

ВМІСТ ЗАЛІЗА ТА ІОНІВ У СИСТЕМІ ҐРУНТ-ВОДА-РОСЛИНА В ЗОНІ ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаніка

Валові та розчинні форми заліза і аніонів (хлоридів, сульфатів, нітратів), величини рН, ОБП в ґрунті, воді та тканинах чистотілу залежать від сезону року і віддалі до джерела забруднення. Найбільш небезпечною для довкілля є зона промислових площадок.

Ключові слова: залізо, аніони, ґрунт, вода, чистотіл, БуТЕС.

Н. В. Довганич, І. В. Мазепа

Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаника

СОДЕРЖАНИЕ ЖАЛЕЗА И ИОНОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-ВОДА-РАСТЕНИЕ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ БУРШТЫНСКОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Валовые и растворимые формы железа и анионов (хлоридов, сульфатов, нитратов), величины рН, ОБП в почве, воде и тканях чистотела зависят от сезона года и расстояния до источника загрязнения. Наиболее опасной для окружающей среды является зона промышленных площадок.

Ключевые слова: железо, анионы, почва, вода, чистотел, БуТЭС.

N. W. Dovhanych, I. W. Mazepa

Przycarpathian National University named after Vasyl Stefanyk

CONTENT OF IRON AND IONS IN SOIL-WATER-PLANTS SYSTEM NEAR ENVIRONMENTAL IMPACT OF BURSHTYNSKA THERMAL POWER PLANT

Gross and soluble forms of iron and anions (chlorides, sulfates, nitrates), pH, oxidation and renewal potential in soil, water and tissues of celandine depends on the season, and distance to the source of contamination. The most dangerous for the environment is the area of industrial sites.

Key words: iron, anions, soil, water, celandine, thermal power station in Burshtyn.

В структурних компонентах біосфери серед важких металів залізо займає особливе місце за кількісним вмістом і хімічною активністю. Геохімічні функції заліза проявляються значною різноманітністю, яка обумовлена здатністю металу змінювати валентність в залежності від фізико-хімічних умов середовища (Водяницький, 1989, 2008; Зонн, 1982). В ґрунтах залізо знаходиться у вигляді оксидів та гідроксидів, активність яких залежить від окисно-відновних умов середовища та ступеня окислення сполук, з якими метал взаємодіє. Окисні та лужні умови середовища сприяють осадженню металу, а кислі та відновні властивості підвищують розчинність сполук заліза та їх засвоєння рослинами (Линник, 1986).

Основними хімічними реакціями, що збільшують розчинність сполук заліза є реакція гідролізу та комплексоутворення. На розчинність сполук заліза впливають карбонати, сульфідні та сульфатні. В ґрунтах частка розчинних форм незначна. Серед неорганічних форм заліза активними є: Fe^{3+} , $Fe(OH)_2^+$, $Fe(OH)_2^{2+}$, Fe^{2+} , $Fe(OH)_3^-$, $Fe(OH)_4^{2-}$. На співвідношення цих форм впливає наявність кисню та величина рН (Ладонин, 2002; Кабата-Пендіас, 1989).

В кислих ґрунтах вміст розчинних форм неорганічних сполук заліза вищий, ніж у нейтральних чи основних. Тому в кислих добре аерованих ґрунтах сполуки двохвалентного заліза можуть досягати токсичних для рослин концентрацій. За нейтральних значень ґрунту може наступити дефіцит металу, що призводить до обмеженого надходження заліза в рослини (Justafson, 2007).

Вивчення вмісту заліза, як і інших металів в компонентах біогеоценозів проводиться переважно на рівні дослідження валового вмісту. Маючи

феноменологічне значення ці результати практично не дають інформації про участь елемента в хімічних перетвореннях трофічного ланцюга, зокрема, в метаболічних процесах біотичної компоненти біогеоценозу (Зонн, 1982).

Як елемент-біотик залізо має відношення практично до більшості фундаментальних процесів в біологічних системах, зокрема, синтезу макромолекул та енергетичного обміну. Важлива роль заліза в стабілізації вторинної структури ДНК, процесах тканинного дихання, росту і розмноження, та вільно-радикального окислення.

Участь заліза у вільно-радикальному окисленні особливо актуальна в контексті гіпотези Н. М. Емануеля за етіологічну роль вільних радикалів у виникненні злоякісного росту. Тому вивчення біологічної ролі вільних радикалів та участі заліза в процесах радикалогенезу має важливе наукове значення. Це мотивовано тим, що загально визнаною є думка про те, що в умовах антропогенного забруднення біосфери активація вільно-радикальних процесів є провідною в патогенезі злоякісних пухлин.

