



W ocenie wartości biologicznej runi łąkowej, obok zawartości białka, węglowodanów i innych składników organicznych, dużą rolę odgrywają składniki mineralne: makro- i mikroelementy [Falkowski i in. 2001]. Zawartość mikroelementów w paszach z trwałych łąk i pastwisk zależy od właściwości poszczególnych gatunków [Liwski 1961; Trzaskoś, Czyż 2000; Warda, Ćwintal 2000], warunków siedliskowych (glebowych, wodnych, tlenowych i troficznych) [Oświt, Sapek 1976; Ostrowska, Sapek 1991; Borowiec, Urban 1997; Kabata-Pendias, Pendias 1999; Warda, Ćwintal 2000] i nawożenia [Falkowski i in. 2001]. W literaturze łąkarskiej brakuje informacji na temat rolniczej wartości łąk turzycowych występujących w warunkach nadmiernego uwilgotnienia i ekstensywnej gospodarki. Znaczne obszary takich łąk występują w dolinach rzecznych Kotliny Zamojskiej. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w ich runi przedstawiono we wcześniejszym opracowaniu [Trąba, Wolański 2000b].

Celem niniejszej pracy jest ocena zawartości miedzi, cynku i manganu w runi podmokłych łąk dolinowych Kotliny Zamojskiej na tle niektórych właściwości gleb organicznych węglanowych.

#### METODY

W latach 1996–1997 prowadzono badania geobotaniczne na podmokłych łąkach Kotliny Zamojskiej. Objęto nimi użytki zielone położone na glebach organicznych fragmentu doliny Wieprza i jego dopływów: Łabuńki i Łętowi. Zalegający tam torf jest silnie namulony, bogaty w węglan wapnia. Związane to jest z obfitością tego składnika w otaczających doliny utworach glebotwórczych (lessy, wapienie kredowe) i intensywnością procesów erozyjnych w tym silnie urzeźbionym terenie. Dominują gleby murszowe wytworzone z torfów turzycowych i turzycowo-mszystych. Na warstwie torfu z przewarstwieniami mułowymi występuje często gruba warstwa słabo przepuszczalnego namułu mineralnego [Borowiec, Urban 1997].

Łąki w omawianych dolinach zmeliorowano i zagospodarowano kilkadziesiąt lat temu. W związku z dekapitalizacją urządzeń melioracyjnych i zaniedbaniami ze strony użytkowników na wielu odcinkach badanego terenu postępuje wtórne zabagnienie. Efektem tego jest występowanie na znacznym areale siedlisk o uwilgotnieniu okresowo nadmiernym. Nakłada się na to powszechny brak nawożenia. Konsekwencją tego jest wypadanie z runi łąkowej wartościowych gatunków traw, których miejsce zajmują turzyce i byliny dwuliścienne. Obniżają się plony siana i pogarsza jego jakość.

Podczas badań terenowych, prowadzonych przed zbiorem I pokosu, na nadmiernie wilgotnych łąkach wykonano 46 zdjęć fitosocjologicznych metodą

Braun-Blanqueta. W tych samych płatach roślinnych pobrano zbiorcze próbki runi łąkowej i z poziomu 5–15 cm próbki gleby. W glebie oznaczono pH (w roztworze KCl o stężeniu 1 mol dm<sup>-3</sup>), materię organiczną metodą żarzenia, CaCO<sub>3</sub> metodą Scheiblera, rozpuszczalne w 0,5 mol dm<sup>-3</sup> HCl formy fosforu, potasu i magnezu oraz rozpuszczalne w 1 mol HCl dm<sup>-3</sup> formy Cu, Zn i Mn. W materiale roślinnym po mineralizacji na sucho oraz w wyciągach glebowych koncentrację Mn, Cu i Zn oznaczono metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej. Analizę statystyczną wyników przeprowadzono metodą korelacji prostej, przyjmując jako zmienną niezależną zawartość składników w glebie, a jako zmienną zależną zawartość Cu, Zn i Mn w runi.

