

AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNA RÓŻNYCH TYPÓW GLEB MINERALNYCH OBSZARU KUJAW I POMORZA NA TLE ZAWARTOŚCI WYBRANYCH PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH

Jan Koper ¹, Anna Piotrowska ¹, Halina Dąbkowska-Naskręt ²

¹Katedra Biochemii,

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy

²Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gleb,

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy

Wstęp

Aktywność enzymatyczna gleby jest swoistym, bardzo czułym wskaźnikiem jakości środowiska glebowego. W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania wykorzystaniem wskaźników enzymatycznych w szacowaniu zanieczyszczenia ale również oceny wpływu zabiegów agrotechnicznych na gleby użytkowane rolniczo [BANDICK, DICK 1999]. Aktywność enzymów w glebach jest jednym z ważniejszych biologicznych elementów kontroli w ramach monitoringu środowiska w Szwecji i USA [JANUSZEK 1999].

Problem wpływu metali ciężkich na aktywność enzymatyczną gleb był początkowo rozpatrywany przez badaczy przez pryzmat ich roli aktywującej i regulującej. Jednakże stale wzrastająca ilość metali ciężkich dostająca się do gleby w wyniku postępującej antropogenizacji stanowić może duże zagrożenie dla aktywności enzymatycznej i stwarza potrzebę badania zależności między wysokimi stężeniami metali a aktywnością enzymów glebowych. W związku z powyższym celem badań było przeprowadzenie charakterystyki gleb intensywnie użytkowanych rolniczo obszaru Kujaw i Pomorza na podstawie ich aktywności enzymatycznej w aspekcie zawartości wybranych pierwiastków śladowych.

Materiał i metody

Do badań wybrano gleby mineralne dominujące w regionie, zróżnicowane pod względem typologii, rodzaju i gatunku a mianowicie czarne ziemie (Gleysols – wg WRB), gleby płowe (Luvisols), gleby brunatne (Cambisols) oraz mady (Fluvisols). Próbkę gleb do badań pobrano z warstwy ornej (0–10 cm) i podornej (30–40 cm) z pól uprawnych (użytków zielonych) z dala od punktowych źródeł emisji zanieczyszczeń. Aktywność dehydrogenaz (DHA), kwaśnej (P_{ac}) i alkalicznej fosfatazy (P_{al}), fosfodiesterazy (PDE) oraz ureazy (UR) oznaczono koloryme-

trycznie. Zawartość całkowitą Zn, Cu, Mn, Pb, Cd, Cr i Fe oznaczono metodą AAS na spektrofotometrze Philips PU 9100X, po mineralizacji w wodzie królewskiej. Zawartość metali ekstrahowanych DTPA (Zn, Cu, Mn, Pb i Fe) oznaczono wg metody LINDSAY, NORVELL [1978]. Właściwości fizykochemiczne badanych gleb, takie jak zawartość węgla organicznego, azotu ogółem, CaCO_3 , pH w 1 mol $\text{KCl}\cdot\text{dm}^{-3}$, zawartość wymiennych kationów wapnia i magnezu oznaczone zostały według standardowych procedur.