В мінливих умовах хімічного середовища важко прогнозувати поведінку заліза, навіть в напрямку зміни ступеня його окислення, оскільки в реальних умовах хімічного процесу, крім двох- чи трьох- валентного заліза можливі перехідні ступені окислення (Brennan, 1998; Груздків, 2009; Fredrickson, 1996).

В даній роботі представлені результати дослідження вмісту валової та розчинної фракцій заліза, концентрації хлоридів, сульфатів і нітратів, величини рН і окисно-відновного потенціалу (ОВП) в трофічному ланцюгу «грунт – вода – рослина» за умов забруднення Бурштинською тепловою електростанцією (БуТЕС) навколишнього середовища.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проведені на території БуТЕС (промислової зони) та зони впливу БуТЕС на відстані від забруднювача 8 км (с. Слобідка) та 16 км (Галицький національний парк) у відповідності до міжнародної растрової сітки 8×8 км та з врахуванням потреб локального моніторингу (Парпан, 2009). Контролем слугувала територія в басейні р. Лімниця на віддалі 30 км від джерела забруднення.

Вміст валової та розчинної фракцій заліза в досліджуваних компонентах біогеоценозів (грунт, вода, чистотіл) визначено атомною емісійною спектроскопією з індуктивно зв'язаною аргонною плазмою, з використанням високоточної аналітичної системи Плазмаквант-110.

Концентрацію хлоридів, сульфатів та нітратів величину рН та ОВП в ґрунтах та воді визначено за допомогою селективних електродів згідно з методиками Держстандарту України.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вміст валового і рухомого заліза в ґрунтах на території БуТЕС, яка є найбільшим забруднювачем Прикарпаття і входить до 100 найбільших забруднювачів України є різними. Вміст валового заліза на відстані 8 та 16 кілометрів достовірно вищий, ніж на контрольній ділянці (рис. 1). Вміст металу нижчий ніж кларк заліза в земній корі і протягом року суттєво не змінюється. Вміст заліза залежить від сезону року і відстані до забруднювача.

Розчинене залізо складає незначну частину від вмісту валової форми. Проте, загальна тенденція змін цієї форми аналогічна зміні валового заліза з певними сезонними особливостями і також залежить від віддалі до основного забруднювача (рис. 2).

Оскільки розчинність заліза підвищується при реакціях гідролізу та утворенні розчинних комплексів, важливо було дослідити величину рН та окисно-відновний потенціал (ОВП), від яких залежить хімічна поведінка металу.

У водній витяжці з ґрунту величини рН на контрольній ділянці не встановлено сезонної залежності (рис. 3). В той час як на території БуТЕС і на відстані 8 км у літній період величина рН знижується, у осінній період вона достовірно змінюється в сторону збільшення навіть на територіях, що на 16 км віддалені від забруднювача.

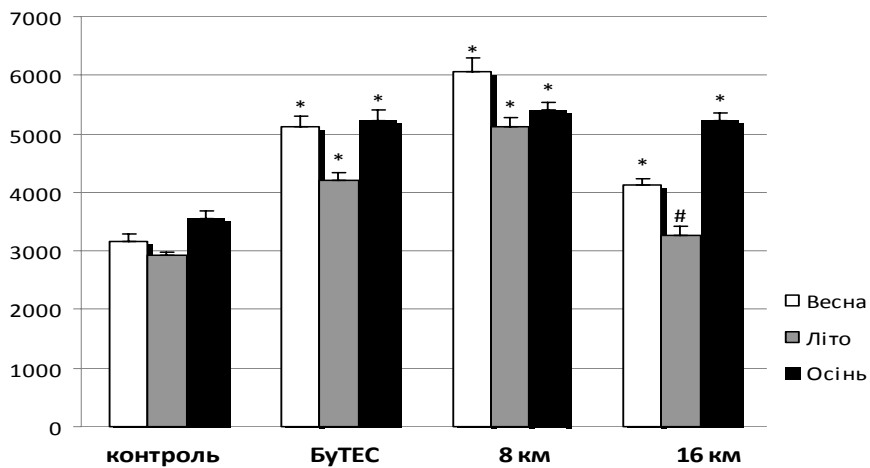


Рис. 1. Сезонний вміст валового заліза в ґрунтах (мг/кг, n=8)

