

Dystrybucja uranu między frakcje o różnej stabilności w ryzosferze *Brassica napus* L.

Małgorzata Majewska¹, Kamila Sitarz¹, Mateusz Kutyla¹, Mariusz Trytek¹, Agnieszka Gładysz-Płaska²

¹ Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Instytut Nauk Biologicznych UMCS, ² Katedra Chemii Nieorganicznej, Instytut Nauk Chemicznych UMCS
malgorzata.majewska@mail.umcs.pl

WPROWADZENIE

Uran jest pierwiastkiem chemicznym, którego obecność w środowisku związana jest z procesami naturalnymi oraz działalnością człowieka. Pierwiastek ten występuje w skałach magmowych i osadowych. Jest obecny w glebach (1-3 ppm), w wodach gruntowych (<0,02 ppm), rzecznych (<0,0004 ppm) i morskich (<0,003). Uran ulega translokacji w środowisku w wyniku naturalnych procesów (np. erupcje wulkanów, wietrzenie skał, powstawanie bioaerozolu morskiego, sedymentacja z atmosfery). Uran może zostać uwalniany do środowiska również w trakcie wydobywania rud uranowych, ich przetwarzania, transportu, składowania i niewłaściwej utylizacji odpadów pogórnictwa i pchutniczych. Uran obecny w glebach występuje w formach o różnej dostępności dla roślin: biodostępnej (łatwo pobieranej przez rośliny), potencjalnie aktywnej (biodostępnej w określonych warunkach środowiskowych) i stabilnej (trudno lub niedostępnej dla roślin). Jest on unieruchamiany przez glebową substancję organiczną, mikroorganizmy, minerały glebowe (np.: węglany, tlenki i wodorotlenki Fe i Mn) w wyniku sorpcji jonowymiennej, kompleksowania lub precipitacji.

Celem pracy było określenie metodą sekwencyjnej ekstrakcji dystrybucji uranu między frakcje o różnej stabilności/mobilności w glebie

MATERIAŁY I METODY

Glebę zanieczyszczoną octanem uranu (0,04% uranu) i podzielono na 2 serie: (1) glebę zanieczyszczoną oraz (2) glebę zanieczyszczoną uzupełnioną odpadową biomasą mikroorganizmów. Następnie wysiano nasiona *Brassica napus* L. Rośliny uprawiano w warunkach fitotronowych przez 72 dni utrzymując wilgotność gleby na poziomie 60% pojemności wodnej, fotoperiod 16/8 godzin i temperaturę powietrza 22/16°C (dzień/noc). W tych samych warunkach inkubowano glebę bez roślin. Po zakończeniu uprawy rzepaku (pierwszy posiew) i inkubacji gleby bez roślin określono frakcje uranu stosując ekstrakcję sekwencyjną z wykorzystaniem 4 roztworów o różnej sile mobilizacyjnej. Stężenia uranu w każdej frakcji oznaczono metodą Arsenazo III. Po 20 dniach od zebrania roślin z pierwszego posiewu, do tej samej gleby, ponownie wysiano rzepak i uprawiano przez kolejne 37 dni.

Tabela 1. Charakterystyka gleby (głina pylasta)

*N og [%]	C org [%]	pH H ₂ O	pH KCl	CEC [mmol g ⁻¹]	*Kationy wymienne [mg kg ⁻¹]				*Frakcje granulometryczne [%]		
					Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Piach (2,00-0,05 mm)	Pył (0,05-0,002 mm)	II koloidalny (<0,002 mm)
0,10 ± 0,01	1,30 ± 0,05	6,57 ± 0,04	6,10 ± 0,03	0,27 ± 0,01	102	204	188	3500	25,93	67,95	6,12

* Analizy wykonane w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Lublinie

Tabela 2. Roztwory uruchamiające frakcje uranu o różnej stabilności/mobilności w glebie

