

## RELACJE MIĘDZY AKTYWNOŚCIĄ ENZYMATYCZNĄ GLEBY ZANIECZYSZCZONEJ NIKLEM I KADMEM A ZAWARTOŚCIĄ AZOTU I FOSFORU W ŁUBINIE ŻÓŁTYM

*Mirostław Wyszkowski*<sup>1</sup>, *Jadwiga Wyszkowska*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Chemii Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

<sup>2</sup> Katedra Mikrobiologii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

### Wstęp

Intensywny rozwój przemysłu, rolnictwa i działalności bytowej człowieka często prowadzi do wzrostu zanieczyszczenia środowiska różnymi kontaminantami. Jednym z groźniejszych zanieczyszczeń środowiska, występujących w naszym kraju, są metale ciężkie. Szczególne niebezpieczeństwo stwarza ich wysoka zawartość w glebie, z której następnie mogą być pobierane przez rośliny i w konsekwencji trafiać drogą pokarmową do organizmów zwierząt i człowieka [KABATA-PENDIAS i in. 1992]. Duże zanieczyszczenie gleby metalami ciężkimi powoduje niekorzystne zmiany w jej właściwościach, w tym we właściwościach biologicznych, co nie jest obojętne dla dostępności wielu makro- i mikropierwiastków dla roślin i może powodować zaburzenia ich wzrostu i rozwoju. Wskaźnikiem informującym o stanie biologicznym gleby jest aktywność enzymatyczna [TRASAR-CEPEDA i in. 1998], która wykazuje silne, najczęściej ujemne, uzależnienie od zawartości metali ciężkich w glebie [SCHULLER 1989; DAR 1996; WYSZKOWSKA, WYSZKOWSKI 2003a, 2003b]. Aktywność enzymów glebowych może być skorelowana z plonem roślin [MYŚKÓW 1990; MYŚKÓW i in. 1996; WYSZKOWSKA, WYSZKOWSKI 2003a, b] i niektórymi innymi właściwościami biologicznymi gleby, jak np. liczebność poszczególnych grup mikroorganizmów [WYSZKOWSKA, WYSZKOWSKI 2003a, b]. Niezbędne staje się więc poszukiwanie metod ograniczających ujemny wpływ metali ciężkich, w tym niklu i kadmu na aktywność enzymów glebowych i rośliny.

Celem przeprowadzonych badań było określenie zależności między aktywnością enzymatyczną gleby zanieczyszczonej niklem i kadmem a zawartością azotu i fosforu w łubinie żółtym. Do neutralizacji spodziewanego negatywnego wpływu niklu i kadmu na aktywność enzymatyczną gleby i rośliny zastosowano magnez.

### Materiał i metody badań

W doświadczeniu wazonowym z łubinem żółtym odmiany 'Juno', przeprowadzonym w hali wegetacyjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

nie, testowano wpływ zanieczyszczenia gleby niklem – 0, 100, 200, 300 i 400 mg Ni·kg<sup>-1</sup> gleby oraz kadmem – 0, 10, 20, 30 i 40 mg Cd·kg<sup>-1</sup>. Badania wykonano w trzech seriach z aplikacją magnezu: 0, 50 i 100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby. Doświadczenie przeprowadzono w czterech powtórzeniach w wazonach polietylenowych wypełnionych 9 kg gleby pobranej z poziomu próchnicznego A<sub>p</sub> z terenów rolniczych, która w warunkach naturalnych miała skład granulometryczny piasku gliniastego mocnego. W doświadczeniu z niklem gleba charakteryzowała się następującymi właściwościami: pH<sub>KCl</sub> – 4,8, zawartość C org. – 10,2 g·kg<sup>-1</sup>, zawartość form przyswajalnych: P – 36,5 mg, K – 119,9 mg i Mg – 24,1 mg·kg<sup>-1</sup> gleby. W doświadczeniu z kadmem wynosiły one odpowiednio: pH<sub>KCl</sub> – 5,0, zawartość C org. – 11,3 g·kg<sup>-1</sup>, zawartość przyswajalnego P – 99,2 mg, K – 110,3 mg i Mg – 9,1 mg·kg<sup>-1</sup> gleby. Do wszystkich wazonów wniesiono dodatkowo makroelementy w ilości: azotu – 25 mg N, fosforu – 33 mg P i potasu – 75 mg K·kg<sup>-1</sup> gleby. Nikiel stosowano w formie NiCl<sub>2</sub>, kadm w postaci CdCl<sub>2</sub>, azot w formie CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, fosfor w postaci KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, potas w formie KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + KCl, a magnez w postaci MgSO<sub>4</sub>·7 H<sub>2</sub>O. Związki niklu, kadmu, azotu, fosforu, potasu i magnezu rozpuszczono w wodzie i wprowadzono jednorazowo dokładnie mieszając z glebą w czasie zakładania doświadczenia. W czasie trwania doświadczeń utrzymywano stałą wilgotność gleby na poziomie 60% kapilarnej pojemności wodnej.

