

ZAGADNIENIE DEGRADACJI TORFOWISK NA TLE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH ORAZ ŻYZNOŚCI TORFU

HENRYK OKRUSZKO

I. WSTĘP

W torfowisku nieodwodnionym zachodzi proces bagienny, którego cechą charakterystyczną jest gromadzenie się storfiałej masy organicznej. Torfienie resztek roślinnych ma miejsce przy niewielkim dostępie powietrza warunkowanym stałym, dużym uwilgotnieniem. Odwodnienie torfowiska powodując obniżenie poziomu wody gruntowej, zmienia warunki powietrzno-wodne w wierzchniej warstwie złoża torfowego. Przerwany zostaje proces bagienny, a zamiast gromadzenia się substancji organicznej następuje jej rozchodowanie, to jest intensywna mineralizacja. Miejsce torfienia zajmuje murszenie czyli rozkład masy organicznej przy dużym uwilgotnieniu oraz warunkach aerobowo-anaerobowych. W wyniku tych zmian przekształca się gleba torfowa nabierając nowych cech morfologicznych oraz odmiennych właściwości. Stwierdzenie występowania zmian w torfowisku, zapoczątkowanych odwodnieniem znajdujemy w literaturze naukowej wielu krajów (4, 7, 13, 15, 18, 21, 22, 31, 46, 58, 60, 68).

U nas zagadnienie powyższe, jak to wynika z podsumowania, które dała konferencja Komisji Biologii w Gospodarce Wodnej KNR-PAN w grudniu 1955 r. (42, 49), poruszane było również przez wielu autorów.

Analizując materiały i wypowiedzi zawarte w publikacjach na ten temat, stwierdza się pewną rozbieżność zdań co do przebiegu oraz wyników omawianego procesu. Wypowiedzi częściej co prawda dotyczą rolniczej wartości tych gleb niż samego procesu, mówią jednak o nim pośrednio. Wyróżnić można trzy zasadnicze opinie w sprawie charakteru przemian zachodzących w osuszonej glebie torfowej.

Pierwsza z nich, szeroko rozpowszechniona u nas, mniej natomiast reprezentowana w literaturze zagranicznej, mówi o tak zwanej degradacji torfowisk. Pojęcie to jest dość szeroko rozumiane, tak że mieści się w nim wiele zjawisk bezspornie stwierdzonych jak: a) stopniowe ubożenie szaty roślinnej torfowisk nie nawożonych aż do całkowitego

jej zanędnienia, (34, 35, 49), b) spadek plonowania łąk na torfach zachodzący równoległe do czasu ich użytkowania (50, 79), c) rozluźnianie się gleb torfowych doprowadzające do powstawania na powierzchni torfowisk warstwy o rozdrobnionej, proszkowatej strukturze (tzw. rozpylanie się torfowisk). Ponadto mówi się o degradacji masy organicznej torfu polegającej na zachodzeniu w niej zmian natury fizyko-chemicznej, doprowadzających do pogorszenia się właściwości glebowych (26, 27, 34), z tym, że są to raczej stwierdzenia hipotetyczne.

Przeciwna do wyżej przytoczonej jest opinia o tak zwanym stałym wzroście urodzajności gleb torfowych, postępującym w miarę ich rolniczego użytkowania. Pogląd ten charakterystyczny dla literatury radzieckiej, najpełniej reprezentowany jest przez naukowców białoruskich, którzy w ZSRR odgrywają pierwszo-planową rolę w zakresie teorii użytkowania torfowisk. W szeregu publikacji (13, 15, 28, 31, 32) wykazuje się na podstawie doświadczeń polowych stały wzrost plonów z gleb torfowych. Prawie nie wspomina się (37) o występowaniu tych zjawisk, które spotykane u nas stały się przyczyną ugruntowania opinii o degradacji torfowisk.

Trzeci wariant opinii, reprezentowany częściowo u nas, głównie jednak w literaturze niemieckiej (22, 77) i angielskiej (76) mówi o dużej labilności gleb torfowych w zakresie zdolności do wydawania plonów. Urodzajność tych gleb jest wypadkową szerokiego układu łatwo zmiennych czynników, tak że rolnicze efekty są różnorodne, uzależnione od szeregu przypadków.

Nasuwa się pytanie: skąd wynikają tak duże różnice w poglądzie na rolniczą wartość torfowisk? Gdzie leży przyczyna tego faktu, że często mamy do czynienia z kompletnym, martwym nieużytkiem, jakim bywają odwodnione torfowiska, podczas, gdy jednocześnie stwierdzono wielokrotnie, że gleby te mogą wydawać i wydają zadziwiająco wysokie plony?

Należy więc przeprowadzić rozeznanie, czy proces zachodzący w torfowisku po jego odwodnieniu jest tylko jeden, a skutki jakie są nam znane w postaci krańcowo różnej wartości rolniczej terenów torfowych — to różne jego strony, czy też zależnie od warunków, w glebach torfowych o obniżonym poziomie wody gruntowej zachodzą różne, odmienne procesy? Jednocześnie musimy zastanowić się w jakim stopniu procesy te zachodzą żywiołowo, bez względu na taką czy inną ingerencję człowieka, a w jakim są one do opanowania i pokierowania?

W tak szerokim ujęciu zagadnienie to postawione zostało przez Komisję Biologii w Gospodarce Wodnej KNR-PAN. Referat niniejszy, podobnie jak inne przygotowane na tegoroczną konferencję, przedstawia

określony wycinek tego zagadnienia, mianowicie: omówienie zagadnienia degradacji torfowisk na tle danych charakteryzujących gleby torfowe co do właściwości fizycznych oraz składu chemicznego rozpatrywanego głównie z punktu widzenia zasobności w składniki odżywcze. Dane te zostały zebrane z literatury, z konsultacji przeprowadzonych w ZSRR i NRD na ten temat przez autora referatu, oraz z badań jakie zostały wykonane w oparciu o Katedrę Torfoznawstwa SGGW oraz Zakład Wykorzystania Torfowisk IMUZ w bieżącym roku. Badania, którym patronował prof. A. Maksimow, dostarczyły liczbowego materiału charakteryzującego gleby torfowe o różnej często odmiennej wartości rolniczej. Porównywano osiem profilów glebowych z różnych stron kraju. W każdym profilu brano do badań próby z pięciu zasadniczych, wyróżniających się morfologicznie poziomów (42). Krótka charakterystyka profilów wziętych do badań przedstawia się następująco:

Punkty Frydrychowo I i Antoniewo III znajdują się na tzw. łąkach Łabiszyńskich w dolinie Górnej Noteci (27, 63). Są to tereny torfowe zmeliorowane i użytkowane łąkarsko, przy stosowaniu nawodnień zalutowych od przeszło 150 lat. Stan ich jest różnorodny. Na dużych obszarach spotyka się łąki zdegradowane, prawie zupełne nieużytki, często bez darni, o rozdrobnionym, bogatym w związki żelaza torfie (Frydrychowo I). Są również stare łąki dość dobrze plonujące, od kilku lat, co prawda coraz intensywniej opanowywane przez trzęślicę, gdzie przy mocnym zadarnieniu i zwięzłej strukturze gleby nie mówi się o degradacji łąki a tylko o jej ubóstwie w składniki pokarmowe (Antoniewo III).

Punkty Błonie — Topola I i II pochodzą z torfowiska w powiecie Łęczyca odwodnionego w latach tysiąc dziewięćset dwudziestych, użytkowanego przemiennie jako pole doświadczalne stacji o tej samej nazwie (33, 43). Badany profil I znajduje się na starym, zachwaszczonym śmiałkiem pastwisku o mocnej darni ale niezbyt dużej wydajności. Profil II pobrano na polu buraczanym, będącym dwa lata w uprawie polowej (po łące), dobrze nawożonym, o wysokiej urodzajności. Gleby torfowe z Błonia — Topoli są o tyle ciekawe, że posiadają niezbadane bliżej właściwości, które powodują całkowite ginięcie roślin w różnych partiach jednakowo uprawianego i nawożonego pola, lub też w wazonach wegetacyjnych napełnionych tą glebą. Zagadnienie to badane jest w Katedrze prof. Maksimowa.

Punkty Kuwasy — Szymany I i II pochodzą ze zdecydowanie różnych, jeśli chodzi o wydajność, łąk z torfowiska Kuwasy koło wsi Szymany (35, 62). Odwodnione w 1937 roku torfowisko zostało w części zagospodarowane i użytkowane łąkarsko, na partii obok — pozosta-

wione całkowicie bez ingerencji człowieka. Warunki wodne oraz budowa złoża torfowego są te same, odmienne jest użytkowanie, a ściślej — brak użytkowania w miejscu na którym zlokalizowano punkt I. Jest to łąka typu kostrzewy czerwonej, o zniekształtej darni, dająca w latach wilgotnych (jak np. 1956) 3—5 q siana z ha, w lata suche — nieużytek. Łąka ta określana jest jako zdegradowana. Punkt II — to łąka pielęgnowana, okresowo nawożona i wałowana o wydajności średnio 50 q dobrego siana (62).

Punkty Modzelówka i Kuligi pochodzą, podobnie jak Kuwasy, z rejonu torfowisk górnej Biebrzy. Różnią się między sobą w pierwszym rzędzie tym, że są to torfowiska o krańcowo odmiennym charakterze. Torfowisko Modzelówka od kilkudziesięciu lat odwodnione i niezagospodarowane, zamieniło się na przestrzeni kilkuset ha w kompletny nieużytek (35). Roślinność jest bardzo nędzna, z dużym udziałem drobnych mchów i porostów, skąpo okrywa glebę, wiele miejsc pozostaje bez darni. Rzeczą charakterystyczną jest to, że nawet przy wysokim poziomie wody gruntowej (0,5) i dużej ilości opadów, jak to miało miejsce w 1956 roku, teren ten nie zmienił charakteru roślinności i nie stracił wyglądu tzw. „przesuszonego“.

