

## WPŁYW SYMULOWANEGO KWAŚNEGO DESZCZU I NAWOŻENIA AZOTOWO-POTASOWEGO NA WYMYWANIE POTASU Z GLEBY

*Barbara Murawska, Jolanta Janowiak, Ewa Spychaj-Fabisiak*

Katedra Chemii Rolnej

Akademia Techniczno-Rolnicza im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy

### Wstęp

Długotrwałe oddziaływanie kwaśnych imisji prowadzi do wystąpienia w glebie deficytu w wyniku wymywania niektórych pierwiastków (Mg, K,  $\text{NH}_4$ ), co jest przyczyną ich niedoboru w glebie, a w konsekwencji może przyczyniać się do pogorszenia wzrostu i rozwoju roślin, jak również do obniżenia plonów [KACZOR 1991; PRUSINKIEWICZ i in. 1992; POKOJSKA 1998]. Negatywny wpływ kwaśnych imisji działa poprzez zmiany właściwości fizyko-chemiczne gleby, zwiększając jej zakwaszenie, które przyczynia się do ubytku kationów biofilnych, między innymi potasu oraz naruszona zostaje równowaga biologiczna.

Celem pracy było określenie w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych na ile i w jakim stopniu typ gleby, dodatek azotu i potasu, łączne zastosowanie N i K oraz symulowany kwaśny deszcz ( $\text{pH}=5$ ) wpływają na wymywanie jonów potasowych gleb.

### Materiały i metodyka

Doświadczenie laboratoryjne prowadzono w oparciu o próbki ośmiu gleb, które pobrano z pól produkcyjnych regionu Pomorza i Kujaw. Materiał glebowy poddano podstawowej analizie chemicznej. Charakterystykę badanych gleb przedstawiono w tab. 1.

Doświadczenie prowadzono przy zastosowaniu cylindrów z PCV o wysokości 50 cm i średnicy 4 cm z lejkowatym zwężeniem na dole i wkładką przepuszczalną dla wody i symulowanego kwaśnego deszczu. Cylindry napełniono glebą, następnie z wkraplacza wprowadzono wodę redestylowaną ( $\text{pH}=7$ ) lub symulowany kwaśny deszcz ( $\text{pH}=5$ ), początkowo bardzo wolno, aż do pełnego nawilżenia gleby. Dodatek soli wprowadzano na głębokość około 5 cm w objętości 5  $\text{cm}^3$  roztworu  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  lub łącznie  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ , który zawierał odpowiednio: 100 mg N, 50 mg K lub łącznie 100 mg N i 50 mg K. Bardziej szczegółowy

opis metodyki przedstawiony jest we wcześniej opublikowanych pracach [MURAWSKA, SPYCHAJ-FABISIAK 1997, SPYCHAJ-FABISIAK, MURAWSKA 1998].

Warianty doświadczeń	Wypełnienie kolumn glebą			
	bez N	+N	+K	+NK
Przemycanie wodą redestylowaną (pH=7)	1	2	3	4
symulowanym kwaśnym deszczem (pH=5)	5	6	7	8

Doświadczenie obejmowało osiem wariantów. W uzyskanych przesączach oznaczono zawartość potasu, a wyniki w  $\text{mg K}\cdot\text{dm}^{-3}$  przedstawiono w tabeli 2.

### Wyniki i dyskusja

Badane gleby były wyraźnie zróżnicowane pod względem właściwości fizyko-chemicznych (tab. 1). Przeprowadzone badania modelowo-laboratoryjne pozwoliły określić ilość wymywanych jonów K w zależności od typu gleby, pH roztworu stosowanego do przemycania (symulowany kwaśny deszcz) oraz dodatku soli (nawożenie). Stwierdzono, że z gleb bielcowych wymyto średnio około 2-krotnie więcej potasu w porównaniu z (badanymi) czarnymi ziemiemi (tab. 2). Z gleb lekkich wymyto średnio około  $29,39 \text{ mg K}\cdot\text{dm}^{-3}$ , zdecydowanie mniej z czarnych ziem – średnio około  $15,56 \text{ mg K}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Typ gleby ma istotny wpływ na wymywanie jonów K z gleby [PRUSINKIEWICZ i in. 1992; MURAWSKA i in. 1997; KOC i in. 1998]. Tak niskie wymycie jonów potasowych z badanych czarnych ziem związane jest przypuszczalnie z wysoką wartością stopnia nasycenia tych gleb zasadami oraz dość wysoką wartością PWK (tab. 1).