#### WYNIKI

W runi badanych łąk turzycy zajmowały od 20 do 80%. Spośród wysokich gatunków turzyc najliczniej występowała *Carex gracilis*, rzadziej *C. disticha* i *C. acutiformis*. Turzycy niskie reprezentowane były w zasadzie przez dwa gatunki: *Carex nigra* i *C. panicea*. Z traw znaczący udział wykazywały *Poa trivialis*, *Phalaris arundinacea* i niekiedy *Poa palustris* i *Alopecurus pratensis*. Motylkowate, głównie *Trifolium hybridum*, występowały tylko w niektórych płatach. Wszędzie natomiast licznie rosły zioła dwuliścienne, m. in.: *Lychnis flos-cuculi*, *Ranunculus acris*, *Cirsium rivulare*, *Polygonum bistorta*, *Myosotis palustris*, *Lythrum salicaria*. Liczba gatunków w poszczególnych płatach wahała się od kilkunastu do ponad trzydziestu. Poziom wody gruntowej przed zbiorem I pokosu nie opadał poniżej 30–40 cm. Łąki turzycowe w badanych dolinach rzecznych zajmują ponad 10% powierzchni wszystkich łąk. Są to użytki jednolub dwukośne, przy czym I pokos zbiera się zwykle późno, co ujemnie wpływa na jakość paszy. Plony siana są niskie, a zasobność paszy w azot ogólny i podstawowe składniki mineralne zróżnicowana [Trąba, Wolański 2000b]. W ostatnich latach wiele takich łąk odłoguje, co jest ze szkodą dla ich bioróżnorodności. Sukcesja roślinności w tym przypadku zmierza w kierunku jednogatunkowych zbiorowisk turzycowych, trzcinowisk, czy też ziołorośli, o dużym udziale w runi gatunków synantropijnych. Aby zachować bioróżnorodność analizowanych podmokłych łąk dolinowych, konieczne jest ich użytkowanie i właściwe zagospodarowanie runi.

Nadmiernie wilgotne łąki w dolinie Wieprza, Łabuńki i Łętowni występowały na silnie namulonych glebach organicznych o obojętnym odczynie i znacznej zawartości CaCO<sub>3</sub>, zasobnych w P i Mg, a bardzo ubogich w K. Zawartość Mn, Zn i Cu nie odbiegała od wartości uznawanych za naturalne dla nieskażonych gleb Polski [Kabata-Pendias, Pendias 1999]. Koncentracja podstawowych

składników pokarmowych była podobna do stwierdzonych w glebach organicznych węglanowych przez Guza [1995] oraz Trąbę i Wyłupek [1996].

Zawartość miedzi w analizowanych glebach była średnia, zbliżona do poziomu notowanego w torfach zamulonych Wyżyny Lubelskiej [Guz 1995; Trąba, Wyłupek 1996; Borowiec, Urban 1997]. Więcej miedzi, 10–15 mg kg<sup>-1</sup> s.m. gleby, stwierdzili Oświt i Sapek [1983] w siedliskach bagiennych doliny Narwi, intensywnie zalewanych, gdzie dominowały zbiorowiska *Glycerietum maximae*, *Phalaridetum arundinaceae* i *Caricetum gracilis*. Z kolei Choromańska i Gotkiewicz [1983] wykazali, że gleby organiczne w siedliskach mokrych doliny Biebrzy są uboższe w Cu niż gleby siedlisk suchych.

Zawartość cynku w badanych glebach łąkowych była przeważnie wysoka, średnio ponad 40 mg kg<sup>-1</sup> s.m. gleby. Bardzo zbliżone wyniki uzyskały Trąba i Wyłupek [1996] dla gleb organicznych węglanowych doliny Poru. Borowiec i Urban [1997] podają, że na Lubelszczyźnie do najzasobniejszych w ten składnik należą bogate w zasady napływowe gleby łąkowe Zamojszczyzny. Autorzy ci stwierdzali zwykle wyższe zawartości Zn w glebach organicznych niż mineralnych. Również gleby organiczne doliny Narwi, zwłaszcza zalewane, zawierały kilkakrotnie więcej Zn niż gleby mineralne [Oświt, Sapek 1983]. Wyniki prezentowane przez Sapek i Churskiego [1983] dowodzą, że zawartość Zn w glebach organicznych obniża się wraz ze stopniem zamulenia, co może wskazywać na wiązanie tego składnika przez substancje humusowe.

