

JACEK KIEPUL

WPŁYW TYPU PROWADZONYCH DOŚWIADCZEŃ NA ZAKWASZENIE GLEBY BRUNATNEJ

INFLUENCE OF EXPERIMENT TYPE ON BROWN SOIL ACIDIFICATION

Stacja Doświadczalna w Jelczu-Laskowicach, Instytut Uprawy Nawożenia
i Gleboznawstwa w Puławach

Abstract: The aim of this research was to compare the changes of the soil acidification, as related to the experiment type. It was stated that results of this investigation depended on the experiment type (field, lysimeter, pot). The highest increase of soil acidity (i. e. decrease of pH value, rise of hydrolytic and exchangeable acidity as well as mobile aluminium concentration) was observed in pots, and the lowest one in the field experiment. Similarly, simulated acid rains intensified this process in the highest degree in the pot experiment; its effect was lesser in lysimeters and the least in the field conditions. At the same time the changes of pH value reached deeper soil layers in lysimeters than in field experiment.

Słowa kluczowe: doświadczenie polowe, doświadczenie lizymetryczne, doświadczenie wazonowe, zakwaszenie gleby.

Key words: field experiment, lysimeter experiment, pot experiment, soil acidification.

WSTĘP

Procesy zakwaszania gleb zachodzą stale i związane są z przemianami fizykochemicznymi, chemicznymi i biologicznymi zachodzącymi w glebie. Znaczący wpływ mają tu czynniki antropogeniczne, takie jak np. nawożenie [Dechnik 1987, Mazur 1999], sposób użytkowania [Kaniuczak 1998], zmianowanie roślin [Blecharczyk, Skrzypczak, Piechota 1998], zawartość wody w glebie i dominujący kierunek jej ruchu [Koc i in. 1998] czy też oddziaływanie zanieczyszczeń o charakterze kwaśnym [Filipek 1998, Motowicka-Terelak, Terelak 1998]. Należy przy tym zaznaczyć, że w porównaniu z krajami europejskimi OECD, Polska charakteryzuje się ciągle bardzo wysokim poziomem emisji, jak i imisji związków zakwaszających [Filipek 1998]. W warunkach różnych typów doświadczeń (polowe, lizymetryczne, wazonowe)

można spodziewać się więc zróżnicowanego tempa zakwaszania się gleby. W doświadczeniach wazonowych bowiem, w porównaniu z doświadczeniami polowymi, występuje m.in. większe zagęszczenie roślin na jednostce powierzchni, stosuje się też wielokrotnie wyższe dawki nawozów (w przeliczeniu na jednostkę powierzchni lub na 1 kg gleby), a warunki wilgotnościowe są w nich korzystniejsze (podlewanie do założonego poziomu wilgotności gleby). Natomiast w lizymetrach (o pojemności np. 500 l) istnieją warunki dość zbliżone do naturalnych [Jurgens-Gschwind 1979, Pondel i in. 1991]. Jednakże do mankamentów tego typu doświadczeń zalicza się najczęściej separację profilu glebowego od wód gruntowych. W warunkach interwencyjnego podlewania roślin oraz ograniczonego podsiąku mogą więc pogłębiać się procesy przemywania profilów glebowych w lizymetrach.

Celem pracy było porównanie zmian wartości wskaźników kwasowości gleby, w zależności od typu prowadzonych doświadczeń. Porównania te prowadzono także w warunkach stosowania symulowanego kwaśnego opadu.

MATERIAŁ I METODY

W trakcie 5-letnich badań porównywano wyniki uzyskane w trzech typach doświadczeń: polowym, lizymetrycznym i wazonowym. Doświadczenie polowe założono w Zakładzie Doświadczalnym IUNG w Jelczu-Laskowicach na glebie brunatnej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego pylastego, podścielonego piaskiem słabogliniastym. Powierzchnia poletek w tym doświadczeniu wynosiła 30 m². Doświadczenie lizymetryczne założono w wazonach ceramicznych o głębokości 1,0 m i powierzchni pod uprawę 0,5 m², a doświadczenie wazonowe w wazonach typu Wagnera o pojemności 6,0 l. Lizymetry były ustawione na wolnym powietrzu, w osiatkowanej hali. Szczegóły konstrukcyjne zastosowanych lizymetrów podano we wcześniejszej pracy [Kiepuł 1991]. Do obydwu doświadczeń pobrano materiał glebowy w sąsiedztwie doświadczenia polowego przy czym wazony napełniono materiałem w poziomie próchnicznego, a lizymetry – zachowując zbliżony do naturalnego układ profilu. Niektóre właściwości gleb użytych w doświadczeniach podano w tabeli 1.

