

ROMAN MORACZEWSKI  
*Katedra Uprawy Łąk i Pastwisk SGGW — Warszawa*

## WPŁYW NAWOŻENIA ŁĄKI TRWAŁEJ NA PLON I WYKORZYSTANIE AZOTU TORFOWISKA

### 1. Wstęp

Azot jako podstawowy składnik budulcowy białek był szeroko omawiany na dwóch kolejnych kongresach łąkarskich w Palmerston (1) i Reading (12). Z jednej strony dlatego, że rośliny pastewne, w tym także trawy, wykazują duże zapotrzebowanie na ten składnik, a z drugiej strony dlatego, że istnieje możliwość wykorzystania azotu z rozkładającego się torfu, tak licznie dziś meliorowanych torfowisk.

Z niektórych prac, a między innymi z pracy Świętochowskiego i Krygiela (20) wynikało, że z chwilą odwodnienia torfowiska następuje wzmożenie procesów biochemicznych uruchamiających azot w torfie. Z innych prac (6, 9, 10, 15, 16, 17, 23) wynikało, że niektóre mikroelementy mogą również działać aktywująco na procesy nitryfikacji i amonifikacji w torfie. Wprawdzie te ostatnie badania były prowadzone w warunkach laboratoryjnych, ale niektóre wyniki podane przez wyżej wymienionych autorów zachęciły nas do przebadania tego zagadnienia w warunkach polowych. Chodziło bowiem o to, żeby znaleźć optymalne warunki dla uwolnienia się azotu z torfu, bez konieczności przeorywania torfowiska.

Celem niniejszej pracy było więc przebadanie wpływu nawożenia mineralnego i organicznego (w tym także mikroelementów) na dynamikę związków azotowych w torfowisku zmeliorowanym „Biel” oraz wpływu tych procesów na regenerację roślinności łąkowej i jej plonowanie.

### 2. Wpływ nawożenia na dynamikę azotanów i amoniaku w torfie

W pierwszych dwóch latach (1960—1961) po zmeliorowaniu torfowiska<sup>1</sup>, różnice między zawartością N—NH<sub>3</sub> na poszczególnych kombinacjach nawozowych były niewielkie i wahały się od 8,6 do 13,9 mg/litr. Można więc przyjąć, że nawożenie mikroelementami w latach 1960—1961 miało niewielki wpływ na dynamikę procesów amonifikacji.

<sup>1</sup> Torfowisko „Biel” w pow. Otwock zostało zmeliorowane w 1959 r.

Najwyższe średnie stężenie N—NH<sub>3</sub> w torfie z lat, w których było stosowane nawożenie, wystąpiło w 1962 r. Średnio dla wszystkich kombinacji wynosiło ono około 14,0 mg N—NH<sub>3</sub> na liter, przy różnicach między kombinacjami od 12,1 do 17,3 mg na liter (tab. 1).

Tabela 1

*Srednia zawartość N—NH<sub>3</sub> w torfie w mg/litr*

Rok	O	K	KP	KPN	K: Ca	KFZn	KPMn	KPCu	KPB	KPMo	KPCo	Obornik
1960	11,9	11,9	11,1	13,9	10,8	12,1	11,7	10,9	11,3	12,4	10,8	12,0
1961	11,0	10,8	9,0	8,6	10,0	9,8	9,0	10,0	9,8	10,2	10,1	12,4
1962	16,7	13,2	13,2	17,3	13,1	15,0	12,1	13,8	13,9	13,5	12,3	15,9
1963	20,2	13,5	13,9	14,7	13,1	14,7	15,1	14,6	16,5	14,0	13,3	12,7
Średnio	14,9	12,4	11,8	13,6	11,7	12,9	12,0	12,3	12,9	12,5	11,6	13,2

Inaczej nieco przebiegała amonifikacja w torfie w roku 1963, tj. w roku następczego działania nawozów. Stężenie N—NH<sub>3</sub> w litrze w 1963 r. było najwyższe i średnio ze wszystkich kombinacji nawozowych wynosiło około 14,7 mg, przy wahaniach od 12,7 do 20,2 mg N—NH<sub>3</sub> na liter (tab. 1).

W świetle uzyskanych wyników (tab. 1) także i makronawozy nie miały istotnego wpływu na zawartość N—NH<sub>3</sub> w torfie, poza oczywiście samym tylko nawożeniem azotowym. Wpływ nawożenia azotowego na zwiększenie się ilości amoniaku w glebie wcześniej zauważony został przez Kiełpińskiego (7). Na torfowisku „Biel”, na którym w 1960 r. prowadzono badania, saletrę amonową wysiewano zaraz po pobraniu próbek glebowych 11. IV. W dziesięć dni potem<sup>2</sup>, w dniu 22. IV, zawartość N—NH<sub>3</sub> wynosiła 33,3 mg, w dniu 2. V — 30,1 mg, 11. V — 21,3 oraz w dniu 20. V — 28,4 mg. Okres działania saletry amonowej w ilości 60 kg N/ha wiosną 1960 r. wynosił około 45 dni; natomiast w 1961 i 1962 r. okres ten trwał tylko około 25 dni przy nawożeniu wiosennym i około 30—35 dni przy nawożeniu letnim<sup>3</sup>.

Największa zawartość N—NH<sub>3</sub>, jaką stwierdzono w czteroletnim okresie badań, wynosiła 44,5 mg/litr i otrzymano ją w dniu 7. IV. 1962 r. w kombinacji z obornikiem. Tak duża zawartość amoniaku była spowodowana tym, że kiedy w dniu 7. IV. 1962 r. po raz pierwszy pobierano próbki torfu na łące, torf był rozmarznięty zaledwie na głębokości

<sup>2</sup> W 1960 r. próbki pobierano w pięciu powtórzeniach co 10 dni w okresie od 1. IV. do 20. IX.

<sup>3</sup> W 1962 r. saletrę amonową wysiewaną wiosną i po pierwszym pokosie.

5—6 cm<sup>4</sup>. W warstwie tej była nagromadzona, a nie wymyta w głębsze warstwy lub nie pobrana jeszcze przez rośliny, znaczna ilość amoniaku pochodząca z ługowania i rozkładu obornika. W kilka dni po całkowitym rozmarznięciu torfu i szybkim ruszeniu vegetacji już 16 kwietnia ilość amoniaku się znacznie zmniejszyła, dochodząc zaledwie do 17,5 mg/litr.

Jak to już wyżej ustalono, podobna sytuacja istniała wiosną 1960 r. W roku tym vegetacja właściwie zaczęła się dopiero w maju. Średnia temperatura miesięczna w kwietniu 1960 r. wynosiła zaledwie +6,4°C, a wiosna była bardzo spóźniona. Jeszcze na początku maja były notowane dość silne przymrozki, hamujące w znacznym stopniu procesy życiowe roślin, a w tym również pobieranie przez korzenie roślin jonów amonowych.

Warto jest w tym miejscu również odnotować, że w czwartym roku po zmeliorowaniu torfowiska „Biel” średnia zawartość N-NH<sub>3</sub> na poletkach kontrolnych była znacznie wyższa w stosunku do pozostałych poletek nawozowych i średnio wynosiła 20,2 mg N-NH<sub>3</sub> na litr (tab. 1). Stan ten był wynikiem przede wszystkim braku roślin, które by mogły ten czynny azot wykorzystać.

W odróżnieniu od amoniaku, najwyższą dynamikę azotanów notowano w 1960 r., a więc w pierwszym roku po odwodnieniu torfowiska. Największa średnia zawartość N-NO<sub>3</sub> dla całego sezonu vegetacyjnego w 1960 r. wynosiła w kombinacji KPN i na poletkach kontrolnych po 2,8 mg/litr (tab. 2).

