

Badania zmian w masie organicznej gleb torfowych pod wpływem dodatku składników mineralnych

STEFAN LIWSKI, FRANCISZEK MACIAK

Instytut Przyrodniczych Podstaw Melioracji, SGGW

WSTĘP

Odwodnienie torfowiska oraz użytkowanie rolnicze powoduje nie tylko zatrzymanie dalszego przyrostu, ale sprzyja równocześnie intensywnej mineralizacji torfu nagromadzonego w ciągu wieków. Na intensywność rozkładu torfu ma wpływ szereg czynników, przy czym istotne znaczenie ma sam charakter masy organicznej oraz zewnętrzne warunki siedliska. Wpływa to z faktu, że w tych samych warunkach klimatycznych zmeliorowane gleby torfowe ulegają mineralizacji i przeobrażeniu w stopniu nierównym. Istotny wpływ na intensywność mineralizacji gleb torfowych może mieć obecność lub brak w nich odpornych na rozkład połączeń próchnicznych tzw. związków organo-mineralnych [5, 10, 16]. Ilasty materiał glino-krzemowy zawierający montmorylonit posiada szczególnie duże właściwości tworzenia kompleksów organo-mineralnych odpornych na rozkład. Gleby zasobne w związki organo-mineralne są z reguły bogate w węglan wapnia. Z kolei połączenia próchniczno-wapienne, humiany wapnia, mogą tworzyć w glebach ustabilizowanych związki organo-mineralne charakteryzujące się małą ruchliwością, nie ulegające rozkładowi i wypłukaniu, przyczyniając się tym samym do kumulacji masy organicznej. Wpływowi wapnia przypisuje się np. tworzenie próchnicy gleb rędzinowych. Podobne oddziaływanie wapnia może występować też i w czarnych ziemiach.

Połączeń organiczno-mineralnych nie są zdolne tworzyć utwory mineralne pozbawione części gliniastych i wapiennych jak np. piaski.

Celem niniejszych badań było stwierdzenie w warunkach laboratoryjnych, w jakim stopniu składniki mineralne takie jak: minerały ilaste, węglan wapnia, węglan sodu i azot (w formie amonowej) wpłyną na mineralizację substancji organicznej torfu oraz na jej skład i właściwości. Tempo rozkładu masy organicznej torfu określano na podstawie wydzielającego się z gleby torfowej CO_2 i zachodzących procesów amonifikacyjnych i nitryfikacyjnych. Zmiany w ogólnej masie organicznej

torfów badano również poprzez analizę związków próchnicznych i określanie form azotu.

Równolegle przeprowadzono także doświadczenia vegetacyjne wazonowe w celu stwierdzenia wpływu dodanych do gleby torfowej składników mineralnych na plonowanie roślin.

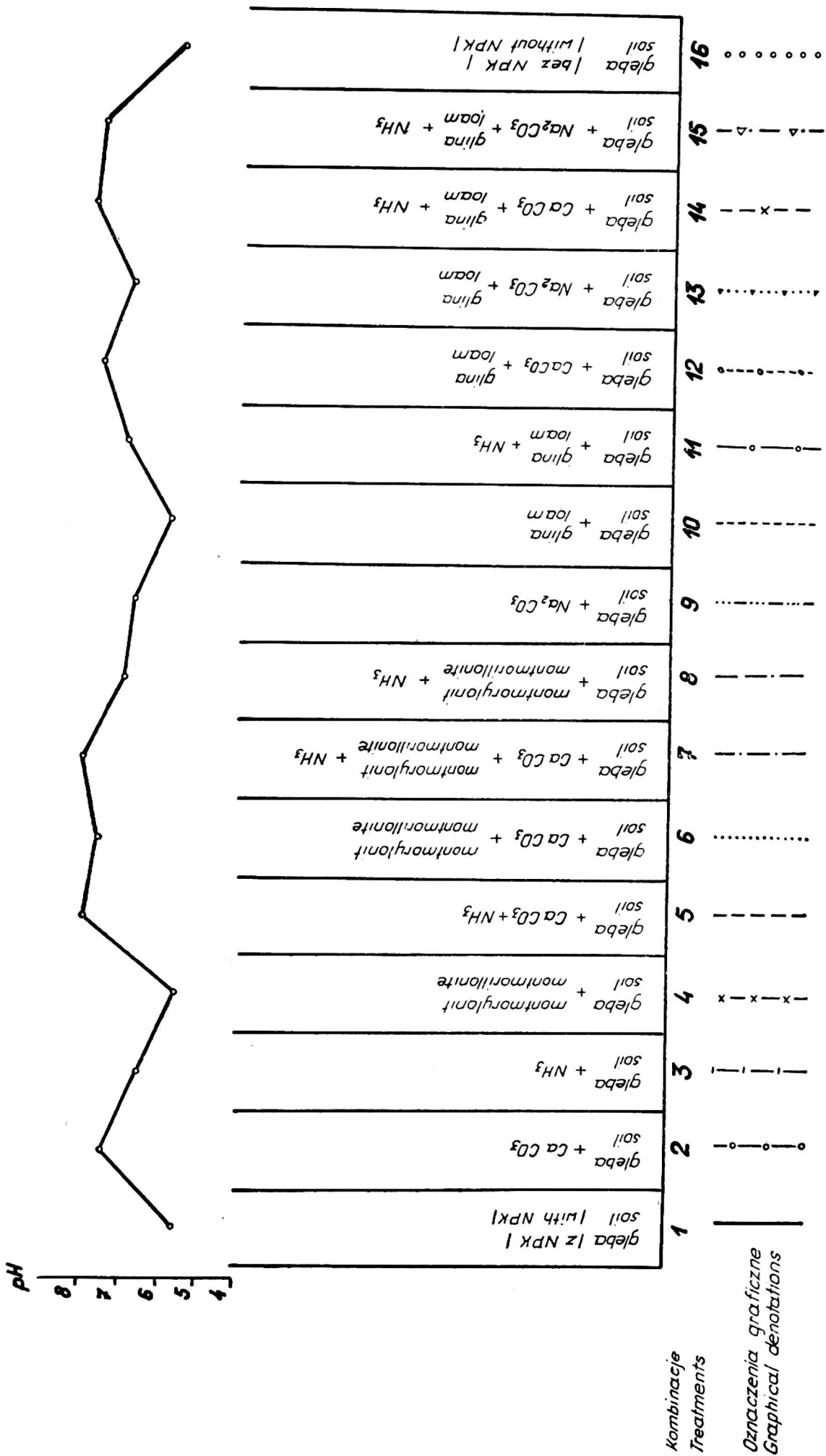
MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Do badań użyto gleby torfowej wytworzonej z torfu niskiego trzciny-turzykowego o stopniu rozkładu 45% i popielności 15%. Układ poszczególnych kombinacji oraz początkowe pH w glebach przedstawiono na rys. 1. Na 1 kg substancji organicznej torfu stosowano — w zależności od kombinacji — 200 g CaCO_3 , 20 g Na_2CO_3 , 200 g gliny aktywowanej amoniakiem, 50 g aktywowanego montmorylonitu, 6 g N-NH_3 (w postaci wody amoniakalnej) oraz NPK na wszystkich kombinacjach, z wyjątkiem kombinacji 16 (torf bez NPK w doświadczeniu laboratoryjnym), w ilościach: N — 0,12 g, P_2O_5 — 0,6 g, K_2O — 0,6 g a także mieszankę mikroelementów (Cu, B, Zn, Mo, Mn, Mg, Fe). Glinę oraz montmorylonit w celu zwiększenia właściwości sorpcyjnych aktywowano przez dodanie do 100 g suchej masy minerału 20 ml 30% wody amoniakalnej.

Doświadczenie laboratoryjne przeprowadzono w ten sposób, że mieszanki gleb z dodanymi komponentami trzymano w słojach szklanych w temperaturze ok. 22°C i wilgotności 70% pojemności wodnej. W odstępach 2-tygodniowych określano wydzielający się CO_2 , a przyrosty amoniaku i azotanów określano w odstępach 4-tygodniowych. Okres trwania doświadczenia wynosi 130 tygodni (2,5 roku).

Wydzielający się CO_2 oznaczano metodą Normana, Newmana [11]. Amoniak i azotany oznaczano w wyciągu 1% roztworu K_2SO_4 kolorymetrycznie, amoniak — metodą Nesslera, azotany przy użyciu kwasu disulfofenolowego. Oznaczono także zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla. Skład poszczególnych frakcji azotu określono po hydrolizie gleby 6n HCl [8]. Ponadto oznaczono metodą Tiurina [14] zawartość kwasów huminowych i fulwowych.

Doświadczenie vegetacyjne z mieszankami gleby i komponentów — identycznymi jak w doświadczeniu laboratoryjnym — założono używając wazonów Wagnera, w których zasiano rajgras jednoroczny. Wazonny podlewano do wilgotności gleby równej 70% pojemności wodnej. Po każdym pokosie dodawano 0,15 g/wazon N w postaci azotanu amonu. W 1967 r. zebrano 5 pokosów, a w latach 1968-1969 po 3 pokosy. Plony poddano analizie statystycznej ustalając istotność różnic pomiędzy kombinacjami. W plonach traw określono azot ogólny metodą Kjeldahla.



