



УДК 504.55.054:553.982(477.83)

CONTENTS OF SOME MACRO- AND MICROELEMENTS IN *CAREX HIRTA* L. PLANTS ON THE TERRITORY OF THE BORYSLAV OIL FIELD

ВМІСТ ДЕЯКИХ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У РОСЛИНАХ *CAREX HIRTA* L. НА ТЕРИТОРІЇ БОРИСЛАВСЬКОГО НАФТОВОГО РОДОВИЩА

Dzhura N. M. / Джура Н. М.*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor / к.б.н., доц.*<https://orcid.org/0000-0001-9170-6014>**Tsvilynyuk O. M.** / Цвілинюк О. М.*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor / к.б.н., доц.***Dumych O. Y.** / Думич О. Я.*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor / к.б.н., доц.**Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Hrushevskoho St., 4, 79005**Львівський національний університет імені Івана Франка,**м. Львів, Грушевського, 4, 79005*

Анотація. У статті розкрито особливості вмісту деяких макро- та мікроелементів (N, P, K, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu) у рослинах *Carex hirta* L., зібраних на території Бориславського нафтового родовища, що у Львівській області України. Проби рослин для аналізу відбирали з ділянок з різним ступенем забруднення ґрунту нафтою: сильне забруднення (свердловина «Урочище городище») та середнє забруднення (свердловина №421). Контролем були рослини відібрані з умовно чистої території парку м. Борислава. Результати досліджень свідчать, що нафтове забруднення ґрунту суттєво впливає на вміст деяких макро- та мікроелементів у *Carex hirta*: при сильному забрудненні вміст натрію збільшувався у 19 разів, заліза – у 2,5 рази, марганцю – у 2 рази, міді – у 4 рази відносно контролю. Отримані в роботі результати вказують на екологічну пластичність і стійкість виду *Carex hirta* та можливість його застосування у фіторе mediaційних технологіях відновлення нафтозабруднених територій.

Ключові слова: Бориславське нафтове родовище, *Carex hirta* L., нафтове забруднення ґрунту, макроелементи, мікроелементи, стійкі види, фіторе mediaція.

Вступ. Нафтову промисловість вважають одним з основних джерел забруднення довкілля. Бориславське нафтове родовище (БНР), що у Львівській області України – одне з найстаріших нафтопромислових центрів світу. Довготривала експлуатація Бориславського нафтового родовища спричинила збідніння рослинного покриву. Проте стійкі види рослин можуть виживати і рости в умовах нафтового забруднення. Один з таких видів – *Carex hirta* L. – є об'єктом наших досліджень.

Для нормального функціонування рослинного організму необхідні елементи мінерального живлення. Актуальними є дослідження вмісту хімічних елементів, які визначають адаптацію рослин до умов нафтозабруднених екотопів [1, 2, 3, 5]. Тому метою роботи було вивчити вплив нафтового забруднення ґрунту БНР на вміст макро- та мікроелементів у рослинах *Carex hirta* L. як потенційного фіторе mediaнта деградованих ґрунтів цього регіону.

Основний текст. З території Бориславського нафтового родовища відбирали рослини *C. hirta* у фазі вегетації. Ділянки БНР відрізнялися ступенем нафтового забруднення ґрунту: сильне забруднення (свердловина «Урочище



городище») та середє забруднення (свердловина № 421). Контролем були рослини, відібрані з умовно чистої території парку м. Борислава.

У пагонах рослин *C. hirta* визначали вміст макро- (N, P, K, Mg, Na) і мікроелементів (Fe, Zn, Mn, Cu). Макроелементний склад визначали після мокрого озолення сухого рослинного матеріалу за загальноприйнятими методиками [7, 9] з наступним визначенням азоту по Кьельдалю, фосфору – за методом Егнера в модифікації Ріхма колориметрично за калібрувальним графіком, калію і натрію – за інтенсивністю забарвлення полум'я у полум'яному фотоколориметрі «AAS 3» при довжині хвилі 766,5 нм, магнію – фотоколориметрично при довжині хвилі 548 нм на приладі *Marcel media elektrofotometer*. Мікроелементи визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі С-115 у полум'ї суміші ацетилен-повітря [9].

Результати досліджень свідчать про видоспецифічні особливості нагромадження макро- та мікроелементів у вегетативних пагонах рослин *Carex hirta* за дії нафтового забруднення (табл. 1, 2, 3). Так, вміст макроелементів (N, P, K і Mg) у рослинах *Carex hirta* змінюється не суттєво (див. табл. 1). Хімічні елементи, які беруть участь у синтезі лабільних органічних сполук, дуже активно поглинаються рослинами на ранніх етапах онтогенезу. Тому молоді тканини містять достатню кількість N, P, K і Mg. Відомо, що сира нафта як органічна сполука підвищує вміст гумусу у ґрунті, і відповідно – вміст основних макроелементів може збільшуватися. Можливо, мікроорганізми ризосфери змінюють інтенсивність процесів, що ведуть до переходу важкодоступних форм елементів мінерального живлення у доступні форми для рослин [2, 6, 10]. Припускаємо, що в умовах нафтового забруднення відбуваються взаємовигідні симбіотичні зв'язки між рослинами і мікроорганізмами, тому ріст *Carex hirta* відбувається за відсутності мінерального голодування.