Następstwo roślin było identyczne we wszystkich doświadczeniach. W schemacie doświadczeń uwzględniono obiekty zakwaszane symulowanym kwaśnym deszczem (roztwór kwasu siarkowego). Zakwaszanie prowadzono w dwóch wariantach: obiekty bez dodatkowego zakwaszania (wariant A) oraz obiekty systematycznie zakwaszane symulowanym kwaśnym deszczem w dawce odpowiadającej opadowi siarki 150 kg /ha/rok (wariant B). Szczegóły dotyczące metody wprowadzania roztworu zakwaszającego do gleby podano we wcześniejszej pracy [Kiepuł 1991]. Nawożenie w doświadczeniu polowym i lizymetrycznym odpowiadało normom stosowanym w Zakładzie Doświadczalnym. Uwzględniając nawożenie mineralne i organiczne, w doświadczeniu polowym i lizymetrycznym wprowadzono do gleby jednakowe ilości fosforu, potasu i magnezu oraz zbliżone azotu. Nawożenie organiczne (pełna dawka obornika) stosowano w 2 roku badań tylko w doświadczeniu polowym. Natomiast w doświadczeniu wazonowym, zgodnie z metodyką tego typu badań, nawożenie mineralne stosowano corocznie w postaci pożywki, zawierającej pełny zestaw makro- i mikroelementów w ilościach zapewniających prawidłowy wzrost i rozwój roślin.

TABELA 1. Niektóre właściwości gleby brunatnej użytej w doświadczeniu polowym, lizymetrycznym i wazonowym

TABLE 1. Some properties of brown soil used in field, lysimeter and pot experiments

Doświadczenie Experiment	Fracja – Fraction [%]		C org. Org. C [g · kg ⁻¹]	pH _{KCl}	PWK CEC [mmol(+) · g ⁻¹]	V [%]
	<0,02 mm	<0,002 mm				
Wazonowe – Pot	16	9	8,0	5,5	106	77,4
Lizymetryczne Lysimeter	16	9	8,0	5,5	106	77,4
Połowe – Field	17	8	7,5	5,2	72,9	70,5

PWK – pojemność wymiany kationów; CEC – cation exchangeable capacity

V – stopień wysycenia zasadami – degree of base saturation

Wilgotność gleby w czasie wegetacji roślin w doświadczeniu wazonowym utrzymywano na poziomie 60% maksymalnej pojemności wodnej. W lizymetrach rośliny podlewano interwencyjnie tylko w okresach posusznych. Łącznie w trakcie badań zastosowano dawkę wody odpowiadającą 390 mm opadu. Próbkę gleb pobierano do analiz przed założeniem doświadczeń oraz po zbiorze roślin. W próbkach oznaczono metodami stosowanymi w Stacjach Chemiczno-Rolniczych następujące wskaźniki kwasowości: pH (w KCl – 1 mol · dm⁻³), kwasowość hydrolityczną (Hh), kwasowość wymienną (Hw) i glin ruchomy (Al ruchomy). Doświadczenia wazonowe i polowe prowadzono w czterech powtórzeniach, a lizymetryczne w trzech. Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji, posługując się systemem AWAR. Istotność różnic określono testem Tukeya. Natomiast do porównania wartości pH w profilu gleby oznaczonych przed badaniami i po ich zakończeniu zastosowano test Dunneta (NIR_p).

