

## **Mineralizacja azotu w glebach torfowych różnie użytkowanych, nawożonych i nawadnianych**

JANUSZ GOTKIEWICZ

Zakład Doświadczalny Melioracji i Użytków Zielonych „Biebrza”

### **1. WSTĘP**

Interesującym i stosunkowo mało omawianym w literaturze zagadnieniem jest wpływ sposobu użytkowania gleby torfowej na przebieg procesów nitryfikacyjnych i amonifikacyjnych. Na ogół we wszystkich publikacjach reprezentowany jest pogląd, że zabiegi mechaniczne intensyfikują mineralizację [2, 3, 19]. Dotychczasowe badania w tym zakresie prowadzone były u nas na słabo zmurszałych torfach włóknistych w Sarnach [18, 19] oraz na dawno odwodnionych, silnie zmurszałych glebach doliny Kanału Bydgoskiego [2, 3]. Uzyskane wyniki wykazywały, że intensywność mineralizacji, szczególnie w pierwszym roku użytkowania, była w glebie ornej często wielokrotnie wyższa niż w glebie łąkowej. Były one jednak zbyt skromne aby dostatecznie naświetlić to zjawisko.

Ważnym zagadnieniem jest oddziaływanie nawożenia na przebieg mineralizacji azotu glebowego. Wielu autorów [2, 8, 10, 17, 18] twierdzi, że nawożenie mineralne, w tym także mikroelementami bezpośrednio lub pośrednio stymuluje proces mineralizacji. Inni badacze uznają wpływ nawożenia na mineralizację za obojętny, lub nawet dopatrują się hamowania przez nawozy tego procesu [1, 13, 23]. Poglądy są rozbieżne, co wskazuje na konieczność prowadzenia badań w konkretnych warunkach glebowych i klimatycznych.

W dostępnej bibliografii brak jest opisu badań dotyczących wpływu nawodnień na mineralizację azotu glebowego. Celem badań było poznanie wpływu zabiegów takich, jak: sposób użytkowania, nawożenie mineralne, nawodnienie — na wielkość i tempo mineralizacji azotu w typowych glebach torfowych.

### **2. ZAKRES I METODYKA BADAŃ**

Badania prowadzono w oparciu o doświadczenia założone na torfowisku Kuwasy, opisanym w literaturze [9, 14, 15, 21, 22]. Zbadano i opisano na nim przeważnie gleby II stadium zmurszenia, chociaż w północ-

nej części tego torfowiska proces murszenia jest znacznie mniej zaawansowany w porównaniu z południową częścią obiektu.

W analizie uwzględniono agrotechniczne doświadczenie autora dotyczące wpływu sposobu użytkowania na urodzajność gleby torfowej, oznaczone jako doświadczenie nr 1 [4, 5] oraz prowadzone przez G. Nazaruka doświadczenie melioracyjne nad porównaniem wpływu nawodnienia zalewowego i podsiąkowego na torfach (doświadczenie nr 2).

W doświadczeniu nr 1, założonym przez autora w 1957 r. w południowej części torfowiska Kuwasy I, porównywane są trzy sposoby użytkowania gleby torfowej:

1) użytkowanie łąkowe (część 1) — łąka trwała przez cały czas trwania doświadczenia;

2) użytkowanie przemienne (część 2) — według płodozmianu 6-letniego:

I ziemniaki	IV łąka
II konopie	V łąka
III żyto jare	VI łąka

W pierwszych latach doświadczenia płodozmian był nieco inny, a mianowicie według następującej kolejności: rzepak — marchew — owies — 3 lata łąka.

3) Użytkowanie polowe (część 3) — według płodozmianu 3-letniego:

- I przemysłowe (rzepak lub konopie)
- II okopowe (marchew)
- III jare (żyto).

W ramach każdego ze sposobów użytkowania prowadzono poletka różnie nawożone, a mianowicie:

- bez nawożenia,
- K — 100 kg  $K_2O$ /ha,
- PK — 100 kg  $K_2O$ , 50 kg  $P_2O_5$ /ha,
- NPK — 100 kg  $K_2O$ , 50 kg  $P_2O_5$ , 30 kg N/ha.

Doświadczenie składa się z trzech jednakowych serii, z których każda założona została o rok później w stosunku do poprzedniej. Pozwala to na badanie w jednym roku, w jednakowych warunkach pogodowych, całego trzyletniego członu płodozmianu. Poniżej zamieszcza się opis profilu glebowego.

0- 6 cm	warstwa darniowa
6-20 cm	mursz o strukturze ziarnistej, barwy ciemnobrunatnej
20-40 cm	torf turzycowiskowy, stopień rozkładu $R_1$ (wg 3-stopniowej skali Okruszki [16])
40-80 cm	torf olesowy (olchowo-brzozowy) o strukturze amorficzno-kawałkowej, stopień rozkładu $R_3$
80-89 cm	torf olesowy (olchowo-brzozowy) o strukturze amorficznej, stopień rozkładu $R_3$

- 89-106 cm torf mszysto-darniowy (turzycowo-mszysty), stopień rozkładu  $R_1$   
 106-126 cm torf mszysto-darniowy (mszysty), stopień rozkładu  $R_1$   
 126-155 cm torf mszysto-darniowy (turzycowo-mszysty), stopień rozkładu  $R_1$   
 > 155 cm piasek.

Profil zbudowany jest z warstw o różnym stopniu rozkładu. Pod słabo rozłożonym torfem turzycowiskowym zalega na głębokości od 40-90 cm bardzo silnie rozłożony torf olesowy, a pod nim bardzo słabo rozłożony torf mszysto-darniowy. Taki układ warstw hamuje podsiąkanie kapilarne z poziomu wody gruntowej, który zalega przeciętnie na głębokości ok. 100 cm, ponieważ teren doświadczenia jest dość intensywnie odwadniany przez znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie Kanał Kuwaski. W rezultacie w omawianej glebie ma mniejsze okresowe przesuszenie warstw wierzchnich do wilgotności 20-30% obj., a więc w granicach wody niedostępnej dla roślin. Rezultaty oznaczeń właściwości fizycznych i składu chemicznego gleby zawarte są w tabeli 1 i 2.

Tabela 1

Właściwości fizyczne gleby (doświadczenie nr 1)  
 Physical properties of soil (experiment No. 1)

Głębokość w cm	Ciężar właściwy $g/cm^3$	Ciężar objętościowy $g/cm^3$	Porowatość % obj.
5-10	1,59	0,249	84,4
10-15	1,64	0,214	87,0
15-20	1,56	0,168	84,3
20-25	1,65	0,150	90,9
25-30	1,68	0,140	91,4
30-40	1,58	0,146	90,8
40-60	1,65	0,152	90,8

Tabela 2

Zawartość ogólna składników w % a.s.m. (doświadczenie nr 1)  
 Total content of elements in % of a.d.m. (experiment No. 1)

Głębokość w cm	Popielność	N ogólny	$K_2O$	CaO	$P_2O_5$	$SiO_2$	$Fe_2O_3$	pH w $H_2O$
0-30	13,1	3,52	0,054	4,14	0,44	4,54	2,08	5,7
30-60	9,6	2,80	0,033	—	0,22	0,91	1,93	5,7

W doświadczeniu nr 2 założonym w 1960 r. porównuje się wpływ nawodnień zalewowych i podsiąkowych na plonowanie łąk. Na trzech kwaterach łąkarskich o wielkości ok. 10 ha każda, założono jednakowe doświadczenia z dwoma podblokami (drenowany i nie drenowany), w ramach których występowało 5 kombinacji nawozowych. Na kwaterze 10

stosowano 2 lub 3 razy w ciągu okresu wegetacyjnego nawodnienie zalewowe. Kwaterę 17 stale nawadniano podsiąkowo. Kwatera 9 nie była nawadniana i traktowana jako obiekt kontrolny. Próby do badań nad mineralizacją pobierano ze wszystkich trzech kwater biorąc pod uwagę kombinację nawozową PK, oraz poletka nie drenowane i drenowane. Opis profilu zamieszcza się poniżej:

0- 5 cm	warstwa darniowa
5- 11 cm	mursz w postaci jednolitej masy z ujawniającymi się podczas nacisku ziarnistymi agregatami
11- 20 cm	warstwa przejściowa
20- 40 cm	torf turzycowiskowy, stopień rozkładu $R_1$
40- 72 cm	torf turzycowiskowy, stopień rozkładu $R_2$
72- 80 cm	torf olesowy (łozowy), stopień rozkładu $R_2$
80- 92 cm	torf olesowy (łozowy), stopień rozkładu $R_3$
92-100 cm	torf olesowy (olchowo-brzozowy), stopień rozkładu $R_3$
100-112 cm	torf olesowy (łozowy), stopień rozkładu $R_3$
112-120 cm	torf mszysto-darniowy, stopień rozkładu $R_1$
120-127 cm	torf zagytiony
> 127 cm	gytia wapienna.

W porównaniu z glebą doświadczenia nr 1, opisywana gleba jest nieco słabiej zmurszała. W wyróżnianej przez Okruszkę [16] warstwie  $T_1$ , która decyduje o zaopatrywaniu w wodę przez podsiąk strefy korzeniowej, zalega torf słabo i średnio rozłożony. Silnie rozłożony torf olesowy znajduje się dopiero na głębokości 80 cm, a więc poniżej poziomu wody gruntowej, który przeciętnie waha się w granicach 70 cm. Podsiąk odbywa się zatem w jednorodnej części profilu zapewniając znaczne uwilgotnienie gleby w ciągu całego sezonu wegetacyjnego. Nawet w czasie suszy atmosferycznej wilgotność w wierzchnich warstwach nie spada poniżej 40% obj. [22]. Wyniki oznaczeń fizycznych i składu chemicznego gleby zawierają tabele 3 i 4. Badania nad mineralizacją azotu w glebie doświadczeń nr 1 i nr 2 wykonywano posługując się metodą Reinckego

Tabela 3

Właściwości fizyczne gleby (doświadczenie nr 2)

Physical properties of soil (experiment No. 2)

Głębokość w cm	Ciężar właściwy g/cm <sup>3</sup>			Ciężar objętościowy g/cm <sup>3</sup>			Porowatość % obj.		
	kw. 9	kw. 10	kw. 17	kw. 9	kw. 10	kw. 17	kw. 9	kw. 10	kw. 17
5-10	1,62	1,63	1,61	0,263	0,231	0,219	83,9	85,9	86,5
15-20	1,57	1,60	1,58	0,149	0,173	0,185	90,5	89,2	88,3
25-30	1,56	1,58	1,58	0,133	0,156	0,165	91,5	90,1	89,6
35-40	1,55	1,57	1,56	0,187	0,159	0,152	88,0	89,9	90,3
45-50	1,58	1,57	1,55	0,186	0,176	0,148	88,9	88,8	90,5
55-60	1,58	1,56	1,58	0,176	0,174	0,157	88,9	88,8	90,1



Tabela 4

Chemiczna charakterystyka gleby (doświadczenie nr 2)  
 Chemical characteristics of soil (experiment No. 2)

Numer kwatery	Głębokość w cm	Popiel- ność %	Składniki w 0,5n HCl w mg/1000 g a.s.m.		pH w H <sub>2</sub> O
			K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
9	0-20	12,3	560	819	5,4
10	0-20	11,5	160	419	5,9
17	0-20	12,0	430	608	5,8

