

KSZTAŁTOWANIE SIĘ ZAWARTOŚCI SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W SIANACH Z RÓŻNYCH GLEB TORFOWYCH

Henryk Okruszko, Stefan Liwski

CEL I ZAKRES PRACY

W miarę zwiększania się w Polsce obszaru torfowisk zmeliorowanych i zagospodarowanych jako użytki zielone, coraz częściej pojawiały się trudności związane z uzyskiwaniem na tych terenach odpowiednio wysokich i wartościowych plonów. Stwierdzono, że w pewnych siedliskach o glebach torfowych, pomimo zastosowania podstawowego nawożenia PK lub NPK, zwykle gwarantującego dobre plonowanie łąk, plony były niskie z tendencją do spadku. Jeszcze częściej obserwowano występowanie zaburzeń w stanie zdrowia bydła karmionego wyłącznie paszą pochodzącą z gleb torfowych. Te obserwacje były powodem przeprowadzenia szeregu badań, w wyniku których stwierdzono, że często siano z gleb torfowych zawiera niedostateczną ilość fosforu, magnezu i sodu, jak również niektórych mikroelementów: miedzi, cynku i kobaltu [4, 12, 15, 16].

W związku z tym do planu badań zostały wprowadzone tematy, których celem jest opracowanie sposobów zapewnienia w sianie z torfowisk meliorowanych dostatecznej zawartości makro- i mikroskładników.

Zarówno obserwacje z praktyki, jak wyniki już przeprowadzonych badań wykazały, że niedobór składników mineralnych w sianach z gleb torfowych, jak również niskie plony z tych gleb, pomimo stosowania nawożenia, występują sporadycznie i mają prawdopodobnie związek ze zróżnicowaniem gleb torfowych.

Dotychczas torfy i gleby torfowe były badane z punktu widzenia różnic pod względem właściwości fizycznych i związanego z nim kształtowania się stosunków powietrzno-wodnych w glebie. Na ten temat zgromadzono obszerny materiał dowodzący, że różnice te są duże i istotne, oraz że zależą one przede wszystkim od rodzaju utworu glebowego, tj. jego pochodzenia oraz stanu przeobrażenia, czyli zhumifikowania i zmurszenia organicznej masy gleby [13]. W badaniach tych wykazano, że z rodzajem utworów glebowych jest ściśle związana zawartość w glebie przyswajalnego azotu, a w efekcie plonowanie oraz zawartość białka w sianie. Brak było natomiast badań nad związkiem między rodzajami gleb torfowych a dostępnością dla roślin składników mineralnych oraz ich zawartością w sianie.

Badania na ten temat zostały zainicjowane w 1971 r. przez Komitet Melioracji Łąkoznawstwa i Torfoznawstwa PAN i prowadzone przez Instytut Przyrodniczych Podstaw Melioracji Akademii Rolniczej w Warszawie i Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, przy współpracy Wojewódzkich Stacji Chemiczno-Rolniczych w Białymstoku i Lublinie. Badaniami objęto wiele obiektów torfowych, różniących się dość istotnie pod względem gleb oraz warunków produkcji. Wyniki tych badań są sukcesywnie przedstawiane w kolejnych publikacjach i referatach [1, 6, 9, 10, 14] a ich synteza, przewidziana na 1975 r., powinna szerzej wyjaśnić badane zagadnienia.

Niniejsza praca przedstawia wyniki badań przeprowadzonych na czterech różnych torfowiskach województwa białostockiego i stanowi pierwszą próbę poszukiwania związku pomiędzy zawartością składników mineralnych w sianie a zróżnicowaniem gleb torfowych. Celem jej było przeanalizowanie wpływu, jaki może wywierać rodzaj genetyczny utworu torfowego oraz stan przeobrażenia jego masy organicznej na zawartość w sianie składników mineralnych, szczególnie tych, których deficyt zaobserwowano przy masowym badaniu składu chemicznego sian z terenów torfowych.

METODYKA I OBIEKTY BADAŃ

Na wybranych, zagospodarowanych jako użytki zielone torfowiskach, w okresie pierwszego pokosu pobierano próbki siana i gleby. Każda próbka pochodziła z powierzchni ok. 1 ara. Glebę pobierano łaską glebową z warstwy 0—20 cm metodą 50 ukłuć i formowania próbki mieszanej. Roślinność pobierano z tej samej powierzchni wycinając ją lub biorąc z pokosu garście i tworząc z nich próbkę mieszaną. Punkty pobrania były losowo rozproszone w nieregularnej siatce, przeważnie jeden na 10—20 ha. W każdym punkcie ustalono rodzaj gleby ze szczególnym uwzględnieniem stanu jej zmurszenia oraz pochodzenia czyli genetycznego rodzaju torfowego utworu glebowego. Umożliwiało to następnie segregowanie analizowanych próbek według rodzajów gleb. W celu dokładniejszego określenia tych rodzajów, wykonano analizy pomocnicze i badania: rodzaju utworu podścielającego warstwę korzeniową, ciężaru objętościowego gleby, stanu zagęszczenia masy glebowej. Próbkę gleb analizowano na ogólną zawartość składników mineralnych (metoda ASA*) oraz na zawartość składników przechodzących do wyciągu 0,5n HCl (metoda IMUZ). W próbkach siana oznaczono zawartość makro- i mikroskładników metodą ASA.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki badań nad zawartością składników mineralnych w sianie z torfowisk górna Biebrza, Kuwasy, Wizna i górny Nurzec.