W następnych dwóch latach aktywność procesów nitryfikacyjnych znacznie osłabła, dopiero w 1963 r. obserwowano ponowny wzrost nasilenia nitryfikacji we wszystkich kombinacjach nawozowych, przy czym zawartość N-NO<sub>3</sub> w 1 litrze torfu była największa na poletkach bez nawożenia (tab. 2).

Okres vegetacyjny w 1963 r. był wyjątkowo suchy, a lato było gorące. Poziom wody gruntowej obniżył się do 80 cm i torf wykazywał znaczne przesuszenie. W wierzchniej warstwie 20 cm zawartość wody w świeżym torfie wynosiła 67%.

W przypadku mikroelementów nie stwierdzono i tutaj większego ich działania na procesy nitryfikacyjne.

W wielu pracach, a między innymi w pracy Rousseta (16), Pietruszczyńskiego (15), Kałaczkowa (6), Sideriego (17) i Zawarzina (23), przewija się twierdzenie, że mangan wpływa na intensywność procesu nitryfikacji. Wprawdzie Sideri (17) stwierdził, że znaczne zwyczajki plonów, jakie otrzymywał, zależały od nasilenia procesów utleniania substancji

<sup>4</sup> W latach 1961 i 1962 próbki torfu pobierano w okresie vegetacji co 15 dni, a w 1963 r. tylko 7 razy w okresie od kwietnia do końca sierpnia.

Tabela 2

Średnia zawartość N-NO<sub>3</sub> w torfie w mg/litr

Rok	O	K	KP	KPN	KPCa	KPZn	KPMn	KPCu	KPB	KPMo	KPCo	Obornik
1960	2,8	1,5	1,4	2,8	1,5	1,7	1,4	1,7	1,6	1,8	1,6	1,9
1961	1,9	0,6	0,6	0,9	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8
1962	1,4	0,7	0,6	0,9	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
1963	2,5	1,0	0,9	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2	1,2
Śred- nia	2,2	1,0	0,9	1,5	1,0	1,2	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2

organicznej, a więc niekoniecznie na ten proces musiało wpłynąć nawożenie manganowe, w którym to mangan znajdował się w formie Mn<sup>+</sup>, a więc w formie już zredukowanej.

Większość badań przeprowadzonych z manganem miała charakter laboratoryjny lub też dotyczyła gleb uprawnych. W dostępnej dla nas literaturze nie spotkaliśmy pracy traktującej o wpływie nawozu manganowego na procesy nitryfikacji w torfie, pod roślinami łąkowymi.

W naszych badaniach uzyskaliśmy wynik negatywny. Nawożenie manganem nie wpłynęło ani w sposób istotny na zwiększenie się procesów nitryfikacyjnych i amonifikacyjnych, ani na plon siana, ani też na plon azotu. Nieznacznie wpłynęło tylko na zwiększenie się mikroflory glebowej w okresie wczesnojesiennym (Zimny 25).

Podobnie, jak nawożenie manganowe, tak i nawożenie borem, kobaltem i miedzią nie miało istotnego wpływu na procesy nitryfikacji i amonifikacji. Wprawdzie niektórzy autorzy w warunkach laboratoryjnych: Kałaczikow (6), Maciak (10), Zawarzin (23), uzyskali pewne przyrosty azotanów na tych nawozach, ale w naszych badaniach, w warunkach łąkowych nie znalazło to potwierdzenia ani w istotnym przyroście azotanów i amoniaku, ani też w plonie azotu.

Przy nawożeniu siarczanem miedzi stwierdzono nawet zmniejszenie się aktywności bakterii i promieniowców (Zimny 24, 25), a w ostatnich dwóch latach (1962—1963) nawożenie to nawet znacznie obniżyło ogólną ilość mikroorganizmów (bakterii, promieniowców i grzybów).

Spośród mikronawozów jedynie cynk i molibden w pierwszym roku (1960) nieznacznie wpłynęły na zwiększenie zawartości azotanów w torfie. Można jednak mówić tylko o pewnych tendencjach do wzrostu amonifikacji i nitryfikacji pod wpływem tych mikronawozów, gdyż wyższe N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>3</sub>, jakie uzyskano w 1 litrze torfu i w plonie N z ha na nawożeniu cynkiem i molibdenem, nie można było udowodnić statystycznie.

Przy omawianiu różnych środków nawozowych na nitryfikację i amonifikację nie należy pominąć nawozów wapniowych.

Kowalewskaja (8) podaje, że pod wpływem wapnowania zwiększa się proces rozkładu substancji organicznej w glebie, a zmniejsza się ilość azotu ogólnego. Autorka ta (8) pisze, że wapnowanie uaktywnia działalność mikrobiologiczną gleby oraz zmienia charakter i kierunki procesów rozkładu substancji organicznej.

Kaila i inni (5) stwierdzili, że gromadzenie się amoniaku w torfie kwaśnym rośnie wraz ze wzrostem temp. od  $+5^{\circ}\text{C}$  wzwyż. W torfie wapnowanym maksimum gromadzenia się amoniaku i azotanów przypada na  $+20^{\circ}\text{C}$ . Taipsepp (21) zauważył, że ilość azotanów w glebach znacznie się zwiększyła na skutek wapnowania, przy czym różnice w okresie letnim wynosiły nawet 15—20 mg na 1 kg gleby. Także i Frederick (2) stwierdził dodatni wpływ wapnowania na nitryfikację.

W naszych badaniach na torfowisku „Biel” wapnowanie łąki nie przyniosło wyników, o jakich wspominają wyżej cytowani autorzy (2, 21). Począwszy od 1961 r. zauważono wprawdzie pewien pośredni wpływ wapnowania na plon azotu i przyrost zielonej masy, ale statystycznie udowodniono go dopiero w 1962 r.

Jeśli chodzi o pozostałe mikroskładniki, mówić o nich można bardziej jako o składnikach wywierających wpływ na wykorzystanie azotu, niż jako o czynnikach bezpośrednio aktywizujących procesy nitryfikacji i amonifikacji w torfie.