Tabela 1; Table 1

Właściwości fizyko-chemiczne badanych gleb  
Physico-chemical properties of the studied soils

Parametr Parameter		Zakres Range	Średnia Mean
C	$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	6,18–21,50	12,29
N		0,62–1,70	1,18
K	$\text{mg}\cdot 100^{-1}$	6,71–31,00	16,58
P		5,16–14,00	7,68
NH <sub>4</sub>		0,90–4,78	2,19
PWK	$\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$	6,32–18,15	13,25
Hh		0,50–2,40	0,92
Frakcja; Fraction <0,02 mm	%	10–27	17,00

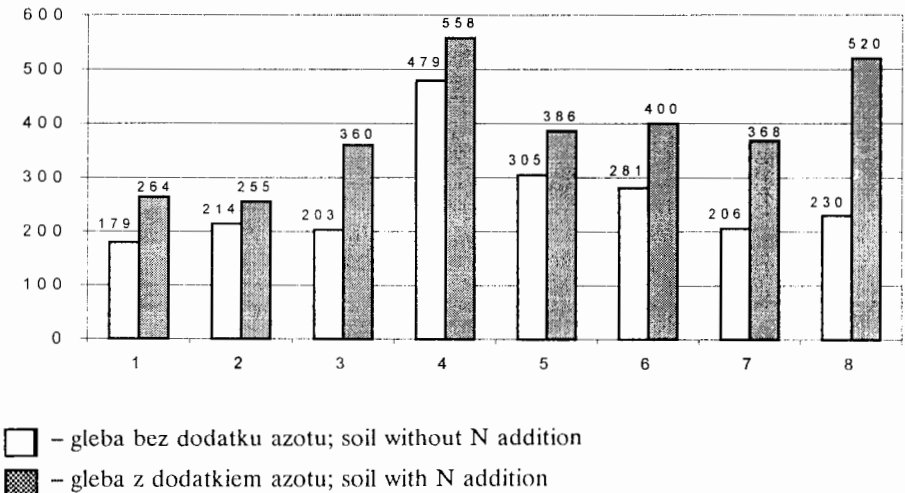
PWK – Pojemność wymienna kationów; Capacity exchangeable cations  
Hh – Kwasowość hydrolityczna; Hydrolytic acidity

Wymywanie potasu z badanych gleb w mg K·dm<sup>-3</sup>  
Leaching of potassium from soils in mg K·dm<sup>-3</sup>

Typ gleby Soil type	Odczyn roztworu wodnego; Reaction of water solution										
	pH=7					pH=5					
	bez N K without N K	+N	+K	+NK	średnia mean	bez N K without N K	+N	+K	+NK	średnia mean	
Czarna ziemia Black soil	16,18	23,41	19,78	25,51	21,22	29,01	35,72	33,01	42,66	35,10	
Czarna ziemia Black soil	9,92	18,82	13,16	18,34	15,06	21,28	27,82	25,74	25,31	25,04	
Czarna ziemia Black soil	6,45	12,70	10,90	20,10	12,54	30,90	40,80	35,60	36,00	35,86	
Czarna Ziemia Black soil	7,26	15,89	11,97	19,63	13,69	16,70	36,59	34,15	37,74	31,29	
Gleba rdzawa Brown soil	15,10	24,90	19,20	30,35	22,39	46,00	49,70	55,40	58,25	52,34	
Gleba bielkowa Podsól	21,74	39,36	27,81	46,32	33,85	44,22	66,04	67,90	78,34	64,12	
Gleba bielkowa Podsól	22,70	38,40	28,70	42,20	33,00	63,90	83,55	83,65	90,70	80,45	
Gleba bielkowa Podsól	16,25	33,59	26,53	36,91	28,32	33,62	55,35	43,59	59,81	48,00	
Średnia; Mean	14,45	25,88	19,76	29,95	22,51	35,70	49,45	47,38	53,60	46,53	
Czynnik; Factor	NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>					Współdziałanie; Interaction					NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>
(I) typ gleby; soil type	3,05					IxII					2,11
(II) odczyn roztworu wodnego; reaction of water solution	1,29					IxIII					2,07
(III) dawka N, K, NK; N, K, NK dose	1,98					IIxIII					1,69
						IxIIxIII					2,93

