

Danuta Urban, Anna I. Mikosz, Regina Michalska

*Zawartość makroelementów w glebach i roślinności łąkowej
wybranych obiektów torfowiskowych
Poleskiego Parku Narodowego*

The content of macroelements in the soils and meadow vegetation of chosen
peat-bog objects of The Polesie National Park

ABSTRACT. The present study was carried out on the peat-bogs of the Polesie National Park. Samples of soils and hay were collected from each of the objects chosen – “Lejno Meadows” and “Łomnica Meadows”. The pH level and content of organic matter in the soils was determined, as was the content of P, Na, K, Ca, Mg, Fe. On the basis of chemical analysis it was found that the content of P, Ca, Mg and K in meadow sward was rather low; the content of P, Mg, Na and K in soils was rather low. It was observed that in the peat-bog objects described, there existed post-bog muck-peat soils characterized by acidic pH and slightly acidic pH. The soils examined were characterized by a low content of P, Mg and K. Only the Ca content proved to be sufficient. The analyzed hay samples demonstrated a shortage of such elements as: P, Ca, Mg, K, and a relatively high content of Na and Fe. The examined hay samples were not only characterized by varied quantities of elements but also differences in their ratios. This concerned both weight ratios, e.g. Ca/P; K/Na and equivalence ratios $K/(Ca+Mg)$. Chemical degradation of the soils in the objects described mainly concerned the loss of elements needed by plants; a considerable shortage of P, K and Mg was found. Mg proved to be a scarce element.

KEY WORDS: peat-bogs, meadows, soils, hay, content of P, Na, K, Ca, Mg, Fe

W latach pięćdziesiątych tereny torfowe, łąkowe, trwale i okresowo podmokłe oraz jeziora i stawy stanowiły 21% powierzchni obecnego Poleskiego Parku Naro-

dowego. Działalność gospodarcza człowieka, prowadzona przez ostatnie 40 lat, spowodowała duże przemiany struktury ekologicznej tego regionu [Radwan 2002].

Na zmianę stosunków wodnych obszaru Poleskiego Parku Narodowego istotnie wpłynęła budowa kanału Wieprz-Krzna. Na wszystkich terenach torfowych objętych melioracją przerwane zostały procesy torfotwórcze, a rozpoczęły się procesy murszenia, co jest koniecznym warunkiem eksploatacji łąkowo-pastwiskowej [Łoś 1995]

W ostatnich latach ukazało się szereg publikacji, w których przedstawiono wyniki badań nad składem chemicznym gleb i roślinności siedlisk łąkowych Lubelszczyzny [Borowiec, Urban 1995b, 1997, 2001; Guz 1995; Trąba i in. 1998, 1999]. Mniej jest opracowań omawiających przeobrażenia oraz tendencje zmian chemizmu gleb torfowych i bagiennych regionu lubelskiego [Borowiec 1993, 2000; Borowiec, Urban 1995a, 1995b; Gawlik i in. 1995; Gawlik, Dembek 2002]. Problem chemicznej degradacji torfowisk okazuje się pojęciem dosyć względnym i zależy od stanu i charakteru obiektu. Degradacja torfowiska odwodnionego i użytkowanego jako łąka polega na postępującym zakwaszeniu gleby oraz wyczerpywaniu się szeregu potrzebnych roślinom składników, a zwłaszcza potasu [Borowiec, Urban 1995a, 1997].

Mając powyższe na uwadze, przeprowadzono badania mające na celu określenie zawartości makroelementów w glebach i roślinności łąkowej (siano I pokos) dwu obiektów torfowiskowych, znajdujących się na terenie Poleskiego Parku Narodowego.

METODY

Badania przeprowadzono na obiektach torfowiskowych Łąki Lejno i Łąki Łomnica, położonych w zachodniej części Poleskiego Parku Narodowego. W połowie XX wieku torfowiska te zostały zmeliorowane i częściowo lub w całości zagospodarowane. Wykształciły się tu głównie gleby torfowo-murszowe, a na obrzeżach występują czarne ziemie i gleby gruntowo-glejowe. Obiekty te są obecnie użytkowane jako łąki kośne lub pastwiska. Przeważają zbiorowiska łąkowe z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, wśród których dominują zespoły: *Poo-Festucetum rubrae*, *Alopecuretum pratensis* i *Arrhenatheretum elatius*. W niektórych płatach tych fitocenoz dużą domieszkę stanowią pokrzywa zwyczajna *Urtica dioica* i gęsiówka piaskowa *Cardaminopsis arenosa*. Roślinność wodna z klas *Lemnetea* i *Potamogetonetea* oraz szuwarowa z klasy *Phragmitetea*, a także torfowisk niskich z klasy *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* występuje głównie w rowach melioracyjnych i lokalnych obniżeniach terenu [Urban, Michalska 2000; Baryła, Urban 2002].