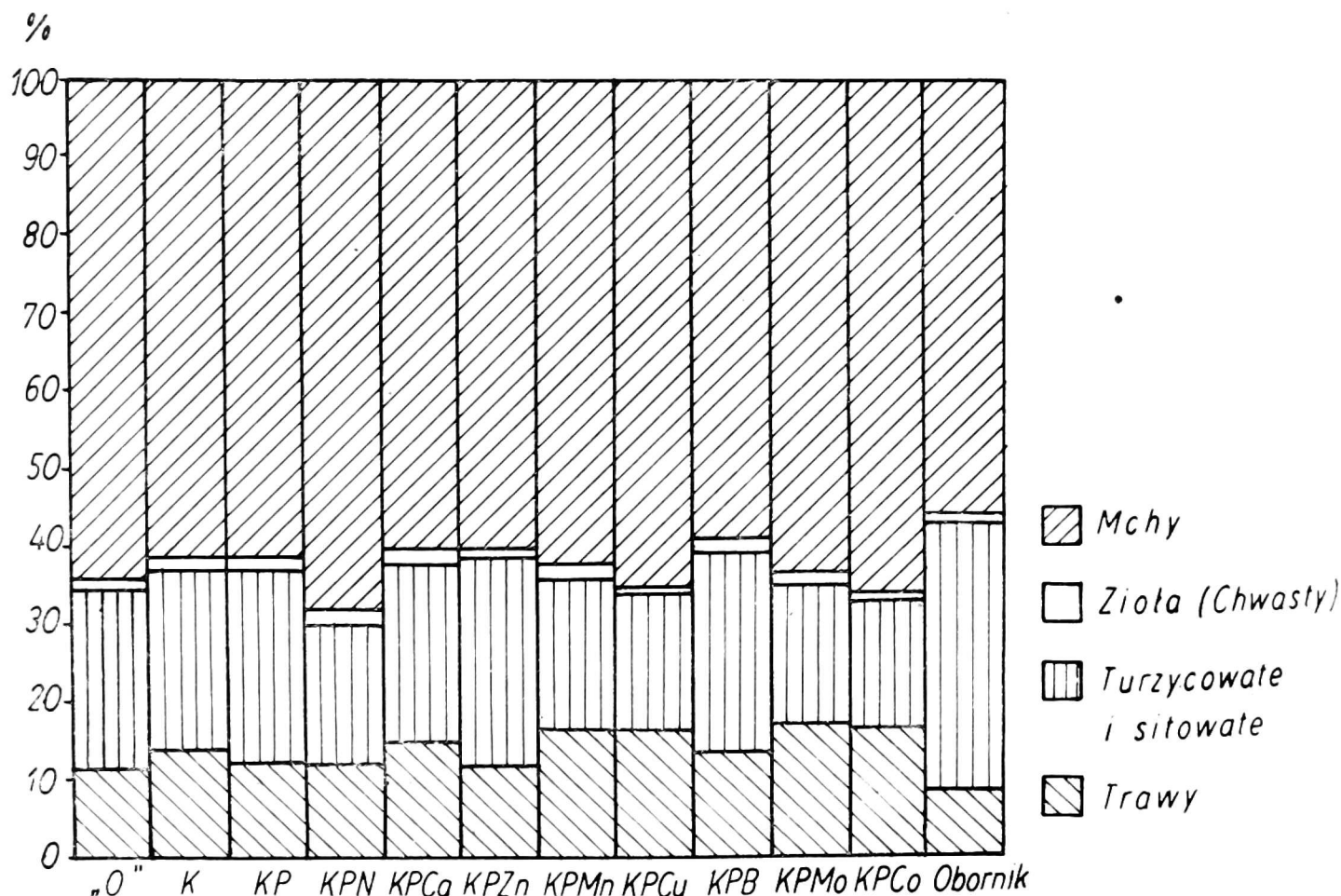
Reasumując, należy stwierdzić, że na ogół większe ilości  $\text{N-NH}_3$  w porównaniu z zawartością  $\text{N-NO}_3$ , jakie stwierdzono w ciągu 4-letniego okresu badań, były wywołane różnym stopniem nasilenia tych procesów. Przebieg warunków klimatycznych (niska temperatura gleby oraz znaczne ilości opadów) sprzyjały bardziej procesom amonifikacji niż nitryfikacji. Poza tym niskie pH, jakie panowało w środowisku i to zarówno w poletkach wapnowanych jak i niewapnowanych, sprzyjało pobieraniu przez rośliny przede wszystkim N w formie azotanowej (Górski, 4; Maksimow 11) obniżając w ten sposób ogólną zawartość azotanów w torfowisku, zjawisko to jednak z punktu widzenia rolniczego należy uznać jako korzystne.

### 3: Wpływ odwodnienia torfowiska i nawozów na zmiany szaty roślinnej i jej plonowanie

Na trwałych użytkach zielonych, w miarę wyczerpywania się składników pokarmowych i zmian w stosunkach hydrologicznych, ruń łąkowa ulega pewnym zmianom ilościowym i jakościowym.

Zjawisko takie szczególnie wyraźnie można zaobserwować na torfowiskach świeżo zmeliorowanych i niezagospodarowanych.

Zmiany w układzie stosunków chemicznych torfowiska po jego osuszeniu zazwyczaj następują szybciej niż zmiany w układzie zespołów roślinnych, przystosowanych do zmienionych warunków troficznych siedliska. Ten brak równowagi między przystosowaniem się roślin do zmieniających warunków troficznych siedliska a szybkością zubażania gleby torfowej w składniki pokarmowe może prowadzić do okresowego obnażania się gleby z roślinności i ogólnej degradacji torfowiska.



Rys. 1. Udział poszczególnych grup roślin w sianie I pokosu 1959 r. z torfowiska „Biel”

Dotychczasowa literatura obszernie zajmująca się tym zagadnieniem nie precyzuje dokładnie, jaki stan torfowiska lub jaki układ florystyczny można uznać za wystarczający, aby nie uciekając się do orki lub podsiewu, drogą tylko samego nawożenia można było w stosunkowo niedługim okresie czasu zwiększyć produktywność łąki i doprowadzić do pełnej regeneracji jej runi?

Jak to już na wstępie zaznaczono, torfowisko „Biel” do 1959 r. było zabagnione, na którym przez większą część okresu wegetacyjnego na jego powierzchni utrzymywała się woda. Takie warunki hydrologiczne nie

pozwalają na normalne użytkowanie tego torfowiska, a roślinność, jaka je porastała, składała się w przeważającej mierze z mchów brunatnych, turzyc i wełnianek (rys. 1). Z traw jedynie kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*), mietlica biała (*Agrostis alba*) i trzcinnik lancetowaty (*Calamagrostis canescens*) stanowiły nieznaczny odsetek składu botanicznego ówczesnej runi łąkowej. Wśród roślin dwuliściennych występujących na badanym torfowisku a nie wykazanych w analizie botaniczno-wagowej należy wymienić *Comarum polustre* i *Menyanthes trifoliata*, a wśród turzyc występowała w przewadze *Carex panicea* i *Carex vulpina*.

W 1959 r., po przeprowadzeniu melioracji, nastąpiło dość szybko odwodnienie torfowiska. Już 30 maja poziom wody gruntowej obniżył się do 40 cm osiągając swoje minimum w pierwszej dekadzie września. Procesowi szybkiego odwodnienia torfowiska w 1959 r. sprzyjał wyjątkowo korzystny przebieg pogody. Stosunkowo niewielka ilość opadów w kwietniu i maju oraz wysokie średnie dobowe temperatury sprawiły, że już 15 czerwca przy słonecznej pogodzie można było przystąpić do sprzętu pierwszego, a 3 września — do zbioru drugiego pokosu. Średni „plon” zielonej masy z obydwu pokosów wynosił 114,9 q/ha, przy wahaniami od 86,8 do 148,4 q/ha (rys. 2). Stosunek masy pierwszego pokosu do drugiego pokosu średnio wynosił jak 4 : 1 na korzyść pierwszego pokosu.



Rys. 2. Kopice „siana” składającego się z mchów i turzyc na zmeliorowanym torfowisku „Biel” (I pokos w 1959 r.)

Wykonanie sprzętu pierwszego pokosu w 1959 roku miało charakter porządkujący. Szczególnie sprzęt pierwszego pokosu był ważnym zabiegiem pielęgnacyjnym, gdyż pierwotna roślinność, nie wykoszona po odwodnieniu torfowiska, utworzyła dość grubą i puszystą warstwę (od 15

do 20 cm) składającą się głównie z mchów i roślin turzycowatych. Warstwa ta została dokładnie wykoszona, a następnie wygrabiona i jako siano ściółkowe usunięta z łąki (rys. 2).

Na tak przygotowaną powierzchnię łąki jesienią 1959 r. wywieziono obornik w ilości 400 q i 10 q wapna, a wiosną 1960 r. i w dalszych latach pozostałe nawozy według ustalonego schematu (tab. 3 i 4).

