

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Akademii Rolniczej w Lublinie,
ul. K. Leszczyńskiego, 720-069 Lublin

JÓZEF BOROWIEC, DANUTA URBAN, ANNA IWONA MIKOSZ

Zmienność geochemiczna siedlisk łąkowych doliny Bugu w rejonie Dubienki

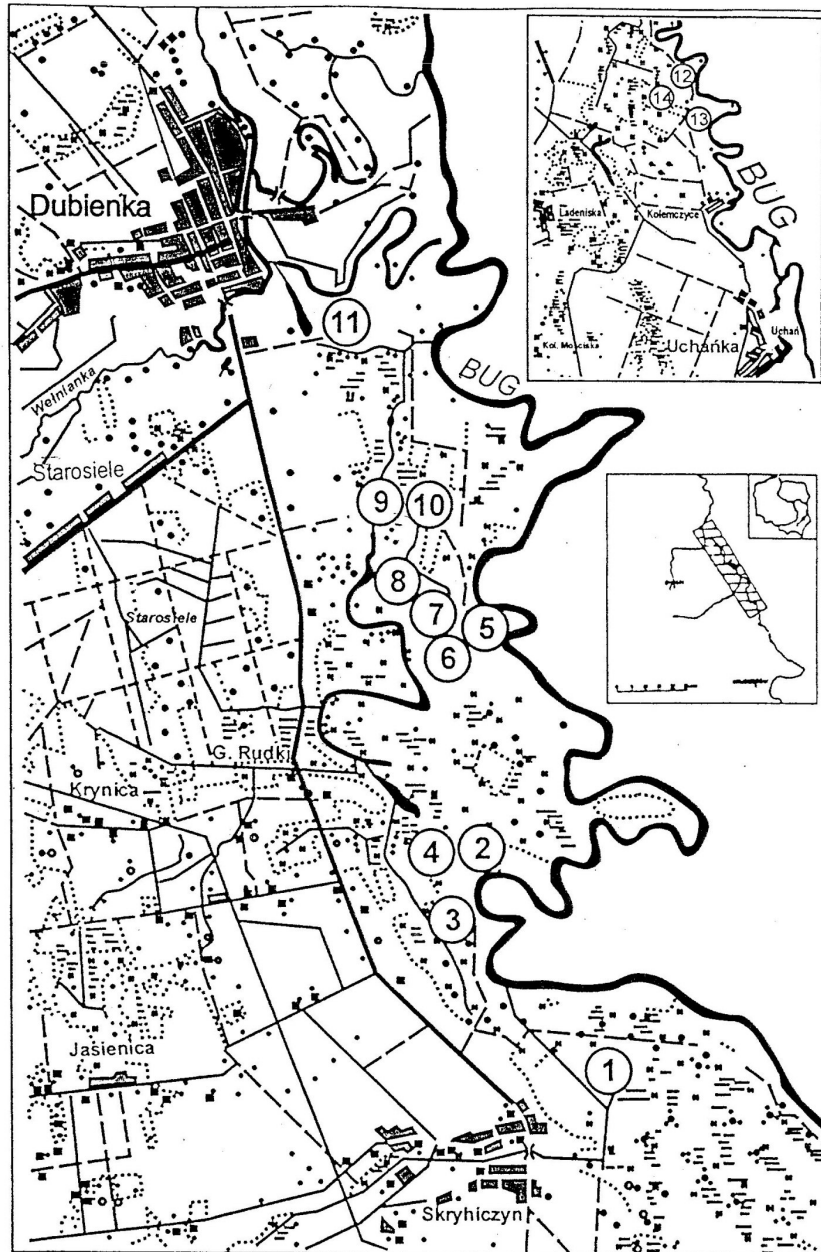
Geochemical Variability of Meadow Soils and Vegetation of the Bug River Valley in the Dubienka Area

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych nad łąkami występującymi w dolinie Bugu na odcinku Skryhiczyn – Dubienka. Badania dotyczyły głównie oceny geochemicznej zmienności gleb i roślinności łąkowej. W roku 1999 na użytkowanych kośnie fragmentach łąk wykonano 14 odkrywek glebowych z pobraniem 42 próbek do badań laboratoryjnych. W tych samych punktach pobrano również próbki (14) roślinności (siano i pokos). W zebranym materiale (gleba, siano) oznaczono ogólną zawartość P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb wg metodyki opracowanej przez Sapek i Sapek (1997), oraz w próbkach glebowych – pH w H₂O i KCl elektrometrycznie, zawartość C-organicznego metodą Tiurina, CaCO₃ – aparatem Scheiblera. Uzyskane wyniki badań i obserwacji terenowych wskazują, że badane gleby łąkowe doliny Bugu stanowią obecnie zróżnicowaną mozaikę typologiczną gleb dolinowych (mady próchniczne, czarne ziemie, gleby bagienne), znajdujących się w różnym stadium rozwoju (zdegradowania) i chemicznej zmienności. Zaobserwowano m.in. zróżnicowaną zawartość próchnicy (2–5% C-organ.), zmienność lub zupełny brak CaCO₃ (0–6%), zróżnicowane zakwaszenie gleby (pH 5,4–7,4). W warunkach dostatku substancji organicznej, zasad wymiennych i wysokiego pH, silniej sorbowane w glebie są P, Ca, Mg, Fe i niektóre mikroelementy (Cu, Zn, Pb). W sytuacji ubóstwa składników zasadowych (Ca) i rosnącego zakwaszenia, uruchamiana jest i wypłukiwana w głąb profilu większość składników, zwłaszcza zasadowych oraz żelaza. Zarówno pierwiastki jednowartościowe (K, Na), jak i inne, bardziej ruchliwe, są słabo sorbowane, szczególnie w glebach próchnicznych, ale łatwo pobierane przez rośliny lub wynoszone z wodą w głąb profilu.

