

WPŁYW DŁUGOTRWAŁEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI WODNO-POWIETRZNE GLEBY

*Tomasz Zaleski*¹, *Michał Kopeć*²

¹ Zakład Gleboznawstwa i Ochrony Gleb
Akademia Rolnicza im H. Kołłątaja w Krakowie

² Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza im H. Kołłątaja w Krakowie

Wstęp

Gleby charakteryzują się naturalnymi zdolnościami do retencjonowania i infiltracji wody opadowej [BRADY 1984]. Właściwości te dla gleb wytworzonych z fliszu karpackiego opisywane są w niewielu opracowaniach [ADAMCZYK i in. 1972; KOPEĆ 1975; BROZEK i in. 1988; MIECHÓWKA, ZALESKI 1993; SKIBA i in. 1995]. W naturalnych ekosystemach górskich gleba odgrywa bardzo ważną rolę hydrologiczną, pokrywa glebowa bierze udział w kształtowaniu i regulowaniu dyspozycyjnych zapasów wody pochodzących z opadów [ADAMCZYK 1984].

Stosowanie niezrównoważonego nawożenia mineralnego, z punktu widzenia zapotrzebowania przez rośliny na składniki pokarmowe, prowadzi najczęściej do zmian właściwości fizycznych i chemicznych gleb. Zmiany te mają znaczenie w produkcji roślinnej, jak również dla utrzymania równowagi ekologicznej gleby.

Celem pracy jest przedstawienie wstępnych wyników badań dotyczących właściwości wodno-powietrznych w poziomie próchnicznym gleby zdegradowanej w wyniku niezrównoważonego, systematycznego stosowania nawożenia mineralnego w okresie 30 lat użytkowania łąki górskiej.

Materiały i metody

Doświadczenie założono w 1968 roku na naturalnej łące górskiej w Czarnym Potoku typu bliźniczki psiej trawki (*Nardus stricta*) i kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra*) ze znacznym udziałem roślin dwuliściennych. Pole doświadczałne zlokalizowane było na wysokości 720 m n.p.m., u podnóża Jaworzyny Krynickiej, w południowo-wschodnim masywie Beskidu Sądeckiego, na stoku o nachyleniu 7° i ekspozycji NNE. Przeciętne roczne opady w okresie trwania doświadczenia wynosiły 818 mm, a średnia roczna temperatura 5,81°C.

Doświadczenie, założone metodą losowanych bloków w 5 powtórzeniach, obejmuje 8 obiektów nawozowych (tab. 1): bez nawożenia „0”, z jednostronnym

nawożeniem azotem lub fosforem, nawożenie PK (90 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ i 150 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$) oraz na obiekcie z PK dwie dawki saletry amonowej (90 i 180 kg $N \cdot ha^{-1}$).

W ciągu 30 lat trwania doświadczenia (1968–1997) wyróżniono trzy etapy. W latach 1968–1975 badano wpływ nawożenia i 2-letniej przerwy w tych zabiegach na różne właściwości runi i gleby. W latach 1976–1985 stosowano, po 2-letniej przerwie, nawożenie według poprzedniego schematu. Na początku tego okresu na obiektach z podwójną dawką azotu zbierano najwyższe plony w czasie trwania doświadczenia, a następnie obserwowano stopniową recesję plonowania runi. Jesienią 1985 r., w celu zapobieżenia spadkowi plonowania, przeprowadzono na połowie każdego poletka wapnowanie według $\frac{1}{2}$ wartości kwasowości hydrolitycznej gleby w poszczególnych obiektach. Zabieg wapnowania powtórzono po 10 latach w 1995 r. według całkowitej wartości kwasowości hydrolitycznej.