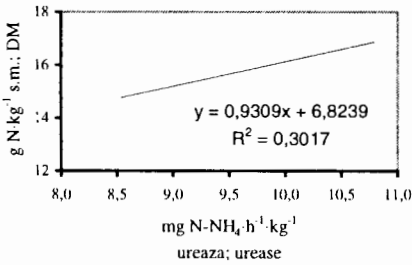
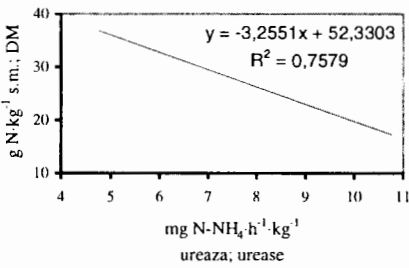
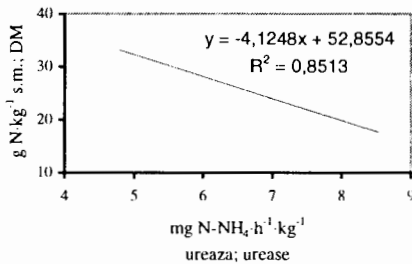
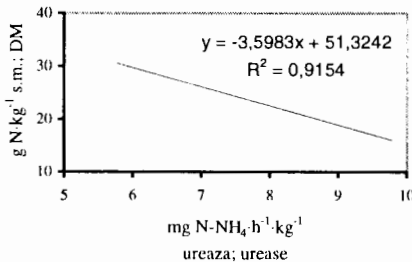
W próbach gleby pobranych po zbiorze łubinu żółtego określono aktywność wybranych enzymów: ureazy – metodą GORINA i CHING CHANGA [1966] oraz fosfatazy kwaśnej i alkalicznej – według TABATABAI i BREMNERA [1969]. Ich aktywność oznaczono kolorymetrycznie poprzez pomiar wielkości ekstynkcji na spektrometrze stosując długość fali 410 nm. Próbkę roślin rozdrobniono, wysuszono i zmielono. Oznaczono w nich zawartość azotu – metodą Kjeldahla i fosforu – metodą wanadowo-molibdenową. Uzyskane wyniki wykorzystano do obliczenia równań regresji i współczynników determinacji między aktywnością ureazy w glebie z aplikacją niklu, kadmu i magnezu a zawartością azotu w łubinie żółtym oraz między aktywnością fosfatazy kwaśnej i fosfatazy alkalicznej w glebie a zawartością fosforu w roślinach.

## Wyniki i dyskusja

Zanieczyszczenie gleby niklem i kadmem oraz aplikacja magnezu do gleby wpłynęła na kształtowanie się zależności między aktywnością enzymatyczną gleby a zawartością azotu i fosforu w łubinie żółtym (rys. 1–3). W obiektach kontrolnych (bez dodatku niklu i kadmu) zaznaczyły się dodatnie relacje między aktywnością ureazy a zawartością azotu i między aktywnością fosfatazy kwaśnej i fosfatazy alkalicznej w glebie a zawartością fosforu w łubinie żółtym. Układały się one korzystniej w doświadczeniu z niklem niż w eksperymencie z kadmem. Było to prawdopodobnie związane z niższą zawartością przyswajalnego magnezu, a wyższą fosforu w glebie użytej do założenia doświadczenia z niklem niż w badaniach z kadmem. W tych obiektach w doświadczeniu z niklem i kadmem stwierdzono dodatnią zależność między aktywnością ureazy a zawartością azotu w roślinach oraz między aktywnością fosfatazy kwaśnej i fosfatazy alkalicznej (tylko w eksperymencie z niklem) a zawartością fosforu w łubinie żółtym. Nie wykazano żadnej zależności między aktywnością fosfatazy alkalicznej w glebie w doświadczeniu z kadmem a zawartością fosforu w łubinie.