Słowa kluczowe: dolina rzeczna, gleby łąkowe, makroelementy, mikroelementy

WSTĘP

W ostatnim dziesięcioleciu ukazało się szereg publikacji, w których autorzy prezentują wyniki badań nad geochemizmem siedlisk łąkowych Lubelszczyzny [Borowiec 1995, Guz 1995, Trąba i in. 1999, Urban i Wójcikowska-Kapusta 1999, Urban i Michalska 2000, Warda i Ćwintal 2000]. W tym bogatym zestawie opracowań, niewiele znajdujemy materiałów dotyczących łąk występujących w dolinie Bugu, co w znacznej mierze wiąże się z ich przygranicznym położeniem.



Rys. 1. Lokalizacja punktów badań
Fig. 1. Localization of research stations

Niniejsza praca miała na celu, przynajmniej częściowo, uzupełnienie tej znaczącej luki na podstawie wyników uzyskanych z badań przeprowadzonych w środkowej strefie doliny Bugu, na odcinku Skrychiczyn – Dubienka.

ZAKRES BADAŃ I METODYKA

Badania i obserwacje terenowe przeprowadzono wiosną 1999 r. Na odcinku doliny Bugu o długości ok. 10 km (od Dubienki na pn., do miejscowości Skrychiczyn na pd.), wykonano 14 podstawowych odkrywek glebowych oraz kilkadziesiąt wierceń pomocniczych. Dla celów porównawczych 3 odkrywki (nr 12, 13, 15) wykonano w innej części doliny – około 10 km na N od Dubienki (rys. 1). Ze wszystkich odkrywek pobrano 45 próbek do analiz laboratoryjnych, z trzech wyróżnionych poziomów profilu (0–10, 20–30, 30–40 cm). W tych samych punktach pobrano również próbki materiału roślinnego (siano – I pokos). Próbki roślin pochodziły z runi następujących zespołów: *Arrhenatheretum elatioris* (7, 10), *Poo-Festucetum rubrae* (1, 5, 9, 12, 14), *Alopecuretum pratensis* (3, 4, 8, 13), *Scirpetum silvatici* (11), *Caricetum acutiformis* (2, 6).

We wszystkich próbkach gleby i siana, po zmineralizowaniu w mieszaninie kwasów azotowego, nadchlorowego i solnego, oznaczono całkowitą zawartość P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Pb – wg metodyki opracowanej przez Sapek, Sapek [1997].

W próbkach gleby oznaczono dodatkowo pH w H₂O i KCl oraz zawartość próchnicy (C-organ.) – wg metody Tiurina i CaCO₃ – aparatem Scheiblera. Nomenklaturę wyróżnionych zespołów roślinnych podano wg Matuszkiewicza [2002] i Fijałkowskiego [1991]. Wyniki zestawiono w tabelach 1, 2 i 3.

Ogólna charakterystyka fizjograficzna obszaru badań

Badany fragment doliny Bugu odznacza się silnym meandrowaniem rzeki, co w okresie dużych przyborów wód wzmaga prędkość przepływu i intensywność procesów rozmywania podłoża. Pierwotnie płaska powierzchnia terasy nadzalewowej na skutek działania procesów erozyjnych ulegała w znacznym stopniu rozmyciu, a wyerodowany materiał był przenoszony w dół rzeki. W wyniku tych przeobrażeń w końcowej fazie zlodowacenia Wisły dolina Bugu przybrała charakter rozległej równiny aluwialnej, obniżonej o 4–5 m w stosunku do ocalałych, nadbrzeżnych fragmentów starej terasy nadzalewowej, a pojedyncze ostańce tej terasy występują sporadycznie do dziś na całym obszarze współczesnej doliny [Harasimiuk i in. 1995, Szwałgier 1998].

Obecnie płaska niegdyś powierzchnia doliny, ze względu na liczne starorzecza tworzone m.in. przez zmieniające swe koryto lokalne dopływy, charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem wysokościowym powierzchni (2–3 m), co nie pozostaje bez wpływu na aktualny układ stosunków wodnych [Borowiec 1961]. Wyżej położone, słabiej zmienione morfologicznie fragmenty powierzchni łąk i torfowisk cierpią okresowo na niedobór wilgoci. Natomiast wszelkie lokalne zagłębienia terenowe (starorzecza) pozostają z reguły w stadium podmokłości z typową roślinnością bagienną.

Ogólna charakterystyka i typologia gleb

Brak szczegółowych opracowań gleboznawczych dla tej części doliny Bugu utrudnia omówienie genezy i ewolucji pokrywy glebowej. Jedyną tego rodzaju publikacją dotyczącą fragmentów łąk położonych ok. 40 km na północ od Dubienki (w rejonie

Uhruska) ukazała się w roku 1961 [Borowiec 1961]. Porównanie wyników badań i obserwacji prezentowanych w tym opracowaniu świadczy o znacznym podobieństwie geomorfologicznym i geochemicznym obu zbadanych obiektów.

Na podstawie tych materiałów i własnych obserwacji można wnioskować, że występujące tu obecnie gleby wykształciły się na aluwialnych (madowych) osadach pyłowych i piaszczysto-pyłowych w obrębie terasy zalewowej doliny Bugu. Gleby te odznaczały się początkowo niewielką zmiennością. Świadczą o tym pozostałe do dziś fragmenty słabiej przeobrażonych powierzchni, które wskazują, że były to mady pyłowe lub pyłowo-piaszczyste, bogate w próchnicę i węglany, niecałkowite, głębokie i średnio-głębokie, podścielone piaskiem rzeczonym [Borowiec 1961].

W późniejszych okresach zarówno działalność erozyjna wiosennych spływów, jak i zmieniających swe koryta lokalnych dopływów spowodowały daleko idące zmiany w pokrywie glebowej. Miejscami profil dawnej mady pyłowej został znacznie spłycony lub przemieszany z piaskiem i mułem kolejnych zalewów. W powstających lokalnie zagłębieniach gromadziły się namuły bogate w substancję organiczną i CaCO_3 .