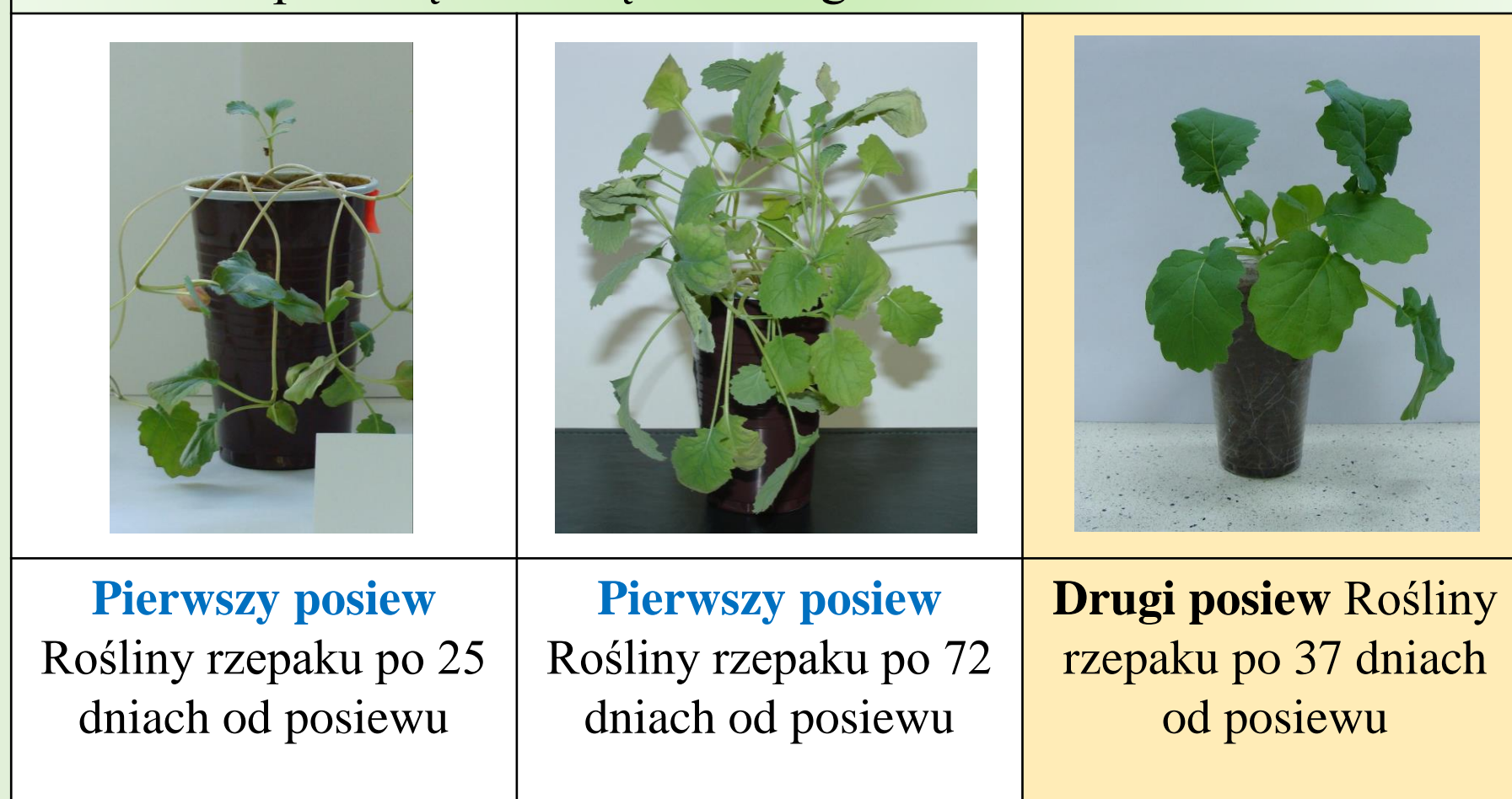
Frakcja uranu	JONOWYMIENNA	TLENKOWA związana z tlenkami Fe i Mn	ORGANICZNA związany z substancją organiczną	RESZTKOWA
Roztwór ekstrakcyjny	0,1M NaNO ₃	1M NH ₃ OH · HCl w 25% CH ₃ COOH	30% H ₂ O ₂ w 0,02M HNO ₃	mieszanka stężonego HCl i HNO ₃