Oznaczenie właściwości wodno-powietrznych wykonano w glebie brunatnej kwaśnej o uziarnieniu gliny lekkiej pylastej (% frakcji 1–0,1 mm: 40; 0,1–0,02 mm: 37; <0,02 mm: 23). Próbki pobrano z poziomów próchnicznych Ah, z warstwy 5–15 cm z siedmiu obiektów nawozowych. Z każdego obiektu pobrano 6–8 powtórzeń próbek gleb o nienaruszonej strukturze do cylindrów Kopecky'ego o objętości 100 cm³. W próbkach tych metodą płyt porowatych, w komorach ciśnieniowych, wyznaczono krzywe wodnej retencyjności gleb w zakresie od –0,0981 do –1550 kPa. W tych samych próbkach oznaczono gęstość gleby – ρ_0 . Gęstość stałej fazy gleby – ρ wyznaczono metodą piknometryczną. Porowatość ogólną – η obliczono na podstawie wartości gęstości ρ i ρ_0 . Strukturę porów obliczono na podstawie wartości pojemności wodnych odczytanych z krzywych wodnej retencyjności gleb wodnej retencyjności gleb, wyrażonych w % (v/v).

Wyniki

Gęstość stałej fazy gleby w badanych obiektach waha się od 2,58 do 2,66 $Mg \cdot m^{-3}$. Największą wartość oznaczono w glebie obiektu nawożonego fosforem i potasem (2,66 $Mg \cdot m^{-3}$). W glebach obiektów z pełnym nawożeniem NPK z obu dawkami gęstość stałej fazy gleby wynosi od 2,59 $Mg \cdot m^{-3}$ do 2,63 $Mg \cdot m^{-3}$, a w obiektach bez nawożenia i z jednostronnym nawożeniem azotem odpowiednio 2,58 $Mg \cdot m^{-3}$ i 2,56 $Mg \cdot m^{-3}$.

Gęstość gleby, charakteryzująca zagęszczenie masy glebowej, badanych glebach wahała się od 1,11 do 1,24 $Mg \cdot m^{-3}$. Świadczy to o zróżnicowanym układzie gleby powstałym w wyniku stosowania wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego. W obiektach bez nawożenia i z jednostronnym nawożeniem azotem oznaczono najniższe wartości ρ_0 wynoszące odpowiednio 1,11 $Mg \cdot m^{-3}$ i 1,12 $Mg \cdot m^{-3}$. Wskazuje to na mało zwięzły układ gleby wynikający z jej trwałej agregatowej struktury. Wyraźnie wyższe wartości gęstości gleby uzyskano w glebie nawożonej 180 kg $N \cdot ha^{-1}$ w serii bez wapnowania i wapnowanej (odpowiednio 1,24 $Mg \cdot m^{-3}$ i 1,23 $Mg \cdot m^{-3}$) i również w obu seriach przy nawożeniu 90 kg $N \cdot ha^{-1}$ (odpowiednio 1,21 $Mg \cdot m^{-3}$ i 1,18 $Mg \cdot m^{-3}$). W wyniku nawożenia jakic zastosowano na tych obiektach gleba uległa większemu zagęszczeniu w porównaniu do gleby z obiektów bez nawożenia i z jednostronnym nawożeniem azotowym. Są to jednak wartości jakie występują w poziomach darniowych w górskich użytkach zielonych [KOPEC 1975; SKIBA i in. 1995].

Wartości porowatości ogólnej w badanych glebach są zbliżone do wartości pełnej pojemności wodnej przy $-0,0981$ kPa (tab. 1). Różnica pomiędzy największą i najmniejszą wyliczoną wartością η wynosi 5% (v/v). Największą porowatość ogólną posiadają gleby obiektów bez nawożenia, z jednostronnym nawożeniem N i przy nawożeniu PK, nieco mniejsze wyznaczono w pozostałych obiektach.

Tabela 1; Table 1

Wybrane właściwości fizyczne gleb badanych obiektów nawozowych
Selected physical properties of soils in fertilization treatments

Obiekt Nawozowy * Fertilizing treatment *	Gęstość stałej fazy gleby Density of soil solid phase	Gęstość gleby Soil density	Porowa- tość ogólna Total porosity	Pojemność wodna w % (v/v) jako potencjał wody w kPa Water capacity in % (v/v) at water potential in kPa				
	ρ Mg·m ⁻³	ρ Mg·m ⁻³	η % (v/v)	-0,0981	-9,81	-98,10	-246,5	-1550
„0”	2,58	1,12	57	56	48	36	30	20
PKN ₁	2,63	1,21	54	53	43	33	29	20
PKN ₁ +Ca	2,62	1,18	54	55	43	34	30	22
PKN ₂	2,61	1,24	52	52	39	30	27	21
PKN ₂ +Ca	2,59	1,23	53	54	43	33	30	22
PK	2,66	1,16	56	54	42	33	29	22
N ₁	2,56	1,11	57	57	47	35	29	20