WYNIKI I DYSKUSJA

Gleba brunatna uległa zakwaszeniu w trakcie badań we wszystkich doświadczeniach, a stosowany czynnik zakwaszający jeszcze pogłębiał ten proces (tab. 2, rys. 1). Wystąpiły jednak różnice w stopniu zakwaszania się gleby w zależności od typu doświadczenia. Zmiany wskaźników kwasowości (spadek pH, wzrost kwasowości hydrolitycznej i wymiennej oraz zawartości glinu ruchomego) oznaczonych przed badaniami i po ich zakończeniu były w każdym przypadku znacznie mniejsze w doświadczeniu polowym niż w lizymetrach i wazonach. Zaskakujący jest w tym przypadku stosunkowo duży wzrost zakwaszenia gleby w doświadczeniu lizymetrycznym, którego stopień jest raczej zbliżony do wartości uzyskanych w doświadczeniu wazonowym niż polowym. Pewne znaczenie w tym przypadku mógł mieć brak nawożenia organicznego w lizymetrach. Z badań innych autorów [Dechnik 1987, Łabętowicz, Korc, Szulc 1998, Mazur 1999] prowadzonych w warunkach

TABELA 2. Zmiany wartości wskaźników zakwaszenia gleby brunatnej [mmol(+) · kg⁻¹] w zależności od typu prowadzonych doświadczeń
 TABLE 2. Changes in values of soil acidification indicators in brown soil [mmol(+) · kg⁻¹] depending on experiment type

Objekt – Treatment	Hh		Hw		Al ruch. – Mobile Al	
	1*	2*	1	2	1	2
Doświadczenie polowe – Field experiment						
A**	23,8	26,2	2,9	6,7	1,3	3,6
B**	23,8	28,9	2,9	11,9	1,3	6,7
Średnio – mean	27,6		9,3		5,2	
Doświadczenie lizymetryczne – Lysimeter experiment						
A	24,0	28,7	4,5	10,9	2,1	3,9
B	24,0	31,2	4,5	14,1	2,1	5,3
Średnio – mean	30,0		12,5		4,6	
Doświadczenie wazonowe – Pot experiment						
A	24,0	28,6	4,5	13,6	2,1	5,8
B	24,0	33,2	4,5	19,8	2,1	10,6
Średnio – mean	30,9		16,7		8,2	
Średnio dla A – Mean for A	27,8		10,4		4,4	
Średnio dla B – Mean for B	31,1		15,3		7,5	
NIR ($\alpha=0,05$) dla: LSD ($\alpha=0,05$) for:						
typu doświadczenia experiment type	0,75		3,62		1,19	
traktowania gleby soil treatment	0,50		2,42		0,80	
interakcji – interaction	1,06		r.n. n.s.***		1,69	

1* wartości przed założeniem doświadczenia – the values before establishment of the experiment;

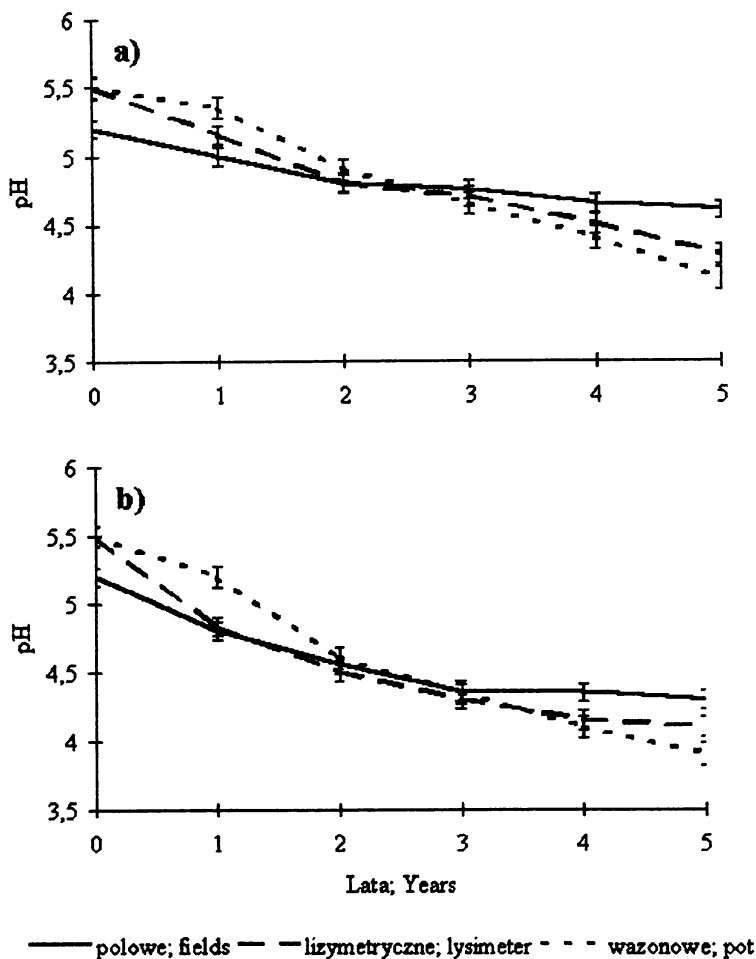
2* wartości po 5 latach doświadczenia – the values after 5 years of experiment;

