

OCENA WŁAŚCIWOŚCI BIOCHEMICZNYCH GLEBY ZANIECZYSZCZONEJ ATRAZYNĄ

CZEŚĆ I

ODDZIAŁYWANIE ATRAZYNY ZAWARTEJ W GESAPRIMIE 500 FW NA AKTYWNOŚĆ WYBRANYCH ENZYMÓW GLEBOWYCH

Dariusz Kłódko, Janina Nowak, Edyta Kuńska

Katedra Biochemii, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

Niekorzystne oddziaływanie pestycydów na środowisko i zdrowie ludzi, wysokie koszty stosowania nie mogą być przyczyną ich wyeliminowania, gdyż ilość i jakość produkowanej w świecie żywności uległaby znacznemu obniżeniu [OSTROWSKI 1993; TISDELL, WILSON 2001]. Zatem kontrolowanie wpływu pestycydów na środowisko jest niezbędne [ŻURAWSKI i in. 1994]. Triazyny są nadal najczęściej stosowanymi herbicydami w ochronie upraw kukurydzy przed chwastami [BIZIUK 2001]. Ich działanie polega na zahamowaniu przeniesienia elektronów z fotosystemu PSII na plastochinon [CH-RIH i in. 2001]. Z powodu dużej toksyczności w stosunku do środowiska w niedalekiej przyszłości zostaną one wycofane z użytku. Pozostaje jednak kwestia oceny ich wpływu na środowisko glebowe, w którym kumuluje się ich znaczna ilość. Atrazyna charakteryzuje się długim okresem zalegania w glebie, sięgającym nawet 18 miesięcy [BIZIUK 2001], a okres jej połowicznego rozpadu w glebie może wahać się od 15 nawet do 77 dni [SWARCEWICZ 2002]. Jest to herbicyd łatwo migrujący w głąb profilu glebowego i przenikający do wód gruntowych [KOSTOWSKA i in. 1992]. Dotychczasowe badania wskazują, że atrazyna, podobnie jak inne pestycydy, może istotnie wpływać na skład ilościowy i jakościowy mikroflory glebowej, tym samym pośrednio wpływając na aktywność zawartych w glebie enzymów [MALKOMES 1997; KIELISZEWSKA-ROKICKA 2001].

Celem pracy było wskazanie enzymów, na podstawie aktywności których, można dokonać kompleksowej oceny wpływu atrazyny na metabolizm glebowy.

Material i metody

Badania przeprowadzone zostały w warunkach laboratoryjnych na próbkach czarnej ziemi o składzie granulometrycznym gliny lekkiej pylastej charakteryzują-

cej się niską zawartością próchnicy (1,2%) i odczynem słabo kwaśnym (pH 6,1–6,9) [BOGDA i in. 1990]. Pobraną do badań glebę podsuszono do powietrznie suchej i przesiano przez sito o średnicy oczek 2 mm. Tak przygotowaną glebę podzielono na jednokilogramowe naważki, do których wprowadzono wodne emulsje herbicydu Gesaprim 500 FW w dawkach: I – zalecanej przez producenta na uprawy (2 kg·ha⁻¹), II – 10 × I i III – 100 × I. Przygotowano również glebę kontrolną bez dodatku preparatu. Poszczególne dawki Gesaprimu 500 FW użyte w doświadczeniu przeliczono i podano na 1 t g gleby (tab. 1). Przy określaniu dawki wzięto pod uwagę masę gleby o miąższości 0,01 m.