Obszary torfowe w dolinie górnej Biebrzy (z dopływami) zalegają w rynnach pradoliny i są wypełnione głębokimi torfami, głównie mechowiskowymi i turzycowiskowymi, słabo lub średnio rozłożonymi. Wytworzyły się z nich gleby

* Atomowa spektroskopia absorpcyjna. A. Sapek. Roczn. Nauk rol. ser. F, t. 79, z. 1.

słabo lub średnio zmurszałe, przeważnie stale wilgotne dzięki dużej włóknistości i związanemu z nią podsiąkowi kapilarnemu. Na glebach tych po zagospodarowaniu konieczne było stosowanie nawożenia azotowego, szczególnie na terenach o torfie mechowiskowym. Miejscami jednak wysokość plonów jest nadal niezadowalająca, a ponadto pochodząca z nich pasza jest niechętnie zjadana przez bydło. Badaniami objęto 1800 ha pobierając 90 próbek (tab. 1), a wyniki przedstawiono w odrębnej publikacji [10]. Torfowisko Kuwasy jest dość obszernie scharakteryzowane w literaturze [7, 8]. Pokrywają je szczegółowo poznane gleby różnego rodzaju z przewagą gleb wytworzonych z torfu olesowego, najczęściej średnio zmurszałych; występują jednak także gleby silnie zmurszałe, a także mineralno-murszowe. Z obszaru ok. 4000 ha pobrano 193 próbki, charakteryzujące różne warunki glebowo-siedliskowe, jak też różne rodzaje łąk torfowych [1, 11].

Tabela 1

Liczba analizowanych próbek siana z różnych rodzajów gleb torfowych

Gleba	Torfowisko				Łącznie
	górną Biebrza	Kuwasy	Wizna	górną Nurzec	
Wytworzona z torfu:					
mechowiskowego — Me	25	42	30	—	97
turzycowiskowego — Tu	50	24	35	26	135
szuwarowego — Sz	—	21	—	18	39
olesowego — Ol	15	85	33	26	159
Stopień zmurszenia:					
MtI	54	—	63	17	134
MtII	36	152	35	53	276
MtIII	—	20	—	—	20
Mineralno-murszowa — Mmr	—	21	—	30	51
Gleby ogółem	90	193	98	100	481

Torfowisko Wizna, duży obiekt o głębokich torfach, zmeliorowany i zagospodarowany według jednego systemu, ma gleby i łąki dość jednolite na znacznych obszarach [5]. W związku z tym zastosowano rzadszą siatkę punktów, z których pobrano 98 próbek na ok. 5000 ha (tab. 1). Reprezentują one trzy rodzaje genetyczne glebowych utworów macierzystych, występujących na tym obiekcie. Gleby z torfów mechowiskowych i turzycowiskowych są tam przeważnie słabo zmurszałe, a z torfów olesowych średnio zmurszałe [9].

Trzy wymienione torfowiska charakteryzują tereny zagospodarowane w różnych częściach pradoliny Biebrzy, reprezentującej rozległy (ok. 100 000 ha) kompleks torfowy, stanowiący odrębną krainę geograficzną na terenie północno-wschodniej Polski. Obiekt czwarty pochodzi z doliny torfowej, stanowiącej część innej już krainy geograficznej. Dolina Nurca przechodzi przez obszary zdenudowanych wysoczyzn morenowych i jest, jak wykazały badania [14], za-

silana wodami spływów powierzchniowych z terenów przyległych, powodującymi wzrost zawartości fosforu w glebie.

Obiekt górny Nurzec obejmuje torfowiska północne w przyźródłowej części doliny o obszarze 1500 ha, z których pobrano 100 próbek (tab. 1). Reprezentują one torfy średnio lub silnie rozłożone, z których wytworzyły się gleby przeważnie średnio zmurszałe, przy znacznym udziale gleb mineralno-murszowych, typowych dla siedlisk o płytkim torfie [6].

Szczegółowe wyniki badań nad rodzajami gleb omówionych obiektów oraz nad zawartością składników mineralnych w glebach i roślinach z nich pochodzących zostały przedstawione w oddzielnych opracowaniach [6, 9, 10, 11]. W opracowaniu niniejszym podano zestawienia danych dotyczących zawartości składników mineralnych w sianach z wszystkich obiektów. Zadaniem autorów było ustalenie jej zależności od rodzajów gleb, przy założeniu, że cztery różne torfowiska mogą być rozpatrywane jako powtórzenia.

Gleby zostały podzielone na cztery rodzaje na podstawie genezy torfów oraz na trzy — na podstawie stopnia zmurszenia. Są to gleby wytworzone z torfów mechowiskowych, turzycowiskowych, szuwarowych i olesowych. Każdy rodzaj torfów reprezentuje inne siedlisko, czego wyrazem jest zróżnicowanie zbiorowisk roślinności torfotwórczej, wpływającej na skład botaniczny torfu. Odbiciem różnic siedliskowych jest także stan przeobrażenia torfu; proces ten rozpoczyna się już w trakcie powstawania torfu i wyraża się stopniem rozkładu (stanem zhumifikowania) masy organicznej.

Według stanu zmurszenia gleby podzielono na słabo (MtI), średnio (MtII) i silnie (MtIII) zmurszałe. Ponadto wydzielono gleby mineralno-murszowe, czyli płytkie gleby organiczne, z reguły bardzo silnie zmurszałe z powodu występowania na pobrzeżach kompleksów torfowych, w miejscach zwykle intensywniej odwadnianych.

Wyniki analiz chemicznych siana, posegregowane wg rodzajów gleb, są podstawą do szukania zależności między glebą a zawartością w sianie składników mineralnych.

WYNIKI BADAŃ

Na zawartość składników mineralnych w sianie analizowano 481 próbek. Zostały one podzielone na grupy odpowiadające 3 klasom siana. Liczba próbek w każdej z tych grup odpowiada procentowemu udziałowi poszczególnych klas siana. Są to siana o zawartości danego składnika:

I — poniżej minimum ustalonego z żywieniowego punktu widzenia (siano niedoborowe)

II — w pobliżu optimum (siano pełnowartościowe),

III — powyżej optimum (siano bardzo zasobne).

Do ustalenia liczb granicznych dla trzech przedziałów posłużono się danymi najczęściej podawanymi w literaturze.

W ten sposób opracowano charakterystykę zawartości w badanych sianach fosforu, potasu, sodu, wapnia i magnezu oraz miedzi, manganu, cynku i żelaza. Przy rozpatrywaniu zawartości składników w sianie należy uwzględnić informacje o zawartości tych składników w glebach oraz charakterystykę gleb badanych obiektów, przeprowadzoną w opracowanych uprzednio publikacjach.