A** obiekty bez dodatkowego zakwaszenia – treatments without additional acidification;

B** obiekty systematycznie zakwaszane – regularly acidified treatments;

r.n.*** różnice nieistotne – n.s.– differences not significant

doświadczeń polowych wynika bowiem, że w przeciwieństwie do nawożenia mineralnego, działa ono ograniczająco na zakwaszenie gleby. Analizując jednak zmiany odczynu gleby brunatnej w trakcie badań można stwierdzić, że na wyniki końcowe w lizymetrach rzutuje przede wszystkim duży wzrost zakwaszenia w pierwszych dwóch latach. W tym okresie tempo zakwaszania gleby brunatnej było w lizymetrach nawet większe niż w doświadczeniu wazonowym (rys. 1). Przypuszczalnie jest to związane z naruszeniem naturalnej struktury gleby brunatnej przy napełnianiu lizymetrów. W takich warunkach, do czasu odzyskania przez glebę umieszczoną w lizymetrach struktury zbliżonej do stanu naturalnego, ujawnia się wiele negatywnych procesów. Jednym z ważniejszych jest wzmożone wymywanie



RYSUNEK 1. Dynamika pH gleby brunatnej w zależności od typu doświadczenia: a – obiekty bez dodatkowego zakwaszania, b – obiekty systematycznie zakwaszane

FIGURE 1. Brown soil acidity fluctuation depending on experiment type: a – treatments without additional acidification, b – regularly acidified treatments

z warstwy ornej składników o charakterze zasadowym, a więc pierwiastków decydujących o odczynie i kwasowości gleby. Zagadnienie to doskonale ilustrują wyniki zmian odczynu w profilu gleby brunatnej w doświadczeniu lizymetrycznym i polowym (tab. 3). Wskazują one, że o ile w doświadczeniu polowym zmiany odczynu gleby wystąpiły jedynie w warstwie ornej, to w doświadczeniu lizymetrycznym większemu niż w doświadczeniu polowym spadkowi pH w warstwie powierzchniowej, towarzyszył jednocześnie istotny jego wzrost w poziomach położonych głębiej. Należy przy tym zaznaczyć, że wspomniane mankamenty doświadczeń lizymetrycznych były sygnalizowane w literaturze [Jurgens-Gschwind, Jung 1979, Koc i in. 1998, Pondel

TABELA 3. Zmiany pH w profilu gleby brunatnej w zależności od typu prowadzonych doświadczeń
 TABLE 3. Changes of pH values in brown soil profile depending on experiment type

Poziom, głębokość Horizon, depth [cm]	Lizymetryczne – Lysimeter				Polowe – Field			
	gleba wyjścio- wa initial soil	po 5 latach after 5 years		NIR _D LSD _D $\alpha=0,05$	gleba wyjścio- wa initial soil	po 5 latach after 5 years		NIR _D LSD _D $\alpha=0,05$
		A*	B*			A*	B*	
A1 (0–30)	5,5	4,3	3,9	0,23	5,2	4,6	4,3	0,27
/B/ (30–40)	5,2	4,9	5,0	0,19	5,3	5,3	5,4	r. n.*
(40–50)	5,2	5,4	5,6	0,19	5,3	5,4	5,4	r. n.
(50–60)	5,2	5,4	5,5	0,12	5,4	5,4	5,5	r. n.
C (60–90)	5,2	5,4	5,4	0,09	5,3	5,4	5,4	r. n.

* A,B, r.n. – oznaczenia jak w tabeli 2 – explanations see Table 2

i in. 1991]. Pomimo tego cytowani Autorzy twierdzą, że badania lizymetryczne mogą dawać prawidłowe informacje o procesach zachodzących w naturalnych warunkach glebowych. Wydaje się jednak, że przy odnoszeniu wyników doświadczeń lizymetrycznych do warunków polowych z dużą ostrożnością należy traktować wyniki dotyczące zakwaszenia gleby, które zostały uzyskane w pierwszym okresie po napełnieniu lizymetrów.