Tabela 1. Niektóre właściwości gleby  
Table 1. Some properties of soil

Wyszczególnienie Specification	pH	Substancja organiczna Organic matter	CaCO <sub>3</sub>	P	K	Mg	Mn	Zn	Cu
		g kg <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>					
Średnio Mean	6,9	326	111	557	216	1345	880	49	10,8
Minimum Minimum	5,5	110	20	96	44	630	263	11	4,5
Maksimum Maximum	7,3	623	364	2878	800	2150	2589	119	18,4
Współczynnik zmienności Coefficient of variation		%							
	5,6	44,2	77,1	86,8	59,8	22,1	61,7	43,5	28,7

Gleby organiczne łąk Kotliny Zamojskiej zawierały dużo manganu. O dobrej zasobności podobnych siedlisk w Mn donoszą Trąba i Wyłupek [1996]. Dane z literatury dowodzą, że zawartość manganu w glebach organicznych jest z reguły wyższa niż w mineralnych [Kabata-Pendias, Pendias 1999] i zależy od

uwilgotnienia oraz natlenienia gleby [Oświt, Sapek 1983], zawartości frakcji mineralnej [Choromańska, Gotkiewicz 1983] i odczynu [Borowiec, Urban 1997].

Zdaniem Falkowskiego i in. [2001] optymalna zawartość miedzi w paszy dla bydła wynosi 10, cynku 50 i manganu 50 mg kg<sup>-1</sup> s.m. Zawartość tych mikroelementów w runi podmokłych łąk z przewagą turzyc i ziół była zróżnicowana (tab. 2). Najmniejszą zmiennością charakteryzowała się zawartość miedzi, a największą manganu (tab. 2).

Tabela 2. Zawartość manganu, cynku i miedzi w runi łąkowej  
Table 2. Content of manganese, zinc and copper in meadow sward

Wyszczególnienie Specification	Mn	Zn	Cu
	mg kg <sup>-1</sup>		
Średnio Mean	118	26	5,3
Minimum Minimum	19	16	1,4
Maksimum Maximum	345	37	10,2
Współczynnik zmienności Coefficient of variation	%		
	71,0	22,2	37,9

Niedobory miedzi w paszach z użytków zielonych są zjawiskiem częstym w Polsce [Trąba 1996; Borowiec, Urban 1997; Ostrowska 1997; Woźniak, Trąba 1998]. Ruń badanych łąk Kotliny Zamojskiej wykazywała również niedobór tego składnika. Uzyskane wartości, średnio 5,3 mg kg<sup>-1</sup> s.m. (tab. 2), były jednak wyższe od stwierdzonych przez Trąbę [1996] w sianie łąk rajgrasowych na glebach organicznych, ale nieco niższe niż w sianie tego samego zespołu na glebach mineralnych [Trąba, Wolański 2000a]. Z licznych badań wynika, że przyswajanie miedzi przez rośliny łąkowe jest słabsze na glebach organicznych niż mineralnych [Oświt, Sapek 1976; Warda, Ćwintal 2000; Falkowski i in. 2001]. Powodem tego może być zdolność substancji organicznej do wiązania miedzi w trudno dostępne dla roślin związki. Poza tym fitoprzyswajalność miedzi zależy od odczynu, zawartości Cu, P, Mn i Fe w glebie [Ostrowska 1997; Kabata-Pendias, Pendias 1999] oraz biologicznych właściwości roślin [Falkowski i in. 2001]. Ilość Cu w trawach jest na ogół niższa, niż w turzycach [Liwski 1961] oraz motylkowatych i ziołach [Trzaskoś, Czyż 2000; Warda, Ćwintal 2000].

