

Charakterystyka ekotoksykologiczna środowiska przyrodniczego w zasięgu oddziaływania punktowego źródła emisji niklu

Ecotoxicological characteristic of environment in range of the influence point source of nickel emission

Streszczenie:

Celem badań była analiza przydatności wybranych gatunków roślin dla ocen ekotoksykologicznych, dotyczących środowiska przyrodniczego pozostającego pod wpływem lokalnej emisji hutniczej. Zawartość niklu w poszczególnych częściach morfologicznych roślin oraz w poszczególnych specyficznych formach występowania niklu w glebie oznaczono metodą płomieniową AAS z dokładnością do 0,01 µg/g. Charakterystyka ekotoksykologiczna pozwala ocenić stopień intoksykacji w układzie gleba-roślina na przykładzie pokrzywy i nawłoci.

Abstract:

The aim of study was to analyze the suitability of selected plant species for the verification of the estimation ecotoxicological assessments, regarding the natural environment under the influence of local smelting emissions. Nickel was determined using flame method AAS in individual morphological parts of plants with accuracy 0,01 µg/g and in speciation individual forms of occurrence of nickel in soil. Ecotoxicological characteristic can be estimated the degree of intoxication in the system soil – plants, for example stinging nettle and goldenrod.

Słowa kluczowe: nikiel, emisja, współczynniki ekotoksykologiczne, rośliny, gleba

Key words: nickel, emission, ecotoxicological coefficients, plants, soil

W środowisku istnieje ścisła zależność pomiędzy warunkami bytowania roślin, w tym i leczniczych, a ich zdolnościami do gromadzenia zanieczyszczeń, głównie metali ciężkich. Do czynników mających wpływ na wzrost zanieczyszczeń zaliczyć można:

- biodostępność metali w środowisku glebowym,
- biodostępność metali z pyłu osiadłego,
- gatunek rośliny,
- część morfologiczną rośliny [1-3].

Narzędziami służącymi do szacowania wielkości przemieszczania się zanieczyszczeń metalicznych oraz określającymi tendencje tych ruchów mogą być wartości współczynników ekotoksykologicznych. Do najczęściej stosowanych współczynników ekotoksykologicznych zaliczamy współczynnik wzbogacenia oraz współczynnik fitokumulacji [1].

Współczynnik wzbogacenia służy do określenia dynamiki zanieczyszczeń danego elementu środowiska i został zdefiniowany przez Buat-Menarda i Chesselet'a [1]. Charakteryzuje on migrację jonów metali z gleby do rośliny, a także poziom rzeczywistej kumulacji poszczególnych jonów w nawiązaniu do biodostępności poszczególnych metali w odniesieniu do danego obszaru i gatunku roślin.

Opisywany jest on następującym wzorem:

$$WW = \frac{\frac{C_{Me_{roslina}^+}}{C_{Mn_{roslina}}}}{\frac{C_{Me_{gleba}^+}}{C_{Mn_{gleba}}}} \quad (1)$$

gdzie:

$C_{Me_{roslina}}$ - zawartość badanego pierwiastka w badanym środowisku,

$C_{Mn_{roslina}}$ - zawartość badanego pierwiastka w środowisku odnośnikowym,

$C_{Me_{gleba}^+}$ - zawartość pierwiastka odnośnikowego w badanym środowisku,

$C_{Mn_{gleba}}$ - zawartość pierwiastka odnośnikowego w środowisku odnośnikowym.

Interpretacja współczynnika pozwoliła wyróżnić następujące klasy degradacji danego elementu środowiska:

- $W > 40$ - ekstremalne zanieczyszczenie,
- $W = 20-40$ - bardzo silne zanieczyszczenie,
- $W = 5-20$ - znaczące zanieczyszczenie,
- $W = 2-5$ - średnie zanieczyszczenie,
- $W < 2$ - minimalne zanieczyszczenie.

W obliczeniach jako pierwiastek odnośnikowy przyjmuje się pierwiastek o małej zmienności występowania lub pierwiastek występujący w ilościach śladowych w badanym środowisku. Ponadto można wykorzystać również pierwiastek charakterystyczny geochemicznie, który występuje w dużych ilościach i który nie charakteryzuje się synergizmem lub antagonizmem w stosunku do badanego pierwiastka. Do pierwiastków stosowanych najczęściej jako odnośnikowe należą: Sc, Mn, Al, Ti i Ni [1,4,5].