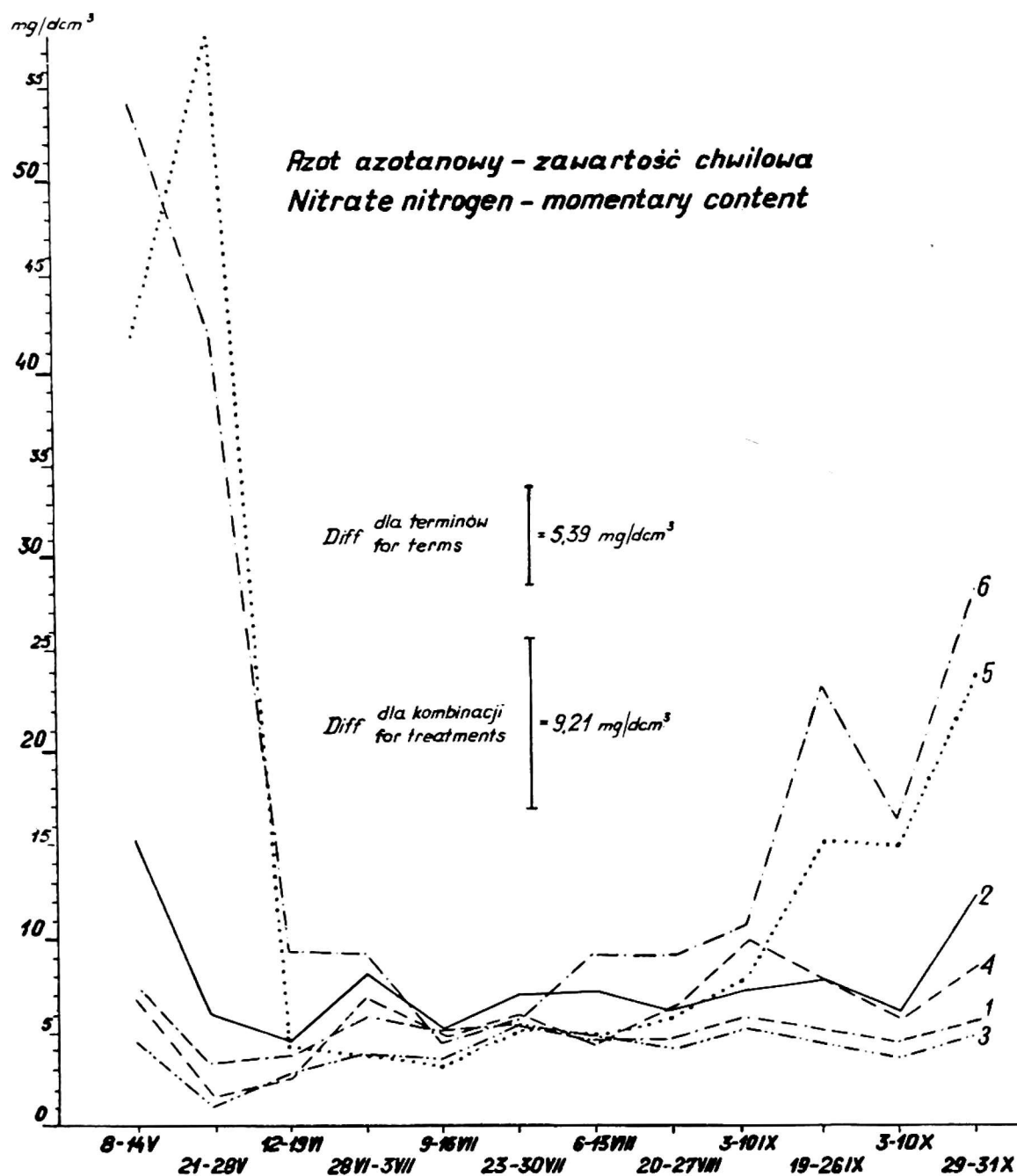
w modyfikacji Świętochowskiego [21]. Metoda stwarzała możliwości śledzenia procesów amonifikacji i nitryfikacji w warunkach najbardziej zbliżonych do naturalnych. Próbkę pobierano spod warstwy darni (25 × 25 × 5 cm) na łące lub spod pięciocentymetrowej warstwy gleby na polu z głębokości 5 do 10 cm. Po pobraniu prób, darni lub wierzchnię gleby kładziono znów na poprzednie miejsce, ale izolowano ją od warstwy głębiej leżącej kawałkiem folii. Folia uniemożliwiała roślinom korzystanie z przyswajalnych form azotu powstających w wyniku niezahamowanej działalności drobnoustrojów. Zapobiegała także wypłukiwaniu azotu mineralnego przez opady. Po 7 dniach pobierano próby gleby spod folii, oznaczano azot amonowy i azotanowy, a następnie między wynikami pierwszego i drugiego pobrania uzyskiwano dane o ilości azotu dostępnego nagromadzonego w ciągu 7 dni.

Wyniki oznaczeń azotu mineralnego w próbach z pierwszego pobrania dają obraz kształtowania się zawartości chwilowej azotu dostępnego w ciągu okresu wegetacyjnego. W próbkach, które pobierano w powtórzeniach umożliwiającą statystyczną analizę istotności różnic, oznaczono azot amonowy i azotanowy kolorymetrycznie, w przesączach otrzymanych z wytrząsania w ciągu 45 min. torfu z 2,5% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Azot amonowy oznaczono używając odczynnika Nesslera, a azot azotanowy metodą z kwasem disulfofenolowym. W okresie badań wykonano także szereg pomocniczych analiz chemicznych gleby i roślin oraz właściwości fizycznych gleby. Wykonywano je według ujednoczonych metod przyjętych w IMUZ [11, 12].

### 3. MINERALIZACJA ZWIĄZKÓW AZOTOWYCH W GLEBIE UŻYTKOWANEJ POLOWO I ŁAKOWO

Z doświadczenia nr 1, przeprowadzonego w latach 1962 i 1963 uzyskano wyniki pozwalające na stwierdzenie różnic w kształtowaniu się zapasów azotu mineralnego w glebie użytkowanej polowo i łąkowo w ciągu okresu wegetacyjnego. Uzyskano również dane dotyczące produkcji

N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub> w glebie pola i łąki. Wyniki tych badań, przedstawione na rys. 1 i 2 wskazują, że w glebie użytkowanej połowo następuje wiosną znaczne nagromadzenie się azotu azotanowego. Nagromadzenie osiąga szczyt w pierwszych fazach rozwoju roślin i wtedy to obserwujemy bardzo wyraźną i charakterystyczną kulminację wiosenną. Jest ona podobna we wszystkich badanych latach. W czasie kulminacji wiosennej zapasy azotu azotanowego wznoszą się do ok. 60 mg/dcm<sup>3</sup> a więc ok. 120 kg N-NO<sub>3</sub>/ha. W okresie lata w czasie intensywnego rozwoju roślin zapasy azotanów spadają i utrzymują się na stosunkowo niskim poziomie, nie

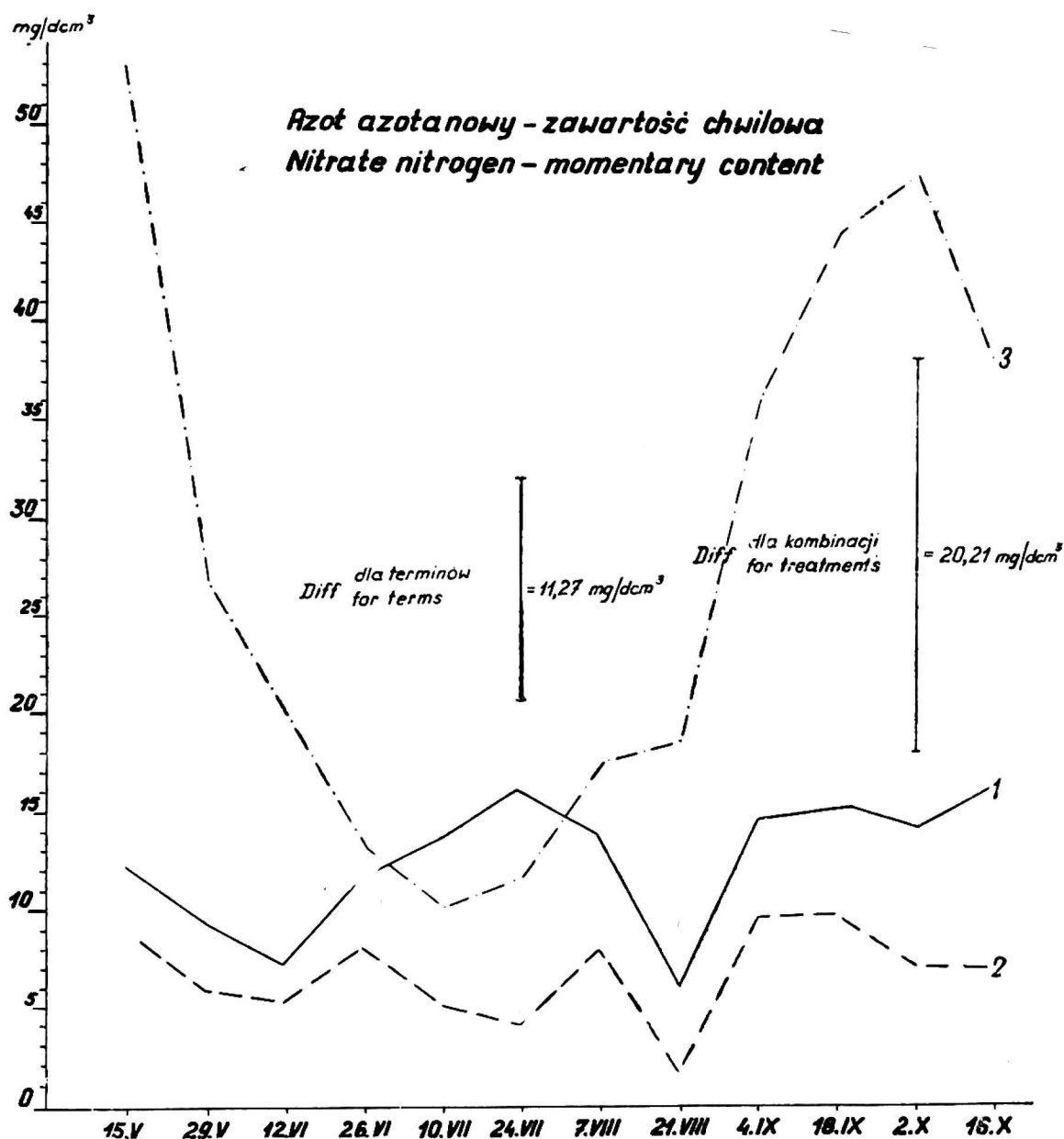


Rys. 1. Przebieg nityfikacji w glebie w okresie wegetacyjnym — Biebrza 1962 r. Doświadczenie nr 1. 1 — łąka 6 lat PK, 2 — łąka 6 lat K, 3 — łąka 2 lata PK, 4 — łąka 2 lata K, 5 — pole 6 lat PK, 6 — pole 6 lat K

Fig. 1. Nitrification course in soil in growing season — Biebrza 1962. Experiment No. 1. 1 — meadow fertilized 6 years with PK, 2 — meadow fertilized 6 years with K, 3 — meadow fertilized 6 years with PK, 4 — meadow fertilized 2 years with K, 5 — field fertilized 6 years with PK, 6 — field fertilized 6 years with K

