

Jolanta Raczuk\*

## KWASOWOŚĆ ORAZ WŁAŚCIWOŚCI BUFOROWE GLEB GMINY BIAŁA PODLASKA

### ACIDITY AND BUFFERING PROPERTIES OF SOILS OF THE BIAŁA PODLASKA COMMUNE

**Słowa kluczowe:** właściwości buforowe gleb, grunty orne, sady, użytki zielone, grunty leśne.  
**Key words:** buffer properties of soils, arable land, orchards, grassland, forest land.

*The aim of the research was to determine the acidity and buffer properties of soil occurring within terrestrial (arable land, orchards, grassland, forest land) ecosystems of the Biała Podlaska Commune. The following determinations were made in the 30 soil samples taken from the humus horizons: granulometric composition, organic C content, pH, hydrolytic and exchangeable acidity, mobile aluminum and sum of exchangeable bases. The soil buffer capacity was determined using modified Arrhenius method. The data obtained were compared with some physical and chemical properties using statistical method. The results of the study indicate that grassland, orchards and arable soils showed considerably higher pH values (pH in 1M KCl 3,7-7,3) as compared to forest soils (pH in 1M KCl 3,2-4,7). Results obtained show that soils of Biała Podlaska Commune are more resistant to alkalization than to acidification. The greatest resistance to alkaline activity was noted for forest soils ( $P_{NaOH} = 13,95-29,22 \text{ cm}^2$ ), yet they showed little resistance to acid activity ( $P_{HCl} = 1,22-4,91 \text{ cm}^2$ ). Buffer properties were found to be significantly correlated with physical and chemical properties of the soils investigated.*

#### 1. WPROWADZENIE

Gleby należą nie tylko do wyczerpywanych, lecz także do łatwo zanieczyszczanych i trudno odtwarzalnych zasobów przyrody. Różnią się podatnością na degradację, lecz nie

---

\* Dr inż. Jolanta Raczuk – Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Instytut Biologii, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul Prusa 12, 08-110 Siedlce; tel.: 25 6431215; e-mail: jraczuk@uph.edu.pl

ma gleb całkowicie na nią odpornych. Działalność gospodarcza człowieka powoduje głębokie zmiany we właściwościach fizycznych, biologicznych, chemicznych, a tym samym wpływa na kształtowanie się gleb. Jest to bardzo widoczne zarówno w glebach uprawnych, zmienionych w wyniku zabiegów agrotechnicznych, jak i w glebach występujących na terenach przemysłowych [Siuta, Żukowski 2008].

Jedną z form chemicznej degradacji gleb jest zakwaszenie. Z danych GUS [2010] wynika, że w Polsce 77% wszystkich gleb użytkowanych rolniczo stanowią gleby o różnym stopniu zakwaszenia, a 23% – obojętne i zasadowe. Wśród gleb kwaśnych 19% to gleby bardzo kwaśne, 29% – kwaśne i 29% – lekko kwaśne. Wśród pozostałych gleb 15% stanowią gleby o odczynie obojętnym, a 8 % – gleby zasadowe.

Intensywność zakwaszenia wiąże się z buforowością gleby, która zależy od jej rodzaju i gatunku [Baran i Turski 1996]. Właściwości buforowe gleb są rozumiane i definiowane jako ich zdolność do utrzymania względnie stałego pH, pomimo działania czynników zakwaszających lub alkalizujących [Bednarek i in. 2004]. Buforowość gleb zależy od ich właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych, procesów glebotwórczych, rodzaju i charakteru siedliska, klimatu oraz od wielu czynników antropogenicznych [Adamczyk i in. 1983, Bartmański i in. 2010, Chodorowski i in. 2001, Hornbeck i Federer 1985, Malczyk 1998, Malczyk i in. 2008, Miechówka i in. 1998, Porębska i Ostrowska 1992, Raczuk 2001]. Poznanie zdolności buforowych gleb w zakresie zakwaszenia i alkalizacji umożliwia ocenę podatności, tempa i stopnia ich chemicznej degradacji [Bednarek i in. 2004, Jaworska i in. 2005].

Celem podjętych badań była ocena odporności na zakwaszenie i alkalizację poziomów próchnicznych różnie użytkowanych gleb na terenie gminy Biała Podlaska oraz stwierdzenie od jakich właściwości fizyczno-chemicznych jest ona zależna.