* „0” bez nawożenia; without fertilization

N₁ – 90 kg N·ha⁻¹,

N₂ – 180 kg N·ha⁻¹;

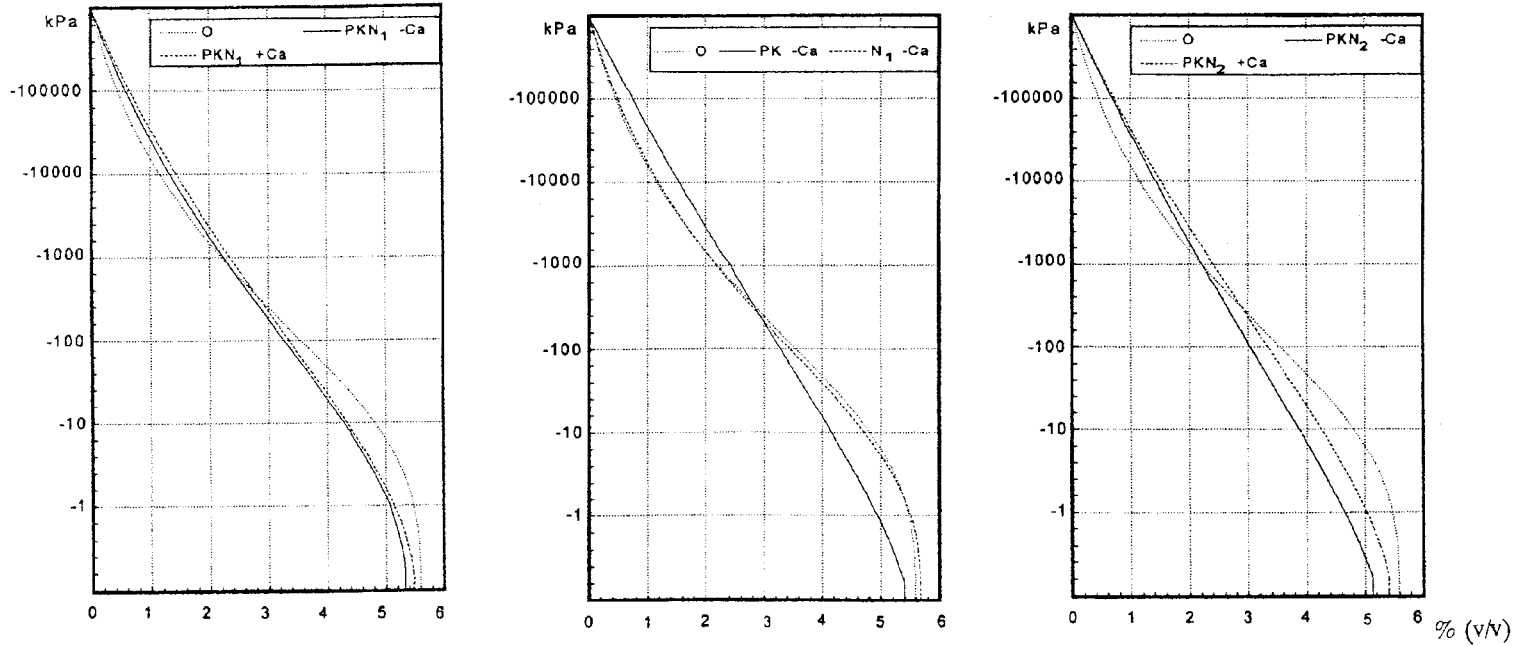
+Ca – seria z wapnowaniem, series with liming

Krzywe wodnej retencyjności gleb informują nas o właściwościach wodno-powietrznych, panującym układzie faz w glebie, o strukturze porowatości w badanych glebach. Na ich podstawie wyznaczono stałe wodno-glebowe; pełną pojemność wodną ($-0,0981$ kPa), połowę pojemność wodną – ppw ($-9,81$ kPa), wilgotność trwałego wędnięcia – wtw (-1550 kPa), a także wyliczono strukturę porowatości. Wyznaczone krzywe sorpcji wody (rys. 1) mają kształt charakterystyczny dla poziomów próchnicznych o uziarnieniu gliny lekkiej [KOPEĆ 1975; SKIBA i in. 1995].