Jednym z podstawowych składników mineralnych, charakteryzujących jakość siana, jest fosfor. Zawartość jego w próbkach z czterech badanych torfowisk była dość różna (tab. 2). Najmniej zasobne w fosfor było siano z torfowiska Kuwasy, w którym 56% próbek należało do sian niepełnowartościowych. Także z siana z górnej Biebrzy było 32% próbek ubogich w fosfor. Natomiast siano z Wizny i górnego Nurca było bogate w ten składnik, ponieważ ponad 90% próbek należało do sian zasobnych lub bardzo zasobnych. W górnym Nurcu było to ściśle skorelowane z dużą zawartością fosforu w glebie. Na tym obiekcie tylko 10% próbek gleb miało poniżej 600 mg/kg fosforu rozpuszczalnego w 0,5n HCl, co jest przyjęte jako wskaźnik zasobności gleb w ten składnik [6]. Natomiast w glebach Wizny zawartość fosforu była niższa, gdyż próbek o zawartości P_2O_5 do 600 mg/kg było 43% [10]. W tym wypadku wysoka zasobność sian w fosfor była spowodowana intensywnym nawożeniem stosowanym przez Kombinat Łąkarski Wizna.

Porównanie zawartości fosforu w sianach pochodzących z gleb wyróżnionych rodzajów prowadzi do wniosku, że zasobniejsze w ten składnik są siana z gleb wytworzonych z torfów mechowiskowych i turzycowiskowych, czyli słabiej zhumifikowanych, a uboższe — z gleb wytworzonych z torfów szuwarowych i olesowych, silniej zhumifikowanych, zwykle o wyższej nieco zawartości składników mineralnych. Także siana z gleb słabiej zmurszałych zawierały zwykle nieco więcej fosforu niż z silniej zmurszałych. Widać to zarówno w sianach z torfowiska Kuwasy, ubogich w fosfor, o glebach silnie zmurszałych, od MtII do gleb mineralno-murszowych, jak też bogatych w fosfor sian z Wizny, pochodzących z gleb o mniej zaawansowanym procesie murszenia. Jest to zgodne z wynikami badań nad przyswajalnością fosforu, które wykazały, że wykorzystanie tego składnika przez trawy jest tym wyższe, im mniej znajduje się w glebie żelaza, akumulującego się w miarę murszenia gleby [3].

Zawartość potasu w badanych próbkach sian (tab. 3), pochodzących z pierwszego pokosu, była na ogół duża. Wskazują na to procentowe ilości próbek w przedziale III, o zawartości K_2O powyżej 2,5%. W Wiźnie i górnym Nurcu sian takich było ok. 70%. Prawie połowa wszystkich rozpatrywanych próbek należała do tej trzeciej, zasobnej w potas klasy. Należy dodać, że w przedziale tym w Wiźnie i Nurcu było ok. 40% próbek o zawartości powyżej 3,0% K_2O , co jest już ilością nadmierną z żywieniowego punktu widzenia. Potwierdza to tezę, że stosowanie jednorazowych wysokich dawek potasu na użytkach zielonych prowadzi do jego nadmiaru w sianie pierwszego pokosu i niedoboru w sianie pokosu trzeciego.

Biorąc pod uwagę rodzaj gleb, można dostrzec tendencję zmniejszania się ilości K_2O w sianie z torfów olesowych. Wzrost stanu zmurszenia wiązał się

Tabela 2

Zawartość fosforu (P_2O_5 w % s.m.) w sianach z różnych rodzajów gleb torfowych (w % ogólnej liczby badanych próbek w trzech przedziałach zasobności)

Gleba	Torfowisko												Łącznie						
	górną Biebrza			Kuwasy			Wizna			górną Nurzec			I	II	III				
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III							
Wytworzona z torfu:																			
mechowskiego	32,0	40,0	28,0	47,6	30,9	21,5	—	10,0	90,0	—	—	—	—	—	—	28,8	26,8	44,4	
turzycowiskowego	32,0	38,0	30,0	70,9	25,0	4,1	2,9	29,4	67,7	7,7	26,9	65,4	7,7	26,9	65,4	26,9	31,3	41,8	
szuwarowego	—	—	—	61,9	28,6	9,5	—	—	—	—	44,4	55,6	—	44,4	55,6	33,4	35,9	30,7	
olesowego	33,4	46,6	20,0	52,9	35,3	11,8	21,3	21,2	57,5	3,8	42,3	53,9	3,8	42,3	53,9	36,5	34,6	28,9	
Stopień zmruszenia:																			
MtI	33,3	38,9	27,8	—	—	—	1,6	19,0	79,4	20,0	26,7	53,3	20,0	26,7	53,3	16,7	28,0	55,3	
MtII	28,6	45,7	25,7	54,6	32,2	13,2	20,0	25,7	54,3	1,9	47,2	50,9	1,9	47,2	50,9	36,6	36,3	27,1	
MtIII	—	—	—	60,0	30,0	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60,0	30,0	10,0	
Mineralno-murszowa	—	—	—	63,9	33,3	4,8	—	—	—	9,7	25,8	64,5	9,7	25,8	64,5	26,6	30,6	42,8	
Gleby ogółem	32,2	40,0	27,8	56,0	32,1	11,9	8,2	21,4	70,4	5,9	33,7	60,4	5,9	33,7	60,4	31,4	31,8	36,8	

I, II, III — przedziały procentowej zawartości P_2O_5 : do 0,60, od 0,60 do 0,75, powyżej 0,75.