## 2. MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na terenie następujących miejscowości gminy Biała Podlaska: Ciczibór Duży, Rakowiska, Sitnik, Terebela, Czosnówka, Dokudów I, Ogrodniki, Ortel Książęcy I. Próbkę glebowe do badań pobrano z poziomów próchnicznych A gleb ornych, sadów, użytków zielonych i lasów, jeśli ten rodzaj użytkowania był charakterystyczny dla danego terenu. Łącznie pobrano 30 próbek glebowych, w których oznaczono podstawowe właściwości fizyczno-chemiczne. Właściwości buforowe gleb oznaczono metodą Arrheniusa zmodyfikowaną przez Bremnera i Kappena [Ostrowska i in. 1991]. Pojemność buforową określono jako powierzchnię pola zawartego między krzywą buforową, wykreśloną dla poszczególnych poziomów próchnicznych gleb różnie użytkowanych a krzywą standardową. Powierzchnie buforowe w zakresie kwasowym ( $P_{HCl}$ ) i zasadowym ( $P_{NaOH}$ ) oznaczono metodą planimetrowania i wyrażono w  $cm^2$ . Korzystając z komputerowego programu Statistica 9,0 PL obliczono współczynniki korelacji liniowej Pearsona ( $r$ ) między wielkością po-

wierzchni buforowej w zakresie zakwaszenia i alkalizacji a zawartością frakcji iłu, pH w H<sub>2</sub>O i w 1 M KCl, zawartością glinu ruchomego, kwasowością hydrolityczną, zawartością węgla organicznego i zasadowych kationów wymiennych oraz kationową pojemnością wymienną.

### 3. WYNIKI I DYSKUSJA

Analizowane gleby o składzie granulometrycznym piasków słabo gliniastych (3,3%) zaliczono, wg kategorii ciężkości [PTG 2009], do gleb bardzo lekkich, o składzie granulometrycznym piasków gliniastych (80,1%) – do gleb lekkich, natomiast o składzie granulometrycznym glin piaszczystych (13,3%) oraz pyłów gliniastych (3,3%) – do kategorii gleb średnich.

Właściwości fizyczno-chemiczne badanych gleb były zróżnicowane. Odczyn badanych gleb kształtował się od bardzo kwaśnego w poziomach próchnicznych gleb leśnych (pH w 1M KCl 3,2) do alkalicznego w poziomach próchnicznych gleb ornich (pH w 1M KCl 7,3) (tab. 1). Wśród gleb użytków rolnych dominowały gleby kwaśne, których udział wynosił 90,8%. Udział gleb obojętnych i zasadowych wynosił po 4,6%. Nadmierne zakwaszenie gleb uprawnych stanowi poważny problem polskiego rolnictwa, ponieważ rośliny uprawne na ogół źle znoszą zakwaszenie gleb. Takie gleby należy wapnować. Wszystkie badane gleby leśne charakteryzowały się odczynem bardzo kwaśnym (pH w 1M KCl 3,2–4,7). Do zakwaszenia analizowanych gleb przyczyniły się zarówno czynniki naturalne (np. rodzaj skały macierzystej, klimat), jak i antropogeniczne (np. monokultury sosnowe, kwaśne deszcze, nawozy fizjologicznie kwaśne). W przypadku gleb pod sadami do zakwaszenia przyczynia się zapewne ich chemizacja.

**Tabela 1.** Wybrane właściwości fizyczno-chemiczne badanych gleb

**Table 1.** Selected of physical and chemical properties of the soils investigated

Rodzaj użytkowania gleb	pH w 1M KCl	Corg. g·kg <sup>-1</sup> s.m.	Frakcja <0,002mm %	K <sub>w</sub>	Al <sup>3+</sup>
				cmol(+)·kg <sup>-1</sup> s.m.	
<b>Zakres</b>					
Grunty orne	3,7–7,3	5,0–30,6	2–5	0,00–2,52	0,00–2,37
Sady	3,7–5,8	15,9–33,0	2–6	0,10–2,83	0,01–2,48
Użytki zielone	4,3–5,3	7,8–65,1	3–6	0,15–1,25	0,02–0,88
Lasy	3,2–4,7	7,2–72,0	1–5	0,15–5,87	0,04–5,57
<b>Wartości średnie</b>					
Grunty orne	5,0	14,1	4	0,77	0,65
Sady	4,5	26,2	4	0,93	0,71
Użytki zielone	4,9	30,4	4	0,42	0,22
Lasy	3,9	27,3	3	2,88	2,63

**Objaśnienia:** K<sub>w</sub> – kwasowość wymienna.

Wysycenie kompleksu sorpcyjnego poziomów próchnicznych gleb kationami zasadowymi (V) było dość zróżnicowane i wynosiło od 23,4% do 99,0% w glebach użytków rolnych oraz od 5,6% do 62,8% w glebach leśnych (tab. 2).