WYNIKI

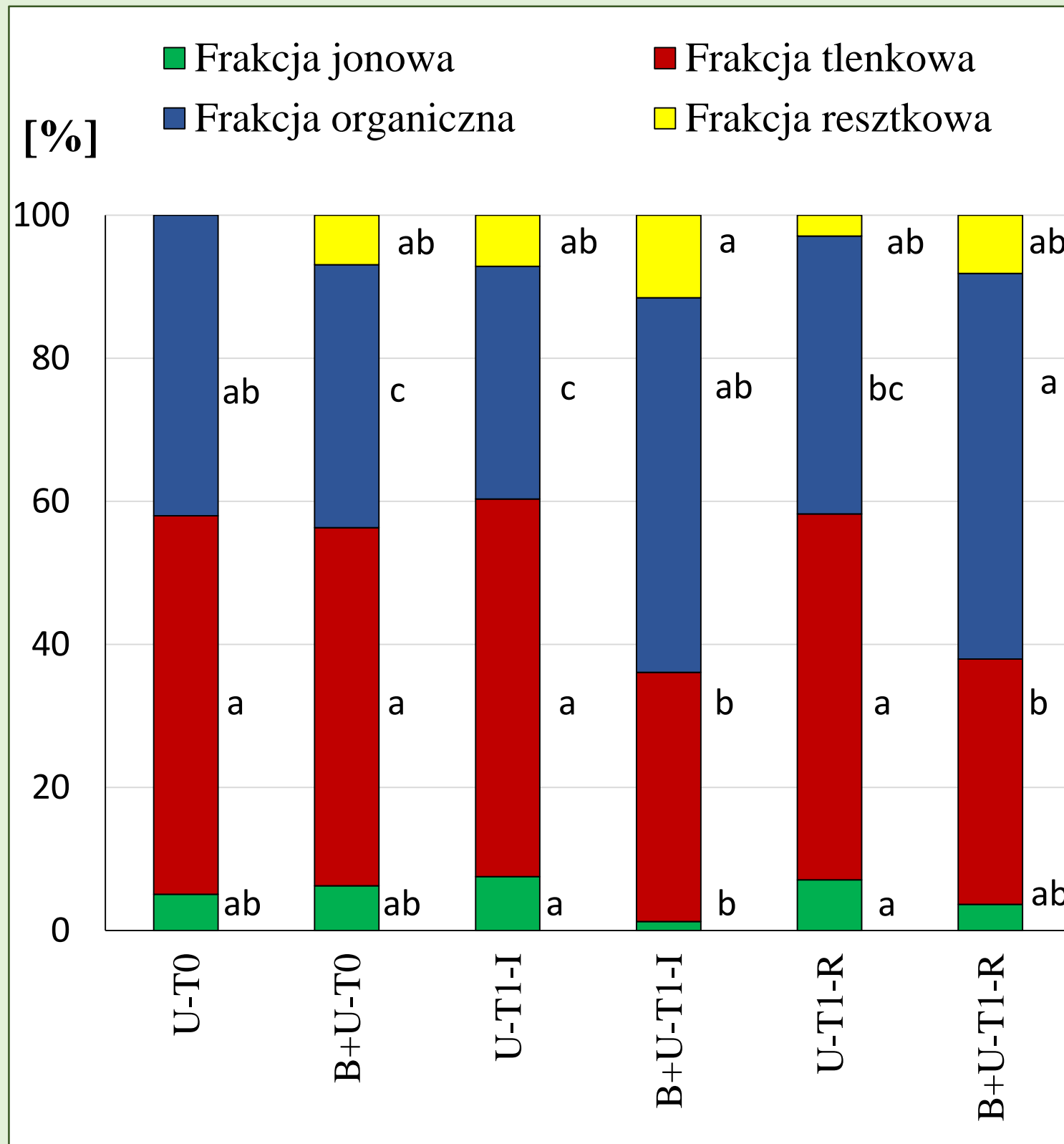
Seria 1. Gleba zanieczyszczona uranem (0,04%)