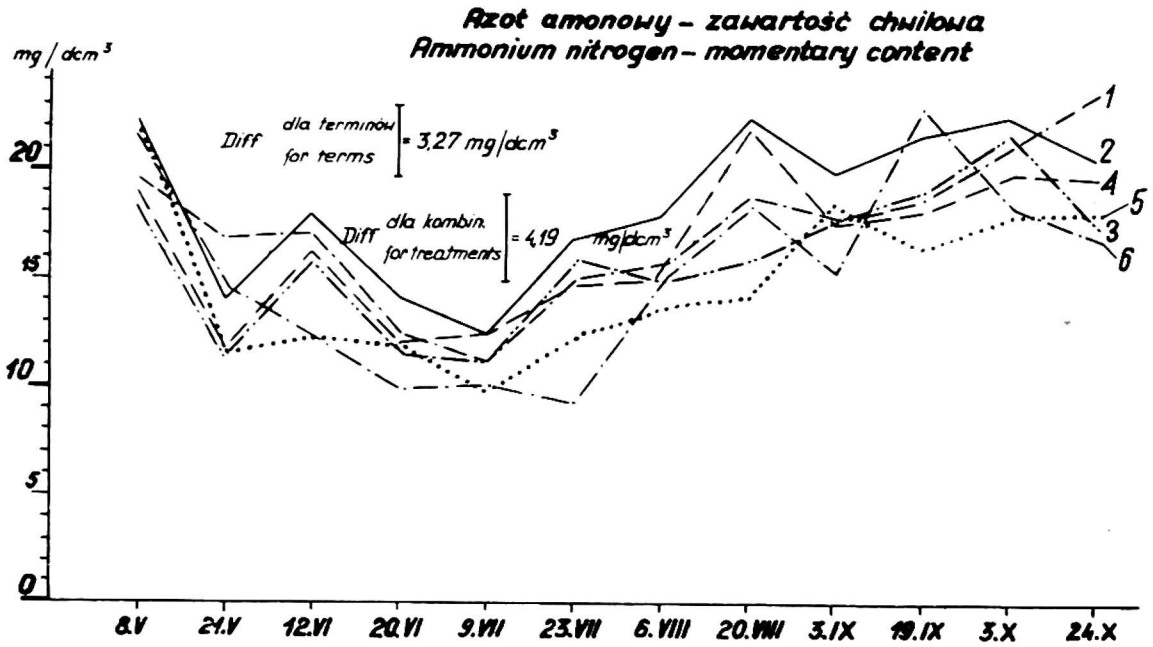
wykazując większych wahań. Zmiany występują dopiero jesienią i polegają na systematycznym nagromadzeniu się azotanów w glebie. Obserwuje się wtedy tak zwaną kulminację jesienną. Zapasy azotu amonowego w glebie użytkowanej połowo wskazują również wahania i pozwalają wyróżnić podobnie jak w przypadku azotanów dwie charakterystyczne kulminacje — wiosenną i jesienną (rys. 3, 4).

Kształtowanie się zapasów całego azotu mineralnego w glebie polowej przedstawiono w postaci sumy azotu amonowego i azotanowego, zamieszczone zostało na rys. 5, 6. W czasie kulminacji wiosennej ilość nagromadzonego azotu mineralnego przekraczała w r. 1962 — 150 kg N/ha, a w r. 1963 — 170 kg N/ha. W miesiącach letnich zapasy azotu w glebie użytkowanej połowo spadły do poziomu 30-40 kg N/ha i często były niż-



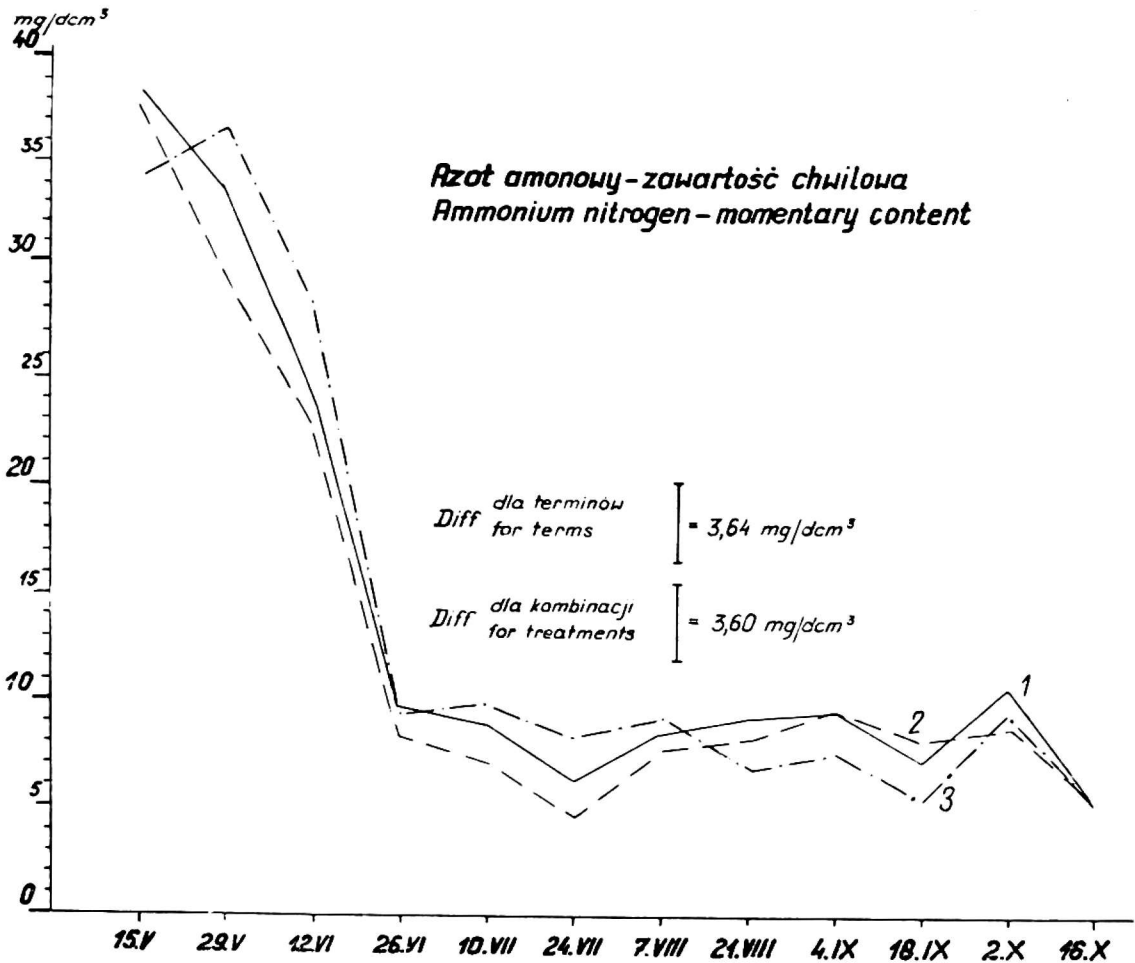
Rys. 2. Przebieg nitryfikacji w glebie w okresie wegetacyjnym — Biebrza 1963 r. Doświadczenie nr 1. 2 — łąka 6 lat K, 4 — łąka 2 lata K, 6 — pole 6 lat K

Fig. 2. Nitrification course in soil in growing season — Biebrza 1963. Experiment No. 1. 2 — meadow fertilized 6 years with K, 4 — meadow fertilized 2 years with K, 6 — field fertilized 6 years with K



Rys. 3. Przebieg amonifikacji w glebie w okresie wegetacyjnym — Biebrza 1962 r. Doświadczenie nr 1. 1 — łąka 6 lat PK, 2 — łąka 6 lat K, 3 — łąka 2 lata K, 4 — łąka 2 lata K, 5 — pole 6 lat PK, 6 — pole 6 lat K

Fig. 3. Ammonification course in soil in growing season — Biebrza 1962. Experiment No. 1. 1 — meadow fertilized 6 years with PK, 2 — meadow fertilized 6 years with K, 3 — meadow fertilized 2 years with K, 4 — meadow fertilized 2 years with K, 5 — field fertilized 6 years with PK, 6 — field fertilized 6 years with K

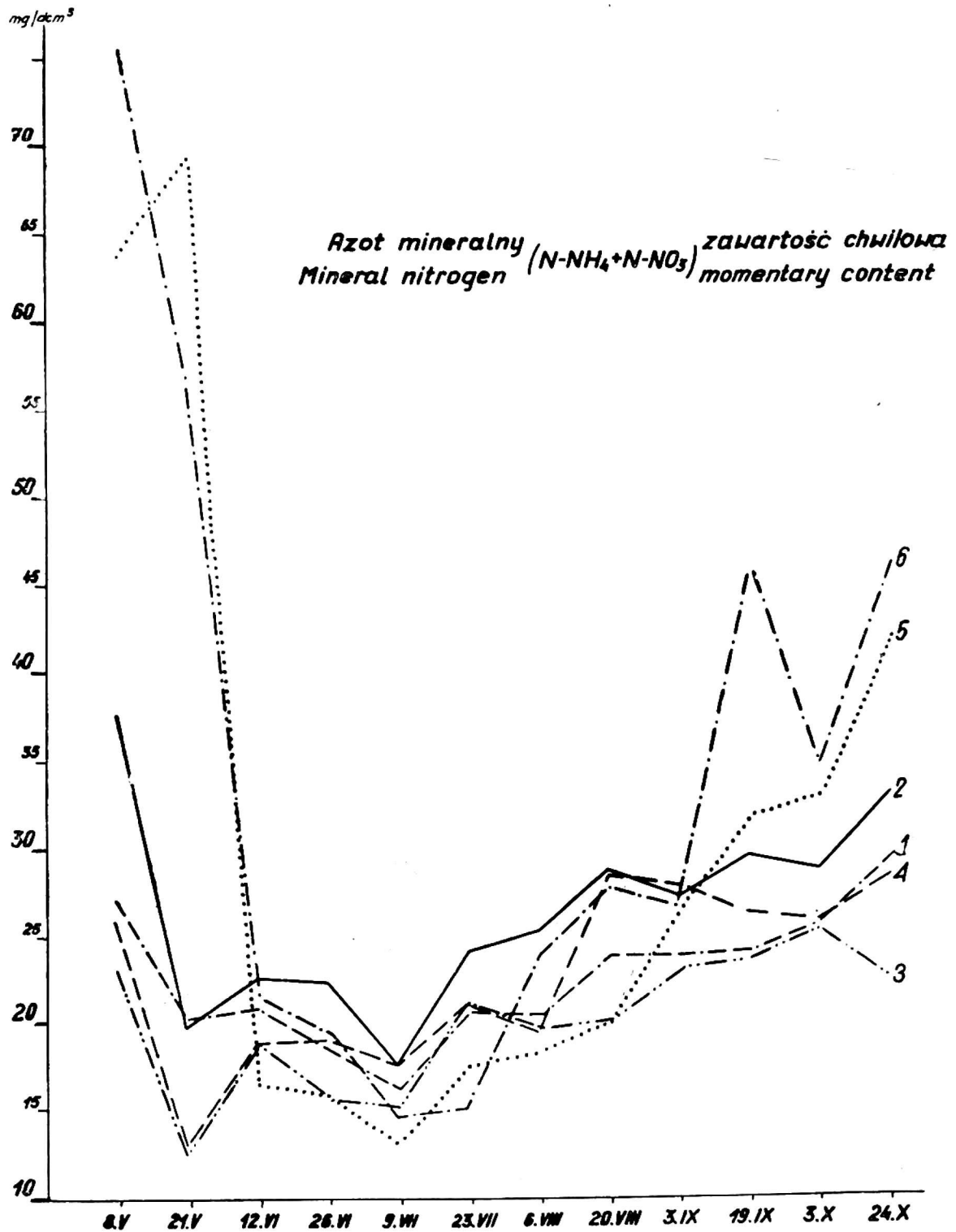


Rys. 4. Przebieg amonifikacji w glebie w okresie wegetacyjnym — Biebrza 1963 r. Doświadczenie nr 1. 1 — łąka 6 lat K, 2 — łąka 2 lata K, 3 — pole 6 lat K

Fig. 4. Ammonification course in soil in growing season — Biebrza 1963. Experiment No. 1. 1 — meadow fertilized 6 years with K, 2 — meadow fertilized 2 years with K, 3 — field fertilized 6 years with K

sze niż w glebie łąkowej. Stan zapasów zmieniał się w sposób istotny jesienią, kiedy to począwszy od września następowało ponowne znaczne gromadzenie azotu mineralnego w glebie użytkowanej polowo. Łączna ilość  $N-NO_3$  i  $N-NH_4$  wahała się wtedy w granicach 45-50 mg N/1 dcm<sup>3</sup> (90-100 kg N/ha) (rys. 5, 6).

