

FRANCISZEK MACIAK, STEFAN LIWSKI

DYNAMIKA SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH (NPK) NA UPRAWIANYM TORFOWISKU

Katedra Torfoznawstwa SGGW, Warszawa

WSTĘP

Zarówno pod względem zawartości składników pokarmowych, jak ich zachowania gleby torfowe wyraźnie różnią się od gleb mineralnych. Różnice te dotyczą szczególnie trzech podstawowych składników, niezbędnych w odżywianiu roślin, tj. N, P i K.

Jak wiadomo, torfy odznaczają się wysoką zawartością azotu, bardzo niską potasu i średnią lub poniżej średniej fosforu. Azot, a także w przeważającej mierze i fosfor, znajdują się głównie w połączeniach organicznych, dostępnych dla roślin po mineralizacji masy organicznej. Mineralizacja masy torfowej następuje jednak wolno i praktycznie przy intensywnej gospodarce uprawowej; w większości przypadków gleby torfowe potrzebują nawożenia azotem i fosforem. Jeśliby nawet istniały obawy co do potrzeby stosowania nawożenia azotowego, to bez wątplenia gleby torfowe wymagają stałego nawożenia potasowego wysokimi dawkami. Wynika to nie tylko z niewielkiej ilości tego składnika w glebie (0,05—0,1% s.m.), ale także z łatwości wymywania potasu przez wody w głąb profilu torfowego.

Układ gleby torfowej, odznaczającej się dużą wilgotnością i zmiennością zwierciadła wody gruntowej, sprzyja stosunkowo szybkiemu przemieszczaniu się w głąb profilu nie tylko potasu, ale także azotu (NO_3 , NH_3) i fosforu [4, 5, 7]. Straty wymienionych składników pokarmowych w glebie zależą przede wszystkim od jej struktury, długotrwałości i rozkładu opadów [1, 2, 3] oraz od tego, czy gleba jest pokryta roślinnością [6, 8, 10].

Z poprzednich doświadczeń [4, 5], wykonanych na spreparowanych kolumnach z gleby torfowej, wynika, że przemieszczanie się azotu mineralnego, potasu, a także fosforu uzależnione jest wyraźnie od wilgotności gleby; wraz ze zwiększeniem dawek wody w glebie następowało intensywniejsze przemieszczanie się tych składników w głąb profilu. Z doświadczeń polowych wymienionych autorów [5] wynika także wyraźne nasilenie przemieszczania się potasu z warstwy wierzchniej w głąb profilu. Już po 32 dniach doświadczenia stwierdzono bowiem zwiększone ilości potasu na głębokości 0,50 m.

Mniejsze przemieszczenie stwierdzono natomiast dla azotu i fosforu. Wypływa to prawdopodobnie z faktu dużych właściwości sorpcyjnych gleb torfowych w stosunku do azotu w formie amonowej i do fosforu. Jak wynika bowiem z literatury [2, 6], kumulacja fosforu następuje głównie w wierzchnich warstwach gleby i dopiero przy dużych dawkach nawozowych obserwuje się znaczne przenikanie tego składnika w głąb profilu [2, 10].

W pracy przedstawiono wyniki doświadczeń polowych, wykonanych na glebie torfowej z dużymi dawkami azotu, potasu i fosforu. Zbadano intensywność przenikania tych składników oraz wyliczono ich bilans w glebie bez pokrycia i pokrytej roślinnością.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania wykonano na torfowisku niskim Żuławka (woj. bydgoskie). Na dokładnie uprawionym torfowisku wycięto mikroplotka wielkości 4 m² (2×2) według kombinacji:

- 0 — nie obsiane i nie nawożone,
- NPK — nie obsiane,
- 0 — obsiane trawami, nie nawożone,
- NPK — obsiane trawami,
- 0 — obsiane słonecznikiem, nie nawożone,
- NPK — obsiane słonecznikiem,
- NPK+mikroelementy — nie obsiane,
- NPK+mikroelementy — obsiane trawami,
- NPK+siarka (S) — nie obsiane,
- NPK+siarka (S) — obsiane trawami.

Zastosowano następujące nawożenie:

- N — 400 kg/ha w postaci (NH₄)₂SO₄,
- P₂O₅ — 400 kg/ha w postaci superfosfatu,
- K₂O — 800 kg/ha w postaci soli potasowej,
- CuSO₄·5H₂O — 400 kg/ha,

$MnSO_4 \cdot 5H_2O$ — 100 kg/ha,
 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ — 30 kg/ha,
 $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ — 10 kg/ha,
S — 800 kg/ha.

Próbki torfu z poletek 0 i nawożonych NPK pobrano 9.V (na początku doświadczenia) oraz 8.VII i 26.IX, a ze wszystkich pozostałych kombinacji zarówno obsianych, jak i nie obsianych — w terminach 8.VII i 26.IX.

Próbki pobierano świdrem komorowym Hillera z głębokości 0—5, 5—10, 10—15, 15—20, 20—25, 25—35 i 35—50 cm. Pobrane z kilku miejsc poletka próbki mieszano i w powietrznie suchej masie określano zawartość azotu mineralnego ($N-NH_4 + N-NO_3$) oraz fosforu i potasu przyswajalnego.

Doświadczenie założono w trzech powtórzeniach 9.V.1966 r. Sprzętu traw dokonano 8.VII (I pokos) i 26.IX (II pokos), słonecznika zaś — 26.IX.

Jeśli chodzi o zastosowane metody analiz, to

— skład botaniczny i stopień rozkładu torfu oznaczono metodą mikroskopową,

— pH torfów (w H_2O) potencjometrycznie przy użyciu elektrody szklanej,

— popiół surowy przez spalenie torfu w temperaturze $550^\circ C$,

— azot amonowy — kolorymetrycznie metodą Nesslera w przesączu 1-procentowego K_2SO_4 ,

— azot azotanowy — kolorymetrycznie metodą disulfofenolową w przesączu 1-procentowego K_2SO_4 ,

— potas w przesączu 0,5 n HCl metodą fotopłomieniową,

— fosfor w przesączu 0,5 n HCl kolorymetrycznie przy użyciu fotorexu.