Tabela 1: Table 1

Zastosowane w doświadczeniu dawki Gesaprimu 500 FW
Doses of Gesaprim 500 FW applied in the experiment

Herbicyd Herbicide	Substancja aktywna Active substance	Zastosowane dawki Applied doses			Zawartość atrazyny Atrazine content		
		(mm ³ ·kg ⁻¹)			(mg·kg ⁻¹)		
		I	II	III	I	II	III
Gesaprim 500 FW	atrazyna	13	130	1300	6,5	65	650

Przez okres tygodnia wszystkie próbki glebowe przechowywano w polietylenowych woreczkach w optymalnych warunkach wilgotności i temperatury: 20°C i 60% m.p.w. W 1., 3. i 7. dniu doświadczenia badano kolorymetrycznie aktywność dziewięciu enzymów glebowych: fosfatazy kwaśnej i zasadowej według metody TABATABAI i BREMNERA [1969] oraz EIVAZI i TABATABAI [1977] w modyfikacji MARGESIN [1996]; dehydrogenaz metodą THAI MANA [1968] w modyfikacji ÖHLINGER [1996]; reduktazy azotanowej metodą FU i TABATABAI [1989]; ureazy metodą BONMATHI i in. [1992]; β-glukozydazy metodą HOEFMANN i DEDEKINA [1965]; peroksydazy metodą Bordeleau i Bartha [BURNS 1978]; proteazy i deaminazy argininowej metodą KANDELER [1996].

Wszystkie analizy laboratoryjne wykonano w trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy użyciu jednoczynnikowej analizy wariancji. Wartości NIR obliczono zgodnie z procedurą Tukey'a przy $\alpha = 0,05$. Obliczono współczynniki korelacji prostej Pearsona pomiędzy aktywnością poszczególnych enzymów we wszystkich dniach doświadczenia i po zastosowaniu wszystkich stężeń Gesaprimu 500 FW oraz wykorzystano analizę skupień do aglomeracji enzymów w grupy o największym stopniu powiązania. Do analiz statystycznych wykorzystano program Statystyka 7,0.

Wyniki i dyskusja

Uzyskane w pracy wyniki aktywności badanych enzymów zestawiono w tabeli 2. W celu szybkiej ich interpretacji zostały one przeliczone i zaprezentowane na rys. 1 jako procent inhibicji. Wyniki badań wskazują, że po zastosowaniu wszystkich stężeń Gesaprimu 500 FW aktywność badanych enzymów była bardzo zmienna w czasie. Analizując aktywność fosfatazy kwaśnej zaobserwowano przejściową inhibicję.