W analizowanym materiale stwierdzono ujemny wpływ pH, substancji organicznej, potasu i manganu na koncentrację miedzi w runi. Nie udowodniono natomiast zależności pomiędzy koncentracją tego składnika w glebie i w runi. Z licznych badań wynika, że na ogół występuje ujemna zależność pomiędzy odczynem gleby a zawartością Cu w runi [Borowiec, Urban 1997; Ostrowska 1997; Trąba, Wolański 2000a], a często brak jest zależności pomiędzy Cu

w glebie i w runi [Liwski 1961; Borowiec, Urban 1997; Trąba, Wolański 2000a]. Ostrowska [1991] stwierdziła ujemny wpływ manganu w glebie na zawartość miedzi w runi.

Cynk, podobnie jak miedź w runi łąkowej występuje często w niedoborze [Trąba 1996; Borowiec, Urban 1997; Woźniak, Trąba 1998; Trzaskoś, Czyż 2000; Trąba, Wolański 2000a]. Na Lubelszczyźnie 60% spośród 169 przebadanych próbek siana wykazywało znaczne niedobory cynku, przy czym były one mniejsze na glebach bogatych w substancję organiczną (murszowe, czarne ziemie) niż na glebach mineralnych [Borowiec, Urban 1997]. Na przyswajanie cynku przez rośliny wpływa odczyn gleby, stosunek Ca:Zn, F:Zn, zawartość w glebie P, Mg, N, Cu i nawożenie [Kabata-Pendias, Pendias 1999] oraz biologiczne właściwości roślin [Oświt, Sapek 1976; Trzaskoś, Czyż 2000]. Zdaniem Oświta i Sapka [1976] o zawartości cynku w runi bardziej decydują właściwości biologiczne roślin niż warunki siedliskowe.

Nie stwierdzono istotnych zależności pomiędzy rozpatrywanymi właściwościami gleby a zawartością cynku w runi. Niektórzy autorzy donoszą o dodatnim wpływie zawartości cynku w glebie na koncentrację tego składnika w runi [Borowiec, Urban 1997; Trąba, Wolański 2000a] i ujemnym wpływie fosforu na fitoprzyswajalność cynku [Ostrowska, Sapek 1991].

Tabela 3. Współczynniki korelacji prostej w układzie gleba – run łąkowa  
Table 3. Linear correlation coefficients in a soil – meadow sward system

Zmienne Variables		Ruń łąkowa Meadow sward		
		Cu	Zn	Mn
Gleba Soil	pH	- 0,4069*	-	-
	Substancja organiczna Organic matter	- 0,3811*	-	-
	K	- 0,4322*	-	0,3187**
	Cu	-	-	0,3335**

\*Istotne przy  $p < 0.01$  significant at 0.01 \*\* Istotne przy  $p < 0.05$  significant at 0.05

Zawartość manganu w runi podmokłych łąk, położonych na glebach organicznych węglanowych, była zróżnicowana, choć najczęściej wysoka i wynosiła średnio  $118 \text{ mg kg}^{-1}$  s.m. (tab. 2). Podobną zawartość Mn stwierdzili Trąba i Wolański [2000a] w runi łąk rajgrasowych na kwaśnych glebach mineralnych Pogórza Dynowskiego. Na wysoką zawartość Mn w runi badanych łąk prawdopodobnie miało wpływ postępujące zabagnienie terenu i duży udział w runi turzyc. Z literatury wiadomo, że najwięcej tego składnika gromadzą rośliny bagicienne, w tym turzycy [Liwski 1961; Oświt, Sapek 1976; 1983; Trąba 1996]

oraz rośliny występujące na glebach kwaśnych, bogatych w ruchliwe formy manganu [Borowiec, Urban 1997; Woźniak, Trąba 1998]. Więcej manganu przyswajają zioła łąkowe niż trawy [Warda, Ćwintal 2000].

Obliczone współczynniki korelacji wykazały dodatnią zależność pomiędzy potasem i miedzią w glebie a magnezem w runi. Nie stwierdzono zależności pomiędzy manganem w glebie i w runi. Borowiec i Urban [1997] wykazali dodatni, a Ostrowska i Sapek [1991] ujemny wpływ zawartości Mn w glebie na poziom tego składnika w runi. Z kolei Ostrowska i Sapek [1991] oraz Trąba i Wolański [2000a] wykazali, że wraz ze wzrostem pH gleby malała koncentracja manganu w runi.