WYNIKI BADAŃ

BOTANICZNA I CHEMICZNA CHARAKTERYSTYKA TORFÓW

Z danych tab. 1 wynika, że pod względem gatunkowym torf w Żuławce jest dość jednolity. Występuje tu torf turzycowy ze znaczną domieszką roślin zielnych w warstwie wierzchniej. Stopień rozkładu torfu należy uznać za dość wysoki, gdyż waha się w granicach 40—55%. Wierzchnia 25-centymetrowa warstwa gleby torfowej ma znaczne zamulenie, na co wskazuje wysoka popielność (42,32—51,77%). Torfy te są średnio zasobne w fosfor (0,28—0,45% s.m.) i azot (2,25—3,46% s.m.), a ubogie pod względem zawartości potasu (0,043—0,073% s.m.). Odczyn

T a b e l a 1

Chemiczna charakterystyka torfów z Żuławki
Chemical characteristics of peats from Żuławka

Miąższość torfu w cm Peat layer thickness cm	Gatunek torfu Peat species	Stopień rozkładu w % Decomposition degree	pH w H ₂ O pH in H ₂ O	W % s.m. - In % d.m.				
				popiół surowy crude ash	popiół czysty pure ash	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-5	Carex-Graminal	40	7,5	49,10	14,00	2,26	0,45	0,073
5-10	Carex-Graminal	40	7,5	47,33	14,38	2,25	0,42	0,078
10-15	Carex-Graminal	40	7,6	51,77	15,40	2,42	0,40	0,077
15-20	Carex	44	7,4	43,03	12,35	2,30	0,36	0,055
20-25	Carex	50	7,3	42,32	12,17	2,59	0,35	0,048
25-35	Carex	50	6,9	19,01	12,15	3,15	0,29	0,055
35-50	Carex	55	6,8	11,94	10,80	3,46	0,28	0,043

T a b e l a 2

Zawartość azotu mineralnego w 0,50 m warstwie gleby torfowej /mg/100 g s.m./
Mineral nitrogen content in 0.50 m peat soil layer /in mg/100 g of d.m. of soil/

Kombinacje nawozowe Fertilization variant	9.V			8.VII			26.IX		
	N-NO ₃	N-NH ₃	suma sum	N-NO ₃	N-NH ₃	suma sum	N-NO ₃	N-NH ₃	suma sum
0	10,1	25,0	35,1	16,1	49,1	65,2	26,8	48,5	75,3
NPK	10,1	52,1	62,1	29,0	43,9	72,9	42,3	38,3	80,6
0 - obsiane trawami 0 - sown with grasses	-	-	-	13,4	33,4	46,8	27,3	38,1	65,4
NPK - obsiane trawami NPK - sown with grasses	-	-	-	19,0	43,9	62,9	27,8	40,3	68,1
0 - obsiane słonecznikiem 0 - sown with sunflower	-	-	-	11,9	31,2	43,1	23,1	31,0	54,1
NPK - obsiane słonecznikiem NPK - sown with sunflower	-	-	-	15,3	44,3	59,6	21,3	38,4	59,7
NPK + mikroelementy NPK + trace elements	-	-	-	34,6	43,3	77,9	45,7	38,9	84,6
NPK + mikroelementy, obsiane trawami NPK + trace elements, sown with grasses	-	-	-	23,8	51,8	75,6	30,8	51,2	82,0
NPK + siarka NPK + sulphur	-	-	-	32,9	55,5	88,4	45,8	44,9	90,7
NPK + siarka, obsiane trawami NPK + sulphur, sown with grasses	-	-	-	21,5	56,6	77,1	24,7	55,1	79,8

wierzchnich warstw torfu jest słabo alkaliczny, pH waha się w granicach 7,3—7,6, natomiast w głębszych warstwach złoża pH jest nieco niższe (6,8—6,9).

DYNAMIKA AZOTU MINERALNEGO

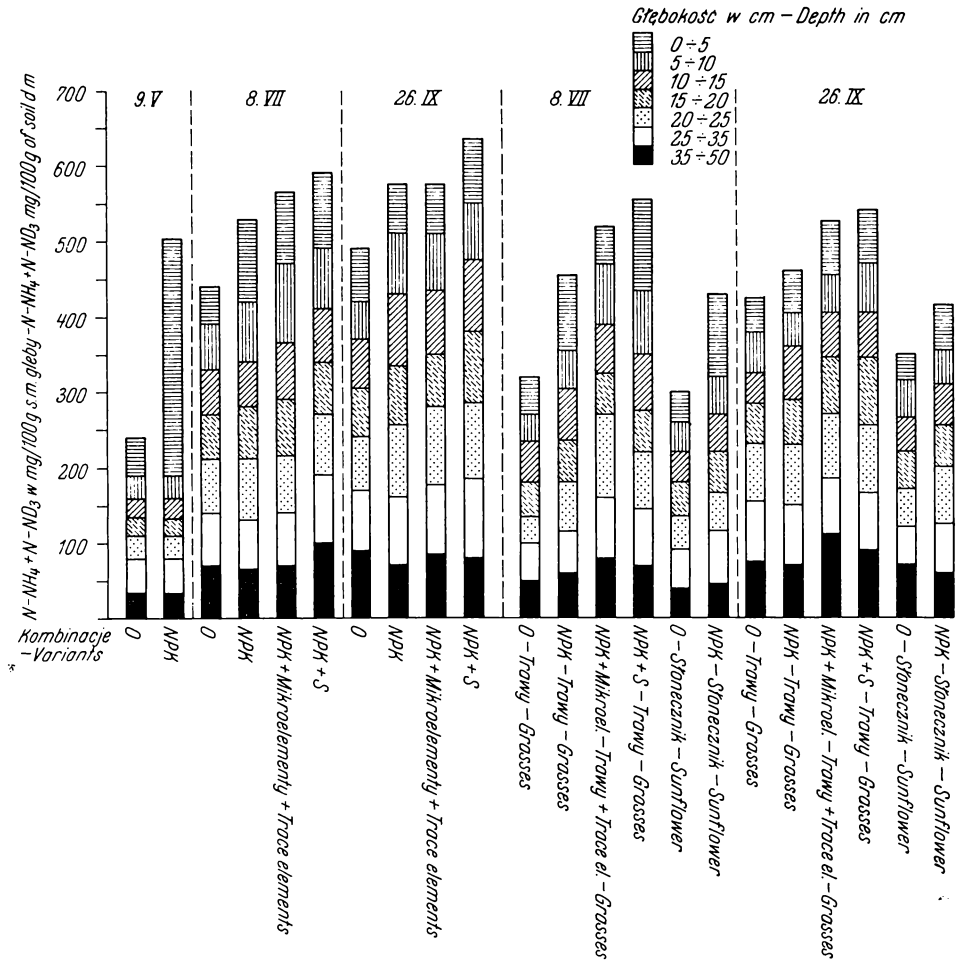
Analizując kolejno poszczególne poletka nie nawożone i nawożone należy stwierdzić różnice w zawartości azotu mineralnego. Na kombinacjach 0 nie obsianych zawartość azotu mineralnego ($N-NO_3 + N-NH_4$) ulegała zmianom w zależności od terminu pobierania próbek (okres wegetacyjny). Średnia zawartość azotu mineralnego w 50-centymetrowej warstwie torfu w okresie początkowym (9.V) wynosi 35 mg/100 g i jest prawie o połowę mniejsza od zawartości w okresie letnim (tab. 2).