Tabela 3

Zawartość potasu (K_2O w % s.m.) w sianach z różnych rodzajów gleb torfowych (w % ogólnej liczby badanych próbek w trzech przedziałach zawartości)

Gleba	Torfowisko												Łącznie					
	górną Biebrza			Kuwały			Wizna			górną Nurzec								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
Wytworzona z torfu:																		
mechowiskowego	8,0	76,0	16,0	14,3	40,5	45,2	—	26,7	73,3	—	—	—	—	—	—	8,2	45,4	46,4
turzycowiskowego	12,0	70,0	18,0	20,8	45,8	33,3	8,8	29,4	61,8	7,7	23,1	69,2	7,7	23,1	69,2	11,9	46,3	41,8
szuwarowego	—	—	—	9,5	61,9	28,6	—	—	—	5,6	11,2	83,2	5,6	11,2	83,2	7,7	38,5	53,8
olesowego	40,0	40,0	20,0	29,4	47,1	23,5	6,1	30,3	63,6	—	—	—	—	26,9	73,1	20,8	39,6	39,6
Stopień zmurszenia:																		
MtI	9,3	64,0	16,7	—	—	—	4,8	28,5	66,7	—	—	—	—	13,3	86,7	6,1	45,4	48,5
MtII	17,9	62,8	14,3	23,0	46,7	30,3	5,7	28,5	65,8	5,7	24,5	69,8	5,7	24,5	69,8	17,8	37,5	44,7
MtIII	—	—	—	15,0	50,0	35,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15,0	50,0	35,0
Mineralno-murszowa	—	—	—	28,6	52,4	19,0	—	—	—	—	—	—	—	28,9	71,1	11,5	38,5	50,0
Gleby ogółem	15,6	66,7	17,7	22,8	47,7	29,5	5,1	28,6	66,3	3,0	23,7	73,3	3,0	23,7	73,3	13,7	42,4	43,9

I, II, III — przedziały procentowej zawartości K_2O : do 1,5, od 1,5 do 2,5, powyżej 2,5.

z niewielkim obniżeniem zawartości potasu w sianie. Należy jednak stwierdzić, że przy wielkim ubóstwie gleb organicznych w potas jego zawartość w sianie kształtuje się pod wpływem dawek nawożenia, tak że modyfikujące oddziaływanie gleb jest niewielkie i trudne do ustalenia.

Oznaczenia zawartości sodu w sianach dwóch obiektów (tab. 4) wykazują duży jego niedobór. W sianach z górnej Biebrzy 100%, a z Kuwasów — 89% próbek zawierało Na_2O poniżej minimum (0,2%) wymaganego dla pełnowartościowych sian. Wyniki te wskazują, że sód, znajdujący się w glebach organicznych w znikomych ilościach, musi być dostarczany w nawozach. Należy zwrócić uwagę na celowość dodawania go do nawozów potasowych.

Zawartość wapnia (tab. 5) w sianach z gleb organicznych jest mała, pomimo dużej jego ilości w glebach (20—24 t/ha w warstwie korzeniowej). W zależności od obiektu od 40 do 60% próbek sian zawierało poniżej 1% CaO , minimum wymaganego w dobrym sianie. Z porównań liczb charakteryzujących siana z różnych gleb nasuwa się przypuszczenie, że wzrost zmurszenia gleby wyraźnie obniża zawartość wapnia w sianie. W podobny sposób wydaje się oddziaływać wzrost humifikacji. Można przypuszczać, że wapń w glebach torfowych jest silnie wiązany przez kwasy humusowe i staje się nieprzyswajalny dla roślin. Związany ze stopniem rozkładu lub zmurszenia wzrost stanu zhumifikowania masy glebowej utrudnia pobieranie tego składnika. Najzasobniejsze w wapń były siana ze słabiej rozłożonych torfów mechowiskowych, najuboższe — ze zwykle silniej zhumifikowanych torfów szuwarowych. Nie bez znaczenia jest zapewne wpływ form mineralnych azotu, w torfach silnie rozłożonych, zwłaszcza olesowych, występujących w większej ilości, co przy bujnym wzroście roślinności powoduje obniżenie w niej zawartości CaO .

Dane dotyczące zawartości magnezu (tab. 6) wskazują, że jest go zbyt mało w sianach z gleb torfowych, aby siana te traktować jako pełnowartościowe. Dotyczy to szczególnie próbek z Wizny i górnego Nurca, zasobnych w fosfor, a szczególnie potas. Około 80% próbek sian z tych obiektów zawierało magnezu poniżej minimum, co jest w pewnym stopniu zależne od stanu zmurszenia gleby. Próbkę siana z gleb silniej zmurszałych były nieco zasobniejsze w MgO . Jest to zależność odwrotna niż w wypadku wapnia, gdzie wzrost zmurszenia był związany z mniejszą ilością składnika w sianie. Nie stwierdzono związku z rodzajem genetycznym torfu, z którego wytworzona została gleba; ruń z wszystkich rodzajów torfów zawierała podobne ilości magnezu.

Zawartość miedzi w sianie ze wszystkich obiektów była niedostateczna w 60—88% próbek (tab. 7). Najmniej zawierały jej siana z torfów mechowiskowych, a następnie — szuwarowych. Murszenie torfów słabo rozłożonych, mechowiskowych na obiektach górna Biebrza i Wizna jak gdyby nieco zmniejszało deficyt miedzi w sianie. Natomiast w górnym Nurcu i na Kuwasach, gdzie jest duży udział gleb wytworzonych z torfów silnie rozłożonych (olesowych) murszenie pogłębiało deficyt miedzi.

