

УДК: 635.343: 631.526.3.

О. С. НЕСПЛЯК *

**МАКРО- І МІКРОЕЛЕМЕНТИ В ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИНАХ
ЗОЛОШЛАКОВІДВАЛІВ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС**

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Вивчено макро- і мікроелементний склад *Artemisia absinthium* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall. та *Hippophae rhamnoides* L. золошлаковідвалів Бурштинської ТЕС. Проведено порівняльний аналіз вмісту макро- і мікроелементів лікарських рослин на різних типах золошлаковідвалів.

К л ю ч о в і с л о в а : лікарські рослини, макроелементи, мікроелементи, золошлаковідвали.

Значні обсяги відходів у вигляді золи і шлаку, утворені під час роботи Бурштинської теплової електростанції, через існуючу напірну гідравлічну систему шлаковиведення із зворотнім водопостачанням транспортуються у спеціальні спорудження – золошлаковідвали, з яких два повністю заповнені, а золошлаковідвал № 3 знаходиться на межі вичерпання лімітів.

На огорожувальних дамбах золошлаковідвалів тривають процеси руйнування: розмив відкосів дамб, утворення просадочних тріщин, зсувів, обвалів, вихід фільтраційної води на зовнішньому відкосі. Такі небезпечні процеси можна зменшити шляхом озеленення і закріплення дамб багаторічними травами, деревними і чагарниковими породами.

Нині на золошлаковідвалах виростають 41 вид (20,19 %) деревних і чагарникових порід [17]. Відбуваються природні первинні сукцесії та заростання відвалів також трав'янистими рослинами [12, 15, 16], частину з яких використовують в офіційній медицині. На золошлаковідвалах попередньо нами виявлено 203 види рослин, у тому числі 92 з них є лікарськими, що становить 45,32 % від загальної кількості видів.

З метою ефективного озеленення золошлаковідвалів проводиться їх рекультивация шляхом формування "штучних ґрунтів", для чого використовують гумусовий і гумусо-елювіальні горизонти дерново-підзолистих і лучних ґрунтів Передкарпаття. Результати проведених нами досліджень агрохімічних властивостей "штучних ґрунтів" підготовлені до опублікування. Ще не вивченими залишається елементний склад рослин за дії цього виду забруднення, що може бути діагностичним критерієм придатності забруднених територій для біологічної рекультивациі.

Метою цієї роботи є визначення макро- і мікроелементного складу надземних органів доміантних рослин рекультивованих і нереккультивованих золошлаковідвалів (РЗВ та НРЗВ відповідно) Бурштинської теплової електростанції.

Об'єктами досліджень були полин гіркий (*Artemisia absinthium* L., родина Asteraceae Dumort.), буркун лікарський (*Melilotus officinalis* (L.) Pall., родина Fabaceae Lindl.) і обліпіха крушиноподібна (*Hippophae rhamnoides* L., родина Elaeagnaceae Juss.).

Зразки відбирали протягом 2008 р. у фенофазі повного цвітіння *Artemisia absinthium* і *Melilotus officinalis* та плодоношення *Hippophae rhamnoides*.

Визначали вміст макроелементів (азот, фосфор, кальцій), мікроелементів (цинк, марганець, мідь) та заліза, яке посідає проміжне положення між мікро- та макроелементами. Вміст хімічних елементів визначали за допомогою фотоелектроколориметра КФК-2 і атомноабсорбційного спектрофотометра С-115 згідно із загальноприйнятими методиками та відповідно до ГОСТів [2 – 8].

Результати визначення елементного хімічного складу лікарських рослин (*Artemisia absinthium*, *Melilotus officinalis* і *Hippophae rhamnoides*) свідчать, що в аналізованих видах незалежно від місць їх виростання, мікроелементи розподілені нерівномірно (табл.).

В *Artemisia absinthium*, яка росте на двох типах золошлаковідвалів, найбільший вміст азоту виявлено у суцвітті, найменший – у стеблі, проміжний – у листках. На РЗВ вміст азоту

* © О. С. Неспляк, 2009

є дещо більшим у листках і суцвітті та меншим у стеблі, ніж на НРЗВ. Згідно із запропонованими стандартами [11], у стеблах показники N не відповідають нормі, а в листках і суцвіттях близькі до норми.