Współczynnik fitokumulacji ma na celu ocenę ruchliwości i względnej biodostępności metali z gleby lub pyłu dla roślin. Jest on określony następującym wzorem:

$$WF = \frac{C_{Me_{roslina}^{+n}}}{C_{Me_{gleba}^{+n}}} \quad (2)$$

gdzie:

$C_{Me_{roslina}^{+n}}$ - zawartość badanego pierwiastka w badanym środowisku,

$C_{Me_{gleba}^{+n}}$ - zawartość badanego pierwiastka w środowisku podnośnikowym.

Interpretacja zjawiska fitokumulacji opiera się na następujących stopniach współczynnika fitokumulacji:

- WF < 0.01 - kumulacja nie występuje,
- WF < 0.1 - słaby stopień kumulacji,
- WF < 1.0 - średni stopień kumulacji,
- WF > 1.0 - intensywny stopień kumulacji.

Współczynnik wzbogacenia jest szeroko wykorzystywany do oceny stopnia degradacji wybranych elementów środowiska przyrodniczego. W szczególności, gdy znana jest bezpośrednia przyczynowo-skutkowa relacja między wybranymi elementami tego środowiska w aspekcie migracji pierwiastków między nimi. Współczynniki wzbogacenia pozwalają ponadto opisywać tendencje zmian zawartości związków metali w danym środowisku przyrodniczym, jako rezultat permanentnej ich emisji na siedliska wybranych roślin. Wpływ zanieczyszczeń metalicznych w konsekwencji prowadzi do wybiórczej kumulacji tych pierwiastków przez różne gatunki roślin lub także jest powodem uruchamiania różnych interakcji między nimi, co zmienia właściwości kumulacyjne w odniesieniu do wybranych pierwiastków [6,7]. Z kolei interpretacja współczynnika fitokumulacji pozwala określić rzeczywiste właściwości kumulacyjne wybranych pierwiastków na poszczególne gatunki roślin, w odniesieniu do występowania ich zasobów w glebie. Wyznaczona zawartość danego pierwiastka odpowiadająca 10 percentylowi służąca do obliczenia współczynnika fitokumulacji, pozwala wskazać na minimalną, często selektywną zdolność kumulowania tego pierwiastka przez roślinę pochodzącą z czystych siedlisk.

Zarówno ta zawartość jak i współczynnik fitokumulacji są wartościami odniesienia. Można je wykorzystać w badaniach prospektywnych nad tendencją zmian stopnia zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego, pozostającego pod wpływem obszarowych lub punktowych źródeł emisji. Pomimo, że problem migracji i kumulacji metali z gleby do organów podziemnych roślin (kłączy i korzeni) jest złożony, to jednak wspomniane wcześniej informacje pozwalają rozróżnić rolę gatunku rośliny oraz wybranych chemicznych form występowania danego pierwiastka w strefie przykorzennej.

Dla południowej Polski współczynnik wzbogacenia w znaczeniu układu odniesienia wynosi dla ołowiu 0,01; dla kadmu 0,03; dla miedzi 0,1; dla niklu 0,02 oraz dla chromu 0,01 [6]. Bogate piśmiennictwo dotyczące występowania metali w wybranych elementach środowiska wyraźnie wskazuje na dużą przydatność współczynnika wzbogacenia i fitokumulacji w badaniach nad określeniem charakterystyki ekotoksykologicznej głównych elementów środowiska przyrodniczego [1,5-8].

Bardzo przydatne są odpowiednie procedury statystyczne, które należy wykorzystać do interpretacji wyników badań środowiskowych [7,9]. W badaniach środowiskowych zmierzających do sporządzenia charakterystyki ekotoksykologicznej powinna być przedstawiona dokładna analiza zbioru uzyskanych wyników oznaczeń za pomocą jednego spośród testów dla zbioru, w którym występują pojedyncze wyniki mocno odbiegające od przykładowo średniej geometrycznej. Pamiętać należy, że pojedyncze odbiegające wartości mogą być wynikiem zarówno określonej zmienności emisji punktowego źródła zanieczyszczeń, zanieczyszczeniem próbki na etapie pobierania preparatyki lub oznaczania. Do tych celów można wykorzystać test Dixona. Służy on do poszukiwania wyniku z tzw. dużym błędem, którym może być obarczony zarówno wynik najmniejszy jak i największy w całym zbiorze wyników. Dalsza procedura testowa polega na wyznaczeniu dwóch parametrów o największej i najmniejszej wartości wyniku – odpowiednio Q_{max} i Q_{min} . Parametr Q_{max} jest następnie porównywany z tzw. parametrem krytycznym równoznacznym z poziomem ufności. W sytuacji gdy porównanie wypada na korzyść parametru Q_{max} , wskazuje to na fakt, iż jest on obarczony błędem grubym i można go pominąć [10].