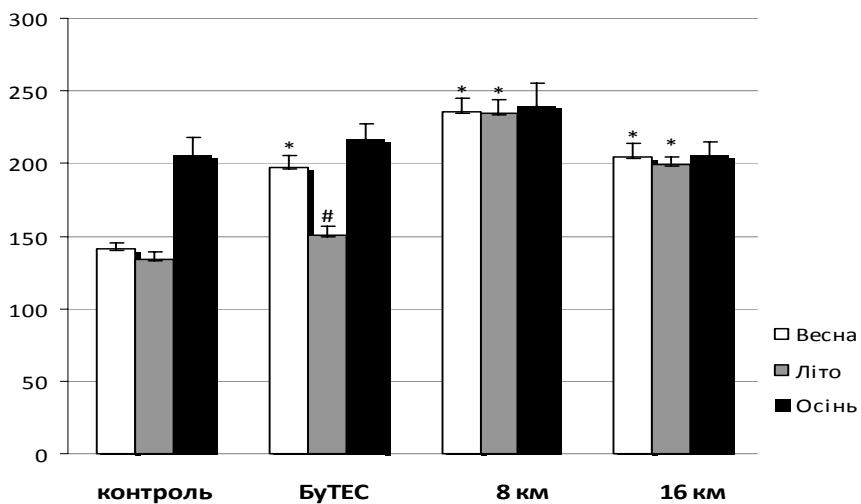


Рис. 2. Сезонний вміст рухомого заліза в ґрунтах (мкг/кг, n=8)

Окисно-відновний потенціал у весняний період достовірно зростає на всіх дослідних територіях у порівнянні з контролем (рис. 4). Аналогічна направленість змін встановлена літом і восени, досягаючи максимального рівня на території БуТЕС і на відстані 8 км від неї.

Аніонний склад (хлориди, нітрати, сульфати) ґрунту на промплощадках БуТЕС і в зоні її впливу характеризується достовірним підвищенням з максимальними величинами у весняний та літній періоди року порівняно з контролем (рис. 5, 6, 7).

У воді контрольної території вміст загального заліза коливається в межах 189-249 мкг/л і практично не змінюється за сезон. На площадках БуТЕС і територіях, що знаходяться на відстані 8 км, вміст загального металу достовірно зростає, проявляючи тенденцію до його нормалізації на відстані 16 км (рис. 8).

Вміст розчинної форми заліза у воді змінюється у сезон року і від відстані до БуТЕС (рис. 9). Зокрема, на контрольній території рівень металу має тенденцію до підвищення влітку і восени. На промплощадках БуТЕС вміст заліза у порівнянні з контролем достовірно сезонно підвищується, тоді як на відстані 16 км збільшення менш виражені й наближаються до контролю.

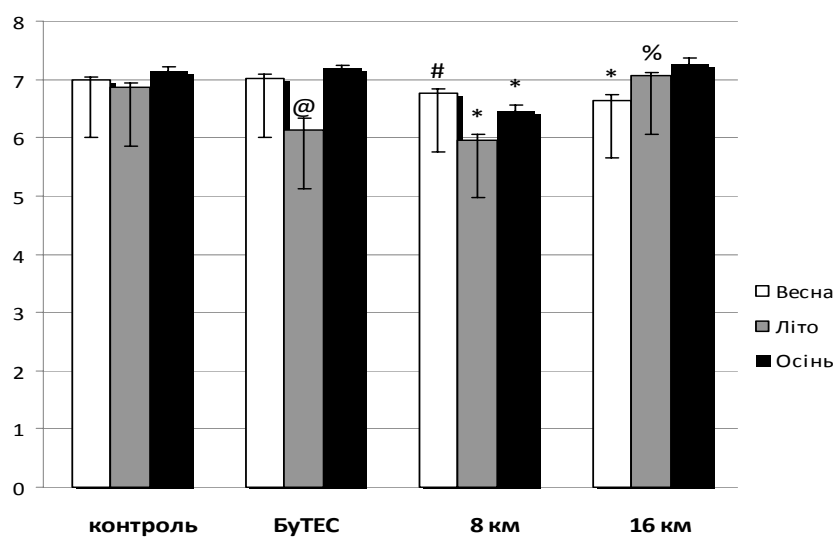


Рис. 3. Сезонні величини рН в ґрунтах (одиниці, n=8)