Można przypuszczać, że podobnie jak w wypadku azotu [2] wzrost stopnia rozkładu masy torfowej do określonego stopnia zwiększa przyswajal-

Tabela 4

Zawartość sodu (Na_2O w % s.m.) i cynku (w ppm) w sianach z różnych rodzajów gleb torfowych
(w % ogólnej liczby badanych próbek w trzech przedziałach zawartości)

Gleba	Zawartość sodu w glebach z torfowiska									Zawartość cynku w glebach z torfowiska																												
	górną Biebrza			Kuwały			górną Biebrza			Kuwały			górną Biebrza			Kuwały																						
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III																				
Wytworzona z torfu:	100,0	—	—	90,5	7,1	2,4	72,0	28,0	—	23,8	61,4	4,8	100,0	—	—	81,5	18,5	—	—	—	—	—	—	—	—													
mechowiskowego	100,0	—	—	83,3	12,5	4,2	86,0	14,0	—	58,4	33,3	8,3	100,0	—	—	85,7	14,3	—	—	38,8	55,3	5,9	100,0	—	—	85,0	15,0	—	—	45,0	40,0	5,0						
turzycowiskowego	—	—	—	20,5	9,5	—	—	—	—	52,4	47,6	—	100,0	—	—	—	—	—	—	41,1	51,8	7,1	100,0	—	—	88,2	10,6	—	—	—	—	—						
szuwarowego	—	—	—	88,2	10,6	1,2	80,0	20,0	—	—	—	—	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	—	—	88,6	9,8	1,6	81,1	18,9	—	—	—	—			
olesowego	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
Stopień zmuszenia:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
MtI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
MtII	—	—	—	88,8	9,2	2,0	85,7	14,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
MtIII	—	—	—	85,0	15,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mineralno-murszowa	—	—	—	90,5	9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Gleby ogółem	100,0	—	—	88,6	9,8	1,6	81,1	18,9	—	42,0	51,8	6,2	100,0	—	—	88,6	9,8	1,6	81,1	18,9	—	—	—	—	100,0	—	—	88,6	9,8	1,6	81,1	18,9	—	—	—	—	—	—

Przedziały procentowej zawartości Na_2O : I — do 0,2, II — od 0,2 do 0,4, III — powyżej 0,4.

Przedziały zawartości Zn (ppm): I — do 30, II — od 30 do 50, III — powyżej 50.

Tabela 5

Zawartość wapnia (CaO w % s.m.) w sianach z różnych rodzajów gleb torfowych (w % ogólnej liczby badanych próbek w trzech przedziałach zawartości)

Gleba	Torfowisko												Łącznie					
	górną Biebrza			Kuwasy			Wizna			górną Nurzec			I	II	III			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III						
Wytworzona z torfu:																		
mechowiskowego	40,0	52,0	8,0	33,3	61,9	4,8	13,3	86,7	—	—	—	—	—	—	—	28,9	67,0	4,1
turzycowiskowego	32,0	64,0	4,0	57,1	42,0	—	11,8	73,5	14,7	61,5	38,5	—	—	—	—	37,3	57,5	5,2
szuwarowego	—	—	—	58,3	41,7	—	—	—	—	55,6	44,4	—	—	—	—	56,4	43,6	—
olesowego	61,1	40,0	—	40,0	56,5	3,5	18,2	78,8	3,0	65,4	34,6	—	—	—	—	36,5	59,1	4,4
Stopień zmurszenia:																		
MtI	46,3	48,1	5,6	—	—	—	12,7	79,4	7,9	60,0	40,0	—	—	—	—	31,8	62,1	6,1
MtII	31,4	65,7	2,9	41,4	55,3	3,3	17,1	80,0	2,9	66,0	34,0	—	—	—	—	41,8	56,0	2,2
MtIII	—	—	—	55,0	45,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55,0	45,0	—
Mineralno-murszowa	—	—	—	57,1	42,9	—	—	—	—	67,7	32,3	—	—	—	—	63,5	36,5	—
Gleby ogółem	38,9	56,7	4,4	44,6	52,8	2,6	14,3	79,6	6,1	63,4	36,6	—	—	—	—	41,2	55,7	3,1

I, II, III — przedziały procentowej zawartości CaO: do 1,0, od 1,0 do 1,6, powyżej 1,6.

Tabela 6

Zawartość magnezu (MgO w % s.m.) w sianach z różnych rodzajów gleb torfowych (w % ogólnej liczby badanych próbek w trzech przedziałach zawartości)

Gleba	Torfowisko												Łącznie		
	górna Biebrza			Kuwasy			Wizna			górnny Nurzec					
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Wytworzona z torfu:															
mechowiskowego	40,0	52,0	8,0	11,9	61,9	26,2	80,0	20,0	—	—	—	—	—	—	—
turzcówiskowego	40,0	48,0	12,0	12,5	75,0	12,5	76,5	20,6	2,9	77,0	33,0	—	51,6	41,0	7,4
szuwarowego	—	—	—	28,5	57,2	14,3	—	—	—	88,9	11,1	—	51,3	38,4	10,3
olesowego	40,0	53,3	6,7	16,5	65,8	17,7	72,7	27,3	—	76,9	23,1	—	40,3	49,6	10,1
Stopień zmruszenia:															
MtI	40,7	48,2	11,1	—	—	—	78,4	21,6	—	93,3	6,7	—	65,1	30,3	4,6
MtII	34,3	57,1	8,6	15,1	67,1	17,8	64,3	25,7	—	77,3	22,7	—	37,1	52,0	10,9
MtIII	—	—	—	25,0	50,0	25,0	—	—	—	—	—	—	25,0	50,0	25,0
Mineralno-murszowa	—	—	—	23,8	57,2	19,0	—	—	—	87,2	12,8	—	61,6	30,7	7,7
Gleby ogółem	38,9	51,1	10,0	17,1	64,2	18,7	76,5	22,5	1,0	82,2	17,8	—	47,0	43,6	9,4

I, II, III — przedziały procentowej zawartości MgO: do 0,3, od 0,3 do 0,5, powyżej 0,5.