Wahania stanu zapasów azotu mineralnego w glebach łąk mają prze-

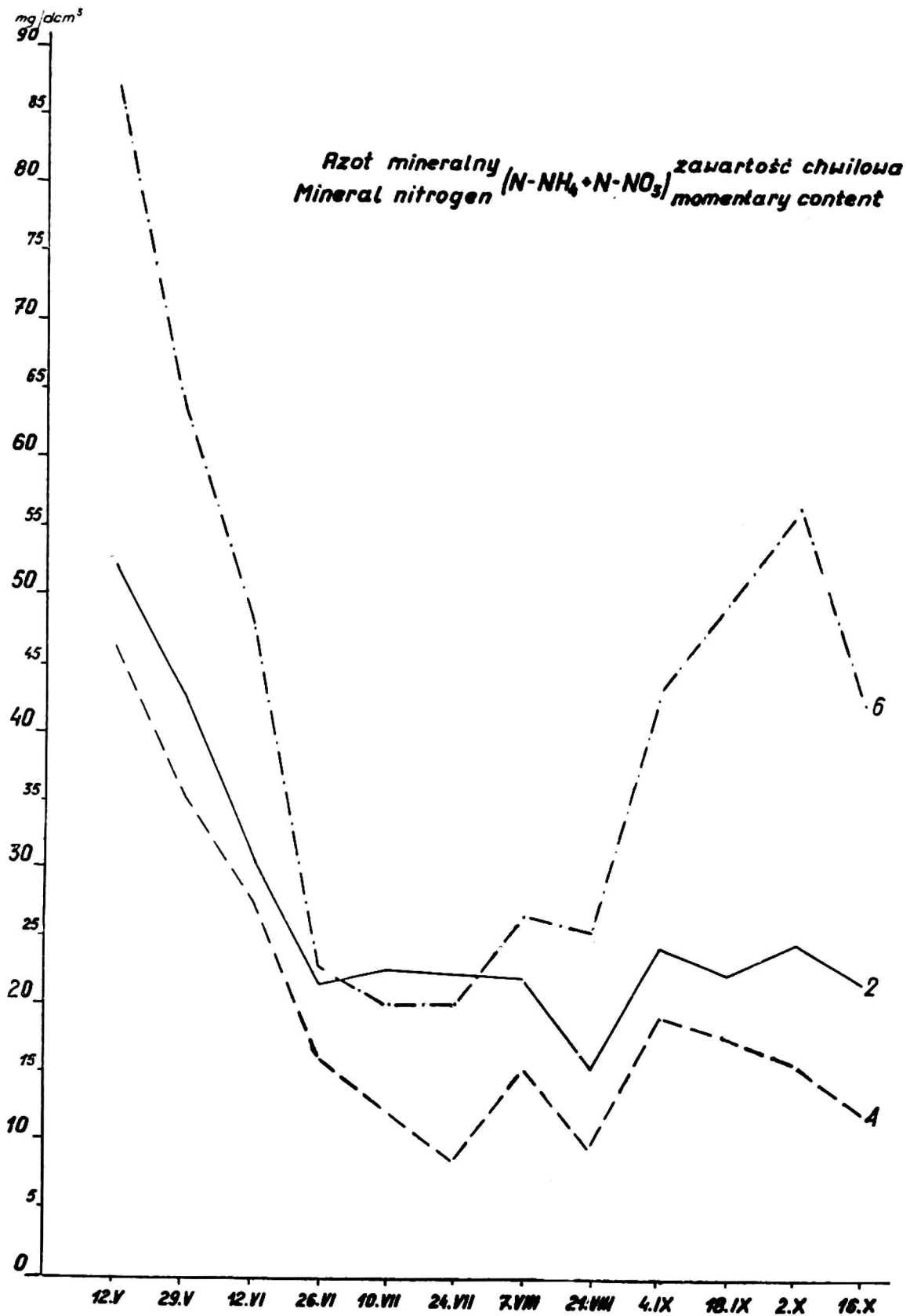


Rys. 5. Przebieg mineralizacji w glebie w okresie wegetacyjnym — Biebrza 1962 r. Doświadczenie nr 1. 1 — łąka 6 lat PK, 2 — łąka 6 lat K, 3 — łąka 2 lata PK, 4 — łąka 2 lata K, 5 — pole 6 lat PK, 6 — pole 2 lata K

Fig. 5. Mineralization course in soil in growing season — Biebrza 1962. Experiment No. 1. 1 — meadow fertilized 6 years with PK, 2 — meadow fertilized 6 years with K, 3 — meadow fertilized 2 years with PK, 4 — meadow fertilized 2 years with K, 5 — field fertilized 6 years with PK, 6 — field fertilized 2 years with K



bieg nieco odmienny w porównaniu z glebami pól uprawnych. Odmienność polega przede wszystkim na większym udziale w zapasach azotu, amonowej formy tego składnika a także na tym, że w okresach kulminacyjnych nagromadza się tam znacznie mniej azotu niż w glebach polo-



Rys. 6. Przebieg mineralizacji w glebie w okresie wegetacyjnym — Biebrza 1963 r. Doświadczenie nr 1. 2 — łąka 6 lat K, 4 — łąka 2 lata K, 6 — pole 6 lat K

Fig. 6. Mineralization course in soil in growing season — Biebrza 1963. Experiment No. 1. 2 — meadow fertilized 6 years with K, 4 — meadow fertilized 2 years with K, 6 — field fertilized with K

wych. Zapasy azotu azotanowego w glebach łąkowych nie przekraczają z reguły 10 mg/1 dcm<sup>3</sup> to jest 20 kg N-NO<sub>3</sub>/ha (rys. 1, 2). Większe zmiany wykazują zapasy azotu amonowego, które w okresie sezonu wegetacyjnego są 1,5 do 2 razy wyższe od zawartości chwilowej azotu azotanowego i przekraczają w okresach kulminacyjnych zawartość 20 mg/1 dcm<sup>3</sup>, a więc 40 kg N-NH<sub>4</sub>/ha (rys. 3, 4).

Na podstawie danych zawartych na rys. 5, 6 można również przedstawić przebieg kształtowania się zapasów całego azotu mineralnego (sumy azotu azotanowego i amonowego) w glebach łąkowych. W czasie okresu wegetacyjnego widoczna jest kulminacja wiosenna (ok. 50 mg N/1 dcm<sup>3</sup> w 1963 r. i ok. 30 mg N/1 dcm<sup>3</sup> w 1962 r.), depresja letnia z charakterystycznym spadkiem zapasów do poziomu w granicach 20 mg N/1 dcm<sup>3</sup> i kulminacja jesienna lepiej widoczna w 1962 r. (ok. 35 mg N/1 dcm<sup>3</sup>).

Analiza statystyczna wyników oznaczeń wykazała, że różnice w zapasach azotu mineralnego między glebą użytkowaną polowo a łąkowo są statystycznie udowodnione. Z analizy tej wynika również, że różnice te zmieniają się zależnie od terminów pobierania próbek i to w sposób statystycznie istotny.

Dużą korzyścią zastosowania metody bezpośredniego oznaczania przyrostów azotu mineralnego była możliwość uzyskania ścisłych liczb dotyczących produkcji tego składnika w glebach łąkowych i polowych. Okazało się, że w warunkach doświadczenia nr 1 w glebie łąkowej powstało w ciągu doby średnio 1,6 kg/ha azotu mineralnego a w glebie użytkowa-

Tabela 5

Produkcja azotu mineralnego na łące i polu w sezonie wegetacyjnym w kg/ha (N-NH<sub>4</sub> + N-NO<sub>3</sub>) w warstwie wierzchniej 0-20 cm (doświadczenie nr 1)

Production of mineral nitrogen on meadow and in field in growing season in kg/ha (N-NH<sub>4</sub> + N-NO<sub>3</sub>) in upper layer of 0-20 cm (experiment No. 1)

Rok	Nazwa i sposób użytkowania	N kg	Różnica na korzyść pola	
			N kg	%
1962	łąka 6 l — K	326,4	76,8	23,5
	pole 6 l — K	403,2		
	łąka 6 l — PK	303,4	38,4	12,7
	pole 6 l — PK	341,8		
1963	łąka 6 l — K	357,1	73,0	20,4
	pole 6 l — K	430,1		

nej polowo ok. 2 kg/ha. Liczby dotyczące produkcji azotu mineralnego w badanych sezonach wegetacyjnych zamieszczono w tabeli 5. Wynika z nich, że średnia produkcja w glebach łąkowych doświadczenia nr 1 przekraczała w ciągu sezonu wegetacyjnego 300 kg N z ha. Produkcja ta w glebie użytkowej polowo była o ok. 20% wyższa. Dane zestawione w tabeli 5 wskazują, że w 1962 r. w glebie pola 6-letniego nawożonego stale potasem i fosforem uwolniło się o przeszło 38 kg N więcej niż w glebie łąki 6-letniej tak samo nawożonej, a w glebie pola 6-letniego nawożonego potasem więcej o ok. 77 kg z ha w stosunku do gleby łąkowej o analogicznym nawożeniu. W 1963 r. w ciągu sezonu wegetacyjnego w glebie pola 6-letniego nawożonego potasem produkcja azotu mineralnego przewyższyła produkcję gleby łąki 6-letniej analogicznie nawożonej o 73 kg N z ha.

#### 4. WPLYW NAWOŻENIA NA PRZEBIEG MINERALIZACJI AZOTU W GLEBIE MURSZOWO-TORFOWEJ

Porównanie wpływu nawożenia na przebieg mineralizacji miało miejsce w latach 1962 i 1965. W 1962 r. obiektem zainteresowania było nawożenie potasowe i potasowo-fosforowe na łące 2-letniej, 6-letniej i polu 6-letnim (rys. 5). W 1965 r. dodatkowo wzięto pod uwagę glebę bez nawożenia mineralnego. Oznaczenia przeprowadzono wtedy na łące użytkowanej w ciągu ośmiu lat. Wyraźne różnice w kształtowaniu się zapasów azotu mineralnego w glebie torfowej różnie nawożonej można dostrzec analizując rys. 5. Na rysunku przedstawiona jest chwilowa zawartość azotu mineralnego (suma  $N-NH_4$  i  $N-NO_3$ ) w okresie wegetacyjnym 1962. Prawie we wszystkich terminach, w których przeprowadzono oznaczenia, zapasy azotu w glebie nawożonej wyłącznie potasem były wyższe niż w glebie nawożonej potasem i fosforem. Dla przykładu podaje się, że w trzech wybranych terminach zapas azotu mineralnego w glebie nawożonej K był wyższy w porównaniu z nawożeniem PK o następującą ilość kg/ha:

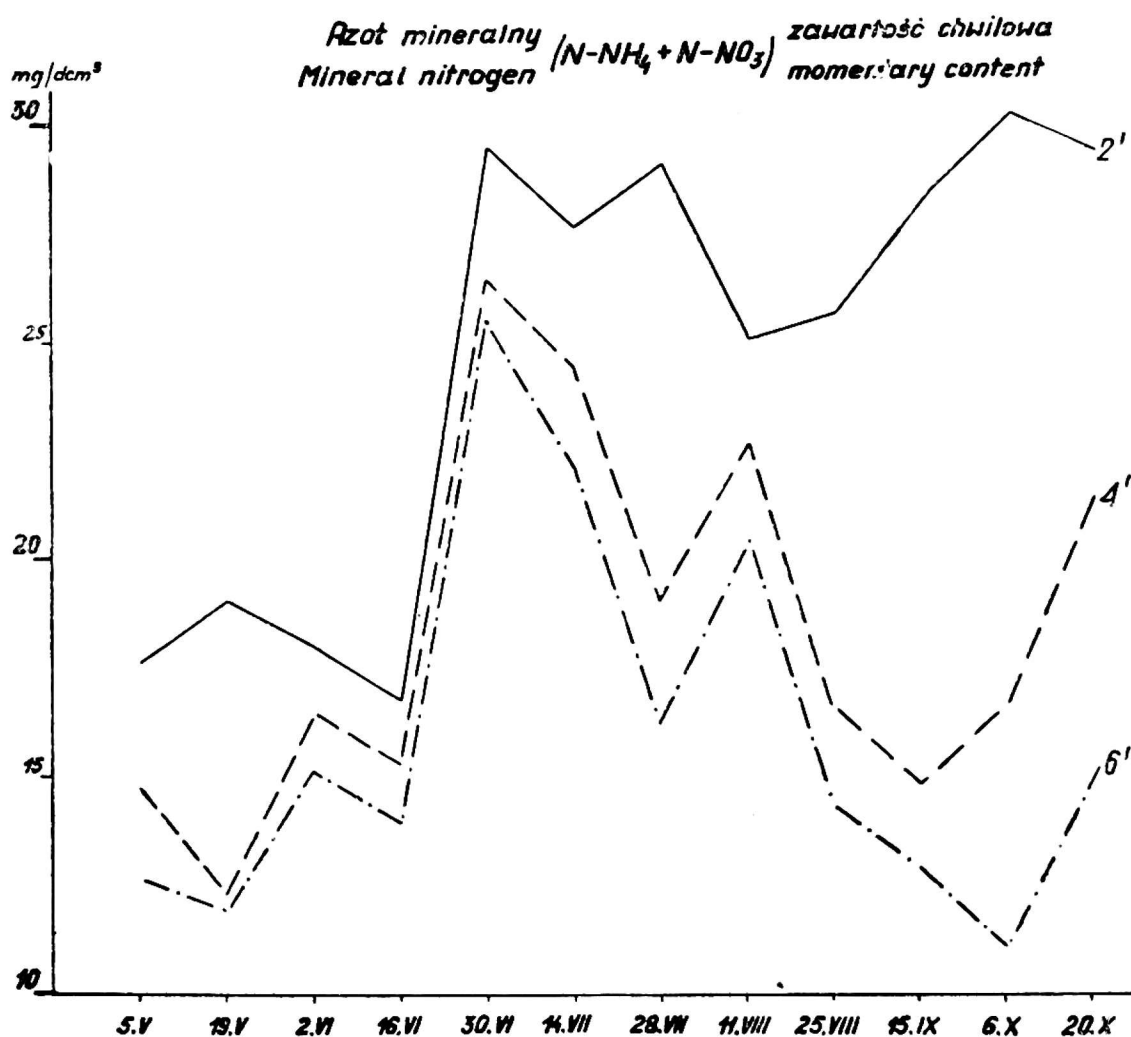
	26 VI	20 VIII	19 IX
Łąka 6 l — K	7,7	10,0	11,0
Łąka 2 l — K	6,4	16,3	5,0
Pole 6 l — K	7,1	15,6	9,4

Dane uzyskane w sezonie wegetacyjnym w 1965 r. (rys. 7) wskazują, że różnice w zapasach azotu mineralnego między poszczególnymi rodzajami nawożenia („bez nawożenia”, K, PK) były jeszcze wyraźniejsze. Najwięcej azotu mineralnego gromadziło się kolejno w glebie „bez nawożenia”, nawożonej K i nawożonej PK. Należy stwierdzić, że różnice w zapasach są bardzo wyraźne i zmniejszają się w czasie okresu wegetacyjnego. Najniższe różnice występowały w czerwcu, a najwyższe we wrześ-

Tabela 6

Produkcja azotu mineralnego w kg na ha (azot azotanowy i amonowy) w okresie wegetacyjnym 1962 r. (doświadczenie nr 1)  
Production of mineral nitrogen in kg per ha (nitrate and ammonium nitrogen) in growing season of 1962 (experiment No. 1)

Rodzaj użytkowania i nawożenia	Produkcja N mineralnego	Różnica w mineralizacji N na korzyść nawożenia potasowego	
		kg	%
Łąka 6 l — K	326	23	7,0
Łąka 6 l — PK	303		
Łąka 2 l — K	407	65	16,0
Łąka 2 l — PK	342		
Pole 6 l — K	403	61	15,0
Pole 6 l — PK	342		



Rys. 7. Przebieg mineralizacji w glebie w okresie wegetacyjnym — Biebrza 1965 r. Doświadczenie nr 1. 2' — łąka 8 lat bez nawożenia, 4' — łąka 8 lat K, 6' — łąka 8 lat PK

Fig. 7. Mineralization course in soil in growing season — Biebrza 1965. Experiment No. 1. 2' — meadow 8 years without fertilization, 4' — meadow fertilized 8 years with K, 6' — meadow fertilized 8 years with PK

niu i październiku. Można wykazać to na przykładzie liczb, które obrazują różnice w zapasach azotu mineralnego w kg/ha w glebie różnie nawożonej w trzech wybranych terminach.

	16 VI	28 VII	6 X
Różnica między glebą „bez nawożenia”, a nawożoną K	5,4	20,1	31,0
Różnica między glebą nawożoną K, a glebą nawożoną PK	2,7	5,7	11,2

Analiza statystyczna potwierdziła istotny wpływ nawożenia mineralnego na kształtowanie się zapasów N-NO<sub>3</sub> w glebie. Obliczenia statystyczne wykazały również, że chwilowa zawartość azotu mineralnego w glebie różnie nawożonej zmienia się w istotny sposób zależnie od terminu pobierania próbek.

Wskaźnikiem mineralizacji azotu są pomiary jego przyrostów w określonej jednostce czasu. Suma tych przyrostów w ciągu okresu wegetacyjnego daje pojęcie o rozmiarach produkcji azotu mineralnego (tab. 6). Otrzymane liczby dla poszczególnych nawożeń w r. 1962 są dosyć charakterystyczne. We wszystkich wypadkach łączna suma wyprodukowanego azotu mineralnego jest wyższa przy nawożeniu potasem w porównaniu z nawożeniem potasowo-fosforowym.

W 1965 r. dane o produkcji azotu mineralnego uzyskano również z poletek „bez nawożenia” doświadczenia nr 1. Okazało się, że zróżnicowanie produkcji w zależności od sposobu nawożenia jest bardzo wyraźne (tab. 7). Zróżnicowanie to polega na tym, że w miarę wprowadzania do gleby składników pokarmowych intensywność mineralizacji maleje. Najwyższa produkcja azotu mineralnego ma miejsce w glebie „bez nawożenia”. Rośliny mają tu do dyspozycji bardzo dużą ilość azotu i w konsekwencji stają się zasobne w białko (tab. 8).

Tabela 7

Produkcja azotu mineralnego w kg z ha w okresie wegetacyjnym  
1965 r. (doświadczenie nr 1)

Production of mineral nitrogen in kg per ha in growing season of 1965  
(experiment No. 1)

Rodzaj użytkowania i nawożenia	Produkcja N mineral- nego	Różnica w pro- dukcji w sto- unku do kom- binacji PK	
		kg	%
Łąka 8 l „bez nawożenia”	366	133	36
Łąka 8 l — K	284	51	14
Łąka 8 l — PK	233	—	—



Tabela 8

Zawartość białka surowego w sianie z doświadczenia nr 1  
w % a.s.m.

Crude protein content in hay from the experiment No. 1  
in % of a.d.m.

Rodzaj nawożenia	% białka	
	I pokos	II pokos
Bez nawożenia	21,4	22,1
K	17,6	18,3
PK	16,4	18,6
Przedział ufności	2,26	2,54

Oznaczenia białka surowego wykonano w sianie łąk doświadczenia nr 1 biorąc pod uwagę łąki bez nawożenia, nawożone samym potasem oraz potasem i fosforem. Sposób pobierania prób i ilość oznaczeń ustalono z myślą o późniejszej możliwości przeprowadzenia analizy statystycznej. Wyniki tej analizy mówią, że różnice w zawartości białka są statystycznie udowodnione. W pierwszym i drugim pokosie istnieje duża różnica między sianem z łąki „bez nawożenia”, a pozostałymi. Brak jest natomiast różnic między sianem z łąk nawożonych potasem a łąk nawożonych potasem i fosforem. Wykonane analizy chemiczne roślin i gleby z doświadczenia nr 1 pozwoliły na dokonanie bilansu azotu i ustalenie w jakim stopniu uwalniający się z gleby azot mineralny jest wykorzystywany przez rośliny (tab. 9).

Tabela 9

Bilans azotu w glebie na podstawie plonów z 1965 r. (doświadczenie nr 1)

Nitrogen balance in soil on the basis of yields in 1965 (experiment No. 1)

Kombi- nawo- za	Zawar- tość N ogólnego w glebie w kg/ha	Ilość N ogólnego ulegająca minera- lizacji w %	Produkcja N mineralnego (N-NH <sub>4</sub> +N-NO <sub>3</sub> ) w kg/ha	N ogólny w sianie w % a.s.m.		Ilość N zebra- nego z plonem siana w kg	Procent N wyko- rzysta- nego	Procent N produ- kowanego w sto- sunku do pobrane- go	
	w wars- twie 0-20 cm	dziennie	w sezo- nie wegeta- cyjnym	I pokos	II pokos				
0	21,708	1,7	1,96	366,3	3,42	3,69	45,80	12,5	799,8
K	19,940	1,4	1,48	284,2	2,82	2,92	113,64	40,0	250,1
PK	20,860	1,1	1,24	233,2	2,65	2,96	186,85	80,1	124,8

Zawartość N ogólnego w 20 cm wierzchniej warstwie gleby jest najwyższa w glebie „bez nawożenia” bo dochodzi do 22 tys. kg, ale w stosunku do gleb nawożonych nie jest to przewaga zbyt duża. Z tej ilości w ciągu sezonu wegetacyjnego mineralizacji ulega na łące „bez nawo-

żenia" 1,7% N ogólnego, na łące nawożonej potasem 1,4% a w wypadku nawożenia potasowo-fosforowego 1,1%. Zróżnicowanie jest dość poważne. Niski plon siana na łące „bez nawożenia" (tab. 9) zabierał łącznie 46 kg/ha azotu. Rośliny były zatem w stanie pobrać jedynie 12,5% uwolnionego azotu mineralnego. Na łące nawożonej samym potasem rośliny pobrały 40% azotu mineralnego, a w wypadku nawożenia potasowo-fosforowego 80%.

Plonowanie łąki trwałej w doświadczeniu nr 1 zostało przedstawione w tabeli 10. W pierwszym roku zbiorów plony były wysokie a istotne działanie nawożenia wykazał tylko potas. Wpływ fosforu uwidocznił się już w drugim roku zbiorów. Od tego czasu nastąpiło znaczne zróżnicowanie plonowania. W 1965 r., dla którego opracowano bilans azotu (tab. 9), na kombinacji „bez nawożenia" zebrano jedynie 15,7 q siana. Nawożenie potasowe przyniosło 46,3 q/ha siana, a nawożenie potasowo-fosforowe wpłynęło na utrzymanie się plonu na stosunkowo wysokim poziomie 80 q/ha. Na podstawie obliczeń statystycznych nie stwierdzono działania nawożenia azotowego.