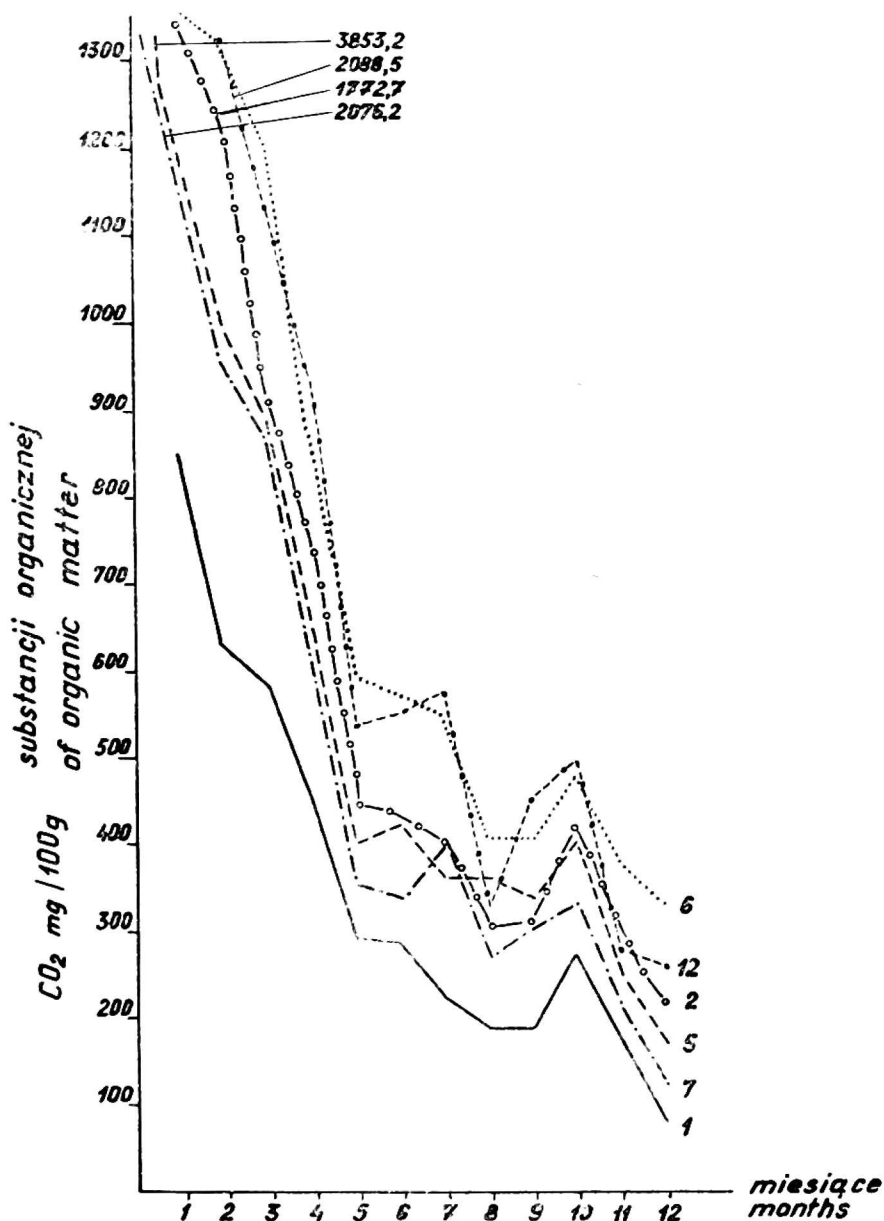
Rys. 1. Układ kombinacji gleb w doświadczeniu oraz początkowe pH (w H₂O)

Fig. 1. Arrangement of soil variants in the experiment and the initial pH (in H₂O)

WYNIKI BADAŃ

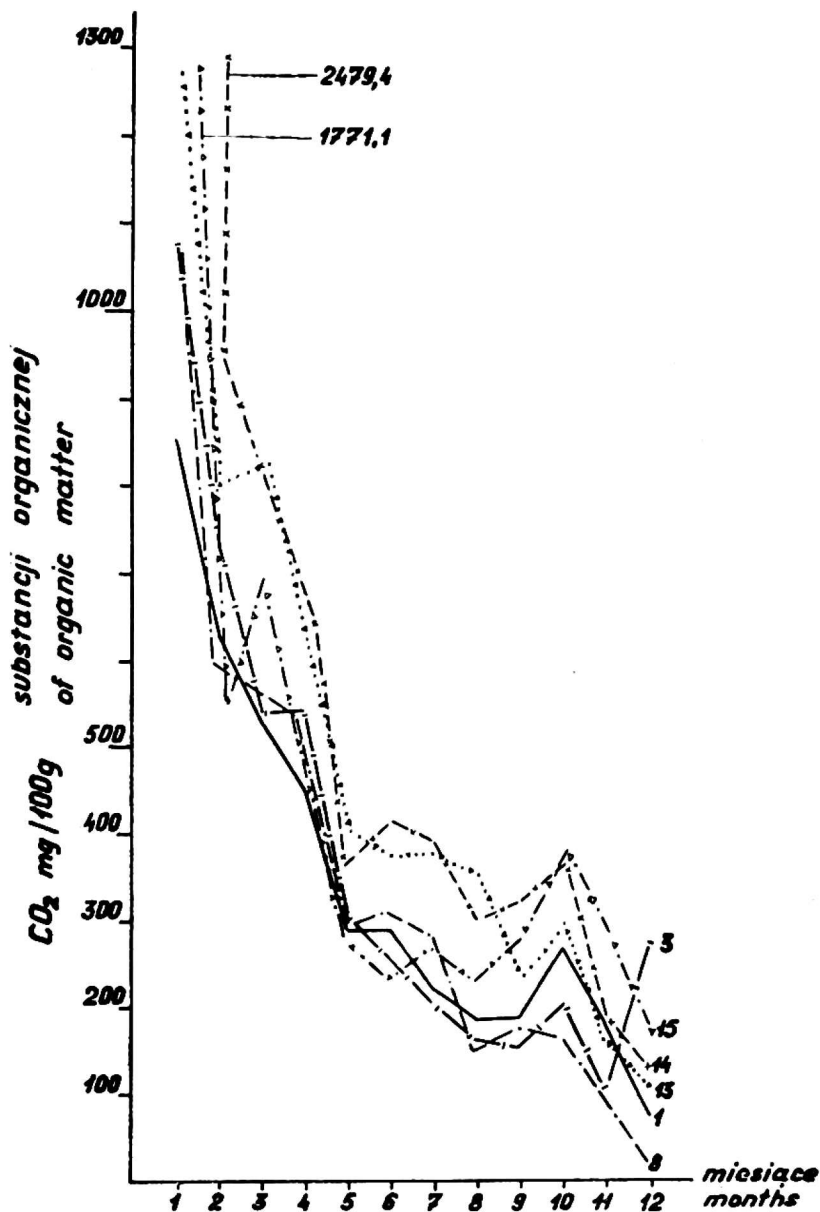
1. WPLYW SKŁADNIKÓW MINERALNYCH NA WYDZIELANIE SIĘ DWUTLENKU WĘGLA Z GLEBY TORFOWEJ

Dane dotyczące zmian w masie organicznej gleb zamieszczono w tabelach i na wykresach. Rysunki 2, 3 i 4 przedstawiają mineralizację masy organicznej gleby torfowej w ciągu 12 miesięcy w temperaturze 22°C. Intensywność rozkładu torfu określają ilości wydzielonego CO₂ w poszczególnych terminach badań. Z danych na rys. 2, 3, 4 wynika, że największy rozkład masy organicznej następował we wszystkich kombinacjach gleb w okresie pierwszego miesiąca, przy czym widać wyraźnie różnice w rozkładzie organicznej masy torfu w zależności od dodanych do torfu składników mineralnych. Największe wydzielanie CO₂ (wynoszące 3853 mg CO₂/100 g substancji organicznej) występowało w kombinacji 5 (gleba+CaCO₃+NH₃). W granicach 2479-2076 mg/100 g substan-



Rys. 2. Intensywność wydzielania CO₂ z gleby torfowej w temperaturze 22°C w okresie 12 miesięcy. Oznaczenia kombinacji gleb — jak na rys. 1

Fig. 2. CO₂ secretion intensity from peat soil at the temperature of 22°C in the period of 12 months. Denotations of soil variants — as in Fig. 1



Rys. 3. Intensywność wydzielania CO_2 z gleby torfowej w temperaturze 22°C w okresie 12 miesięcy. Oznaczenia kombinacji gleb — jak na rys. 1

Fig. 3. CO_2 secretion intensity from peat soil at the temperature of 22°C in the period of 12 months. Denotations of soil variants — as in Fig. 1

cji organicznej znaleziono CO_2 w kombinacji 14 (gleba + CaCO_3 + glina + NH_3), w kombinacji 12 (gleba + CaCO_3 + glina) oraz w kombinacji 7 (gleba + CaCO_3 + montmorylonit + NH_3). Wysokie ilości CO_2 (powyżej 1000 mg/100 g substancji organicznej) po okresie 1 miesiąca wystąpiły także w kombinacji 2 (gleba + CaCO_3), w kombinacji 15 (gleba + Na_2CO_3 + glina + NH_3), w kombinacji 3 (gleba + NH_3) oraz w kombinacji 8 (gleba + montmorylonit + NH_3).

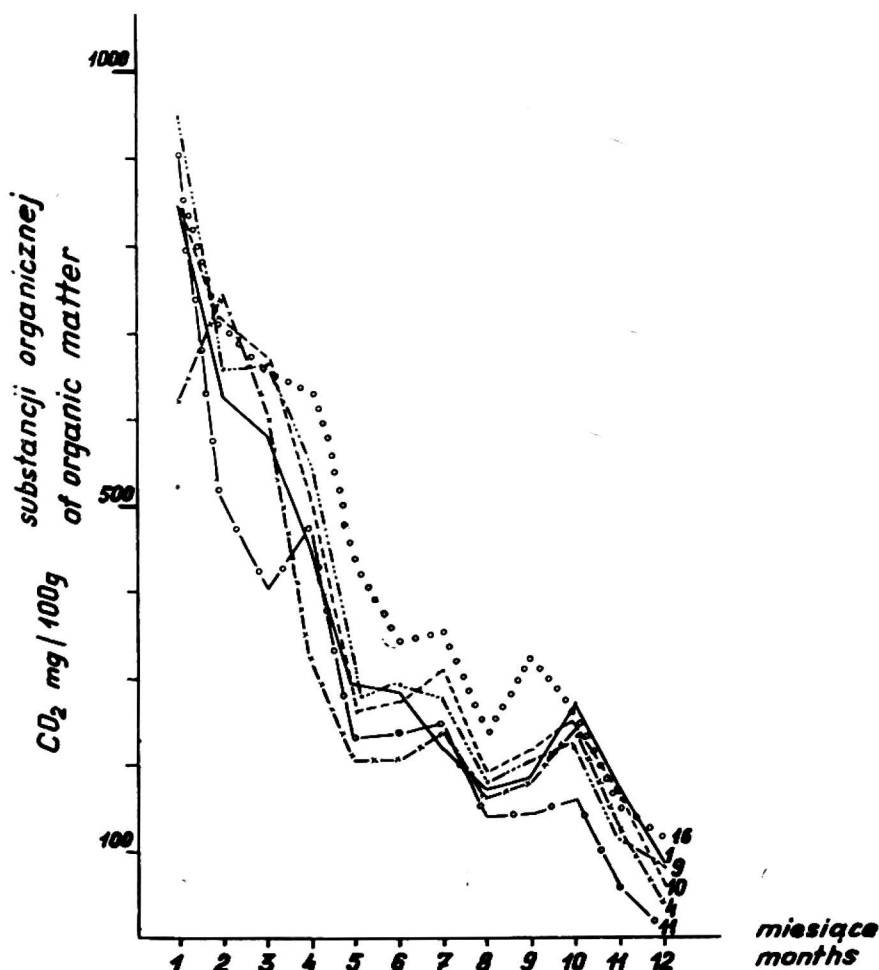
Stosunkowo najniższy rozkład notuje się w kombinacji 4 (gleba + montmorylonit) oraz w kombinacji 1 (gleba + NPK). Zawartości CO_2 po 1 miesiącu inkubacji znajdują się w tych kombinacjach w granicach 630–830 mg/100 g substancji organicznej. Istotnym elementem powodującym przyspieszenie rozkładu masy organicznej torfu był dodatek CaCO_3 .