Wyniki i dyskusja

Odczyn badanych gleb wahał się w zakresie pH 5,20–8,14 w H_2O oraz 4,41–7,75 w 1 mol $\text{KCl}\cdot\text{dm}^{-3}$. Zaliczyć je zatem można do gleb słabo kwaśnych, obojętnych lub zasadowych. Ponad połowa badanych próbek zawierała węglan wapnia, którego zawartość mieściła się w granicach 0,52–3,23%. Zawartość węgla organicznego kształtowała się w zakresie 6,2–17,1 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ zaś azotu ogółem w przedziale 0,33–0,84 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Badane gleby wykazywały niską zawartość magnezu 3,0–9,3 $\text{mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$, co jest charakterystyczne dla gleb tego regionu i związane z wymywaniem Mg^{+2} w głąb profili oraz niedostatecznym nawożeniem tym pierwiastkiem. Badania innych autorów [POREBSKA, OSTROWSKA 2001] wykazały, że jony Mg^{+2} są szczególnie łatwo wymywane z gleb nawożonych wysokimi dawkami nawozów mineralnych (CaNPK).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zawartość metali w większości badanych prób mieści się na poziomie ich naturalnej zawartości. Porównanie zawartości całkowitej cynku (28,25–52,0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w badanych glebach ze średnią zawartością Zn, która wynosiła 32 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w glebach użytków rolnych województwa kujawsko-pomorskiego [TERELAK i in. 2000] wskazuje, że zawartość tego metalu jest nieco większa, w porównaniu do zawartości naturalnej, chociaż nie stanowi to o zanieczyszczeniu gleb [KABATA-PENDIAS i in. 1993]. Całkowita zawartość Cu i Mn oraz Fe w badanych glebach była bliska wartościom tła geochemicznego dla obszaru gleb Polski. Całkowite zawartości ołowiu wahały się w badanych glebach mineralnych w zakresie 14,9–22,1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w poziomie powierzchniowym oraz od 13,1 do 20,9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w poziomie podpowierzchniowym. Nie stwierdzono znacznego nagromadzenia ołowiu w poziomie wierzchnim w stosunku do podpowierzchniowej warstwy gleb, co świadczy o tym, że nie nastąpiła antropogeniczna akumulacja tego metalu. Zaobserwowano jedynie nieco wyższą koncentrację tego metalu w nielicznych próbkach glebowych (gleba płowa z punktu poboru Znin), co nie stanowi jednak o dużym zagrożeniu czy zanieczyszczeniu. Kategoryzacja jakości gleb w aspekcie zawartości metali ciężkich [KABATA-PENDIAS i in. 1993] pozwala na zaliczenie badanych gleb do nie zanieczyszczonych ołowiem, w których nastąpiło pewne nagromadzenie tego metalu w stosunku do wartości tła geochemicznego. Porównanie zawartości Cd z ilością tego metalu w nie zanieczyszczonych glebach z obszaru Polski [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999] wskazuje, że są one na zbliżonym poziomie. Ponadto, w około 30% badanych próbek glebowych, zawartość Cd była poniżej granicy detekcji zastosowanej metody ($< 0,02 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Zawartość cynku, miedzi i manganu ekstrahowanego DTPA była największa w madach, zaś najmniejszą ilość Cu i Mn DTPA stwierdzono w próbkach gleb płowych (tab. 1). Cynk i miedź w formach przyswajalnych dla roślin występo-

wały w ilości powyżej wartości deficytowych, za które przyjęto za MORTVEDTEM i in. [1991] ilości 0,5–1,0 mg·kg⁻¹ dla cynku oraz 0,12–0,25 mg·kg⁻¹ dla miedzi. Należy podkreślić, że ilość Cu w formie fitodostępnej była generalnie niska i mieściła się w zakresie 0,56–2,5 mg·kg⁻¹. Najmniejsze ilości Fe przyswajalnego stwierdzono w glebach płowych i brunatnych a najwyższe w madach. Podobnie jak dla pozostałych metali w badanych glebach nie stwierdzono deficytowych zawartości Fe w formach dostępnych dla roślin [MORTVEDT i in. 1991].