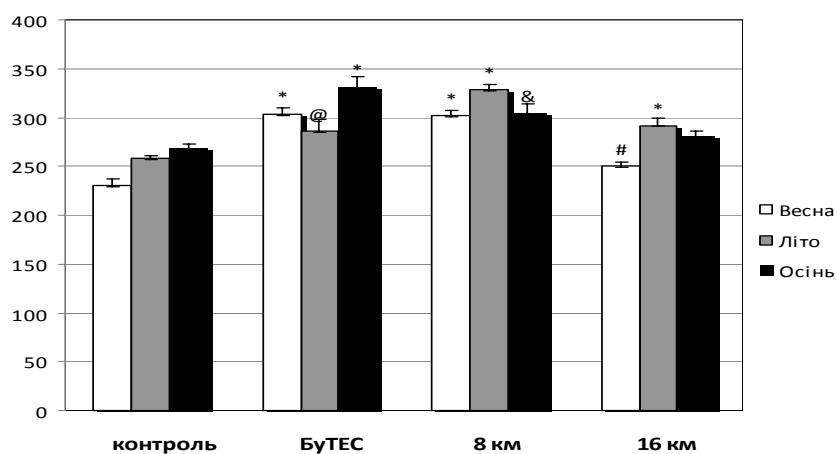


Рис. 4. Сезонні величини ОВП ґрунту (+mV, n=8)

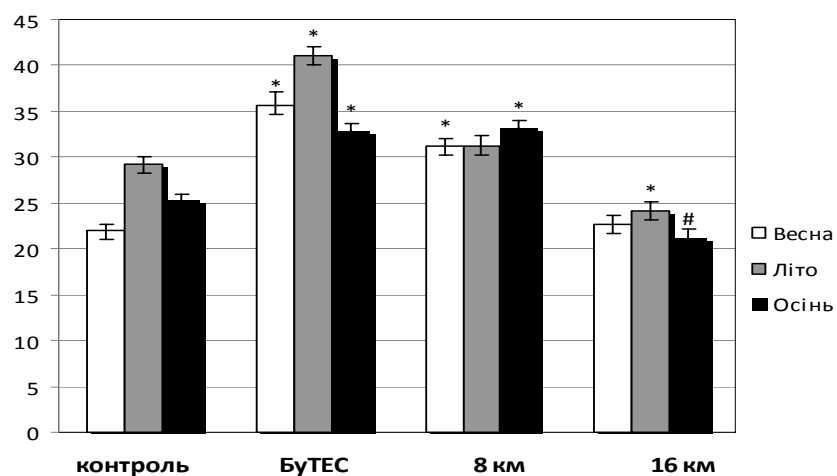


Рис. 5. Сезонний вміст хлоридів ґрунту активного впливу БуТЕС (мг/кг, n=8)

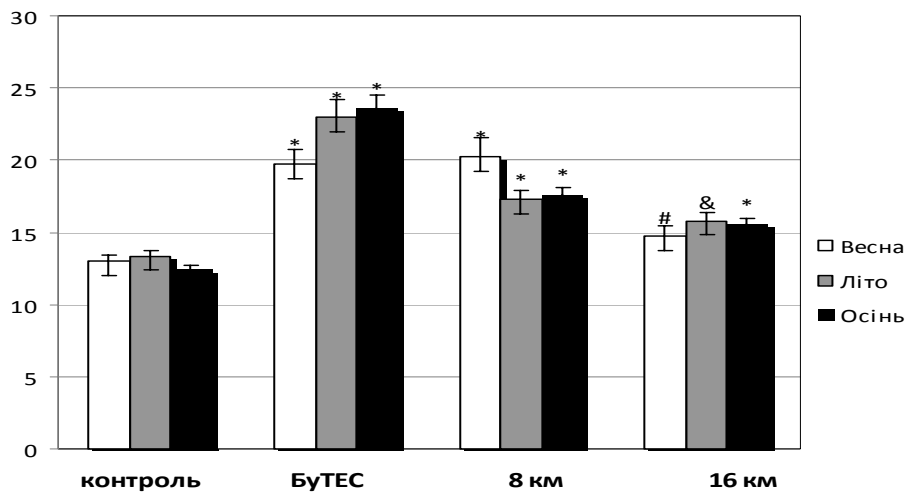


Рис. 6. Сезонний вміст нітратів ґрунту (мг/кг, n=8)