Jak wynika z przedstawionych rys. 2, 3, 4, po 5 miesiącach nastąpił wyraźny spadek wydzielania się CO_2 we wszystkich glebach i od tego

momentu obserwuje się pewną stabilizację rozkładu aż do okresu 10-11 miesięcy. Po 12 miesiącach widać znów dalsze obniżanie się wydzielania CO_2 . Zawartości CO_2 utrzymują się w tym okresie w granicach 10-330 mg/100 g substancji organicznej, przy czym najwyższe wartości CO_2 utrzymują się jednak w kombinacjach torfu z dodatkiem CaCO_3 .

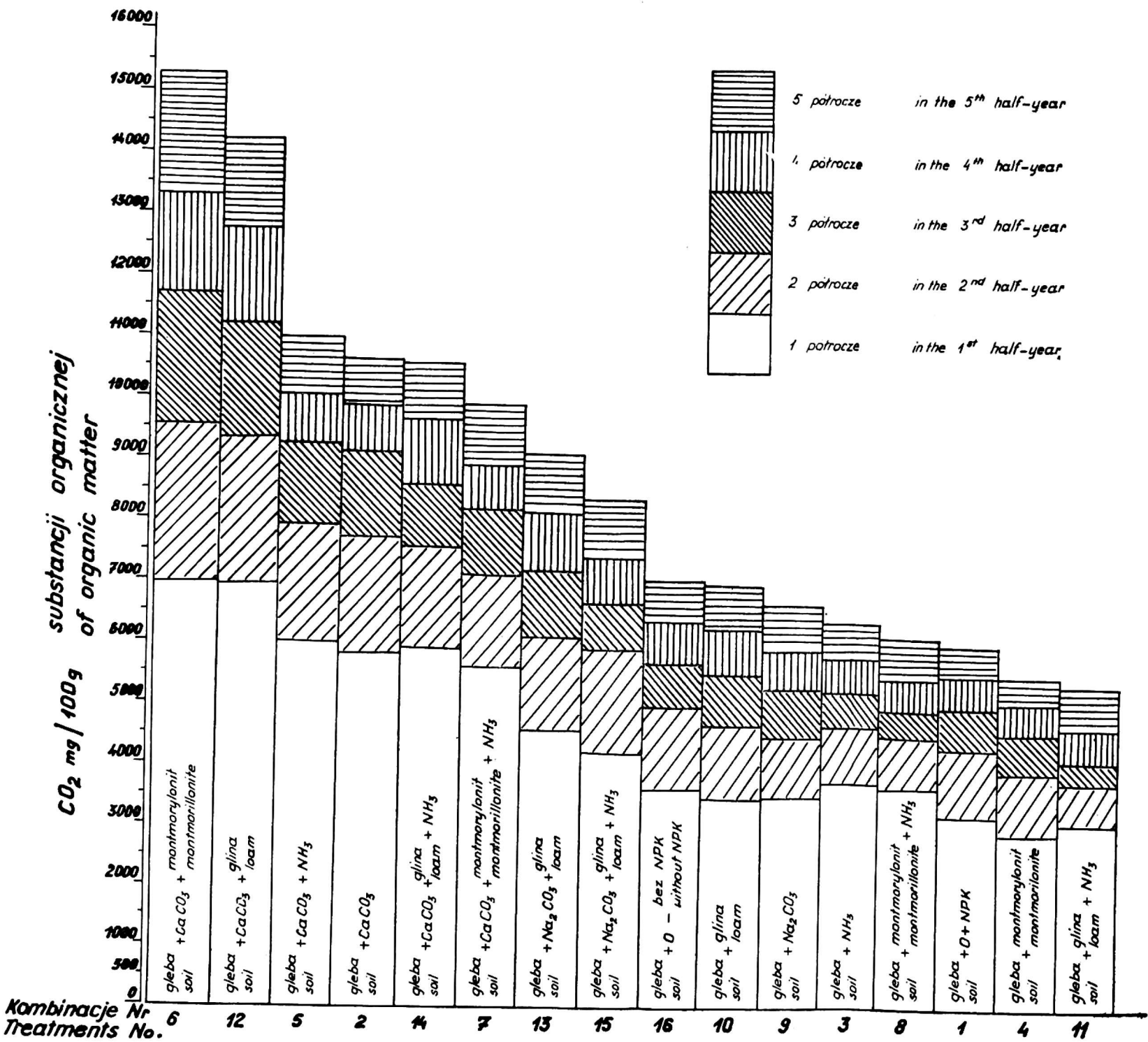
Na rys. 5 przedstawiono ilości wydzielającego się CO_2 z gleby w poszczególnych półroczach. Powyższy wykres wykazuje również, że we wszystkich kombinacjach gleby z dodatkiem CaCO_3 rozkład substancji organicznej był szybszy w porównaniu do kombinacji bez dodatku tego składnika.

Po okresie 2,5 lat najwięcej CO_2 wydzielilo się z gleby torfowej, do której dodano CaCO_3 +montmorylonit lub CaCO_3 +gлина. W pierwszym przypadku wydzielilo się 15 187 mg CO_2 /100 g substancji organicznej gleby, a w drugim przypadku — 14 237 mg. Jest to znaczna ilość biorąc pod uwagę stosunkowo krótki okres rozkładu. W ilościach 11 000-8000 mg CO_2 /100 g substancji organicznej wydzielilo się w ciągu 2,5 lat kolejno w kombinacjach: 5 (CaCO_3 + NH_3), 2 (CaCO_3), 14 (CaCO_3 +gлина+ NH_3), 7 (CaCO_3 +montmorylonit+ NH_3), 13 (Na_2CO_3 +gлина) oraz 15 (Na_2CO_3 +gлина+ NH_3). W ilościach 7000-5400 mg CO_2 /100 g substancji organicz-



Rys. 4. Intensywność wydzielania CO_2 z gleby torfowej w temperaturze 22°C w okresie 12 miesięcy. Oznaczenia kombinacji gleb — jak na rys. 1

Fig. 4. CO_2 secretion intensity from peat soil at the temperature of 22°C in the period of 12 months. Denotations of soil variants — as in Fig. 1



Rys. 5. Ilość wydzielonego CO₂ z gleby torfowej w okresie 2,5 roku w temperaturze 22°C
 Fig. 5. Amount of CO₂ secreted from peat soil in the period of 2,5 years at the temperature of 22°C

Tabela 1

Ilość CO₂ wydzielonego z gleby w okresach półrocznych mg/100 g substancji organicznej

CO₂ amounts secreted from soil in half-year periods in mg/100 g of organic matter

Kombinacje	1/2 roku	1 rok	1 1/2 roku	2 lata	2 1/2 roku	Suma z 2 1/2 roku
1. Gleba (z NPK)	3223	1105	664	558	517	6075
2. Gleba + CaCO ₃	5774	1948	1427	735	820	10708
3. Gleba + woda amoniakalna	3711	958	581	562	554	6370
4. Gleba + montmorylonit	2875	1032	649	479	466	5503
5. Gleba + CaCO ₃ + woda amoniakalna	6005	1925	1317	792	927	10967
6. Gleba + CaCO ₃ + montmorylonit	6976	2563	2169	1623	1856	15187
7. Gleba + CaCO ₃ + montmorylonit + woda amoniakalna	5605	1573	1042	706	987	9913
8. Gleba + montmorylonit + woda amoniakalna	3628	890	430	503	696	6147
9. Gleba + Na ₂ CO ₃	3465	1053	792	627	720	6669
10. Gleba + glina	3524	1200	844	724	754	7046
11. Gleba + glina + woda amoniakalna	3107	703	314	560	689	5370
12. Gleba + glina + CaCO ₃	6967	2363	1881	1566	1461	14237
13. Gleba + glina + Na ₂ CO ₃	4540	1536	1106	982	949	9113
14. Gleba + CaCO ₃ + glina + woda amoniakalna	5880	1689	1068	1029	905	10571
15. Gleba + Na ₂ CO ₃ + glina + woda amoniakalna	4189	1719	727	774	930	8340
16. Gleba 0 (bez NPK)	3532	1407	730	680	701	7052

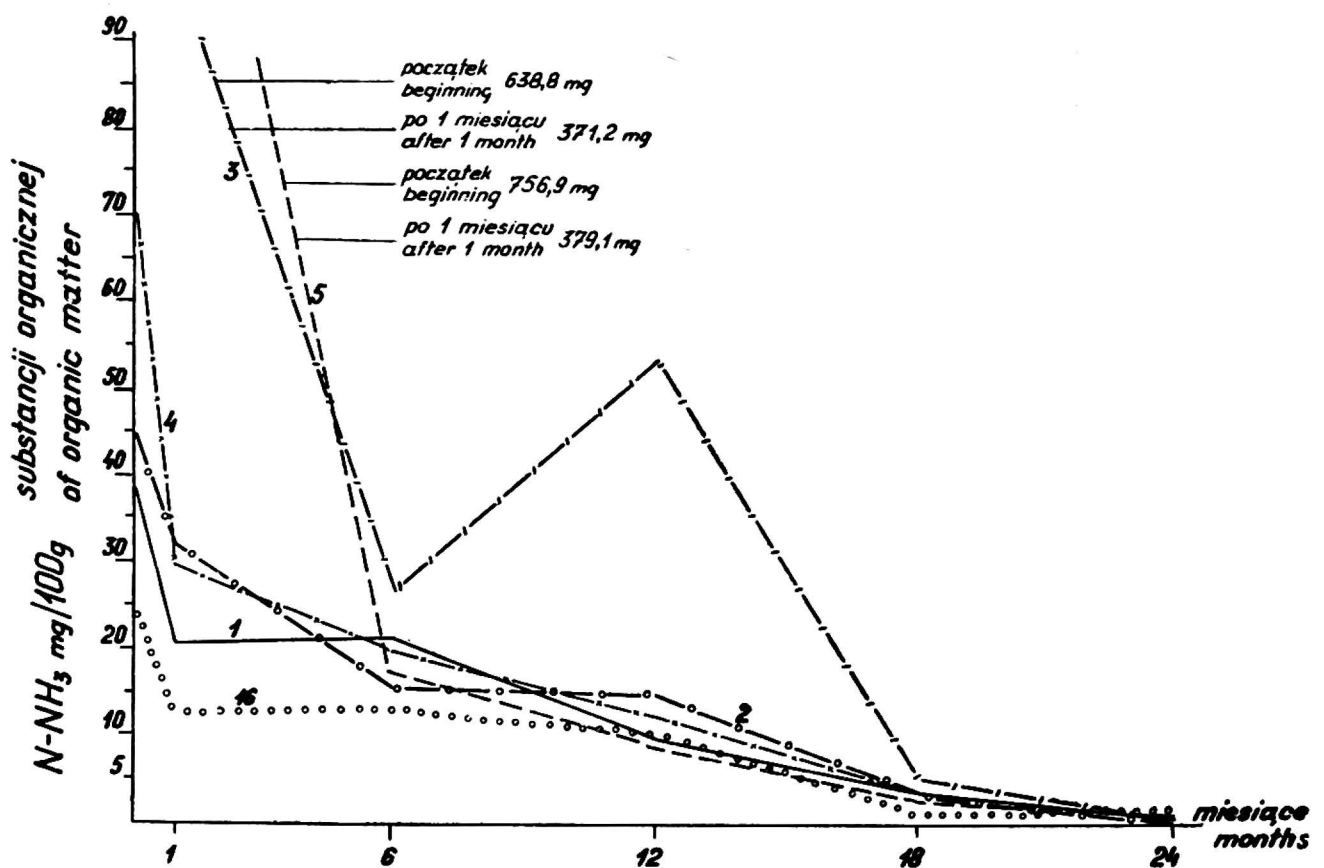
nej gleby wydzielilo się w pozostałych kombinacjach w ciągu 2,5-letniego okresu doświadczenia.