Tabela 1; Table 1

Wartości średnie badanych parametrów
Mean values of investigated parameters

Parametr Parameter		Gleby płowe Lessive soils n = 15		Czarne ziemie Black earths n = 9		Gleby brunatne Typical brown soils, n = 6		Mady Alluvial soils n = 4	
		*a	b	a	b	a	b	a	b
Aktywność enzymatyczna Enzymatic activity	**DHA	85,0	59,6	551,8	383,5	444,6	277,1	503,0	597,2
	P _{al}	0,65	0,63	0,96	0,88	0,79	0,63	1,25	0,85
	P _{ac}	1,27	0,77	1,93	1,72	1,75	1,43	3,49	2,29
	PDE	0,42	0,34	0,54	0,53	0,59	0,59	0,62	0,40
	UR	5,33	4,49	12,1	9,09	12,17	9,14	14,3	11,31
C org.; Organic C (g·kg ⁻¹)		7,6	6,3	14,7	13,0	6,2	6,3	17,1	12,4
N _{org} ; Total N (g·kg ⁻¹)		0,69	0,33	0,73	0,34	0,84	0,70	0,35	0,51
CaCO ₃ (%)		0,85	0,77	3,23	3,08	0,76	0,52	0,65	0,76
Ca ⁺² (mmol (+)-kg ⁻¹)		33,7	31,0	117,2	115,2	66,9	59,5	76,5	60,9
Mg ⁺² (mmol (+)-kg ⁻¹)		3,0	3,3	6,5	9,3	4,2	3,7	8,7	7,1
Formy całkowite Total forms (mg·kg ⁻¹)	Zn	31,32	28,25	37,7	35,4	37,5	36,3	52,0	49,0
	Cu	7,30	6,77	11,7	11,8	9,8	10,1	13,7	11,4
	Mn	257,2	253,7	245,1	234,8	277,3	271,4	327,9	299,5
	Pb	14,9	13,1	22,1	20,9	18,7	19,2	14,9	12,7
	Cd	0,23	0,31	0,68	0,68	0,63	0,50	0,33	0,48
	Cr	14,4	13,9	14,9	16,1	22,9	18,9	36,6	36,1
	Fe	13533	13893	18891	18116	25067	26983	28175	24500
Formy DTPA DTPA forms (mg·kg ⁻¹)	Zn	2,12	1,61	2,31	1,92	1,38	1,42	7,7	6,0
	Cu	0,59	0,56	0,98	1,02	0,85	0,78	2,5	2,0
	Mn	9,25	7,75	12,74	9,83	14,0	12,8	23,5	15,1
	Pb	1,16	0,94	1,86	1,60	1,43	1,23	1,41	1,00
	Fe	25,8	26,2	41,19	32,4	28,2	27,6	33,5	42,0

*a poziom 0–10 cm; depth of 0–10 cm

b poziom 30–40 cm; depth of 30–40 cm

**DHA aktywność dehydrogenaz; dehydrogenase activity (cm³ H₂·kg⁻¹·d⁻¹)

P_{al} aktywność fosfatazy alkalicznej; alkaline phosphatase activity (mmol PNP kg⁻¹·h⁻¹)

P_{ac} aktywność fosfatazy kwaśnej; acid phosphatase activity (mmol PNP kg⁻¹·h⁻¹)

PDE aktywność fosfodiesterazy; phosphodiesterase activity (mmol PNP kg⁻¹·h⁻¹)

UR aktywność ureazy; urease activity (mg N-NH₃ kg⁻¹·2 h⁻¹)

Aktywność enzymatyczna była w dużym stopniu zróżnicowana w zależności od typu gleby (tab. 1). Różnice w kształtowaniu się aktywności w różnych typach gleb są spowodowane faktem, że każdy typ gleby zależnie od jej pochodzenia i warunków rozwojowych jest odmienny pod względem zawartości materii organicznej, składu granulometrycznego i aktywności mikroorganizmów a w konsekwencji intensywności procesów biologicznych [GIANFREDA, BOLLAG 1996]. Wykazano następującą regularność w aktywności DHA oraz obu form fosfataz dla badanych typów gleb: gleby płowe < brunatne < czarne ziemie i mady. Podobne tendencje