W okresie późniejszym przyrost azotu mineralnego następuje znacznie szybciej, tak że całkowita ilość tego składnika przy końcu wegetacji (26.IX) kształtuje się na wysokości 75,3 mg. Jak widać z rys. 1, przyrost azotu mineralnego występował w całej 50-centymetrowej warstwie gleby jako wynik mineralizacji masy organicznej torfu.

Na tle kombinacji 0 poletek nie obsianych nieco inaczej układają się wartości dla kombinacji 0 poletek obsianych trawami i słonecznikiem. Ilości azotu mineralnego w glebie po sprzęcie obu roślin są mniejsze niż na podobnych kombinacjach bez roślin. Różnice te dla kombinacji po sprzęcie traw I pokosu wynoszą 18,4 mg, po sprzęcie II pokosu — ok. 9,9 mg, różnice zaś dla słonecznika w obu terminach wynoszą ok. 20 mg/100 g s.m. torfu. Dodatek nawozów azotowych spowodował zwiększenie N-mineralnego w badanej warstwie gleby. Na początku uwidacznia się to szczególnie w 5-centymetrowej warstwie wierzchniej. W okresie późniejszym różnice te zacierają się, przez cały jednak okres badań zarówno w terminie 8.VII, jak i 26.IX we wszystkich głębszych badanych warstwach gleby zawartość azotu mineralnego wzrasta. Wskazuje to na przesuwanie się azotu w głąb profilu, a także na zwiększanie się jego ilości wskutek mineralizacji masy organicznej torfu.

Dodatek mikroelementów (B, Co, Cu, Mn) do nawożenia podstawowego (NPK) po drugim okresie badań (8.VII) wywołał nieznacznąwyżkę azotu mineralnego w warstwach 0—5, 5—10 i 10—15 cm. W okresie końcowym badań (26.IX) ogólne zawartości azotu mineralnego w 50-centymetrowej warstwie są podobne do ilości uzyskanych w środku sezonu wegetacyjnego (8.VII).

Dodatek siarki do kombinacji nawożonej (NPK) zarówno w drugim, jak i w trzecim okresie wywołał zwiększenie azotu mineralnego. Wi-doczne jest to szczególnie w warstwach głębszych złoża torfowego (25—



Rys. 1. Przemieszczenie się azotu mineralnego w wierzchniej 50-centymetrowej warstwie gleby torfowej

Mineral nitrogen dislocation in upper 50 cm peat soil layer

35 cm i 35—50 cm). Różnice te dla całej 50-centymetrowej warstwy gleby w porównaniu do kombinacji bez siarki dochodzą do 15,5 mg azotu mineralnego na 100 g s.m.

Z powyższego wynika więc, że obniżenie pH przez dodatek siarki wywołało zwiększenie azotu mineralnego w glebie. Rozpatrując z kolei kombinacje poletkowe obsiane trawami i słonecznikiem należy stwierdzić zmniejszenie ilości azotu mineralnego w glebie w stosunku do kombinacji nie obsianych, nawożonych NPK. Jednakże w ciągu okresu wegetacyjnego (po I pokosie) ustala się pewna równowaga w zawartości składników

azotowych, utrzymująca się następnie na jednakowym poziomie do końca wegetacji. Jak widać, zaopatrzenie roślin w dostępny azot odbywa się kosztem mineralizacji azotu organicznego torfu.