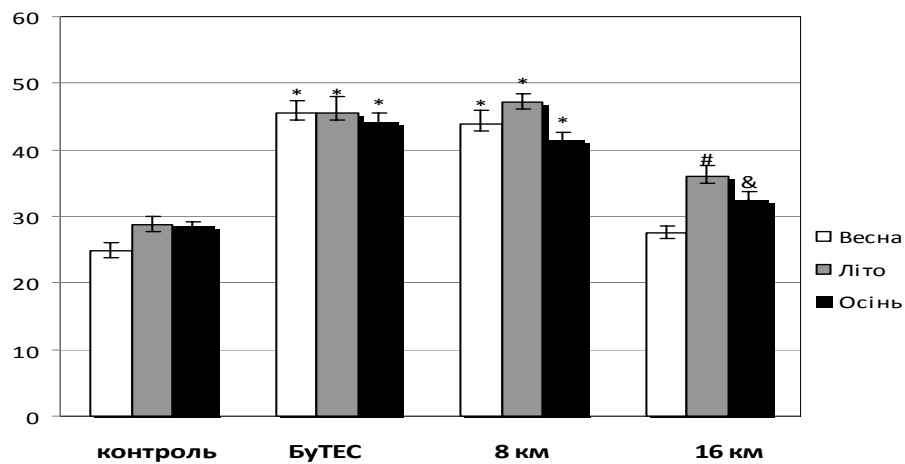


Рис. 7. Сезонний вміст сульфатів ґрунту (мг/кг, n=8)

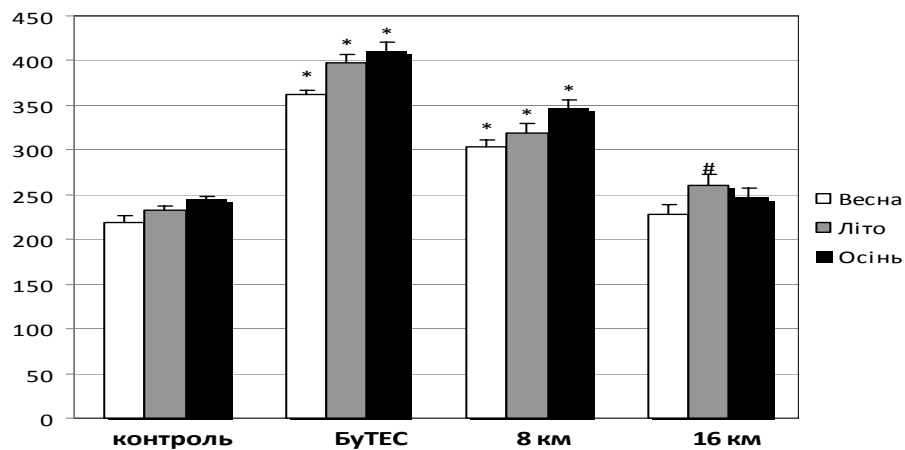


Рис. 8. Сезонний вміст валового заліза у воді (мкг/л, n=8)

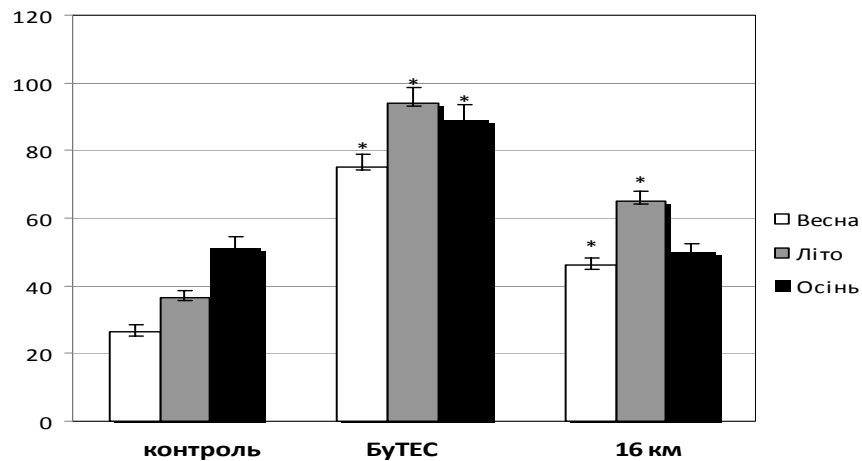


Рис. 9. Сезонний вміст рухомого заліза у воді (мкг/л, n=8)

Кількість води у весняний період на контрольній території та відділі 8 і 16 км коливається в межах нейтральних значень і лише на промплощадках БуТЕС зсувається в кислу сторону (рис. 10). В літній та осінній періоди абсолютні значення рН проявляють тенденцію до нейтральних величин.