wykazano dla aktywności PDE i UR, chociaż ich aktywność była bardzo zbliżona w czarnych ziemiach i glebach brunatnych. Aktywność fosfatazy alkalicznej mieściła się w zakresie 0,63–1,25 mmol PNP·kg⁻¹·h⁻¹, zaś aktywność fosfatazy kwaśnej była wyższa i wynosiła od 0,77 do 3,49 mmol PNP·kg⁻¹·h⁻¹. Szczególnie szeroki zakres aktywności uzyskano dla dehydrogenaz: 59,6–597, 2 cm³ H₂ kg⁻¹·d⁻¹, co wskazuje, że są one jako enzymy wewnątrzkomórkowe bardziej wrażliwe na naturalne i antropogeniczne czynniki środowiska. W związku z tym ROGERS i LI [1985] zaproponowali aktywność dehydrogenaz jako prosty test toksycznego wpływu metali ciężkich na aktywność biologiczną gleby. W przeprowadzonych przez autorów badaniach dehydrogenazy reagowały obniżeniem aktywności pod wpływem wysokich stężeń miedzi, cynku, ołowiu, niklu oraz kadmu. Równie wysoką wrażliwość dehydrogenaz na zawartość metali: Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Hg i Pb w glebie wykazał WELP [1999]. Według badań tego autora największą toksyczność wobec dehydrogenaz wykazała rtęć, natomiast wpływ pozostałych metali kształtował się następująco: Cr>Cu>As>Cd>Ni>Cr(III)>Zn>Co>Pb. Wcześniejsze badania WELPA, BRÜMMERA [1997] wykazały, że toksyczny wpływ kadmu na mikroorganizmy glebowe ujawnił się przy zawartości 11 mg Cd·kg⁻¹. Gleby Pomorza i Kujaw charakteryzowały się kilku/kilkunastokrotnie mniejszą zawartością tego metalu, co w rezultacie nie wywołało efektu toksyczności i inhibicji aktywności enzymów. Z badań JANUSZKA [1999] wynika, że cynk działa bardziej toksycznie na mikroorganizmy i enzymy glebowe niż ołów. Ołów charakteryzuje się większym powinowactwem do substancji organicznej gleby niż cynk, dzięki czemu jest w większym stopniu kompleksowany w glebie przez materię organiczną.

W związku z ogólnie przyjętą wrażliwością enzymów glebowych na zanieczyszczenie metalami ciężkimi BABICH i in. [1983] zaproponowali oznaczenie wysokości dawki ekologicznej (ED₅₀) określającej wpływ metali ciężkich na procesy mikrobiologiczne zachodzące w skażonej glebie. Natomiast DOELMAN, HAANASTRA [1986] zdefiniowali 50% dawkę ekologiczną – ED₅₀ jako koncentrację metali ciężkich, która powoduje redukcję oznaczonej aktywności enzymatycznej mikroorganizmów o 50% w stosunku do początkowej wartości. Zbadane przez autorów dawki, przy których występowała 50% inhibicja aktywności ureazy, różniły się znacznie w różnych glebach. Generalnie w piaskach i glinach piaszczystych toksyczność metali była najsilniejsza. W badaniach autorów najmniej toksycznym metalem okazał się ołów. Dawki ED₅₀ dla ołowiu oznaczone po 6 tygodniach inkubacji wynosiły dla gliny piaszczystej 7190 i 5730 mg Pb·kg⁻¹ dla ilów, podczas gdy dla niklu wartości te kształtowały się na poziomie odpowiednio 100 i 3380 mg·kg⁻¹. Gleby regionu kujawsko-pomorskiego zawierały kilkadziesiąt do kilkuset razy mniejsze ilości ołowiu, dlatego aktywność ureazy kształtowała się na poziomie charakterystycznym dla gleb o niezakłóconym przebiegu procesów biologicznych.