Tabela 3

*Terminy wysiewu i dawki nawozów w kg/ha czystego składnika*

Składnik nawozowy	1959 r.		1960 r.		1961 r.		1962 r.		Forma nawozu
	13.XI	11.IV	19.XI	6.IV	15.XI	12.IV	20.VI		
K <sub>2</sub> O	—	128,1	—	118,5	—	132,3	—	40% sól potasowa	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	27,3	—	19,4	—	25,2	—	superfosfat pylisty	
N	—	63,4	—	63,2	—	63,2	63,2	saletra amonowa	
CaO	595	—	695	—	638	—	—	wapniak (CaCO <sub>3</sub> )	
Zn	—	6,8	—	6,8	—	6,8	—	ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (cz)	
Mn	—	16,6	—	16,6	—	16,6	—	MnCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O (cz)	
Cu	—	23,9	—	23,9	—	23,9	—	CuSO <sub>4</sub> (cz)	
B	—	3,4	—	3,4	—	3,4	—	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O (cz)	
Mo	—	10,7	—	10,7	—	10,7	—	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O (cz)	
Co	—	—	—	6,2	—	7,4	—	CoCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O (cz)	
Obornik w q/ha	400	—	300	—	200	—	—	świeży z obory głą- bokiej	

Tabela 4

*Bilans składników nawozowych obornika*

Składnik nawozowy	400 q/ha		300 q/ha		200 q/ha		Razem w kg/ha czystego składnika		
	znaleziono w oborniku 13.X.1959	zgrab. resz- tki zawier. 10.V. 960	znaleziono w oborniku 19.X.1960	zgrabione resztki za- wierają 12.IV.1961	znaleziono w oborniku 15.X.1961	zgrabione resztki za- wierają 12.IV.1962	wywiezio- no na łąkę jesienią	wygrabio- no z reszt- kami nie- rozł. oborn.	pozostało na łące do dysp. roślin
K <sub>2</sub> O	210,7	16,9	166,0	10,3	128,0	10,9	504,7	38,1	466,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80,4	48,1	53,4	18,8	49,8	24,1	183,6	91,0	92,6
N	216,0	138,6	150,8	63,5	92,0	44,3	458,8	246,4	212,4
Sucha masa w q/ha	82,0	67,6	90,0	34,6	51,0	24,5	223,0	128,7	94,3



Zastosowane podstawowe nawożenie (PK) w ilości wynikającej z potrzeb nawozowych gleb wywarło silny wpływ już w pierwszym roku użytkowania łąki. Zwiększyła się liczba gatunków w analizie botaniczno-wagowej z 15 do 22 oraz nastąpiło znaczne zróżnicowanie plonu zielonej masy w stosunku do poletek kontrolnych.

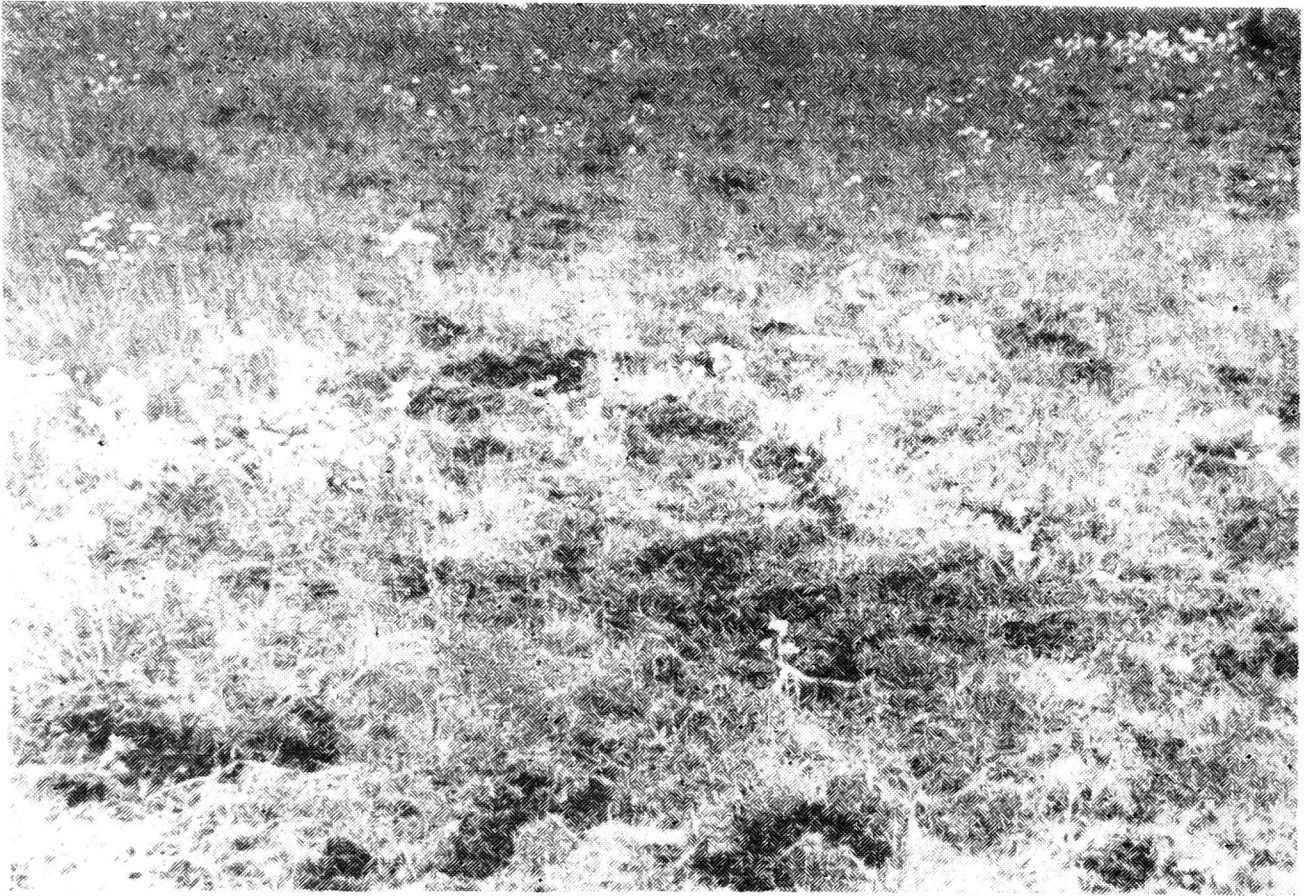
Ponadto na poletkach nawożonych obornikiem pojawiły się w stanie niepozornym jeszcze rośliny motylkowe, które w pełni rozwijały się dopiero w drugim pokosie 1960 r. (rys. 3). Natomiast na poletkach kontrolnych nastąpiła silna degradacja runi łąkowej (rys. 4). Skład botaniczny siana się bardzo uprościł, a rośliny w okresie drugiego pokosu zupełnie zbrunatniały, mech zginął prawie zupełnie.



Rys. 3. Na poletkach nawożonych obornikiem pojawiły się już w pierwszym roku liczne rośliny motylkowe i trawy szlachetne

W 1961 r. na poletkach kontrolnych degradacja roślin, a częściowo i torfu, jeszcze bardziej się posunęła. Już w okresie pierwszego pokosu rozpoczął się zupełny zanik roślinności, tak iż w okresie drugiego pokosu powierzchnia zupełnie obnażonego torfu z roślinności dochodziła do 50% całkowitego pokrycia (rys. 5).

Następny rok (1962) był w zasadzie rokiem klęskowym dla łąk. Zimna wiosna oraz nadmierna ilość opadów w maju i czerwcu spowodowała, że wiele użytków zielonych w kraju było przez dłuższy okres czasu



Rys. 4. Na poletkach nienawożonych początki degradacji roślin były zauważone już wiosną 1960 r.