Z przeprowadzonych porównań (tab. 1) wynika, że minerały ilaste (glina i montmorylonit) zastosowane razem z CaCO₃ w sposób wyraźny aktywowały mineralizację substancji organicznej gleby torfowej. Podobnie aktywował rozkład dodany sam węgiel wapnia. Natomiast dodatek samych minerałów ilastych, a szczególnie montmorylonitu, wpływał obniżająco na wydzielanie się CO₂ z gleby. W wypadku wody amoniakalnej — zastosowanie gliny lub montmorylonitu łącznie z wodą amoniakalną przy równoczesnym dodatku CaCO₃ — powodowało w sposób wyraźny zmniejszanie się mineralizacji gleby torfowej, to znaczy mineralizowało się mniej substancji organicznej niż w przypadku zastosowania montmorylonitu z CaCO₃ lub gliny z CaCO₃ bez wody amoniakalnej. Sama woda amoniakalna działała podobnie jak sam montmory-

lonit lub glina. Porównując z kolei montmorylonit i glinę zaobserwowano mniejszą mineralizację pod wpływem montmorylonitu w porównaniu do gliny. Charakterystycznym jest fakt, że nawożenie mineralne NPK hamowało rozkład masy organicznej, stwierdzono bowiem w glebie bez dodatku NPK mineralizację większą niż w glebie z NPK. Węglan sodu nie wykazał tak stymulującego działania na mineralizację jak węglan wapnia.

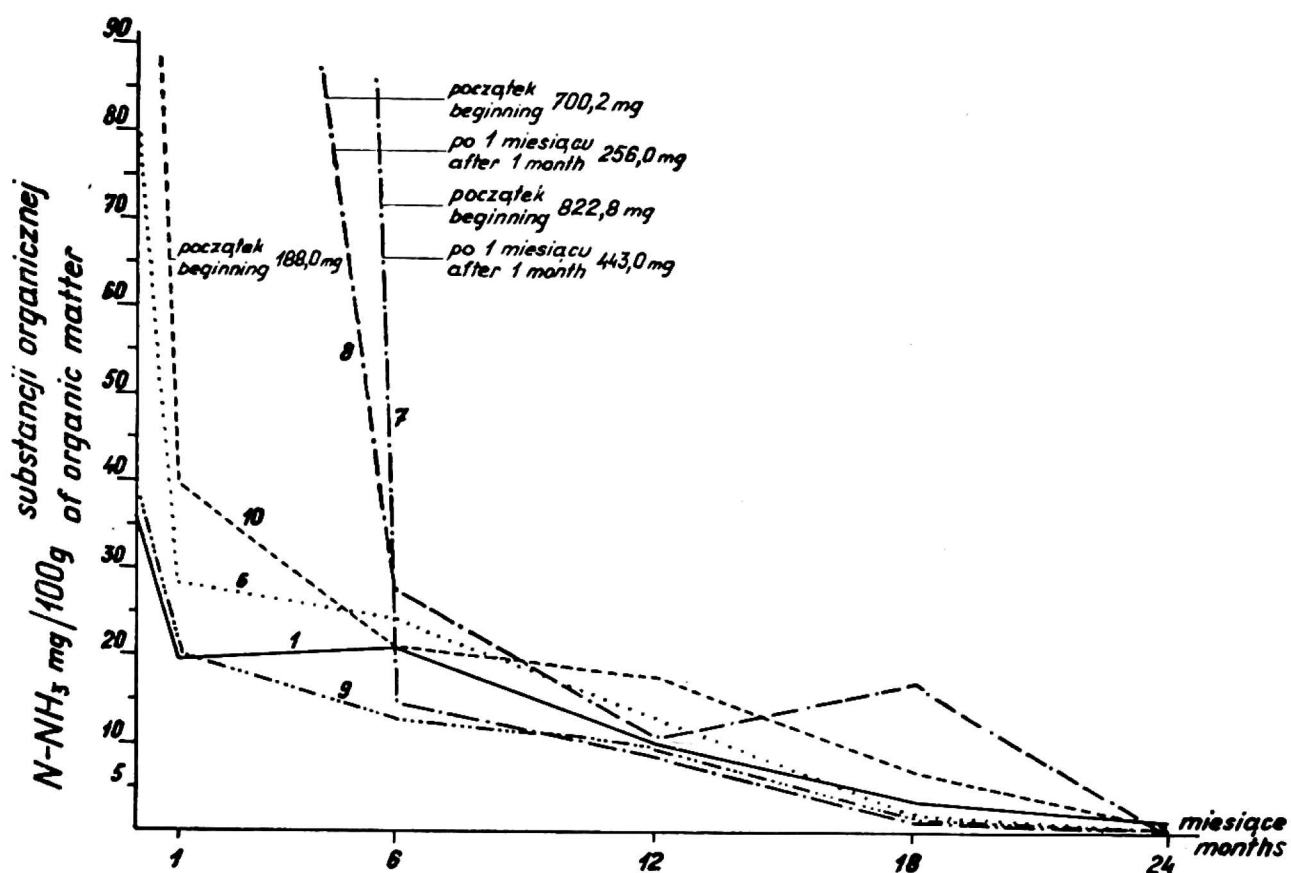
2. WPŁYW SKŁADNIKÓW MINERALNYCH NA MINERALIZACJĘ AZOTU W GLEBIE TORFOWEJ

Rysunki 6-11 ilustrują zachodzące procesy amonifikacyjne i nitryfikacyjne w poszczególnych kombinacjach glebowych. Analizując przebiegającą amonifikację podkreślić należy, że w początkowej fazie rozkładu na kombinacjach z wodą amoniakalną występowały wysokie zawartości N-NH₃, osiągające 1000 mg/100 g substancji organicznej gleby. Jednak po 1-miesięcznym okresie doświadczenia nastąpił spadek zawartości azotu amonowego do ok. 1/2 początkowej zawartości, zaś po 6 miesiącach we wszystkich kombinacjach zawartość azotu amonowego wahała się w granicach 13-37 mg/100 g substancji organicznej i stopniowo wartości te ulegały dalszemu zmniejszaniu w miarę upływu czasu osiągając po 2-letnim okresie (24 miesiące) śladowe ilości NH₃. Jak wynika z przedstawionych krzywych, dodatek składników mineralnych, poza okresem początkowym, nie miał większego wpływu na przebieg amonifikacji w czasie badań.



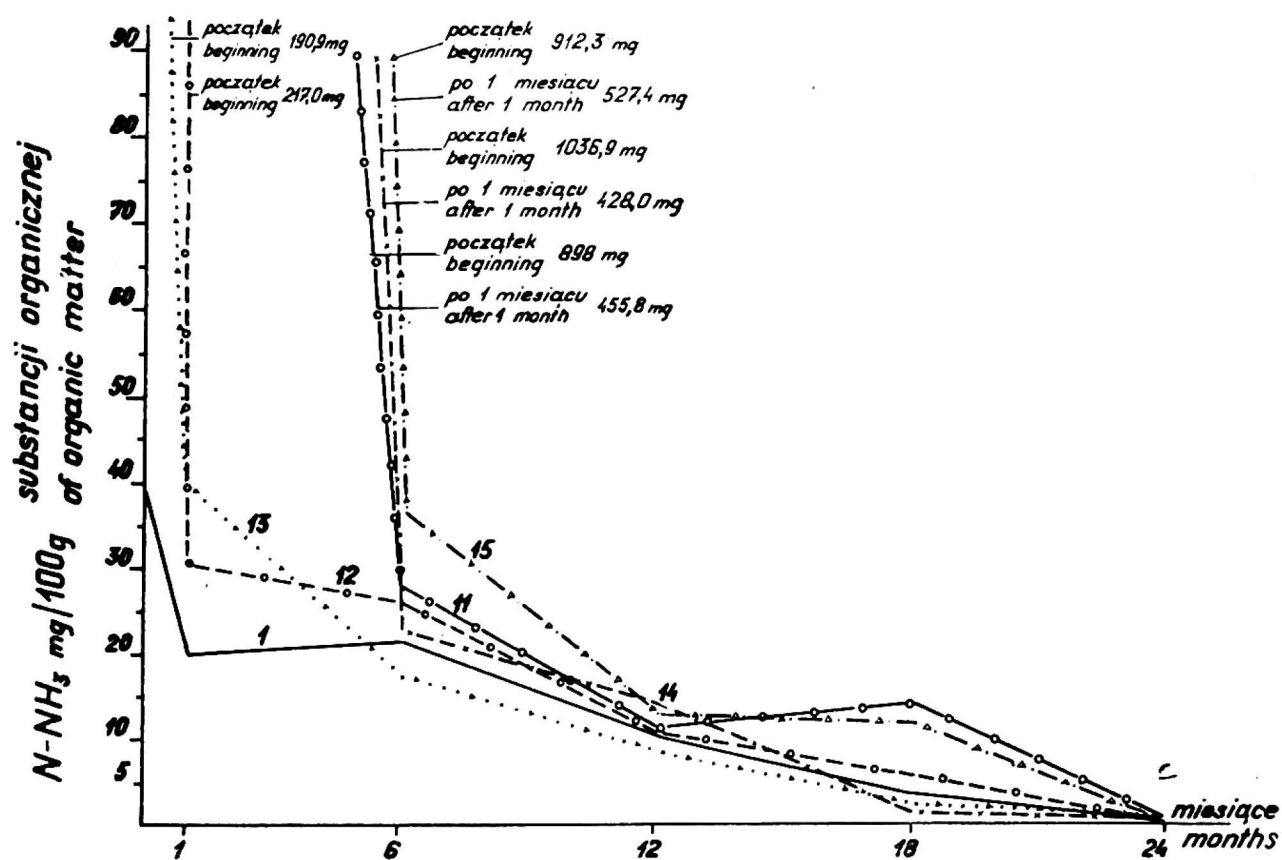
Rys. 6. Zawartość N-NH₃ w mg/100 g substancji organicznej. Oznaczenia kombinacji gleb: 1, 2, 3, 4, 5, 16 — jak na rys. 1 i 5

Fig. 6. N-NH₃ content in mg/100 g of organic matter. Denotations of soil variants: 1, 2, 3, 4, 5, 16 — as in Figs. 1 and 5