**Tabela 2.** Właściwości sorpcyjne badanych gleb

**Table 2.** Sorption properties of the soils investigated

Rodzaj użytkowania gleb	Hh	S	T=S+Hh	V
	cmol(+)·kg <sup>-1</sup> s.m.			%
Zakres				
Grunty orne	0,36–4,28	1,00–24,50	4,27–24,86	23,4–99,0
Sady	1,90–4,02	2,40–8,40	6,30–10,30	37,4–81,6
Użytki zielone	2,25–6,19	1,90–31,90	4,79–35,92	39,7–90,1
Lasy	2,77–9,45	0,20–6,00	3,60–13,06	5,6–62,8
Wartości średnie				
Grunty orne	2,27	6,01	8,28	59,8
Sady	3,07	4,60	7,67	56,8
Użytki zielone	3,72	11,15	14,58	68,4
Lasy	4,49	2,16	6,65	25,4

**Objaśnienia:** Hh – kwasowość hydrolityczna, S – suma zasadowych kationów wymiennych, T – kationowa pojemność wymienna, V – stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi.

Większość analizowanych gleb charakteryzowała się kwasowością wymienną, o której decydowały głównie jony glinu ruchomego. Udział jonów glinu w kwasowości wymiennej wynosił od 51,2% w glebach użytków zielonych do 77,4% w glebach leśnych (tab. 1). Duża zawartość jonów glinu ruchomego w poziomach próchnicznych gleb jest związana ze zdolnościami wiązania ich przez próchnicę. Tworzy on w wierzchnich warstwach gleby łatwo rozpuszczalne związki typu chylatów, jak również kompleksowe związki mniej ruchliwe, łatwiej ulegające strąceniu. Zmniejszenie pH sprzyja osłabieniu trwałości kompleksów glino-organicznych [Pokojska 1998].

Zdolności sorpcyjne gleb wiążą się głównie z obecnością związków próchnicznych. Zawartość  $C_{org}$  w glebach ornych wynosiła od 5,0 do 30,6 g·kg<sup>-1</sup>, średnio 14,1 g·kg<sup>-1</sup>, w glebach pod sadami – od 15,9–33,0 g·kg<sup>-1</sup>, średnio 26,2 g·kg<sup>-1</sup>, a w glebach użytków zielonych – od 7,8 do 65,1 g·kg<sup>-1</sup>, średnio 30,4 g·kg<sup>-1</sup> (tab. 1). W poziomach próchnicznych gleb leśnych zawartość  $C_{org}$  wynosiła od 7,2 do 72,0 g·kg<sup>-1</sup>, średnio 27,3 g·kg<sup>-1</sup>. Najmniej związków próchnicznych stwierdzono w glebach ornych, co jest związane ze zmniejszającym się dopływem materii organicznej przez usuwanie jej z plonami roślin, jak również z mechaniczną uprawą, która – zwiększając aerację gleby – przyspiesza tempo mineralizacji materii organicznej.

Przebieg krzywych buforowych analizowanych poziomów próchnicznych gleb różnie użytkowanych był niejednakowy i związany z ich właściwościami fizyczno-chemicznymi.

Odchylenie krzywych buforowych poziomów próchnicznych gleb ornyczych od krzywej wzorcowej było różne w zakresie zakwaszenia i alkalizacji. W przypadku ośmiu badanych gleb ornyczych stosunek  $P_{NaOH}:P_{HCl}$  wynosił 0,21–13,53 (tab. 3). Jedynie gleba orna z Wólki Plebańskiej wykazywała 5,9-krotnie większe zdolności buforowania kwasów niż zasad. Związane to było z jej odczynem (pH w 1M KCl 7,3) oraz dużym wysyceniem kompleksu sorpcyjnego zasadami ( $V = 99,0\%$ ). W przypadku gleb pod sadami i gleb użytków zielonych powierzchnia buforowania zasad była od 1,32 do 8,30 razy większa niż kwasów (tab. 3).