Rys. 5. W roku 1961 degradacja roślin na poletkach nienawożonych była już bardzo wyraźna

zalanych wodą. Podobna sytuacja zaistniała także na torfowisku „Biel”. Woda na powierzchni torfowiska utrzymywała się od 8. V do 6. VI, a więc około 28 dni. Okres ten, ważny dla rozwoju roślin łąkowych, ujemnie wpłynął na plon pierwszego pokosu. W tym okresie nastąpiło wyraźne zahamowanie procesu murszenia torfu na poletkach kontrolnych. Jednocześnie wystąpiło zjawisko charakterystyczne dla procesu błotnego: pojawiły się mchy, wełnianki, a nawet bobrek trójlistny.

Poza tym część nowych gatunków roślin, które pojawiły się na torfowisku po jego odwodnieniu w 1959 r., zostało przez wodę wyduszonych wskutek braku powietrza. Pod tym względem ucierpiały szczególnie poletka nawożone obornikiem.

Tabela 5

Plon względny i absolutny zielonej masy za lata 1960—1963

Wariant nawozowy	1960 r.		1961 r.		1962 r.		1963 r.		Razem za lata 1960—1963	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
O	44,2	100	27,4	100	44,2	100	76,4	100	192,2	100
K	95,8	216	118,2	431	106,6	241	173,8	227	494,4	257
KP	103,4	234	121,2	442	109,6	248	168,0	219	502,2	261
KPN	188,6	426	203,2	741	180,0	407	176,2	230	748,0	389
KPCa	99,8	228	136,4	497	138,4	313	200,6	262	575,2	299
KPZn	113,6	257	131,4	479	115,4	261	195,2	255	555,6	283
KPMn	110,0	249	125,0	456	109,4	248	183,0	239	527,4	274
KPCu	105,2	238	121,6	443	106,2	240	153,2	200	486,2	252
KPB	105,2	238	125,6	458	116,4	263	164,6	215	511,8	266
KPMo	122,4	277	130,6	476	111,2	252	171,2	224	535,4	278
KPCo	100,6	227	129,8	473	117,0	264	176,2	230	523,6	273
Obornik	135,2	305	304,4	1.110	327,4	740	349,4	457	1.116,4	612
Przedział ufności przy P-5% i FG-44	10,5	—	21,7	—	21,7	—	35,9	—	—	—

Na poletkach tych w końcu maja widoczne było żółknięcie i schnięcie koniczyny czerwonej i białoróżowej. Mniej ucierpiała koniczyna biała (!), a prawie zupełnie nie została uszkodzona komonica błotna. Ta ostatnia w okresie drugiego pokosu bardzo intensywnie się rozwinęła, dając rekordowy plon zielonej masy z ha (tab. 5).

W 1962 r. okazało się, że nawet przy tak niekorzystnych warunkach klimatycznych i hydrologicznych można było uzyskać plon siana na wysokim poziomie, zarówno co do ilości jak i jakości. Wśród wszystkich kombinacji nawozowych jedynie obornik skutecznie przeciwdziałał ujem-

nym skutkom wtórnego zabagnienia łąki torfowej. Siła nawozowa poletek obornikowych oraz ich zadarnienie było tak silne, że nie tylko plon nie obniżył się na tych poletkach w stosunku do plonu z 1961 r., ale go znacznie jeszcze przekroczył. Liczne chwasty, które tak szybko rozprzestrzeniły się na poletkach innych kombinacji nawozowych, w tym także na KPN (rys. 6), w okresie drugiego pokosu 1962 r. na oborniku stanowiły one zaledwie 5,6% składu botanicznego siana, czyli razem z turzycami i skrzypami wynosiły około 10% mniej niż w pierwszym pokosie (rys. 7).



Rys. 6. Udział poszczególnych grup roślin w sianie I pokosu 1962 r. z torfowiska „Biel”

W 1963 r. prowadzone były na torfowisku „Biel” badania z następczym działaniem nawożenia azotowego.

Mimo jednak braku nawożenia, plon w 1963 r. był najwyższy spośród wszystkich czterech lat i to zarówno w pierwszym, jak i drugim pokosie (tab. 5). Następcze działanie obornika było również rekordowe, gdyż plon zielonej masy łącznie z obydwóch pokosów wynosił ponad 349 q/ha i to przy doskonałym składzie botanicznym.

Reasumując powyższe należy stwierdzić, że najwyższy efekt produkcyjny co do ilości zielonej masy jak i jej jakości osiągnięto na poletkach

nawożonych obornikiem. Przyrost zielonej masy przypadający na 1 kg NPK, wniesiony w latach 1959—1961 do gleby z obornikiem, wynosił 120 kg, podczas gdy w kombinacji NPK za ten sam okres uzyskano średnio za 4 lata 82 kg, a w kombinacji KP tylko 71 kg. Ten fakt dowodzi, że na glebach torfowych zmeliorowanych, a niezagospodarowanych przez pełną uprawę, obornik ma nad nawożeniem mineralnym niewątpliwą wyższość.

Wyniki uzyskane na torfowisku „Biel” wskazują na ogromne możliwości regenerowania obornikiem nawet bardzo prymitywnej pierwotnej łąki, byle były w niej jako tako uregulowane stosunki wodne.

#### 4. Wpływ użytkowania kośnego łąki na wykorzystanie azotu torfowiska zmeliorowanego

Z wielu prac, a między innymi z pracy Niewiadomskiego (14) można wnosić, że ocena wpływu nawożenia na jakość i ilość produkcji łąkowej oparta li tylko na składzie botaniczno-wagowym siana oraz plonie zielonej masy nie jest wystarczająca. W tym wypadku bez porównania miarodajniejsze jest komentowanie plonów składników chemicznych odzyskanych wraz z sianem, przy jednoczesnym uwzględnianiu w nim także białka ogólnego.

Przy rolniczym użytkowaniu torfowisk zmeliorowanych chodzi nam przede wszystkim o to, aby w maksymalnym stopniu wykorzystać do produkcji białka to, co w skali stuleci nagromadziło się w torfie, a mianowicie azot i torf jako substrat glebowy.

W literaturze mało jest danych liczbowych mówiących o stopniu wykorzystania nawozów azotowych stosowanych na łąkach torfowych.

Te właśnie względy skłoniły nas do równoległego przebadania, obok dynamiki związków azotowych, także stopnia wykorzystania azotu torfowiska i z nawozów azotowych.

Według Świętochowskiego (18), w jako tako sprzyjających warunkach, nienajlepszych, wytwarza się w ciągu doby na ha do głębokości 20 cm do 2—3 kg N—NO<sub>3</sub>. Ilość ta odpowiada około 15—20 kg 15% saletry wapniowej lub sodowej. Ilość ta jest bardzo duża i w zasadzie powinna wystarczyć dla zwartej darni łąkowej.

W warunkach torfowiska „Biel” nie obserwowano jednak tak intensywnych przyrostów, jak to zauważył Świętochowski w swoich badaniach (18). Bowiem torfowisko „Biel” nie było przeorywane do 1963 r., a przez to i straty w azocie nie nastąpiły tak wielkie, jakby to mogło nastąpić po jego zaoraniu, przy braku pokrywy roślinnej. Niemniej jednak, na poletkach kontrolnych omawianego doświadczenia wystąpiły pewne

oznaki znamionujące powstanie zjawiska, o jakim pisze w swej pracy Świętochowski (rys. 8).

Potwierdzeniem tego był nie tylko przebieg procesów nitryfikacyjnych i amonifikacyjnych, ale był nim również skład chemiczny siana uzyskanego z torfowiska „Biel” na poletkach kontrolnych (tab. 6).