Okres ostatniego półwiecza na tym odcinku doliny Bugu zaznaczył się wyraźnym obniżeniem poziomu wód gruntowych, co z kolei powodowało zmiany w morfologii profilu, właściwościach gleby i charakterze szaty roślinnej [Rzechowski 1963].

Niżej położone, bardziej płaskie fragmenty doliny, gdzie występują głównie zbiorowiska łąkowe przy niedoborach wilgoci i przemijającym działaniu wód opadowych zalegają mady niegdyś próchniczne (czarne ziemie zdegradowane) odznaczające się szarą barwą poziomu A, brakiem CaCO_3 i kwaśnym odczynem (tab. 1, 2).

Na niżej położonym terenie, przy utrzymującej się korzystnej wilgotności, czarne ziemie pozostają w typie właściwych. Na pobrzeżach lokalnych zagłębień i torfowisk występują również czarne ziemie murszaste całkowite lub napyłowe i napiaskowe. W niektórych zagłębieniach, gdzie w procesie bagiennym utworzyły się torfowiska niskie, z reguły silnie namulone węglanem wapnia, występują gleby bagiennie torfowe, lokalnie podsychające, przechodzące w typowe gleby murszowo-torfowe całkowite lub mineralno-murszowe (napiaskowe).

Najniżej położone fragmenty doliny (lokalne zagłębienia i głębokie starorzecza) wzbogacane corocznie w świeże namuły, bogate w substancję organiczną i CaCO_3 , utrzymują się nadal w typie bagiennie-mułowych.

Charakterystyka składu chemicznego gleby i roślin

Wyniki analiz (tab. 1, 2) i obserwacji terenowych, w obrębie wybranych do badań profilów, reprezentują głównie typowe gleby aluwialne (mady) z charakterystycznymi cechami czarnych ziem (znaczący udział substancji organicznej). Większość profilów wykazuje wyraźne oznaki zdegradowania, co przejawia się m.in. przejaśnieniem poz. A, brakiem węglanu wapnia oraz postępującym zakwaszeniem w górnych poziomach profilu (pH w KCl 5,4–6,5). Te wyraźnie gorsze parametry w profilach gleb zdegradowanych, widoczne w tabeli 2, można odnieść prawie do wszystkich oznaczonych pierwiastków [Borowiec i Urban 2001].

Ogólna zawartość **fosforu** w badanych glebach waha się w szerokim przedziale 0,04–0,3% P (niższe wartości, wyłącznie w profilach gleb zdegradowanych). W zależności od udziału substancji organicznej, w większości przypadków stwierdzono spadek zawartości P w głąb profilu. Nie stwierdzono wyraźnych różnic w rozmieszczeniu fosfo-

ru zależnie od głębokości. Według powszechnie stosowanej skali [Borowiec i Urban 1997], tylko w jednym przypadku stwierdzono wyraźny głód fosforowy (< 0,1% P). W dalszych dziesięciu fosfor mieści się w granicach niedoboru (0,1–0,25% P). W pozostałych można mówić o dobrej zasobności gleby w ten składnik.

Tabela 1. Skład i właściwości chemiczne badanych gleb, mady czarnoziemne (czarne ziemie zdegradowane)

Table 1. Composition and chemical properties of investigated soils, alluvial soils (black earths degraded)

Nr prof.	Głębokość Depth cm	pH		Zawartość – Contents												
				%									mg·kg ⁻¹ s.m.			
		H ₂ O	KCl	CaCO ₃	C org.	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	
1	0–10	7,48	6,99	6,22	2,70	0,19	0,11	0,07	0,93	0,30	0,67	415	30	69	4,5	
	10–20	7,98	3,52	3,52	1,26	0,13	0,10	0,08	1,62	0,31	0,63	485	13	57	3,0	
	30–40	7,91	3,26	3,26	0,78	0,09	0,12	0,09	1,65	0,43	0,77	535	12	57	7,0	
2	0–10	7,28	6,95	4,79	4,59	0,20	0,20	0,11	1,37	0,35	1,51	505	51	80	6,0	
	10–20	7,55	7,05	1,98	3,21	0,19	0,19	0,10	1,29	0,35	1,14	405	20	67	6,0	
	30–40	7,90	7,04	0,00	0,18	0,09	0,13	0,08	0,36	0,30	0,80	130	50	42	3,0	
3	0–10	7,07	6,72	0,40	4,98	0,15	0,21	0,11	0,79	0,33	1,85	685	69	92	10,5	
	10–20	7,08	6,68	9,54	4,95	0,22	0,26	0,08	0,73	0,30	1,92	720	21	94	9,5	
	30–40	6,98	6,52	0,00	1,77	0,40	0,30	0,11	0,48	0,33	3,40	1600	28	90	8,0	
4	0–10	7,14	6,76	1,09	4,59	0,23	0,21	0,10	0,85	0,25	1,14	505	22	87	4,5	
	10–20	7,33	6,84	1,32	4,26	0,15	0,26	0,10	1,02	0,39	1,56	715	26	97	3,0	
	30–40	7,49	6,89	0,81	3,78	0,08	0,31	0,12	0,91	0,38	1,82	720	26	92	6,0	
5	0–10	7,55	6,95	3,13	3,21	0,21	0,25	0,12	1,69	0,40	1,51	575	20	93	4,5	
	10–20	7,47	6,98	3,44	2,52	0,17	0,24	0,12	1,53	0,37	1,26	625	49	84	3,5	
	30–40	7,80	7,12	0,73	0,39	0,04	0,14	0,08	0,48	0,21	1,30	485	33	61	4,5	
6	0–10	7,12	6,80	6,17	5,07	0,26	0,31	0,18	2,59	0,47	1,51	500	45	120	8,0	
	10–20	7,17	6,81	3,40	4,56	0,27	0,39	0,15	1,73	0,45	1,56	530	39	112	7,0	
	30–40	6,96	6,27	0,00	1,53	0,07	0,45	0,13	0,39	0,36	1,03	550	41	96	8,0	

Zbadane próby siana zawierały 0,37–0,77% P. Nie stwierdzono wyraźnych różnic pomiędzy oboma podtypami gleb. Zgodnie z przyjętą wyżej skalą, wszystkie zbadane próby siana mieściły się powyżej granicy głodu fosforowego (>0,6% P). Nie widać znaczącego wpływu zakwaszenia siedliska ani udziału związków wapnia w podłożu. Zazwyczaj wyższy udział związków zasadowych utrudnia pobieranie P przez rośliny. [Borowiec i Urban 1997]. Brak wyraźnej zależności w układzie P w glebie – P w sianie. Rośliny dwuliścienne okazały się bogatsze w fosfor niż trawy.

