

# Zawartość fosforu i aktywność wybranych enzymów w glebie terenów poeksploatacyjnych kopalń siarki



Jan Koper<sup>1</sup>, Małgorzata Brzezińska<sup>2</sup>, Joanna Lemanowicz<sup>1</sup>, Anetta Siwik-Ziomek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy  
Wydział Rolnictwa i Biotechnologii  
Katedra Biogeochemii i Gleboznawstwa  
Pracownia Gleboznawstwa i Biochemii

<sup>2</sup>Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie  
Zakład Biogeochemii Środowiska Przyrodniczego

Eksploatacja złóż siarki w kopalniach (w okolicy Tarnobrzega) spowodowała zmiany budowy geologicznej, urzeźbienia terenu oraz przyczyniła się do degradacji dużych obszarów gruntów. Aktywność przemysłowa powoduje powstawanie gleb technogenicznych o zmienionej rzeźnie terenu, wymagające rekultywacji. Cykl biogeochemiczny fosforu jest podatny na wszelkie zmiany spowodowane działalnością człowieka, która bardzo często zmienia naturalny obieg tego pierwiastka w przyrodzie



Celem pracy była ocena zawartości fosforu oraz aktywności wybranych enzymów w glebie pod wpływem oddziaływania kopalni siarki



#### Oznaczono:

Fosfor ogółem (TP) metodą Mehta

Fosfor mineralny (MP), związków organicznych (OP)

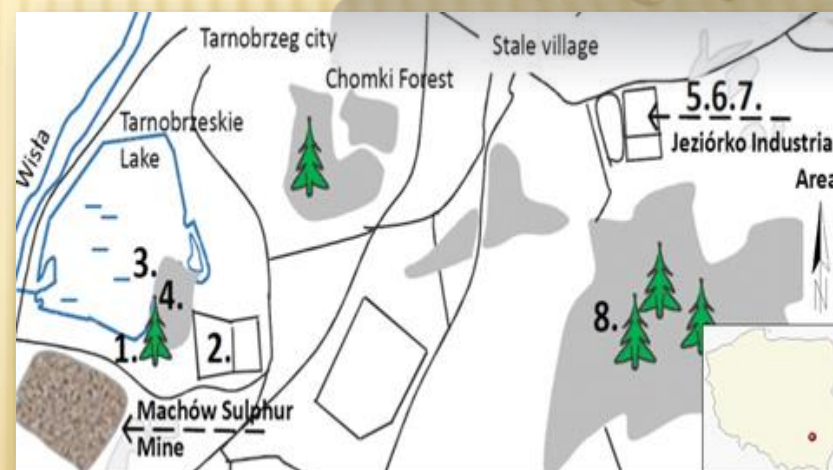
Fosfor przyswajalny (AP) wg Egnera-Riehma

Fosfataza alkaliczna (AIP) i kwaśna (AcP) wg Tabatabai i Bremnera (1969)

Dehydrogenazy (DHA) wg Galstyan (1978)

Katalaza (CAT) wg Johnson i Temple (1964)

Współczynnik metaboliczny ( $q\text{CO}_2$ )