Tabela 6

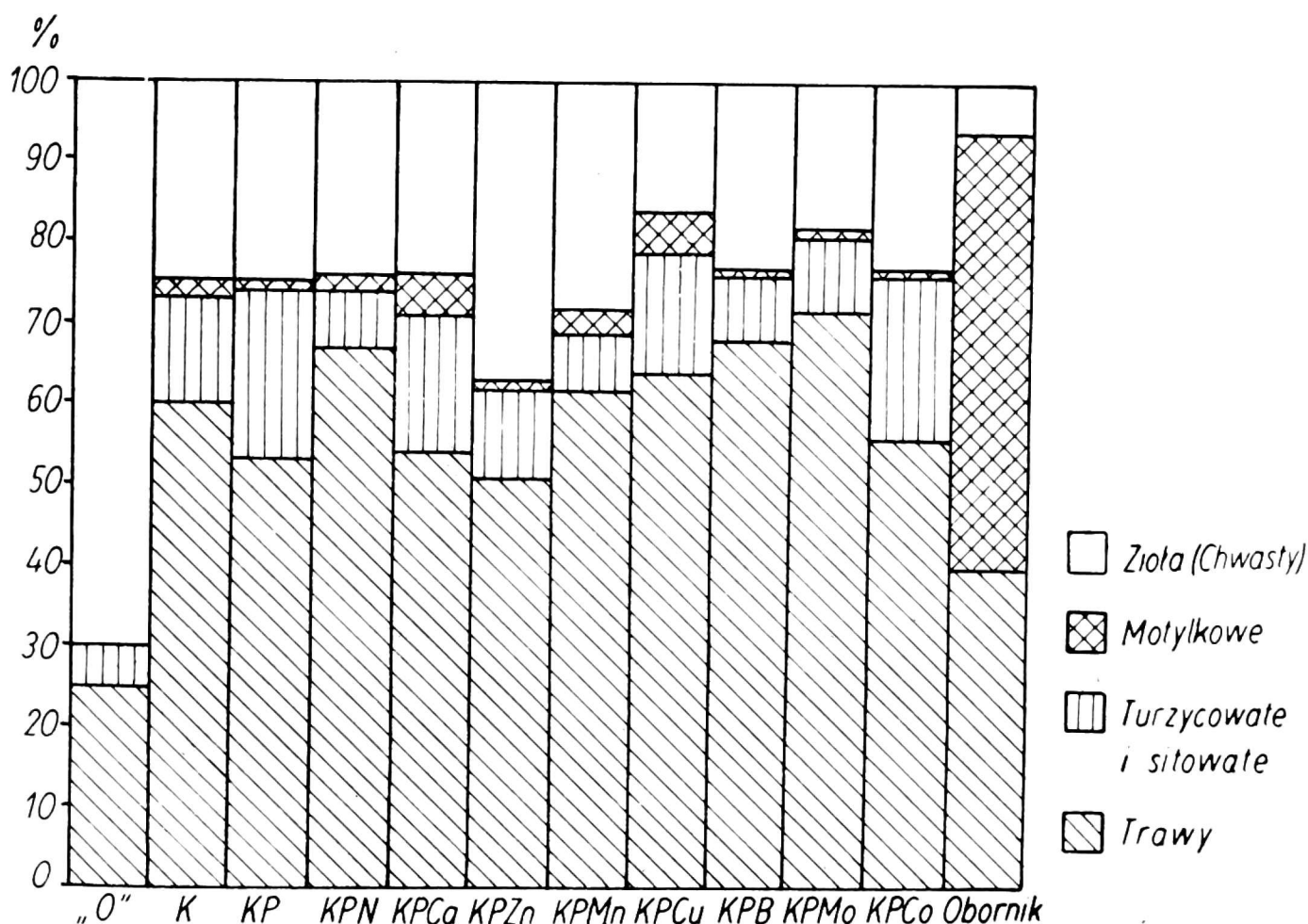
*Procentowa zawartość azotu w sianie pierwszego i drugiego pokosu*

Wariant	1960 r.		1961 r.		1962 r.		1963 r.	
	I pokos	II pokos	I pokos	II pokos	I pokos	II pokos	I pokos	II pokos
O	2,55	2,64	2,04	2,55	2,54	2,18	1,78	2,80
K	1,93	1,92	1,36	2,02	1,84	1,71	1,76	2,41
KP	1,80	1,95	1,46	1,87	1,86	1,68	1,53	2,42
KPN	2,19	1,92	1,73	1,90	1,90	1,62	1,50	2,38
KPCa	1,78	2,00	1,43	1,95	1,84	1,70	1,63	2,48
KPZn	2,04	2,10	1,69	1,94	1,89	1,78	1,58	2,37
KPMn	1,92	1,94	1,56	1,86	1,88	1,87	1,59	2,46
KPCu	1,92	1,86	1,45	1,95	1,69	1,65	1,59	2,37
KPB	2,03	1,91	1,55	1,94	1,79	1,75	1,49	2,49
KPMo	2,02	2,03	1,44	1,82	1,78	1,77	1,58	2,40
KPCo	1,92	1,98	1,44	1,85	1,80	1,72	1,49	2,23
Obornik	1,75	1,91	2,01	2,38	2,58	2,85	1,78	2,90

W 1960 i 1961 r. (tab. 6) procentowa zawartość azotu w sianie z poletek kontrolnych była znacznie wyższa niż w sianie z poletek obornikowych, a w pozostałych latach dorównywała tym ostatnim. Jedynie w drugim pokosie 1962 r. zawartość azotu w sianie z poletek obornikowych przewyższała zawartość N w sianie poletek kontrolnych. Jak to wynika z rys. 7, w drugim pokosie 1963 r. rośliny motylkowe stanowiły 54% składu botanicznego siana.

Na podstawie uzyskanych wyników można przyjąć, że reakcja na nawożenie azotowe była duża. Nawożenie azotowe w latach 1960 i 1962 wywarło również swój wpływ na zawartość procentową azotu w pierwszym pokosie. Natomiast nie można było tego samego zauważyć w okresie drugiego pokosu 1962 r., w którym to również zastosowano nawożenie azotowe w ilości 52,5 kg N/ha (tab. 3).

Ilość azotu uruchomionego na zmeliorowanym, a nie zagospodarowanym przez pełną uprawę torfowisku, wystarcza na pokrycie produkcji 40—50 q siana z ha, co odpowiada około 200—250 kg saletry amonowej 34% (tab. 7).



Rys. 7. Udział poszczególnych grup roślin w sianie II pokosu 1962 r. z torfowiska „Biel”

Przy bardziej intensywnej gospodarce łąkowej i przy zespołach trawiastych zachodzić będzie potrzeba uzupełnienia azotu z zewnątrz. Jedynie gdy w skład runi łąkowej będzie wchodziła znaczna ilość roślin motylkowych, można uniknąć dodatkowego dokarmiania roślin azotem, nawet przy długotrwałych spóźnionych wiosnach.

W tabeli 7 widzimy, że na poletkach z obornikiem ogólny plon azotu zebrany za 4 lata wynosi ponad 626 kg z ha. Gdyby od tej sumy odliczyć ilość azotu, która została wprowadzona wraz z obornikiem, to otrzymamy sumę 414 kg. Jeśli od tej ostatniej sumy odliczymy dodatkowo plon azotu, uzyskany w kombinacji KP, to otrzymamy „saldo” azotowe w ilości 151 kg N. Ta ilość azotu była wyłącznie udziałem roślin motylkowych, które trafiły na łąki wraz z obornikiem. Te 151 kg azotu odpowiada około 450 kg 33% saletry amonowej.