Metodyka badań

Przedmiotem badań były wybrane części morfologiczne nawłoci pospolitej (*Solidago virgaurea* L.), pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica* L.) i bylicy piołun (*Artemisia absinthium* L.) – korzeń, łodyga, liście i kwiaty oraz gleba z siedlisk tych roślin. Próby materiału roślinnego po rozтворzeniu na mokro za pomocą 65% kwasu azotowego, analizowano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, używając aparatu Perkin Elmer. W próbach oznaczo-

no zawartość niklu z dokładnością do 0,01 µg/g. Metoda była walidowana we współpracy z Instytutem Chemii Politechniki Śląskiej za pomocą dodatku wzorca firmy Wzormat oraz stosując materiał referencyjny Mixed Polish Herbs INCT-MPH-2.

Wyniki i omówienie

Zagadnienie kumulacji niklu przez poszczególne gatunki roślin oceniano na podstawie badań prób roślin zebranych z miejscowości położonych po stronie przeciwwietrznej, względem punktowego emitora – Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” w Miasteczku Śląskim. Największą fitokumulację w okresie wegetacyjnym obejmującym kwiecień, opisaną współczynnikiem, stwierdzono dla bylicy piołun zebranej na terenie Boruszowic – 1,02. Z kolei w tym samym okresie najmniejszą fitokumulację zanotowano dla bylicy piołun z okolic Rybnej – 0,04. W okresie letnim obejmującym czerwiec i sierpień najwyższą wartość fitokumulacji zanotowano dla pokrzywy zwyczajnej pochodzącej z terenu Rybnej – 1,89, zaś najmniejszą – 0,1 – dla bylicy piołun pochodzącej z dwóch stanowisk: Boruszowice i Strzybnica. Najmniejszą wartość współczynnika dla okresu jesienno (wrzesień) – 0,03 – zanotowano dla pokrzywy zwyczajnej zebranej w miejscowości Boruszowice. Największą wartością współczynnika fitokumulacji jesienią cechowała się bylica piołun rosnąca w Boruszowicach – 1,68 – tabela 1.

Tab. 1 Współczynnik fitokumulacji niklu dla poszczególnych gatunków roślin zebranych z miejscowości położonych po stronie przeciwwietrznej względem punktowego emitora – Huty Cynku „Miasteczko Śląskie”

Miejsce	Gatunek okres wegetacyjny	Współczynnik fitokumulacji			
		kwiecień	czerwiec	sierpień	wrzesień
Boruszowice	Bylica piołun <i>Artemisia absinthium L.</i>	1,02	0,17	0,1	1,68
	Pokrzywa zwyczajna <i>Urtica dioica L.</i>	0,09	0,06	0,19	0,59
	Nawłoc pospolita <i>Solidago virgaurea L.</i>	0,19	0,11	0,5	0,84
Rybna	Bylica piołun <i>Artemisia absinthium L.</i>	0,04	0,22	0,00	0,00
	Pokrzywa zwyczajna <i>Urtica dioica L.</i>	0,18	0,43	1,89	0,31
	Nawłoc pospolita <i>Solidago virgaurea L.</i>	0,15	0,76	1,16	0,37
Strzybnica	Bylica piołun <i>Artemisia absinthium L.</i>	0,8	0,1	0,11	0,04
	Pokrzywa zwyczajna <i>Urtica dioica L.</i>	0,05	0,06	0,12	0,03
	Nawłoc pospolita <i>Solidago virgaurea L.</i>	0,23	0,07	0,12	0,04

Każde badane siedlisko roślin reprezentuje od 5 do 10 egzemplarzy danego gatunku roślin zebranych w miejscowościach położonych w okolicy Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” w Miasteczku Śląskim-Boruszowicach, Rybnej oraz w Strzybnicy.

Przeciętne zawartości niklu w formach bezpośrednio biodostępnych oraz potencjalnie biodostępnych przytoczono w tabeli 2.