Udział **potasu** w badanych glebach mieścił się w przedziale 0,04–0,45% K. Podobnie jak w przypadku fosforu, mniejsze ilości potasu zawierały gleby zdegradowane (0,04–0,23% K). Nie stwierdzono wyraźnych różnic w rozmieszczeniu potasu w zależności od głębokości. Stosując przyjmowaną wartość 0,1% K za granicę głodu potasowego, stwierdzono, że dotyczy to tylko dwu profilów gleb zdegradowanych. Pozostałe mieściły się w przedziale słabej zasobności w potas (>0,5% K). Ma to związek m.in. z bogactwem substancji organicznej w badanych glebach (do 5% C-organ.), która nie sprzyja sorpcji kationów jednowartościowych w materiale glebowym [Trąba i in. 1999].

Spośród czternastu zbadanych próbek siana, zaledwie w jednej stwierdzono dostateczną ilość potasu. W pozostałych, udział potasu mieścił się w przedziale słabej zasobności (0,5–1,2% K), co świadczy o znacznym niedoborze tego pierwiastka w glebach badanych łąk.

Omawiane gleby łąkowe zawierały od 0,03 do 0,18% **sodu**. Podobnie jak przy P i K, udział tego pierwiastka w glebach zdegradowanych był wyraźnie niższy – nawet dwukrotnie. Znamionym jest fakt, że w szeregu próbek, wartości uzyskane dla Na były równe lub bliskie uzyskanym dla K (zwykle sodu jest w glebie kilkakrotnie mniej niż potasu).

Na tle przyjętej skali, badane gleby okazały się zasobne w sól, co stoi w wyraźnej sprzeczności z danymi dla gleb łąkowych Lubelszczyzny [Borowiec i Urban 1997]. W analizowanych próbkach udział Na okazał się dosyć wyrównany we wszystkich profilach (0,03–0,20% Na), najczęściej 0,10–0,15%. Według przyjętej skali, wszystkie zbadane próby siana zawierały dostateczną ilość sodu, co różni te siedliska od innych gleb łąkowych regionu [Borowiec i Urban 1997].

Wyniki prezentowane w tabeli 1 wskazują, że zawartość **wapnia** w badanych glebach okazała się mocno zróżnicowana, przy braku wyraźnej zależności od udziału CaCO_3 (0,1–2,6% Ca). Prawie wszystkie profile gleb zdegradowanych zawierały wapnia poniżej lub w bliskości granicy głodu wapniowego (<0,5% Ca). Natomiast większość profili gleb niezdegradowanych mieściła się w przedziale słabej zasobności (tab. 1), chociaż niektóre z nich zawierały węglan wapnia, co jest raczej trudne do wyjaśnienia. Spośród czternastu zbadanych prób siana, zaledwie jedna zawierała dostateczną dla zwierząt ilość wapnia (>0,8% Ca). Z pozostałych próbek siana tylko 2 wykazały niedobór tego składnika w roślinności badanych łąk (<0,5% Ca).

W odróżnieniu od wapnia, badane gleby łąkowe okazały się zasobne w **magnez** (0,08–0,47% Mg), najczęściej 0,20–0,30% Mg. Zaskakujące są przypadki wartości uzyskane dla magnezu, podobne lub zbliżone do uzyskanych dla wapnia. Taka sytuacja potwierdza nasze wcześniejsze wypowiedzi o braku zagrożenia naszych siedlisk łąkowych deficytem magnezowym [Borowiec i Urban 1997].

Z wyjątkiem trzech zbadanych prób, pozostałe zawierały wymaganą w żywieniu ilość magnezu (>0,2% Mg). Taki układ wyników nie potwierdza wysuwanych przez niektórych autorów sugestii o groźnych niedoborach tego składnika w polskim sianie [Nowak 1972, Trąba i in. 1999].

Żelazo w glebach występuje w znacznych ilościach (do kilku %), stąd jest tu traktowane jako makropierwiastek. Rośliny pobierają go niewiele (w mg kg^{-1}), niemniej Fe jest im niezbędne przy spełnianiu ważnych funkcji fizjologicznych. Dostępność tego pierwiastka dla roślin, zależy od jego ruchliwości w glebie i warunków pobierania przez rośliny (odczyn gleby, suma kationów zasadowych, ilość i jakość próchnicy) [Borowiec i Urban 2001].

W badanych glebach łąkowych udział żelaza okazał się względnie wyrównany (najczęściej 1–2% Fe). W większości przypadków udział Fe rośnie w głąb profilu (maks. w warstwie 30–40 cm), co niewątpliwie jest efektem procesów przemywania w warunkach postępującego zakwaszania.

W analizowanych próbkach siana stwierdzono znaczną zawartość żelaza (115–400 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Przyjmując za optymalną w żywieniu zwierząt 100–200 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Fe, stwierdzamy, że większość uzyskanych wyników (11 próbek) mieści się w tym przedziale. Pozostałe trzy próby, z nadmiarem żelaza, pochodziły z siedlisk zespołów sitowia leśnego, kostrzewy czerwonej i wyczyńca łąkowego.

Zawartość **manganu** w badanych glebach łąkowych wahała się w szerokim przedziale (130–1900 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ – najczęściej 400–600 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), co jest raczej typowe dla gleb aluwialnych [Borowiec 1995]. Nie widać przy tym wyraźnego zróżnicowania w obrębie obu podtypów, jak również w układzie pionowym profilu.