Torfowisko Kuligi zalega nad rzeką Jegrznią koło wsi Kuligi (35). Jest to turzycowe torfowisko o poziomie wody gruntowej równym z powierzchnią terenu, często zalewane wodami rzeki, z czynnym procesem torfotwórczym. Dwa powyższe punkty powinny reprezentować, sądząc z wyglądu terenu, właściwości torfów z warunków biegunowo-odmiennych.

W próbkach gleb pobranych z omówionych wyżej punktów oznaczono niektóre właściwości fizyczne, ogólną ilość składników odżywczych oraz ilości ich w formie przyswajalnej. Przy wykonywaniu analiz udział brali: mgr. Józef Gastoł i mgr. Olgierd Nowosielski z SGGW oraz mgr. Józef Duch i mgr. Stanisław Mazij z IMUZ-u. Uzyskane dane powinny posłużyć jako punkt wyjścia do przedyskutowania zagadnienia nie tylko od strony merytorycznej lecz również metodycznej.

Sprawa metodyki w zakresie badania gleb torfowych jest trudna, a jednocześnie aktualna. Odczuwa się wielką potrzebę prac metodycznych, które zajęłyby się opracowaniem oryginalnych metod badania tych gleb względnie adaptacją metod stosowanych przy badaniu gleb mineralnych. Jednym z punktów programu pracy Komisji Biologii na rok bieżący było przygotowanie dyskusji na ten temat, co może mieć miejsce na niniejszej konferencji. Zagadnienia metodyczne związane z referowanymi pracami poruszone zostaną w trakcie omawiania poszczególnych rodzajów badań.

II. CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH GLEB Z BADANYCH PROFILÓW TORFOWYCH

Większość, bo siedem na osiem badanych, to profile z torfowisk odwodnionych a tym samym już odpowiednio przeobrażonych. Sprawą zmian właściwości wierzchnich warstw torfowiska, następujących w wyniku odwodnienia, zajmowaliśmy się obszerniej w referacie przygotowanym na zeszłoroczną konferencję (42). Na podstawie danych z literatury oraz wykonanych badań można było stwierdzić, że odwodnienie torfowiska powoduje określone zmiany, układające się w pewną prawidłowość.

Tak więc następuje znaczne zagęszczenie się masy glebowej co wyraża się zwiększeniem jej ciężaru objętościowego. W wyniku tego zmienia się stosunek w układzie faz: stała — płynna — gazowa — na niekorzyść dwóch ostatnich. Widoczne to jest w spadku porowatości masy glebowej, jak również w obniżeniu się pojemności wodnej gleby. Obok zagęszczania się masy torfowej ma miejsce jej rozdrabnianie się z przybieraniem specyficznej tzw. kaszkowatej struktury. Procesowi temu, zachodzącemu w ścisłym powiązaniu z kurczeniem się i pęcznieniem torfu towarzyszy pękanie złoża, w następstwie czego tworzą się różnej głębokości szczeliny. Zjawisko to wpływa na przepuszczalność, między innymi i w ten sposób, że dotychczasowa metodyka oznaczania tej właściwości torfu nie nadaje się do badania gleb torfowych tak przeobrażonych.

Badania wykonane w roku 1956 zmierzały do porównania właściwości fizycznych gleb torfowych zbliżonych do siebie co do genezy i morfologii, a różniących się wydajnością rolniczą.

Uzyskane wyniki podaje tabela Nr 1. Dane w niej zawarte zgodne są z prawidłowościami stwierdzonymi w profilach uprzednio. Porównując zaś właściwości gleb z profilów zdegradowanych i niezdegradowanych trudno jest mówić o istotnej między nimi różnicy. Zmiany są podobne we wszystkich profilach. Popielność wzrasta ku powierzchni gleby. Ciężar objętościowy suchej masy torfu zmienia się bardzo wyraźnie i jest przeciętnie dwukrotnie większy w warstwach wierzchnich, zmurszałych, aniżeli w głębiej leżących. To jego zwiększanie się w trakcie murszenia następuje wskutek niszczenia włóknistej struktury torfu a także jako rezultat przybywania, w miarę posuwającej się mineralizacji, ilości popiołu.

Związek pomiędzy popielnością a ciężarem objętościowym torfu jest na tyle istotny, że jak to wykazał Lemm (30), daje się ująć w ścisłą zależność, pozwalającą określać zawartość popiołu w torfie na podstawie oznaczonego ciężaru objętościowego.

Tabela 1

Właściwości fizyczne gleb torfowych

L. p.	Profil	Poziom	Głębokość pobrania próbki w cm	Popielność w % abs. s. masy	Substancja organiczna w % abs. s. masy	Ilość masy organicznej w 1 cm ³ torfu	Ciężar objętościowy suchej masy w g/cm ³	Wilgotność w złożu		Pełna pojemność wodna	
								w % objętości	w % abs. suchej masy	w % objętości	w % abs. suchej masy
1	Frydrycho- wo I torfo- wisko silnie zdegradowane	M ₁ 0—6 cm	1—6	32,8	67,2	0,155	0,230	49,49	216	79,07	344
		M ₂ 6—11	6—11	29,8	70,2	0,154	0,220	52,26	242	82,63	375
		M ₃ 11—28	15—30	16,2	83,8	0,181	0,216	84,35	392	85,18	394
		T ₁ 28—60	50—55	9,3	90,7	0,105	0,116	87,45	733	89,89	775
		T ₂ 60—100	95—100	11,1	88,9	0,108	0,122	88,10	722	91,14	797
2	Antoniewo III łąka torfowa dobrze zadar- niona	M ₁ 0—15	5—10	27,3	72,7	0,201	0,276	71,34	258	81,00	293
		M ₂ 15—20	15—20	23,0	77,0	0,209	0,271	72,99	269	82,17	303
		M ₃ 20—32	25—30	19,2	80,8	0,195	0,241	83,04	346	83,76	347
		T ₁ 32—60	50—55	24,5	75,5	0,137	0,181	86,56	477	86,83	479
		T ₂ 60—100	90—95	73,8	26,2	0,128	0,490	76,77	156	76,86	157
3	Błonie—To- pola I stare pastwisko	M ₁ 0—12	5—10	25,2	74,8	0,263	0,351	60,54	172	76,97	220
		M ₂ 12—22	15—20	16,8	83,2	0,219	0,263	52,46	199	79,85	304
		M ₃ 22—35	23—28	21,5	78,5	0,187	0,238	61,91	260	82,81	348
		T ₁ 35—60	40—45	13,6	86,4	0,133	0,154	79,70	518	87,58	569
		T ₂ 60—100	75—80	15,8	84,2	0,141	0,167	83,55	502	88,08	530
4	Błonie—Topola II pole upra- wne	M ₁ 0—10	3—8	41,2	58,8	0,257	0,437	67,68	154	73,57	168
		M ₂ 10—20	12—17	41,1	58,9	0,219	0,372	62,42	167	75,00	202
		M ₃ 20—30	20—25	22,9	77,1	0,224	0,291	69,92	241	79,02	273
		T ₁ 30—60	35—40	13,6	86,4	0,143	0,161	77,42	466	87,04	524
		T ₂ 60—100	70—75	11,4	88,6	0,117	0,132	83,30	630	89,28	676
5	Kuwasy— Szymany I torfowisko zdegradowane — nieużytek	M ₁ 0—8	5—10	25,6	74,4	0,199	0,267	74,02	277	86,33	325
		M ₂ 8—20	15—20	14,4	85,6	0,154	0,180	80,09	446	88,27	490
		M ₃ 20—35	25—30	12,0	88,0	0,129	0,147	82,47	560	89,97	605
		T ₁ 35—60	45—50	12,2	87,8	0,154	0,175	85,17	486	88,45	504
		T ₂ 60—100	90—95	12,6	87,4	0,171	0,196	88,72	452	89,01	456
6	Kuwasy— Szymany II łąka uprawna	M ₁ 0—12	5—10	25,2	74,8	0,123	0,164	68,00	256	83,82	319
		M ₂ 12—22	15—20	19,6	80,4	0,169	0,210	75,33	359	87,34	417
		M ₃ 22—32	25—30	12,4	87,6	0,153	0,175	82,60	467	88,92	509
		T ₁ 32—60	40—45	12,9	87,2	0,155	0,178	85,54	480	90,12	511
		T ₂ 60—100	90—95	12,2	87,8	0,138	0,157	90,49	576	90,94	582
7	Modzelówka -Sojczyn tor- fowisko silnie zdegradowane — nieużytek	M ₁ 0—10	5—10	16,4	83,6	0,191	0,228	56,48	247	83,43	355
		M ₂ 10—25	18—23	12,7	87,3	0,200	0,229	76,64	334	84,64	370
		M ₃ 25—40	35—40	9,5	90,5	0,158	0,174	84,32	485	89,24	512
		T ₁ 40—60	55—60	8,1	91,9	0,125	0,136	88,53	645	90,89	662
		T ₂ 60—100	95—100	5,7	94,3	0,098	0,104	91,59	880	92,76	892
8	Kuligi — tor- fowisko tu- rzyćcowe nie- odwodnione	0—10	5—10	15,4	85,6	0,124	0,145	74,30	509	85,81	589
		10—20	15—20	15,0	85,0	0,135	0,159	77,90	488	86,61	543
		20—30	25—30	13,6	86,4	0,159	0,184	85,20	463	87,59	476
		30—60	35—40	15,0	85,0	0,134	0,158	84,10	532	88,55	560

Wilgotność torfu w złożu jest wielkością zmienną i trudno przy jej pomocy porównywać profile glebowe. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że gleby z terenów zdegradowanych mają mniej wody w wierzchnich warstwach (M_1 — M_2) aniżeli gleby z terenów niezdegradowanych. Może to być jednak wynikiem różnic w poziomie wody gruntowej lub na skutek różnej ilości opadów w czasie poprzedzającym pobranie prób. W profilach z Błonia—Topoli starano się wyżej wymienione czynniki eliminować, pobierając próbki w tym samym czasie z miejsc nie daleko od siebie położonych, o jednakowym poziomie wody gruntowej. Chodziło tu o liczbowe przedstawienie zjawiska, które wzrokowo łatwe jest do uchwycenia. Mianowicie gleby torfowe w intensywnej uprawie polowej, nawet głęboko odwodnione, mają wygląd wilgotnych; masa torfowa jest plastyczna, mażąca się. Gleby zaś nieuprawiane, zadarnione, leżące często tuż obok, są z wyglądu suchsze, o żelatynowatej konsystencji masy torfowej, która nie maże się i nie brudzi rąk. Łupinowicz (31, 32) utrzymuje, że gleby torfowe odpowiednio uprawiane nabierają zdolności gospodarowania wodą w ten sposób, jak to obserwuje się na czarnoziemach. Ma to się wiązać z charakterem substancji humusowych w glebie, które są z kolei uzależnione od intensywności procesów humifikacji. Najlepsze stosunki wodne mają te gleby, w których ustala się pewna równowaga pomiędzy dopływem nowych związków humusowych, powstających z rozkładu świeżej substancji organicznej np. korzeni roślin, a ubytkiem humusu w wyniku jego mineralizacji. Humus gleb torfowych pozbawionych stałego dopływu nowo powstałych związków starzeje się a tym samym pogarszają się jego właściwości wodne.