Tab. 2 Występowanie niklu w glebie w wybranych formach chemicznych w zasięgu oddziaływania Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” (µg·g⁻¹)

Miejscowość	Formy występowania niklu w glebie			
	wymienna	zaadsorbowana	organiczna	węglany
Rybna	2,66 - 2,69 2,67	2,66 - 3,31 2,98	2,37 - 2,53 2,98	3,31 - 7,62 5,46
	2,69 - 2,98 2,83	2,67 - 2,69 2,68	2,65 - 3,02 2,91	2,68 - 4,82 3,45
	2,33 - 3,01 2,67	2,64 - 4,27 3,45	2,64 - 2,69 2,67	2,95 - 3,64 3,29
Boruszowice	2,98 - 3,33 3,15	2,70 - 3,29 2,99	2,04 - 3,01 2,55	2,98 - 3,64 3,31
	3,34 - 3,60 3,47	3,60 - 3,65 3,63	2,71 - 3,60 3,15	4,60 - 14,82 9,71
	3,02 - 3,92 3,47	2,67 - 3,33 3,00	2,07 - 2,67 2,37	9,64 - 11,72 10,68
Zbroslawice	2,99 - 3,62 3,30	2,07 - 3,30 2,68	2,98 - 3,32 3,15	3,01 - 3,29 3,15
	3,33 - 3,62 3,47	2,07 - 2,68 2,38	2,99 - 3,02 3,00	2,68 - 3,33 3,01

Z kolei przeciętną zawartość niklu w badanych gatunkach roślin, rosnących w bezpośrednim zasięgu emisji Huty Cynku „Miasteczko Śląskie”, przedstawiono w tabeli 3.

Zakres zmian zawartości niklu w poszczególnych gatunkach roślin wahał się w zależności od badanej miejscowości odpowiednio [µg/g]:

Boruszowice: mniszek pospolity 0,00÷3,16; bylica piołun 0,55÷7,83; dziewanna wielokwiatowa 2,58÷8,59; narecznica 0,36÷3,56; pokrzywa zwyczajna 0,00÷3,35; nawłoc pospolita 0,00÷5,14.

Rybna: mniszek pospolity 0,37÷12,64; bylica piołun 0,00÷1,29; dziewanna fioletowa 1,21÷2,45; pokrzywa zwyczajna 0,09÷10,54; nawłoc pospolita 0,00÷8,18.

Strzybnica: mniszek pospolity 0,37÷6,44; bylica piołun 0,00÷9,40; dziewanna wielokwiatowa 0,00÷5,28; pokrzywa zwyczajna 0,00÷5,40; nawłoc pospolita 0,00÷9,96.

Zbroslawice: mniszek pospolity 0,00÷1,84; pokrzywa zwyczajna 0,00÷4,34; nawłoc pospolita 0,00÷5,93.

Tab. 3 Przeciętna zawartość niklu w różnych gatunkach roślin rosnących w bezpośrednim zasięgu emisji Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)

Miejsce	Gatunek	Średnia arytmetyczna	Minimum	Maximum
Boruszowice	Mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale L.</i>	0,75	0,00	3,16
	Bylica piołun <i>Artemisia absinthium L.</i>	2,85	0,55	7,83
	Dziewanna wielkokwiatowa <i>Verbascum thapsiforme</i>	5,15	2,58	8,59
Boruszowice	Narecznica samcza <i>Dryopteris filix-mas</i>	2,15	0,36	3,56
	Pokrzywa zwyczajna <i>Urtica dioica L.</i>	0,61	0,00	3,35
	Nawłóć pospolita <i>Solidago virgaurea L.</i>	0,81	0,00	5,14
Rybna	Mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale L.</i>	4,71	0,37	12,64
	Bylica piołun <i>Artemisia absinthium L.</i>	0,21	0,00	1,29
	Dziewanna wielkokwiatowa <i>Verbascum thapsiforme</i>	1,60	1,21	2,45
	Pokrzywa zwyczajna <i>Urtica dioica L.</i>	2,75	0,09	10,54
	Nawłóć pospolita <i>Solidago virgaurea L.</i>	1,67	0,00	8,18
Strzybnica	Mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale L.</i>	2,39	0,376	6,44
	Bylica piołun <i>Artemisia absinthium L.</i>	1,01	0,00	9,40
	Dziewanna wielkokwiatowa <i>Verbascum thapsiforme</i>	1,44	0,00	5,28
	Pokrzywa zwyczajna <i>Urtica dioica L.</i>	0,95	0,00	5,40
	Nawłóć pospolita <i>Solidago virgaurea L.</i>	1,16	0,00	9,96
Zbroslawice	Mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale L.</i>	0,80	0,00	1,84
	Pokrzywa zwyczajna <i>Urtica dioica L.</i>	0,72	0,00	4,34
	Nawłóć pospolita <i>Solidago virgaurea L.</i>	0,81	0,00	5,93