Tabela 2. Skład i właściwości chemiczne badanych gleb, mady czarnoziemne
(czarne ziemie zdegradowane)
Table 2. Composition and chemical properties of investigated soils, alluvial soils
(black earths degraded)

Nr prof.	Głębokość Depth cm	pH		Zawartość – Contents											
				%								mg·kg ⁻¹ s.m.			
		H ₂ O	KCl	CaCO ₃	C org.	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb
7	0–10	6,22	5,62	0,00	4,47	0,16	0,09	0,07	0,39	0,21	0,98	855	20	57	3,0
	10–20	6,58	5,93	0,00	3,09	0,08	0,08	0,07	0,36	0,17	0,94	810	18	51	4,5
	30–40	6,90	6,27	0,00	1,35	0,19	0,09	0,08	0,26	0,17	0,91	515	12	48	7,0
8	0–10	6,41	6,03	0,00	4,23	0,10	0,16	0,09	0,44	0,24	1,26	745	20	58	9,5
	10–20	6,95	6,41	0,00	2,13	0,09	0,16	0,07	0,30	0,21	1,56	845	19	51	8,0
	30–40	7,46	6,24	0,00	0,42	0,19	0,24	0,10	0,25	0,22	1,67	640	22	61	8,0
9	0–10	5,79	6,00	0,00	2,16	0,05	0,04	0,04	0,14	0,10	0,49	470	23	38	6,0
	10–20	6,12	5,38	0,00	2,13	0,04	0,04	0,03	0,14	0,08	0,45	505	18	42	4,5
	30–40	6,93	5,89	0,00	1,02	0,04	0,04	0,04	0,10	0,11	0,40	370	23	33	6,0
10	0–10	6,27	5,69	0,00	5,10	0,14	0,19	0,08	0,51	0,29	1,56	600	19	80	7,0
	10–20	6,38	5,73	0,00	5,28	0,20	0,19	0,09	0,51	0,35	1,74	595	21	67	8,0
	30–40	7,16	6,48	0,00	2,31	0,17	0,16	0,08	0,43	0,26	1,85	385	41	78	7,0
11	0–10	5,79	5,43	0,00	10,56	0,26	0,18	0,10	0,82	0,37	1,18	420	28	88	7,0
	10–20	6,12	5,72	0,00	9,36	0,29	0,12	0,08	0,78	0,27	1,26	435	35	73	11,5
	30–40	6,98	6,06	0,00	0,78	0,08	0,11	0,07	0,33	0,23	1,65	320	19	65	10,0
12	0–10	6,33	5,48	0,00	4,92	0,20	0,16	0,10	0,48	0,23	1,56	590	20	80	6,0
	10–20	6,53	5,67	0,00	3,93	0,25	0,15	0,07	0,51	0,32	1,85	545	20	84	6,0
	30–40	7,05	6,01	0,00	0,93	0,06	0,14	0,08	0,35	0,32	2,30	1900	38	67	4,5
13	0–10	7,31	6,56	0,00	3,75	0,20	0,20	0,20	0,62	0,30	1,79	916	40	60	3,0
	10–20	7,12	6,74	0,00	3,63	0,18	0,16	0,08	0,63	0,28	1,82	796	22	61	8,0
	30–40	7,67	7,05	0,00	3,75	0,26	0,20	0,10	0,86	0,30	2,16	910	30	73	10,0
14	0–10	7,24	6,54	0,00	4,92	0,26	0,23	0,09	0,62	0,30	1,33	565	20	69	8,0
	10–20	7,55	6,86	0,00	4,26	0,29	0,20	0,07	0,66	0,31	1,33	655	21	67	7,0
	30–40	7,50	7,01	0,70	1,59	0,09	0,22	0,08	0,52	0,28	1,41	440	20	61	10,5

Na tle wyników wcześniejszych badań [Borowiec i Urban 1997], analizowane siano okazało się wyjątkowo bogate w mangan (80–725 mg·kg⁻¹). W odniesieniu do wartości przyjętych dla dobrego siana (50–100 mg·kg⁻¹ Mn), tylko trzy próbki mieściły się w tych granicach (tab. 2). Pozostałe zawierały nadmiar tego pierwiastka. Nie stwierdzono zależności w układzie Mn w glebie – Mn w roślinach, chociaż wcześniejsze badania wskazywały na korelację dodatnią [Borowiec i Urban 1997].

Badane gleby łąkowe okazały się wyjątkowo bogate w **miedź** (12–69 mg kg⁻¹ Cu). W literaturze znajdujemy wprawdzie przykłady znacznego udziału Cu w glebach aluwialnych [Oświt i Sapek 1976], niemniej jednak w przypadku badanych gleb, przy niewielkiej ilości punktów badawczych, uzyskane wyniki mogą powodować uzasadniony niepokój. Spośród 45 zbadanych próbek zaledwie kilka mieściło się w przedziale ilości dopuszczalnych (10–15 mg·kg⁻¹). W pozostałych stwierdzono znaczny nadmiar tego pierwiastka (tab. 1, 2).

Prawdopodobnie w konsekwencji takiej sytuacji, zawartość miedzi w zbadanych próbkach siana okazała się również wysoka (15–99 mg·kg⁻¹), najczęściej 20–40 mg·kg⁻¹, co w przyjmowanej powszechnie skali (wartości >30 mg·kg⁻¹ uważane za szkodliwe dla zwierząt) może niepokoić żywieniowców, zwłaszcza w kontekście występującego niedoboru miedzi w skali regionu [Borowiec 1995, Borowiec i Urban 1997].