Таблиця

Вміст макро- і мікроелементів у рослинах золошлаковідвалів Бурштинської ТЕС

Макро- і мікро-елементи	Види рослин								
	<i>Artemisia absinthium</i>			<i>Melilotus officinalis</i>			<i>Hippophae rhamnoides</i>		
	стебло	листки	суцвіття	стебло	листки	суцвіття	стебло	листки	плоди
N, %	<u>0,59</u> 0,02	<u>1,26</u> 1,17	<u>2,42</u> 2,17	<u>0,06</u> 0,04	<u>2,65</u> 2,55	<u>3,15</u> 3,22	<u>1,49</u> 1,43	<u>2,93</u> 2,53	<u>2,07</u> 0,96
P, %	<u>0,20</u> 0,27	<u>0,39</u> 0,42	<u>0,58</u> 0,49	<u>0,01</u> 0,01	<u>0,32</u> 0,27	<u>0,53</u> 0,55	<u>0,28</u> 0,10	<u>0,29</u> 0,24	<u>0,35</u> 0,18
Ca, %	<u>0,68</u> 0,43	<u>2,33</u> 1,01	<u>1,06</u> 1,31	<u>0,94</u> 0,79	<u>4,27</u> 5,19	<u>1,24</u> 1,06	<u>0,44</u> 0,52	<u>1,52</u> 1,49	<u>0,27</u> 0,20
Zn, мг/кг	<u>14</u> 14	<u>57</u> 57	<u>43</u> 43	<u>11</u> 6	<u>14</u> 25	<u>25</u> 25	<u>14</u> 17	<u>17</u> 249	<u>17</u> 11
Mn, мг/кг	<u>12</u> 10	<u>65</u> 73	<u>26</u> 23	<u>7</u> 7	<u>65</u> 47	<u>31</u> 17	<u>10</u> 10	<u>68</u> 60	<u>10</u> 7
Cu, мг/кг	<u>5,7</u> 5,7	<u>24,8</u> 16,1	<u>16,6</u> 13,3	<u>5,7</u> 5	<u>9,2</u> 7,5	<u>11,2</u> 11,5	<u>8,2</u> 6,1	<u>8,7</u> 32	<u>7,8</u> 7,5
Fe, мг/кг	<u>310</u> 300	<u>400</u> 400	<u>1146</u> 636	<u>186</u> 72	<u>792</u> 410	<u>720</u> 478	<u>330</u> 478	<u>558</u> 792	<u>186</u> 186

Примітка: у чисельнику – вміст елемента в рослині рекультивованого золошлаковідвалу (РЗВ), у знаменнику – вміст елемента в рослині нереккультивованого золошлаковідвалу (НРЗВ).

У *Melilotus officinalis* спостерігається ситуація, подібна до *Artemisia absinthium* щодо вмісту цього елемента у стеблі, листках і суцвітті, крім вмісту азоту у суцвітті, де вміст перевищує норму (3,15 і 3,22 %).

Вміст азоту у стеблі, листках і плодах *Hippophae rhamnoides* знаходиться у межах фізіологічної норми. Найбільший він у листках, менший – у стеблі РЗВ і плодах НРЗВ. Суттєвої різниці за вмістом азоту на різних золошлаковідвалах не виявлено.

Найбільший вміст фосфору в *Artemisia absinthium* на обох типах золошлаковідвалів виявлено у суцвіттях і найменший – у стеблі. Різниці за кількістю фосфору у стеблі, листках і суцвітті на різних типах золошлаковідвалів відсутні (0,03 – 0,09 %).

Подібним до обмінного фосфору у *Artemisia absinthium* є вміст цього елемента в органах *Melilotus officinalis*. Він є найбільшим у суцвітті (0,53 і 0,55 %), а найменшим у стеблі, де виявлено сліди фосфору на обох типах відвалів.