Miejsce pobierania próbek glebowych

Nr	Miejsce	Głębokość cm	TP g kg <sup>-1</sup>	MP g kg <sup>-1</sup>	OP g kg <sup>-1</sup>	AP mg kg <sup>-1</sup>	AF %	TOC/OP
<i>Kopalnia odkrywkowa Machów</i>								
			p<0.001 F=130.72	p<0.001 F=75.9	p<0.001 F= 98.8	p<0.001 F= 370.9	p<0.001 F= 377.1	p<0.001 F= 14.3
1.	Odpady	0-20	0.392 <sup>c</sup> ±0.01	0.192 <sup>a</sup> ±0.01	0.200 <sup>c</sup> ±0.01	43.4 <sup>e</sup> ±2.19	11.1 <sup>e</sup> ±0.40	21.8 <sup>a</sup> ±6.8
2.	Klarownik	0-15	0.338 <sup>b</sup> ±0.02	0.296 <sup>d</sup> ±0.08	0.041 <sup>a</sup> ±0.01	28.5 <sup>c</sup> ±0.25	8.44 <sup>d</sup> ±0.01	286 <sup>d</sup> ±73.3
3.	Wyrobiska	15-25	0.297 <sup>a</sup> ±0.01	0.249 <sup>b</sup> ±0.08	0.047 <sup>a</sup> ±0.02	19.5 <sup>b</sup> ±0.62	6.59 <sup>c</sup> ±0.40	165 <sup>c</sup> ±77.0
		0-15	0.381 <sup>c</sup> ±0.01	0.292 <sup>d</sup> ±0.02	0.089 <sup>b</sup> ±0.01	19.3 <sup>b</sup> ±0.03	5.06 <sup>b</sup> ±0.06	139 <sup>bc</sup> ±15.6
4.	Las	15-20	0.337 <sup>b</sup> ±0.01	0.239 <sup>b</sup> ±0.01	0.098 <sup>b</sup> ±0.01	10.8 <sup>a</sup> ±0.51	3.20 <sup>a</sup> ±0.11	131 <sup>abc</sup> ±16.6
		5-30	0.476 <sup>d</sup> ±0.01	0.284 <sup>d</sup> ±0.01	0.192 <sup>c</sup> ±0.01	34.1 <sup>d</sup> ±1.46	7.18 <sup>c</sup> ±0.17	44.3 <sup>ab</sup> ±2.75
			0.375 <sup>c</sup> ±0.02	0.257 <sup>c</sup> ±0.01	0.117 <sup>b</sup> ±0.02	13.6 <sup>a</sup> ±0.37	3.65 <sup>a</sup> ±0.26	63.9 <sup>abc</sup> ±7.7
<i>Kopalnia jeziórko</i>								
			p<0.001 F= 91.5	p<0.001 F= 81.7	p<0.001 F= 13.8	p<0.001 F= 501.3	p<0.001 F= 248.9	p<0.001 F= 11.1
5.	10 m	0-10	0.396 <sup>c</sup> ±0.01	0.252 <sup>d</sup> ±0.01	0.143 <sup>abc</sup> ±0.01	15.1 <sup>c</sup> ±0.64	3.83 <sup>d</sup> ±0.15	45.3 <sup>a</sup> ±0.99
		10-20	0.329 <sup>b</sup> ±0.01	0.195 <sup>b</sup> ±0.01	0.134 <sup>ab</sup> ±0.01	8.27 <sup>b</sup> ±0.16	2.52 <sup>bc</sup> ±0.10	55.4 <sup>ab</sup> ±11.8
6.	20 m	0-10	0.426 <sup>c</sup> ±0.01	0.257 <sup>d</sup> ±0.01	0.170 <sup>cde</sup> ±0.01	16.0 <sup>c</sup> ±0.27	3.76 <sup>d</sup> ±0.12	70.9 <sup>abc</sup> ±7.09
		10-20	0.361 <sup>b</sup> ±0.02	0.209 <sup>bc</sup> ±0.01	0.153 <sup>bc</sup> ±0.02	5.02 <sup>a</sup> ±0.35	1.40 <sup>a</sup> ±0.17	87.8 <sup>c</sup> ±11.2
7.	40 m	0-10	0.460 <sup>d</sup> ±0.01	0.272 <sup>d</sup> ±0.01	0.188 <sup>e</sup> ±0.01	18.0 <sup>d</sup> ±0.10	3.92 <sup>d</sup> ±0.05	72.3 <sup>abc</sup> ±2.82
		10-20	0.406 <sup>c</sup> ±0.01	0.209 <sup>c</sup> ±0.01	0.177 <sup>de</sup> ±0.01	5.73 <sup>a</sup> ±0.34	1.41 <sup>a</sup> ±0.10	45.5 <sup>a</sup> ±5.98
8.	Ekosystem leśny	10-20	0.337 <sup>b</sup> ±0.01	0.202 <sup>b</sup> ±0.01	0.135 <sup>ab</sup> ±0.01	9.38 <sup>b</sup> ±0.27	2.78 <sup>c</sup> ±0.01	100 <sup>c</sup> ±2.11
		20-25	0.261 <sup>a</sup> ±0.02	0.149 <sup>a</sup> ±0.01	0.113 <sup>a</sup> ±0.03	5.74 <sup>a</sup> ±0.69	2.19 <sup>b</sup> ±0.12	84.7 <sup>bc</sup> ±23.0