Gleby wszystkich obiektów nawozowych charakteryzują się wysoką pojemnością wodną wynikającą z porowatości ogólnej (tab. 2). Objętość porów aeracyjnych równa makroporom wynosi w glebach badanych obiektów od 8–12% (v/v).

Objętość wody dostępnej dla roślin wyliczona z różnicy pomiędzy ppw-wtw równa objętości mezoporów w glebach badanych obiektów oznaczono pomiędzy 18% (v/v) a 28% (v/v). Najwięcej oznaczono w glebach obiektów bez nawożenia i przy jednostronnym nawożeniu azotem – odpowiednio 28% (v/v) i 27% (v/v). Zdecydowanie mniej wody dostępnej dla roślin mogą zretencjonować gleby z obiektu nawożonego 90 kg N·ha⁻¹+PK od 21 do 23% (v/v) i z obiektu nawożonego 180 kg N·ha⁻¹+PK od 18 do 21% (v/v).

Ilość wody niedostępnej dla roślin wynika głównie z gatunku gleby, a zwłaszcza z zawartości koloidów glebowych. W glebach wszystkich badanych obiektów jest ona zbliżona i wynosi 20–22% (v/v).



Rys. 1. Krzywe wodnej retencyjności gleb w obiektach nawozowych
 Fig. 1. The curves of soil water retention in fertilization objects

Tabela 2; Table 2

Objętość wybranych grup porów w glebach badanych obiektów
Volume of selected pore groups in soils of investigated objects

Obiekty Nawozowe Fertilizing treatments *	Objętość wybranych grup porów Volume of selected pore groups % (v/v)*		
	makropory macropores	mezopory mesopores	mikropory micropores
	>30 μm	30–0,2 μm	<0,2 μm
„0”	8	28	20
PKN ₁	10	23	20
PKN ₁ +Ca	12	21	22
PKN ₂	13	18	21
PKN ₂ +Ca	11	21	22
PK	12	20	22
N ₁	10	27	20

* Patrz tab. 1; See Tab. 1

Stwierdzono niewielkie różnice w zdolnościach retencyjnych pomiędzy obiektami bez nawożenia, a obiektami nawożonymi NPK przy dwóch poziomach dawki azotu. Różnice jakie oznaczono w badanych właściwościach fizycznych, szczególnie we właściwościach wodno-powietrznych na obiektach bez wapnowania i wapnowanych są nieistotne. Dokładna analiza oznaczanych właściwości fizycznych i zdolności retencyjnych wskazując, że spośród wszystkich badanych obiektów najlepsze właściwości wodno-powietrzne występują w glebie nienawożonej i nawożonej jednostronnie saletrą amonową. Gleby tych obiektów mogą zretencjonować najwięcej wody dostępnej dla roślin i wykazują najwyższą porowatość ogólną, a także cechują się najmniejszym zagęszczeniem gleby. Istotne statystycznie różnice stwierdzono tylko dla wartości $-9,81$ kPa. Zmian tych należy upatrywać głównie w ukształtowanym w wyniku zabiegów agrotechnicznych składzie botanicznym runi łąkowej, szczególnie w odniesieniu do obiektu z jednostronnym nawożeniem azotowym, na którym dominuje bliźniczka psia trawka (*Nardus stricta*). Wszystkie wartości oznaczonych parametrów są zbliżone do podanych przez innych autorów dla gleb górskich wytworzonych z fliszu karpackiego.

Wnioski

1. Systematyczne, wieloletnie nawożenie mineralne nie spowodowało istotnych zmian we właściwościach powietrzno-wodnych gleby łąki górskiej.
2. Gleba nienawożona i nawożona jednostronnie azotem w porównaniu do gleby z nawożeniem NPK z uwzględnieniem wapnowania wykazuje najwyższą porowatość ogólną, najmniejsze zagęszczenie i charakteryzuje się największą zdolnością do retencjonowania wody.

Literatura

ADAMCZYK B., MACIASZEK W., JANUSZEK J. 1972. *Badania nad przepuszczalnością i retencją gleb górskich*. Gosp. Wodna: 336–337.