Hippophae rhamnoides характеризується найбільшим вмістом фосфору у плодах на РЗВ і листках на НРЗВ. Найменший вміст його спостерігається у стеблах на обох золошлаковідвалах. Вміст фосфору на РЗВ є вищим у всіх органах (у стеблі – на 0,18 %, у листках – на 0,05 %, у плодах – на 0,17 %), ніж на НРЗВ.

Вміст кальцію у *Artemisia absinthium* є найвищим у листках рекультивованого золошлаковідвалу, на відміну від нереккультивованого, де найвища концентрація цього елемента припадає на суцвіття. Найнижчий вміст кальцію на обох типах відвалів виявлений у стеблах.

Вміст кальцію в органах *Melilotus officinalis* у різних варіантах є менш мінливим – максимальне значення припадає в обох випадках на листки, а найнижче – на стебло. Проте на РЗВ порівняно з НРЗВ вміст кальцію більший у стеблі (на 0,15 %) та суцвітті (на 0,18 %) і менший – у листках (на 0,92 %).

Вміст кальцію у різних органах *Hippophae rhamnoides* також дещо відрізняється. Так, у цієї рослини з різних типів золошлаковідвалів найбільше значення вмісту кальцію припадає на листки, а найменше – на плоди. Різниця за цим показником у різних органах рослини з різних золошлаковідвалів є несуттєвою і коливається від 0,03 до 0,08 %.

Згідно з наведеною нормою концентрація кальцію в рослині становить ~ 0,2 % [14]. Отримані нами показники свідчать, що вміст цього елемента лише у плодах *Hippophae rhamnoides* відповідає нормі. В інших органах аналізованих рослин його вміст перевищує норму, зокрема у стеблах *Artemisia absinthium* – у 10 разів, у *Melilotus officinalis* – у 20 – 25 разів. Це пояснюється тим, що "грунти" золошлаковідвалів в достатній кількості забезпечені кальцієм.

Вміст мікроелемента цинку в однакових органах *Artemisia absinthium* на різних золошлаковідвалах подібний, причому найбільший він у листках (57 мг/кг), а найменший – у стеблі (14 мг/кг).

Melilotus officinalis характеризується найвищим вмістом цинку в листках РЗВ та у суцвітті й листках НРЗВ, найнижчим – у стеблах обох досліджуваних варіантів. Різниця за вмістом цинку у стеблі та листках на різних типах золошлаковідвалів становить 5 і 11 мг/кг відповідно.

Стосовно *Hippophae rhamnoides* найвищий вміст цинку на РЗВ визначено у листках і плодах (по 17 мг/кг), найменший – у стеблі, а на НРЗВ найбільший вміст цинку визначено у листках (249 мг/кг), найменший – у плодах (11 мг/кг). У листках вміст цинку на НРЗВ є на 232 мг/кг вищим, ніж на РЗВ.

Вміст цинку у рослині становить 15 – 60 мг/кг сухої маси [14]. В органах досліджуваних видів вміст цього мікроелемента не перевищує норми, за винятком вмісту цинку у стеблі *Melilotus officinalis* на обох типах золошлаковідвалів і плодах *Hippophae rhamnoides* на НРВ. У листках *Hippophae rhamnoides* на НРВ вміст цинку перевершує норму у 3 – 5 разів і становить 249 мг/кг.

Найбільший вміст марганцю в *Artemisia absinthium* із різних місць зростання виявлено у листках (65 і 73 мг/кг), а найменший – у суцвітті (26 і 23 мг/кг).

У стеблі *Melilotus officinalis* вміст марганцю є найменшим, у листках – найбільшим. Вміст цього елемента в тих самих органах рослини відрізняється між РЗВ і НРЗВ: у листках – на 18 мг/кг, у суцвітті – на 14 мг/кг.

Вміст марганцю у стеблі *Hippophae rhamnoides* на РЗВ і НРЗВ є однаковим, тоді як у листках і плодах різниця є незначною.