Tabela 10

Plony siana w q z ha — I i II pokos (doświadczenie nr 1)  
Hay yields in q per ha — I st and II nd cut (experiment No. 1)

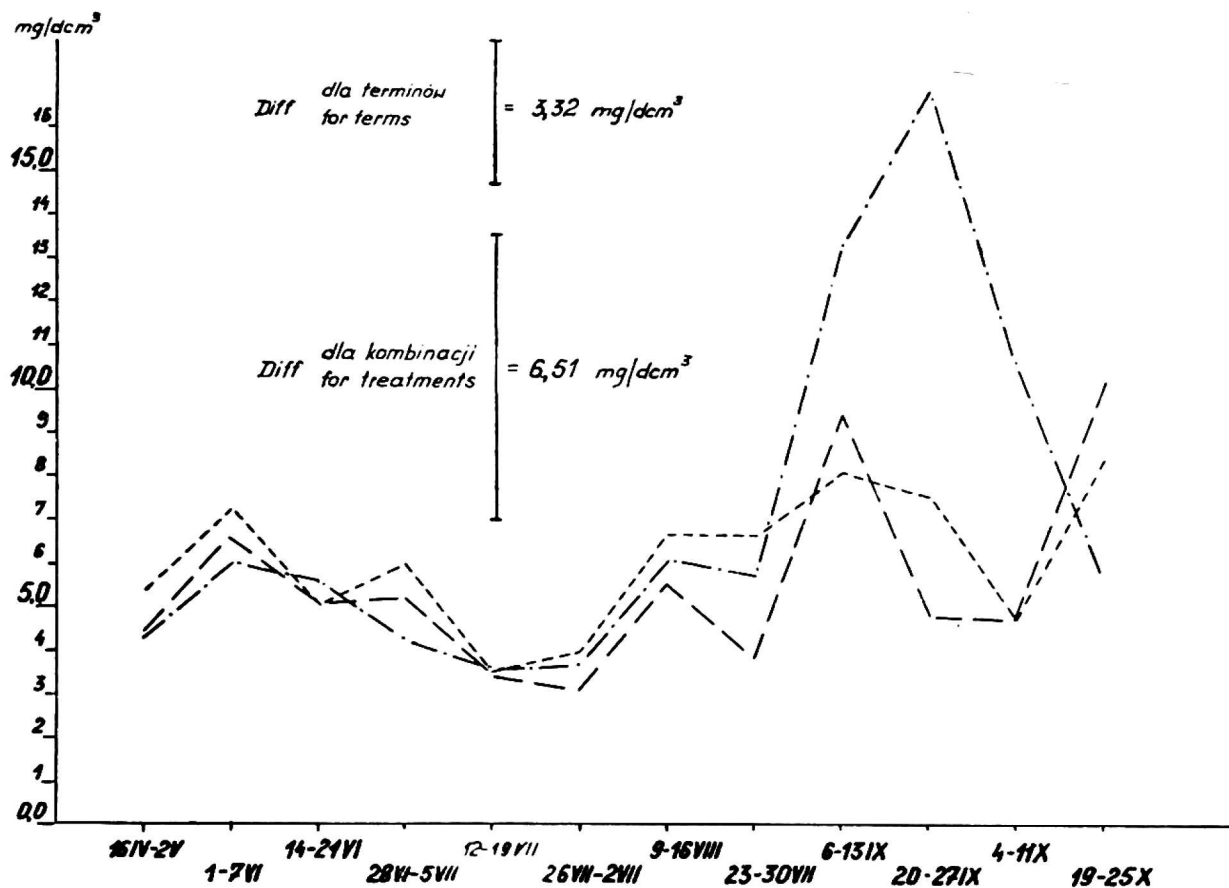
Rodzaj nawożenia	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Bez nawożenia	76,4	24,1	20,0	18,0	15,4	13,0	13,1	15,7	12,9
K	116,4	73,9	76,0	70,5	46,7	43,5	33,9	46,3	37,9
PK	125,1	100,2	88,9	101,9	79,5	80,5	75,1	79,3	87,3
NPK	122,9	101,4	95,4	107,6	86,8	88,5	81,9	85,4	91,9
Przedział ufności	14,68	7,11	13,81	12,06	9,24	8,79	5,48	7,17	4,20

##### 5. MINERALIZACJA ZWIĄZKÓW AZOTOWYCH W GLEBACH ŁĄK W RÓŻNY SPOSÓB NAWADNIANYCH

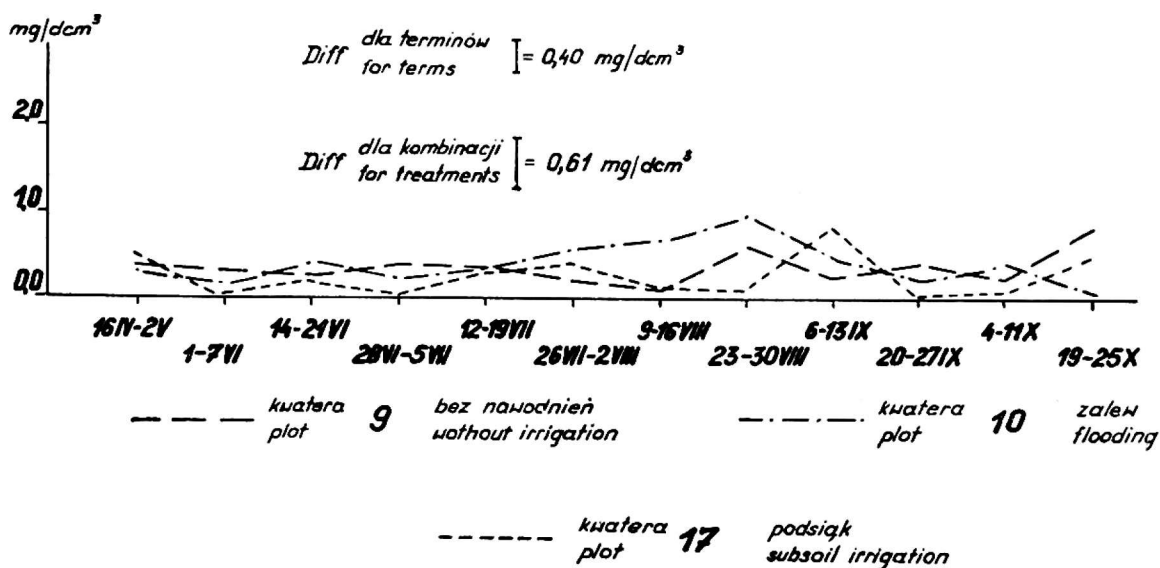
Dane dotyczące omawianego zagadnienia uzyskiwano w doświadczeniu nr 2. Wykonywane systematycznie oznaczenia zawartości azotu mineralnego wykazały, że przebieg przyrostów N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub> a także kształtowanie się zapasów tych składników, było odmienne niż w przypadku omawianego doświadczenia nr 1. Przedstawiają to rys. 8, 9, z których wynika, że zasadnicza różnica polega na znacznie niższych dobowych przyrostach azotu mineralnego w glebach kwater różnie nawadnianych w porównaniu z glebą doświadczenia nr 1. W rezultacie ilość uwalnianego azotu mineralnego w glebie doświadczenia nr 2 w okresie sezonu wegetacyjnego stanowiła średnio tylko 40% ilości uwolnionej w doświadczeniu nr 1 (tab. 11). Krzywe przedstawiające przebieg dobowych przyrostów względnie ubytków azotu mineralnego wykazują małe wahania w ciągu okresu wegetacyjnego. Brak jest charakterystycznych

minimów i maksimum spotykanych w innych glebach. Dotyczy to szczególnie azotu azotanowego. Jest sprawą interesującą, że nie stwierdzono istotnych różnic w przyrostach azotu mineralnego w glebie kwater różnie nawadnianych. Można to stwierdzić na przedstawionych rys. 8, 9.

**Azot azotanowy - zawartość chwilowa**  
**Nitrate nitrogen - momentary content**



**Azot azotanowy - przyrosty dobowe**  
**Nitrate nitrogen - daily increments**



Rys. 8 Przebieg nityfikacji w glebie w okresie wegetacyjnym — Biebrza 1963 r. Doświadczenie nr 2

Fig. 8. Nitrification course in soil in growing season — Biebrza 1963. Experiment No. 2

Brak takich różnic potwierdzają wykonane obliczenia statystyczne, chociaż liczby absolutne wykazują (tab. 11), że na kwaterze z nawodnieniem zalewowym uwolniło się w ciągu okresu wegetacyjnego najwięcej azotu.

Charakterystycznie kształtują się również zapasy azotu amonowego i azotanowego w glebie doświadczenia nr 2. Okazało się, że w badanej glebie sposób nawodnienia lub jego brak nie wpłynął istotnie na kształ-

Tabela 11

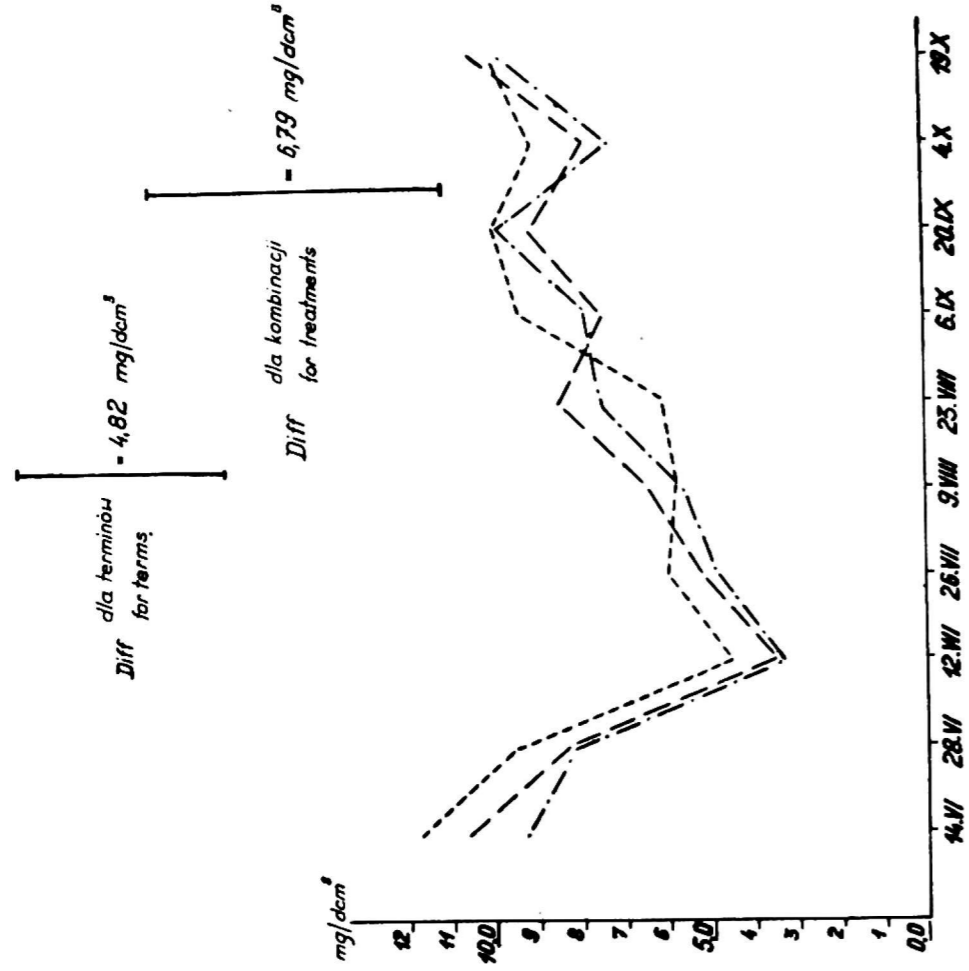
Produkcja azotu mineralnego w kg/ha w sezonie wegetacyjnym 1963 r.  
Mineral nitrogen production in kg/ha in growing season of 1963