W badaniach własnych stwierdzono istotne i ujemne współczynniki korelacji pomiędzy aktywnością enzymatyczną a najbardziej mobilnymi formami metali, tj. rozpuszczalnymi w wodzie oraz wymiennymi (dane nie prezentowane w niniejszej pracy). W składzie roztworu glebowego badanych gleb regionu kujawsko-pomorskiego stężenia metali były niskie i bardzo niskie, o czym świadczą wyniki analizy sekwencyjnej metali (dane nie przedstawione). Badane gleby charakteryzowały się przewagą mało mobilnych form metali głównie tworzących połączenia z próchnicą oraz tlenkami żelaza. Przyjmując, że tylko nieskompleksowane jony roztworu glebowego, to formy bioprzyswajalne, które mogą być toksyczne, nie obserwo-

wano negatywnych skutków dla mikroorganizmów glebowych, czego odzwierciedleniem jest charakterystyczna dla gleb określonego typu aktywność enzymatyczna. Przeprowadzone badania sugerują, że dawka ekologiczna metalu – ED₅₀ powinna opierać się na zawartości formy mobilnej (rozpuszczalnej) metalu. Jest to bowiem ta koncentracja zanieczyszczenia, która bezpośrednio wpływa na właściwości biologiczne gleby i może mieć działanie toksyczne.

Tabela 2; Table 2

Wartości istotnych współczynników korelacji prostej między badanymi cechami w glebach pływowych i czarnych ziemiach

Correlation coefficients values between investigated features in lessivé soils and black earths

Cechy; Features		DHA	P _{at}	P _{ac}	PDE	UR
Gleby pływowe; Lessive soils						
pH mol KCl·dm ⁻³		–	0,311*	-0,390*	–	–
C org.; Organic C		–	0,338*	0,412**	0,450**	0,313*
CaCO ₃		0,599***	–	–	0,482**	–
Ca ⁺²		0,531***	–	–	0,443**	0,568***
Mg ⁺²		0,518***	–	0,468**	–	0,468**
Formy ogółem Total forms	Cu	–	–	–	0,552***	0,416**
	Mn	0,373*	–	–	–	–
	Pb	–	–	–	0,385*	–
	Cr	0,524***	–	0,514***	–	0,474**
	Fe	0,692***	–	0,338*	0,524***	0,604***
Czarne ziemie; Black Earths						
pH mol KCl·dm ⁻³		0,406*	0,514*	–	0,776***	–
C org.; Organic C		–	–	0,733**	0,736***	–
CaCO ₃		–	–	–	0,909***	–
Mg ⁺²		–	–	0,542**	0,420*	–
Formy całkowite Total forms	Zn	–	0,531**	–	–	–
	Cu	–	–	–	-0,464*	–
	Pb	–	–	0,681***	–	–
	Cd	–	–	0,509*	0,405*	–
	Cr	–	–	-0,499*	–	–
Formy DTPA DTPA forms	Mn	–	–	–	-0,524**	–
	Pb	–	–	0,463*	–	–
	Fe	–	-0,472*	–	-0,520**	–
	Cu	–	–	–	-0,410*	–

* p < 0,05

** p < 0,01

*** p < 0,001

DHA, P_{at}, P_{ac}, PDE, UR – objaśnienia pod tab. 1; explanations see Tab. 1

Wyniki przeprowadzonych badań nie wykazały szczególnych zależności pomiędzy aktywnością badanych enzymów a koncentracją całkowitą metali oraz ich form DTPA, co może być związane z niską ich zawartością (tab. 2). Zatem na podstawie nielicznych istotnych współczynników korelacji (dodatnich, jak i ujemnych) nie można jednoznacznie wnioskować o hamującym czy też stymulującym wpływie metali na aktywność enzymatyczną. Aktywność enzymatyczna badanych gleb była przede wszystkim związana z warunkami środowiska, tj. pH gleb czy zawartością C organicznego. Potwierdzają to uzyskane wartości współczynników ko-