Podobnie jak w przypadku miedzi, zawartość **cynku** w badanych madach okazała się bardzo wysoka (42–120 mg·kg⁻¹ Zn). Tak jak to miało miejsce przy większości oznaczanych pierwiastków, więcej cynku zawierały gleby bez oznak zdegradowania. W 11 spośród 14 zbadanych profilów udział cynku przekroczył wartość graniczną 50 mg·kg⁻¹. W większości profilów zaznaczył się wyraźny wzrost udziału Zn w warstwie powierzchniowej gleby (wiązaną Zn przez związki próchnicy, w warunkach wysokiego pH).

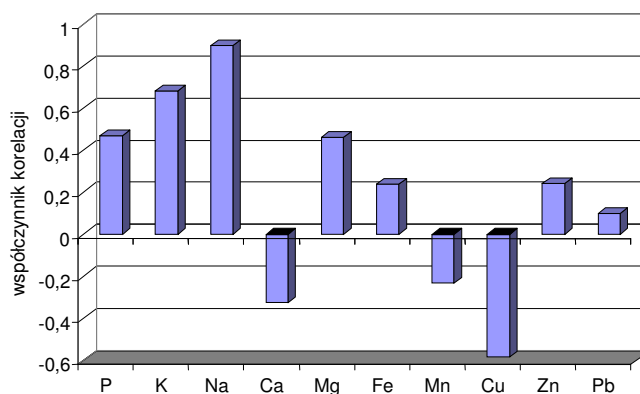
Tabela 3. Zawartość makro- i mikroelementów w roślinności badanych łąk (siano I pokos)
Table 3. Content of macro- and microelements in plants of investigated meadows (1st swath hay)

Nr prof.	Zespół Association	Zawartość – Contents										
		%					mg·kg ⁻¹					
		P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	
2 6	<i>Caricetum acutiformis</i>	0,52 0,77	0,70 1,30	0,16 0,32	0,56 0,55	0,22 0,26	170 140	265 260	42 41	40 65	0,20 0,60	
11	<i>Scirpetum sylvatici</i>	0,72	0,96	0,31	0,45	0,13	290	725	20	43	0,20	
8 13	<i>Alopecuretum pratensis</i>	0,69 0,49	1,02 1,02	0,12 0,33	0,56 0,60	0,18 0,24	125 165	235 135	20 33	56 60	0,30 0,25	
3		0,65	0,80	0,11	0,64	0,26	215	100	20	45	0,20	
4		0,71	1,18	0,12	0,53	0,17	190	120	36	54	0,20	
1 9 12 14 5	<i>Poo-Festucetum rubrae</i>	0,46 0,39 0,68 0,37 0,48	0,79 0,29 0,93 1,07 0,95	0,09 0,10 0,15 0,15 0,10	0,82 0,57 0,61 0,67 0,67	0,28 0,16 0,21 0,26 0,24	170 400 160 190 165	115 225 120 80 180	31 40 21 99 46	65 67 38 56 51	0,20 0,25 0,25 0,60 0,45	
7 10		<i>Arrhenatheretum elatius</i>	0,39 0,44	0,66 0,76	0,13 0,09	0,54 0,49	0,30 0,21	115 155	150 90	31 15	54 58	0,25 0,45

Również zbierane siana okazały się bogate w cynk (38–65 mg·kg⁻¹). Według przyjętej skali tylko w czterech próbach udział Zn nie przekroczył granicznej wartości 50 mg·kg⁻¹. Stoi to w wyraźnej sprzeczności z wynikami uzyskanymi dla łąk Lubelszczyzny, gdzie stwierdzono znaczne niedobory tego pierwiastka [Borowiec 1995, Borowiec i Urban 1997].

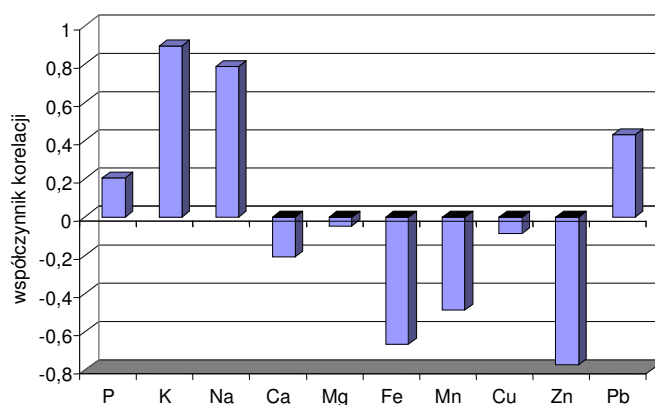
Oznaczenia zawartości **ołowiu** w badanych glebach wskazują, że udział tego pierwiastka mieści się w granicach naturalnej zasobności naszych gleb w ołów (3–11,5 mg·kg⁻¹Pb), najczęściej 4–7 mg·kg⁻¹. Wartości świadczących o antropogennym wzbogaceniu nie stwierdzono. Według przyjętej skali, w większości zbadanych profilów, udział ołowiu mieścił się w przedziale niskiej zawartości Pb. Nie widać przy tym wyraźnego zróżnicowania w obrębie obu wydzielonych podtypów gleby ani w układzie pionowym profilów.

Oznaczenia Pb wykonane w próbach roślinności badanych łąk potwierdzają przedstawioną wyżej sytuację. Udział Pb w badanych sianach wahał się w przedziale 0,2–0,6 mg·kg⁻¹. Zaledwie 4 próbki siana zawierały podwyższoną ilość Pb.



Rys. 2. Współczynniki korelacji między zawartością pierwiastków w glebach i roślinach (czarne ziemie właściwe)

Fig. 2. Correlation coefficients between the content of elements in soils and plants (black earth undegraded)



Rys. 3. Współczynniki korelacji między zawartością pierwiastków w glebach i roślinach (czarne ziemie zdegradowane)

Fig. 3. Correlation coefficients between the content of elements in soils and plants (black earth degraded)

Istotne współczynniki korelacji w układzie pierwiastek w glebie – pierwiastek w roślinach wystąpiły: w podtypie czarnych ziem właściwych, ujemne dla Ca i Cu, dodatnie dla P, K, Na i Mg. W podtypie czarne ziemie zdegradowane ujemne dla Fe, Mn i Zn, dodatnie dla K, Na i Pb. Zestawienie współczynników korelacji dla wszystkich oznaczonych pierwiastków w układzie zawartość w glebie – zawartość w roślinności łąkowej przedstawiono graficznie na rys. 2 i 3.