Середній вміст марганцю в рослинах сягає від 10 до 12 мг/кг [14]. На обох типах золошлаковідвалів у стеблах *Artemisia absinthium* і *Hippophae rhamnoides* вміст марганцю відповідає нормі. У стеблі *Melilotus officinalis* (РЗВ і НРЗВ) і плодах *Hippophae rhamnoides* (НРЗВ) вміст марганцю є нижчим від норми і становить 7 мг/кг. У листках усіх рослин на обох золошлаковідвалах вміст цього елемента є більшим, ніж у стеблах, у п'ять-сім разів.

Вміст міді є однаковим у стеблах *Artemisia absinthium* (5,7 мг/кг) з різних типів відвалів, на відміну від листків і суцвіть, де вміст міді є вищим на рекультивованому золошлаковідвалі.

У суцвітті *Melilotus officinalis* на обох досліджуваних ділянках вміст міді є найбільшим, у стеблі – найменшим.

Найвищим є вміст міді у листках *Hippophae rhamnoides* (8,7 і 32 мг/кг), найменшим – у плодах (7,8 мг/кг) на РЗВ та стеблі (6,1 мг/кг) на НРЗВ.

Згідно з науковими джерелами [14], вміст міді в рослинах становить 0,2 мг/кг. Наші дослідження свідчать, що в усіх лікарських вивчених рослин вміст міді значною мірою перевищує норму (у 25 – 80 разів) і коливається від 5 до 32 мг/кг.

Найбільший вміст заліза виявлено у суцвітті *Artemisia absinthium* (1146 і 636 мг/кг), найменший – у стеблі, проміжне значення виявлено у листках.

У листках *Melilotus officinalis* на РЗВ (792 мг/кг) і у суцвітті на НРЗВ (478 мг/кг) вміст заліза є найбільшим, а у стеблі – найменшим. Вміст заліза в усіх органах рослини на РЗВ є більшим, ніж на НРЗВ.

Вміст заліза в *Hippophae rhamnoides* є найбільшим у листках, найменшим – у плодах. Проте, на відміну від *Melilotus officinalis* і певною мірою *Artemisia absinthium*, у яких вміст

заліза є більшим на РЗВ, у *Hippophae rhamnoides* вміст цього елемента є більшим на НРЗВ, за винятком плодів, у яких вміст заліза однаковий (по 186 мг/кг).

Вміст заліза в рослинах зазвичай сягає від 200 до 800 мг/кг [14]. У досліджуваних лікарських рослин цей показник переважно знаходиться в межах норми, за винятком стебла *Melilotus officinalis* і плодів *Hippophae rhamnoides* на обох типах золошлаковідвалів, а також суцвіття *Artemisia absinthium* рекультивованого золошлаковідвалу.

Для родин Asteraceae і Fabaceae вміст макро- і мікроелементів вивчав В. Б. Ільїн [9]. При порівнянні наших даних із даними цього автора видно подібність вмісту деяких елементів для *Artemisia absinthium* (азоту, марганцю і заліза – у листках, фосфору – у стеблі), а також для *Melilotus officinalis* (азоту, кальцію, цинку і заліза на рекультивованому золошлаковідвалі – у суцвітті; фосфору, цинку на нерекультурованому золошлаковідвалі і міді на нерекультурованому відвалі – у листках).

Висновки. Тип золошлаковідвалу не впливає суттєво на вміст макроелементів у надземних органах лікарських рослин, на відміну від мікроелементів.

Макроелементи (N, P) виявлені в достатній кількості і містяться в межах норми, окрім азоту у стеблі *Artemisia absinthium* L. та суцвітті *Melilotus officinalis* (L.), де його норма завищена. Вміст кальцію в усіх органах лікарських рослин є вищим від норми. Вміст цинку у різних органах рослин не перевищує норми (за винятком стебла *Melilotus officinalis* (L.) Pall. на РВ і НРВ та плодів і листя *Hippophae rhamnoides* L. на НРВ), тоді як вміст мідь – вищий від норми, а вміст марганцю – у листках і суцвітті *Artemisia absinthium* L. і *Melilotus officinalis* (L.) Pall. та у листках *Hippophae rhamnoides* L. – також вище норми.