**Tabela 3.** Powierzchnie buforowania badanych gleb w zakresie alkalizacji ( $P_{NaOH}$ ) i w zakresie zakwaszenia ( $P_{HCl}$ )

**Table 3.** Buffering areas in alkaline range ( $P_{NaOH}$ ) and acidic range ( $P_{HCl}$ ) of the soils investigated

Rodzaj użytkowania gleb	pH w H <sub>2</sub> O	$P_{NaOH}$ , cm <sup>2</sup>	$P_{HCl}$ , cm <sup>2</sup>	$P_{NaOH}:P_{HCl}$	$P_{HCl}:P_{NaOH}$
Zakres					
Grunty orne	4,4–7,6	3,40–19,31	1,10–20,12	0,21–13,53	0,10–5,91
Sady	4,4–6,0	9,72–15,82	2,91–7,63	1,32–8,30	0,10–0,82
Użytki zielone	5,2–6,2	12,73–24,23	2,55–13,51	1,81–5,13	0,22–0,63
Lasy	3,8–5,2	13,95–29,22	1,22–4,91	3,62–18,53	0,12–0,33
Wartości średnie					
Grunty orne	5,6	12,71	6,37	5,30	0,80
Sady	5,1	13,81	4,00	4,73	0,33
Użytki zielone	5,6	17,32	7,32	2,80	0,43
Lasy	4,5	19,78	2,44	10,00	0,16

Odchylenie krzywych buforowych poziomów próchnicznych gleb leśnych od krzywej standardowej w zakresie zasadowym było duże ( $P_{NaOH}$  od 13,95 do 29,22 cm<sup>2</sup>), a w zakresie kwasowym – bardzo małe ( $P_{HCl}$  od 1,22 do 4,91 cm<sup>2</sup>) (tab. 3). Świadczy to o bardzo dużej zdolności próchnicy gleb leśnych do przeciwstawiania się wzrostowi pH. Ten rodzaj zdolności buforowych wynikał z wybitnie nienasyconego charakteru próchnicy z przewagą kationów o charakterze kwasowym. W glebach leśnych wodór związany z grupami kwasowymi oraz glin wymienny były w stanie zobojętnić znaczną pulę zasad. Małe możliwości zobojętniania kwasów wynikały z mniejszej puli kationów zasadowych (średnio  $V=25,4\%$ ) (tab. 2), co także stwierdziła Pokojka [1986], badając zdolności buforowe próchnicy leśnych.

Analiza statystyczna wykazała, że powierzchnia buforowa poziomów próchnicznych gleb gminy Biała Podlaska względem NaOH była skorelowana dodatnio z kwasowością hydrolityczną ( $r = 0,8345$ ;  $p < 0,001$ ), zawartością  $C_{org}$  ( $r = 0,6321$ ;  $p < 0,001$ ), kwasowością wymienną ( $r = 0,6353$ ;  $p < 0,001$ ), zawartością glinu ruchomego ( $r = 0,6034$ ;  $p < 0,001$ ), zawartością iltu koloidalnego ( $r = 0,4601$ ;  $p < 0,05$ ), a ujemnie – z pH w KCl ( $r = -0,6644$ ;  $p < 0,001$ ) i pH w H<sub>2</sub>O ( $r = -0,6568$ ;  $p < 0,001$ ). Powierzchnia buforowa badanych gleb

względem HCl była skorelowana dodatnio z pH w KCl ( $r = 0,8899$ ;  $p < 0,001$ ), pH w H<sub>2</sub>O ( $r = 0,8498$ ;  $p < 0,001$ ), kationową pojemnością wymienną ( $r = 0,8080$ ;  $p < 0,001$ ), sumą zasad wymiennych ( $r = 0,8804$ ;  $p < 0,001$ ), a ujemnie – z glinem ruchomym ( $r = -0,5243$ ;  $p < 0,05$ ), kwasowością wymienną ( $r = -0,5316$ ;  $p < 0,01$ ) i kwasowością hydrolytyczną ( $r = -0,3973$ ;  $p < 0,05$ ). Współzależności między zdolnościami buforowymi a właściwościami fizyczno-chemicznymi gleb wykazali także Miechówka i in. [1995], Malczyk [1998], Malczyk i in. [2008], Raczuk [2001], Walenczak i in. [2009], badając gleby różnych ekosystemów.

#### 4. WNIOSKI

1. Analizowane poziomy próchniczne gleb różnie użytkowanych gminy Biała Podlaska to w większości przypadków piaski gliniaste.
2. Odczyn badanych gleb zmienia się w szerokich granicach, od bardzo kwaśnego w glebach leśnych do alkalicznego w glebach ornych.
3. Na terenie gminy Biała Podlaska dominują gleby mało odporne na zakwaszenie, w których nawet mała ilość dopływającej substancji zakwaszającej może spowodować zmianę odczynu.
4. Odporność poziomów próchnicznych gleb na działanie kwasów, według obliczonych współczynników korelacji, zależała od: pH w 1M KCl > pH w H<sub>2</sub>O > T > S > Al<sup>3+</sup> > Kw > Hh
5. Odporność poziomów próchnicznych gleb na działanie zasad, według obliczonych współczynników korelacji, zależała od: Hh > C<sub>org</sub> > pH w 1M KCl > pH w H<sub>2</sub>O > K<sub>w</sub> > Al<sup>3+</sup> > ilu koloidalnego.