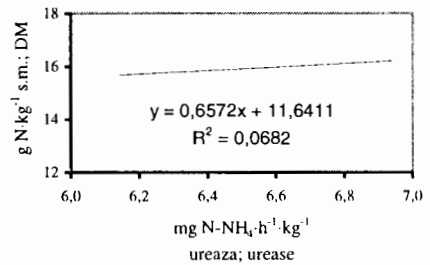
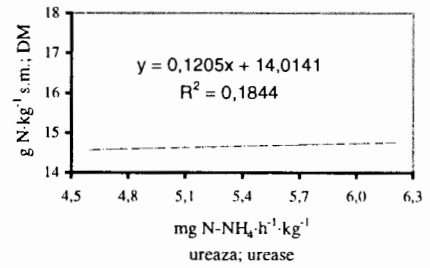
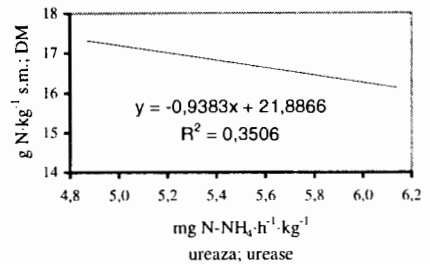
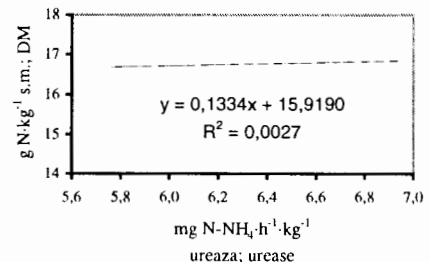
Doświadczenie z niklem

Experiment with nickel

0 mg Ni + 0–100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–400 mg Ni + 0 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–400 mg Ni + 50 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–400 mg Ni + 100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil

Doświadczenie z kadmem

Experiment with cadmium

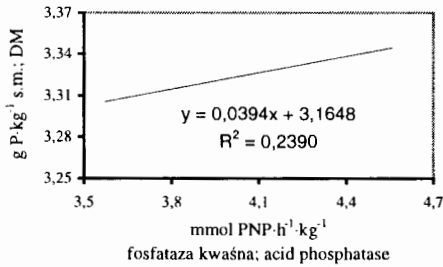
0 mg Cd + 0–100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–40 mg Cd + 0 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–40 mg Cd + 50 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–40 mg Cd + 100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil

Rys. 1. Zależność między aktywnością ureazy w glebie zanieczyszczonej niklem lub kadmem a zawartością azotu w częściach nadziemnych łubinu żółtego

Fig. 1. Relationships between urease activity in soil contaminated with nickel or cadmium and nitrogen content in above-ground parts of yellow lupine plants