TP – fosfor ogółem

MP – fosfor mineralny

OP – fosfor związków organicznych

AP – fosfor przyswajalny

AF – współczynnik przyswajalności

Nr	Miejsce	Głębokość cm	CAT $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ min}^{-1}$	DHA $\text{mg TPF } 10 \text{ g}^{-1} \text{ d}^{-1}$	AIP	AcP	$q\text{CO}_2$ $\mu\text{g CO}_2\text{-C}$ $(\text{mg Cmic})^{-1} \text{ h}^{-1}$
					$\text{mmol pNP kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$		
<i>Kopalnia odkrywkowa Machów</i>			p<0.001 F= 770.1	p<0.01 F= 5.17	p<0.001 F= 698.2	p<0.001 F= 9.4	p<0.001 F= 27.4
1.	Odpady	0-20	1.38 <sup>a</sup> ±0.07	0.048 <sup>a</sup> ±0.01	0.728 <sup>g</sup> ±0.10	1.33 <sup>c</sup> ±0.13	3.76 <sup>c</sup> ±0.84
2.	Klarownik	0-15	3.55 <sup>c</sup> ±0.06	0.400 <sup>b</sup> ±0.19	0.553 <sup>c</sup> ±0.04	1.17 <sup>ab</sup> ±0.04	0.836 <sup>a</sup> ±0.03
3.	Wyrobiska	15-25	3.38 <sup>c</sup> ±0.10	0.054 <sup>a</sup> ±0.01	0.469 <sup>a</sup> ±0.01	1.09 <sup>a</sup> ±0.01	0.886 <sup>a</sup> ±0.29
		0-15	6.35 <sup>e</sup> ±0.16	0.095 <sup>a</sup> ±0.04	0.590 <sup>d</sup> ±0.01	1.23 <sup>bc</sup> ±0.01	1.92 <sup>b</sup> ±0.07
4.	Las	15-20	7.57 <sup>f</sup> ±0.22	0.094 <sup>a</sup> ±0.04	0.533 <sup>b</sup> ±0.01	1.06 <sup>a</sup> ±0.03	1.24 <sup>ab</sup> ±0.08
		5-30	4.28 <sup>d</sup> ±0.17	0.228 <sup>ab</sup> ±0.17	0.613 <sup>e</sup> ±0.01	1.11 <sup>ab</sup> ±0.01	1.78 <sup>ab</sup> ±0.05
		30-50	1.98 <sup>b</sup> ±0.12	0.031 <sup>a</sup> ±0.01	0.677 <sup>f</sup> ±0.01	1.20 <sup>abc</sup> ±0.01	0.935 <sup>a</sup> ±0.58
<i>Kopalnia Jeziórko</i>			p<0.001 F= 434.7	p<0.001 F= 91.3	p<0.001 F= 194.3	p<0.001 F= 449.3	p<0.001 F= 96.9
5.	10 m	0-10	1.68 <sup>b</sup> ±0.11	0.050 <sup>a</sup> ±0.02	0.333 <sup>b</sup> ±0.01	0.944 <sup>b</sup> ±0.01	0.669 <sup>a</sup> ±0.05
		10-20	1.58 <sup>b</sup> ±0.05	0.039 <sup>a</sup> ±0.01	0.297 <sup>a</sup> ±0.01	0.878 <sup>a</sup> ±0.01	0.932 <sup>ab</sup> ±0.02
6.	20 m	0-10	1.24 <sup>a</sup> ±0.12	0.067 <sup>a</sup> ±0.01	0.390 <sup>c</sup> ±0.01	1.23 <sup>d</sup> ±0.01	1.25 <sup>cd</sup> ±0.87
		10-20	1.54 <sup>ab</sup> ±0.06	0.044 <sup>a</sup> ±0.01	0.351 <sup>b</sup> ±0.01	1.11 <sup>c</sup> ±0.01	1.15 <sup>bcd</sup> ±0.24
7.	40 m	0-10	1.48 <sup>ab</sup> ±0.10	0.076 <sup>a</sup> ±0.02	0.415 <sup>c</sup> ±0.01	1.45 <sup>f</sup> ±0.01	0.929 <sup>ab</sup> ±0.05
		10-20	2.50 <sup>c</sup> ±0.06	0.077 <sup>a</sup> ±0.03	0.391 <sup>c</sup> ±0.01	1.23 <sup>d</sup> ±0.01	0.984 <sup>bc</sup> ±0.06
8.	Ekosystem leśny	10-20	5.14 <sup>e</sup> ±0.06	0.775 <sup>c</sup> ±0.11	0.505 <sup>d</sup> ±0.01	1.06 <sup>c</sup> ±0.04	1.45 <sup>d</sup> ±0.06
		20-25	3.36 <sup>d</sup> ±0.21	0.452 <sup>b</sup> ±0.06	0.541 <sup>e</sup> ±0.02	1.37 <sup>e</sup> ±0.01	2.68 <sup>e</sup> ±0.13

CAT - katalaza, DHA - dehydrogenazy. AIP - fosfataza alkaliczna, AcP - fosfataza kwaśna,  $q\text{CO}_2$  - współczynnik metaboliczny

Gleby technogeniczne nie mają naturalnych odpowiedników. Badania nie wykazały jednokierunkowych zmian badanych parametrów. Wyniki sugerują, że zawartość fosforu i aktywność badanych enzymów różniły się od gleby kontrolnej. Należy przeprowadzić dalsze długoterminowe badania gleby wokół badanych kopalni w celu wybrania odpowiedniej formy rekultywacji. Zmiany aktywności enzymów glebowych zdecydowanie zależą od wilgotności, temperatury, które często pokrywają się z konsekwencjami czynników antropogenicznych.