Charakterystyka geobotaniczna

Dolina rzeki Bug w okolicach Dubienki odznacza się dużą różnorodnością zbiorowisk roślinnych. Występują tu zbiorowiska wodne, szuwarowe, torfowiskowe, łąkowe, leśne i zaroślowe, a także synantropijne.

Pod względem zajmowanej powierzchni do najważniejszych należą zespoły łąkowe zaliczane pod względem fitosocjologicznym do klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, do związków *Calthion*, *Alopecurion pratensis* i *Arrhenatherion elatioris*. Rzadko występują asocjacje ze związków *Filipendulion ulmariae* i *Molinion caeruleae*.

W zbiorowiskach łąk jedno- i dwukośnych, jak: *Poo-Festucetum rubrae*, *Arrhenatheretum elatioris* i *Alopecuretum pratensis*, największy udział mają trawy: wiechlina łąkowa *Poa pratensis*, kostrzewa czerwona *Festuca rubra*, rajgras wyniosły *Arrhenatherum elatioris*, kupkówka pospolita *Dactylis glomerata*, tymotka łąkowa *Phleum pratense*. Skład florystyczny tych fitocenoz uwarunkowany jest sposobem użytkowania łąk.

Niewielką powierzchnię na omawianym terenie zajmuje zespół *Molinietum caeruleae* z dominującą trzęślicą modrą *Molinia caerulea*. Na obrzeżach zarośli wierzbowych występuje asocjacja *Filipendulo-Geranietaum* z dominującą wiązówką błotną *Filipendula ulmaria* i znacznie mniejszym udziałem bodziszek: błotnego i łąkowego *Geranium palustre* i *G. pratense* oraz innych gatunków z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*.

Na płaskich wzniesieniach, położonych w pobliżu koryta rzeki, wykształciły się zbiorowiska z klasy *Trifolio-Geranietae*.

Zbiorowiska leśne i zaroślowe występują głównie wzdłuż koryta rzeki oraz w starorzeczach. Najczęściej są to wikliny nadrzeczne *Salicetum triandro-viminalis* i łągi wierzbowo-topolowe *Salicetum albo-fragilis* i *Populetum albae*. W starorzeczach leżących dalej od koryta rzeki wykształciły się zbiorowiska zaroślowe i leśne z klasy *Alnetea glutinosae*.

W najmłodszych starorzeczach występują roślinność wodna z klas *Lemnetea* i *Potametea* oraz szuwarowa z klasy *Phragmitetea*.

DYSKUSJA I WNIOSKI

Podobnie jak sama rzeka, dolina Bugu różni się od innych dolin tego regionu. Wynika to zarówno z jej przygranicznego położenia (ograniczona możliwość ingerencji gospodarczej i penetracji naukowej), jak też ze specyficznych warunków fizjograficznych i geologicznych w strefie przebiegu doliny, zwłaszcza w górnym biegu rzeki (bogate w związki wapnia, żyzne tereny lessowe i rędzinowe). Taki układ warunków powoduje, że w trakcie wiosennych roztopów wody niosą ze sobą i osadzają w dolinie obfitość namulów bogatych w związki wapnia, próchnicę i składniki mineralne.

Kolejna trzecia specyfika badanej doliny, wynikająca z ograniczonej ingerencji ludzkiej, to wyjątkowy obfitujący w meandry bieg rzeki (nigdy nie prowadzono tu żadnych prób regulacyjnych), szczególnie w strefie objętej naszymi badaniami (rys. 1). Ten specyficzny układ sprawia, że w okresie letnio-jesienno-zimowym nurt rzeki jest bardzo wolny i wszelkie zjawiska i szkody erozyjne są zazwyczaj niewielkie. Natomiast w krótkim okresie wiosennych roztopów, zwłaszcza bardziej gwałtownych, wody bogate w namuły płyną szybko całą szerokością doliny, zapełniają osadem starsze zagłębienia, a równocześnie niszczą wszelkie przeszkody, również niektóre zakola, tworząc nowy

układ biegu rzeki, a w efekcie nową rzeźbę powierzchni doliny. Te charakterystyczne skutki corocznych przyborów wody można zaobserwować zarówno w terenie, jak i na nielicznych mapach glebowych oraz przekrojach geologicznych. [Borowiec 1961, Dąbski i Szwejgier 2005]

Pośrednich skutków tych przeobrażeń należało się spodziewać również we właściwościach i składzie chemicznym występujących tu gleb, a w konsekwencji we florystyce i produktywności badanych łąk. Przedstawiona wyżej szczegółowa analiza wyników badań laboratoryjnych (tab. 1, 2, 3) stanowi po części odpowiedź na to pytanie. Podsumowując, wnioski z tej analizy w formie punktowej można przedstawić następująco:

1. Badane gleby doliny Bugu, stanowią obecnie zróżnicowaną mozaikę typologiczną gleb dolinowych (mady próchniczne, czarne ziemie, gleby bagienne) znajdujących się w różnym stadium rozwoju (zdegradowania), jak i geomorfologicznej i geochemicznej zmienności przestrzennej.

Taki stan rzeczy potwierdzają w znacznej mierze wyniki analizy chemicznej:

- a. zróżnicowana zawartość próchnicy (2–5% C-organicznego)
- b. zróżnicowanie lub zupełny brak węgla wapnia (0–6%)
- c. postępujące zakwaszenie gleby (pH 5,4–7,4).