relacji pomiędzy aktywnością enzymatyczną a tymi cechami gleb (tab. 2). Współczynniki korelacji prostej pomiędzy zawartością węgla organicznego a aktywnością badanych enzymów w glebach płowych wynosiły od $r = 0,313^*$ do $0,450^{**}$ a w czarnych ziemiach od $r = 0,733^{***}$ do $0,736^{***}$. Złagodzenie skutków hamującego oddziaływania podwyższonej zawartości niektórych metali ciężkich na aktywność enzymów w omawianych glebach mogło być związane z dość wysokim pH gleb, a także z relatywnie dobrą zasobnością w materię organiczną. Szczególnie odczyn gleby może mieć istotny wpływ, bowiem procesy zakwaszenia gleby zwiększają zazwyczaj zawartość rozpuszczalnych form metali, zwłaszcza cynku i kadmu. Obniżenie pH gleby o jedną jednostkę powoduje wzrost stężenia jonów Zn i Cd w roztworze glebowym dwukrotnie [VAN STRAALLEN, BERGEMA 1995].

Wyniki przeprowadzonych badań nad zawartością pierwiastków śladowych oraz aktywnością enzymatyczną gleb regionu Kujaw i Pomorza wykazały, że intensywne użytkowanie rolnicze gleb nie wpłynęło radykalnie na pogorszenie warunków, a zanieczyszczenia obszarowe i dyfuzyjne nie obniżyły jakości gleb w odniesieniu do ich aktywności enzymatycznej.

Wnioski

1. Ocena stanu środowiska glebowego regionu Pomorza i Kujaw wykazała, że całkowita zawartość pierwiastków śladowych dla dominującej większości badanych gleb była bliska wartościom tła geochemicznego dla poszczególnych grup gleb wg kryteriów IUNG. Stan ten odzwierciedla aktywność badanych enzymów glebowych.
2. Aktywność enzymatyczna była w dużym stopniu zróżnicowana w zależności od typu gleby. Wykazano następującą regularność w oznaczonej aktywności enzymatycznej badanych typów gleb: gleby płowe < brunatne < czarne ziemie < mady.
3. Szczególnie szeroki zakres aktywności dehydrogenaz wskazuje na przydatność tej grupy enzymów do oceny zmian w środowisku glebowym pod wpływem różnych czynników, zarówno naturalnych, jak i antropogenicznych.
4. Analiza statystyczna wyników nie wykazała istotnego wpływu zawartości całkowitych metali na aktywność enzymatyczną badanych próbek wszystkich gleb.
5. Na podstawie nielicznych istotnych współczynników korelacji nie można jednoznacznie wnioskować o hamującym, czy też aktywującym wpływie metali na aktywność enzymatyczną badanych gleb.

Literatura

- BABICH H., DEWELEY R.I., STOTZKY G. 1983. *Application of „Ecological dose content” to impact of heavy metals on some microbial mediated ecological process in soil.* Arch. Environ. Contam. Toxicol. 12: 412–426.
- BANDICK A., DICK R. 1999. *Field management effects on soil enzyme activities.* Soil Biol. Biochem. 31: 1471–1475.

- DOELMAN P., HAANSTRA L. 1989. *Short and long-term effects of heavy metals on phosphatase activity of soils. An ecological dose-response model approach.* Biol. Fertil. Soils 8: 235–241.
- GIANFREDA L., BOLLAG J.M. 1996. *Influence of natural and anthropogenic factors on enzyme activity in soil,* in: *Soil Biochemistry.* Stotzky G., Bollag J.M. (Red.). Marcel Dekker, New York 9: 123–193.
- JANUSZEK K. 1999. *Aktywność enzymatyczna wybranych gleb leśnych Polski południowej w świetle badań polowych i laboratoryjnych.* Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozprawy 250.
- KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK T., PIOTROWSKA M., TERELAK H., WITEK T. 1993. *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką.* Ramowe wytyczne dla rolnictwa. Wyd. IUNG Pulawy, Seria P(53): 20 ss.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych.* Wyd. Nauk. PWN Warszawa: 364 ss.
- LINDSAY W.L., NORVELL W.A. 1978. *Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper.* Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421–428.
- MORTVEDT J.J., COX F.R., SHUMAN L.M., WELCH R.M. 1991. *Micronutrients in agriculture.* Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI.: 113–144.
- POREBSKA G., OSTROWSKA A. 2001. *Effects of long term fertilisation on CEC and ion leaching in the cultivated soil.* Pol. J. Soil Sci. 34: 35–42.
- ROGERS J.E., LI S.W. 1985. *Effect of metals and other inorganic ions on soil microbial activity: soil dehydrogenase assay as a simple toxicity test.* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 43: 858–865.
- TERELAK H., MOTOWICKA-TERELAK T., STUCZYŃSKI T., PIETRUCH Cz. 2000. *Pierwiastki śladowe (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) w glebach użytków rolnych Polski.* IOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa: 69 ss.
- WELP G. 1999. *Inhibitory effects of a total and water-soluble concentration of nine different metals on dehydrogenase activity of loess soil.* Biol. Fertil. Soils 30: 132–189.
- WELP G., BRÜMMER G.W. 1997. *Microbial toxicity of Cd and Hg in different soils related to total and water-soluble metals.* Ecotoxicol. Environ. Safety 38: 200–204.
- VAN STRAALEN N.M., BERGEMA W.F. 1995. *Ecological risk of increased bioavailability of metals under soil acidification.* Pedobiologia 35: 1–9.