Tabela 7

Zawartość miedzi (w ppm) w sianach z różnych rodzajów gleb torfowych (w % ogólnej liczby badanych próbek w trzech przedziałach zawartości)

Gleba	Torfowisko												Łącznie						
	górna Biebrza			Kuwasy			Wizna			górnny Nurzec									
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III				
Wytworzona z torfów:																			
mechowiskowych	76,0	16,0	8,0	97,6	2,4	—	96,7	3,3	—	—	—	—	—	—	—	91,6	6,3	2,1	
turzycowiskowych	4,0	68,0	28,0	66,7	29,1	4,2	94,1	5,9	—	61,6	15,4	23,0	—	—	—	49,2	35,1	15,7	
szuwarowych	—	—	—	90,5	9,5	—	—	—	—	83,3	11,1	5,6	—	—	—	84,6	12,8	2,6	
olesowych	60,0	33,3	6,7	87,0	10,6	2,4	72,7	18,2	9,1	61,5	23,1	15,4	—	—	—	77,4	17,6	5,0	
Stopień zmruszenia:																			
MtI	77,8	18,5	3,7	—	—	—	95,2	4,8	—	53,4	13,3	33,3	—	—	—	83,4	11,3	5,3	
MtII	65,7	31,4	2,9	86,2	11,8	2,0	74,3	17,1	8,6	71,7	18,8	9,5	—	—	—	79,3	16,4	4,3	
MtIII	—	—	—	95,0	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95,0	5,0	—	
Mineralno-murszowa	—	—	—	61,9	33,3	4,8	—	—	—	45,2	42,0	12,8	—	—	—	76,9	17,3	5,8	
Gleby ogółem	61,2	24,4	4,4	84,4	13,5	2,1	87,7	9,2	3,1	60,4	24,7	14,9	—	—	—	77,6	17,0	5,4	

I, II, III — przedziały zawartości Cu (ppm): do 5, od 5 do 7,5, powyżej 7,5.

ność miedzi. Dalszy wzrost humifikacji i związane z tym powstawanie związków chemicznych o bardziej złożonej budowie powoduje silne wiązanie tego pierwiastka i spadek jego przyswajalności.

Badane siana zawierały dostateczne ilości manganu (tab. 8). Jedyne na Kuwasach nieco więcej próbek (17%) zawierało go poniżej minimum. Wydaje się, że siana z torfów mechowiskowych były najzasobniejsze w ten składnik, natomiast siana z torfów olesowych miały go zwykle najmniej. Przy wzroście zmurszenia gleby zwiększała się liczba próbek siana o niższej zawartości manganu.

Zawartość cynku (tab. 4) oznaczona w sianach z dwóch obiektów, wskazuje na duży jego deficyt. W górnej Biebrzy 80% próbek sian było niedoborowych pod względem tego składnika. Z porównania sian pochodzących z różnych siedlisk wynika, że większy deficyt cynku występuje w sianach z gleb silniej zmurszałych.

Zawartość żelaza (tab. 9) jest na ogół wystarczająca. Siana o zawartości Fe poniżej przyjmowanego minimum stanowią w większości wypadków jedynie kilka procent próbek. Z sian pochodzących z gleb silniej zmurszałych procent próbek o niskiej zawartości Fe był większy, pomimo że gleby te są z reguły bardziej zasobne w żelazo niż gleby słabo zmurszałe. Nie stwierdzono wyraźnej zależności między zawartością Fe w sianie a rodzajem torfu stanowiącego utwór macierzysty gleby, z której siano to pochodziło. Można przypuszczać, że ewentualny niedobór żelaza dla roślin ujawni się przede wszystkim na glebach wytworzonych z torfów mechowiskowych.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Z przedstawionego przeglądu danych charakteryzujących skład chemiczny siana z czterech torfowisk wynika, że uchwycenie związku pomiędzy zawartością składników mineralnych w sianie a rodzajem gleby torfowej nie jest łatwe. Nie ma wyraźnych zależności, które pozwoliłyby na prognozowanie ewentualnych niedoborów składników w sianie na podstawie rodzaju gleby. Niedobory te mogą wystąpić na różnych glebach torfowych w zależności od lokalnych różnic pomiędzy siedliskami torfowymi.

Jak wiadomo z istniejących danych, gleby wytworzone z torfów niskich mają dużo wapnia, stosunkowo dużo magnezu, często dużo fosforu, przeważnie dużo żelaza i manganu. Natomiast mają mało potasu, sodu, miedzi i cynku. Niedobór w sianie tych składników, które w glebie występują w małych ilościach, często śladowych, jest zrozumiały i nakazuje odpowiednie postępowanie przy nawożeniu. Zaopatrzenie się roślin w te składniki z zasobów gleby jest możliwe tylko na glebach intensywnie przez wiele lat nawożonych, w których zgromadziły się ich pewne zapasy.

Natomiast inaczej i bardziej skomplikowane przedstawia się sprawa składników, których w glebie jest dużo, a mimo to występują ich niedobory w sianie.

Tabela 8

Zawartość manganu (w ppm) w sianach z różnych rodzajów gleb torfowych (w % ogólnej liczby badanych próbek w trzech przedziałach zawartości)

Gleba	Torfowisko												Łącznie		
	górna Biebrza			Kuwasy			Wizna			górnny Nurzec					
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Wytworzona z torfów:															
mechowiskowych	12,0	44,0	44,0	7,1	85,8	7,1	—	73,4	26,6	—	—	—	—	—	—
turzycowiskowych	2,0	88,0	14,0	25,0	75,0	—	2,9	76,5	20,6	—	80,7	19,3	5,9	79,8	14,3
szuwarowych	—	—	—	9,5	90,5	—	—	—	—	—	88,9	11,1	5,1	89,8	5,1
olesowych	20,0	66,6	13,4	18,8	71,8	9,4	3,0	81,9	15,1	—	84,6	15,4	12,6	75,5	11,9
Stopień zmruszenia:															
MtI	7,4	68,5	24,1	—	—	—	1,6	74,6	23,9	—	66,7	33,3	3,8	71,2	25,0
MtII	2,9	74,2	22,9	15,8	77,0	7,2	2,9	82,8	14,3	—	88,7	11,3	9,5	79,6	10,9
MtIII	—	—	—	15,0	85,0	—	—	—	—	—	—	—	15,0	85,0	—
Mineralno-murszowa	—	—	—	28,6	66,6	4,8	—	—	—	—	64,5	35,5	11,5	65,4	23,1
Gleby ogółem	7,8	70,0	22,2	17,1	76,7	6,2	2,0	77,6	20,4	—	78,2	21,8	8,7	76,1	15,2