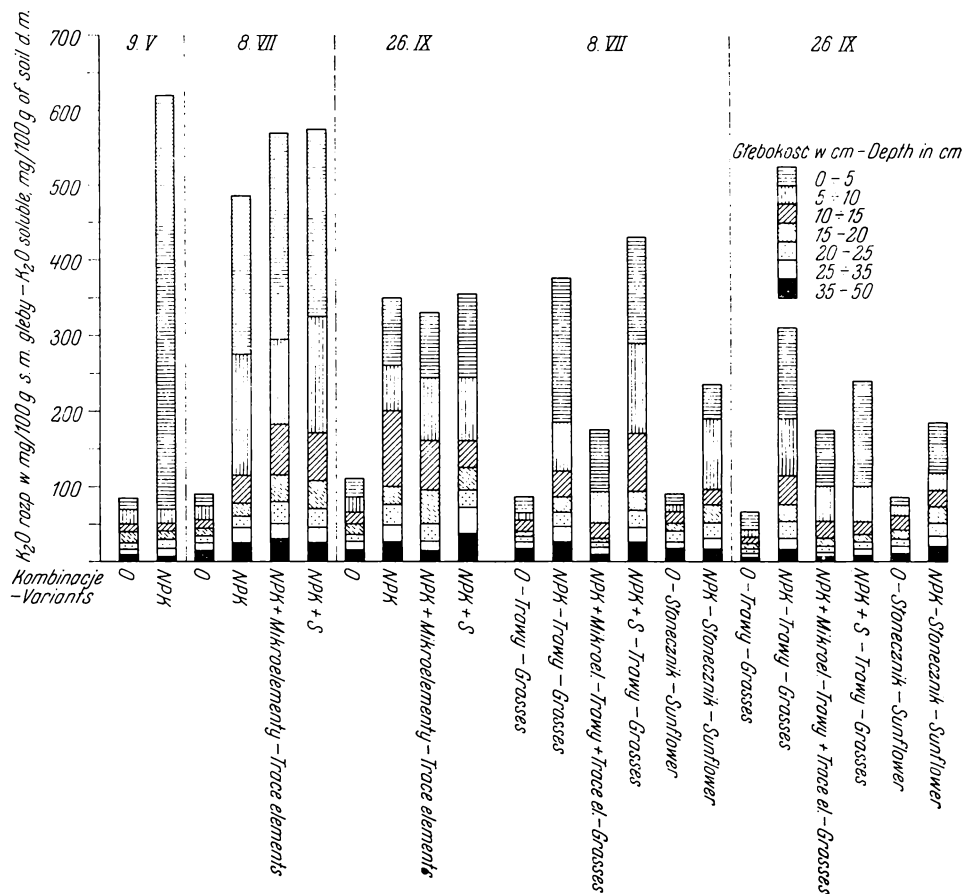
Interesujący jest fakt, że dodatek mikroelementów i siarki zwiększył ogólną zawartość azotu mineralnego w glebie również pod trawami osiągając wartości nieco wyższe niż w kombinacjach NPK bez roślin.

W zależności od kombinacji i okresu wegetacyjnego istnieją różnice zarówno w ilości azotu azotanowego, jak i amonowego (tab. 2). Na początku badań (9.V) dla kombinacji 0 zawartość azotu azotanowego wynosiła 10,1 mg/100 g s.m. gleby, azotu amonowego — 25,0 mg. W okresie późniejszym (8.VII) ilość obu form na kombinacji 0 ulegała powiększeniu prawie dwukrotnemu. Azot azotanowy wzrastał także przy końcu wegetacji (26.IX) osiągając wysokość 26,8 mg/100 g s.m. Również prawie we wszystkich pozostałych kombinacjach w 50-centymetrowej warstwie gleby następowało zwiększenie zawartości azotanów w glebie, a zmniejszenie zawartości amoniaku. Na wzmożenie nityfikacji wyraźnie wpłynął dodatek mikroelementów i siarki. Natomiast większe nagromadzenie amoniaku można zaobserwować w kombinacjach obsianych.

DYNAMIKA POTASU

Zawartość wprowadzonego do gleby potasu po 2 miesiącach znacznie się zmniejszyła (rys. 2). W tym okresie wskutek przemieszczenia zwiększone ilości potasu zanotowano we wszystkich badanych warstwach (0,50 m) profilu. Najwięcej potasu przemieściło się do warstwy 5—10 cm i 10—15 cm. W ostatnim okresie badań (26.IX) notowano także zwiększone ilości K_2O w głębszych warstwach złoża torfowego, ale równocześnie na wszystkich kombinacjach nawożonych, a nie obsianych ogólna zawartość potasu rozpuszczalnego uległa zmniejszeniu (tab. 3). W momencie założenia doświadczenia (9.V) średnia zawartość K_2O w 50-centymetrowej warstwie gleby wynosiła 64,0 mg/100 g s.m. Po 4,5 miesiąca ilość potasu uległa zmniejszeniu: w kombinacji NPK o 23,0 mg, w kombinacji NPK + mikroelementy o 27,8 mg i w kombinacji NPK + S o 20,0 mg/100 g s.m.

Obniżenie zawartości potasu w badanej warstwie gleby nie obsianej mogło być wywołane przemieszczaniem się tego składnika do warstw głębszych (poniżej 50 cm) lub zostało spowodowane sorpcją biologiczną. Niezbyt jasny jest fakt, że w kombinacjach nawożonych potasem z dodatkiem mikroelementów i siarki w środkowym okresie wegetacji (8.VII) nastąpił niewielki wzrost rozpuszczalnego potasu. Z rysunku 2 wynika, że rośliny w dużym stopniu wyczerpały potas. Na poletkach nie nawożonych



Rys. 2. Przemieszczanie się potasu w wierzchniej 50-centymetrowej warstwie gleby torfowej

Potassium dislocation in upper 50 cm peat soil layer

zawartość potasu uległa zmniejszeniu w warstwie 50-centymetrowej z 13,1 (nie obsiane trawami) do 8,2 mg/100 g (obsiane trawami).

Szczególnie widoczne jest zmniejszenie rozpuszczalnego potasu na kombinacjach NPK obsianych słonecznikiem i NPK + mikroelementy obsianych trawami. Natomiast na kombinacji NPK + S obsianej trawami obniżenie zawartości potasu w profilu było stosunkowo mniejsze.

DYNAMIKA FOSFORU

Dynamika fosforu przedstawia się nieco inaczej niż dynamika potasu. Badane torfy i bez nawożenia odznaczają się wysoką zawartością fosforu

rozpuszczalnego (rys. 3 i tab. 3). Kombinacje 0 mają w warstwie 50-centymetrowej gleby do 165,5 mg P_2O_5 na 100 g s.m.

Nawożenie gleby torfowej fosforem zwiększyło zawartość tego składnika szczególnie w warstwie wierzchniej powodując następnie przemieszczanie się P_2O_5 w głąb profilu przede wszystkim do warstwy 5—10 cm. Ten stan utrzymuje się mniej więcej do końca okresu badań.