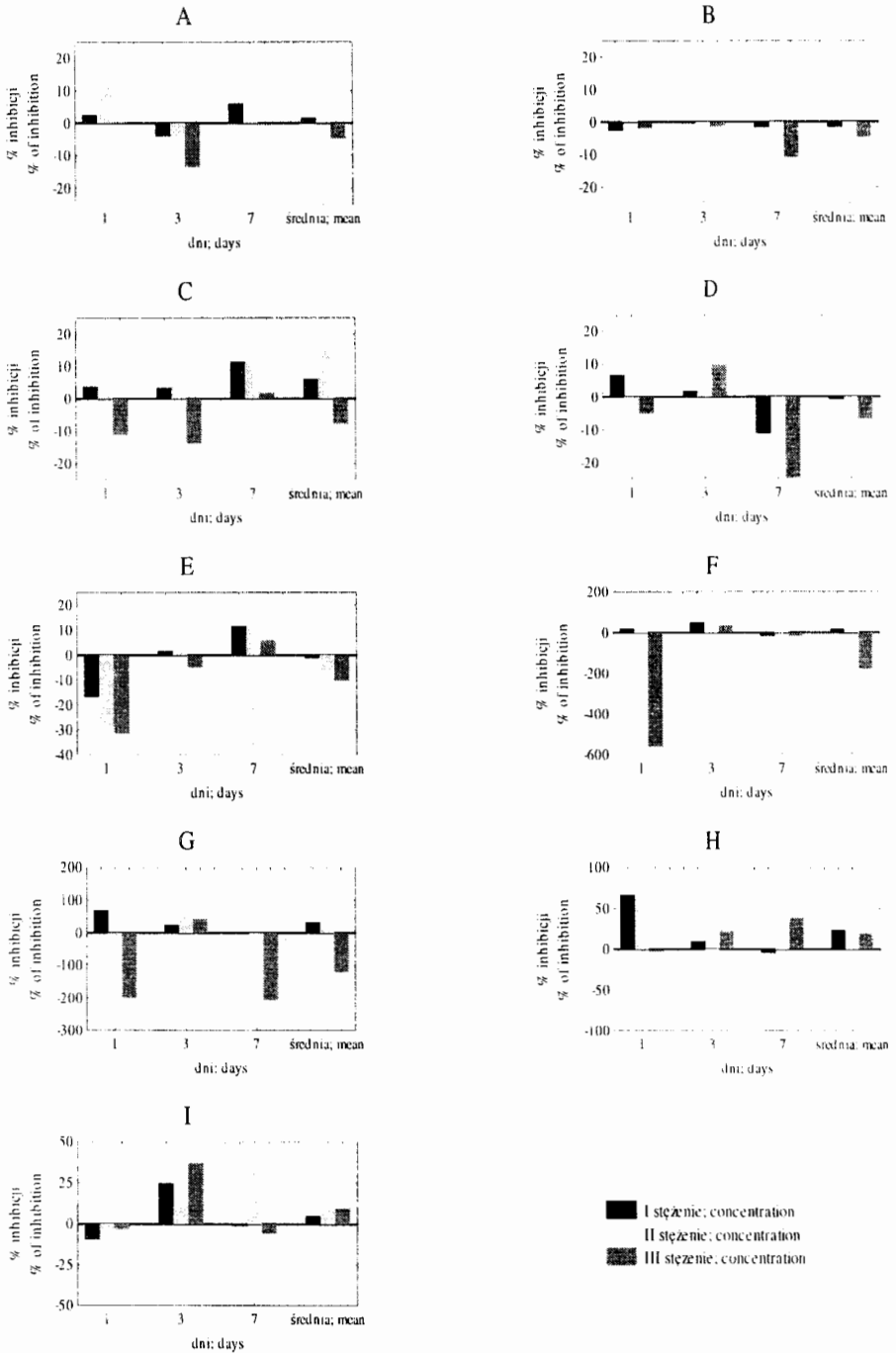
Tabela 2; Table 2

Wpływ Gesaprimu 500 FW i terminu analiz na aktywność badanych enzymów glebowych
Effect of Gesaprim 500 FW and term of analyses on soil enzymatic activity

Dzienne Day	Dawka Dose	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	K	296.44	653.96	0.90	1.51	5.00	0.006	0.33	286.20	29.97
	I	288.99	670.35	0.86	1.41	5.83	0.005	0.10	95.89	32.47
	II	263.67	650.98	0.69	1.54	6.42	0.002	0.36	122.37	30.55
	III	296.44	665.88	1.00	1.58	6.56	0.038	1.01	293.39	30.64
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	22.39	13.35	0.02	0.21	0.46	0.009	0.05	15.12	4.56
3	K	452.86	628.64	0.63	1.54	7.77	0.023	1.34	244.73	39.81
	I	470.73	631.61	0.61	1.51	7.65	0.012	1.01	220.40	30.00
	II	469.24	655.45	0.55	1.27	7.71	0.019	0.67	281.47	35.50
	III	513.93	637.57	0.72	1.39	8.15	0.015	0.78	189.39	25.04
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	23.85	14.31	0.03	0.14	0.32	0.003	0.05	11.67	3.43
7	K	318.79	367.95	0.58	1.22	8.21	0.014	1.34	393.58	43.85
	I	299.42	373.90	0.56	1.35	7.26	0.016	1.29	411.23	44.31
	II	318.79	393.27	0.54	1.44	7.34	0.012	1.38	271.93	36.33
	III	320.28	408.17	0.62	1.52	7.72	0.016	4.09	241.87	46.42
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	17.58	17.05	0.02	0.12	0.21	0.006	0.06	23.50	3.21