Na torfowisku Błonie—Topola wspomniane różnice w wyglądzie masy glebowej wystąpiły wyraźnie. Oznaczenie wilgotności wykazało, że gleba z pola buraczanego, dobrze nawożonego, jest wilgotniejsza. Wskazują na to wyniki podane w procentach objętości zajmowanej przez wodę. Natomiast wilgotność wyrażona w procentach ab. suchej masy — z racji różnych ilości tej masy w badanych profilach — zjawiska tego nie wykazuje. Takie jednorazowe, statyczne oznaczenie nie może być podstawą do wnioskowania, zwraca natomiast uwagę na celowość przebadania zjawiska w ujęciu dynamicznym.

Omawiając to zagadnienie chcemy zwrócić uwagę na fakt, że większa wilgotność gleb torfowych uprawianych aniżeli nie uprawianych może być w niektórych wypadkach wynikiem różnic w podsiąkaniu wody kapilarnej. Profile silnie zmurszałe posiadają ostro wyrażony poziom M_2 o luźnej kaszkowatej strukturze. Poziom ten może przerywać podsiąkanie wody a tym samym wpływać ujemnie na uwilgotnienie wierzchnich warstw gleby.

W czasie badania torfowisk zaobserwowaliśmy, że brak wyraźnie wykształconej kaszkowatej warstwy M_2 w profilu związany jest zwykle z intensywniejszym uwilgotnieniem masy torfowej na powierzchni gleby. Poziom M_2 terenów, na których tzw. przesuszenie czyli kserofilny charakter roślinności, nie jest wyraźnie widoczne, charakteryzuje się zwięzłą budową zbliżoną do struktury ziemi ogrodowej, przy czym gruzelki są miękkie, mażące się. Natomiast przy daleko posuniętej degradacji torfowiska poziom ten składa się ze stosunkowo mocnych ziaren, często kanciastych, luźno ułożonych. Polowa uprawa torfowisk eliminuje poziom M_2 z profilu. Warstwa uprawiana o jednolitej, zbitej strukturze zalega zwykle bezpośrednio na niezmurszałym torfie. Czasem, na głębiej odwodnionych torfowiskach, podścielona jest ona warstwą M_3 .

Być może, że zjawiska te — rozluźnianie się warstwy M_2 powodującej przerwanie podsiąku oraz starzenie się humusu — uzupełniają się.

Jeśli chodzi o pojemność wodną gleb torfowych z miejsc zdegradowanych i niezdegradowanych, to nie widzimy w uzyskanych wynikach istotnych różnic. Zdaje się, że o zmniejszaniu się pojemności wodnej wierzchnich warstw gleby torfowej nie można mówić jako o zjawisku świadczącym o ich degradacji.

Zależność ta występuje podobnie zaznaczona zarówno na glebach nieużytkach jak też na glebach dobrze plonujących. Spadek pojemności wodnej można wytłumaczyć prosto zwiększaniem się ilości fazy stałej gleby w jednostce objętości (zagęszczaniem torfu) a tym samym zmniejszeniem się przestrzeni wolnych mogących zatrzymywać wodę. Nie ma podstaw aby mówić tu o spadku pojemności wodnej torfu w wyniku fizykochemicznych zmian w koloidach, zmian spowodowanych przesuszeniem wierzchnich warstw gleby. Już samo zagęszczenie fazy stałej jest wystarczającą przyczyną spadku pojemności wodnej. Np. warstwy torfowe (T_1 — T_2) silniej rozłożone lub zamulone, o większym ciężarze objętościowym, z reguły wykazują mniejszą pojemność wodną, pomimo iż nie były narażone na przesuszenie.

Dotychczas rozpatrywaliśmy właściwości wodne gleb torfowych z punktu widzenia ogólnej ilości w nich wody. W literaturze podkreśla się zwykle fakt, że istotną rolę we właściwościach wodnych gleb odgrywają różnice w formach powiązania wody. W tym zakresie, jeśli chodzi o gleby torfowe, na uwagę zasługują prace Dumańskiego (11, 12), w których omówione są zarówno zagadnienia merytoryczne jak też i metodyczne.

Aby scharakteryzować torf od strony form wody określa się najczęściej jego higroskopową pojemność wodną. Stosuje się przy tym zwykle metodę Mitscherlicha (70, 78), lub też Nikołajewa (78). Obie metody mówią o nasycaniu parą wodną próbek powietrznie suchych.

Tymczasem torf po wyschnięciu do stanu powietrznie suchego nabiera zupełnie innych właściwości. Nie pęcznieje, inaczej chłonie wodę itp. Dragunów (18) przypuszcza, że w trakcie suszenia, hydroksylowe i karboksylowe grupy o hydrofilowych właściwościach, łączą się ze sobą, tworząc wiązania, których nie są w stanie rozerwać molekuly wody; potrzebne jest do tego działanie zasad. Stąd wniosek, że nie można badać właściwości wodnych gleb torfowych na próbkach wysuszonych. Dlatego też bardziej właściwe wydaje się oznaczanie pojemności higroskopowej torfu drogą suszenia próbek w atmosferze pary wodnej, a nie przez nasycanie torfu wysuszonego. Niestety suszenie trwa bardzo długo, całymi miesiącami i w niniejszym referacie nie możemy podać danych uzyskanych tą metodą. Podajemy natomiast liczby z badań poprzednich, przy zastosowaniu metody w niezmodyfikowanej formie (tabela 2).

Z innych sposobów charakteryzowania form wody w glebie stosuje się oznaczanie wilgotności wędnięcia. Wykonaliśmy to metodą Dołgowa, opracowaną dla gleb mineralnych.

Z braku czasu nie można było przeprowadzić szczegółowych badań metodycznych, dlatego też uzyskane liczby noszą charakter tylko orientacyjny.

Tabela 2

Higroskopowa pojemność wodna oraz wilgotność wędnięcia gleb torfowych z torfowisk o różnym stopniu degradacji

Lp.	Profil	Poziom	Higroskopowa pojemność wodna w % abs. m.	Wilgotność wędnięcia		Różnica pomiędzy peł. poj. wod. a wilgotn. wędn. (w gwody)
				w %% abs. s. m.	w %% objętości	
1	Kuwasy-Szymany II torfowisko bez oznak degradacji	M ₁	40,5	125	32,8	51,0
		M ₂	40,0	182	38,1	49,2
		M ₃	40,7	152	26,9	62,0
		M ₁	41,4	228	40,6	49,5
		M ₂	39,7	190	29,8	61,1
2	Kuwasy-Szymany I torfowisko zdegradowane	M ₁	38,8	126	33,7	52,6
		M ₂	40,1	136	24,4	63,9
		M ₃	41,5	137	20,2	59,8
		M ₁	39,9	224	39,2	49,3
		T ₂	41,4	224	43,4	45,6
3	Modzelówka-Sojczyn torfowisko silnie zdegradowane	T ₁	40,0	168	38,4	45,0
		T ₂	39,9	165	37,8	46,8
		T ₃	42,0	233	40,5	48,7
		T ₁	41,6	237	32,6	58,3
		T ₂	41,0	264	27,5	65,3

Z podanego zestawienia wynika, że higroskopowa pojemność wodna jest podobna dla torfów z różnych poziomów (o różnym stopniu zmurzenia) jak też z różnych profilów (o różnym stopniu zdegradowania) i wynosi około 40% ab. s. masy. Być może, że to wyrównanie zdolności gleby do pochłaniania wilgoci z pary wodnej jest następstwem wysuszenia próbek. Sprawę wyjaśnić może oznaczenie tej właściwości w sposób zmodyfikowany, zapobiegający przeschnięciu próbki (o czym mówiliśmy uprzednio).

Wilgotność wędnięcia układu się charakterystycznie, wzrasta w głąb profilu. W warstwach wierzchnich murszowych obserwujemy zależność zgodną z podawaną w literaturze (53) to jest taką, że wilgotność wędnięcia równa jest 3—4-krotnej wielkości higroskopowej pojemności wodnej. W warstwach głębszych — torfowych stosunek ten znacznie się rozszerza i wynosi jak 1 : 5—6.

Z oznaczeń wynika, że 1 g torfu niezmurszałego wiąże więcej wody roślinom niedostępnej aniżeli 1 g murszu w wierzchnich warstwach, gleby.

Ponieważ jednak stosunek ogólnej ilości wody do ogólnej ilości fazy stałej w poszczególnych poziomach jest różny, to pomimo silniejszego wiązania, ilość wody dostępnej roślinom w torfie jest większa niż w murszu — na co wskazują zmiany w wilgotności wyrażone w procentach objętościowych czyli w gramach wody w próbce.

Chcemy przy tym jeszcze raz podkreślić, że dane, które omawiamy noszą orientacyjny charakter i mogą posłużyć do wskazania kierunku badań, a nie do wyciągania wniosków.

