його поглинання листям досягає 30-40% [3, 10]. Тому агроприйомом нашого вибору стало листкове підживлення насаджень липи і каштану, яке проводилося 0,5% розчином препарату стандартним обприскуванням у вечірній час. Проводили дві обробки. Перша з них була проведена у фазі початку цвітіння для каштану та у фазі формування повного листа липи. Друга проводилася після першої у фазі формування бутонів квітів липи та у фазі повного цвітіння каштану. Після проведення другої обробки по роках наприкінці червня та на початку липня були відібрані зразки листя. Другий відбір листя по роках досліджень відбувся наприкінці червня, на початку серпня. Аналіз проводився на вміст NPK, важких металів в аналітичній лабораторії у відділі агрохімії ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського.

Результати та їх обговорення. Результати дослідження вмісту елементів живлення в листі оброблених дерев каштану за 2015-2017 рр. представлені в таблиці 1.

За 3 роки досліджень середній вміст азоту при першому відборі за рахунок підживлення підвищився на 0,19%, при другому – на 0,13%. Середній вміст фосфору при першому відборі підвищився на 0,04%, при другому – на 0,11%. Середній вміст калію при першому відборі складав в необробленому листі 0,93% і підвищився в обробленому листі каштану до 1,07%. Вміст калію збільшився в зразках листя другого відбору на 0, 24%. Це очікувано, тому що добриво містить 10% калію.

Таблиця 1. – Вміст NPK у повітряно-сухій масі листя *Aesculus hippocastanum* L., %, 2015-2017 рр.

	N			P			K		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
1-й відбір									
1*	1,64	1,48	1,3	0,30	0,46	0,4	0,57	1,50	0,72
2*	1,92	1,81	1,25	0,36	0,48	0,44	1,07	1,40	0,75
2-й відбір									
1	1,88	1,64	1,15	0,29	0,34	0,34	0,98	0,90	0,63
2	1,94	1,83	1,3	0,36	0,48	0,47	1,25	1,25	0,72

1* - Контроль; 2* - Підживлення.

Вміст NPK у повітряно-сухій масі листя липи представлений у таблиці 2.

В середньому за три роки досліджень вміст азоту в зразках листя липи без обробітки складав 2,25%, з обробіткою – 2,45%, тобто збільшення складало 0,2%.

На вміст фосфору в листі липи досліджуваний агроприйом вплинув позитивно, його середній вміст при

застосуванні агроприйому підвищився на 0,08%. Вміст калію збільшився на 0,16% при першому відборі, на 0,17% при другому.

Таблиця 2. – Вміст NPK у повітряно-сухій масі листя *Tilia cordata* Mill., %, 2015- 2017 рр.

Варіант	N			P			K		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
1-й відбір									
1*	2,44	2,61	1,98	0,33	0,37	0,53	1,26	1,50	1,29
2*	2,51	2,86	2,09	0,37	0,54	0,57	1,32	1,8	1,41
2-й відбір									
1	2,25	2,74	1,45	0,35	0,39	0,34	1,40	1,5	0,54
2	2,66	2,85	1,70	0,37	0,56	0,41	1,40	1,74	0,81

1* – Контроль; 2* – Підживлення.

Тобто листкове підживлення кремнієво-калійним концентратом «Квантум-Аквасил» сприяло оптимізації азотного, фосфорного, калійного живлення. Це проявилось в тому, що більш тривалий період вегетації оброблені дерева були забезпечені біогенними елементами на

тому рівні, якій отримали дерева без підживлення тільки в період цвітіння.

Наступним завданням дослідження стало вивчення детокс-дії кремнієво-калійного листкового підживлення. Для цього ми проводили дослідження вмісту важких металів (Zn, Cd, Ni, Co, Fe, Mn, Pb, Cu, Cr) у листі липи та каштану. Результати аналізу вмісту важких металів в листі каштану та липи за 2015-2017 рр. представлені в таблицях 3-4.

Узагальнюючи дані трирічних досліджень ми можемо констатувати, що після обробки листя каштану зменшилась концентрація таких елементів: марганцю з 71,52 до 51,93 мг/кг, міді з 6,18 до 5,33 мг/кг (див. табл. 3). Концентрація небезпечного свинцю зменшується в 2,71 разів та кадмію в 1,38 рази. Практично не здійснив вивчаємий прийом вплив на вміст цинку та нікелю.

Концентрація кадмію в листі липи зменшилася в 1,2 рази, свинцю в 2,2 рази. Зменшується концентрація: цинку з 23,28 до 19,11 мг/кг; заліза з 183,93 до 157,92 мг/кг; мангану з 51,82 до 49,37 мг/кг; хрому з 2,97 до 1,68 мг/кг (див. табл. 4).

Таблиця 3. – Вміст ВМ у листі *Aesculus hippocastanum* L., мг/кг п. с. м., середнє за 2015-2017 рр.