Słowa kluczowe: gleba, metale ciężkie, formy całkowite, formy DTPA, aktywność enzymatyczna, dehydrogenazy, kwaśna i alkaliczna fosfataza, ureaza

Streszczenie

Określono wpływ form całkowitych metali ciężkich, jak i form ekstrahowanych DTPA (Zn, Cu, Mn, Pb, Cd, Cr, Fe) na aktywność wybranych enzymów w różnych glebach mineralnych (gleby płowe, czarne ziemie, gleby brunatne, mady) obszaru Kujaw i Pomorza. Próbkę glebowe do badań pobierane były z war-

stwy powierzchniowej i podpowierzchniowej. Wartości średnie badanych parametrów wskazują, że badane gleby różniły się znacznie zawartością, zarówno form całkowitych metali, jak i form DTPA a także aktywnością enzymatyczną. Nieliczne istotne współczynniki korelacji wskazują, że analizowane metale w większości badanych gleb nie oddziaływały jednoznacznie na ich aktywność enzymatyczną. Badane gleby Kujawy i Pomorza nie są zanieczyszczone pierwiastkami śladowymi i zawierają te metale na poziomie tła geochemicznego.

ENZYMATIC ACTIVITY IN DIFFERENT MINERAL SOILS OF KUJAWY AND POMORZE REGION IN RELATION TO THE CONTENT OF SELECTED TRACE ELEMENTS

Jan Koper¹, Anna Piotrowska¹, Halina Dąbkowska-Naskręt²

¹ Department of Biochemistry,

University of Technology and Life Sciences, Bydgoszcz

² Department of Soil Science and Soil Protection,

University of Technology and Life Sciences, Bydgoszcz

Key words: soil, heavy metals, total forms, DTPA forms, enzymatic activity, dehydrogenase, acid and alkaline phosphatase, urease

Summary

The objective of the study was to determine the influence of total and DTPA extractable heavy metals (Zn, Cu, Mn, Pb, Cd, Cr, Fe) content on the selected enzyme activity in different mineral soils (lessive soils, black earths typical brown soils and alluvial soils) of Kujawy and Pomorze region. Soil samples were collected from surface and subsurface layers. Soil investigated parameters were determined according to standard procedures. Mean values indicated that that investigated samples differed significantly in the content of both total and DTPA heavy metals as well as in soil enzymatic activity. In general investigated trace elements did not influenced soil enzymatic activity. Investigated soils of Kujawy and Pomorze region are uncontaminated with trace elements and contain these elements at the level of geochemical „background”.

Prof. dr hab. Jan **Koper**

Katedra Biochemii

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich

ul. Bernardyńska 6/8

85-029 BYDGOSZCZ

e-mail: bioch@atr.bydgoszcz.pl