Zmiany w strukturze w wyglądzie gleb torfowych, zachodzące w wyniku uprawy względnie tylko odwodnienia są wyraźnie widoczne. Na podstawie oznaczania właściwości fizycznych wg dotychczas stosowanych metod są one trudne do wyrażenia, szczególnie jeśli chodzi o strukturę gleby. Dlatego też wielu autorów, badając te zagadnienia starało się przedstawić liczbowo zmiany w rozdrobnieniu masy torfowej. U nas zajmowali się tym Świętochowski (65), Ostromecki (44), Niewiadomski (38) stosując odpowiednie aparaty umożliwiające określenie składu mechanicznego gleby torfowej. W ostatnich latach pracę na ten temat opublikowali Łupinowicz i Gołub (31) oraz Toczickaja (71). Określali oni skład mechaniczny różnie uprawianych gleb torfowych, biorąc próbki z warstwy ornej. Analizy te wykonywano wg sposobu Sawwinowa, to jest przez rozsiewanie gleby na sitach w wodzie. Według tej samej zasady został skonstruowany aparat Bakszejewa, służący do oznaczania struktury gruzełkowatej gleb uprawnych. Na aparacie tym oznaczaliśmy skład mechaniczny badanych gleb stosując pewne modyfikacje w postępowaniu. Nie pobieraliśmy średniej próby z gleby

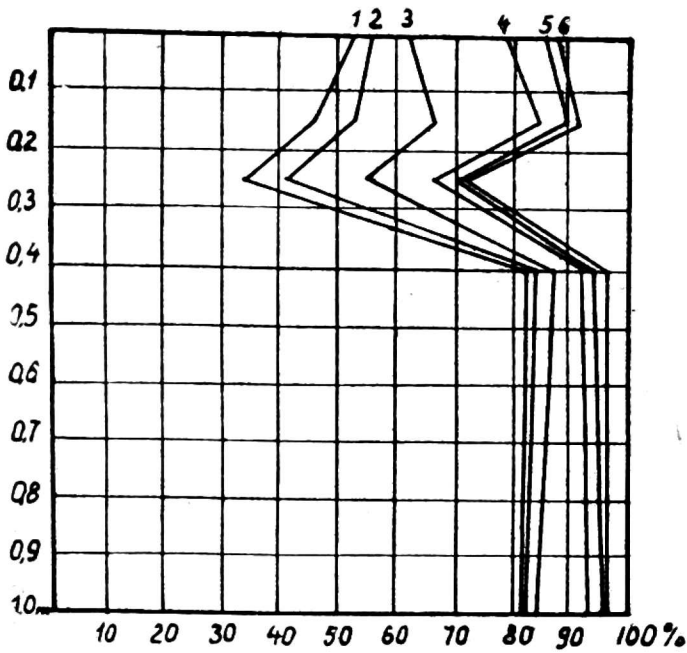
Tabela 3

Skład mechaniczny gleb torfowych oznaczony na aparacie Bakszejewa
(w %% ab. s. masy)

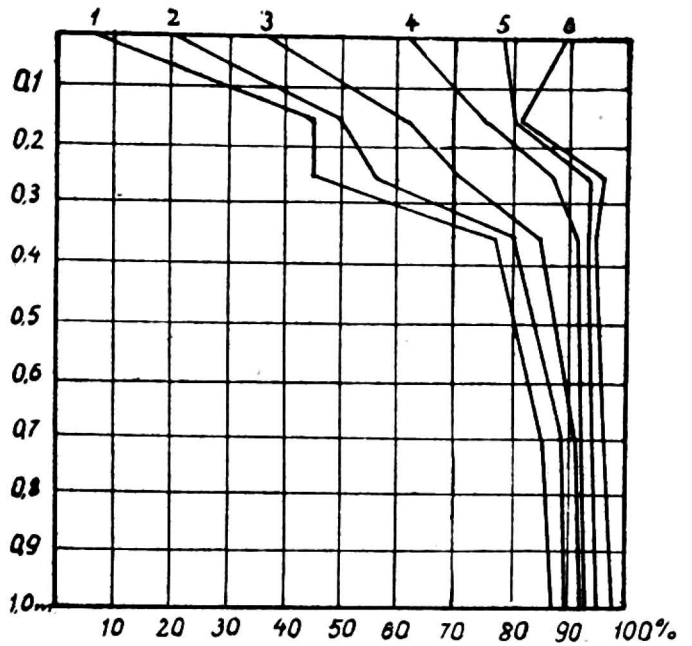
Lp.	P r o f i l	Poziom	Frakcje o wymiarach w mm						
			> 7	7—5	5—3	3—1	1—0,5	0,5—0,25	< 0,25
1	Frydrychowo I torfowisko zdegra- dowane — nieużytek	M ₁	10	15	16	36	10	5	8
		M ₂	11	16	30	30	8	2	3
		M ₃	45	5	12	15	9	6	8
		T ₁	86	1	3	5	2	1	2
		T ₂	87	2	2	4	2	1	2
2	Antoniewo III — łąka dobrze za- darniona — nie- nawożona	M ₁	26	3	9	32	11	4	15
		M ₂	28	5	17	32	10	2	6
		M ₃	57	6	10	14	5	2	6
		T ₁	70	3	5	10	5	2	5
		T ₂	79	2	2	3	4	2	8
3	Błonie — Topola I stare pastwisko	M ₁	51	4	8	17	8	2	10
		M ₂	46	7	14	18	5	2	8
		M ₃	33	8	13	12	4	1	29
		T ₁	83	2	3	4	2	2	4
		T ₂	83	1	2	7	3	1	3
4	Błonie — Topola II Pole uprawne	M ₁	19	12	14	22	12	8	13
		M ₂	45	5	11	14	5	1	19
		M ₃	45	11	15	16	8	2	3
		T ₁	77	3	5	6	3	1	5
		T ₂	89	2	1	3	2	1	2
5	Kuwasy-Szymany I torfowisko — zdegradowane nieużytek	M ₁	20	6	14	37	15	2	6
		M ₂	35	8	14	21	7	7	8
		M ₃	65	4	5	16	4	3	3
		T ₁	56	8	7	14	5	2	8
		T ₂	46	7	10	13	6	2	16
6	Kuwasy-Szymany II — łąka upraw- na	M ₁	35	4	9	25	5	2	20
		M ₂	41	7	12	16	6	4	14
		M ₃	57	5	10	8	5	2	13
		T ₁	54	4	9	17	7	2	7
		T ₂	38	9	13	23	10	3	4
7	Modzelówka-Soj- czyn torfowisko silnie zdegrado- wane — nieuży- tek	M ₁	26	3	8	38	19	1	5
		M ₂	41	10	17	17	5	1	9
		M ₃	66	5	9	10	4	1	5
		T ₁	71	3	5	12	4	2	3
		T ₂	80	3	4	7	2	2	2
8	Kuligi — torfo- wisko turzycowe nieodwodnione	0—10 cm	53	3	8	20	5	1	10
		10—20 „	31	2	9	8	14	5	31
		20—30 „	30	4	10	24	10	2	20
		30—50 „	53	5	8	16	5	1	12