Efekt produkcyjny stosowania obornika nie byłby pełny, gdyby nie dodać do niego azotu nagromadzonego w częściach podziemnych roślin motylkowych. Torf z poletek nawożonych obornikiem w roku następczym (1963) był najbogatszy w azot. Zawartość tego składnika nie tylko, że się nie zmniejszyła w porównaniu z 1959 r., ale wzrosła z 2,89% do 3,12% N w przeliczeniu na absolutnie suchą masę. W przeliczeniu na plon abso-

Tabela 7

## Wykorzystanie azotu na zmeliorowanym torfowisku „Biel”

Wariant	Plon azotu w kg z ha I i II pokosu w latach				Razem N w kg/ha za 4 lata	Zwyżka w stosunku do „O” kg/ha	Plon wzglę- dny azotu za 4 lata w stosunku do PK
	1960 r.	1961 r.	1962 r.	1963 r.			
O	42,0	20,8	32,8	43,4	139,0	—	53
K	58,8	59,6	58,8	83,4	260,6	121,6	99
KP	58,2	65,6	62,8	76,4	263,0	124,0	100
KPN	100,8	92,0	98,0	75,2	366,0	227,0	140
KPCa	59,0	61,8	76,8	90,2	287,8	148,8	109
KPZn	70,4	67,2	65,6	87,6	290,8	151,8	110
KPMn	66,4	64,2	60,8	80,6	272,0	133,0	103
KPCu	60,8	62,8	54,6	69,2	247,4	108,4	94
KPB	64,6	62,4	64,0	75,6	266,6	127,6	101
KPMo	72,2	62,0	61,6	77,6	273,4	134,4	104
KPCo	61,8	58,8	64,0	72,0	256,6	117,6	97
Obornik	74,6	140,6	216,0	195,2	626,4	487,4	238
Przedział ufności przy P-5 % FG-44	9,9	13,5	12,6	17,6	—	—	—

lutny, w 20 cm wierzchniej warstwie zapas azotu na poletkach z obornikiem w 1963 r. wynosił 130,4 q/ha, podczas gdy na poletkach kontrolnych w tej samej warstwie wynosił on 128,2 q/ha. W tym samym okresie masa organiczna torfu na poletkach kontrolnych była bardzo zagęszczona, a całkowita pojemność wodna torfu wynosiła 366%, podczas gdy pojemność wodna torfu z poletek obornikowych wynosiła w tym samym czasie 411%.

Z powyższego widzimy, że korzyści uzyskane ze stosowania obornika w okresie 3-letnim były znacznie szersze niż te, które wynikały z samej tylko zwyżki plonów zielonej masy. Bo poza wysokim plonem zielonej masy i białka ogólnego, nawożenie obornikiem zahamowało w znacznym stopniu rozkład masy organicznej i przyczyniło się do lepszego wykorzystania fosforu, potasu i innych czynników siedliska.<sup>5</sup>

### 5. Podsumowanie

W wyniku szczegółowych badań i obserwacji ustalono w warunkach zmeliorowanego torfowiska „Biel”, że natężenie procesów nitryfikacyj-

<sup>5</sup> Dalsze wyniki badań w tym temacie zostały opublikowane w „Rocznikach Gleboznawczych”, t. XV, 1965 r. i XVI/1966.

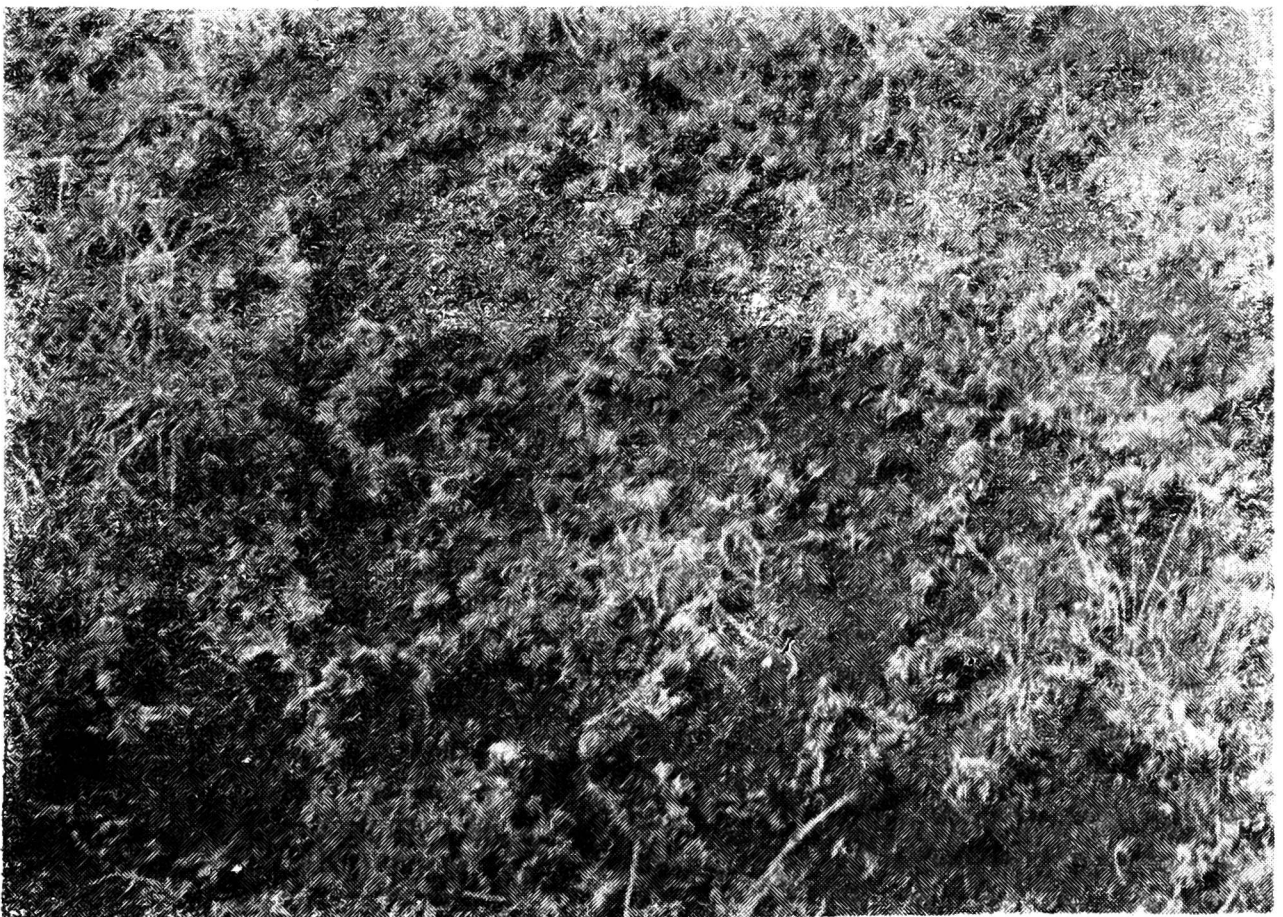


nych w pierwszym roku po jego odwodnieniu przebiegało znacznie intensywniej niż w latach następnych.

Stosunkowo niska zawartość azotanów w jednym litrze torfu w porównaniu z zawartością amoniaku była wynikiem różnic w natężeniu tych procesów, jak również w aktywniejszym pobieraniu N — azotowego przez korzenie roślin wieloletnich. W tych samych dniach kalendarzowych, przy spóźnionych wiosnach, zawartość amoniaku i azotanów wzrastała, natomiast przy wczesnych wiosnach ilość N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>3</sub> znacznie malała w 1 litrze torfu. Wielkość ubytku azotanów i amoniaku z torfowiska jest wypadkową ilości opadów w okresie wegetacyjnym, natężenia procesów nitryfikacyjnych i amonifikacyjnych oraz aktywności biologicznej roślin. Przy dużych opadach w 1962 r. straty azotu na drodze wymywania dochodziły do 8 kg z hektara w ciągu jednego miesiąca.