Powyższy zakres zmian zawartości niklu jest rezultatem złożonych procesów, na który składają się:

- zmiany chemicznych form występowania niklu bezpośrednio biodostępnych (jonowymienna, zaadsorbowana) w strefie przykorzennej,
- interakcje między niklem, a innymi pierwiastkami na etapie wchłaniania przez system korzeniowy,
- interakcje między niklem, a innymi pierwiastkami w poszczególnych częściach rośliny.

Procesem, który posiada bardzo duże znaczenie, były zmiany odczynu opadów atmosferycznych na tym obszarze, których zakres zmieniał się od 3,7 do 6,8. W rezultacie

właściwości kumulacyjne wybranych dla ilustracji roślin opisują współczynnik fitokumulacji oraz współczynnik wzbogacenia. Współczynniki fitokumulacji charakteryzujące bylicę piołun, pokrzywę zwyczajną i nawłóć pospolitą w zależności od okresu wegetacyjnego zestawiono w tabeli 1.

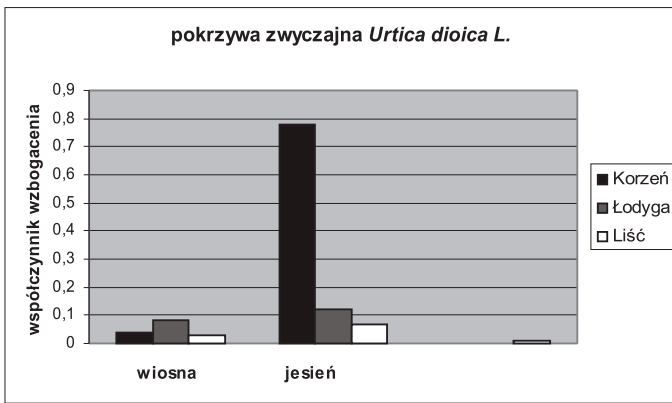
Zgodnie z interpretacją współczynnika fitokumulacji wartości współczynnika większe od 0,4 wskazują na przeciętne zdolności wybiórczej kumulacji niklu, powyżej 0,7 na duże właściwości selektywnego gromadzenia tego pierwiastka, natomiast wartości rzędu jednośc i większe na duże ugruntowane właściwości niklolubne. W Boruszowicach gatunkiem niklolubnym okazała się bylica piołun, zaś w Rybnej pokrzywa zwyczajna. Okazało się, że w bezpośrednim zasięgu lokalnej emisji w Strzybnicy podaż niklu była największa. Wspomniane gatunki odznaczały się stosunkowo dużymi wartościami dyskryminowania niklu na etapie jego dystrybucji, między poszczególne części morfologiczne. Jakkolwiek przedmiotem badań były także inne gatunki roślin (tab. 3), to jednak ze względu na doniesienia różnych autorów dotyczące występowania pierwiastków w pokrzywie zwyczajnej oraz nawłoci pospolitej i bylicy piołun, możliwości oddziaływania Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” poprzez większą emisję pyłów w porównaniu do emisji z innych zakładów przemysłowych opisano w oparciu o cytowany współczynnik fitokumulacji oraz współczynnik wzbogacenia [11].

Wartości współczynnika wzbogacenia badanych części roślin: łodyg, korzeni, liści oraz kwiatów niklem ilustrują ryciny od 1 do 6. Uwzględniając fakt, że współczynnik wzbogacenia rzędu poniżej 2 wskazuje na minimalne zanieczyszczenie, rzędu 2-5 na średnie zanieczyszczenie, należy uznać, że przyległe obszary pozostające w zasięgu lokalnej emisji Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” są obszarami minimalnie zanieczyszczonymi. Sprawia to, że rośliny lecznicze na tym terenie mogą być pozyskiwane jako surowiec zielarski dla celów ziołolecznictwa. Z kolei graficzna prezentacja zmian współczynnika fitokumulacji w ujęciu obszarowym wyraźnie wskazuje, że rośliny pozyskiwane z terenu Strzybnicy gromadzą skutecznie i wybiórczo stosunkowo duże ilości biodostępnych związków niklu znajdujących się w glebie.