#### PIŚMIENNICTWO

- ADAMCZYK B., OLEKSYNOWA K., NIEMYSKA-ŁUKASZUK J., DROŻDŻ-HARA M., MIECHÓWKA A., KOZŁOWSKA E., FAJTO A. 1983. Zbuforowanie gleb puszczy Niepołomickiej. *Rocz. Glebozn.* 34(4): 81–92.
- BARAN ST., TURSKI R. 1996. Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb. Wyd. AR w Lublinie, Lublin.
- BARTMAŃSKI P., PLAK A., DĘBICKI R. 2010. Odporność na degradację gleb leśnych Lublina. *Proceedings of ECOpole 4(1)*: 99–102.
- BEDNAREK R., DZIADOWIEC H., POKOJSKA U., PRUSINKIEWICZ Z. 2004. Badania ekologiczno-gleboznawcze. PWN, Warszawa.
- CHODOROWSKI J., DĘBICKI R., SMALEJ M. 2001. Acidity and buffering properties of selected soil types of the Lasy Janowskie Landscape Park. *Acta Agrophysica* 50: 59–70.
- GUS 2010. Ochrona Środowiska. Warszawa.
- HORNBECK J.W., FEDERER C.A. 1985. Estimating the buffer capacity of forest soils. *J. Forestry* 83: 690–691.

- JAWORSKA H., DĄBROWSKA-NASKRĘT H., MALCZYK P. 2005. Buffer properties of soils with regard to their vulnerability to degradation. *Ecol. Chem. Eng.* 12 (3): 231–239.
- MALCZYK P. 1998. Właściwości buforowe gleb wybranych ekosystemów leśnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 456: 469–475.
- MALCZYK P., KOBIERSKI M., JAWORSKA H., DĄBKOWSKA-NASKRĘT H. 2008. Zależności między wybranymi właściwościami gleb i pojemnością buforową w glebach uprawnych regionu Kujaw i Pomorza. *Rocz. Glebozn.* 59 (3/4): 149–154.
- MIECHÓWKAA., MAZUREK R., CIARKOWSKA K. 1995. Odporność gleb południowej Polski na zmiany odczynu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 421a: 285–294.
- OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z. 1991. Metody analizy i oceny właściwości i roślin. *Katalog. IOŚ, Warszawa*: 83–85.
- POKOJSKA U. 1986. Rola próchnicy w kształtowaniu odczynu, właściwości buforowych i pojemności jonowymiennej gleb leśnych. *Rocz. Glebozn.* 37 (2–3): 249–263.
- POKOJSKA U. 1998. Zakwaszenie gleb leśnych, stan wiedzy i perspektywy badań. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 456: 63–70.
- PTG 2009. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008. *Rocz. Glebozn.* 60(2): 5–16.
- PORĘBSKA G., OSTROWSKA A. 1992. Buforowość gleb w stacjach kompleksowego monitoringu Puszcza Borecka – Diabla Góra i Bory Tucholskie – Swonegacie. *Ochr. Środ. i Zasob. Nat.* 4: 63–66.
- RACZUK J. 2001. Południowopodlaska Lowland ecosystem soil buffer capacity. *EJPau.* 4(1): <http://www.ejpau.media.pl>.
- SIUTA J., ŻUKOWSKI B. 2008. Degradacja i rekultywacja powierzchni ziemi w Polsce. *IOŚ, Warszawa*.
- STRATEGIA ROZWOJU GMINY BIAŁA PODLASKA NA LATA 2008–2015. <http://www.ugbiałapodlaska.bip.lublin.pl>
- WALENCZAK K., LICZNAK ST. E., LICZNAK M. 2009. Rola materii organicznej i ilu koloidalnego w kształtowaniu właściwości buforowych gleb Parku Szczytnickiego. *Rocz. Glebozn.* 60 (2): 102–107.
- ZBYSŁAW B., DEPUTAT T. 1979. Warunki przyrodnicze produkcji rolnej woj. białkopodlaskiego. *IUNG, Puławy*.