Rys. 7. Zawartość N-NH₃ w mg/100 g substancji organicznej. Oznaczenia kombinacji gleb: 1, 6, 7, 8, 9, 10 — jak na rys. 1 i 5

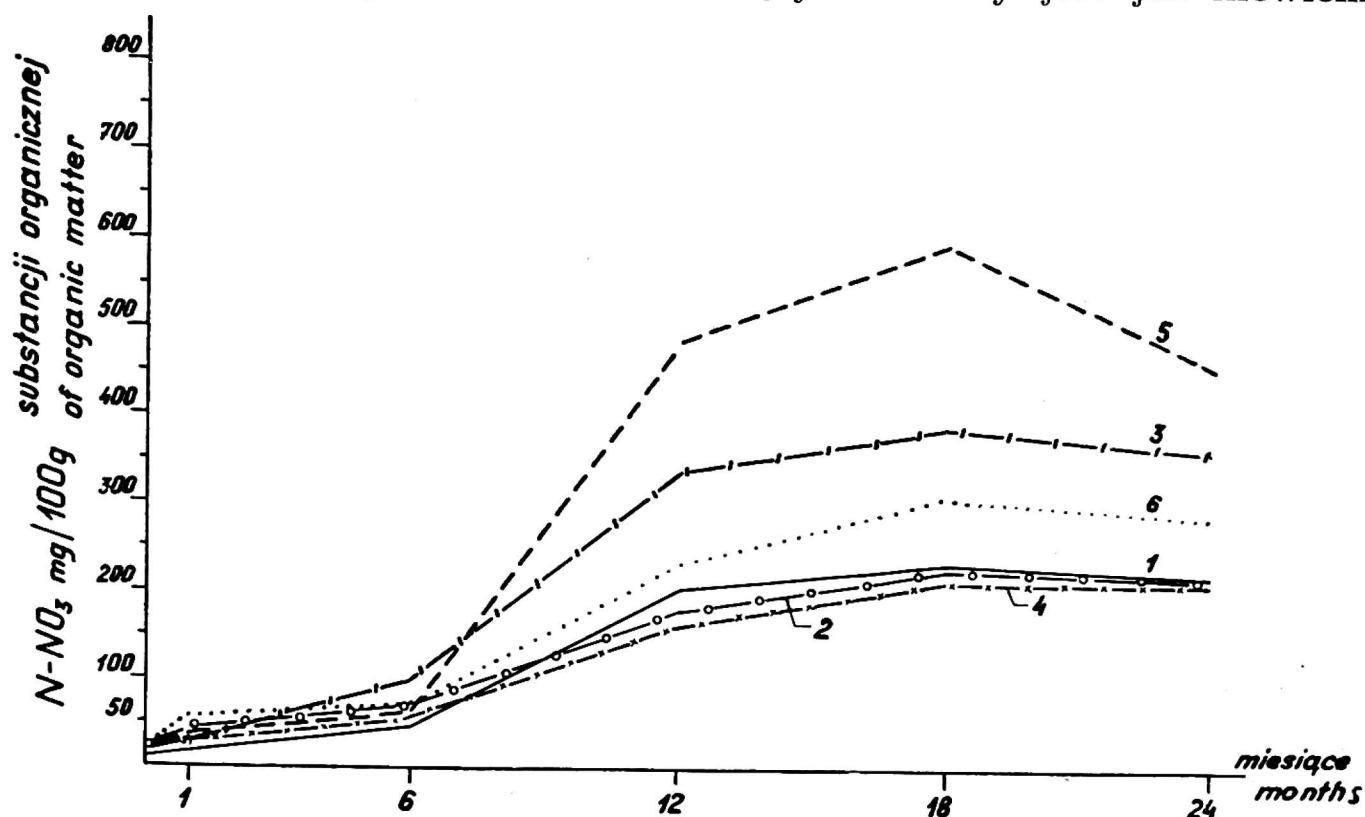
Fig. 7. N-NH₃ content in mg/100 g of organic matter. Denotations of soil variants: 1, 6, 7, 8, 9, 10 — as in Figs. 1 and 5



Rys. 8. Zawartość N-NH₃ w mg/100 g substancji organicznej. Oznaczenia kombinacji gleb: 1, 11, 12, 13, 14, 15 — jak na rys. 1 i 5

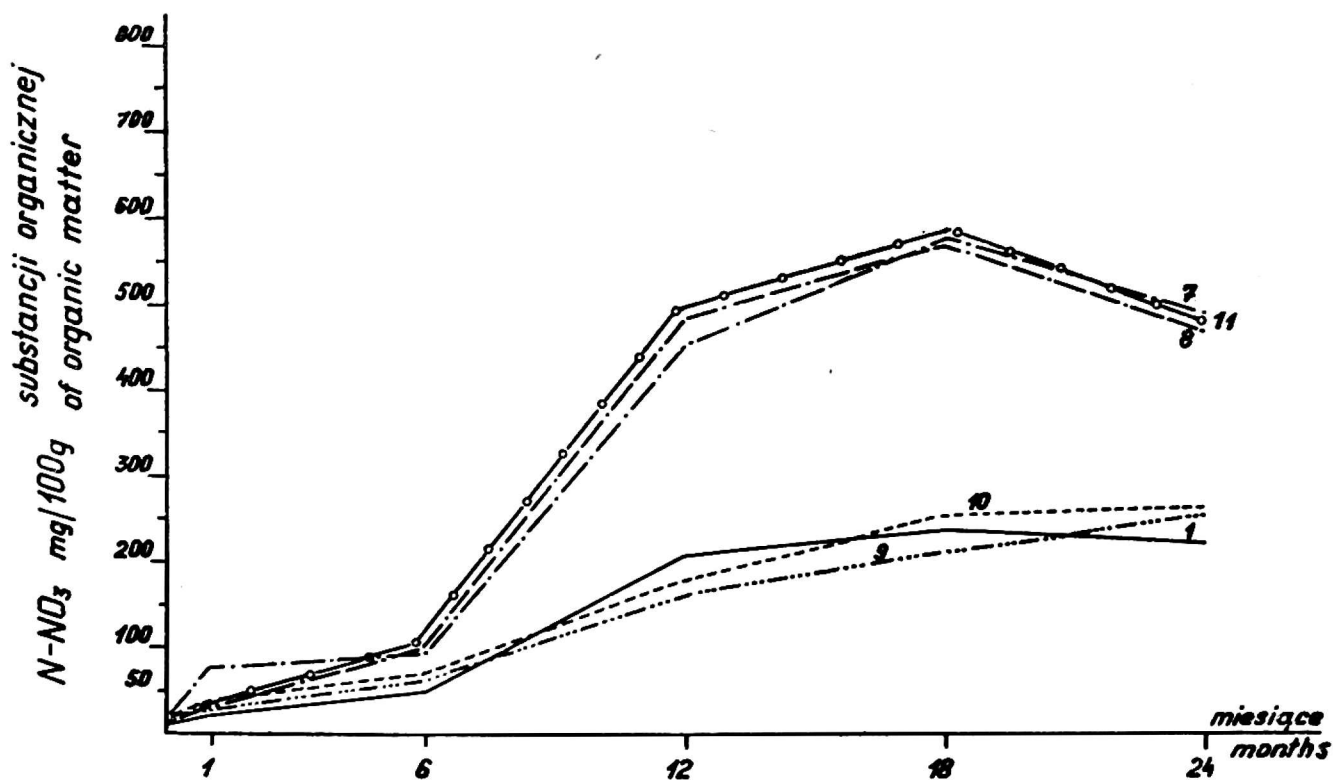
Fig. 8. N-NH₃ content in mg/100 g of organic matter. Denotations of soil variants: 1, 11, 12, 13, 14, 15 — as in Figs. 1 and 5

Porównując z kolei zachodzące procesy nitryfikacyjne (rys. 9, 10, 11) należy stwierdzić, że przebiegały one odwrotnie niż amonifikacyjne, a intensywny wzrost zawartości azotanów notuje się dopiero po 6 miesiącach badań. Maksymalne ilości azotu azotanowego znajdowano po 18 miesiącach, zaś po okresie 24 miesięcy widoczny jest już niewielki



Rys. 9. Zawartość N-NO₃ w mg/100 g substancji organicznej. Oznaczenia kombinacji gleb: 1, 2, 3, 4, 5, 6 — jak na rys. 1 i 5

Fig. 9. N-NO₃ content in mg/100 g of organic matter. Denotations of soil variants: 1, 2, 3, 4, 5, 6 — as in Figs. 1 and 5



Rys. 10. Zawartość N-NO₃ w mg/100 g substancji organicznej. Oznaczenia kombinacji gleb: 1, 7, 8, 9, 10, 11 — jak na rys. 1 i 5

Fig. 10. N-NO₃ content in mg/100 g of organic matter. Denotations of soil variants: 1, 7, 8, 9, 10, 11 — as in Figs. 1 and 5

Zawartości azotu mineralnego w glebie torfowej — Mineral nitrogen content in peat soil
Zawartość N-(NH₃ + NO₃) w mg/100 g substancji organicznej