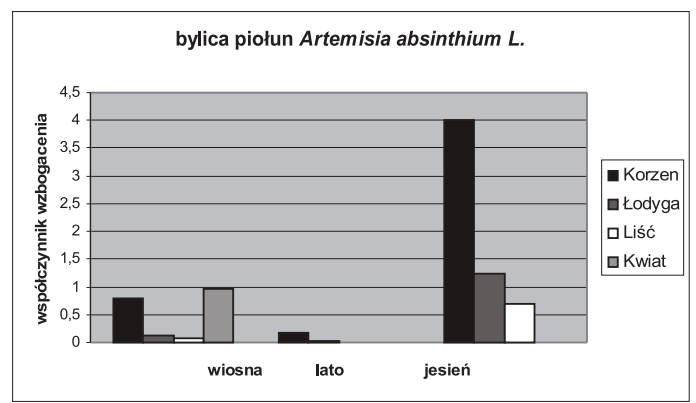
Wnioski

Środowisko przyrodnicze po stronie przeciwwietrznej podlega w słabym stopniu intoksykacji niklem, jako rezultat obecności punkowego źródła emisji Huty Cynku „Miasteczko Śląskie”.

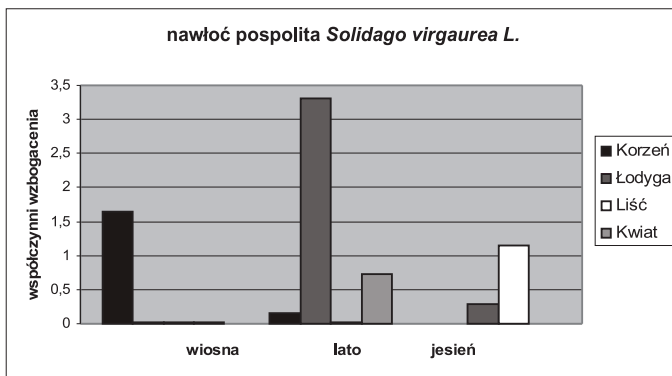
Do bioindykacji niklu oraz do ocen ekotoksykologicznych środowiska przyrodniczego nadaje się pokrzywa zwyczajna *Urtica dioica L.* oraz nawłóć pospolita *Solidago virgaurea L.*



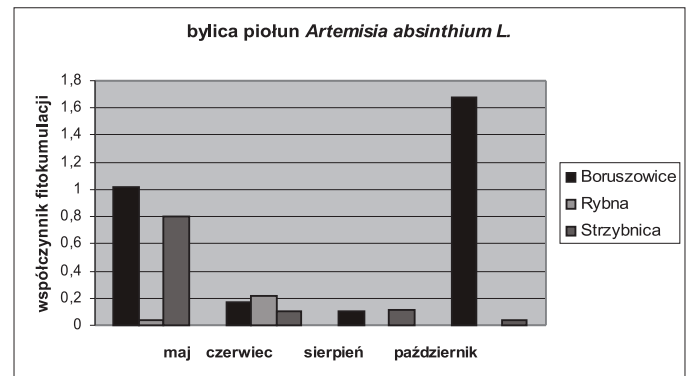
Rys. 1 Porównanie współczynnika wzbogacenia niklu dla poszczególnych części morfologicznych pokrzywy zwyczajnej w trakcie trwania cyklu wegetacyjnego



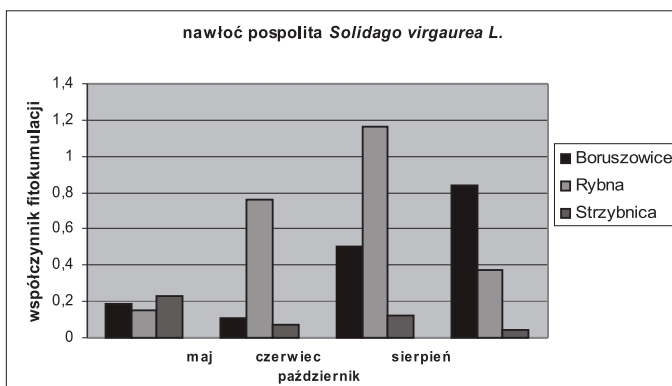
Rys. 2 Porównanie współczynnika wzbogacenia niklu dla poszczególnych części morfologicznych bylicy piołun w trakcie trwania cyklu wegetacyjnego