Większe wymycie K z gleb lekkich stwierdzili również w swoich pracach KOC i in. [1998] oraz inni autorzy [MAZUR 1977; KACZOR 1998, SPYCHAJ-FABISIAK, MURAWSKA 1998]. Wymywanie K z badanych gleb przemywanych wodą redestylowaną (pH=7) bez dodatku i po zastosowaniu N, K i łącznego NK okazało się istotnie ujemnie skorelowane z zawartością węgla, azotu ogółem oraz pojemnością wymienną kompleksu sorpcyjnego badanych gleb (tab. 3).

Pod wpływem zakwaszenia gleb kwasem siarkowym degradacji ulegają nie tylko koloidy mineralne, ale także organiczne, a zatem zakwaszenie wpływa na zmniejszenie właściwości sorpcyjnych gleby, co powoduje większą ruchliwość związków nawozowych i glebowych, a także ich duże straty przez wymywanie i tym samym większy odpływ do wód gruntowych [POKOJSKA 1998]. Odczyn roztworu użytego do przemywania badanych gleb miał istotny wpływ na ilość wymywanych jonów potasowych. Symulowany kwaśny deszcz (pH=5) spowodował średnio 2-krotnie większe wymycie jonów K z gleb w porównaniu z obiektami przemywanymi wodą redestylowaną (pH=7) niezależnie od typu gleb i dodatku soli. Obliczono, że z gleb pod wpływem kwaśnego deszczu wymyto średnio 46,53 mg K·dm<sup>-3</sup>, natomiast pod wpływem wody redestylowanej 22,51 mg K·dm<sup>-3</sup>. Ilość wymywanego potasu z poszczególnych badanych gleb pod wpływem kwaśnego deszczu w liczbach względnych przedstawiono na rys. 1, gdzie potas wymywany z gleb wodą redestylowaną przyjęto za 100. Stwierdzić należy, iż niezależnie od typu gleby i zastosowanej soli (nawożenia) we wszystkich wariantach doświadczenia kwaśny deszcz powodował zdecydowanie większe wymywanie jonów K w porównaniu z wodą. Rysunek 1 przedstawia wariant z łącznym dodatkiem NK. Zmiany powodowane kwaśnymi opadami zubożają glebę w składniki o charakterze zasadowym [DECHNIK, KACZOR 1991; SPYCHAJ-FABISIAK, MURAWSKA 1998].



Rys. 1. Wymywanie K z badanych gleb pod wpływem symulowania kwaśnego deszczu – wymywanie H<sub>2</sub>O=100

Fig. 1. The leaching of K from studied soils under the influence of simulated acid rain – leaching with H<sub>2</sub>O=100

Obliczono współczynniki korelacji pomiędzy właściwościami badanych gleb a wymywaniem potasu. Stwierdzono, że wymywanie K z gleb przemywanych symulowanym kwaśnym deszczem (wariant 4–8) było istotnie ujemnie skorelowane z zawartością C, N ogółem oraz PWK, jak również z zawartością części spławialnych (tab. 3).

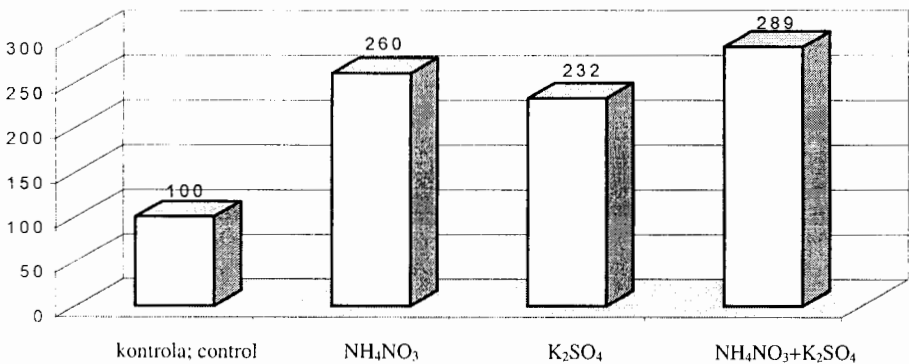
Tabela 3; Table 3

Współczynniki korelacji dla właściwości fizyko-chemicznych gleb i ilości wymytego potasu (n=8)