W sezonie wegetacyjnym 1998 roku z 13 odkrywek glebowych (gleby torfowo-murszowe) z głębokości 0–20 cm, 20–40 cm, 40–60 cm pobrano do analiz próbki glebowe ($n = 39$) oraz próbki roślinności – siano I pokos ($n = 13$). Analizy chemiczne gleby wykonano zgodnie z metodyką opracowaną przez Sapek i Sapek [1997]. Próbki roślinności zmineralizowano w mieszaninie stężonych kwasów solnego i nadchlorowego. W roztworach po mineralizacji próbek glebowych i roślinności oznaczono całkowitą zawartość – fosforu metodą kolorymetryczną z użyciem odczynnika molibdenowo-wanadowego, wapnia, potasu i sodu metodą płomieniowej atomowej spektrofotometrii emisyjnej, magnezu, żelaza metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA). Ponadto w próbkach glebowych oznaczono pH w H_2O i pH w $1 \text{ mol KCl dm}^{-3}$ oraz udział substancji organicznej.

WYNIKI

Gleby torfowo-murszowe badanych obiektów w większości charakteryzowały się odczynem kwaśnym i lekko kwaśnym (tab. 1, 2). Zawartość substancji organicznej wykazywała niewielkie zróżnicowanie od 76,10 do 93,10%.

Omawiane siedliska łąkowe wykazywały niską zawartość w fosfor, która w badanych glebach wahała się od 0,33 do 1,46 g kg^{-1} . We wszystkich odkrywkach glebowych stwierdzono wyższe zawartości tego pierwiastka w warstwie 0–20 cm, najniższe w próbkach z głębokości 40–60 cm. Według skali przyjętej przez Borowca i Urban [1997] zarówno poszczególne wyniki analizy (tab. 1, 2), jak i wyliczone średnie dla obiektów Lejno i Łomnica (tab. 4) wskazują na niedobór fosforu w siedliskach łąkowych tych obiektów poniżej 2,5 g kg^{-1} .

W zebranych próbkach siana zawartość fosforu mieściła się w granicach od 0,61 do 1,50 g kg^{-1} i na ogół była większa w próbkach pochodzących z obiektu Łąki Lejno (tab. 3). Wszystkie próbki roślinności charakteryzowały się niską zawartością P, poniżej wartości 3,0 g kg^{-1} , przyjmowanej jako norma (Falkowski i in. 1990).

Zawartość sodu w zbadanych próbkach gleby wahała się w granicach od 0,31 do 2,02 g kg^{-1} . Nie stwierdzono zależności pomiędzy zawartością sodu a głębokością pobrania próbek glebowych oraz znacznych różnic pomiędzy badanymi obiektami (tab. 1–3).

Ilość sodu w badanym materiale roślinnym była bardziej zróżnicowana niż w przypadku gleb. Prawidłowa zawartość tego pierwiastka w sianie według Borowca i Urban [1997] wynosi od 1,1 do 1,6 g kg^{-1} . Przy takim kryterium prawie wszystkie próbki wykazywały podwyższoną zawartość sodu. Podobnie jak w przypadku gleb nie stwierdzono znacznych różnic w zawartości sodu pomiędzy badanymi obiektami.

Tabela 1. Zawartość makroelementów w glebach badanych łąk Łąki Lejno
 Table 1. The content of macroelements in soils of the studied Meadows Lejno