Rys. 3 Porównanie współczynnika wzbogacenia niklu dla poszczególnych części morfologicznych nawłoci pospolitej w trakcie trwania cyklu wegetacyjnego



Rys. 4 Zmiana współczynnika fitokumulacji niklu dla bylicy piołun w trakcie trwania cyklu wegetacyjnego



Rys. 5 Zmiana współczynnika fitokumulacji niklu dla nawłoci pospolitej w trakcie trwania cyklu wegetacyjnego



Rys. 6 Zmiana współczynnika fitokumulacji niklu dla pokrzywy zwyczajnej w trakcie trwania cyklu wegetacyjnego

LITERATURA

- [1] Kowol J., Wiechuła D., Kwapuliński J., Mirosławski J., Otrębska B., Rabsztyń E., Jakubowska J., Karpińska K., Jeziora R.: Zastosowanie współczynników chemoekotoksykologicznych w ocenie stopnia kontaminacji roślin leczniczych metalami, *Bromat Chem Toksykol.* 2005; Suplement: 283-286.
- [2] Mirosławski J., Wiechuła D., Kwapuliński J., Rochel R., Loska K., Ciba J.: Występowanie Pb, Cd, Cu, Mn, Ni, Co i Cr w wybranych gatunkach roślin leczniczych na terenie Polski, *Bromat Chem Toksykol.* 1995; 28:4,363-368.
- [3] Kersten M., Forstner U.: Speciation of trace metals in sediments and combustion waste. W: Ure A. Davidson Ch. (red.): *Chemical Speciation in Natural Systems.*, Chapman & Hall, London, 1995:234-275.
- [4] Kolon K., Kwapuliński J., Mróz L., Sarosiek J.: Wykorzystanie mszaków w monitoringu specyficznych skażeń chemicznych, radioaktywnych środowiska Prądnik, *Prace i materiały muzeum im. Profesora Władysława Szafera* 1993; 7-8:121-124.
- [5] Loska K., Cebula J., Pelczak J., Wiechuła D., Kwapuliński J.: Use of enrichment and contamination factors together with geoaccumulation indexes to evaluate the content of Cd, Cu and Ni in the Rybnik water reservoir in Poland, *Water Air and Soil Pollution* 1997, 93:347-365.
- [6] Kwapuliński J., Mirosławski J., Wiechuła D., Rochel R., Burczyk J., Sowada B., Iwanek K.: Wykorzystanie współczynnika wzbogacenia oraz indeksu geokumulacyjnego do oceny jakości obszarów pozyskiwania roślin leczniczych. *Bromat Chem Toksykol.* 1996; XXIX:243-252.
- [7] Kwapuliński J., Kowol J., Pauksztó A., Mirosławski J.: Wykorzystanie parametrów ekotoksykologicznych do oceny wybranych obszarów pozyskiwania korzeni mniszka lekarskiego w odniesieniu do rtęci, *Prob. Ekol.* 1999; Vol. 3, nr 5:191-193.
- [8] Kwapuliński J., Wiechuła D., Anders D., Loska K., Szilman E.: The pollution of the water and bottom sediment in dam reservoir Goczałkowice by nickel. Chrom, nikiel i glin w środowisku - problemy ekologiczne i metodyczne. *Ossolineum*, 1993: 185-187.
- [9] Wiechuła D., Loska K., Kwapuliński J.: Zastosowanie procedur statystycznych w interpretacji wyników badań środowiskowych, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo* 267, 2005; 1690:297-306.
- [10] David B. Rorabacher: Statistical Treatment for Rejection of Deviant Values: Critical Values of Dixon's "Q" Parameter and Related Subrange Ratios at the 95% Confidence Level. *Anal Chem* 1991; 63:139-146.
- [11] Rochel R., Kwapuliński J., Morawiec-Knyśak A., Suchy A., Wojtanowska M., Surma M.: Pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*) jako bioindykator. *Ekol Tech.* 2008; 16:2, 52-59.

XII Śląskie Seminarium Ochrony Środowiska

Rada Naukowa :

Przewodniczący: Prof. zw. dr hab. inż. Włodzimierz Kotowski
V-ce Przewodniczący: Prof. nadzw. dr hab. inż. Mirosław Czapka

Członkowie :

Prof. Ing. Magdaléna Lacko-Bartošová, CSc.
 Dr inż. Renata Przywarska
 Dr inż. Stanisław Karweta
 Dr inż. Bronisław Wyżgolik
 Doc. dr Alicja Jochymczyk
 Doc. dr Barbara Klimas
 Doc. dr n. med. Wojciech Kozik

Publikacje

Nadesłane artykuły zostaną opublikowane w kolejnych numerach czasopisma naukowego „Środowisko i Rozwój”, po uzyskaniu pozytywnych recenzji naukowych.