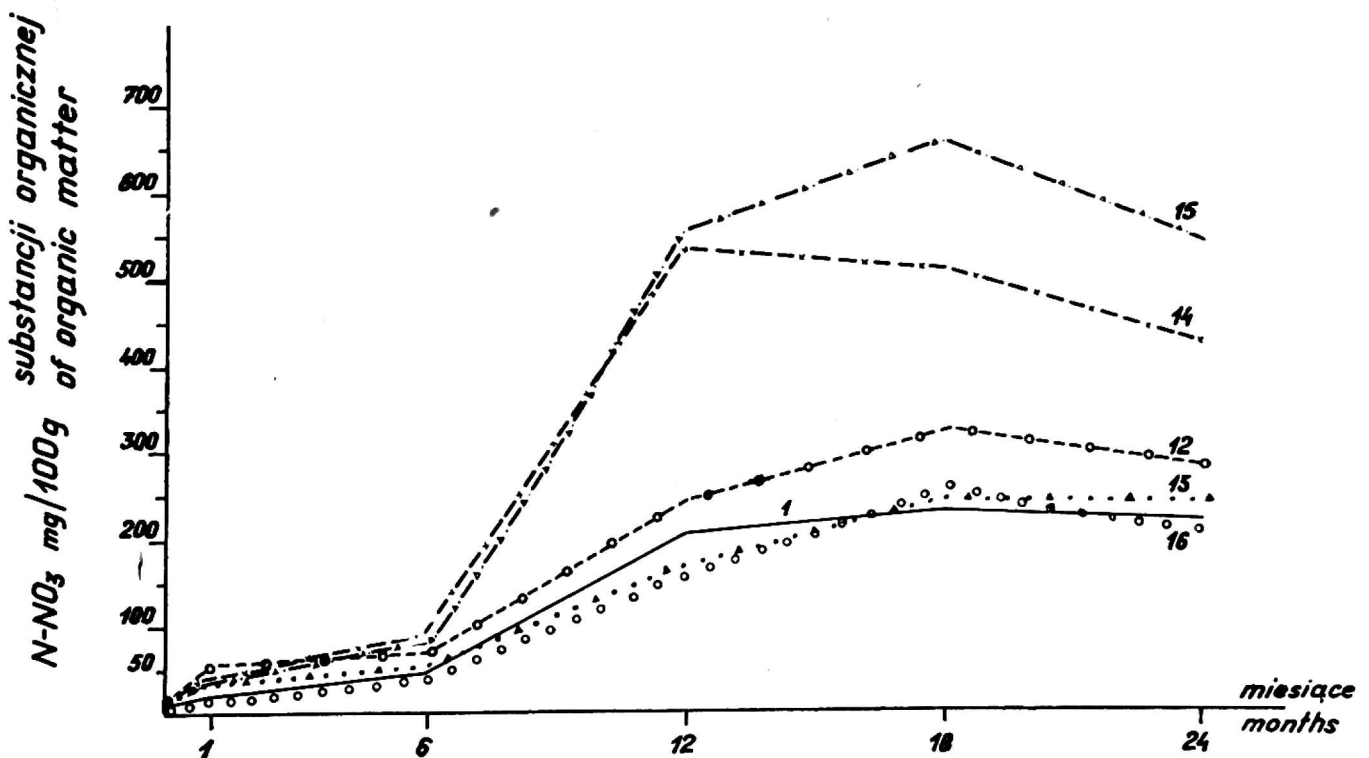
Kombinacja	początkowo			po 1 miesiącu			po 6 miesiącach			po 12 miesiącach			po 18 miesiącach			po 24 miesiącach		
	NH ₃	NO ₃	suma	NH ₃	NO ₃	suma	NH ₃	NO ₃	suma	NH ₃	NO ₃	suma	NH ₃	NO ₃	suma	NH ₃	NO ₃	suma
1. Gleba (z NPK)	38,8	7,9	46,7	19,8	20,0	39,8	21,3	49,3	70,3	10,1	204,3	214,4	3,4	233,0	236,4	0,4	222,5	222,9
2. Gleba + CaCO ₃	45,9	9,3	55,2	31,9	44,7	76,6	15,9	68,7	84,6	14,6	182,5	197,1	3,3	222,9	226,2	0,0	217,7	217,7
3. Gleba + woda amoniakalna	638,8	7,9	646,7	371,2	32,3	403,5	27,0	96,2	123,2	53,8	337,3	391,1	5,3	389,2	394,5	0,0	365,1	365,1
4. Gleba + montmorylonit	72,2	8,3	80,5	28,9	30,6	59,5	19,8	57,9	77,7	11,7	163,7	175,4	3,3	221,3	324,6	0,4	220,6	221,0
5. Gleba + CaCO ₃ + woda amoniakalna	756,2	9,3	765,5	379,1	60,0	439,1	16,6	95,8	112,4	8,9	483,7	492,6	2,5	597,2	599,7	1,0	462,1	463,1
6. Gleba + CaCO ₃ + montmorylonit	84,8	9,7	94,5	28,6	51,4	80,0	24,5	66,1	90,6	12,9	231,1	244,0	4,5	309,5	314,0	1,0	288,7	289,7
7. Gleba + CaCO ₃ + montmorylonit + woda amoniakalna	822,8	9,7	832,6	443,0	73,0	516,0	15,2	93,0	108,2	8,9	451,1	460,0	3,9	578,0	581,9	0,0	490,0	490,0
8. Gleba + montmorylonit + woda amoniakalna	700,2	8,3	708,5	256,0	34,0	286,4	27,8	99,9	127,8	10,6	484,5	495,1	17,1	569,3	586,4	0,9	468,2	469,1
9. Gleba + Na ₂ CO ₃	39,5	8,0	47,6	20,3	30,1	50,4	13,0	56,9	69,9	9,5	162,9	172,4	2,5	213,2	215,7	0,0	255,5	255,5
10. Gleba + glina	188,0	9,3	197,3	39,9	27,4	67,3	21,3	63,7	85,0	17,6	171,8	189,4	7,1	247,9	255,0	0,5	230,5	231,0
11. Gleba + glina + woda amoniakalna	898,0	9,3	907,4	455,8	34,0	489,8	27,6	101,1	128,7	11,5	488,8	500,3	14,1	576,9	591,0	0,9	478,3	479,2
12. Gleba + CaCO ₃ + glina	217,0	10,8	227,8	30,7	53,5	84,2	26,3	72,8	99,1	11,5	246,0	257,5	6,0	325,8	531,8	0,0	282,5	282,5
13. Gleba + Na ₂ CO ₃ + glina	190,9	9,5	200,4	39,6	33,0	72,6	17,6	57,0	74,6	8,7	171,0	179,7	2,5	251,0	253,5	0,9	237,0	237,9
14. Gleba + CaCO ₃ + glina + woda amoniakalna	1036,9	10,8	1047,7	428,0	38,0	466,0	22,9	91,0	113,9	13,9	537,0	559,0	2,3	517,0	519,3	1,2	430,0	431,2
15. Gleba + Na ₂ CO ₃ + glina + woda amoniakalna	912,3	9,5	921,7	527,4	36,0	563,4	36,7	76,2	112,9	12,9	553,0	565,9	12,3	660,0	672,3	0,9	547,0	547,9
16. Gleba 0 (bez NPK)	25,5	7,9	33,4	12,6	14,0	26,6	13,3	48,4	61,7	10,5	162,0	172,5	4,9	253,0	257,9	1,0	214,0	215,0

spadek ilości tej formy azotu. Szczególnie wysokie ilości azotu azotanowego znajdowano w kombinacjach gleby torfowej, do której na początku doświadczenia dodawano amoniak. Ilości $N-NO_3$ w tych kombinacjach po 18 miesiącach były w granicach 389-660 mg/100 g substancji organicznej gleby.

Interesujący jest fakt, że dodane składniki mineralne w postaci $CaCO_3$, Na_2CO_3 , montmorylonitu i gliny w kombinacjach z dodatkiem wody amoniakalnej zwiększały procesy nitryfikacyjne.

W próbkach gleby bez wody amoniakalnej węgiel wapnia razem z minerałami ilastymi również stymulował zachodzące procesy nitryfikacyjne, natomiast węgiel wapnia oraz minerały ilaste stosowane pojedynczo nie wykazywały dodatniego wpływu na nitryfikację azotu w porównaniu do kombinacji bez dodatków tych składników.

Tabela 2 przedstawia dane dotyczące zawartości $N-NH_3$ oraz $N-NO_3$ dla poszczególnych okresów badań. Istotne są liczby przedstawiające sumy azotu mineralnego w poszczególnych kombinacjach glebowych. Wysokie zawartości azotu mineralnego, jakie występowały w początkowej fazie w kombinacjach glebowych z dodatkiem amoniaku, po 2-letnim okresie badań uległy zmniejszeniu, często do 1/2 początkowej ilości. Natomiast kilkakrotnie (3-5 razy) powiększyła się ilość azotu mineralnego w kombinacjach glebowych, do których amoniak nie był dodawany. Po 2-letnim okresie zawartość azotu mineralnego w próbkach glebowych bez dodatku amoniaku wynosiła 215-290 mg/100 g substancji organicznej, natomiast w próbkach glebowych z dodatkiem amoniaku — 365-



Rys. 11. Zawartość $N-NO_3$ w mg/100 g substancji organicznej. Oznaczenia kombinacji gleb: 1, 12, 13, 14, 15, 16 — jak na rys. 1 i 5

Fig. 11. $N-NO_3$ content in mg/100 g of organic matter. Denotations of soil variants: 1, 12, 13, 14, 15, 16 — as in Figs. 1 and 5

Tabela 3

Formy azotu w glebie torfowej — Nitrogen forms in peat soil

Kombinacja	N-NO ₃	N-NH ₃	N-amido- wy	N-hexo- zamin	N-amino- wy	N-humin. nierozp.	N-nieziden- tyfikowany	N-ogólny	W mg/100 g substancji organicznej	
1. Gleba torfowa	10,70	29,30	523,05	166,23	992,35	797,41	1176,47	3680		
2. Gleba torfowa + NH ₃	10,94	442,00	717,88	239,64	1242,23	1303,58	1282,36	5230		
			W % N-ogólnego							
1. Gleba torfowa	0,01	0,55	14,22	4,52	26,96	21,58	32,16	3,68		
2. Gleba torfowa + NH ₃	0,02	8,43	13,70	4,57	23,70	24,80	25,18	5,23		