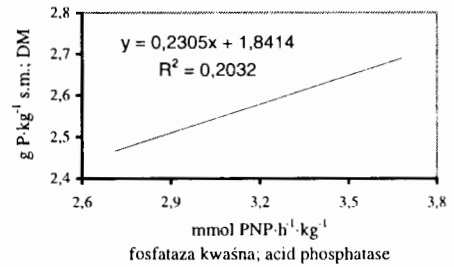
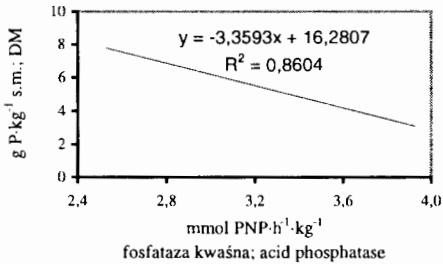
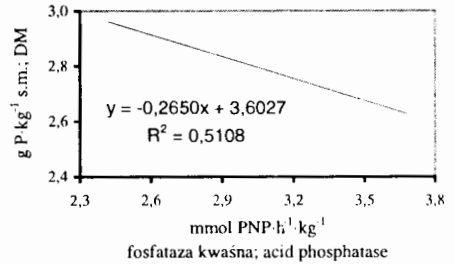
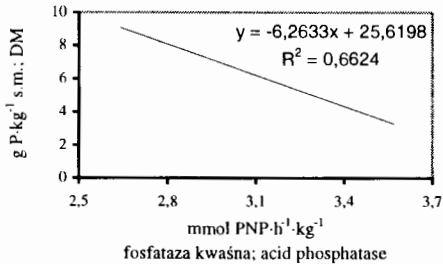
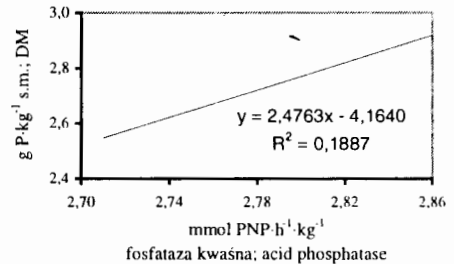
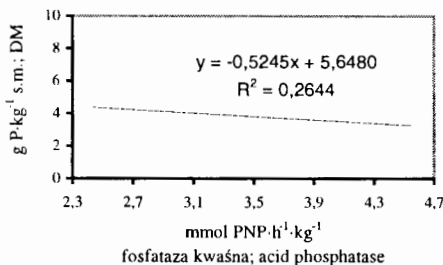
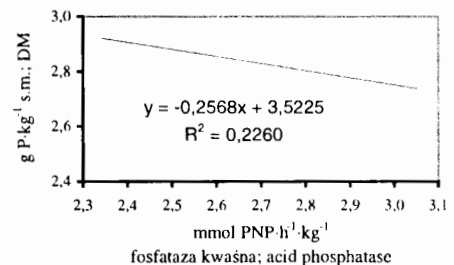
## Doświadczenie z niklem

Experiment with nickel

0 mg Ni + 0–100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil

## Doświadczenie z kadmem

Experiment with cadmium

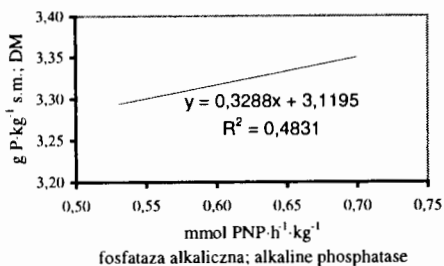
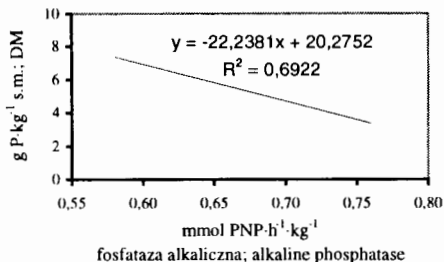
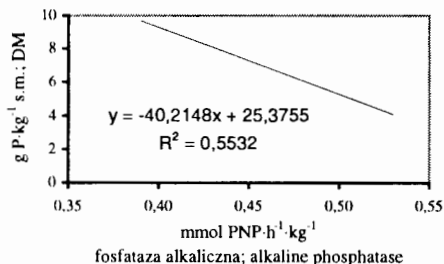
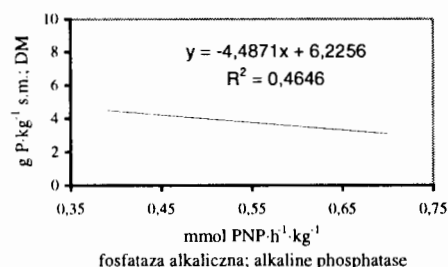
0 mg Cd + 0–100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–400 mg Ni + 0 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–40 mg Cd + 0 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–400 mg Ni + 50 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–40 mg Cd + 50 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–400 mg Ni + 100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–40 mg Cd + 100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil

Rys. 2. Zależność między aktywnością fosfatazy kwaśnej w glebie zanieczyszczonej niklem lub kadmem a zawartością fosforu w częściach nadziemnych łubinu żółtego

Fig. 2. Relationships between acid phosphatase activity in soil contaminated with nickel or cadmium and phosphorus content in above-ground parts of yellow lupine plants