I, II, III — przedziały zawartości Mn (ppm): do 50, od 50 do 150, ponad 150

Tabela 9

Zawartość żelaza (w ppm) w sianach z różnych rodzajów gleb torfowych (w % ogólnej liczby próbek w trzech przedziałach zawartości)

Gleba	Torfowisko												Łącznie					
	górna Biebrza			Kuwały			Wizna			górný Nurzec								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
Wytworzona z torfów:																		
mechowiskowych	12,0	84,0	4,0	2,4	83,3	14,3	—	60,0	40,0	—	—	—	—	—	—	4,1	76,3	19,6
turzcówiskowych	8,0	86,0	6,0	4,2	83,3	12,5	—	47,1	52,9	—	—	50,0	50,0	—	—	3,8	68,6	27,6
szuwarowych	—	—	—	—	95,2	4,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71,8	28,2
olesowych	6,7	93,3	—	5,9	80,0	14,1	6,1	51,5	42,4	3,9	61,5	34,6	—	—	—	5,7	72,3	22,0
Stopień zmurszenia:																		
MtI	5,6	90,7	3,7	—	—	—	—	54,0	46,0	—	—	86,6	13,4	—	—	2,3	72,7	25,0
MtII	14,3	80,0	5,7	4,6	82,2	13,2	5,7	48,6	45,7	1,9	45,3	52,8	—	—	—	5,5	70,5	24,0
MtIII	—	—	—	—	90,0	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90,0	10,0
Mineralno-murszowa	—	—	—	4,8	80,9	14,3	—	—	—	—	—	38,7	58,1	—	—	3,8	55,8	40,4
Gleby ogółem	8,9	86,7	4,4	4,2	82,9	12,9	2,1	52,0	45,9	2,0	48,5	49,5	—	—	—	4,2	75,7	20,1

I, II, III — przedziały zawartości Fe (ppm): do 100, od 100 do 200, powyżej 200.

Dotyczy to przede wszystkim wapnia i magnezu, a w pewnym stopniu także fosforu i tych mikroelementów, które akumulują się wskutek nawożenia, jak na przykład miedzi. Wyniki badań wskazują, że pobieranie składników nie jest uzależnione wyłącznie od ich ilości w glebie. Zagadnienie to było analizowane szczególnie w odniesieniu do sian z torfowiska Kuwasy, dla których obliczono statystycznie współczynniki korelacji między zawartością badanych pierwiastków w glebie i sianie [11]. W stosunku do sodu, wapnia i manganu korelacji takiej nie stwierdzono. W wypadku magnezu, żelaza, cynku i fosforu korelacja była istotna, ale wartość współczynnika r była niska. Znacznie wyższe zależności stwierdzono dla potasu i miedzi.

Jak wynika z tych danych pobieranie wapnia i magnezu, a także fosforu nie jest ściśle związane z zawartością tych składników w glebie. Może więc wystąpić ich niedobór w sianie nawet przy dużej ilości w glebie.

Jest znaczna liczba danych na temat pobierania fosforu przez roślinność łąkową oraz możliwości zapewnienia odpowiednich plonów przez nawożenie, mniej zaś na temat zaopatrzenia roślin na glebach torfowych w wapń i magnez. Dotychczas nie uważano za potrzebne nawożenie łąk na glebach torfowych tymi składnikami, ponieważ wyniki analiz wykazały zarówno duże ich ilości w glebie jak i odpowiedni jej odczyn. Obecnie jednak wyniki analiz siana sygnalizują konieczność zwrócenia uwagi na zaopatrzenie roślinności łąkowej w te składniki, co może prowadzić do ustalenia nowych zasad nawożenia. Dotyczy to szczególnie magnezu. Konieczne jest również szczegółowe zbadanie, jakie ilości wapnia powinno zawierać siano pełnowartościowe z żywieniowego punktu widzenia.

Niektórzy autorzy obecnie sugerują, że siano traktowane jako niedoborowe, o zawartości CaO poniżej 1%, faktycznie zawierają ilość tego składnika dostateczną dla bydła. Powinno to być rozstrzygnięte przez badania żywieniowe.

Wydaje się, że gleby torfowe należy badać nie tylko z punktu widzenia ich zasobności w składniki mineralne, lecz głównie zdolności sorpcyjnych, decydujących o stopniu wykorzystania nawozów. Zdolności te zmieniają się zarówno w zależności od rodzaju utworu torfowego, jak też od stadium nasilenia procesu glebowego, powiązanego ze stanem odwodnienia gleb oraz sposobem ich użytkowania.

WNIOSKI

Wnioski wynikające z analizy zawartości składników mineralnych w sianach pochodzących z różnych gleb torfowych można ująć następująco:

1. Zależność między rodzajem gleb torfowych a zawartością składników mineralnych w sianach z nich pochodzących nie jest na tyle wyraźna, aby można było na jej podstawie przewidywać skład chemiczny siana z punktu widzenia niedoboru składników.

2. Można ogólnie stwierdzić, że proces murszenia torfu powoduje silniejsze wiązanie składników mineralnych przez glebę, a tym samym wpływa w pewnym stopniu obniżająco na zawartość tych składników w sianie. Tym samym można

twierdzić, że istnieje pewien związek między zawartością składników w sianie a rodzajem gleby, wyróżnionym na podstawie stanu zaawansowania procesu murszenia torfu.

3. Gleby z torfów słabiej rozłożonych, szczególnie mechowiskowych i turzycowiskowych, w mniejszym stopniu wiążą dodane do nich, względnie wyzwalające się w wyniku mineralizacji, składniki mineralne. Tym samym pobieranie tych składników przez roślinność łąkową jest nieco łatwiejsza, a ich zawartość w sianie nieco wyższa.

4. Duże zróżnicowanie zawartości składników mineralnych, występujące w sianach z gleb torfowych, jest uwarunkowane zasobnością tych gleb, ściśle związaną z nawożeniem oraz z migracją składników z terenów przyległych do torfowiska, zwłaszcza fosforu.