Nr doświadczenia	Nazwa badanego obiektu	Ilość azotu mineralnego w kg z ha
1	łąka 6 l — K	357
	łąka 2 l — K	369
	pole 6 l — K	430
	średnio	386
2	kw. 9 (bez nawadniania)	142
	kw. 10 (zalew)	181
	kw. 17 (podsiąk)	138
	średnio	154
1-2	średnio	270

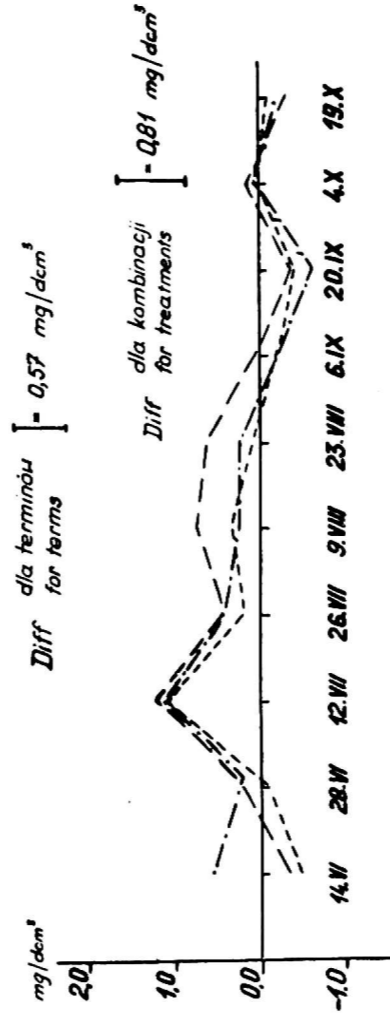
towanie się tych zapasów. Zapasy azotu azotanowego (rys. 8) są niskie i przez większą część okresu wegetacyjnego (do końca sierpnia) wykazują małe wahania, kształtując się w granicach 4-7 mg/1 dcm<sup>3</sup> (8-14 kg/ha). Pewne zróżnicowanie w zapasach N-NO<sub>3</sub> miało miejsce we wrześniu i polegało na większym nagromadzeniu się tego składnika na kwaterze 10, nawadnianej zalewowo. W szczytowym okresie zawartość azotu azotanowego w glebie kw. 10 sięgała 17 mg/1 dcm<sup>3</sup> (34 kg/ha). Zapasy azotu amonowego (rys. 9) kształtowały się podobnie na wszystkich porównywanych kwaterach, chociaż można mówić o pewnych tendencjach, które wskazują, że najwięcej azotu amonowego gromadziło się na kwaterze 10, nawadnianej zalewowo, nieco mniej na kwaterze 17 nawadnianej podsiąkowo i najmniej na kwaterze 9, nie nawadnianej.

Zapasy azotu amonowego w ciągu okresu wegetacyjnego były niskie, średnio w granicach 8 mg/1 dcm<sup>3</sup> (16 kg/ha) i nie stwierdzono aby ich ilość uległa większym wahaniom. Analiza statystyczna dotycząca zapasów azotu mineralnego w glebie doświadczenia nr 2 pozwoliła stwierdzić, że niezależnie od sposobu nawodnienia, zapasy azotu mineralnego nie wykazują w ciągu okresu wegetacyjnego udowodnionych statystycznie

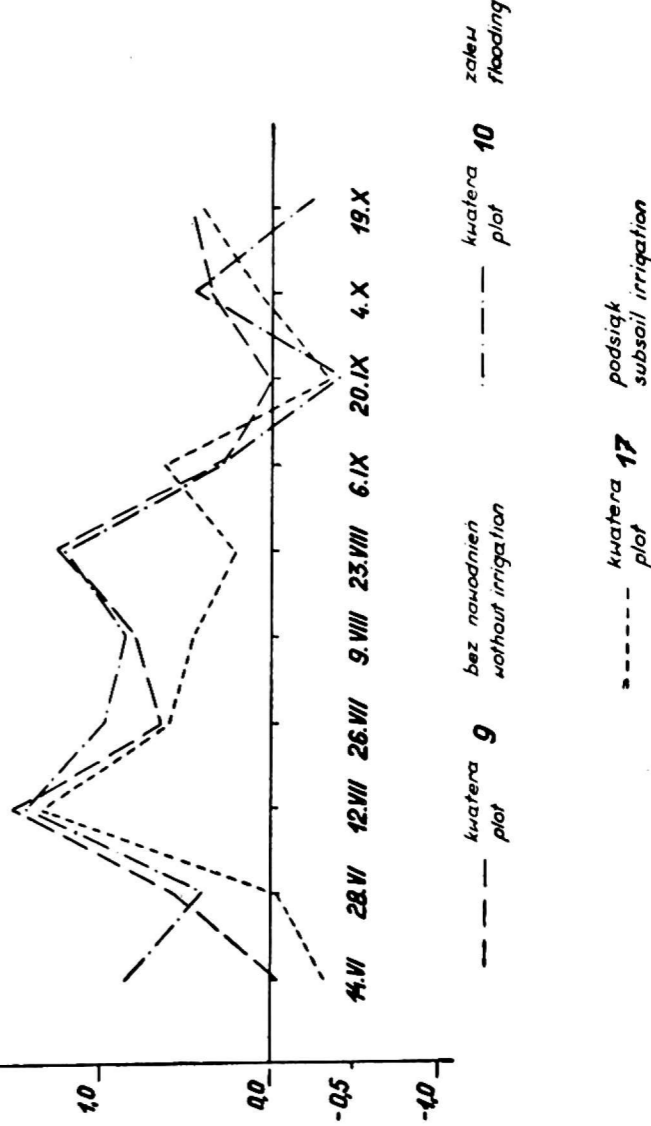
**Azot amonowy - zawartość chwilowa**  
**Ammonium nitrogen - momentary content**



**Azot amonowy - przyrosty dobowe**  
**Ammonium nitrogen - daily increments**



**Azot mineralny/azotanowy + amonowy/przyrosty dobowe**  
**Mineral nitrogen/nitrate + ammonium nitrogen/daily increments**



Rys. 9. Przebieg mineralizacji azotu w glebie w okresie wegetacyjnym — Biebrza 1963 r. Doświadczenie nr 2

Fig. 9. Mineralization course of nitrogen in soil in growing season — Biebrza 1963. Experiment No. 2



tendencji zwykłych lub niżkowych. Sposób nawadniania nie ma zatem w opisywanych warunkach glebowych istotnego wpływu na gromadzenie się w glebie zarówno zapasów azotu azotanowego jak i amonowego.

## 6. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wykazały, że użytkowanie polowe gleb torfowych obiektu Kuwasy zwiększało ilość uwalnianego azotu mineralnego o ok. 20%. Jest to znacznie mniej niż wykazali w swoich badaniach Świętochowski [18] a szczególnie Frąckowiak [3]. Ten ostatni autor wykazuje, że w glebach torfowych Kanału Bydgoskiego, użytkowanych polowo, uwalniało się kilkakrotnie więcej azotu mineralnego niż w glebach łąkowych. Powodem przedstawionych różnic mogły być odmienne warunki wilgotnościowe w następstwie czego struktura gleby w doświadczeniu nr 1 pod darnią i pod uprawami polowymi była podobna. Inną przyczyną mogło być wykonywanie badań w glebie uprawianej polowo od wielu lat — co obniżyło intensywność jej mineralizacji.

Mimo stosunkowo małych różnic w produkcji azotu mineralnego sposób użytkowania wywiera duży wpływ na gromadzenie się zapasów tego składnika. Specyfika upraw polowych stwarza dwa okresy sprzyjające nasileniu mineralizacji masy organicznej gleby, to jest wiosenny i jesienny (rys. 5, 6). W obu okresach na polach brak jest roślin lub są one zbyt słabo rozwinięte aby mogły pobierać cały wytworzony azot mineralny. W rezultacie zapasy tego składnika ulegają w glebie znacznemu powiększeniu, ale nie mogą być właściwie wykorzystane. Przeważająca część azotu mineralnego w glebie użytkowanej polowo występuje w formie azotanowej łatwo ulegającej wypłukiwaniu co stwarza możliwości poważnych strat. W glebie użytkowanej łąkowo drobnoustroje mineralizujące azot mają gorsze warunki dla swojej działalności. W rezultacie w ciągu sezonu wegetacyjnego uwalnia się mniej azotu mineralnego. Jednocześnie azot ten jest przez cały czas równomiernie pobierany i nie może gromadzić się w postaci większych zapasów. Efektem szybszej mineralizacji masy organicznej torfu w glebie pola doświadczenia nr 1 jest zaobserwowane i zmierzone wyraźne obniżenie powierzchni pola w stosunku do powierzchni łąki. Mówią o tym pomiary niwelacyjne, których wyniki przedstawia tab. 12. Średnio w ciągu roku powierzchnia płodozmianu polowego obniżała się w stosunku do powierzchni łąki trwałej o 0,72 cm, a powierzchnia płodozmianu przemiennej o 0,58 cm. Wzmożona mineralizacja związków azotowych pod wpływem uprawy mechanicznej odbywa się zatem kosztem znacznie szybszego zanikania gleby torfowej, co powinno się brać pod uwagę przy wprowadzaniu roślin polowych. Intensywny przebieg mineralizacji azotu w glebie murszowo-torfowej doświadczenia nr 1 przemawia za łąkowo-pastwiskowym użytkowaniem tych gleb. Roślinność łąkowa znacznie lepiej potrafi wy-

Tabela 12

Różnica (w cm) między powierzchnią łąki a powierzchnią płodozmianu polowego i przemiennego

Difference (in cm) between surface level of meadow and that of field with crop rotation or alternate utilization

Rodzaj użytkowania	Czas użytkowania			Średnie roczne obniżenie powierzchni w cm
	11 lat seria I	10 lat seria II	9 lat seria III	
Płodozmian przemienny	7,0	6,1	4,5	0,58
Płodozmian polowy	6,8	8,5	6,3	0,72

korzystać uwalniany azot mineralny i zapobiega powstawaniu strat. Inną korzyścią jest mniejsze tempo zanikania gleby torfowej. Uzyskane wyniki wykazały duży wpływ nawożenia na przebieg mineralizacji organicznych połączeń azotowych. Wraz z nawożeniem ulega zmniejszeniu zarówno produkcja azotu w jednostce czasu jak i gromadzenie się tego składnika w formie zapasów. Zmniejszanie się stanów zapasów azotu mineralnego w glebie w miarę wzrostu nawożenia można wytłumaczyć wzmożonym pobieraniem tego składnika przez rośliny. Obszerniejszej dyskusji wymagają natomiast wyniki dotyczące kształtowania się dobowych przyrostów  $N-NO_3$  i  $N-NH_4$  w glebach nawożonych.