Seria 2. Gleba zanieczyszczona uranem (0,04%) uzupełniona odpadową biomasą mikroorganizmów

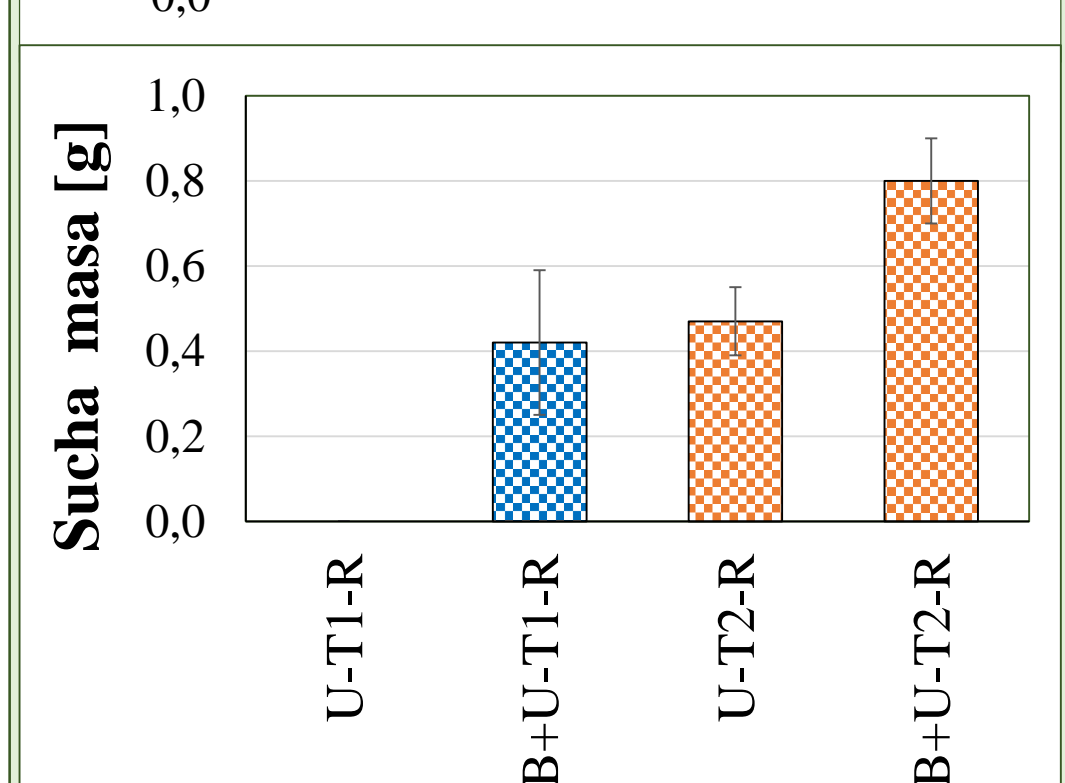
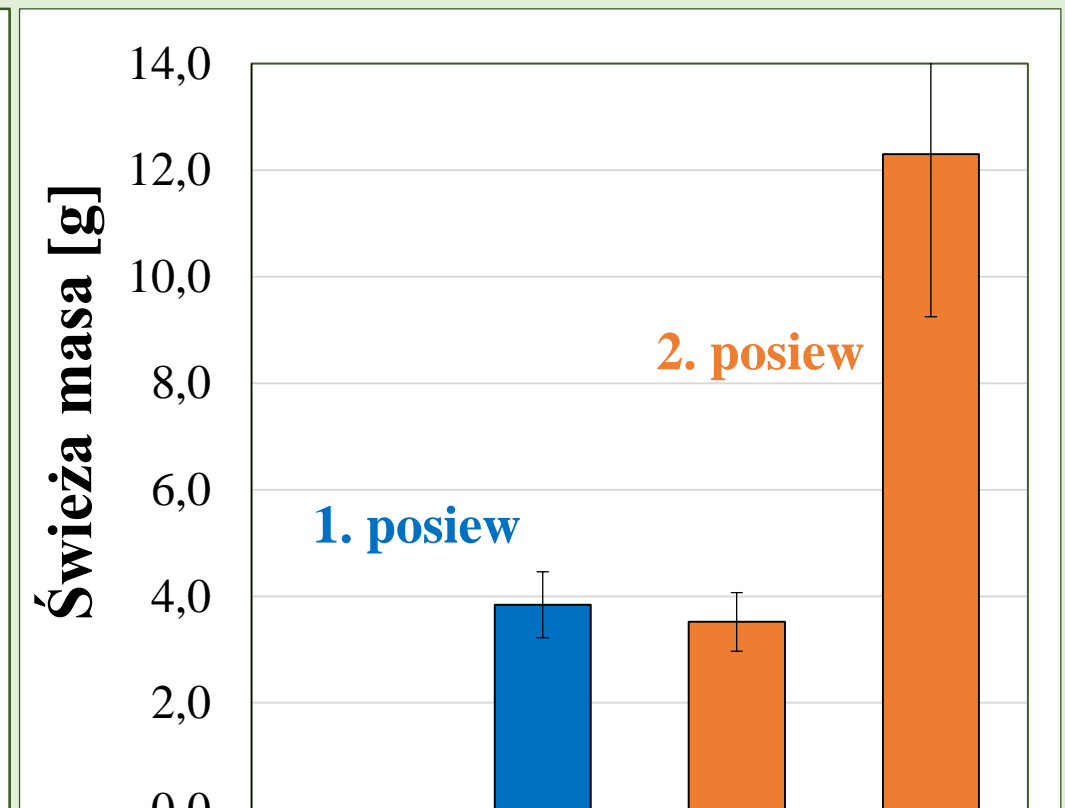