2. W zależności od układu i charakteru wymienionych właściwości, kształtuje się zawartość oznaczonych składników chemicznych w glebie i roślinności badanych łąk:

a. w warunkach bogactwa substancji organicznej, zasad wymiennych i wysokiego pH, silniej sorbowane w glebie są fosfor, wapń, magnez, żelazo i niektóre mikroelementy (Cu, Zn, Co, Pb).

b. w sytuacji niedostatku składników zasadowych (Ca) i postępującego zakwaszenia (wyżej położone, nie zawsze zalewane partie łąk), uruchamiana jest i wypłukiwana w głąb profilu większość składników, zwłaszcza zasadowych oraz żelazo.

c. pierwiastki jednowartościowe (K, Na) jak i inne bardziej ruchliwe, są słabo sorbowane, szczególnie w glebach próchnicznych, ale łatwo pobierane przez rośliny i wynoszone wraz z przesiąkającą wodą.

3. Odzwierciedleniem tych wszystkich procesów i ich współzależności jest zmienność florystyczna i chemiczna roślinności łąkowej, uwarunkowana równocześnie układem stonków wodnych i lokalnym bogactwem bądź niedostatkiem składników pokarmowych.

PIŚMIENNICTWO

- Borowiec J., 1961. Charakterystyka gleb łąkowych fragmentu doliny Bugu w rejonie Siedliszcza. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 16, 2, 35–57.
- Borowiec J., 1995. Pierwiastki śladowe w glebach i roślinności łąk środkowo-wschodniego regionu Polski, *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 50, 81–87.
- Borowiec J., Urban D., 1997. Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny. Łąki cz. II. Kondycja geochemiczna siedlisk łąkowych Lubelszczyzny, LTN, Lublin, 1–152.
- Borowiec J., Urban D., 2001. The influence of environment conditions on chemism of some meadow plant species, *Acta Agrophysica*, 52, 15–24.
- Dąbski M., Szwejgier W., 2005. Struktury peryglacjalne w osadach terasy vistuliańskiej doliny Bugu w obniżeniach Dubienki. *Annales UMCS, sec. B*, 60, 5.
- Fijałkowski D., 1991. Zespoły roślinne Lubelszczyzny. Wyd. UMCS, Lublin, 1–303.
- Guz T. 1995. Zróżnicowanie trofizmu dolinowych gleb łąkowych wytworzonych z torfu niskiego na Polesiu Lubelskim i Wyżynie Lubelskiej [w:] *Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce*. IMUZ, Falenty, 229–234.

- Harasimiuk M., Rzechowski J., Szwajgier W., 1995. Wpływ ruchów tektonicznych na warunki rozwoju równi zalewowej i koryta Bugu w Obniżeniu Dubienki (Polesie Zachodnie). *Annales UMCS, sec. B*, 48.
- Matuszkiewicz W., 2002. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 1–537.
- Nowak M., 1972. Zawartość pierwiastków śladowych w polskich sianach. *Rocz. Gleb.*, 23 (2), 67–92.
- Oświt J., Sapek B., 1976. Wpływ warunków siedliskowych na zawartość mikroelementów w roślinności łąkowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 171, 211–223.
- Rzechowski J., 1963. Młodozwarzędowe osady doliny Bugu w okolicy Dubienki. *Annales UMCS, sec. B*, 26, 37–60.
- Sapek A.M., Sapek B., 1997. Metody analizy chemicznej gleb organicznych. Wyd. IMUZ, Falenty.
- Szwajgier W., 1998. Rozwój doliny Bugu w Plejstocenie. *Mat. IV Zjazdu Geomorfologów Polskich „Główne kierunki badań geomorfologicznych w Polsce, stan aktualny i perspektywy. Lublin 3–6 czerwca 1998.*
- Trąba Cz., Kaniuczak J., Wolański P., 1999. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w runi zmeliorowanych łąk w zależności od ich składu botanicznego i niektórych właściwości chemicznych gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 171, 689, 689–696.
- Urban D., Wójcikowska-Kapusta A., 1999. Wpływ działalności człowieka na zanieczyszczenie metalami ciężkimi gleb i roślinności łąkowej wybranych dolin rzecznych Wyżyny Lubelskiej. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 197, *Agricultura* 75, 345–350.
- Urban D., Michalska R., 2000. Zawartość pierwiastków śladowych w glebach i roślinności łąkowej wybranych obiektów torfowiskowych Poleskiego Parku Narodowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 471, II, 835–840.
- Warda M., Ćwintal H., 2000. Zawartość boru, miedzi, żelaza, manganu i cynku w wybranych gatunkach roślin pastwiskowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 471, II, 841–846.

Summary. The paper presents results of research on the meadows of the Bug River Valley, in the Skryhiczyn-Dubienka section. The study mainly concerned the geochemical variability of soils and meadow vegetation. In 1999, 14 soil pits were made in hay-growing fragments of the meadows, with 42 samples collected for laboratory tests. At the same points, samples (14) of the vegetation (hay, 1st swath) were collected. In the collected material (soil, hay), the total content of P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb was assayed with the method developed by Sapek & Sapek (1997). Moreover, in the soil samples, pH in H₂O and KCl was assayed electrometrically and the C-organic content was determined with the Tiurin method, CaCO₃ – using the Scheibler apparatus. The examined meadow soils of the Bug River Valley make at present a differentiated typological mosaic of valley soils (humus muds, black earths, bog soils) at various stages of development (degradation) and geochemical variability. The above scheme has been proved to a significant extent by the laboratory test results. This applies in particular to the differentiated humus content (2–5% of C-organ.), variability or a total absence of CaCO₃ (0–6%) and progressing soil acidification (pH 5.4–7.4). Wherever there are volumes of organic substance, exchangeable alkalis are sufficient and pH is high, P, Ca, Mg, Fe and some microelements (Cu, Zn, Pb) are more intensively absorbed in the soil. Under conditions of scarcity of alkaline components (Ca) and progressing acidification, most components are activated and washed deep into the profile. This applies in particular to alkaline components and iron.

Monovalent elements (K, Na), as well as some other, more mobile ones, are poorly absorbed, especially in humus soil, but easily collected by plants or transported by water deep into the profile.

Key words: river valley, meadow soils, macro- and microelements