Варіант	Zn	Cd	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu	Cr
К*	10,32	0,18	0,99	1,25	150,22	71,52	2,73	6,18	1,56
П*	10,15	0,13	1,06	1,55	102,27	51,93	1,01	5,33	2,29
% до К	98,29	72,22	106,88	123,86	68,08	72,61	36,99	86,24	146,79

К* – Контроль; П* – Підживлення.

Збільшилася концентрація міді в 1,11 рази, це можна прийняти як позитивний результат, оскільки мідь має

біогенні властивості і бере участь в живленні рослин (див. табл. 4).

Таблиця 4. – Вміст ВМ у листі *Tilia cordata* Mill., мг/кг п. с. м., середнє по роках, 2015-2017 рр.

Варіант	Zn	Cd	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu	Cr
К*	23,28	0,10	0,37	0,57	183,93	51,82	2,46	4,89	2,97
П*	19,11	0,08	0,48	0,84	157,22	49,37	1,14	5,44	1,68
% до К	82,08	80,00	130,18	147,45	85,48	95,28	46,34	111,22	56,71

К* – Контроль; П* – Підживлення.

Тобто, важливим результатом нашої роботи стало виявлення дії кремнієво-калійного листкового підживлення зелених насаджень каштану та липи, яке дає стійкий детокс-ефект по відношенню до свинцю. В зразках листя дерев, які були оброблені кремнієво-калійним концентратом зниження вмісту свинцю складало для каштану 63,01 %, для липи 53,66 %. В листі липи концентрація кадмію зменшилася на 20%, в листі каштану на 27,78%. Тобто можливо зробити попередній висновок, що в умовах досліду майже 63% для каштану та приблизно 54% вмісту свинцю для липи складає контамінація за рахунок аерального поглинання цього елемента.

У рослинних організмах для свинцю характерним є акропетальний розподіл: коріння > стебло (листя). Кадмій досить легко проникає через коріння в листя, де йде його накопичення [1]. Результати експерименту свідчать, що в досліді контамінація кадмієм листя каштана за рахунок аерального поглинання склала близько 28%, листя липи – 20%.

Показником порушення природного співвідношення елементів в рослині є ставлення біогенних елементів до

токсичних елементів на забруднених територіях [11]. В роботі Foy et all показано, наземні частини рослин накопичують великі кількості нікелю за рахунок аерального поглинання, при цьому надходження біогенного заліза знижується [8].

Результати наших досліджень показують, що для листя каштана відношення Fe / Pb на контролі значно вужче, ніж при обробці. В середньому за три роки досліджень ставлення Fe / Pb склало на контролі 46, при обробці 608; відношення Fe / Ni на контролі 165, при обробці 242; відношення Fe / Cd на контролі було на 1% вище, ніж при обробці: 2091 і 2020 відповідно (таблиця 5).

Тобто, для листя каштана детокс-ефект проявився в такий спосіб: детокс-ефект Pb > детокс-ефект Ni > детокс-ефект Cd.

Обробка кремнієво-калійним концентратом листя липи також сприяла детокс-ефекту, який проявився в такий послідовності: детокс-ефект Pb > детокс-ефект Cd (таблиця 6).

Таблиця 5. – Співвідношення заліза та токсичних елементів в листі *Aesculus hippocastanum* L.

Fe/Me	08.07.2015		22.07.2017		02.07.2017	
	Контроль	Підживлення	Контроль	Підживлення	Контроль	Підживлення
Fe/Pb	72	1027	33	726	34	71
Fe/Ni	71	82	143	564	280	81
Fe/Cd	569	1141	1892	2310	3813	2758
Fe/Cr	301	89	43	43	146	50

Таблиця 6. – Співвідношення заліза та токсичних елементів в листі *Tilia cordata* Mill.

Fe/Me	08.07.2015		22.07.2017		02.07.2017	
	Контроль	Підживлення	Контроль	Підживлення	Контроль	Підживлення
Fe/Pb	46	82	45	155	56	372
Fe/Ni	151	162	3519	665	761	324
Fe/Cd	4087	7729	2199	3401	2926	2160
Fe/Cr	198	207	39	52	50	104

Таким чином, наші дослідження протягом 2015-2017 рр. показали, що для листя липи, так і для листя каштана обробка кремнієво-калійним концентратом сприяла прояву стійкого детокс-ефекту щодо свинцю, при цьому детокс-ефект для листя каштана проявився значно сильніше. Отриманий ефект можна пояснити різною здатністю рослин засвоювати цей біофільний елемент.

Кремній в листі відкладається у вигляді мікрометрового шару безпосередньо під тонким шаром кутикули, утворюючи подвійний кутикулярно-кремнієвий захисний шар на поверхні листя. Ці накопичення кремнію захищають рослини від дії абіотичних і біотичних стресів [9].