5. Jakość siana, związana z zawartością w nim składników mineralnych, musi być kontrolowana na podstawie analiz chemicznych materiału roślinnego. W obecnym stanie wiedzy nie można określić stanu zaopatrzenia roślinności łąkowej w te składniki wyłącznie na podstawie analizy gleby.

LITERATURA

1. Gotkiewicz J., Brzezicki M., Czech W.: Zasobność gleb torfowiska Kuwasy w fosfor i potas oraz zawartość składników pokarmowych w sianie. Wiad. IMUZ t. 12:1974 z. 1.
2. Gotkiewicz J., Kowalczyk Z., Okruszko H.: Przebieg mineralizacji związków azotu i węgla w podstawowych rodzajach murszów torfowych o zróżnicowanych stosunkach powietrzno-wodnych. Roczn. Nauk rol. Ser. F t. 79:1975 z. 1.
3. Moskal S., Okruszko H.: Sorpcja fosforu nawozowego i jego dostępność dla traw w różnych glebach torfowych. Roczn. Nauk rol. Ser. F t. 78:1971 z. 1.
4. Okruszko H.: Ocena plonów siana z trzech meliorowanych torfowisk. Wiad. IMUZ t. 4:1966 z. 1.
5. Okruszko H.: Tło przyrodnicze poczynań melioracyjnych i łąkarskich na obiekcie Wizna. W: Organizacja gospodarstw łąkowych na terenach pobagiennych na przykładzie obiektu Wizna. Falenty 1969 Mat. sem. IMUZ nr 7.
6. Okruszko H., Choromańska D.: Zawartość składników mineralnych w sianie z zasobnych w fosfor gleb murszowych w dolinie Górnego Nurca. Wiad. IMUZ t. 12:1974 z. 1.
7. Okruszko H., Churski T.: Charakterystyka gleb hydrogenicznych RZB Biebrza. W: Użytkowanie gleb torfowych i torfu. Wyniki doświadczeń RZB Biebrza 1964—1968. Warszawa 1970 Bibl. Wiad. IMUZ nr 33.
8. Okruszko H., Churski T.: Wpływ 20-letniego użytkowania na gleby torfowiska Kuwasy. Warszawa 1974. Bibl. Wiad. IMUZ nr 47.
9. Okruszko H., Gotkiewicz J., Kasjanowicz W.: Zawartość składników mineralnych w sianie w zależności od rodzaju gleb torfowiska Bagno Wizna. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 175.
10. Okruszko H., Gotkiewicz J., Sapek A.: Zawartość składników mineralnych w sianie pochodzącym z gleb torfowo-murszowych w dolinie Górnej Biebrzy. Wiad. IMUZ t. 12:1974 z. 2.
11. Okruszko H., Sapek A.: Zawartość składników w sianie z torfowiska Kuwasy w zależności od zasobności gleby. Warszawa 1974 Bibl. Wiad. IMUZ nr 47.
12. Okruszko H., Szuniewicz K.: Wpływ nawożenia na zawartość fosforu oraz stosunek fosforu do wapnia w sianie z gleb torfowych. Wiad. IMUZ t. 7:1969 z. 3.
13. Okruszko H., Szuniewicz J.: Zróżnicowanie gleb torfowych pod względem właściwości fizyczno-wodnych. Torf Biul. inf. 1972 nr 3.

14. Okruszko H., Zawodzińska G.: Zasobność gleb torfowych województwa białostockiego w fosfor i potas, określona metodą wyciągów w 0,5n HCl. Wiad. IMUZ t. 12:1974 z. 1.
15. Walczyna J., Sapek A., Kuczyńska I.: Niedobory mikroelementów w sianie ze zmeliorowanych gleb organicznych środkowej i północnej Polski. Wiad. IMUZ 1972 t. 10 z. 4.
16. Walczyna J., Smyjewski K., Sapek A.: Niedobory makroelementów w sianach ze zmeliorowanych gleb organicznych środkowej i północnej Polski. Wiad. IMUZ t. 10:1971 z. 1.

G. Okruszko, S. Liwski

ОБРАЗОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СЕНАХ С РАЗЛИЧНЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

Резюме

Ввиду наличия симптомов дефицита некоторых макро- и микроэлементов в торфяных почвах, в 1971 г. были начаты исследования для определения соотношения между усвояемостью для растений минеральных элементов с одной стороны и их содержанием в сене с другой. Установлено, что связь между видом торфяных почв и содержанием минеральных элементов в сене настолько тесная, что на ее основании можно предусматривать дефициты отдельных минеральных элементов, какие могут появляться в разного вида почвах. Процесс муршения приводит к повышению сорбции минеральных элементов в почве, вызывая сокращения количества усвояемых растениями форм. Сено с почв образованных из более слабо разложенных торфов, особенно моховых и осоковых, более богатое питательными элементами в связи с их более высокой усвояемостью в почве.

Сорбционная способность торфяных почв обусловлена также степенью использования удобрений, тем не менее содержание минеральных элементов в сене зависит в высокой степени от удобрения и перемещения минеральных элементов с площадей смежных с данным торфяником. Это особенно касается фосфора.

H. Okruszko, S. Liwski

FORMATION OF THE CONTENT OF MINERAL ELEMENTS IN HAY FROM DIFFERENT PEAT SOILS

Summary

In connection with the deficiency symptoms of some major and minor elements in grassland fodder from peat soils, investigations were started in 1971 aiming at determination of a relationship between the differentiation of peat soils and the availability of mineral elements on the one hand and their content in hay on the other. It has been found that the relationship between the peat soil kind and the content of mineral elements in hay is close as far that it can constitute a basis for forecasting deficiencies of particular elements which can occur in various soil kinds. The mucking process leads to more intensive sorption of mineral elements in soil, reducing thus the amount of available forms. Hay from soil developed from more weakly decomposed peats, particularly from moss and sedge peats, is richer in nutrients owing to their higher availability in soil.

The sorption capacity of peat soils determine also the utilization degree of fertilizers by plants; non the less, the content of mineral elements in hay depends to a considerable extent on fertilization and migration of the elements from areas adjoining the given peatland. It is valid particularly in relation to phosphorus.