Nr profilu No. of profile	Głębokość Depth cm	pH		Subst. ogran. Organic-matter %	Zawartość pierwiastków Elements content g kg ⁻¹					
		H ₂ O	KCl		P	Na	K	Ca	Mg	Fe
I	0–20	4,81	4,28	82,10	1,12	1,10	0,32	14,00	0,70	6,60
	20-40	5,48	4,82	82,22	0,92	1,10	0,22	17,61	0,59	9,91
	40-60	5,64	5,15	91,12	0,54	1,31	0,10	19,50	0,68	6,21
II	0–20	4,83	4,39	81,34	1,11	1,11	0,40	12,50	0,51	10,51
	20-40	4,88	4,43	89,98	0,93	1,19	0,22	14,92	0,51	6,39
	40-60	5,43	4,99	93,10	0,51	0,91	0,10	16,12	0,51	5,24
III	0–20	4,53	4,28	76,10	1,44	1,00	0,20	11,50	0,49	11,91
	20-40	4,92	4,49	88,90	0,92	1,00	0,11	13,89	0,40	10,90
	40-60	5,20	4,63	91,00	0,54	0,31	0,11	14,70	0,50	6,63
IV	0–20	4,86	4,34	88,12	1,23	1,11	0,22	12,21	0,60	9,88
	20-40	4,94	4,42	82,10	1,22	1,18	0,20	13,00	0,59	12,54
	40-60	5,10	4,55	92,10	1,01	1,12	0,12	13,50	0,50	6,60
V	0–20	4,67	4,34	82,45	1,11	1,10	0,30	14,01	1,01	3,89
	20-40	5,59	5,28	85,00	0,92	1,00	0,22	18,29	0,70	3,21
	40-60	6,19	5,56	92,00	0,56	1,18	0,10	21,28	0,88	2,11
VI	0–20	4,67	4,30	85,34	1,46	1,50	0,30	16,29	0,70	6,62
	20-40	5,39	4,95	83,96	1,19	1,12	0,19	16,51	0,89	6,60
	40-60	5,72	5,28	92,10	0,72	1,17	0,18	17,81	0,89	4,01
VII	0–20	5,33	4,90	85,34	1,39	1,41	0,30	16,49	0,90	10,20
	20-40	5,39	5,00	86,78	1,10	1,20	0,21	19,00	0,78	7,09
	40-60	5,96	5,42	90,10	1,00	1,88	0,17	20,22	0,78	5,91
VIII	0–20	5,24	4,83	77,00	1,21	1,10	0,30	15,60	1,00	5,91
	20-40	5,73	5,18	84,20	0,90	1,18	0,22	20,10	0,60	4,01
	40-60	6,13	5,33	10,45	0,33	1,10	0,77	17,11	0,59	1,88

Zgodnie z wynikami analiz zawartość potasu w badanych glebach kształtowała się w przedziale od 0,11 do 0,92 g kg⁻¹. W większości profilów, pochodzących zarówno z obiektu Lejno, jak i Łomnica, największą koncentracją tego pierwiastka charakteryzowały się warstwy gleby 0–20 cm.

Zawartość potasu w materiale roślinnym wahała się od 2,22 do 12,10 g kg⁻¹ i była niższa od wartości 17 g kg⁻¹, przyjmowanej za optymalną [Falkowski i in. 1990]. W żadnej z analizowanych próbek siana zawartość K nie przekroczyła granicznej wartości 20 g kg⁻¹ [Borowiec, Urban 1997]. W próbkach siana pochodzących z obiektu Łomnica notowano większą średnią zawartość potasu w porównaniu z próbkami z obiektu Lejno (tab. 3).

Tabela 2. Zawartość makroelementów w glebach badanych łąk Łąki Łomnica
Table 2. The content of macroelements in soils of the studied Meadows Łomnica

Nr profilu No. of profile	Głębokość Depth cm	pH		Subst. ogan. Organic-matter %	Zawartość pierwiastków Elements content g kg ⁻¹					
		H ₂ O	KCl		P	Na	K	Ca	Mg	Fe
I	0-20	4,48	4,32	90,00	1,21	1,11	0,61	15,32	0,80	4,60
	20-40	4,93	4,91	91,00	1,10	1,12	0,12	18,20	0,70	4,91
	40-60	5,40	5,40	92,95	0,89	1,21	0,10	19,00	0,59	6,60
II	0-20	5,56	5,54	77,10	1,30	1,31	0,92	20,41	0,90	10,50
	20-40	5,78	5,65	89,34	0,72	1,12	0,10	21,09	0,51	60,05
	40-60	5,71	5,64	92,00	0,81	1,38	0,10	22,58	0,56	62,06
III	0-20	5,38	5,34	92,12	1,22	1,32	0,23	20,87	0,79	10,27
	20-40	6,08	5,89	85,11	0,89	1,40	0,11	28,05	0,61	8,86
	40-60	6,12	5,92	86,98	0,81	1,30	0,11	27,46	0,60	6,57
IV	0-20	5,46	5,31	90,00	0,91	1,10	0,12	23,20	0,70	5,86
	20-40	6,03	6,02	88,25	0,74	1,19	0,12	28,11	0,50	8,60
	40-60	6,07	6,06	91,00	0,73	1,27	0,12	29,80	0,50	8,60
V	0-20	5,10	4,96	90,10	1,31	1,41	0,22	20,62	0,41	8,62
	20-40	5,65	5,75	84,30	1,10	2,02	0,21	23,29	0,47	8,21
	40-60	5,95	5,80	92,00	1,01	1,59	0,10	25,70	0,42	7,20