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań należy zaznaczyć, że porównywanie danych z różnych typów doświadczeń może budzić wątpliwości, gdyż m. in. warunki wilgotnościowe oraz układ i struktura gleby (w wazonach i przynajmniej w pierwszych latach po napełnieniu lizymetrów) w tych doświadczeniach były różne. Często poważny problem w tego typu badaniach stanowi także zapewnienie w porównywanych doświadczeniach gleb o tych samych właściwościach fizykochemicznych. Wiadomo jednak, że utrzymanie jednakowych warunków w porównywanych typach doświadczeń nie jest możliwe ani celowe, ponieważ w doświadczeniach wazonowych i lizymetrycznych przy utrzymaniu takich samych warunków jak w doświadczeniach polowych (a więc np. bez dodatkowego nawadniania), uzyskiwano by bardzo małe plony lub w skrajnych przypadkach rośliny zasychałyby w trakcie wegetacji [Żubricki 1965]. W prowadzonych badaniach szukano tylko odpowiedzi na pytanie, czy zmiany kwasowości gleby różnią się zależnie od warunków doświadczalnych oraz czy zarysowują się tu powtarzające zależności.

WNIOSKI

1. Największy wzrost zakwaszenia gleby brunatnej stwierdzono w doświadczeniu wazonowym, nieco mniejszy w doświadczeniu lizymetrycznym, a najmniejsze zmiany wystąpiły w doświadczeniu polowym.

2. Symulowany kwaśny deszcz stymulował zakwaszenie gleby brunatnej w większym stopniu w doświadczeniu wazonowym i lizymetrycznym niż polowym.
3. Zmiany odczynu gleby brunatnej obejmowały w doświadczeniu polowym tylko warstwę orną, podczas gdy w lizymetrach sięgały również głębszych poziomów profilu glebowego.

LITERATURA

- BLECHARCZYK A., SKRZYPCZAK G., PIECHOTA T. 1998: Wpływ systemu następstwa roślin oraz nawożenia na odczyn gleby w doświadczeniu wieloletnim. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **456**: 483–487.
- DECHNIK I. 1987: Wpływ nawożenia na właściwości gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **324**: 81–106.
- FILIPEK T. 1998: Dynamika antropogenicznych przyczyn oraz skutków zakwaszenia gleb w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **456**: 7–12.
- JURGENS-GSCHWIND S., JUNG J. 1979: Results of lysimeter trials at the Limburgerhof facility, 1927–1977: the most important findings from 50 years of experiments. *Soil Sci.* **127**, 3: 146–160.
- KANIUCZAK J. 1998: Zakwaszenie gleb lessowych w zależności od sposobów użytkowania, wapnowania i nawożenia mineralnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **456**: 113–118.
- KIEPUL J. 1991: Oddziaływanie siarki w formie kwasu siarkowego na plonowanie roślin i właściwości gleb. IUNG, Puławy, R(289): 112 ss.
- KOC J., CIEĆKO C., JANICKA R., ROCHWERGER A., SOLARSKI K. 1998: Wpływ wysokości opadu na wymywanie substancji organicznych i mineralnych z gleb uprawnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **456**: 305–310.
- ŁABĘTOWICZ J., KORC M., SZULC W. 1998: Zmiany odporności gleb lekkich na zakwaszenie w zróżnicowanych warunkach nawozowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **456**: 159–164.
- MAZUR T. 1999: Rolnicze i ekologiczne znaczenie nawożenia organicznego i mineralnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **467**: 151–157.
- MOTOWICKA-TERELAK T., TERELAK H. 1998: Udział zasiarczania w zakwaszaniu się gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **456**: 317–321.
- PONDEL H., RUSZKOWSKA M., SYKUT S., TERELAK H. 1991: Wymywanie składników nawozowych z gleb w świetle badań Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa. *Rocz. Glebozn.* **42**, 3/4: 97–107.
- ŻUBRICKI Z. 1965: *Metodyka doświadczeń wazonowych*. PWRiL, Warszawa: 274 ss.

dr inż. Jacek Kiepul
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Stacja Doświadczalna
ul. Łąkowa 1, 55-230 Jelcz-Laskowice