- A fosfatasa kwaśna; acid phosphatase – $\mu\text{g p-NP} \cdot (\text{g s.m. gleby} \cdot \text{h})^{-1}$; $\mu\text{g p-NP} \cdot (\text{g DM soil} \cdot \text{h})^{-1}$
 B fosfatasa zasadowa; alkaline phosphatase – $\mu\text{g p-NP} \cdot (\text{g s.m. gleby} \cdot \text{h})^{-1}$; $\mu\text{g p-NP} \cdot (\text{g DM soil} \cdot \text{h})^{-1}$
 C reduktaza azotanowa; nitrate reductase – $\mu\text{g N-NO}_2^- \cdot (5 \text{ g s.m. gleby} \cdot 24 \text{ h})^{-1}$; $\mu\text{g N-NO}_2^- \cdot (5 \text{ g DM soil} \cdot 24 \text{ h})^{-1}$
 D ureaza; urease – $\mu\text{g N-NH}_4^+ \cdot (\text{g s.m. gleby} \cdot 0.75 \text{ h})^{-1}$; $\mu\text{g N-NH}_4^+ \cdot (\text{g DM soil} \cdot 0.75 \text{ h})^{-1}$
 E β -glukozydaza; β -glucosidase – $\text{mg saligeniny} \cdot (10 \text{ g s.m. gleby} \cdot 3 \text{ h})^{-1}$; $\text{mg saligenine} \cdot (10 \text{ g DM soil} \cdot 3 \text{ h})^{-1}$
 F peroksydaza; peroxidase – $\Delta A_{460} \cdot (\text{s} \cdot 100 \text{ g s.m. gleby})^{-1}$; $\Delta A_{460} \cdot (\text{s} \cdot 100 \text{ g DM soil})^{-1}$
 G deaminaza argininowa; arginine deaminase – $\mu\text{g N-NH}_4^+ \cdot (\text{g s.m. gleby} \cdot 3 \text{ h})^{-1}$; $\mu\text{g N-NH}_4^+ \cdot (\text{g DM soil} \cdot 3 \text{ h})^{-1}$
 H proteaza; protease – $\mu\text{g tyrozyny} \cdot (\text{g s.m. gleby} \cdot 2 \text{ h})^{-1}$; $\mu\text{g tyrozine} \cdot (\text{g DM soil} \cdot 2 \text{ h})^{-1}$
 I dehydrogenazy; dehydrogenases – $\mu\text{g TPF} \cdot (\text{g s.m. gleby} \cdot 16 \text{ h})^{-1}$; $\mu\text{g TPF} \cdot (\text{g SM soil} \cdot 16 \text{ h})^{-1}$
 K kontrola; control
 I, II, III objaśnienia jak w tab. 1; explanations see Table 1

Po zastosowaniu wszystkich stężeń Gesaprimu 500 FW stwierdzono niewielką aktywację fosfatazy zasadowej utrzymującą się przez cały okres doświadczenia. Aktywność deaminazy była hamowana jedynie po zastosowaniu dawki najniższej użytego w doświadczeniu herbicydu sięgającą nawet 80%. Po 7 dniach doświadczenia inhibicja aktywności tego enzymu zmniejszyła się do zaledwie kilku procent. Najsilniej na wszystkie dawki Gesaprimu 500 FW zareagowały reduktaza azotanowa i proteaza. W przypadku tych enzymów inhibicja utrzymywała się na dość wysokim poziomie sięgającym nawet 25–55%. Aktywność pozostałych enzymów była bardzo zmienna. Obserwowano zarówno przejściową aktywację, jak i inhibicję. Zatem na podstawie uzyskanych wyników trudno byłoby jednoznacznie wskazać, które enzymy należy badać, aby ocenić wpływ Gesaprimu 500 FW na środowisko glebowe.