Informacje o konferencji

Konferencja odbędzie się 13 maja 2011 roku w budynku Biblioteki Wyższej Szkoły Ekonomii i Administracji z siedzibą w Bytomiu przy ul. A. Frycza – Modrzewskiego 3. Uczestnictwo w konferencji jest bezpłatne, jednak ze względów organizacyjnych prosimy o potwierdzenie swojego przybycia. Ponadto informujemy, że materiały konferencyjne otrzymają tylko uczestnicy, którzy potwierdzą swoją obecność.

Szczegółowych informacji udziela:
 Katarzyna Truś oraz Barbara Hetmańska
 tel./fax (32) 387 47 42
 e – mail: sekretariat.nauki@wsea.edu.pl

Terminarz konferencji

- zgłoszenie referatów wraz ze streszczeniem do 30.03.2011r.
- akceptacja tematów referatów do 08.04.2011r.
- ostateczny termin zgłaszania uczestnictwa bez referatu 26.04.2011r.
- termin przesłania gotowego artykułu (wg załączonej instrukcji) do 26.04.2011r.
- konferencja – 13.05.2011r.

Patronat honorowy:
 Zygmunt Łukaszczyk - Wojewoda Śląski
 Piotr Koj - Prezydent Miasta Bytomia

„Ochrona środowiska - aspekty naukowe, praktyczne, prawne i edukacyjne”

Szanowni Państwo

Mamy zaszczyt zaprosić Państwa do udziału w XII konferencji pod nazwą Śląskie Seminarium Ochrony Środowiska, organizowanej przez Wyższą Szkołę Ekonomii i Administracji z siedzibą w Bytomiu.

*XII Śląskie Seminarium Ochrony Środowiska
pt. „Ochrona środowiska - aspekty naukowe, praktyczne, prawne i edukacyjne”*

Cele konferencji

- prezentacja prac naukowych i rozwiązań praktycznych związanych z ochroną środowiska w szerokim zakresie ze szczególnym uwzględnieniem problemów związanych ze środowiskiem przyrodniczym, jego ochroną i edukacją ekologiczną. Jest to sposób na wdrożenie określonych procesów proekologicznych, owocujących poprawą ochrony środowiska.
- stworzenie forum dyskusyjnego oraz wymiana poglądów i doświadczeń związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska pomiędzy przedstawicielami jednostek naukowo-badawczych, pracowników i studentów wyższych uczelni, kadry zarządzającej, zakładowych służb ochrony środowiska, firm i zakładów komunalnych, władz samorządowych, instytucji edukacyjnych oraz organizacji pozarządowych.

Tematyka:

- główne problemy środowiskowe – globalne ocieplenie, niszczenie ozonosfery, zagrożenie różnorodności gatunkowej, degradacja gleb, zagrożenie lasów, niedobory i zanieczyszczenie wód,
- technologie, prace naukowo – badawcze, zarządzanie, monitoring, urzędnictwo i materiały związane z ochroną środowiska,
- problemy oceny zagrożeń środowiska z uwzględnieniem zanieczyszczenia powietrza i wód, problemu odpadów oraz ochrony świata żywego,
- techniczne, ekonomiczne i prawne rozwiązania służące ochronie środowiska,
- proekologiczne odnawialne źródła energii, nowoczesne czyste technologie, w tym możliwości energetycznego wykorzystania biomasy z uwzględnieniem biopaliw stałych, gazowych i płynnych, wytwarzanie energii odnawialnej w procesie współspalania biomasy z węglem w energetyce zawodowej, uprawa roślin energetycznych,
- kształtowanie świadomości ekologicznej społeczeństwa w zakresie wdrożeń oraz rozwiązań związanych z ochroną środowiska.

**Wyższa Szkoła Ekonomii i Administracji
z siedzibą w Bytomiu**

41 907 Bytom, ul. A. Frycza-Modrzewskiego 12,
 Regon 273300638, NIP: 626-21-57-823
 e-mail: rektorat@wsea.edu.pl
 tel.(032) 387-53-61