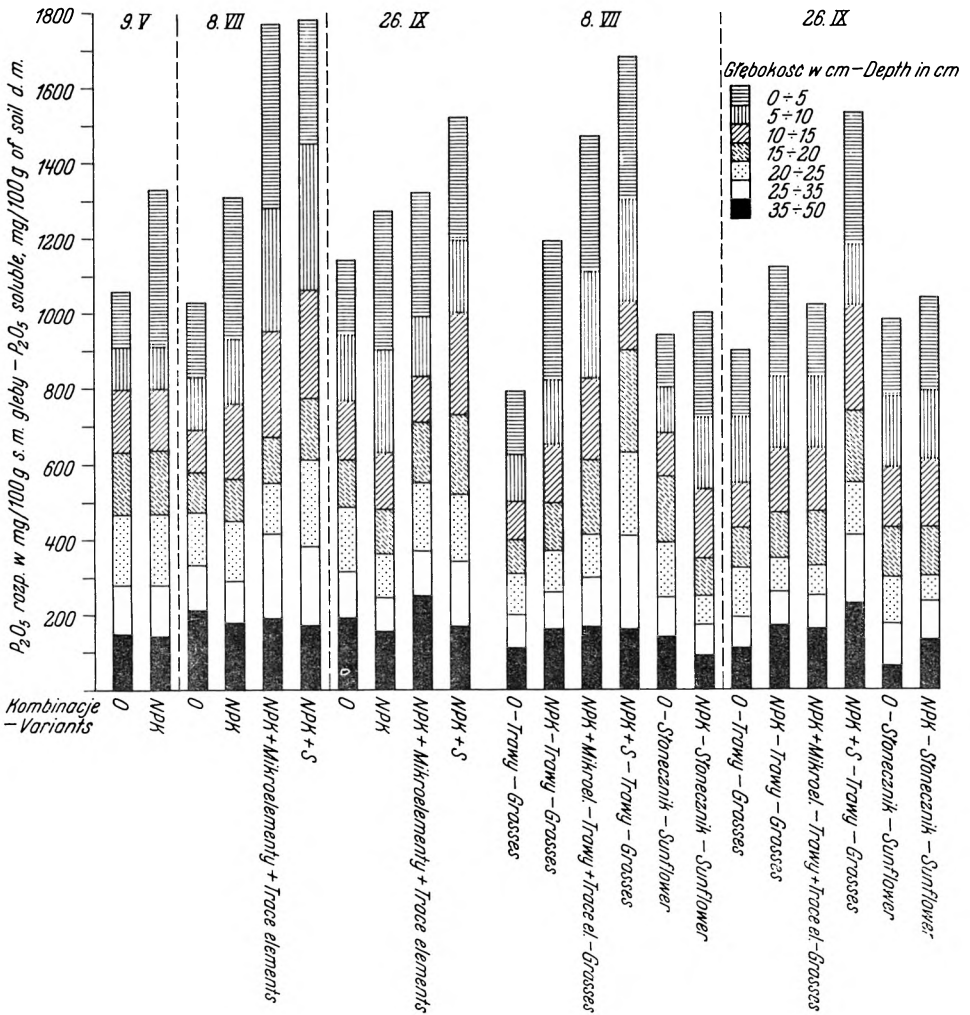
Znamienny jest fakt, że pod wpływem dodatku mikroelementów oraz siarki zawartość fosforu rozpuszczalnego w glebie w warstwach wierzchnich (0—5 i 5—10 cm) ulega znacznemu powiększeniu. Widoczne jest to szczególnie w środkowym okresie badań (8.VII). W ostatnim okresie ogólna ilość rozpuszczalnego fosforu na kombinacjach nawożonych uległa zmniejszeniu.

Średnie ilości fosforu rozpuszczalnego z 50-centymetrowej warstwy gleby charakteryzują zawartość tego składnika w zależności od kombinacji doświadczenia (tab. 3). Jak z danych tych wynika, zarówno trawy, jak i słonecznik pobrały znaczne ilości P_2O_5 , co zmniejszyło jego zasoby w glebie. Zmniejszenie zawartości fosforu rozpuszczalnego spowodowane

T a b e l a 3

Zawartość potasu i fosforu w 0,50 m warstwie gleby torfowej w mg/100 g s.m.
Potassium and phosphorus content in 0.50 m peat soil layer /in mg/100 g of d.m. of soil/

Kombinacje nawozowe Fertilization variant	9.V		8.VII		26.IX	
	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5
0	10,0	147,5	12,5	157,7	13,1	165,5
NPK	64,0	174,8	55,7	177,9	41,0	167,9
0 - obsiane trawami 0 - sown with grasses	-	-	11,9	109,8	8,2	121,9
NPK - obsiane trawami NPK - sown with grasses	-	-	44,2	145,5	35,3	158,3
0 - obsiane słonecznikiem 0 - sown with sunflower	-	-	24,9	133,5	26,5	123,9
NPK - obsiane słonecznikiem NPK - sown with sunflower	-	-	27,5	127,0	22,2	144,5
NPK + mikroelementy NPK + trace elements	-	-	64,0	238,2	36,2	198,5
NPK + mikroelementy - obsiane trawami NPK + trace elements, sown with grasses	-	-	19,0	195,6	18,5	147,5
NPK + siarka NPK + sulphur	-	-	64,3	233,4	44,0	206,0
NPK + siarka - obsiane trawami NPK + sulphur, sown with grasses	-	-	48,5	228,6	26,7	220,7



Rys. 3. Przemieszczanie się fosforu w wierzchniej 50-centymetrowej warstwie gleby torfowej

Phosphorus dislocation in upper 50 cm peat soil layer

pobranem go przez rośliny widoczne jest zarówno na kombinacjach zerowych, jak i nawożonych.