Correlation coefficients for physico-chemical soil properties and the quantities of leached potassium (n=8)

Parametr; Parameter Zawartość; Content (mg·100 <sup>-1</sup> g)	Wariant doświadczenia; Experiment variant							
	pH=7				pH=5			
	bez N	+N	K+	+NK	bez N	+N	+K	+NK
C	-0,625	-0,58	-0,60	-0,64	-0,70	-0,69	-0,62	-0,67
N	-0,74	-0,74	-0,70	-0,78	-0,83	-0,77	-0,83	-0,80
PWK	-0,61	-0,58	-0,57	-0,66	-0,57	-0,76	-0,74	-0,75
Frakcja; Fraction	-0,35	-0,38	-0,34	-0,47	-0,47	-0,56	-0,57	-0,56

PWK – Pojemność wymienna kationów; Capacity exchangeable cations



Rys. 2. Średnie wymywanie potasu z gleb w zależności od dodatku soli (w liczbach względnych)

Fig. 2. Average leaching of potassium from soils as a function of salt addition (in relative numbers)

W przeprowadzonych badaniach modelowych obserwowano istotny wpływ dodatku zastosowanych różnych soli ( nawożenia) na wymywanie jonów potasowych z (badanych) gleb (tab. 2). Zauważono, że z gleb nienawożonych (kontrola) wymyto znacznie mniej potasu niż w wariantach z dodatkiem N i K oraz łącznym

zastosowaniem NK. Nawożenie spowodowało prawdopodobnie silniejszą migrację badanych jonów [SPYCHAJ-FABISIAK, MURAWSKA 1998]. Okazało się, że dodatek do gleby samego azotu w postaci  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  lub potasu w postaci  $\text{K}_2\text{SO}_4$  powodował większe wymycie potasu w porównaniu z glebami bez dodatku, odpowiednio średnio  $38 \text{ mg K}\cdot\text{dm}^{-3}$ ,  $34 \text{ mg K}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Natomiast średnio najwięcej K wymyto z gleb po łącznym zastosowaniu  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ , tj. około  $49 \text{ mg K}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Powyższe wyniki przedstawiono w liczbach względnych przyjmując za 100 wariant (1) gleb bez dodatku N przemywany wodą redestylowaną (rys. 2).

Wnoszenie do gleby różnych form nawozów mineralnych, szczególnie zaś potasowych i amonowych, przyspiesza odwapnienie gleb [POKOJSKA 1998]. Problem ten nabiera znaczenia przy zwiększeniu dawek nawozów mineralnych stosowanych w rejonach o wysokiej emisji przemysłowej substancji kwasotwórczych, powodując zwiększenie strat składników nawozowych poprzez wymywanie. Ogólnie można stwierdzić, że nawet przy obecnym niskim poziomie nawożenia mineralnego należy liczyć się z wymywaniem potasu, szczególnie na glebach lekkich, np. płowych typowych – Albic Luvisols, które dominują w Polsce [KOC i in. 1998]. Rezultat stosowania nawozów mineralnych wynika z pojawienia się w roztworze glebowym podwyższonych stężeń kationów  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4$ , pochodzących głównie z wymiany jonowej z protonami oraz z rozkładu krzemianów i glebowej materii organicznej. Kationy są łatwo pobierane przez fitocenozę, ale równocześnie mogą być wymywane poza strefę korzenia roślin. Długotrwałe oddziaływanie kwaśnych emisji potęguje straty składników pokarmowych na drodze wymywania [MAZUR 1977; PRUSINKIEWICZ i in. 1992].