Висновки. Поглинання кремнію листям при обприскуванні їх кремнієвмісними розчинами є ефективним агрозаходом підвищення вмісту кремнію в листі рослин. Але кількісно він проявляється по-різному, так як поглинання цього елемента і, отже, детокс-ефект, на наш погляд, кореспондує з якістю природного «силіконового покриття» листа. Листя липи більш щільні, міцні, можна припустити, що вони природно краще захищені від зовнішніх впливів, ніж листя каштана. Тому, детокс-ефект на природно менш захищених, з менш вираженим «силіконовим покриттям» листі каштана проявився значно сильніше.

ЛІТЕРАТУРА

- Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В. Б. Ильин – Новосибирск: Наука. 1991. 151 с.
- Квантум. Хелатні добрива [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://quantum.ua/ru/>
- Матыченко В. В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва растение / Дисс. докт. биол. наук, – Пушчино, 2008. – 34 с.
- Нефедов В. А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды / В. А. Нефедов, СПб. : Полиграфист, 2002. – 295 с.
- Тюльдюков В. А. Газоуплотнение и озеленение населенных территорий / В. А. Тюльдюков, И. В. Кобозев, Н. В. Паракхин. – М. : Колос, 2002. – 146 с.
- Экологические аспекты градостроительства / Науч.-исслед. ин-т теории архитектуры и градостроительства. Сост. И. А. Бескин, Т. И. Алексеева. – М, 1992. – 32 с. – (Экол. вопр. архитектуры и градостроительства : Обзор, информ.; Вып. 3).
- Bocharnikova E. A. Silicon Fertilizer Efficiency / E. A. Bocharnikovaa, S. V. Loginov, V. V. Matychenkov, P. A. Storozhenko // Russian agricultural sciences Vol. 36, No 6, 2010, pp. 446-448.
- Foy C. D. The physiology of metal toxicity in plants. / C. D. Foy, R. L. Ghaney, M. C. White // Ann. Rev. Plant Physiol., 1978. V 29, pp.511-560.
- Ma J. F. Silicon uptake and accumulation in higher plants. / J. F. Ma, N. Yamaji // Trends Plant Sci. 2006 Aug; 11(8), pp. 392-397.
- Matichenkov V. V. The influence of silicon fertilizers on plants and soil / Vladimir V. Matichenkov, Elena A. Bocharnikova, Yana M. Amosova // Butlerov Communications. No.9, Vol.43. 2015, pp 17-25.
- Motyleva S. Ecotoxicological studies in garden agrocenosis / S. Motyleva, I. Kylikov // Agrobiodiversity, 2016, pp. 170–176.

REFERENCES

- Il'in V. B. Heavy metals in the soil-plant system / V. B. Il'in // Novosibirsk: Nauka. 1991. 151 с.
- Quantum Chelated fertilizers [Electronic resource] – Access mode: <http://quantum.ua/ru/>
- Matychenkov V.V. Role of Mobile Silicon Compounds in Plants and Soil-Plant System // *Doctoral Dissertation*, Pushchino, 2008.
- Nefedov V. A. Landscape design and stability of the environment / V. A. Nefedov, St. Petersburg. : Polygraphist, 2002. – 295 p.
- Tuldyukov V. A. Lawn science and gardening of the inhabited territories / V. A. Tyuldyukov, I. V. Kobozev, N. V. Parakhin. – M.: Kolos, 2002. 146 p.
- Ecological aspects of town planning / Scientific research institute of the theory of architecture and urban planning. Compilers: I. A. Beskin, T. I. Alekseeva. M, 1992. 32 p. (Environmental issues of architecture and urban development: an overview, information, issue 3).

Ways to optimize the ecological condition of urban plantations

O. O. Gololobova, N. E. Telegina, V. V. Tolstyakova

Abstract. The paper studies the sustainability of urban green plantations through the use of innovative silicon-containing concentrates. It was shown that two-fold Si-K foliar top-dressing contributed to the optimization of nitrogen, phosphorus and potassium regimes. The resulted detox effect: the reduction of lead content in the leaves of *Aesculus Hippocatanum* L. was 63.01%, cadmium – 27.78%. In the leaves of *Tilia Cordata* Mill. the lead content is reduced by 53.66%, cadmium by 20%.

Keywords: silicic-potash top-dressing, heavy metals, detox effect, urban plantations, *Aesculus Hippocatanum* L., *Tilia Cordata* Mill., nutrient elements.

Пути оптимизации экологического состояния городских насаждений

Е. А. Гололобова, Н. Е. Телегина, В. В. Толстякова

Аннотация. В статье изучается повышение устойчивости городских зеленых насаждений путем применения инновационных кремнийсодержащих концентратов. Показано, что двукратная листовая подкормка способствовало оптимизации азотного, фосфорного и калийного режимов. Доказанный детокс-эффект: снижение содержания свинца в листьях *Aesculus Hippocatanum* L. составило 63,01%, кадмия – 27,78%. В листьях *Tilia Cordata* Mill. содержание свинца снижается на 53,66%, кадмия на 20%.

Ключевые слова: кремниево-калийная подкормка, тяжелые металлы, детокс-эффект, городские насаждения, *Aesculus Hippocatanum* L., *Tilia Cordata* Mill., биогенные элементы.