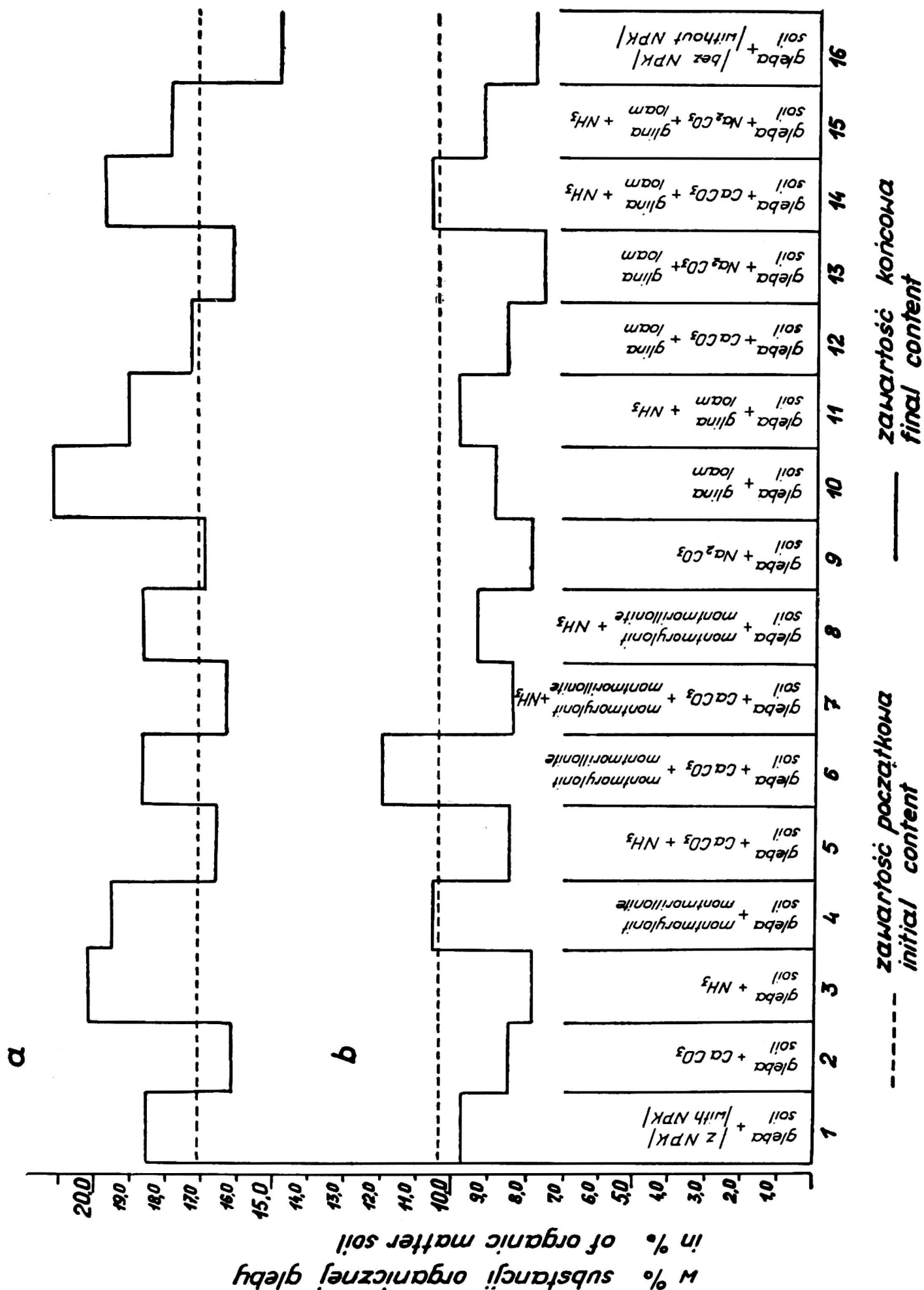
548 mg/100 g substancji organicznej gleby. Znaczne zmniejszenie azotu mineralnego w próbkach o wysokiej zawartości początkowej azotu mineralnego widoczne jest już po 1 miesiącu. Spowodowane to jest przejściem azotu amonowego w formy azotu organicznego. Ilustruje to tabela 3, w której przedstawiono zawartości poszczególnych form azotu w glebie torfowej po 1 miesiącu inkubacji, bez dodatku i z dodatkiem amoniaku, w ilości 1,5% na 100 g substancji organicznej gleby. Z danych tych wynika, że azot zasorbowany przez masę organiczną gleby ulega daleko idącym zmianom, wchodząc w połączenia organiczne masy torfowej. Szczególnie znaczna ilość azotu ulega związaniu przez masę organiczną i tworzy połączenia, które nie ulegają hydrolizie w 6n HCl. Związki te określane są jako tzw. azot huminowy nierozpuszczalny. Zawartość tej formy azotu jest wysoka. W porównaniu do gleby torfowej bez dodatku amoniaku w torfie amoniakowanym nastąpiło zwiększenie zawartości azotu huminowego nierozpuszczalnego prawie o 500 mg/100 g substancji organicznej. Po około 200 mg/100 g substancji organicznej zwiększyły się w torfie amoniakowanym także zawartości azotu amidowego i aminowego. Natomiast przy porównywaniu zawartości związków azotowych w % N-ogólnego, wyraźne zwiększenie nastąpiło jedynie w azocie huminowym nierozpuszczalnym i w azocie amonowym. Przy tej metodzie porównywania w torfie z dodatkiem amoniaku było wyraźnie mniej azotu aminowego oraz azotu niezidentyfikowanego niż w torfie nieamoniakowanym.

3. ZMIANY W ZAWARTOŚCI KWASÓW HUMINOWYCH I FULWOWYCH

Na rys. 12 przedstawiono skład frakcyjny próchnicy badanych gleb torfowych przed rozkładem i po 2,5-rocznym rozkładzie. Z wymienionych danych wynika, że nastąpił wyraźny wzrost ilości kwasów huminowych w większości kombinacji. Wzrost ten w szeregu gleb z dodatkami mineralnymi wynosił 17-21% substancji organicznej. Dotyczy to szczególnie kombinacji 10 (gleba+głina), kombinacji 3 (gleba+NH₃), kombinacji 4 (gleba+montmorylonit) oraz kombinacji 14 (gleba+CaCO₃+głina+NH₃). Natomiast ilość kwasów fulwowych prawie we wszystkich kombinacjach zmalała, a jedynie w kombinacji 6 (gleba+CaCO₃+montmorylonit) zawartość fulwokwasów nieco wzrosła. Spadek zawartości fulwokwasów nastąpił z 10,4 do ok. 8,5% substancji organicznej gleby.

4. WPLYW DODATKU SKŁADNIKÓW MINERALNYCH DO GLEBY NA PLONY RAJGRASU

Wyniki plonów uzyskanych w dwuletnich doświadczeniach wazonowych z rajgrasem zamieszczono w tabeli 4. W pierwszym roku doświadczenia dodatek samego Na₂CO₃ wpłynął ujemnie na plony rajgrasu powodując obniżenie plonów zielonej masy o 15% w stosunku do kombinacji 0 (to znaczy nawożonej tylko NPK bez żadnych dodatków). Należy



Rys. 12. Zawartość kwasów huminowych i fulwowych w glebie torfowej z różnymi dodatkami mineralnymi. *a* — kwasy huminowe, *b* — kwasy fulwowe

Fig. 12. Content of humic and fulvic acids in peat soil with various mineral additions. *a* — humic acids, *b* — fulvic acids

Tabela 4

Plony zielonej masy rajgrasu w g/wazon
Ryegrass green matter yields in g/pot

Kombinacja	Plon	Różnica	Plon	Różnica
	w g/wazon r. 1967	do komb. NPK	w g/wazon r. 1968	do komb. NPK
1. Gleba (z NPK)	250,17	—	200,49	—
2. Gleba + CaCO ₃	261,27	11,10	207,88	7,39
3. Gleba + woda amoniakalna	298,38	48,21	256,66	56,17
4. Gleba + montmorylonit	259,68	9,51	207,62	7,13
5. Gleba + CaCO ₃ + woda amoniakalna	277,63	27,46	243,94	43,45
6. Gleba + CaCO ₃ + montmorylonit	299,02	48,85	214,15	13,66
7. Gleba + CaCO ₃ + montmorylonit + woda amoniakalna	352,74	102,57	230,40	29,91
8. Gleba + montmorylonit + woda amoniakalna	376,40	126,25	261,55	61,06
9. Gleba + Na ₂ CO ₃	213,59	—36,58	205,23	4,74
10. Gleba + glina	278,81	28,64	213,15	12,66
11. Gleba + glina + woda amoniakalna	329,94	79,77	216,22	15,73
12. Gleba + CaCO ₃ + glina	300,20	50,03	207,69	7,20
13. Gleba + Na ₂ CO ₃ + glina	258,03	7,86	206,02	5,53
14. Gleba + CaCO ₃ + glina + woda amoniakalna	331,10	80,93	250,22	49,73
15. Gleba + Na ₂ CO ₃ + glina + woda amoniakalna	329,54	79,37	229,26	28,77
Przedział ufności		12,96		16,53

podkreślić, że Na₂CO₃ stosowany do gleby z innymi składnikami mineralnymi nie wpływał ujemnie na plony rajgrasu. Niewielkie zwyczajki plonów w granicach 4-11% otrzymano na kombinacjach z dodatkami CaCO₃ + woda amoniakalna, glina, montmorylonit oraz Na₂CO₃ + glina. Większe zwyczajki plonów w granicach 19-31% uzyskano z dodatkiem samej wody amoniakalnej, bądź też po zastosowaniu wody amoniakalnej z innymi dodatkami. Najwyższe plony z pierwszego roku doświadczenia (zwyczajki 40-50%) dały kombinacje z zastosowaniem wody amoniakalnej i montmorylonitu oraz dwóch tych składników z dodatkiem jako trzeciego komponentu CaCO₃.

W drugim roku prowadzonego doświadczenia istotne zwyczajki plonów uzyskano kolejno w kombinacjach z dodatkiem do gleby: montmorylonitu + wody amoniakalnej (K. 8), samej wody amoniakalnej (K. 3), gliny + CaCO₃ + wody amoniakalnej (K. 7), CaCO₃ + wody amoniakalnej (K. 5) oraz Na₂CO₃ + gliny + wody amoniakalnej (K. 14). Zwyczajki plonów w wymienionych wyżej kombinacjach wynoszą 11-13%. W pozostałych kombinacjach wyniki plonów rajgrasu mieszczą się w granicach błędu doświad-

czalnego. Z danych tabeli 4 wynika, że w drugim roku doświadczenia plony roślin są znacznie mniejsze niż w roku pierwszym, ale podobnie zarówno w pierwszym, jak i drugim roku doświadczenia najlepszy wpływ na wysokość plonów rajgrasu miała woda amoniakalna dodana do gleby z minerałami ilastymi, bądź też stosowana bez innych dodatków.

W trzecim roku doświadczenia okazało się, że działanie wszystkich dodatków mineralnych było nieistotne. Uzyskane różnice w plonach rajgrasu mieściły się w granicach błędu doświadczenia.

Analizy plonów roślin po pierwszym roku doświadczenia (tab. 5) wykazały, że najwyższą zawartość azotu zawierały rośliny w kombinacji gleb z dodatkiem wody amoniakalnej. Dodatek do kombinacji gleby z wodą amoniakalną węglanu wapnia bądź węglanu sodu obniżał pobieranie azotu. Gleby z wodą amoniakalną i dodatkiem samych minerałów ilastych dawały plony o zawartości azotu podobnej jak gleby z wodą amoniakalną bez żadnych dodatków.

W drugim roku doświadczenia (1968) również w kombinacjach z dodatkiem wody amoniakalnej zawartość N-ogólnego w roślinach była stosunkowo najwyższa, jednak ilości azotu w poszczególnych kombinacjach roślin były bardziej wyrównane.

W trzecim roku doświadczenia zawartość azotu ogólnego w trawach

Tabela 5

Srednie zawartości azotu w plonach traw zebranych w latach 1967, 1968 i 1969 w % s.m.