W kombinacjach 0 (8.VII) obsianych trawą różnica w stosunku do kombinacji nie obsianej trawą wynosi 47,9 mg na 100 g s.m., a dla słonecznika — 24,2 mg/100 g. W tych samych kombinacjach przy końcu wegetacji (26.IX) różnica dla traw jest równa 43,6 mg, a dla słonecznika — 41,6 mg. W kombinacjach nawożonych (NPK) dla traw po sprzęcie I po-

kosu (8.VII) nastąpiło zmniejszenie P_2O_5 o 33,4 mg, po sprzęcie zaś II pokosu (26.IX) — o 9,6 mg. Podobne obniżenie rozpuszczalnego fosforu w glebie występuje po sprzęcie słonecznika.

Wyraźne zmniejszenie P_2O_5 w glebie obsianej trawami zaznacza się także na kombinacjach nawozowych NPK z dodatkiem mikroelementów. Natomiast w kombinacjach nawożonych z dodatkiem siarki nie widać istotnych różnic między kombinacjami obsianymi roślinami i nie obsianymi.

WYKORZYSTANIE SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH (NPK) PRZEZ TRAWY I SŁONECZNIK

Zarówno trawy, jak słonecznik wyraźnie reagowały na nawożenie mineralne, czego wynikiem są prawie o 100% wyższe plony z kombinacji nawożonych w porównaniu do kombinacji 0 (tab. 4). W kombinacjach nawożonych NPK dodatek mikroelementów (B, Co, Cu, Mn) oraz siarki wywołał stosunkowo nieznaczną wyższkę plonów, mieszczącą się w granicach 2—7 q siana z hektara.

T a b e l a 4

Plony traw i słonecznika w q/ha s.m.
Yields of grasses and sunflower /in q/ha of d.m./

Kombinacja - Fertilization variant	Trawy - Grasses			Słonecznik Sunflower
	I pokos Ist cut	II pokos IIInd cut	razem total	
0	39,1	26,7	65,8	101,1
NPK	80,7	47,8	128,5	194,2
NPK + mikroelementy NPK + trace elements	85,1	50,9	136,0	-
NPK + siarka NPK + sulphur	68,3	62,1	130,4	-

Analizy chemiczne traw na zawartość azotu, potasu, fosforu i wapnia (tab. 5) wskazują prawie we wszystkich kombinacjach na większą zawartość N, K_2O i P_2O_5 w trawach I pokosu niż w trawach II pokosu. Odwrotnie jest natomiast z wapniem, którego procentowa zawartość jest większa w trawach II niż I pokosu. Istnieją wyraźne różnice w zawartości azotu między kombinacjami 0 a kombinacjami nawożonymi NPK, a mianowicie: zawartości azotu ogółem w trawach z kombinacji zerowych są większe niż z kombinacji nawożonych. Natomiast w przypadku potasu i fosforu mniejszymi wartościami odznaczają się trawy z kombinacji zerowych. Nawożenie NPK powodowało zmniejszenie procentowej zawartości wapnia w roślinach, szczególnie w I pokosie (tab. 5).

T a b e l a 5

Zawartość składników mineralnych w trawach w % s.m.
Content of mineral elements in grasses /in % of d.m./

Kombinacja nawozowa Fertilization variant	N		K ₂ O		P ₂ O ₅		CaO	
	I pokos Ist cut	II pokos IIInd cut	I pokos Ist cut	II pokos IIInd cut	I pokos Ist cut	II pokos IIInd cut	I pokos Ist cut	II pokos IIInd cut
0	4,16	3,02	1,53	1,04	0,61	0,57	3,19	3,65
NPK	3,52	2,66	3,33	2,87	0,87	0,87	2,81	3,72
NPK+mikroelementy NPK+trace elements	3,61	3,01	3,35	2,81	0,85	1,19	2,58	3,50
NPK + siarka NPK + sulphur	3,80	2,40	3,92	2,84	1,14	0,94	2,61	3,51

Na kombinacjach zerowych trawy I i II pokosu pobrały 243,3 kg N z hektara. Natomiast na kombinacjach nawożonych azotem (dawka 400 kg/ha N) rośliny wykorzystywały 411,1 kg/ha azotu, a na kombinacjach nawożonych azotem z dodatkiem mikroelementów — do 460,4 kg N z hektara (tab. 6).

Z powyższego wynika, że rośliny pobrały całkowicie azot dostarczony do gleby w formie nawozu oraz dodatkowo ok. 60 kg azotu pochodzącego z gleby. Z poprzednich doświadczeń polowych [4], przeprowadzonych z trawami na glebach torfowych, wynika, że przy dawkach 200 kg N na hektar rośliny pobrały 286,41 kg N z hektara. Istnieje więc pewna zależność między zawartością azotu wprowadzonego do gleby a ilością azotu pobranego przez rośliny. Przy nadmiernej ilości azotu w glebie torfowej należy zatem spodziewać się wysokiego pobrania go przez rośliny, co w pewnych przypadkach wpłynąć może ujemnie na jakość paszy.

Z danych liczbowych wynika również, że trawy znacznie reagowały

T a b e l a 6

Plony składników mineralnych w trawach w % s.m.
Yields of mineral elements in grasses /in % of d.m./

Kombinacja nawozowa Fertilization variant	N			K ₂ O			P ₂ O ₅			CaO		
	I pokos Ist cut	II pokos IIInd cut	razem total	I pokos Ist cut	II pokos IIInd cut	razem total	I pokos Ist cut	II pokos IIInd cut	razem total	I pokos Ist cut	II pokos IIInd cut	razem total
0	162,7	80,6	243,3	59,8	27,8	87,6	31,7	15,2	46,9	124,7	97,4	222,1
NPK	234,0	127,1	411,1	263,7	137,2	406,2	70,2	41,6	111,8	226,8	177,8	404,6
NPK + mikroelementy NPK + trace elements	307,2	153,2	460,4	235,1	143,0	428,1	72,3	60,6	132,9	219,5	178,2	397,7
NPK + siarka NPK + sulphur	259,5	149,0	403,5	267,7	176,4	444,1	77,9	58,4	136,3	191,9	218,0	409,9

na nawożenie potasowe. Na kombinacji zerowej rośliny pobrały w plonach 87,6 kg K_2O , gdy tymczasem na nawożonej potasem z dodatkiem siarki — 444,1 kg K_2O z hektara. Dawki nawozowe były bardzo wysokie i wynosiły 800 kg/ha K_2O , czyli rośliny pobrały niewiele więcej niż pół dawki nawozu potasowego, zastosowanego do gleby.