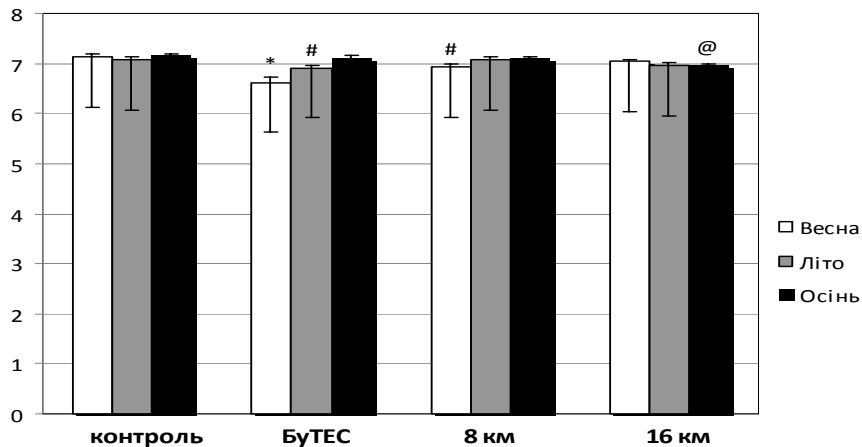


Рис. 10. Сезонні величини рН води (одиниці, n=8)

На території досліджень величини ОВП в різні пори року показують, що зміни цього параметра характеризуються статистично достовірним підвищенням в усі сезони з максимальним значенням на території БуТЕС і відстані 8 км (рис. 11).

Аніонний склад біля БуТЕС та віддалі 8 і 16 км свідчить, що серед досліджуваних аніонів (хлориди, сульфати, нітрати) суттєво зростають нітрати (рис. 12, 13 і 14). Їх рівень на території БуТЕС і віддалі 8 км більш ніж в 2 рази вищий ніж на контролі, а на відстані 16 км вони наближаються до контрольних показників. Зміни вмісту хлоридів та сульфатів менш виражені, хоча проявляються підвищення їх вмісту на всіх едатопах з максимальним значенням на промислових площадках БуТЕС.

На особливу увагу заслуговує дослідження вмісту заліза в тканинах чистотілу, що обумовлено декількома обставинами, які суттєво впливають на розподіл цього елемента в ґрунті і воді: модифікують фізико-хімічні характеристики середовища, визначають проростання і специфіку надходження металу в організм рослини, що прослідковується в трофічному ланцюзі ґрунт-вода-рослини. Чистотіл звичайний (*Chelidonium majus* L.) з широким екологічним ареалом та тривалою експозицією є класичним об'єктом для оцінки взаємовідносин в системі організм-середовище.

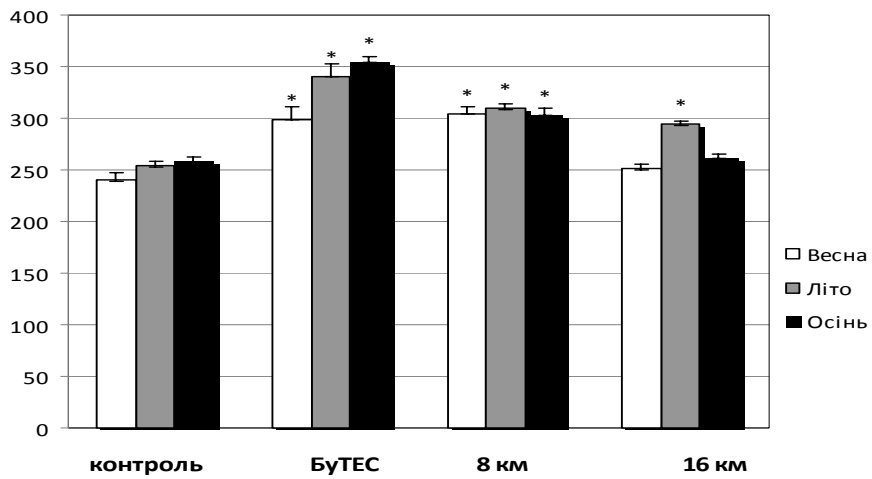


Рис. 11. Сезонні величини окисно-відновного потенціалу (+mV, n=8)

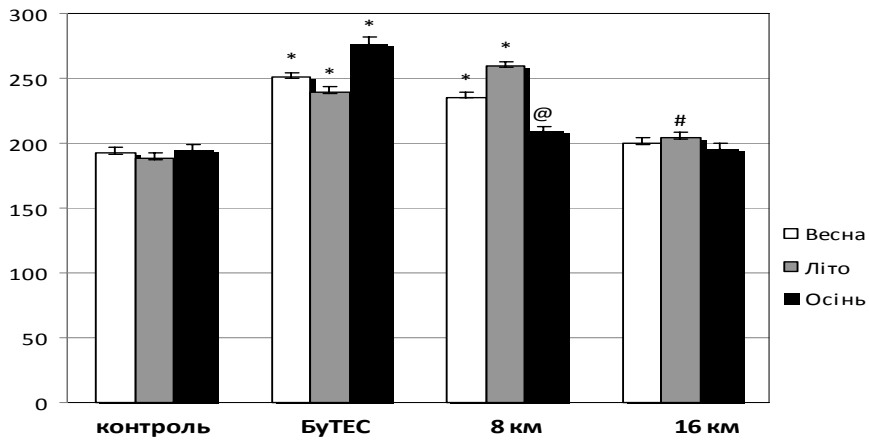


Рис. 12. Сезонний вміст хлоридів у воді (мг/кг, n=8)