A. B. C. D. E. F. G. H. I – objaśnienia umieszczono pod tabelą 2; explanations: see Table 2

Rys. 1. Inhibicja aktywności badanych enzymów po zastosowaniu Gesaprimu 500 FW
Fig. 1. Inhibition of tested enzyme activity after Gesaprim 500 FW application

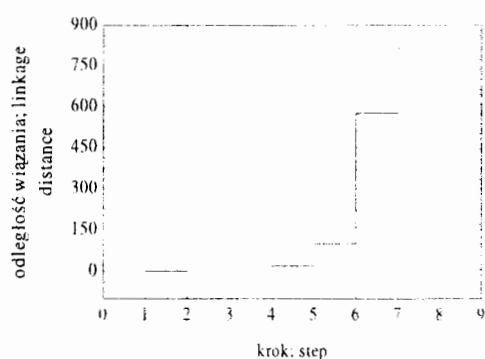
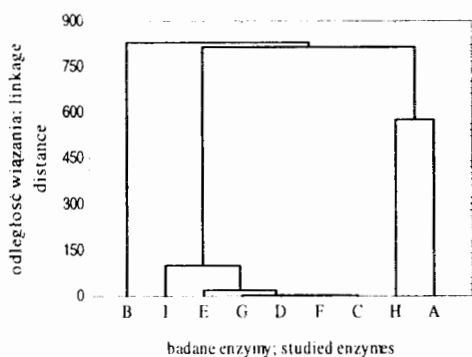
W celu odpowiedzi na zamierzony cel, uzyskane wyniki aktywności badanych enzymów poddano dalszej analizie statystycznej wykorzystując współczynniki korelacji liniowej Pearsona i analizę skupień. Uzyskane współczynniki korelacji zestawiono w tabeli 3. Z danych wynika, że jedynie aktywność ureazy nie była skorelowana z aktywnością żadnego innego enzymu. Wynika z tego, że Gesaprim 500 FW we wszystkich stężeniach działał odmiennie na aktywność tego enzymu. Istotna korelacja, przy $p = 0,01$, wystąpiła między aktywnością dehydrogenaz i reduktazy azotanowej oraz reduktazy azotanowej i β -glukozydazy i wynosiła odpowiednio $-0,79$ i $-0,71$.

Tabela 3; Table 3

Współczynniki korelacji prostej Pearsona między badanymi w doświadczeniu enzymami
Pearson linear correlation coefficients among the enzymes tested in the experiment

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1,00	0,31	-0,32	-0,15	0,61*	0,20	-0,04	-0,08	-0,27
B		1,00	0,60*	0,41	-0,43	0,02	-0,61*	-0,63*	-0,79**
C			1,00	0,48	-0,71**	0,20	-0,35	-0,31	-0,54
D				1,00	-0,40	0,17	0,13	-0,43	-0,31
E					1,00	0,32	0,46	0,30	0,38
F						1,00	0,26	0,41	0,14
G							1,00	0,25	0,68*
H								1,00	0,57
I									1,00

** istotny przy $p = 0,01$; significant at $p = 0,01$



* istotny przy $p = 0,05$; significant at $p = 0,05$

A, B, C, D, E, F, G, H, I – objaśnienia umieszczono pod tabelą 2; explanations see Table 2

Rys. 2. Dendrogram analizy skupień
Fig. 2. Tree diagram of cluster analysis

Wstępnie przyjęto, że aktywność tych trzech enzymów mogłaby być wskaźnikiem wpływu atrazyny na ekosystem glebowy tym bardziej, że aktywność reduktazy azotanowej była silnie hamowana przez ten herbicyd. Potwierdzenie tej tezy odnajdujemy wykonując analizę skupień. Z dendogramu na rys. 2 wynika, że najsilniej powiązane są ze sobą reduktaza azotanowa, ureaza, deaminaza i peroksydaza. W bliskim sąsiedztwie odnajdziemy dehydrogenazy i β -glukozydazę.