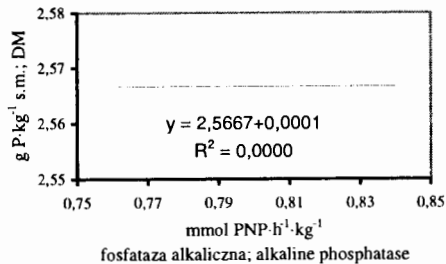
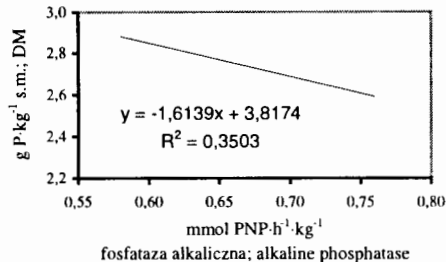
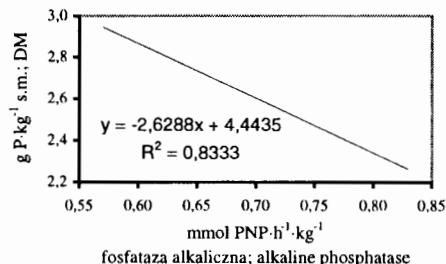
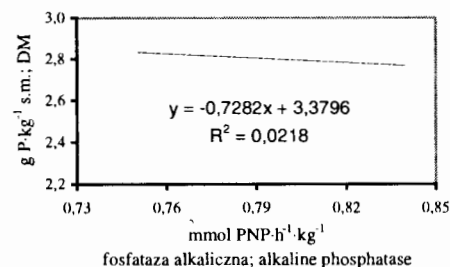
Doświadczenie z nikiem

Experiment with nickel

0 mg Ni + 0–100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–400 mg Ni + 0 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–400 mg Ni + 50 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–400 mg Ni + 100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil

Doświadczenie z kadmem

Experiment with cadmium

0 mg Cd + 0–100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–40 mg Cd + 0 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–40 mg Cd + 50 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil0–40 mg Cd + 100 mg Mg·kg<sup>-1</sup> gleby; soil

Rys. 3. Zależność między aktywnością fosfatazy alkalicznej w glebie zanieczyszczonej nikiem lub kadmem a zawartością fosforu w częściach nadziemnych łubinu żółtego

Fig. 3. Relationships between alkaline phosphatase activity in soil contaminated with nickel or cadmium and phosphorus content in above-ground parts of yellow lupine plants

Zanieczyszczenie gleby nikiem i kadmem zaburzyło dodatkowo relacje między jej aktywnością enzymatyczną a zawartością badanych makropierwiastków w łubinie żółtym (rys. 1–3). W obiektach zanieczyszczonych nikiem i kadmem, ale bez magnezu, zaobserwowano ujemne zależności między aktywnością badanych enzymów a zawartością makroelementów w łubinie żółtym. Należy jednak podkreślić, że ujemny wpływ niklu był większy niż kadmu. Wyjątkiem była relacja między aktywnością ureazy w glebie zanieczyszczonej kadmem a zawartością azotu w łubinie żółtym. Zmiana zależności między aktywnością enzymatyczną gleby zanieczyszczonej nikiem i kadmem a zawartością azotu i fosforu w łubinie żółtym wynikała głównie z wpływu tych metali na aktywność ureazy oraz fosfatazy kwaśnej i fosfatazy alkalicznej w glebie. W wyniku silnego oddziaływania zanieczyszczenia gleby nikiem i kadmem aktywność enzymów glebowych ulegała dużemu i istotnemu zmniejszeniu [WYSZKOWSKA, WYSZKOWSKI 2003a, b]. Największe zmiany aktywności wystąpiły w przypadku ureazy, przy czym wpływ niklu był ponad dwukrotnie większy niż kadmu. Znaczne oddziaływanie zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi na aktywność enzymatyczną gleby stwierdzili także DOELMAN i HAANSTRA [1989], LEBEDEVY i in. [1995], ZHENG i in. [1999], LANDI i in. [2000], NOWAK i in. [2000]. Doświadczenia LEBEDEVY i in. [1995], ZHENG i in. [1999] oraz LANDI i in. [2000] wskazują, że aktywność ureazy w glebie, podobnie jak w badaniach własnych, malała w miarę wzrostu dawki kadmu. Zdaniem DOELMANA i HAANSTRY [1989] sekwencja metali ciężkich, uwzględniająca ich wpływ na aktywność fosfataz, układa się następująco:  $Zn > Cu > Cd > Ni > Pb > Cr$ . W przeprowadzonych badaniach własnych jednocześnie ze zmniejszaniem aktywności enzymatycznej gleby na obiektach zanieczyszczonych nikiem rosła zawartość azotu i fosforu, a na obiektach z aplikacją kadmu wystąpiła tendencja do wzrostu zawartości fosforu w częściach nadziemnych łubinu żółtego [WYSZKOWSKI 2002, 2004]. Oddziaływanie metali ciężkich na zawartość azotu i fosforu w łubinie żółtym było jednakże mniejsze niż na aktywność enzymatyczną gleby. Wpływ metali ciężkich na zawartość makropierwiastków w roślinach, tak jak w przeprowadzonym doświadczeniu, stwierdzili także GUSSARSSON [1994] oraz OBATA i UMEBAYASHI [1997]. Dużą rolę odgrywa nikiel, który jest składnikiem wielu enzymów [HAUSINGER 1993], np. ureazy biorącej udział w wiązaniu azotu, uczestnicząc w nagromadzeniu i przemieszczaniu materiałów zapasowych w roślinach [MARSCHNER 1995; KOSZELNIK-LESZEK 2001].