Вміст заліза у досліджуваних видів – у межах норми, за винятком стебла *Melilotus officinalis* (L.) Pall. і плодів *Hippophae rhamnoides* L. на обох типах золошлаковідвалів, а також суцвітть *Artemisia absinthium* L. на рекультивованому золошлаковідвалі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. ГОСТ 13496.4 – 93. Методы определения азота и сырого протеина.
3. ГОСТ 26570 – 95. Методы определения кальция.
4. ГОСТ 26657 – 97. Методы определения содержания фосфора.
5. ГОСТ 27995 – 88. Методы определения меди.
6. ГОСТ 27996 – 88. Методы определения цинка.
7. ГОСТ 27997 – 88. Методы определения марганца.
8. ГОСТ 27998 – 88. Методы определения железа.
9. Ильин В. Б. Элементный химический состав растений. – Новосибирск: Наука, 1985. – 127 с.
10. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 440 с.
11. Кретович В. Л. Усвоение и метаболизм азота у растений. – М.: Наука, 1987. – 198 с.
12. Маховська Л. Й., Неспляк О. С. Лікарські рослини девастованих земель // Значення та перспективи стаціонарних досліджень для збереження біорізноманіття / Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 50-річчю функціонування високогірного біологічного стаціонару "Пожижевська" (Львів-Пожижевська, 23 – 27 вересня 2008 р.). – Львів, 2008. – С. 279 – 281.
13. Микроэлементы в комплексе минерального питания растений. – Рига: Зинатне, 1975. – 224 с.
14. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин. Підручник. – К.: Либідь, 2005. – 808 с.
15. Неспляк О. Родина Asteraceae у синантропній флорі золошлаковідвалів Бурштинської ТЕС // Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Біологія. – Івано-Франківськ: Гостинець, 2007. – Вип. VII – VIII. – С. 69 – 71.
16. Неспляк О. С. Систематичний аналіз синантропної флори золошлаковідвалів Бурштинської теплової електростанції // Шевченківська весна: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, присвяченої 90-річчю з дня заснування Українського Студентського Наукового Товариства Київського Університету Святого Володимира. – Вип. VI: У 4-х част. – Ч. 2/ За заг. ред. проф. О. К. Закусила. – К.: Обрії, 2008. – С. 80 – 81.
17. Парпан В. І., Неспляк О. С. Дендрофлора золошлаковідвалів Бурштинської теплової електростанції // Науковий вісник національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: НЛТУУ, 2008. – Вип. 18.1. – С. 7 – 13.

18. Физиологическая роль микроэлементов у растений/ Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова. – Л.: Наука, 1970. – Серия 4, вып. 20. – 222 с.

19. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений. – Л.: Наука, 1974. – 322 с.

Nesplyak O. S.

MACRO- AND MICROELEMENTS IN MEDICINAL PLANTS OF ASHESLAG DUMPS OF BURSHTYNSKA TEPS

V. Stefanyk Precarpathian National University

Content of macro- and microelements in *Artemisia absinthium* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Hippophae rhamnoides* L. of Burshtynska TEPS was studied. Comparative analysis of macro- and microelements contents in medicinal plants of different types of asheslag dumps has been carried out.

К е у w o r d s : medicinal plants, macroelements, microelements, asheslag dumps.

Неспляк О. С.

МАКРО- И МИКРОЕЛЕМЕНТЫ В РАСТЕНИЯХ ЗОЛОШЛАКООТВАЛОВ БУРШТИНСКОЙ ТЕС

Прикарпатский национальный университет имени Василия Стефаника

Изучен макро- и микроэлементный состав *Artemisia absinthium* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall. и *Hippophae rhamnoides* L. золошлакоотвалов Бурштинской ТЕС. Проведен сравнительный анализ содержания макро- и микроэлементов лекарственных растений на разных золошлакоотвалах.

К л ю ч е в ы е с л о в а : лекарственные растения, макроэлементы, микроэлементы, золошлакоотвалы.

E-mail: ksuxa1983@mail.ru

Одержано редколегією 7.10.2009 р.