## Wnioski

1. Przeprowadzone badania wskazują na istotny wpływ typu gleby i symulowanego kwaśnego deszczu na poziom strat potasu z gleby na drodze wymywania. Stwierdzono, że z gleb lekkich uległo wymyciu prawie 2-krotnie więcej potasu w porównaniu z glebami ciężkimi, jak również 2-krotnie większe było wymycie pod wpływem symulowanego kwaśnego deszczu.
2. Ilość wymywanego potasu istotnie zależy od dodatku soli (nawożenia). Średnio najwięcej potasu wymyto po łącznym zastosowaniu  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ , najmniej po zastosowaniu  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .
3. Wymywanie K z różnych ośmiu badanych gleb, przemywanych wodą redestylowaną ( $\text{pH}=7$ ) bez dodatku jak i kwaśnym deszczem ( $\text{pH}=5$ ), po zastosowaniu N, K i łącznego NK okazało się istotnie ujemnie skorelowane z zawartością frakcji spławialnych, węgla, azotu ogółem oraz pojemnością wymienną kompleksu sorpcyjnego badanych gleb.

## Literatura

DECHNIK I., KACZOR A. 1991. *Wpływ symulowanego kwaśnego deszczu na niektóre właściwości gleby lessowej w warunkach zróżnicowanego nawożenia dolomitom.* Roczn. Gleb. 22(3/4): 53–59.

- KACZOR A. 1998. *Odżywianie się roślin w warunkach gleb silnie zakwaszonych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456: 55–62.
- KOC J., CIEĆKO CZ., JANICKA R., ROCHWERGER A., SOLARSKI K. 1998. *Wpływ wysokości opadu na wymywanie substancji organicznych i mineralnych z gleb uprawnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456: 305–310.
- MAZUR T. 1977. *Wymywanie składników pokarmowych z gleb nawożonych gnojowicą (doświadczenia modelowe)*. Zesz. Nauk. ATR Olsztyn 22: 15–28.
- MURAWSKA B., SPYCHAJ-FABISIAK E. 1997. *Badania modelowe nad wymywaniem potasu z gleb*. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz 208, Ochr. Środ. (1): 117–126.
- POKOJSKA U. 1998. *Zakwaszenie gleb leśnych – stan wiedzy i perspektywy badań*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456: 63–70.
- PRUSINKIEWICZ Z., POKOJSKA U., FRANK U., KWIATKOWSKA A. 1992. *The effect of simulated acid rain on edaphic conditions of forest regeneration*. Ekol. Pol. 40(3): 401–415.
- SPYCHAJ-FABISIAK E., MURAWSKA B. 1998. *Badania laboratoryjne nad wpływem właściwości fizykochemicznych gleb i symulowanego kwaśnego deszczu na wymywanie azotu mineralnego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456: 357–362.

**Słowa kluczowe:** wymywanie potasu, straty potasu, doświadczenie laboratoryjne, nawożenie mineralne

### Streszczenie

W przeprowadzonym doświadczeniu laboratoryjnym badano wpływ gleby, dodatku N, K, NK oraz symulowanego kwaśnego deszczu (pH=5) na wymywanie K z 8 badanych gleb. Zaobserwowano, że straty K przez wymywanie są znaczne i zależą od typu gleby. Stwierdzono 2-krotnie większe wymycie K z gleb przemywanych kwaśnym deszczem w porównaniu z wymywaniem wodą. Okazało się także, że najwięcej K wymywano z gleb po zastosowaniu  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ .

### EFFECT OF SIMULATED ACID RAIN AND NITROGEN-POTASSIUM FERTILIZATION ON LEACHING POTASSIUM FROM THE SOIL

*Barbara Murawska, Jolanta Janowiak, Ewa Spychaj-Fabisiak*  
Department of Agricultural Chemistry,  
University of Technology and Agriculture, Bydgoszcz

**Key words:** potassium leaching, losses K, laboratory experiment, mineral fertilization

### Summary

In laboratory experiment the effects of soil type, N, K, NK addition and simulated acid rain (pH=5) on leaching K from the soil were studied. It was ob-

served that K losses were considerable and dependent on the soil type. The simulated acid rain caused 2-times higher K leaching in comparison to leaching K with water. The highest amount of K was leached from the soils after  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$  application.

Dr inż Barbara **Murawska**

Katedra Chemii Rolnej

Akademia Techniczno-Rolnicza im. J.J. Śniadeckich

ul. Seminaryjna 5

85-326 BYDGOSZCZ