Rys. 1. Wzrost rzepaku w glebie skażonej octanem uranu



Rys. 2. Dystrybucja uranu pomiędzy frakcje o różnej stabilności [%] w glebie po 1. posiewie rzepaku

U-T0 → gleba zanieczyszczona U przed rozpoczęciem inkubacji
B+U-T0 → gleba zanieczyszczona U uzupełniona odpadową biomasą mikroorganizmów przed inkubacją
U-T1-I → gleba zanieczyszczona U po inkubacji
B+U-T1-I → gleba zanieczyszczona U uzupełniona odpadową biomasą mikroorganizmów po inkubacji
U-T1-R → gleba zanieczyszczona U po uprawie rzepaku (1. posiew)
B+U-T1-R → gleba zanieczyszczona U uzupełniona odpadową biomasą mikroorganizmów po uprawie (1. posiew)



Rys. 3. Świeża i sucha masa roślin [g] zebranych po 1. i 2. posiewie

PODSUMOWANIE

W glebie zanieczyszczonej frakcja jonowymienna U stanowiła 7%, 51% U było związane z tlenkami Fe i Mn, 39% przez substancję organiczną, a 3% U stwierdzono we frakcji resztkowej. W glebie uzupełnionej odpadową biomasą mikroorganizmów frakcja jonowymienna U zmniejszyła się do 4%, U związanego z tlenkami Fe i Mn do 34%, natomiast ilość organicznie związanego U wzrosła do 54%, a U we frakcji resztkowej do 8%.

Zatem można wnioskować, że odpadowa biomasa mikroorganizmów dodana do gleby ustabilizowała uran we frakcji organicznej i resztkowej i obniżyła jego toksyczność dla roślin

BIBLIOGRAFIA

Broda E. et al. 2021, *Applied Nanoscience* 12, 1101-1111
Chen L. et al. 2021, *Journal of Hazardous Materials* 413, 1-21
Cheng C. et al. 2022, *Journal of Environmental Radioactivity* 241, 1-9
Dąbrowska L. 2015, *Zeszyty Naukowe: Inżynieria Środowiska* 39, 22-30
Gładysz-Płaska A. 2019, *Minerals*, 9, 1-16
Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999, *Biogeochemia pierwiastków śladowych*, PWN
Tan W. et al. 2020, *Journal of Soils and Sediments*, 20, 1599-1608