Aplikacja magnezu do gleby zanieczyszczonej kadmem i nikiem wpłynęła korzystnie na kształtowanie się zależności między aktywnością ureazy a azotem w łubinie żółtym oraz między aktywnością fosfatazy kwaśnej i fosfatazy alkalicznej w glebie a fosforem w roślinach (rys. 1–3). Utrzymywały się co prawda między tymi cechami zależności ujemne, ale wpływ metali ciężkich był znacznie mniejszy niż w serii bez magnezu. Zmiana tej zależności była spowodowana oddziaływaniem magnezu, który ograniczył ujemny wpływ niklu i kadmu na aktywność ureazy i fosfatazy alkalicznej w glebie. Po zbiorze łubinu żółtego obserwowano wzrost ich aktywności w obiektach z magnezem [WYSZKOWSKA, WYSZKOWSKI 2003a, b]. Dodatni wpływ magnezu na aktywność enzymatyczną gleby (zwłaszcza aktywność fosfatazy kwaśnej) stwierdzono także we wcześniejszym przeprowadzonym doświadczeniu [WYSZKOWSKI 2001] oraz w badaniach KOPEKA i in. [1994]. W badaniach PARK i in. [1998] nawożenie magnezem nie wywołało istotnych zmian w aktywności fosfatazy. Dodatnie oddziaływanie aplikacji magnezu do gleby na zawartość azotu w częściach nadziemnych i korzeniach łubinu jest potwierdzeniem wyników uzyskanych przez BARŁÓG i GRZEBISZA [1999].

## Wnioski

1. W obiektach kontrolnych (bez dodatku niklu i kadmu) zaznaczyły się dodatnie relacje między aktywnością ureazy a zawartością azotu oraz między aktywnością fosfatazy kwaśnej i fosfatazy alkalicznej w glebie a zawartością fosforu w łubinie żółtym.
2. Zanieczyszczenie gleby niklem i kadmem zaburzyło dodatnie relacje między jej aktywnością enzymatyczną a zawartością badanych makropierwiastków w łubinie żółtym. W obiektach zanieczyszczonych niklem i kadmem zaobserwowano ujemne zależności między aktywnością badanych enzymów a zawartością makroelementów w roślinach. Ujemny wpływ niklu był większy niż kadmu.
3. Aplikacja magnezu do gleby zanieczyszczonej kadmem i niklem wpłynęła dodatnio na kształtowanie się zależności między aktywnością ureazy a azotem w łubinie żółtym oraz między aktywnością fosfatazy kwaśnej i fosfatazy alkalicznej w glebie a fosforem w roślinach.