Biorąc pod uwagę zarówno aktywność enzymów po zastosowaniu trzech stężeń Gesaprimu 500 FW w czasie, jak i współczynniki korelacji i analizę skupień można stwierdzić, że do oceny wpływu atrazyny na środowisko glebowe najbardziej przydatne wydają się dehydrogenazy, ureaza, reduktaza azotanowa i β -glukozydaza.

Aktywność enzymatyczna może być jednym z wielu kryteriów przy ocenie negatywnego wpływu pestycydów na środowisko glebowe i może być użyta jako wskaźnik zanieczyszczenia gleb [CYCOŃ i in. 2005]. Trudność stanowi właściwy dobór testów enzymatycznych do oceny określonego zagrożenia, gdyż różne enzymy charakteryzują się zmienną wrażliwością w stosunku do różnych zanieczyszczeń [BIELIŃSKA, DOMŻAŁ 2001]. W literaturze sporo jest doniesień o wpływie pestycydów na aktywność enzymów glebowych [McGRATH, SINGLETON 2000; NOWAK i in. 2000; NOWAK, TELESIŃSKI 2004; CYCOŃ i in. 2005]. Atrazyna z powodu swoich właściwości może stwarzać długotrwałe zagrożenie dla środowiska [GLEVAO i in. 2000], dlatego umiejętność doboru odpowiednich metod do oceny jej wpływu na ekosystem glebowy jest niezwykle ważna. W niniejszej pracy wybrano cztery enzymy z dziewięciu przebadanych. Uzyskane w pracy wyniki zostaną wykorzystane w dalszych badaniach nad zachowaniem się atrazyny w glebie i możliwościami ograniczenia jej szkodliwego oddziaływania na ekosystem glebowy.

Wnioski

1. Aktywność wszystkich badanych enzymów glebowych była bardzo zmienna w czasie, niezależnie od użytego stężenia Gesaprimu 500 FW.
2. Atrazyna zawarta w Gesaprimie 500 FW najsilniej hamowała aktywność reduktazy azotanowej, dehydrogenaz, deaminazy argininowej i peroksydazy.
3. Aktywność reduktazy azotanowej, dehydrogenaz i β -glukozydazy była wysoce istotnie ujemnie skorelowana po zastosowaniu wszystkich stężeń Gesaprimu 500 FW, we wszystkich terminach analiz.
4. Wyniki badań wskazują, że do oceny wpływu atrazyny na środowisko glebowe najlepiej nadają się dehydrogenazy, ureaza, reduktaza azotanowa i β -glukozydaza.

Literatura

BIELIŃSKA E.J., DOMŻAŁ H. 2001. *Enzymatic activity of the soil as an indicator of environment contamination*. Acta Agrophysica 56: 61–72.