#### WNIOSKI

1. Gleby organiczne łąk dolinowych Kotliny Zamojskiej były silnie zamulone i miały obojętny odczyn, znaczną zawartość  $\text{CaCO}_3$ , wysoką fosforu i magnezu, a niską potasu. Zawartość miedzi była średnia, a cynku i manganu wysoka.

2. Ruń podmokłych łąk z przewagą turzyc cechowała się wysoką zasobnością w mangan, a niską w miedź i cynk.

3. W analizowanym materiale występuje ujemna zależność pomiędzy pH, substancją organiczną i potasem w glebie a zawartością miedzi w runi oraz dodatnia pomiędzy zawartością potasu i miedzi w glebie a manganu w runi.

#### PIŚMIENNICTWO

- Borowiec J., Urban D. 1997. Łąki, cz. II. Kondycja geochemiczna siedlisk łąkowych Lubelszczyzny. „Środowisko Przyrodnicze Lubelszczyzny”. Lubelskie Towarzystwo Naukowe.
- Choromańska D., Gotkiewicz J. 1983. Zawartość Cu, Mn i Zn w profilach gleb organogenicznych doliny Biebrzy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 242, 258–265.
- Falkowski M., Kozłowski S., Kukułka J. 2001. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wyd. AR Poznań.
- Guz T. 1995. Zróżnicowanie trofizmu dolinowych gleb łąkowych wytworzonych z torfu niskiego na Polesiu Lubelskim i Wyżynie Lubelskiej. Mat. Semin. IMUZ 38, 229–234.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Liwski S. 1961. Mikroelementy – mangan, żelazo, bor, miedź, kobalt, cynk i molibden w roślinności łąkowej. Roczn. Nauk Rol., Ser. F. 75, 1, 7–74.
- Ostrowska B. 1997. Wybrane czynniki glebowe a zawartość miedzi w roślinności łąkowej. Wiad. IMUZ 19, 2, 93–103.

- Ostrowska B., Sapek A. 1991. Mangan, cynk i miedź w układzie gleba – roślinność na przykładzie doliny Obry. Mat. VI Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”, 9-10 września 1987, AR we Wrocławiu, 199–202.
- Oświt J., Sapek A. 1976. Wpływ warunków siedliskowych na zawartość mikroelementów w roślinności łąkowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 171, 211–223.
- Oświt J., Sapek B. 1983. Zawartość mikroelementów w glebie i roślinach na przekroju dolinowym Góra - Lipniki w dolinie Narwi. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 242, 311–321.
- Sapek B., Churski T. 1983. Zawartość Cu, Zn i Mn w utworach organicznych siedlisk bagiennych na przykładzie doliny górnej Narwi. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 242, 267–275.
- Trąba C. 1996. Zasobność siana z łąk o różnym składzie florystycznym w niektóre mikroelementy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434, 401–405.
- Trąba C., Wolański P. 2000a. Zawartość Cu, Zn, Mn i Fe w runi półnaturalnych łąk zespołu *Arrhenatheretum elatioris* w południowo-wschodniej Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471, 811–817.
- Trąba C., Wolański P. 2000b. Zawartość niektórych składników pokarmowych w runi łąk zespołu *Caricetum gracilis* w Kotlinie Zamojskiej. Mat. Semin. IMUZ 45, 116–122.
- Trąba C., Wyłupek T. 1996. Zawartość cynku i miedzi w organicznych glebach węglanowych z łąk w dolinie Poru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434, 565–568.
- Trzaskoś M., Czyż H. 2000. Zawartość niektórych mikroelementów w runi łąkowej i pastwiskowej w zależności od udziału ziół. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471, 819–825.
- Warda M., Ćwintal B. 2000. Zawartość boru, miedzi, żelaza, manganu i cynku w wybranych gatunkach roślin pastwiskowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471, 841–846.
- Woźniak L., Trąba C. 1998. Cynk, miedź i mangan w górskich i nizinnych glebach i roślinach łąkowych (studium porównawcze). Zesz. Nauk. AR w Krakowie 330, Sesja Nauk. 54, 37–43.