Tabela 3. Zawartość pierwiastków w roślinności badanych łąk
Table 3. The content of elements in plants of the studied meadows

Objekt badań Treatment	Nr profilu No. of profile	Zespół Association	Zawartość pierwiastków Elements content					
			g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹
			P	Na	K	Ca	Mg	Fe
Łąki Lejno Meadows Lejno	I	<i>Alopecuretum pratensis</i>	0,61	2,60	8,31	4,60	0,31	290
	II	<i>Poo-Festucetum rubrae</i>	1,20	1,60	1,54	2,04	0,11	130
	III	<i>Poo-Festucetum rubrae</i> z <i>Cardaminopsis arenosa</i>	1,40	2,42	5,89	3,01	0,20	110
	IV	<i>Poo-Festucetum rubrae</i> z <i>Urtica dioica</i>	1,50	2,10	12,10	3,79	0,10	190
	V	<i>Poo-Festucetum rubrae</i>	1,10	1,90	9,00	3,69	0,22	123
	VI	<i>Poo-Festucetum rubrae</i>	0,89	2,72	4,62	2,80	0,22	123
	VII	<i>Arrhenatheretum elatioris</i>	1,31	2,19	3,01	3,10	0,31	109
	VIII	<i>Poo-Festucetum rubrae</i>	0,82	1,78	2,22	4,20	0,41	123
		Średnia zawartość Mean content	1,10	2,16	5,84	3,40	0,23	150
Łąki Łomnica Meadows Łomnica	I	<i>Poo-Festucetum rubrae</i> z <i>Urtica dioica</i>	0,90	1,79	10,12	3,40	0,31	189
	II	<i>Poo-Festucetum rubrae</i>	1,00	2,30	6,53	2,50	0,22	156
	III	<i>Poo-Festucetum rubrae</i>	1,30	3,30	5,52	6,51	0,29	123
	IV	<i>Poo-Festucetum rubrae</i>	0,92	2,12	6,81	3,14	0,13	322
	V	<i>Poo-Festucetum rubrae</i>	0,72	2,60	2,21	3,83	0,22	322
		Średnia zawartość Mean content	0,97	2,42	6,24	3,88	0,23	222

Tabela 4. Zawartości pierwiastków Fe w glebach badanych łąk
Table 4. Elements content in soils of the studied meadows

Głębokość Depth cm	P	Na	K	Ca	Mg	Fe
g kg ⁻¹						
Łąki Lejno Meadows Lejno						
0-20	1,26	1,18	0,29	14,07	0,74	8,19
20-40	1,01	1,12	0,20	16,67	0,63	7,58
40-60	0,65	1,12	0,21	17,53	0,67	4,82
Łąki Łomnica Meadows Łomnica						
0-20	1,19	1,25	0,42	20,08	0,72	7,97
20-40	0,91	1,59	0,13	23,75	0,56	18,12
40-60	0,85	1,35	0,11	24,91	0,53	18,21

Tabela. 5. Stosunki makroelementów w sianie
Table 5. The ratio of macroelements in the hay

Obiekt badań Treatment	Nr odkrywki No. profile	Ca/P	K/Na	K/(Ca+Mg)
Łąki Lejno Meadows Lejno	1	7,51	3,19	0,83
	2	1,70	0,96	0,35
	3	2,15	2,43	0,91
	4	2,53	5,76	1,57
	5	3,35	4,74	1,14
	6	3,14	1,70	0,75
	7	2,37	1,37	0,42
	8	5,12	1,25	0,23
Łąki Łomnica Meadows Łomnica	1	3,78	5,65	1,32
	2	2,50	2,84	1,17
	3	5,01	1,67	0,40
	4	3,41	3,21	1,04
	5	5,32	0,85	0,27

Zawartość wapnia w badanych glebach wynosiła od 11,50 do 29,80 g kg⁻¹. We wszystkich profilach najniższe zawartości Ca stwierdzono w warstwie 0–20 cm, najwyższe zaś w próbkach pobranych z głębokości 40–60 cm.