- BIZIUK M. 2001. *Pestycydy – występowanie, oznaczanie i unieszkodliwianie*. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa: 276.
- BOGDA A., CHODAK T., NIEDZWIECKI E. 1990. *Niektóre właściwości i skład mineralogiczny gleb Równiny Gumiennieckiej*. Roczn. Glebozn. 41(3/4): 179–191.
- BONMATI M., COCCANTI B., NANNIPIERI P. 1992. *Spatial variability of phosphatase, urease, protease, organic carbon and total nitrogen in soil*. Soil Biol. Biochem. 4: 391–396.
- BURNS R.G. 1978. *Soils enzymes*. Academic Press, London: 351.
- CHERIFI M., RAVETON M., PICCIOCCHI A., RAVANTEL P., TISSUT M. 2001. *Atrazine metabolism in corn seedling*. Plant. Physiol. Biochem. 39: 665–671.
- CYCOŃ M., KACZYŃSKA A., PIOTROWSKA-SEGET Z. 2005. *Soil enzyme activities as indicator of soil pollution by pesticides*. Pestycydy 1–2: 35–45.
- EIVAZI F., TABATABAI M.A. 1977. *Phosphatases in soil*. Soil Biol. Biochem. 9: 167–192.
- FU M.H., TABATABAI M.A. 1989. *Nitrate reductase activity in soils: effects of trace elements*. Soil Biol. Biochem. 21: 943–946.
- GEVAO B., SEMPLE K.T., JONES K.C. 2000. *Bound pesticide residues in soils, a review*. Environ Pollut. 108: 3–14.
- HOFMANN G., DEDEKEN M. 1965. *Eine Methode zur colorimetrischen Bestimmung der β -glukosidase – Aktivität im Boden*. Z. Pflanz. Bod. 108/3: 193–198.
- KANDELER E. 1996. *Enzymes involved in nitrogen metabolism*, w: *Methods in soil biology*. Schinner F., Öhlinger R., Kandeler E., Margesin R. (red.). Springer Verlag, Berlin: 168–170.
- KIELISZEWSKA-ROKICKA B. 2001. *Enzymy glebowe i ich znaczenie w badaniach aktywności mikrobiologicznej gleby*, w: *Drobnoustroje środowiska glebowego: aspekty fizjologiczne, biochemiczne, genetyczne*. Dahm H., Pokojska-Burdziej A. (red.). Wyd. A. Marszałek, Toruń: 37–42.
- KOSTOWSKA B., GLABISZEWSKI J., SADOWSKI J., KIEPUL J. 1992. *Przemieszczanie w profilu glebowym herbicydów stosowanych do odczaszczania kukurydzy*. Mat. Sesji Nauk. IOR 32, Poznań: 164–167.
- MALKOMES II.-P. 1997. *Applications of ecotoxicity tests to assess side effects of pesticides in soils*. Soil Ecotoxicology, CRC Press, Berlin: 319–343.
- MARGESIN R. 1996. *Acid and alkaline phosphomonoesterase activity with the substrate p-nitrophenyl phosphate*, w: *Methods in soil biology*. Schinner F., Öhlinger R., Kandeler E., Margesin R. (red.). Springer Verlag, Berlin: 213–217.
- MCGRATH R., SINGLETON I. 2000. *Pentachlorophenol transformation in soil: a toxicological assessment*. Soil Biol. Biochem. 32: 1311–1314.
- NOWAK J., NOWAK A., KLÓDKA D., TUROS-BIERNACKA M. 2000. *Einfluss der gemeinsamen und getrennten Application von Herbiziden und Zusatzstoffen auf die Aktivität von Dehydrogenase und Phosphatase im Boden*. Z. PflKrankh. PflSchutz. Sonderh 17: 769–774.
- NOWAK J., TELESIŃSKI A. 2004. *Wpływ dodatku 2,4-D i dikamby w formach użytkowych pestycydów zawierających izoproturon na dynamikę jego zanikania i zmiany aktywności peroksydazowej w glebie*. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 501: 343–350.

ÖHLINGER R. 1996. *Dehydrogenase activity with the substrate TTC*, w: *Methods in soil biology*. Schinner F., Öhlinger R., Kandeler E., Margesin R. (red.). Springer Verlag, Berlin: 241–243.

OSTROWSKI J. 1993. *Mobilność herbicydów w glebie*. *Aura* 9: 14.

SWARCEWICZ M. 2002. *Studia nad trwałością wybranych herbicydów w obecności innych ksenobiotyków w środowisku glebowym*. Rozprawy AR nr 208, Szczecin: 94 ss.

TABATABAI M.A., BREMNER J.M. 1969. *Use of nitrophenylphosphate for assay of soil phosphatase activity*. *Soil Biol. Biochem.* 19: 281–287.

THALMAN A. 1968. *Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC)*. *Landwirtsch. Forsch.* 21: 249–258.