Z wcześniejszych badań autorów [5], wykonanych na podobnej glebie torfowej, wynika, że z 400 kg/ha K_2O trawy i słonecznik pobrały ok. 400 kg, czyli prawie cały potas wprowadzony do gleby. Z powyższego wynika zatem, że pomimo nadmiaru potasu w glebie rośliny nie przekroczyły pewnego maksimum.

Podobnie wygląda również sprawa fosforu (tab. 6); rośliny z kombinacji 0 pobrały 46,9 kg P_2O_5 , z kombinacji nawożonej NPK — 111,8 kg, natomiast z kombinacji nawożonej NPK z dodatkiem mikroelementów — 132,9 a nawożonej NPK z dodatkiem siarki — 136,3 kg/ha P_2O_5 .

Dawki nawozu fosforowego wynosiły 400 kg/ha P_2O_5 , a więc rośliny wykorzystały nieco więcej niż czwartą część ogólnej ilości fosforu wprowadzonego do gleby. W plonach cytowanego wcześniej doświadczenia z trawami [5] otrzymywano plony fosforu równe 105,11 kg/ha przy dawkach 200 kg/ha P_2O_5 .

Z badań powyższych wynika, że tylko część z wprowadzonych do gleby torfowej nawozów fosforowych jest wykorzystywana przez rośliny, przy czym podobnie jak z potasem, nie zawsze uzależnione jest to od ilości danego składnika w glebie.

WNIOSKI

Wyniki badań nad dynamiką składników pokarmowych w glebie torfowej pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Przy zastosowaniu wysokich dawek azotu mineralnego następowało stopniowe przemieszczanie się azotu z warstwy wierzchniej (0—5 cm) gleby do warstw 5—10 i 10—15 cm.

2. Dodatek mikroelementów oraz siarki do nawożenia podstawowego (NPK) spowodował zwiększenie się ilości azotu mineralnego w glebie. Na wszystkich kombinacjach wzrosła również ilość azotu azotanowego, natomiast zawartość azotu amonowego uległa zmniejszeniu.

3. W ciągu okresu wegetacyjnego w całej badanej 50-centymetrowej warstwie gleby torfowej następowało znaczne uruchomienie azotu organicznego. Plony azotu w trawach zależały od zawartości dostępnego azotu w glebie. Na kombinacjach nie nawożonych 0 rośliny pobrały 243 kg/ha N wobec 411 kg/ha N na nawożonych azotem.

4. Przemieszczenie potasu w głąb profilu torfowego następowało intensywnie. Już po 2 miesiącach zwiększone ilości tego składnika stwierdzono na głębokości 50 cm. Największe ilości potasu w tym okresie zaobserwowano w warstwach gleby 5—10 cm i 10—15 cm.

5. Zarówno w obsianej roślinami glebie, jak i nie obsianej notowano zmniejszenie ilości potasu wywołanego pobraniem go przez rośliny i stratami przez wypłukanie.

6. Rośliny wykazały wysoką reakcję na nawożenie potasem pobierając z kombinacji zerowej 87 kg K_2O z hektara wobec 406 kg/ha z kombinacji nawożonej.

7. Przemieszczanie fosforu w głąb profilu torfowego następowało powoli. W ciągu 4,5 miesiąca zwiększenie rozpuszczalnego P_2O_5 (w 0,5 n HCl) notowano w 5—10-centymetrowych warstwach gleby.

8. Pod wpływem nawożenia NPK plony traw i słonecznika wzrosły dwukrotnie, plon zaś fosforu w trawach — trzykrotnie.

LITERATURA

- [1] Dechering F.: Organization und Bedeutung der Bodenuntersuchung in Holand. Souch. zur L. Landw. Forsch., 12, 1950, s. 76—86.
- [2] Doll E. S., Hatfield A. L., Todd J. R.: Vertical distribution of topdressed fertilizer phosphorus and potassium in relation of yield and composition of pasture herbage Agron. J., 51, 1959, s. 645—648.
- [3] Klapp E., Schuter H.: Anderungen der laktatlöslichen K_2O und P_2O_5 Mengen in Dauerdüngungsversuch Dikopskof unter den Einfluss von Düngug. Z. Acker., 1958, s. 1—24.
- [4] Maciak F., Liwski S.: Dynamika mineralnych form azotu na nawożonym torfowisku. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln., z. 76, 1967, s. 443—454.
- [5] Maciak F., Liwski S.: Przemieszczanie fosforu i potasu w profilu torfowym nawożonego torfowiska. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln., z. 76, 1967, s. 455—467.
- [6] McCants C. B.: Seasonal distribution of nutrients in soil under tobacco culture. Soil Sci., 95, 1962, s. 36—43.
- [7] Moraczewski R.: Studia nad dynamiką związków azotowych i wykrzestaniem azotu torfowiska. Dział Wydawn. SGGW, Warszawa 1964.
- [8] Peterburgsky A. V., Janiszewski F. V.: Transformation of forms of potassium in soil during long-term potassium fertilization. Plant a. Soil, t. 15, 1961, s. 199—210.
- [9] Sandal P. C., Garey C. L.: Effect of topdressing permanent pastures with superphosphate on beef yields and distribution of available P_2O_5 in the soil. Agron. J., 47, 1955, s. 229.
- [10] Widdowson F. V., Penny A., Williams R. I. B.: An experiment measuring effects of N, P and K fertilizers on yield and N, P and K contents of grass. J. Agric. Sci., 64, 1965, s. 93—99.