## Literatura

- BARŁÓG P., GRZEBISZ W. 1999. *Reakcja łubinu żółtego na dolistne nawożenie magnezem*. Biul. Magnezol. 4(1): 23–26.
- DAR G.H. 1996. *Effects of cadmium and sewage-sludge on soil microbial biomass and enzyme activities*. Biores. Tech. 56(2–3): 141–145.
- DOELMAN P., HAANSTRA L. 1989. *Short- and long-term effects of heavy metals on phosphatase activity in soils: An ecological dose-response model approach*. Biol. Fertil. Soils 8: 235–241.
- GORIN G., CHING CHANG CH. 1966. *A new method of assay the specific enzymic activity. IV. Urease*. Analyt. Biochem. 17: 49–58.
- GUSSARSSON M. 1994. *Cadmium-induced alterations in nutrient composition and growth of Betula pendula seedlings: The significance of fine roots as a primary target for cadmium toxicity*. J. Plant. Nutr. 17: 2151–2163.
- HAUSINGER R.P. 1993. *Biochemistry of nickel*. Plenum Press, New York: 203–219.
- KABATA-PENDIAS A., DUDKA S., CHLOPECKA A., GAWINOWSKA T. 1992. *Background levels and environmental influences on trace metals in soil of the temperate humid zone of Europe*, w: *Biochemistry of trace metals*. Adriano DC. (red.), Lewis Publ. Boca Raton, FL: 61–84.
- KOPER J., PIOTROWSKA A., SIWIK A. 1994. *Wpływ zróżnicowanego nawożenia gleby na kształtowanie się jej aktywności enzymatycznej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 467: 199–206.
- KOSZELNIK-LESZEK A. 2001. *Odmianowa reakcja roślin na podwyższone zawartości niklu w glebie*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu 415, Rol. 80: 9–36.
- LANDI L., RENELLA G., MORENO J.L., FALCHINI L., NANNIPIERI P. 2000. *Influence of cadmium on the metabolic quotient, L: -D-glutamic acid respiration ratio and enzyme activity: microbial biomass ratio under laboratory conditions*. Biol. & Fert. Soils 32(1): 8–16.

- LEBEDEVA L.A., LEBEDEV S.N., EDEMSKAYA N.L. 1995. *The effect of heavy metals and lime on urease activity in soddy-podzolic soil*. Moscow Univ. Soil Sci. Bull. 50(2): 53–56.
- MARSCHNER H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, New York: 889 ss.
- MYŚKÓW W. 1990. *Wpływ głębokiej uprawy i zmianowania roślin na właściwości biologiczne gleby*. Pam. Puł. 90: 7–26.
- MYŚKÓW W., STACHYRA A., ZIĘBA S., MASIĄK D. 1996. *Aktywność biologiczna gleby jako wskaźnik jej żyzności i urodzajności*. Roczn. Gleboz. 47(1/2): 89–99.
- NOWAK J., TYRANOWSKA-BIELEC U., SZYMCZAK J. 2000. *Wpływ chlorku rtęci i niklu na zmiany aktywności fosfatyz w czarnych ziemiach*. Roczn. Gleboz. 51(1/2): 5–16.
- OBATA H., UMEBAYASHI M. 1997. *Effects of cadmium on mineral nutrient concentrations in plants differing in tolerance for cadmium*. J. Plant Nutrit. 20(1): 97–105.
- PARK H., YOO J.H., LEE C.H., BYUN J.K., KIM Y.K. 1998. *Effects of liming and fertilization on forest soil chemical properties, bacterial population and soil enzyme activities*. FRI J. Forest Sci. Seoul. 58: 178–183.
- SCHULLER E. 1989. *Enzyme activities and microbial biomass in old landfill soils with long-term metal pollution*. Verhandlun. Gesellsch. Okol. 18: 339–348.
- TABATABAI M.A., BREMNER J.M. 1969. *Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity*. Soil Biol. Biochem. 1: 307–310.
- TRASAR-CEPEDA C., LEIROS C., GIL-SOTRES F., SEOANE S. 1998. *Towards a biochemical quality index for soils: An expression relating several biological and biochemical properties*. Biol. Fertil. Soils 26: 100–106.
- WYSZKOWSKA J., WYSZKOWSKI M. 2003a. *Effect of cadmium and magnesium on enzymatic activity in soil*. Pol. J. Environm. St. 12(4): 479–485.
- WYSZKOWSKA J., WYSZKOWSKI M. 2003b. *Effect of soil contamination with nickel on enzymatic activity*. Pol. J. Natur. Sc. 14(2): 299–307.
- WYSZKOWSKI M. 2001. *Wpływ magnezu na kształtowanie plonów i wzajemnych relacji między niektórymi jonami w roślinach*. Wyd. UWM, Rozprawy i Monografie 52: 92 ss.
- WYSZKOWSKI M. 2002. *Effect of magnesium and cadmium on the yield and content of macroelements in yellow lupine*. Pol. J. Natur. Sc. 12(3): 21–35.
- WYSZKOWSKI M. 2004. *Wpływ magnezu i niklu na zawartość makropierwiastków w łubinie żółtym*. J. Elementol. 9(3): 509–515.
- ZHENG C.R., TU C., CHEN H.M. 1999. *Effect of combined heavy metal pollution on nitrogen mineralization potential, urease and phosphatase activities in a typic udic ferrisol*. Pedosphere 9(3): 251–258.