Таблиця 1.

Вміст макроелементів у *Carex hirta*, відібраних з ділянок Бориславського нафтового родовища, % на суху речовину

Варіант	N	P	K	Mg
<i>Контроль</i> (умовно чиста ділянка)	1,060 ± 0,045	0,102 ± 0,006	2,455 ± 0,050	0,139 ± 0,005
<i>Середнє забруднення</i> (свердловина № 421, вул. Палія)	2,411 ± 0,011	0,127 ± 0,001	2,148 ± 0,002	0,258 ± 0,001
<i>Сильне забруднення</i> (свердловина «Урочище городище», вул. Висока)	1,982 ± 0,021	0,120 ± 0,003	2,620 ± 0,015	0,140 ± 0,002

Рослини здатні поглинати із довкілля практично усі елементи періодичної системи. Натрій поглинається у відносно великих кількостях деякими видами рослин, особливо тими, які пристосувалися до умов засолення, бо у такому випадку він є просто необхідний. Фітотоксичність ґрунтів спостерігають при забрудненні їх сировою нафтою з великим вмістом високомінеральних вод. Ці



води містять високі концентрації солей натрію, які потрапляючи в ґрунт, можуть нагромаджуватися, досягаючи токсичних для рослин концентрацій [2, 6, 10].

Дослідження виявили суттєве нагромадження натрію рослинами *C. hirta* за впливу нафтового забруднення. Так, у зоні середнього забруднення в умовах БНР, вміст Na у пагонах *C. hirta* збільшений у 13,5 разів, а в зоні сильного забруднення – у 19 разів відносно контролю (див. табл. 2). Натрію у нафтозабрудненому ґрунті є дуже багато [2, 3, 5] тому він надходить у клітини рослин *C. hirta* за градієнтом концентрації у великих кількостях.

Встановлено, що у *C. hirta*, відібраних з ділянок БНР, вміст заліза майже у 2,5 рази більший ніж у контрольних рослин (див. табл. 2).

Таблиця 2.

Вміст натрію і заліза у пагонах *Carex hirta*, відібраних з ділянок Бориславського нафтового родовища, мг/кг сухої речовини

Варіант	Na	Fe
Контроль (умовно чиста ділянка)	59,50 ± 1,95	159,41 ± 4,26
Середнє забруднення (свердловина № 421, вул. Палія)	803,31 ± 3,25	398,40 ± 5,25
Сильне забруднення (свердловина «Урочище городище», вул. Висока)	1129,92 ± 5,45	407,32 ± 5,75

Сьогодні значну увагу приділяють вивченню ролі мікроелементів у житті рослин, зокрема їх участі у процесах адаптації до засолення ґрунтів [1, 5, 6, 8, 10]. Результати досліджень свідчать про нагромадження Zn, Mn і Cu рослинами *C. hirta* (див. табл. 3): у зоні середнього нафтового забруднення вміст цинку збільшений майже утричі, вміст марганцю – удвічі, а вміст міді – у 4 рази відносно контролю.

Відомо, що Fe, Zn, Mn і Co входять до складу ферментів, особливо оксидоредуктаз, які забезпечують процеси фотосинтезу і дихання. Марганець бере участь у фотолізі води, залізо необхідне для синтезу хлорофілу. Цинк гальмує сольову інтоксикацію на засолених ґрунтах, стабілізує процеси первинної асиміляції і біосинтезу білка. Підвищені концентрації марганцю у листках рослин знижують інгібуючу дію NaCl у поглинанні елементів мінерального живлення і стабілізують окисно-відновні реакції фотосинтезу і дихання. Мідь регулює механізми, які визначають стійкість рослин, контролюють баланс вологи, впливаючи на проникність судин ксилеми [6, 8].

Отже, мікроелементний склад рослин, більшою мірою ніж макросклад, залежить від екологічних умов. Зміни вмісту мікроелементів у *C. hirta* певною мірою можна вважати специфічними реакціями на дію нафтового забруднення, що сприяють стійкості цього виду до таких умов. Однак специфічність адаптативних механізмів до надлишку деяких елементів у ґрунті потребують подальших досліджень. Для остаточних висновків необхідно проаналізувати хімічний склад ґрунтів БНР, на яких росли досліджувані рослини.



Таблиця 3.