TISDELL C., WILSON C. 2001. *Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs*. *Ecological Economists* 39: 449–462.

ŻURAWSKI H., RUNOWSKA-HRYŃCZUK B., MUSZYŃSKA M., DURSKA G. 1994. *Przemieszczanie się i detoksykacja niektórych graminicydów oraz ich wpływ na środowisko glebowe*. *Fragm. Agron.* 42: 30–37.

Słowa kluczowe: herbicyd, Gesaprim 500 FW, enzymy glebowe, aktywność enzymatyczna

Streszczenie

W doświadczeniu laboratoryjnym badano wpływ zanieczyszczenia gleby herbicydem Gesaprim 500 FW na aktywność dziewięciu enzymów glebowych. Próbki czarnej ziemi wytworzone z gliny lekkiej pylastej zanieczyszczono Gesaprimem 500 FW. W doświadczeniu zastosowano trzy stężenia: najniższe było optymalne, zalecane przez producenta, a kolejne 10 i 100-krotnie wyższe. W czasie tygodnia trwania doświadczenia próbki glebowe utrzymywano w optymalnych warunkach wilgotności i temperatury: 60% m.p.w. i 20°C. W 1., 3., i 7. dniu doświadczenia badano aktywność fosfatazy kwaśnej i zasadowej, reduktazy azotanowej, ureazy, peroksydazy, deaminazy argininowej, proteazy, dehydrogenaz i β -glukozydazy według ogólnie przyjętych metod.

Wyniki badań wskazują, że do oceny wpływu atrazyny na środowisko glebowe najbardziej przydatne są dehydrogenazy, ureaza, reduktaza azotanowa i β -glukozydaza. Aktywność tych enzymów, zwłaszcza po zastosowaniu dawek najniższych, była wyraźnie hamowana, a zaobserwowana inhibicja sięgała nawet do 20–50%. Aktywność pozostałych enzymów nie zmieniała się pod wpływem atrazyny bądź obserwowano przejściową aktywację. Badania potwierdzone zostały statystycznie.

EVALUATING BIOCHEMICAL PROPERTIES
OF THE SOIL CONTAMINATED WITH ATRAZINE

PART I

INFLUENCE OF ATRAZINE CONTAINED IN GESAPRIM 500 FW
ON ACTIVITY OF SELECTED SOIL ENZYMES*Dariusz Klódka, Janina Nowak, Edyta Kuńska*

Department of Biochemistry, Agricultural University, Szczecin

Key words: herbicide, Gesaprim 500 FW, soil enzymes, enzymatic activity

Summary

The effect of soil contamination with Gesaprim 500 FW on the activity of nine soil enzymes was examined in laboratory experiment. Samples taken from black ground, originating from light dusty clay, were contaminated with Gesaprim 500 FW. Three concentrations were applied in the experiment: the lowest dose was recommended by the manufacturer as optimum, subsequent doses were 10 and 100 times larger. Along one week of the experiment duration the soil samples were stored under optimum conditions of moisture and temperature, 60% m.w.c. and 20°C. On 1st, 3rd and 7th days of experiment the activities of acid and alkaline phosphatase, nitrate reductase, urease, peroxidase, arginine deaminase, protease, dehydrogenases and β -glucosidase were determined according to generally accepted methods.

The results showed that to evaluating the influence of atrazine on soil habitat the most useful are dehydrogenases, urease, nitrate reductase and β -glucosidase. Activity of these enzymes, especially after use of the lowest doses, was clearly inhibited, and observed inhibition reached up to 20–50%. The activity of remaining enzymes did not change under impact of atrazine or transitory activation was observed. Investigation results were statistically confirmed.

Dr inż. Dariusz **Klódka**

Katedra Biochemii

Akademia Rolnicza

ul. Słowackiego 17

71-434 SZCZECIN

e-mail: dklodka@agro.ar.szczecin.pl