SKŁAD MECHANICZNY GLEB TORFOWYCH OZNACZONY NA

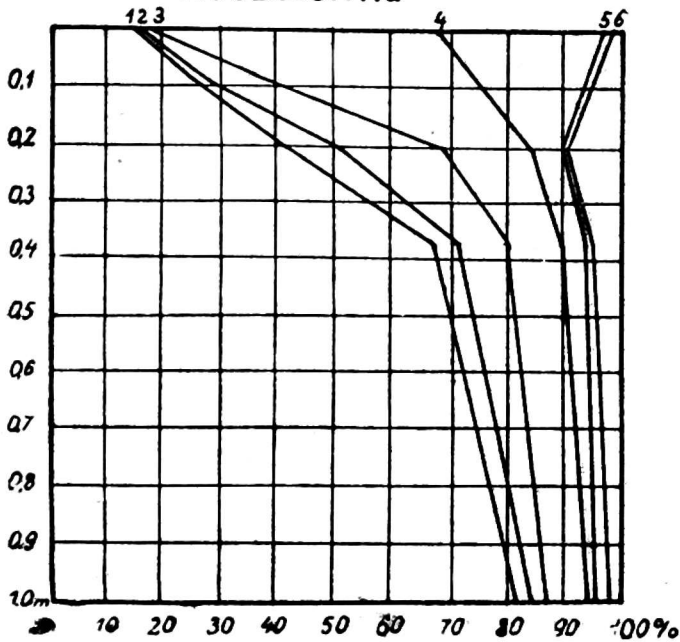
Btonie - Topola I



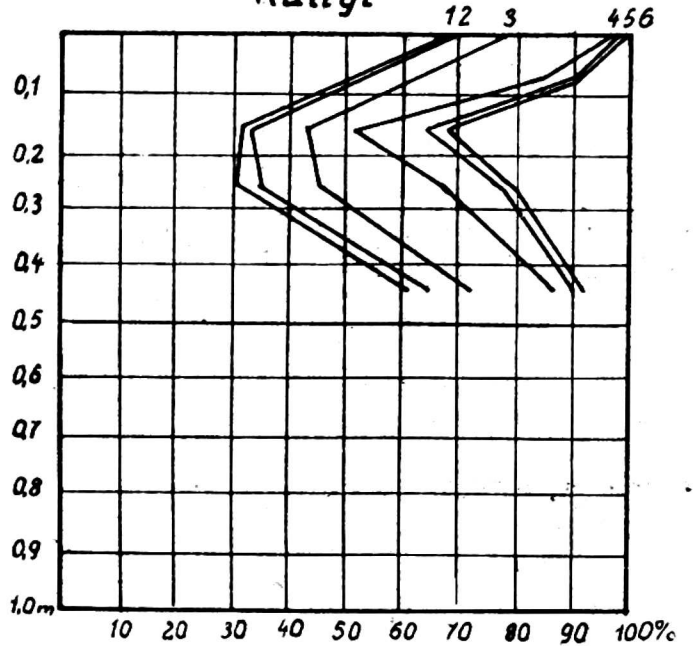
Btonie - Topola II



Modzelówka



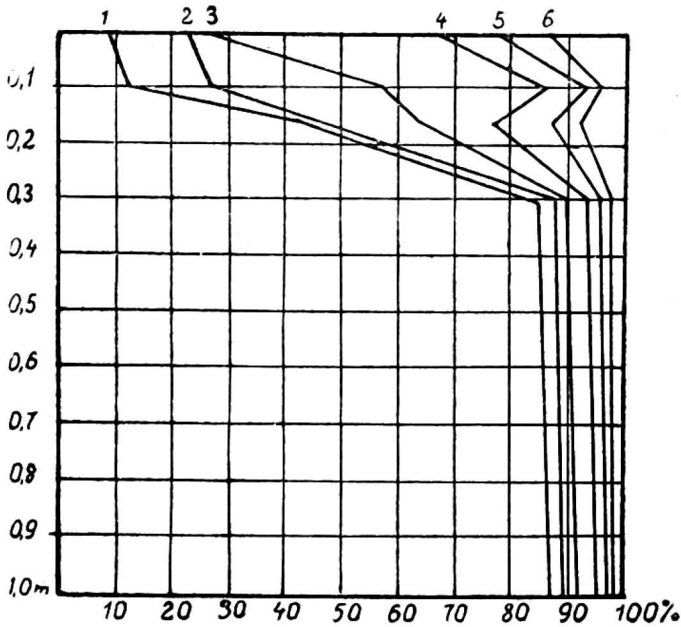
Kuligi



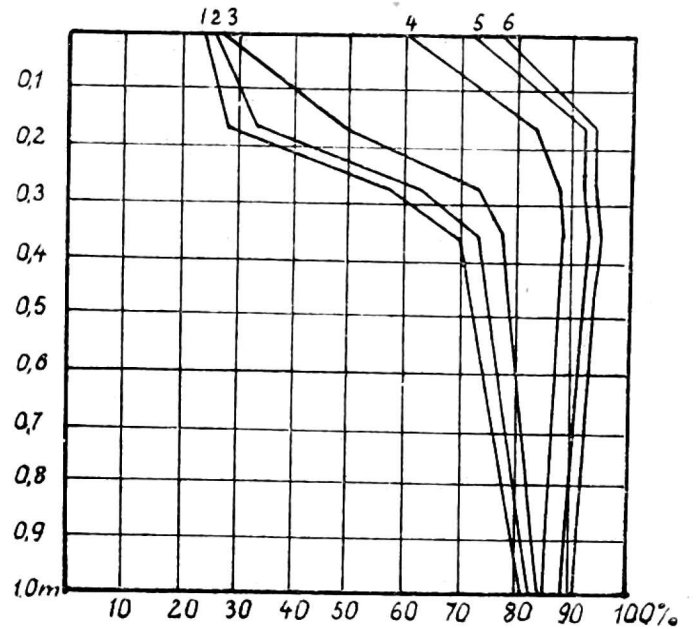
1 — " " " 1 "
 2 — " " " 0,5 "
 3 — " " " 0,25 "

APARACIE BAKSZEJEWA W % ABSOLUTNIE SUCHEJ MASY

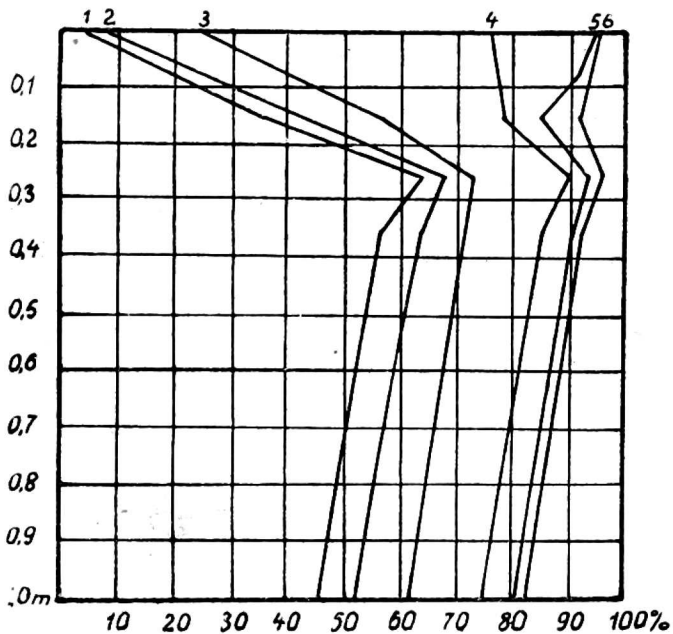
Frydrychowo I



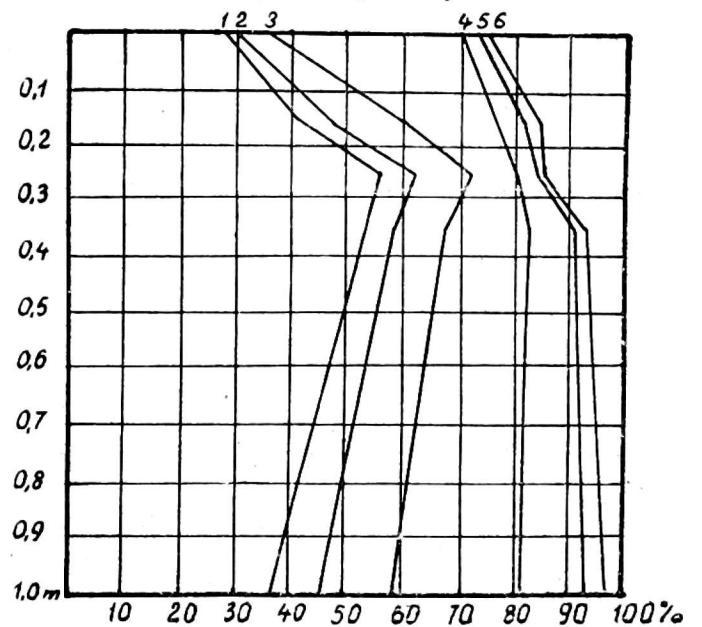
Antoniewo III



Kuwasy-Szymany I



Kuwasy-Szymany II



1 — frakcje większe od 7 mm
 2 — " " " 5 "
 3 — " " " 3 "

uprzednio podsuszanej i rozsianej na sitach, ponieważ w wypadku włóknistego torfu z warstw głębszych było to niemożliwe. Próbkę pobieraliśmy cylinderkiem objętościowym na 100 cm³ i całą jej masę rozsiewaliśmy na sitach w wodzie. Również unikaliśmy podsuszania torfu, które mogłoby powodować zlepianie się masy w agregaty, a przeciwnie badaną próbkę zanurzaliśmy przed analizą na 24 godziny w wodę. Czas rozsiewania gleby na aparacie, ustalony uprzednio eksperymentalnie, przyjęto na 15 minut. Wyniki oznaczeń podaje tabela Nr 3 oraz przedstawiają załączone wykresy.

Wyraźnie widoczna jest różnica w rozdrobnieniu warstw wierzchnich, murszowych, przy małym rozdrobnieniu torfu niemurszałego. Jedynie w wypadku próbek z Szyman widzimy większą zawartość części mniejszych od 7 mm w poziomach T₁ i T₂. Tłumaczy się to tym, że torf w tych profilach jest w dużym procencie drzewny, a tym samym kruchy. Natomiast różnice pomiędzy profilami o różnym zaawansowaniu procesu murszenia są trudniejsze do przeanalizowania. Widzimy tu mniejsze rozdrobnienie murszu z terenów dobrze zadarnionych (Antoniewo III, Błonie—Topola I, Kuwasy—Szymany II) aniżeli z torfowisk zdegradowanych, z nędzną szatą roślinną (Frydrychowo I, Kuwasy—Szymany I, Modzelówka) lub uprawianych polowo Błonie—Topola II. Jeśli chodzi o frakcje, to na uwagę zasługują mniejsze od 1 mm jako zbyt małe, a tym samym ujemnie wpływające na strukturę gleby. Otóż widzimy, że ilość tych frakcji jest we wszystkich profilach bardzo zbliżona, tak że na podstawie wyników powyższego oznaczania nie możemy mówić, które profile są rozpylone a które nie.

Charakterystycznie wyglądają dane obrazujące strukturę profilu z torfowiska nieodwodnionego Kuligi. W torfowiskach tego rodzaju obserwujemy często pod mocną darnią warstwę silnie rozłożonego torfu z tendencją do zgrużlania się. Analiza mechaniczna potwierdza odmienność tej warstwy od innych. Ze względu na trudności w pobraniu próbek (wysoki poziom wody) nie oznaczono składu mechanicznego torfu z głębszych poziomów.

Reasumując przegląd danych charakteryzujących fizyczne właściwości gleb torfowych możemy stwierdzić, że nie ma istotnych różnic w tym zakresie pomiędzy glebami o zdecydowanie odmiennej wydajności rolniczej. Być może, że istnieją różnice ale nie dają się one uchwycić dotychczas stosowanymi metodami badań względnie wyrażają się we właściwościach, których nie badaliśmy. Tak na przykład wiadomo, jak wielką rolę odgrywa odpowiednia zwięzłość gleb torfowych regulowana wałowaniem. Od niej zależy stosunek masy torfowej do wody i powietrza a tym samym jest to punkt wyjścia dla różnych procesów. Dotychczas cechy tej w glebach torfowych nie umiemy określić.

Druga uwaga dotyczy sposobów badania. Zdaje się, że rozwiązanie wielu zagadnień wynikających z właściwości gleb torfowych możliwe jest jedynie na drodze badań ciągłych, ujmujących zjawiska dynamicznie. Przy tym konieczne jest prowadzenie badań kompleksowo z naswietlaniem określonego punktu z wielu stron i pod różnym kątem. Uplastyczni to poznawany obiekt, a tym samym ułatwi zrozumienie.