**Вміст мікроелементів у *Carex hirta*, відібраних з ділянок
Бориславського нафтового родовища, мг/кг сухої речовини**

Варіант	Zn	Mn	Cu
<i>Контроль</i> (умовно чиста ділянка)	29,50 ± 0,25	39,41 ± 0,26	4,00 ± 0,01
<i>Середнє забруднення</i> (свердловина № 421, вул. Палія)	88,31 ± 0,25	84,40 ± 0,25	16,12 ± 0,08
<i>Сильне забруднення</i> (свердловина «Урочище городище», вул. Висока)	37,92 ± 0,45	77,32 ± 0,30	12,49 ± 0,02

Висновки. Досліджено вплив нафтового забруднення ґрунту на вміст макро- і мікроелементів у рослинах *Carex hirta* L., зібраних на території Бориславського нафтового родовища. Показано, що ступінь забруднення ґрунту нафтою суттєво впливає на вміст деяких макро- та мікроелементів у *C. hirta*: при сильному забрудненні вміст натрію збільшувався у 19 разів, заліза – у 2,5 рази, марганцю – у 2 рази, міді – у 4 рази відносно контролю. Отримані в роботі результати підтверджують специфічну стресостійкість й екологічну пластичність виду *C. hirta* до умов нафтового забруднення та можливість використання рослин у фіторе mediaційних технологіях.

Література

1. Джура Н. М. Вплив нафтового забруднення на вміст макро- та мікроелементів у рослинах *Carex hirta* L. / Н. М. Джура, О. М. Цвілинюк, О. І. Терек // Український ботанічний журнал. – 2007. – Т. 64, №1. – С. 122-131.
2. Коровецька Г. Макроелементний склад рослин *Carex hirta* L. за дії нафтового забруднення ґрунту / Г. Коровецька, Н. Джура, О. Цвілинюк, О. Терек, З. Диньо, Л. Шимон // Вісник Львівського університету. Сер. біол. – 2009. – Вип. 50. – С. 182 – 188.
3. Кодина Л. А. Геохимическая диагностика нефтяного загрязнения почвы / Л. А. Кодина // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М. : Наука, 1988. – С. 112-122.
4. Подан І. І. Діагностика і фіторе mediaція нафтозабруднених природних і штучних наземних екосистем Старосамбірського нафтового родовища / І. І. Подан, Н. М. Джура / Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural sciences : Collective monograph. Riga : Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2020. Р. 2. – С. 541-556. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-73-0/2.8>
5. Романюк О. І. Вплив довготривалої експлуатації Бориславського нафтового родовища на стан ґрунтів м. Борислава / О. Романюк, І. Дудок, І. Ощеповський, Н. Кучманіч // Технології підземного видобутку корисних копалин. Рудникова аерологія та безпека праці. Геологія: Матеріали міжнар. конф. Дніпропетровськ, 2006. С. 240–247.



6. Микроэлементы в растениях. Поступление, транспорт и физиологические функции / Э. В. Рудаков, К. Д. Каракис, Т. Н. Сидорышна и др. – К. : Наук. думка, 1987. – 184 с.
7. Ринькис Г. Я. Методы анализа почв и растений / Г. Я. Ринькис, Х. К. Рамане, Т. А. Куницкая. – Рига : Зинатне, 1987. – 169 с.
8. Fiedler S., Siebe C., Herre A. et al. Contribution of oil industry to environmental loads of heavy metals in the Tobasco Lowlands, Mexico // Water, Air Soil Pollut. 2009. N 197. P. 35–47.
9. Lityński T., Jurkowska H., Borlach E. Analiza Chemiczno Rolnicza Gleba i nawozy Przewodnik metodyczny doćwiczeń Chemiczno Rolniczych. Wydania czwarte. – Warszawa: Krakowa Państwowe wydawnictwo Naukowe, 1972. – 196 s.
10. Suominen L., Jussila M., Makclainen K. et al. Evaluation of the Galega-Rhizobium galegae system for the bioremediation of oil contaminated soil // Environmental Pollution. 2000. Vol. 107. P. 239–244.

Abstract. *The article reveals the peculiarities of some macro-and microelements contents (N, P, K, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu) in Carex hirta L. plants, collected on the territory of the Boryslav oil field (Lviv region, Ukraine). Plant samples were taken from areas with different degrees of oil pollution of the soil: heavy pollution («Urochyshe Horodyshche» Well) and medium pollution (Well No. 421). Plants collected from the local park in the city of Boryslav (non-polluted soil) served as the control. The conducted research shows that oil pollution of the soil has a significant effect on the contents of some macro- and microelements in Carex hirta: with heavy pollution, the sodium contents increased by 19 times as compared to the control, iron contents – by 2.5 times, manganese contents – by 2 times, copper contents – by 4 times. The obtained results prove the ecological flexibility and resistance of the Carex hirta plants and the possibility of its usage for phytoremediation technologies for the restoration of oil-polluted areas.*

Key words: *Boryslav oil field, Carex hirta L., oil pollution of the soil, macroelements, microelements, resistant species, phytoremediation.*

Статтю відправлено: 31.12.2020.

© Джура Н. М., Цвілінюк О. М., Думич О. Я.