- ADAMCZYK B. 1984. *Rola gleby w kształtowaniu środowiska przyrodniczego terenów górskich*. Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej PAN 12: 9–47.
- BRADY N.C. 1984. *The Nature and Properties of Soils*. Macmillan Publishing Company. New York.
- BROŻEK S., WŁODEK P. 1988. *Porowatość i nasiąkliwość wodna szkieletu glebowego wytworzonego z piaskowców godulskich*. Roczn. Gleb. 39(3): 33–43.
- KOPEĆ S. 1975. *Studia nad kształtowaniem się retencji wodnej gleb górskich użytków zielonych na tle ich plonowania*. IMiUZ Falenty. Rozp. habil.: 65 ss.
- MIECHÓWKA A., ZALESKI T. 1993. *Właściwości wodne gleb fliszowych Kotliny Zakopiańskiej na przykładzie gleb Koziańca*. W: *Przyroda Kotliny Zakopiańskiej – poznanie, zagrożenia i ochrona*. Tatry i Podtatrze 2. Red. Z. Mirek i H. Piękoś-Mirkowa, Wyd. TPN: 59–64.
- SKIBA S., SZMUC R., ZALESKI T. 1995. *Wstępna charakterystyka właściwości wodnych gleb Bieszczadzkiego Parku Narodowego*. Roczn. Bieszcz. 4: 117–122.

Słowa kluczowe: retencja wody, pF, gleby górskie, nawożenie

Streszczenie

Przeprowadzone badania nad wpływem długotrwałego nawożenia mineralnego na właściwości wodno-powietrzne gleby zostały wykonane na obiektach 30-letniego doświadczenia założonego na trwałym użytku zielonym w Czarnym Potoku koło Krynicy.

Właściwości wodno-powietrznych oznaczono w poziomie próchnicznym gleby brunatnej kwaśnej o uziarnieniu gliny lekkiej pylastej w siedmiu obiektach nawozowych. Próbkę pobrano z poziomów Ah 5–15 cm z siedmiu obiektów nawozowych. Wyznaczono w nich podstawowe właściwości fizyczne gleby i krzywe wodnej retencyjności gleb – pF metodą płyt porowatych.

Stwierdzono niewielkie różnice w zdolnościach retencyjnych pomiędzy obiektami bez nawożenia, a obiektami nawożonymi NPK przy dwóch poziomach dawki azotu. Dokładna analiza oznaczanych właściwości fizycznych i zdolności retencyjnych wskazuje, że spośród wszystkich badanych obiektów, w glebach nie-nawożonej i nawożonej jednostronnie saletrą amonową może być zretencjonowana najwięcej wody dostępnej dla roślin i wykazują one najwyższą porowatość ogólną, a także cechują się najmniejszym zagęszczeniem gleby.

THE INFLUENCE OF LONG-TERM MINERAL FERTILIZATION ON SOIL HYDROUS-AERIAL PROPERTIES

Tomasz Zaleski¹, Michał Kopeć²

¹ Department of Soil Science and Soil Protection,
Agricultural University, Kraków

² Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University, Kraków

Key words: soil water retention, pF, mountain soils, fertilization

Summary

The effect of long-term mineral fertilization on soil hydrous-aerial properties was studied on the objects of the 30-year experiment set up on perennial grassland in Czarny Potok near Krynica. The hydrous-aerial properties were determined in humus horizon of brown acid soil of light loam-silt granulometric composition. Samples were taken from Ah 5–15 cm level on 7 fertilization objects. The main physico-chemical properties of the soil were determined as well as the curves of soil water sorption (pF) by using ceramic plates.

Slight differences in retention abilities were stated between the objects without fertilization and objects fertilized with NPK at two levels of the nitrogen dose. Precise analysis of determined physical properties and retention abilities showed that from among all investigated objects the greatest amount of plant available water was stored in not fertilized soil and in the soil unilaterally fertilized with ammonium nitrate; these soils were also characterized by highest total porosity and the lowest density.

Mgr inż. Tomasz **Zaleski**
Zakład Gleboznawstwa i Ochrony Gleb
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja
Al. Mickiewicza 21
31-120 KRAKÓW