Zastosowane mikroelementy przez trzy kolejne lata, na tle nawożenia fosforowo-potasowego w warunkach torfowiska „Biel”, nie dały wyników zachęcających do stosowania tych pierwiastków jako środków aktywizujących azot torfowiska zmeliorowanego.

Samo odwodnienie torfowiska spowodowało ustąpienie roślin higrofitycznych i turzycowatych na rzecz kostrzewy czerwonej i trzcinnika lancetowatego.



Rys. 8. Wiosną 1962 r. roślinność na poletkach nienawożonych była już zupełnie zdegradowana. Ilość pustych miejsc dochodziła do 80% ogólnej powierzchni pokrycia torfowiska

Degradacja zupełna roślinności na poletkach kontrolnych była wynikiem ubóstwa torfu w składniki pokarmowe, a szczególnie w potas. W warunkach torfowiska „Biel”, za pomocą tylko samego nawożenia mineralnego nie można było w ciągu kolejnych 3 lat doprowadzić do pełnej regeneracji roślinności. Pomimo uzyskanych znacznych przyrostów zielonej masy z jednostki powierzchni, jakość siana pozostawiała dużo do życzenia. W składzie botanicznym siana w dalszym ciągu dominowały trawy o gorszej lub złej wartości pastewnej, tj. kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*) i trzcinnik lancetowaty (*Calamagrostis canescens*) (rys. 9).



Rys. 9. Poletka nawożone NPK porastane były trzcinnikiem lancetowatym (*Calamagrostis canescens*) i kostrzewą czerwoną (*Festuca rubra*)

Spośród makroskładników największy wpływ na plon zielonej masy wywarł potas i azot.

Działanie wapnia ujawniło się dopiero w trzecim roku prowadzenia doświadczenia oraz w roku następczego działania nawozów.

Wbrew oczekiwaniu, na poletkach nawożonych miedzią wprowadzić nie stwierdzono tak zwanej statystycznej obniżki plonów, ale można mówić, że zastosowane pogłównie nawożenie miedziowe w warunkach torfowiska „Biel” działało hamująco na rozwój zarówno makro- jak i mikroflory.

Pełną regenerację roślinności oraz wysoką produktyjność łąki osiągnięto tylko przy nawożeniu obornikiem. Równocześnie z wysokim plonem zielonej masy, na poletkach nawożonych obornikiem uzyskano doskonały skład botaniczny siana, ze znaczną domieszką roślin motylkowych i traw szlachetnych.

Działanie następcze obornika było najwyższe spośród wszystkich kombinacji nawozowych. Wysoki plon, jaki uzyskano w roku następnym, wpłynął bardzo wydatnie na wykorzystanie składników pokarmowych wniesionych w kolejnych trzech latach.

Przy okresowym wtórnym zabagnieniu torfowiska, co miało miejsce w 1962 r., pojawiła się masowo wełnianka wąskolistna (*Eriophorum angustifolium*) na poletkach tych, na których z braku dostatecznej konkurencji ze strony gatunków nie została wyparta z siedliska lub nie wyginęła z braku pokarmów w latach poprzednich.

Na poletkach kontrolnych mały jej udział był wynikiem ubóstwa gleby w potas, a brak jej na poletkach obornikowych był wynikiem dużego udziału komonicy błotnej (*Lotus uliginosus*), która jako jedyna spośród roślin motylkowych w stanie nieuszkodzonym przetrwała przez krytyczny okres wtórnego zabagnienia torfowiska w 1962 r.

Siano sprzątane z poletek bez nawożenia wyróżniało się najwyższą procentową zawartością azotu ogólnego.

Ilość uruchomionego azotu z torfu w warunkach torfowiska „Biel” pozwalała na wyprodukowanie 40—45 q siana z 1 ha.

Zastosowane nawożenie azotowe podniosło znacznie plon, lecz jednocześnie obniżyło stopień wykorzystania azotu torfowiska, podnosząc zarazem stopień wykorzystania potasu z soli potasowej i torfowiska.

Wykorzystanie azotu torfowiska zależy w znacznym stopniu od składu botanicznego runi łąkowej, od dostatecznego zaopatrzenia roślin w potas i fosfor oraz od nasilenia samego procesu rozkładu torfu.

Zastosowane organiczne nawożenie spowodowało szybkie poprawienie składu runi łąkowej i przyczyniło się do maksymalnego wykorzystania wody, nagromadzonego w torfie fosforu, a częściowo nawet i potasu.

Nawożenie wapniowe nie wpłynęło na zmniejszenie się kwasowości torfu, natomiast wywarło znaczny wpływ na wykorzystanie fosforu torfowiska i podniesienie ogólnego plonu siana i azotu w trzecim i czwartym roku prowadzenia doświadczenia.

\*

\*

\*

## LITERATURA

1. Falkowski M.: Roczn. Nauk Roln., t. 74-F-4, 1961, s. 764.
2. Frederick L. R.: Soil Science Society of America Proceedings, t. 20—4, 1956, s. 496.
3. Gołub T. F.: Trudy konf. po melioracji oswojeniju bołotnych i zabołoczennych poczw. Wyd. Akad. Nauk BSSR, 1956, s. 345.
4. Górski M.: Roczn. Nauk Roln. i Leśn., t. 22, 1929, s. 27.
5. Keila A., Kogliarvi J., Kivinen E.: Maatalonsticteellinen Aikakauskirja, t. 25—8, 1953, s. 37.
6. Kałaczkow A.: Dokł. Wsies. Akad. Sielchoz. Nauk, nr 2, 1949, s. 29.
7. Kiełpiński J.: Roczn. Nauk Roln. i Leśn., t. 30—2, 1933, s. 284.
8. Kowalewszaja N. O.: Sb. Naucz. Trudy Akad. Nauk BSSR. Inst. Sielchoz., nr 2, 1953, s. 62.
9. Liwski S.: Roczn. Nauk Roln., t. 87-A-3, 1963, s. 437.
10. Maciak F.: Roczn. Nauk Roln., t. 71-A-3, 1955, s. 443.
11. Maksimow A.: Roczn. Nauk Roln. i Leśn., t. 22, 1929, s. 33.
12. Marszewska-Ziemiecka J.: Postępy Nauk Rolniczych, nr 3, 1962, s. 111.
13. Moraczewski R.: Post. Nauk Rolniczych, nr 1, 1958, s. 97.
14. Niewiadomski W.: Roczn. Nauk Roln., t. 52, 1949, s. 74.
15. Pietruszczyński Z.: Roczn. Nauk Roln. i Leśn., t. 9, 1923, s. 235.
16. Rousset H.: Ann. sc. agr., t. 3, ser. 4—2, 1909, s. 81.
17. Sideri D.: Agrobiologia, t. 1, 1950, s. 78.
18. Świętochowski B.: Łąka i Torfowisko, nr 1, 1934, z. 1, s. 8.
19. Świętochowski B.: Zesz. Probl. Postępów Nauk Roln., nr 15, 1959, s. 41.
20. Świętochowski B., Krygiel B.: Rocznik Łąkowy i Torfowy, t. 1, 1936, s. 3.
21. Taipsepp E. J.: Poczwowiedienije, nr 3, 1958, s. 114.
22. Wagner R. E.: Agron. J., t. 46, 1954, s. 233.
23. Zawarzin G. A.: Mikrobiologia, t. 27, 1958, s. 542.
24. Zimny H.: Ekologia Polska, Seria A, t. 13, 1964, nr 1.
25. Zimny H.: Wpływ nawożenia mineralnego i obornika na układ mikroflory w glebie torfowej pod łąką trwałą. S.G.G.W., Maszynopis — 1964.