III. MINERALIZACJA WIERZCHNICH WARSTW TORFOWISKA

Omawiając fizyczne właściwości torfów kilkakrotnie zwróciliśmy uwagę na fakt zwiększania się popiołu w warstwach murszowych. Tak np. z pracy Segeberga (58) wynika, że na torfowiskach wysokich w okolicy Bremy, użytkowanych rolniczo, zawartość popiołu w warstwie powierzchniowej (0—10 cm) jest 3—5 krotnie większa aniżeli w warstwie leżącej o 0,5 m głębiej. Łupinowicz i Gołub (3) wykazują, że popielność torfu zwiększa się równoległe do rolniczego użytkowania torfowiska. Na polach Mińskiej Stacji Torfowej zawartość popiołu od roku 1915 do 1948 wzrasta o 4,5%, w sowchozie Wiedricz od 1931 do 1949 — o 1,61%. Podobne badania prowadzili: Liebidewicz (29), Piczugin (47), Dokunin (7), Pieczkurow (46) w różnych punktach Białorusi i wszędzie stwierdzili zwiększanie się popielności w torfowiskach odwodnionych.

Pieczkurow starał się ująć liczbowo to zjawisko i na podstawie odpowiednich przeliczeń doszedł do wniosku, że średni wzrost ilości popiołu w ciągu roku wynosi 0,127%. Według obliczeń Liebidewicza wzrost ten równy jest 0,3% rocznie, a wg Łupinowicza — 0,09%. Średnia z liczb podanych przez trzech powyższych autorów wynosi 0,14%. Według Pieczkurowa, na torfowiskach uprawianych połowa przybywającej ilości popiołu pochodzi z mineralizacji masy torfowej a połowa z nawozów mineralnych. Autor ten wspomina również o nieznacznym zwiększaniu się popielności w wyniku osadzania się w torfie nawianego piasku oraz pyłu atmosferycznego. Sprawie tej dużo uwagi poświęca Nikonow (39, 40), który na podstawie zebranego obszernego materiału, obrazującego popielność torfowisk wysokich i niskich, dochodzi do wniosku, że znaczna ilość popiołu, szczególnie krzemionki, dostaje się do torfu z powietrza. Uważa on, że w naszej epoce zjawisko to, na skutek zwiększania się obszarów ornych, a tym samym ilości pyłu w powietrzu, odgrywa bardzo istotną rolę i tym objaśnia zwiększoną popielność wierzchniej warstwy torfu w torfowiskach nieodwodnionych.

W publikacjach polskich, w których znajdujemy dane odnośnie zawartości popiołu w profilach torfowych, zjawisko zwiększania się popielności występuje również wyraźnie. Widać to w pracach Kwinichi-

dzego i współpracowników (26, 27) oraz w tabelach podanych przez Tołpę na Konferencji Komisji Biologii w roku 1954 (72).

Ze względu na to, że wielkość mineralizacji w dużym stopniu zależy od warunków lokalnych, w pierwszym rzędzie klimatycznych, celem zobrazowania tego zjawiska wykonaliśmy oznaczenia popiołu w glebach torfowych z różnych punktów kraju, przyjmując jako zasadę pobieranie próbek z wydzielanych przez nas w profilu pięciu poziomów. Z torfowisk nieodwodnionych, o niezaznaczonych poziomach murszowych, próbki pobrano z głębokości odpowiadających najczęstszemu występowaniu owych poziomów w murszach. Zebrane materiały zawiera tabela Nr 4. Podane w niej liczby potwierdzają wzrost popielności torfu w warstwach wierzchnich gleb torfowych. Przy różnicy w głębokościach wynoszącej średnio 90 cm pomiędzy warstwami M_1 i T_2 , ilość popiołu zmienia się bardzo wyraźnie i jest w powierzchniowej warstwie średnio 3—5-krotnie większa. W przytoczonym zestawieniu torfowiska zostały połączone w grupy wg stanu ich rolniczego użytkowania. Grupa pierwsza to nieużytki pokryte bardzo skąpą roślinnością. Grupa II — to łąki, pastwiska lub pola uprawne użytkowane rolniczo. Są w niej zarówno łąki stare, często słabo plonujące ale dobrze zadarnione, jak też łąki nowe, a między nimi i takie, które zostały założone na nieużytkach tego typu jak podane w grupie I (np. Bielawy). W grupie III znajdują się łąki zabagnione w tym i pierwotne torfowiska np. pasy oczere-towe nad jeziorami stale zalane wodą, lub bagna turzycowo-mszyste.

Na podstawie popielności tych różnorodnych profili glebowych możemy stwierdzić, że o ile obserwuje się pewną prawidłowość w zawartości części mineralnych w układzie pionowym, to nie ma podstaw aby mówić o jakiejś korelacji między ilością popiołu a wydajnością rolniczą gleb torfowych. Wyjaśnienie intensywności mineralizacji w odniesieniu do sposobu użytkowania czy też w powiązaniu z procesem idącym bez ingerencji człowieka, mogą dać jedynie badania ciągłe, ściśle uwzględniające specyfikę obiektu.

Rzeczą charakterystyczną jest duża popielność torfów z warstw powierzchniowych na torfowiskach takich jak Modzelówka czy Kuwasy—Szymany I, które nigdy nie otrzymywały nawożenia mineralnego ani też nie były zalewane wodami niosącymi namuły mineralne. W torfowiskach tych wzrost popielności jest wynikiem mineralizacji torfu. Ciekawie przedstawiają się dane z torfowisk nieodwodnionych. Niestety jest ich nie wiele, a to z tej racji, że znaleźć u nas torfowisko dziewicze, o niezmienionym procesie, jest już b. trudno. Nawet niektóre z podanych w niniejszym zestawieniu mają w lecie obniżony poziom wody gruntowej, a tym samym zachodzi w nich okresowe wstrzymanie procesu torfienia. Na podstawie ilości popiołu oznaczonego w odstępach co

Tabela 4

Zasobność popiołu w glebach torfowych (w %% ab. s. masy)

Lp.	Profil	Charakterystyka	P o z i o m y				
			M ₁	M ₂	M ₃	T ₁	T ₂
I. Torfowisko zdegradowane							
1	Modzelówka	nieużytek	16,4	12,7	9,5	8,1	5,7
2	Modzelówka II	„	13,7	10,5	9,1	7,4	8,2
3	Jonkowo I	„	22,1	13,4	7,9	4,1	4,0
4	Kuwasy—Szymany I	„	31,3	23,5	11,1	12,9	8,8
5	Kuwasy—Szymany Ia	„	25,6	14,4	12,0	12,2	12,6
6	Kuwasy—Szymany Ib	„	22,0	16,5	11,0	10,5	13,0
7	Frydrychowo	„	32,8	29,8	16,2	9,3	11,1
8	Frydrychowo II	„	20,9	24,4	18,5	9,5	7,2
9	Boćki II	„	34,3	40,6	35,3	11,9	8,1
II. Torfowiska zagospodarow.							
1	Bielawy I	łąka na murszu	55,5	15,7	18,3	23,1	8,0
2	Bielawy II	„	48,0	17,2	13,1	7,1	5,9
3	Kuwasy—Szymany II	łąka uprawna	22,3	18,3	9,8	12,8	9,6
4	Kuwasy—Szymany IIa	„	25,2	19,6	12,4	12,8	12,2
5	Kuwasy—Szymany IIb	„	37,0	34,5	26,0	25,5	15,5
6	Kuwasy rów II	łąka trzcinnikowa	17,5	16,0	10,5	9,5	9,5
7	Kuwasy rów III	„	13,0	12,5	8,5	8,5	9,5
8	Antoniewo III	łąka zalewana	27,3	23,0	19,2	24,5	73,8
9	Błonie—Topola I	pastwisko	25,2	16,8	21,5	13,6	15,3
10	Błonie—Topola II	pole uprawne	41,2	41,1	22,9	13,6	11,4
11	Błonie—Topola III	„	62,7	27,9	15,5	14,5	10,5
12	Błonie—Topola IV	„	21,0	19,4	13,7	11,2	11,1
13	Jonkowo II	stara łąka uprawna	24,5	15,1	11,1	8,7	5,3
14	Boćki I	„	20,0	18,1	12,7	12,4	10,9
15	Szymonki II	„	25,6	26,8	12,5	7,9	8,8
16	Szymonki I	„	48,4	12,1	8,2	7,4	5,7
			Głębokość w cm				
III. Torfowiska nieodwodnione			0—10	10—30	20—30	40—50	70—80
1	Kuligi	łąka turzycowa	14,4	15,0	13,6	15,0	18,6
2	Jegrznia—Ciszewo	„	23,0	19,5	15,5	14,0	8,5
3	Kosówka	oczerety koło je- ziora	18,5	12,0	8,0	8,5	10,5
4	Szymonki III	las bagienny	18,4	16,6	15,2	15,2	—
5	Szymonki	oczerety koło je- ziora	23,8	43,5	39,4	25,3	—
6	Rozkopaczew	torfowisko turzy- cowo-mszyste	20,1	16,1	8,3	8,4	7,7
7	Łączna	torfowisko tu- rzycowe	11,1	36,7	11,9	11,4	10,1

10 cm, głębiej co 20 cm, widzimy, że popielność wierzchnicy jest w torfowiskach duża, znacznie większa niżeli popielność torfów w złożu. Np. wierzchnica torfowisk turzycowych, typowych bielaw o ubogim środowisku z obiektów: Jegrznia—Ciszewo, Kosówka, Rozkopaczew, zawiera 15—20% popiołu. Tymczasem torf turzycowy powstający z takich zespołów posiada popielność poniżej 10%. W związku z tym nasuwa się przypuszczenie, że w wierzchnicy torfowiska jest pewna ilość składników mineralnych, które w torfie nie pozostają, ponieważ stale przenoszone są w miarę narastania torfu do góry przez korzenie roślin. Mogą to być składniki mineralne, wyzwalające się w trakcie częściowej mineralizacji zachodzącej przy torfieniu. W torfie pozostają te, które są częścią składową jego masy organicznej. Inne zaś — wyzwolone w czasie mineralizacji są zabierane przez rośliny. W ten sposób można wytłumaczyć popielność torfu turzycowego równą np. 8%, podczas gdy popielność turzyc wynosi 3—5%, a jednocześnie wiemy, że 1 g torfu powstaje z wielu gramów turzyc. Stąd wniosek (hipotetyczny), że w trakcie wzrostu torfowiska ma miejsce częściowe odmineralizowywanie torfu. Na zachodzenie tego zjawiska w torfowiskach sfagnowych wskazywał Williams. Ponadto należy brać pod uwagę osadzanie się we współczesnych torfowiskach pyłu unoszonego przez wiatr z pól ornych.