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenie gleby niklem i kadmem, aplikacja magnezu, aktywność enzymatyczna, łubin żółty, azot, fosfor



### Streszczenie

Określono zależności między aktywnością enzymatyczną gleby zanieczyszczonej niklem (0, 100, 200, 300 i 400 mg Ni·kg<sup>-1</sup>) i kadmem (0, 10, 20, 30 i 40 mg Cd·kg<sup>-1</sup>) a zawartością azotu i fosforu w łubinie żółtym. Do neutralizacji spodziewanego negatywnego wpływu niklu i kadmu na aktywność enzymatyczną gleby i rośliny zastosowano magnez (0, 50 i 100 mg Mg·kg<sup>-1</sup>). W obiektach kontrolnych (bez dodatku niklu i kadmu) zaznaczyły się dodatnie relacje między aktywnością ureazy a zawartością azotu i między aktywnością fosfatazy kwaśnej i fosfatazy alkalicznej w glebie a zawartością fosforu w łubinie żółtym. Zanieczyszczenie gleby niklem i kadmem zaburzyło dodatnie relacje między jej aktywnością enzymatyczną a zawartością badanych makropierwiastków w łubinie żółtym. W obiektach zanieczyszczonych niklem i kadmem zaobserwowano ujemne zależności między aktywnością badanych enzymów a zawartością makroelementów w roślinach. Ujemny wpływ niklu był większy niż kadmu. Aplikacja magnezu do gleby zanieczyszczonej kadmem i niklem wpłynęła dodatnio na kształtowanie się zależności między aktywnością ureazy a azotem w łubinie żółtym oraz między aktywnością fosfatazy kwaśnej i fosfatazy alkalicznej w glebie a fosforem w roślinach.

### RELATIONSHIPS BETWEEN THE ENZYMATIC ACTIVITY OF SOIL CONTAMINATED WITH NICKEL AND CADMIUM AND CONTENTS OF NITROGEN AND PHOSPHORUS IN YELLOW LUPINE

*Mirostław Wyszowski<sup>1</sup>, Jadwiga Wyszowska<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Department of Environmental Chemistry,  
University of Warmia and Mazury Olsztyn

<sup>2</sup> Department of Microbiology,  
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

**Key words:** soil contamination, nickel, cadmium, magnesium application, enzymatic activity, yellow lupine, nitrogen, phosphorus

### Summary

The objective of study was to determine the relationships between enzymatic activity of nickel- and cadmium-contaminated soil (0, 100, 200, 300 and 400 mg Ni·kg<sup>-1</sup>, and 0, 10, 20, 30 and 40 mg Cd·kg<sup>-1</sup>, respectively) and concentrations of nitrogen and phosphorus in yellow lupine plants. Expected negative effects of nickel and cadmium on enzymatic activity of soil and plants were neutralized with magnesium (0, 50 and 100 mg Mg·kg<sup>-1</sup>). In control treatments (without application of nickel and cadmium) positive relationships were observed between urease activity and nitrogen content, and between the activity of acid phosphatase and alkaline phosphate in soil and the phosphorus content in yellow lupine. Nickel and cadmium soil contamination disturbed positive correlation between the enzymatic activity of the soil and concentrations of examined macroelements in yellow lupine plants. In nickel- and cadmium-contaminated objects negative relationships were observed between the activity of analyzed enzymes and content of macroelements in the plants. Negative effect of nickel was more

significant than that of cadmium. The application of magnesium into cadmium- and nickel-contaminated soil positively affected the correlations between urease activity and nitrogen content, and between the activity of acid and alkaline phosphatases in soil and the phosphorus content in yellow lupine.

Dr hab. Mirosław **Wyszowski**, prof. UWM  
Katedra Chemii Środowiska  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
Plac Łódzki 4  
10-718 OLSZTYN  
e-mail: [miroslaw.wyszowski@uwm.edu.pl](mailto:miroslaw.wyszowski@uwm.edu.pl)