Zawartość Ca w zebranych materiale roślinnym była niska, poniżej pożądanej zawartości wynoszącej 7 g kg⁻¹ i mieściła się w przedziale od 2,04 do 6,51 g kg⁻¹,

co wskazuje na niedobór tego pierwiastka. Podobne wyniki uzyskali z łąk regionu lubelskiego Borowiec i Urban [1992, 1997].

W badanych próbkach glebowych magnez występował w ilościach od 0,41 do 1,01 g kg⁻¹, co świadczy o niedoborze tego pierwiastka w glebach omawianych obiektów. Nie stwierdzono znacznych różnic w zawartości Mg w glebach obiektów Lejno i Łomnica. Na niedobór magnezu w glebach łąkowych Lubelszczyzny wskazywali w swoich pracach Guz [1983] i Urban, Borowiec [1997].

W próbkach roślinnych zawartość magnezu wynosiła od 0,11 do 0,41 g kg⁻¹. Uzyskane wyniki analiz wskazują na znaczny niedobór Mg w analizowanych sianach. Według Falkowskiego i in. [1990] dobre siano powinno zawierać 2,0 g kg⁻¹ magnezu.

Zawartość żelaza w glebach łąkowych jest z reguły znaczna i waha się w przedziale od 1,0 do 7,0 g kg⁻¹. Gleby łąkowe Regionu Lubelskiego zawierają prawidłowe ilości tego pierwiastka [Borowiec, Urban 1995], a w przypadku analizowanych gleb była to ilość od 1,88 do 62,06 g kg⁻¹. Różnice w zawartości Fe pomiędzy poszczególnymi profilami uzależnione są od stopnia mineralizacji masy torfowej.

Zawartość żelaza w badanym sianie kształtowała się na poziomie od 109,0 do 322,0 mg kg⁻¹. Prawidłowa zawartość tego pierwiastka w sianie według Borowca i Urban [1997] wynosi 100–200 mg kg⁻¹. Przy takim kryterium tylko trzy próbki, jedna z obiektu Lejno i dwie z Łomnicy, wykazywały podwyższoną zawartość Fe.

Badane próbki siana charakteryzowały się nie tylko różnicami ilościowymi pierwiastków, lecz również ich stosunkami. Dotyczyło to zarówno stosunków wagowych (Ca/P, K/Na), jak i równoważnikowych (K/(Ca+Mg)).

Stosunek wapnia do fosforu w badanych sianach mieścił się w przedziale od 1,70 do 7,51 i w większości analizowanych próbek był wyższy od wartości przyjętej dla dobrego siana 1,5–2,0, co świadczy o zachwianej równowadze pomiędzy tymi pierwiastkami. Zdaniem Borowca i Urban [1992] te niekorzystne proporcje są efektem powiększającego się niedoboru wapnia w glebach łąkowych.

Wskaźnikiem wartości paszowej siana jest także stosunek potasu do sodu, a wartość poniżej 10 świadczy o dobrej jakości siana. Według Falkowskiego [1983] optymalny stosunek K/Na wynosi 5. Stosunek potasu do sodu w badanych sianach mieścił się w przedziale od 0,85 do 5,76 i tylko w trzech próbkach był zbliżony do optymalnego (tab. 5).

W przypadku żywienia zwierząt ważna jest wartość stosunku równoważnikowego K/(Ca+Mg), który w sianie powinien wynosić 1,62 [Falkowski 1983]. Spośród badanych próbek roślinności tylko jedna IV z Łąk Łomnica charakteryzowała się stosunkiem K/(Ca+Mg) zbliżonym do optymalnego. Pozostałe próbki

odznaczały się niższym stosunkiem potasu do sumy wapnia i magnezu, co jest wynikiem małej zawartości potasu w materiale roślinnym.

WNIOSKI

1. Na omawianych obiektach torfowiskowych stwierdzono występowanie pobagiennych gleb torfowo-murszowych, charakteryzujących się odczynem kwaśnym i lekko kwaśnym.

2. Badane gleby cechowały się małą zasobnością w fosfor, magnez i potas. Wystarczająca okazała się jedynie zawartość wapnia i sodu.