Uzupełnieniem omawianych badań może być praca wykonana przez Kowalczykową [6]. Autorka dokonywała pomiaru aktywności biologicznej gleby doświadczenia nr 1 dwoma metodami testowymi. Jedną z nich był pomiar intensywności wydzielania  $CO_2$  z gleby, drugą badanie intensywności rozkładu w glebie błonnika. Wydzielanie się  $CO_2$  z gleby malało w miarę nawożenia, a zatem należało sądzić o ujemnym wpływie nawozów na przebieg procesów biologicznych. Potwierdziły to próby laboratoryjne polegające na dodawaniu do gleby z doświadczenia nr 1 nawozów mineralnych w postaci czystych soli i produktów handlowych oraz mierzenie wydzielonego  $CO_2$ . Okazało się, że nawozy wpłynęły hamująco na intensywność wydzielania się  $CO_2$ . Autorka przypuszcza także, że część dwutlenku węgla mogła być wykorzystana przez glony, których rozwój był szczególnie duży w glebie nawożonej. W glebie łąki „bez nawożenia” znaleziono w 1 g torfu ok. 38 tys. glonów, podczas gdy w glebie NPK ponad 240 tys. Jednocześnie jednak test błonnikowy wykazał, że intensywność rozkładu wzrasta wraz z nawożeniem a zatem nawożenie mineralne zwiększa aktywność biologiczną gleby. W oparciu o wyniki badań Kowalczykowej [6] można wysnuć wniosek, że w opisywanych warunkach glebowych mimo wzrostu aktywności biologicznej gleby pod wpływem nawożenia rozwój bakterii mineralizujących azot był hamowany nawozami mineralnymi. Mogło także mieć miejsce wiązanie

azotu mineralnego przez glony, które wykorzystywały ten składnik w procesach życiowych. Ujemny wpływ na mineralizację związków azotowych mogły wywierać jony potasu poprzez blokowanie azotu amonowego [1, 23]. Byłoby to jeszcze jednym argumentem wyjaśniającym wolniejszy przebieg mineralizacji w glebie nawożonej potasem.

Brak zależności między natężeniem mineralizacji w glebie doświadczenia nr 2, a nawodnieniami należy przypisywać wpływowi struktury profilu glebowego i związanych z nią właściwościom fizyczno-wodnym. Dobre warunki podsiąkowe zapewniają utrzymywanie się prawie przez cały okres wegetacyjny wilgotności w przedziale wody łatwo dostępnej dla roślin i zawartości powietrza poniżej 30% obj. Wprowadzenie nawodnień na glebę o tak dobrych stosunkach wilgotnościowych nie mogło mieć zasadniczego wpływu na rozwój mikroorganizmów, który w tych warunkach był limitowany ograniczonymi zapasami tlenu, zmniejszonymi dużą zawartością dwutlenku węgla w powietrzu glebowym. Potwierdza to badania aktywności biologicznej wykonywane w glebie doświadczenia nr 2 przez Kowalczykową [7].

## 7. WNIOSKI

1. Przy użytkowaniu łąkowym średnio zmurszałych torfów obiektu Kuwasy o warstwowanej budowie profilu w warunkach utrudnionego podsiąku przy dość intensywnym odwodnieniu, mineralizuje się w ciągu sezonu wegetacyjnego ok. 350 kg/ha azotu mineralnego.

2. W tych samych glebach użytkowanych polowo mineralizacja azotu zwiększa się w granicach 20%. Użytkowanie polowe prowadzi jednocześnie do gromadzenia się w glebie w okresie wiosennym i jesiennym znacznych zapasów azotu mineralnego, które nie mogą być właściwie wykorzystane.

3. Użytkowanie łąkowe omawianych gleb jest korzystniejsze w porównaniu z polowym, ponieważ wpływa hamująco na przebieg mineralizacji i pozwala racjonalnie wykorzystać azot mineralny w ciągu sezonu wegetacyjnego. Ustalono, że w stosunku do powierzchni łąki, powierzchnia gleby użytkowanej polowo obniżyła się więcej w ciągu roku o 0,72 cm.

4. W zapasach azotu mineralnego gleb łąkowych znacznie przeważa forma amonowa tego składnika. Ilość  $N-NH_4$  w tych glebach jest w ciągu okresu wegetacyjnego przeciętnie od 1,5 do 2 razy większa od ilości  $N-NO_3$ . W glebach użytkowanych polowo gromadził się przeważnie w postaci azotu azotanowego łatwo ulegającego wypłukiwaniu. Dotyczy to przede wszystkim okresów kulminacji wiosennej i jesiennej.

5. Nawożenie mineralne potasowo-fosforowe badanych gleb wpływa na zmniejszenie tempa mineralizacji azotu. Ilość uwalnianego w sezonie wegetacyjnym azotu mineralnego w glebie łąki nawożonej potasem była

o 14% wyższa, a w glebie łąki bez nawożenia o 36% wyższa w porównaniu z glebą łąki nawożonej PK.

6. Badania wykazały, że w warunkach gleb średnio zmurszałych o dobrych właściwościach podsiąkowych, przy umiarkowanym odwodnieniu i znacznym uwilgotnieniu gleby, nawodnienia nie wywierają większego wpływu na przebieg mineralizacji.

7. W tego rodzaju warunkach mineralizacja azotu w ciągu sezonu wegetacyjnego w glebie łąkowej wynosiła około 150 kg N/ha.

*Panu Profesorowi Doktorowi Henrykowi Okruszko za pomoc w wyborze tematu oraz cenne rady i wskazówki przy wykonywaniu niniejszej pracy składam najserdeczniejsze podziękowania.*

#### LITERATURA

1. Axley J.H., Legg J.O.: Ammonium fixation in soils and the influence of potassium of nitrogen availability from nitrate and ammonium sources. *Soil Science*, 90 (1960).
2. Frąckowiak H.: Wpływ przemennego użytkowania węglanowych torfów dolinowych na szybkość mineralizacji azotu. *Rocz. Nauk rol. Ser. F-72-2* (1957).
3. Frąckowiak H.: Mineralizacja związków azotowych na tle zróżnicowania gleb doliny Kanału Bydgoskiego. Praca doktorska maszynopis. Bydgoszcz-Wrocław (1966).
4. Gotkiewicz J.: Wpływ sposobu nawożenia i użytkowania na zawartość składników pokarmowych w glebie i roślinach. *Informator IMUZ, Wiad. melior.* 3 (1970).
5. Gotkiewicz J., Szuniewicz K.: Plonowanie łąk na glebach torfowych. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* 83 (1968).
6. Kowalczyk Z.: Porównanie wyników intensywności wydzielania się CO<sub>2</sub> i rozkładu błonnika jako testów oceny aktywności biologicznej gleby torfowej. *Rocz. Nauk rol. F-78-1* (1971).
7. Kowalczyk Z., Nazaruk G.: Wpływ nawodnień zalewowych i podsiąkowych na aktywność biologiczną gleby z torfu średnio rozłożonego. *Wiad. Inst. Melior.* 7, 1 (1969).
8. Maciak F.: Wpływ niektórych mikroelementów (Cu, B, Zn) na przebieg nityfikacji w torfach surowych i amoniakowanych. *Rocz. Nauk rol. A-71-3* (1955).
9. Maksimow A., Okruszko H., Liwski S.: Torfowisko Kuwasy. *Rocz. Nauk rol. A-68-1* (1953).
10. Maksimow A., Liwski S.: Mikronawozy na glebach torfowych. *Rocz. glebozn.* 2 (1952).
11. Metodyka badań fizycznych i wodnych właściwości gleb. Praca zbiorowa, IMUZ (1966).
12. Metodyka analiz chemicznych. Opracowanie zbiorowe. Laboratorium IMUZ (1965).
13. Moraczewski R.: Studia nad dynamiką związków azotowych i wykorzystaniem azotu torfowiska. Dział Wydawnictw SGGW (1964).
14. Okruszko H.: Gleby murszowe torfowisk dolinowych i ich chemiczne oraz fizyczne właściwości. *Rocz. Nauk rol. F-74-1* (1960).



15. Okruszko H.: Kuwasy jako obiekt melioracyjny. Wiad. Inst. Melior. 3, 3 (1963).
16. Okruszko H., Roguski W., Szuniewicz J., Zawadzki S.: Tymczasowe zasady określania w projektach melioracyjnych zapasów wody użytecznej w glebach hydrogenicznych. Melioracje rolne, 5 (1971).
17. Sideri D.: Biologia rozłożenia organicznego wierzchnictwa w poczwie. Agrobiologia, 1 (1950).
18. Świętochowski B.: Tworzenie się azotanów na dzikim i zagospodarowanym torfowisku. Roczn. Nauk roln. i leśn. 33 (1934).
19. Świętochowski B.: Wpływ gospodarki polowej i łąkowej na niektóre fizykalne i biochemiczne właściwości torfu i jego żyzność. Roczn. łąk. 1 (1935).
20. Świętochowski B.: Eine Methode zur direkten Bestimmung des Zuwachses an Nitrat und Ammoniak-Stickstoff in Boden. Central. f. Bak., Parasit u. Infekt. dz. II. t. 116 (1963).
21. Szuniewicz J.: Stosunki wodne Torfowiska Kuwasy. Wiad. Inst. Melior., 3, 3 (1963).
22. Szuniewicz J.: Gleby torfowe rejonu RZB Biebrza i ich właściwości fizyko-wodne. Zesz. probl. Post. Nauk rol., 89 (1968).
23. Welch L.F., Scott A.D.: Nitrification of fixed ammonium in clay minerals as affected by added potassium. Soil Science, 90, 2 (1960).
24. Wyniki doświadczeń RZB Biebrza 1954-1963. Bibliot. Wiad. IMUZ, 17, Warszawa (1965).

ЯНУШ ГОТКЕВИЧ

## МИНЕРАЛИЗАЦИЯ АЗОТА В РАЗЛИЧНО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ, УДОБРЯЕМЫХ И ОРОШАЕМЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

### Резюме

В период 1962-1965 гг. на торфянике Кувасы был проведен цикл исследований по минерализации азота в различно используемых, удобряемых и орошаемых торфяных почвах. В исследованиях применяли метод Свентоховского позволяющий проследить процессы минерализации в условиях приближенных к природным.

Установлено, что в средне обмуршелых, довольно интенсивно осушенных торфах количество мобилизованного минерального азота в луговых почвах составляло в течение вегетационного периода около 350 кг N/га. Полеводческое использование вызывало повышение этого количества на около 20%. Установлено, что в запасах минерального азота луговых почв преобладает аммонийная форма, тогда как в почвах в полеводческом использовании азот накапливался преимущественно в форме нитратов.

Минеральное калийно-фосфорное удобрение снижало количество азота мобилизованного в процессе минерализации в луговой почве на 14% по отношению к одному калийному удобрению и на 36% по отношению к неудобряемой почве.

В средне обмуршелых, но умеренно осушенных и значительно увлажненных луговых почвах ход минерализации был менее интенсивным, составляя около 150 кг N/га. В таких условиях орошения оказывают более значительное влияние на минерализацию.



JANUSZ GOTKIEWICZ

NITROGEN MINERALIZATION IN PEAT SOILS DIFFERENTLY  
UTILIZED, FERTILIZED AND IRRIGATED

## Summary

In the period 1962-1965 on the Kuwasy peatland a cycle of investigations was carried out. The investigations concerned nitrogen mineralization in peat soils differently utilized, fertilized and irrigated. The Świętochowski's method was applied enabling to trace the mineralization processes in the conditions approximating natural ones.

It has been found that in peats rather intensively drained, with medium mucking degree, the amount of mobilized mineral nitrogen in grassland soils maintained in growing season at the level of about 350 kg N/ha. Arable utilization contributed to an increase of this amount by about 20%. It has been found that in the mineral nitrogen reserves of grassland soils ammonium nitrogen form prevailed, while in the soils in arable utilization nitrogen accumulated mainly in nitrate form.

Mineral potassium-phosphorus fertilization reduced the amount of nitrogen mobilized in the mineralization process of grassland soil by 14% in relation to the sole potassium fertilization and by 36% in relation to unfertilized soil.

In grassland soils with medium mucking degree, but moderately drained and with high moisture content, the mineralization course was less intensive amounting to about 150 kg N/ha. In such conditions irrigations do not exert any significant influence on the mineralization.