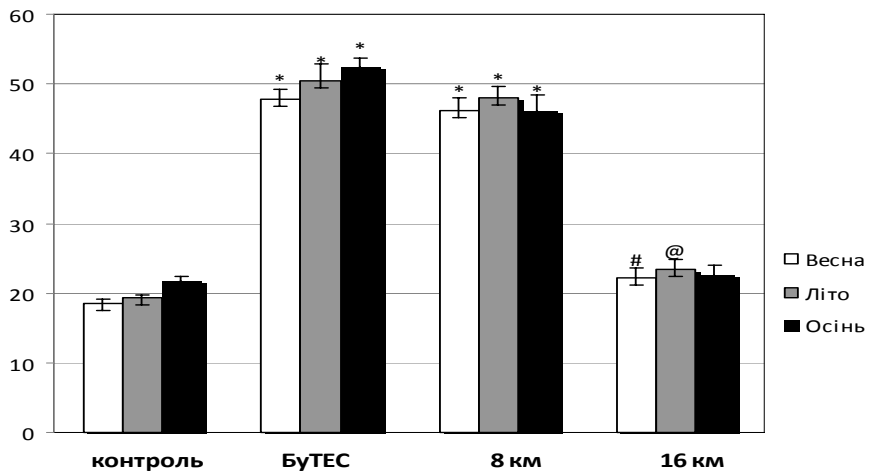


Рис. 13. Сезонний вміст нітратів (мг/кг, n=8)

Цей вид також використовується як біоіндикатор стану забруднення навколишнього середовища оксидами сірки і важкими металами, які поступають через листя і кореневу систему. Надходження металів в організм рослини може призвести до його кумуляції з подальшим шкідливим впливом на травоядні організми і людину, змінити фармакологічну активність і спричинити появу глибоких побічних ефектів при використанні чистотілу в лікувальній практиці.

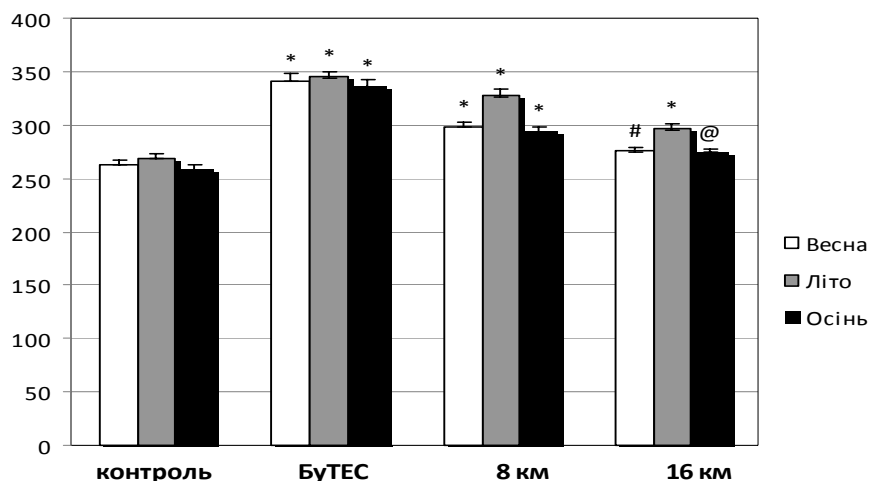


Рис. 14. Сезонний вміст сульфатів у воді (мг/кг, n=8)

Результати дослідження вмісту заліза в органах чистотілу на різних територіях впливу БуТЕС (таблиця) свідчать, що за величиною вмісту заліза на контрольних едафотобах формується такий акумулятивний ряд: листя > коренева система > стебло > квіти.