3. W przeanalizowanych próbkach siana stwierdzono niedobór takich pierwiastków, jak fosfor, wapń, magnez, potas oraz względnie wysoką zasobność w sód i żelazo.

4. Badane próbki siana charakteryzowały się nie tylko różnicami ilościowymi pierwiastków, lecz również ich stosunkami wagowymi (Ca/P, K/Na) jak i równoważnikowymi (K/(Ca+Mg)).

5. Degradacja chemiczna gleb badanych obiektów dotyczy głównie ubytku pierwiastków potrzebnych roślinom – stwierdzono duży niedobór fosforu, potasu oraz magnezu.

PIŚMIENICTWO

- Baryła R., Urban D. 2002. Ekosystemy łąkowe. [W:] Radwan S.(red.). Poleski Park Narodowy. Monografia przyrodnicza. Wyd. MORPOL, 199–216.
- Borowiec J. 1990. Torfowiska Regionu Lubelskiego. PWN, Warszawa.
- Borowiec J., Urban D. 1992. Wstępna ocena kierunków zmian chemizmu gleby i roślinności łąk regionu lubelskiego. *Annales UMCS, Sec. E*, 47, 171–182.
- Borowiec J. 1993. Kierunki i tendencje degradacji chemicznej środowiska terenów bagiennych i łąkowych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. *Mat. Konf. Nauk. Krasne- Lublin*, 77.
- Borowiec J. 2000. Próba oceny antropogenicznych zagrożeń ekosystemów trawiastych na przykładzie siedlisk łąkowych Lubelszczyzny. Radwan S., Lorkiewicz Z. *Problemy ochrony i użytkowania obszarów wiejskich o dużych walorach przyrodniczych*. Wyd. UMCS, 221–226.
- Borowiec J., Urban D. 1995a. Próba krytycznej oceny dotychczasowych kierunków badań proekologicznych środowiska glebowego w oparciu o analizę kondycji geochemicznej siedlisk łąkowych regionu lubelskiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 418, 793–798.
- Borowiec J., Urban D. 1995b. Próba określenia degradacji chemicznej torfowisk Regionu Lubelskiego. *Mat. Konf. Nauk. „Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce”*. Falenty, 168–177.
- Borowiec J., Urban D. 1997. Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny. Łąki Cz. II. Kondycja geochemiczna siedlisk łąkowych Lubelszczyzny. LTN. Lublin.
- Borowiec J., Urban D. 2001. The influence of environment conditions on chemism of some meadow plant species. *Acta Agrophysica* 52, 15–25.

- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1990. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. AR w Poznaniu, 1–111.
- Gawlik J., Guz T., Zawadzki S. 1995. Przeobrażenia gleb hydrogeniczných na torfowiskach Polesia Lubelskiego. Mat. Konf. Nauk. „Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce”. Falenty, 235–246.
- Gawlik J., Dembek W. 2002. Ekosystemy torfowiskowe Polesia (rodzaje i przemiany strukturalne) Acta Agrophysica 66, 12, 1–145.
- Guz. T. 1983. Zawartość składników mineralnych w glebie i w sianie łąkowym w zależności od przeobrażenia utworów torfowych w rejonie Kanału Wieprz-Krzna. Roczn. Gleb. 34, 3, 95–112.
- Guz. T. 1995. Zróżnicowanie trofizmu dolinowych gleb łąkowych wytworzonych z torfu niskiego na Polesiu Lubelskim i Wyżynie Lubelskiej. Mat. Konf. Nauk. „Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce”. Falenty, 229–234.
- Łoś M.J. 1995. Wpływ systemu Kanału Wieprz-Krzna na stosunki wodne w Poleskim Parku Narodowym. [W:] Radwan S. Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie. Wyd. TWWP, Lublin 28–30.
- Radwan S. 2002. Poleski Park Narodowy. Monografia przyrodnicza. Wyd. MORPOL, 1–272.
- Sapek A., Sapek B. 1997. Metody analizy chemicznej gleb organicznych. IMUZ, Falenty, 1–80.
- Trąba Cz., Wyłupek T. 1998. Skład chemiczny gleby i runi łąkowej zespołu *Arrhenatheretum elatioris* o dużym udziale roślin motylkowych. Biul. Nauk. 1, 395–401.
- 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. 689, 689–696.
- Urban D., Michalska R. 2000. Zawartość pierwiastków śladowych w glebach i roślinności łąkowej obiektów torfowiskowych Poleskiego parku Narodowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471, 735–840.