Mean nitrogen content in grass yields harvested in 1967, 1968 and 1969 % of dry matter

Kombinacja	1967	1968	1969
1. Gleba (z NPK)	2,79	3,23	2,35
2. Gleba + CaCO ₃	2,92	3,23	3,45
3. Gleba + woda amoniakalna	4,57	3,56	3,03
4. Gleba + montmorylonit	2,63	3,41	2,72
5. Gleba + CaCO ₃ + woda amoniakalna	4,14	3,80	3,83
6. Gleba + CaCO ₃ + montmorylonit	2,77	3,60	3,15
7. Gleba + CaCO ₃ + montmorylonit + woda amoniakalna	4,15	4,11	3,21
8. Gleba + montmorylonit + woda amoniakalna	4,50	3,79	3,22
9. Gleba + Na ₂ CO ₃	2,73	3,05	2,87
10. Gleba + glina	2,40	3,19	3,20
11. Gleba + glina + woda amoniakalna	4,33	3,49	3,05
12. Gleba + CaCO ₃ + glina	2,93	3,21	3,41
13. Gleba + Na ₂ CO ₃ + glina	2,88	3,39	2,74
14. Gleba + CaCO ₃ + glina + woda amoniakalna	4,04	3,48	2,98
15. Gleba + Na ₂ CO ₃ + glina + woda amoniakalna	4,22	3,99	2,60

na wszystkich kombinacjach z dodatkiem wody amoniakalnej obniżyła się. Zarówno plony, jak i zawartość azotu w plonach roślin w trzecim roku doświadczenia wykazują, że działanie bardzo dużej dawki azotu wniesionej do gleby w postaci wody amoniakalnej — było krótkotrwałe. W glebie torfowej nastąpiły znaczne zmiany w kierunku przejścia azotu mineralnego w formy organiczne.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że obecność węglanu wapnia w glebie wpływa stymulująco na rozkład substancji organicznej. Potwierdzają to wyniki badań wielu autorów [3, 13, 16, 17] wykazujące, że węglan wapnia normując odczyn wybitnie przyspiesza rozkład materii organicznej. W naszych doświadczeniach próby glebowe z dodatkiem CaCO_3 , charakteryzujące się równocześnie intensywnym rozkładem masy organicznej, posiadały pH w granicach 7-8 (rys. 1), natomiast w kilku próbach glebowych, w których pH wahało się w granicach 5-6 rozkład masy organicznej przebiegał słabiej. Wymieniane gleby zawierały dodatki mineralne w postaci NPK, gliny lub montmorylonitu. Z powyższego wynika, że niższe pH oraz obecność w glebie minerałów ilastych zmniejsza tempo mineralizacji substancji organicznej. Zachodzi to prawdopodobnie dzięki hamowaniu rozwoju mikroorganizmów na skutek sorpcji enzymów glebowych [4, 9, 16].

Azot dodany do gleby torfowej nawet w dużej ilości szybko przechodzi w formy organiczne i przestaje być dostępny dla roślin, przynajmniej na pewien okres czasu. Stosowanie więc do gleby torfowej dużych ilości azotu w postaci wody amoniakalnej należy traktować nie jako nawożenia na zapas, a raczej w pewnym sensie jako zabieg melioracyjny, mający na celu zmiany chemiczne w masie organicznej gleb, szczególnie w związkach humusowych [13, 15].

Jak wynika z badań szeregu autorów [2, 4, 5, 9, 16], do powstania związków organo-mineralnych w glebie konieczna jest zawartość w niej minerałów ilastych. Melioracje gleb torfowych oparte o stosowanie tych związków mogą wpłynąć na zmniejszenie się mineralizacji substancji organicznej. Charakterystycznym jest fakt, że poza dodatkiem montmorylonitu i gliny, nawożenie mineralne (NPK) ma wyraźnie dodatni wpływ na hamowanie tempa mineralizacji substancji organicznej. Potwierdzają to również wyniki badań innych autorów [1, 6], którzy stwierdzili zmniejszenie ilości wydzielającego się CO_2 z gleby torfowej nawożonej nawozami potasowymi i fosforowymi. Wskazywałoby to na możliwość intensywnego rolniczego użytkowania gleb torfowych bez obawy zbyt dużych strat organicznej substancji gleby, pod warunkiem stosowania wysokiego nawożenia mineralnego.

WNIOSKI

1. Rozkład organicznej masy gleby torfowej z dodatkiem różnych składników mineralnych, w warunkach laboratoryjnych, w temp. 22°C, odbywał się najintensywniej w początkowym okresie doświadczenia (do 1 miesiąca). W okresach późniejszych notowano stopniowy spadek rozkładu.

2. Dodatek do gleby torfowej węglanu wapnia zwiększał, a dodatek montmorylonitu zmniejszał intensywność mineralizacji substancji organicznej gleb.

3. Procesy amonifikacyjne w badanych glebach torfowych na ogół odbywały się wolno, natomiast intensywnie zachodziły procesy nitryfikacyjne, osiągając maksymalne wartości po 18 miesiącach badań. Na gromadzenie się azotanów w poszczególnych okresach pozytywny wpływ — obok dodatku azotu amonowego — wywierał dodatek węglanu wapnia i minerałów ilastych.

4. Intensywne nawożenie mineralne (NPK) hamowało tempo mineralizacji substancji organicznej w glebie torfowej.

5. Duża dawka azotu w postaci wody amoniakalnej, wprowadzona do gleby torfowej, posiadała stosunkowo krótkotrwały wpływ na plony roślin. Wpływ azotu zanikał już w trzecim roku doświadczenia.

6. Stosowany azot do gleby torfowej w krótkim czasie przechodził w połączenia organiczne stając się niedostępny dla roślin.

LITERATURA

1. Gotkiewicz J.: Mineralizacja azotu w glebie murszowo-torfowej różnie nawożonej i użytkowanej. Maszynopis (1969).
2. Greenland D. J.: Interaction between clays and organic compounds in soils. P. I. Mechanism of interaction between clays and defined organic compounds. *Soil a. Fertilizers*, 28, 5, 415-425 (1965).
3. Kaila A., Köylijärvi J. and Kivinen E.: Influence of temperature upon the mobilization of nitrogen in peat. *Sci. Agr. Soc. of Finland*, 25, 37-46 (1953).
4. Kobus J., Pacewiczowa T.: Wpływ minerałów ilastych na czynność biologiczną gleb lekkich (cz. II). *Rocz. glebozn.* XVI, 1, 53-65 (1966).
5. Kononowa M.: Substancje organiczne gleb, ich budowa, właściwości i metody badań. Warszawa (1968).
6. Kowalczyk Z.: Mineralizacja substancji organicznej w glebie torfowej. Maszynopis (1969).
7. Maciak F.: Biochemiczskie izmienienia w organicznych poczwach pod wpływem izwiastkowania, glinowania i pieskowania. Materiały naucz. metod. sowieszczania, 51-64, Mińsk (1969).
8. Maciak F.: Badania nad formami azotu w torfach. *Rocz. Nauk rol.* A-87-4, 563-594 (1963).
9. Mortland M. M., Erickson A. E., Davis J. F.: Clay amendments on sand and organic soils. *Quarterly Bulletin Mich. Agric. Exp. Stat.* 40, 1, 23-30 (1957).
10. Musierowicz A.: Próchnica gleb. *Post. Nauk rol.* 2, 3-36 (1957).

11. Norman A. G., Newman A. S.: Some effects of sheet erosion on soil microbiological activity. *Soil Sci.* 52, 31 (1951).
12. Okruszko H., Liwski S.: Sielskochoziajstwiennaja cennost poczw bołotnogo proischozhdienia w swiazi z mineralizacijej osuszennych torfiannikow. *Materiały naucz. metod. sowieszczania*, 105-114, Mińsk (1969).
13. Smyjewski K.: Wpływ substancji alkalizujących na przemiany zachodzące w torfie i na jego wartość nawozową. *Wiad. IMUZ*, VII, 2, 23-78 (1968).
14. Tiurin J. W.: K metodikie analiza dla sravnitel'nogo izuczenija sostawa poczwien'nogo pieregnoja ili gumusa. *Trudy Poczv. Inst. im. Dokuczajewa*, 38, 32, (1951).
15. Waydbrink W., Bahro K. J., Arnold H., Bollow K. H., Passow H., Doerner K., Seyfarth W.: Versuche zur Humusmeliorationen organischer Böden mittels Ammoniak. *Zeitsch. f. Landeskultur*, 6, 3, 231-253 (1965).
16. Terlikowski F.: Prace wybrane z dziedziny gleboznawstwa, chemii rolnej i nawożenia, 194. PWRiL, Warszawa (1958).
17. Turk L. M.: Effect of certain mineral elements on some microbiological activities in muck soils. *Soil. Sci.* 47, 425-445 (1939).

СТЕФАН ЛИВСКИ, ФРАНЦИШЕК МАЦЯК

ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В ОРГАНИЧЕСКОЙ МАССЕ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИБАВКИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Резюме

Рассматриваются лабораторные исследования по влиянию илистых минералов, карбоната кальция, карбоната натрия и азота (в аммонийной форме) на минерализацию органического вещества низинного торфа. Темпы разложения торфа определяли на основании выделения CO_2 из торфяной почвы, происходящих в ней аммонификационных и нитрификационных процессов, а также путем анализа гумусных соединений и определения форм азота. В опыте исследовали также влияние прибавки минеральных веществ на урожаи трав.

Исследования показали, что разложение органического вещества в массе торфяной почвы в лабораторных условиях, в температуре 22°C было наиболее интенсивным в начальный период опыта (до 1 месяца). В более поздние периоды наблюдалось постепенное ослабление темпов разложения.

Прибавка карбоната кальция к торфяной почве повышала, а прибавка к ней монтмориллонита снижала интенсивность минерализации органического вещества почвы.

Аммонификационные процессы в исследуемых торфяных почвах происходили, в общем, слабо, тогда как процессы нитрификации были более интенсивными, достигая максимальных величин через 18 месяцев от начала исследований.

На аккумуляцию нитратов в отдельные периоды положительное влияние наряду с прибавкой аммонийного азота, оказывала прибавка карбоната кальция и илистых минералов.

Интенсивное минеральное удобрение (NPK) задерживало темпы минерализации органического вещества в торфяной почве.

Высокая доза азота в виде аммиачной воды вносимой в торфяную почву оказывала сравнительно кратковременное влияние на урожаи растений. Влияние азота затухало уже в третьем году опыта. Азот вносимый в торфяную почву скоро переходил в органические соединения и становился недоступным для растений.

STEFAN LIWSKI, FRANCISZEK MACIAK

INVESTIGATIONS ON CHANGES IN ORGANIC MATTER OF PEAT SOILS
UNDER EFFECT OF ADDITION OF MINERAL SUBSTANCES

Summary

Laboratory investigations on effect of clayey minerals, calcium carbonate, sodium carbonate and nitrogen (in ammonium form) on mineralization of organic matter of low peat were carried out. The peat decomposition rate was determined on the basis of CO_2 secretion from peat soil, ammonification and nitrification process occurring in it as well as by the analysis of humus compounds and the determination of nitrogen forms. An effect of addition of mineral substances on grass yields was investigated as well.

The investigations have proved that the organic matter decomposition of peat soil in laboratory conditions at the temperature of 22°C ran most intensively in the initial period of the experiment (up to 1 month). In the later periods a gradual slowing of the decomposition rate was observed.

An addition of calcium carbonate to peat soil increased and that of montmorillonite decreased the mineralization intensity of organic matter of soils.

Ammonification process in the peat soils investigated was, as a rule, slow, while nitrification processes ran intensively reaching their maximal values after 18 months of the investigations. On accumulation of nitrates in particular periods a positive effect, beside ammonium nitrogen addition, exerted an addition of calcium carbonate and clayey minerals.

Intensive mineral fertilization (NPK) caused a slowing of the organic matter mineralization rate in peat soil.

The effect of a high nitrogen rate applied in the form of ammonia water brought into peat soil on the crop yields was of a relatively short duration. The nitrogen effect vanished as early as in the third experiment year. Nitrogen brought into peat soil was soon transformed into organic compounds and became unavailable to plants.