Reasumując możemy powiedzieć, że stwierdza się, jako prawidłowość, znaczne zwiększanie się zawartości popiołu w wierzchnich warstwach torfowisk odwodnionych. W naszych torfowiskach dawno odwodnionych popielność ta wynosi często ponad 50%. Nie można znaleźć związku pomiędzy popielnością, a degradacją torfowiska. Degradacji ulegają zarówno tereny o torfie wysoko- jak też i niskopopielnym.

IV. ZMIANY W SKŁADZIE CHEMICZNYM GLEB TORFOWYCH

Osuszenie torfowiska zapoczątkowując nowy proces powoduje zmiany w składzie chemicznym gleb torfowych. Już fakt zwiększania się i to kilkakrotnego ilości popiołu pozwala przypuszczać, że następują znaczne zmiany w ilościach składników mineralnych torfu. Zagadnienie to nie jest jeszcze zbyt obszernie zbadane. W nauce dopiero zaczyna zarysowywać się nowa dyscyplina, jaką stanie się gleboznawstwo torfowe. Najwięcej prac na ten temat znajdujemy w literaturze rosyjskiej.

Analizując dostępne nam publikacje, dochodzimy do wniosku, że zdania autorów, co do zmian w składzie chemicznym odwodnionych gleb torfowych, są nie jednolite. Odnośnie zachowania się tych samych składników spotyka się twierdzenia odmienne, mówiąc o ich przybywaniu lub ubywaniu.

Kirsanow (wg 13) badając zmiany w warstwie ornej gleby torfowej odwodnionej i uprawianej przez 8 lat stwierdził zwiększenie się w niej zawartości $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ oraz CaO . Dokunin (7) porównując gleby nie-odwodnione i odwodnione znalazł w tych ostatnich więcej azotu, wapnia i fosforu.

Łupinowicz i Gołub, w swojej obszernej pracy na temat gleb torfowych Białorusi (31) podają, że wieloletnia uprawa nie wpływa na zmiany w ilościach azotu, fosforu i potasu, wzrasta natomiast ilość CaO .

Garkusza (14) stwierdził wzrost ilości CaO , Fe_2O_3 , SiO_2 i azotu a także częściowo K_2O i P_2O_5 .

Według Turnasa (wg 13) wzrasta ilość CaO , MgO i P_2O_5 oraz spada ilość $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$.

Filippienko (13) na podstawie porównania wyników analiz gleb stacji torfowej Tomma w Estonii z 1910 i 1953 roku podaje iż na skutek odwodnienia i uprawy zwiększyła się w torfie ilość azotu, fosforu, wapnia oraz sumy tlenków a spadła ilość krzemionki. W zawartości K_2O większych zmian nie ma.

Wszyscy wyżej wymienieni autorzy podają w swoich pracach, jako regułę, wzrost popielności torfu.

Na podstawie tego krótkiego przeglądu publikacji widać, że otrzymywane wyniki są różne. Jest to zrozumiałe, ponieważ masa torfowa poddawana przemianom jest różnorodna co do składu chemicznego. Ponadto kierunki przemian też są różnorodne, zależne od warunków wodnych, termicznych, klimatycznych itp. Tak np. wspomniany Filippienko (13) stwierdził, że przyrost azotu w warstwie ornej gleb o wysokim poziomie wód gruntowych był większy i wynosił od 33 do 54%. W glebach lepiej odwodnionych ilość azotu zwiększyła się od 3,0 do 14,5%. Zjawisko to objaśnia on tym, że przy większym uwilgotnieniu a tym samym gorszym dostępie powietrza, z resztek roślinnych powstają związki humusowe, w których znajduje się związany azot. Natomiast przy niższym poziomie wód gruntowych lepszej aeracji, zachodzi mineralizacja powodująca ubywanie azotu.

Widzimy więc, jak duże są różnice w zmianach ilości jednego składnika spowodowane różnym poziomem wody gruntowej. A podobnie mogą wpływać inne czynniki.

Z prac krajowych nie znamy takich, które zajmowałyby się specjalnie tym zagadnieniem. Natomiast są materiały liczbowe z analiz gleb torfowych, pozwalające na wyciągnięcie pewnych wniosków. Materiały te znajdują się we wspomnianych już uprzednio pracach Tołpy i Kwi-nichidzego oraz w pracy referowanej przez autora tego referatu na Konferencji Komisji Biologii w ubiegłym roku. Również w trakcie badań

Tab. 5 ciąg dalszy

Lp.	Profil	Poziom	pH		N ogólny		w % absolutnie suchej masy torfu								
			w H ₂ O	w KCl	w % abs. suchej masy torfu	w % suchej masy bezpo- pielnej	sub- stan- cja orga- niczna	popiół	nierozpuszczalna w HCl pozosta- łość (SiO ₂)	K ₂ O	Na ₂	CoO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃
5	Kuwasy—Szymany II łąka uprawna	M ₁	5,80	5,10	3,16	4,22	74,8	25,2	5,02	0,050	0,060	1,22	2,60	10,88	16,91
		M ₂	5,75	5,10	3,93	4,89	80,4	19,6	2,93	0,034	0,045	1,44	2,03	8,54	12,56
		M ₃	5,70	5,15	3,56	4,06	87,6	12,4	1,65	0,024	0,045	2,42	0,59	4,35	5,64
		T ₁	6,10	5,45	4,26	4,89	87,2	12,8	0,60	0,020	0,060	3,43	0,32	3,67	4,22
		T ₂	6,10	5,50	3,08	3,51	87,8	12,2	—	0,020	0,057	3,80	0,20	2,31	3,64
6	Kuligi — torfowisko turzycowe nieodwod- nione	0—10 cm	5,80	5,50	3,84	4,49	85,6	14,4	7,23	0,086	0,055	1,93	0,35	1,52	2,74
		10—20 "	5,80	5,50	3,14	3,69	85,0	15,0	5,89	0,074	0,050	2,51	0,29	1,55	2,56
		20—30 "	5,40	5,30	2,81	3,25	86,4	13,6	3,34	0,187	0,225	3,26	0,27	1,35	2,33
		30—50 "	5,70	5,40	2,63	3,09	85,0	15,0	1,67	0,428	0,455	3,82	0,17	0,88	1,67
		60—80 "	5,70	5,20	2,81	3,53	79,6	20,4	0,68	0,060	0,038	1,75	0,03	0,70	1,37

tegorocznych wykonano pewną ilość analiz składu chemicznego gleb torfowych. Uzyskane wyniki podaje tabela 5.

Na podstawie tych materiałów możemy wyciągnąć wnioski co do rozmieszczenia składników odżywczych w profilu oraz zmian jakim one ulegają w miarę murszenia torfu.

Tak więc, jeśli chodzi o azot, to ogólna jego ilość w torfie murszejącym nie ulega większym zmianom. Biorąc jednak pod uwagę, że jest on składnikiem masy organicznej torfu, a przy tym widzimy stałe ubywanie tej masy w wyniku mineralizacji, dochodzimy do wniosku, że procentowa ilość N ogólnej substancji organicznej musi wzrastać. Potwierdzają to wyniki przeliczenia na masę bezpopielną. Wskazują one na znaczny, bo około 30% wynoszący, wzrost ilości azotu ogólnego w murszu torfowym. Zgodne to jest z badaniami Niemczynowa (37), który utrzymuje, że w miarę humifikacji torfu zachodzi gromadzenie się azotu w związkach humusowych.

Ilość fosforu wzrasta w sposób bardzo wyraźny bo kilkakrotny. Zjawisko to występuje we wszystkich profilach i jest bezsporne tak jak wzrost popielności, z którym jest prawdopodobnie w ścisłym związku.

Wzrasta również procentowa zawartość potasu, jest jednak ona nadal mała, poniżej 0,1%.

Jeśli chodzi o wapń to na podstawie zebranych wyników trudno jest mówić o zmianach w jego ilości. Zawartość CaO w torfach i murszach waha się w znacznych granicach nie wykazując żadnej prawidłowości. Pod tym względem dane nasze różnią się od twierdzenia Łupinowicza (31) o wzroście ilości wapnia w miarę uprawy gleb torfowych, doprowadzającym do tego, że gleby wymagające początkowo wapnowania, po kilku latach uprawy mają dostateczną jego ilość. Biorąc pod uwagę, że wapń jest częścią składową popiołu torfowego, możemy mówić na podstawie zwiększającej się popielności przy mniej więcej jednakowej ilości tego składnika w popiele, raczej o ubywaniu go z tych gleb niż o gromadzeniu się.

Ilość półtoratlenków zdecydowanie wzrasta. Szczególnie wyraźnie występuje to jeśli chodzi o żelazo. W dawno odwodnionych glebach torfowych obserwujemy nawet dodatkowe wytrącanie się w wierzchniej warstwie połączeń żelazowych osadzających się w postaci rud darniowych. W profilu związki te, czerwono zabarwione, znajdujemy w warstwach murszowych (M), brak ich zaś w niżej leżących warstwach torfowych (T). Możemy to objaśnić podnoszeniem się wraz z wodami gruntowymi żelaza dwuwartościowego, które w strefie murszenia, w warunkach aerobowych, utlenia się do żelaza trójwartościowego i osadza się w murszu tworząc nierozpuszczalne związki.