Ф. МАЦЯК, С. ЛИВСКИ

ДИНАМИКА ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (NPK)
НА ОБРАБАТЫВАЕМОМ ТОРФЯНИКЕ

Кафедра Почвоведения, Варшавская Сельскохозяйственная Академия

Резюме

Изучалась динамика питательных элементов (NPK) вносимых в высокой дозе на торфяной почве. Опыт был проведен в летнем сезоне (9.5—26.9.) на делянках с посевом трав, подсолнечника и на делянках без растительного покрытия. Применялись следующие дозы удобрения: N—400 кг/га, P₂O₅—400 кг/га, K₂O—800 кг/га, в некоторых вариантах (NPK) вносились также микроэлементы (Cu, Mn, B, Co) и сера (S).

В течение вегетационного периода трехкратно (9.5—начало опыта, 8.7—уборка I. укоса трав, 26.9.—уборка II. укоса трав и подсолнечника) проводили анализ почвы на содержание минерального азота (N-NO₃ + N-NH₄) и растворимого в 0,5 HCl фосфора и калия.

В отдельных периодах вегетации растений проводили анализ почвы, взятой с глубины 0—5 см, 5—10 см, 10—15 см, 15—20 см, 20—25 см, 25—35 см и 35—50 см. После вегетации, кроме подсчета величины урожая, выполнен химический анализ растений на содержание NPK и Ca.

Результаты проведенных опытов разрешают сделать следующие выводы:

1. При внесении высоких доз минерального азота последовало его постепенное передвижение из поверхностного слоя почвы 0—5 см в слои 5—10 см и 10—15 см.

2. Прибавка микроэлементов и серы к основному удобрению (NPK) способствовала увеличению количества минерального азота в почве. Во всех вариантах повысилось количество нитратного азота а понизилось содержание аммонийного азота.

3. В течение вегетационного периода в целом исследованном 50 см слое торфяной почвы заметно усилилась минерализация органического азота. Вынос азота травами показывал зависимость от содержания доступных его форм в почве. В неудобренных вариантах (O) растения извлекали 243 кг N с га, тогда как при внесении азота его вынос составил 411 кг с га.

4. Миграция калия в глубину профиля торфяной почвы происходила интенсивно. Уже после двух месяцев были обнаружены повышенные количества этого элемента на глубине 50 см. Наибольшие количества калия в этом периоде были отмечены в слое почвы 5—10 см и 10—15 см.

5. Как под покровом растений так и в парующей почве отмечалось уменьшение количества калия, вызванное или его усвоением растениями или потерями в результате вымывания (выщелачивания).

6. Растения показывали высокую отзывчивость (реакцию) на внесение калия, извлекая из почвы в контрольном варианте 87 кг K₂O с га, а в удобренном варианте 406 кг K₂O с га.

7. Перемещение фосфора в глубину профиля торфяной почвы происходило медленно. В течение 4,5 месяцев увеличение P_2O_5 растворимого в 0,5 HCl отмечено в 5—10 см слоях почвы.

8. Под влиянием внесения удобрений (NPK) общий урожай трав и подсолнечника повысился вдвое, а вынос фосфора травами повысился втрое.

F. MACIAK, S. LIWSKI

DYNAMICS OF NUTRIENTS (NPK) IN CULTIVATED PEAT

Department of Peat Science Warsaw Agricultural University

Summary

The investigations on dynamics of high rates of nutrients (NPK) in peat were carried out. The respective experiments were conducted in the summer season (May 9—September 26) on the plots sown with grasses and sunflower as well as without vegetation. The fertilization rates applied were as follows: N—400 kg/ha, P_2O_5 —400 kg/ha, K_2O —800 kg/ha; in some variants (NPK) trace elements (Cu, Mn, B, Co) and sulphur (S) were added.

Thrice in the course of growing season (May 9—experiment start, July 8—the first cut of grasses, September 26—the second cut of grasses and cut of sunflower) the soil was analysed for the content of mineral nitrogen ($N-NH_4+N-NO_3$) and of phosphorus and potassium soluble in 0.5 n HCl.

In particular dates of growing season the soil samples taken from the depth of 0—5 cm, 5—10 cm, 10—15 cm, 20—25 cm, 25—35 cm and 35—50 cm, were analysed. After growth end, having computed yield magnitude, the chemical analyses of plants for NPK and Ca content were carried out.

On the basis of the investigation results the following conclusions have been drawn:

1. At application of high mineral nitrogen rates a gradual dislocation of nitrogen from upper 0—5 cm soil layer into deeper 5—10 and 10—15 cm layers occurred.

2. An addition of trace elements and of sulphur to the basic fertilization (NPK) caused mineral nitrogen increase in soil. In all the variants also nitrate nitrogen content increased, with simultaneous decrease of ammonium nitrogen content.

3. In the course of growing season, in the whole 50 cm soil layer investigated, a considerable organic nitrogen mobilization was observed. The nitrogen content in grasses depended on the available nitrogen amount in soil. In the variants without fertilization (0), the plants took up 243 kg of N against 411 kg of N in the variants with nitrogenic fertilization.

4. There occurred an intense potassium dislocation down peat soil profile. As early as after 2 months, higher content of this element was found at the depth of 50 cm. The greatest potassium amounts were observed in the 5—10 and 10—15 cm soil layers.

5. Both in sown and unsown soil a potassium content decrease was observed, due to taking up this element by plants and to its losses caused by leaching.

6. The plants readily reacted to the potassium fertilization, while taking up 87 kg K_2O from hectare in the zero variant against 406 kg K_2O in the fertilized variant.

7. Phosphorus dislocation down peat soil profile ran slowly. After 4—5 months an increase of soluble P_2O_5 (in 0.5 n HCl) was observed in the 5—10 cm soil layer.

8. Under influence of fertilization (NPK) twofold increase of total yield of grasses and sunflower and threefold increase of phosphorus content in grasses was stated.

Wpłynęło do redakcji w grudniu 1968 r.