Вміст заліза в органах чистотілу в зоні техногенного забруднення БуТЕС (n=6, мкг/1000мг золи)

Сезон	Орган	Відстань (км) від промислового об'єкту			
		Контроль	Бурштин	8 км	16 км
Весна	Листя	831,00±13,28	1198,17±59,16	620,50±21,96	1531,00±27,73
	Стебло	69,17±1,60	108,67±18,62*	135,67±10,64	96,50±7,80
	Корінь	2453,50±165,03	6098,00±93,35*	1005,00±47,01*	349,33±17,50*
Літо	Листя	4232,17±115,90	1291,50±83,82*	4072,83±78,56	1454,83±54,29*
	Квіти	300,10±8,11	1279,50±50,76	310,33±7,15	807,83±10,15
	Стебло	1034,83±68,52	732,00±14,44*	1903,83±74,49*	315,50±14,41*
Осінь	Корінь	2838,33±55,83	2136,67±82,99*	5261,67±71,14*	971,00±13,56*
	Листя	2329,17±81,00	2146,50±59,43	1793,00±72,34*	1859,33±58,67*
	Стебло	785,00±10,59	537,50±14,90*	591,00±23,26*	440,83±13,64*
	Корінь	3527,83±152,36	1719,17±90,95*	5414,50±120,44*	1838,83±64,27*

Порівнюючи цей показник в різні сезони року і відстані до джерела забруднення встановлено, що вміст заліза має сезонну залежність і змінюється відповідно до віддалі від забруднювача. У весняний період на промислових площадках вміст заліза в 1,5-2,5 рази більший ніж на контролі, а на відстані 16 км ця тенденція просліджується тільки для листя і стебла. В літній період акумуляція заліза найвища в квітках і в 4 рази перевищує його вміст на промислових площадках і в 2,7 рази – на віддалі 16 км від джерела забруднення. В осінній період кількість заліза в тканинах чистотілу в зонах впливу БуТЕС на дослідних територіях є дещо меншою, ніж на контролі.

ВИСНОВКИ

Вміст валової та розчинної форми заліза, аніонів (хлоридів, сульфатів, нітратів) та величини рН і ОВП в ґрунті, воді та тканинах чистотілу залежить від сезону року і відстані до джерела забруднення. На промислових площадках БуТЕС і на територіях її впливу аеротехногенні викиди теплоелектростанції призводять до змін вмісту заліза в системі «ґрунт-вода тканини чистотілу». Найбільш екологічно небезпечною є зона промислових площадок БуТЕС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Водяницький Ю. Н.** Оксиди заліза і їх роль в плодородії почв / Ю. Н. Водяницький // М. : Наука, 1989. – 160 с.
- Водяницький Ю. Н.** Тяжелые металлы в почвах / Ю. Н. Водяницький // М. : Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2008. – 143 с.
- Зонн С. В.** Железо в почвах / С. В. Зонн // М. : Наука, 1982. – 206 с.
- Ладонин Д. В.** Соединения тяжелых металлов в почвах – проблемы и методы изучения / Д. В. Ладонин // Почвоведение. – 2002. – № 6. – С. 682-692.
- Brennan E. W., Zindsay W. L.** Reduction and oxidation effect on the solubility and transformation of iron oxides // Soil. Sci. Soc. Am. Y. – 1998. – P. 930-937.
- Груздків Д. Ю.** Оценка миграции тяжелых металлов в почвах / Д. Ю. Груздків // Вестник МГУ. – 2009. – № 4. – С. 22-30.
- Fredrickson J. K., Jorby J. A.** Environmental processes mediated by iron-reducing bacteria // Curr. Opin. Biotechnol. – 1996. – V. 7. – P. 287-294.
- Justafsson J. P., Persson J., Kleja D. B., Van Schaik J. W.** Binding of iron (III) to organic soils: EXAFS spectroscopy and chemical equilibrium modeling // Environ. Technol. – 2007. – V. 41. – P. 1232-1237.
- Пендерещкий О. В.** Екологія Галицького району / О. В. Пендерещкий. – Івано-Франківськ : Нова зоря, 2004. – 152 с.
- Кабата-Пендіас А.** Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендіас, Х. Пендіас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.
- Линник П. Н.** Формы миграции металлов в поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. Н. Набиванець. – Л. : Гидрометеоздат, 1986. – 270 с.
- Парпан В. І.** Оцінка техногенного впливу на стан природних екосистем методами інтегрального моніторингу та біогеохімічної індикації лісів на прикладі Івано-Франківської області / В. І. Парпан, Ю. С. Шпарик, М. М. Миленька, Н. В. Довганич // Науковий вісник НУБіП України «Лісівництво. Декоративне садівництво». – К., 2009. – Вип. 135. – С. 22-31.

Надійшла до редколегії 08.06.11