Istnieje jeszcze jeden pierwiastek charakterystycznie zachowujący się w glebach torfowych. Jest to krzem. Z podanych liczb wynika, że ilość krzemionki wzrasta w miarę murszenia i to wielokrotnie. Filippienko (13) natomiast mówi o zmniejszaniu się tego związku. Dużą rolę odgrywają tu zapewne warunki lokalne (klimatyczne) oraz rodzaj torfu, z którego tworzą się badane gleby.

Przy agrotechnicznej charakterystyce gleb podaje się również ich odczyn. Oznaczenia wykonane w tym zakresie na badanych glebach nie dają podstaw do wyciągnięcia określonych wniosków. Prawdopodobnie w tej dziedzinie, na co wskazują dane spotykane w literaturze (13, 28, 31), wnioski można wyciągnąć po dokładniejszych badaniach takich, jak oznaczanie kwasowości hydrolitycznej, sumy zasad wymiennych itp. Badań tych z braku czasu nie wykonaliśmy.

V. DOSTĘPNOŚĆ ROŚLINOM SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH ZAWARTYCH W TORFIE

Podane w tabeli Nr 5 liczby wskazują na duże ilości w torfach azotu, a w niektórych próbkach również fosforu. Ubóstwo tych gleb w potas jest powszechnie znane. Natomiast nie jasna jest sprawa w jakim stopniu składniki odżywcze są roślinom dostępne. Wiadomo, że pomimo dużej ich ilości gleby torfowe często reagują na nawożenie fosforem a nawet azotem. Stąd też przez wielu badaczy podnoszona jest sprawa oznaczania przyswajalnych form tych składników (17, 19, 31). Na przeszkodzie stoi tu jednak brak odpowiedniej metodyki.

Jako zagadnienie czołowe w glebach torfowych wysuwa się sprawa azotu. Zagadnieniu temu poświęcono już wiele uwagi i napisano szereg prac na ten temat. Dostępność tego składnika roślinom wiąże się ze sprawą zachodzących w glebie przemian związków azotowych od substancji organicznej do mineralnej.

Russel (61) wyróżnia w glebie 3 podstawowe grupy związków azotowych: a) związki mineralne, b) związki organiczne łatwo ulegające mineralizacji i c) związki organiczne trudno ulegające mineralizacji.

Azot w związkach mineralnych występuje w torfach w postaci amonowej i azotanowej. W szeregu prac (31, 50, 54, 66) stwierdzono, iż w torfach nieodwodnionych azot znajduje się w postaci amonowej. Od momentu odwodnienia, czyli zwiększenia aeracji, rozpoczyna się nitryfikacja. W glebach uprawnych, dobrze aerowanych, azot azotanowy występuje w znacznej przewadze nad amonowym. Z prac nad przebiegiem nitryfikacji azotu w torfach naszych (64, 66) i zagranicznych (51, 52) wynika, iż przebiega ona bardzo różnie, zależnie od warunków. Według Russella (54) ilości azotanów zmieniają się nie tylko z dnia

Tabela 6

Zasobność gleb torfowych w składniki odżywcze

L. P.	Profil	Poziom	Ciezar 1 dm ³ suchej gleby w g		N ogólny		N przyswajalny wg met. Tjurina-Kononowej		P ₂ O ₅ ogólny		P ₂ O ₅ przyswajalny wg metody Egnera		P ₂ O ₅ przyswajalny wg metody Arreniusa		P ₂ O ₅ przyswajalny wg Cunninghama		K ₂ O przyswajalny wg met. Aspergillus niger.		Aktywność biologiczna wg Hofmanna (w ml 10, n Na ₂ S ₂ O ₃)
			w mg na 100 g suchej gleby	mg w 1 dm ³ gleby	w mg na 100 g suchej gleby	mg w 1 dm ³ gleby	w mg na 100 g suchej gleby	mg w 1 dm ³ gleby	w mg na 100 g suchej gleby	mg w 1 dm ³ gleby	w mg na 100 g suchej gleby	mg w 1 dm ³ gleby	w mg na 100 g suchej gleby	w mg na 100 g suchej gleby	w mg na 100 g suchej gleby	w mg na 100 g suchej gleby	w mg na 100 g suchej gleby	w mg na 100 g suchej gleby	
1	Frydrychowo I łąka silnie zdegradowa- na — nie- użytek	M ₁	230	7544	66,3	152,5	2,02	7	870	2001	3,2	7,4	0,37	13,4	30,8	1,54	490	4	5,70
		M ₂	220	7942	57,0	125,4	1,58	23	650	1430	2,6	5,7	0,40	11,8	26,0	1,82	480	4	4,80
		M ₃	216	7063	25,4	54,8	0,78	20	180	389	1,7	3,7	0,94	6,7	14,5	3,72	390	4	2,45
		T ₁	116	3666	30,8	35,7	0,97	60	110	128	11,1	12,9	10,09	3,1	3,6	2,82	690	3	5,60
		T ₂	122	3070	26,7	32,6	1,06	60	100	122	3,6	4,4	3,60	3,1	3,8	3,10	520	4	3,60
			276	3420	56,1	154,8	1,64	ślady	450	1242	6,8	18,8	1,51	11,7	32,3	2,60	420	4	5,20
2	Antoniewo III łąka dobrze zadarniona	M ₁	271	8780	29,3	79,4	0,90	18	280	759	3,9	10,6	1,39	7,0	19,0	2,50	390	4	4,10
		M ₂	241	8049	38,6	93,0	1,16	30	210	506	5,0	12,0	2,38	4,1	9,9	1,95	440	4	3,15
		T ₁	181	6534	31,8	57,6	0,93	60	90	163	3,4	6,7	3,78	2,8	5,1	3,11	730	3	3,60
		T ₂	490	6713	32,6	159,7	2,38	60	60	294	5,4	26,5	9,00	9,6	47,0	16,00	850	2	1,90
			351	3690	23,9	101,4	0,78	18	360	1264	6,1	21,4	1,69	14,7	51,6	4,08	590	4	7,70
			263	3800	34,3	90,2	0,90	27	260	684	3,8	10,0	1,46	11,8	31,0	4,54	450	4	6,00
3	Błonie—Topo- ła I stare pastwisko	M ₃	238	8401	34,0	80,9	0,96	19	170	405	5,0	11,9	2,94	11,8	28,1	6,94	580	4	4,60
		T ₁	154	2960	34,0	52,4	1,15	40	170	262	4,4	6,8	2,59	8,8	12,6	4,82	570	4	7,85
		T ₂	167	3310	29,8	49,8	0,90	22	180	301	7,3	12,2	4,06	16,3	27,2	9,06	630	3	7,70
			238	3530	34,0	80,9	0,96	19	170	405	5,0	11,9	2,94	11,8	28,1	6,94	580	4	4,60

4	Błonie—Topo- la II uro- dzajne pole orne	M ₁ M ₂ M ₃ T ₁ T ₂	437 372 291 166 132	2800 2960 3650 2240 3230	12236 11011 10622 5378 4264	54,8 35,3 62,3 70,8 28,4	239,5 131,3 181,3 117,5 37,5	1,96 1,19 1,71 2,19 0,88	21 27 26 25 35	1704 1451 698 266 238	25,9 19,0 19,5 3,7 4,1	113,2 70,7 56,7 6,1 5,4	6,64 4,87 8,12 2,31 2,28	84,2 62,4 43,2 12,3 14,2	368,0 232,1 125,7 20,4 18,7	21,59 16,00 18,00 7,69 7,89	33 35 20 20 6	91 106 92 33 34	398 394 268 55 45	1130 1130 1120 — 560	0 0 0 — 4	6,80 6,65 5,75 6,45 6,95
5	Kuwasy— Szymany I torfowisko zde- gradowane — nieużytek	M ₁ M ₂ M ₃ T ₁ T ₂	267 180 134 175 196	3230 3620 3860 3590 3260	8624 6516 5172 6283 6390	54,9 71,9 44,3 25,4 23,1	196,6 129,4 59,4 44,5 45,3	1,70 1,94 1,15 0,71 0,71	42 50 40 38 35	5126 1530 817 475 255	6,1 5,7 3,1 2,1 1,2	16,3 10,3 4,2 3,8 2,4	0,32 0,67 0,51 0,78 0,92	138,0 162,4 43,9 3,5 11,8	368,5 292,3 58,8 6,1 23,1	7,19 19,11 7,20 1,30 9,08	42 42 42 32 śladny	30 22 20 20 20	136 40 27 33 39	690 680 460 530 680	4 4 4 4 4	5,70 4,00 3,60 3,65 4,65
6	Kuwasy— Szymany II łąka uprawna	M ₁ M ₂ M ₃ T ₁ T ₂	164 210 175 178 157	3160 3430 3590 4260 3080	5182 8253 6230 7583 4836	56,7 82,6 23,4 13,0 11,0	93,0 173,5 41,0 23,1 17,3	1,79 2,10 0,66 0,31 0,36	45 44 43 36 22	4264 4263 1033 570 314	19,6 22,2 3,0 6,5 3,8	32,1 46,6 5,3 11,6 6,0	0,75 1,09 0,51 2,03 1,90	432,6 540,0 73,3 33,1 14,1	709,5 1134,0 128,3 58,9 22,1	16,64 26,60 12,42 10,34 7,05	42 50 34 24 20 20 15	50 34 24 20 20 20	82 71 42 36 31	840 570 610 410 550	2 4 4 4 4	5,85 5,10 4,55 3,10 2,80
7	Modzelówka torfowisko silnie zde- gradowane — nieużytek	M ₁ M ₂ M ₃ T ₁ T ₂	228 229 174 136 104	3720 3710 3690 2900 3100	8482 8496 6421 3944 3224	33,8 30,4 33,4 23,5 12,9	77,1 69,6 58,1 32,0 13,4	0,91 1,33 1,92 1,73 1,24	10 25 65 60 35	1026 550 278 231 104	8,8 6,0 3,9 1,9 3,0	20,0 13,7 6,8 2,6 3,1	1,96 2,50 2,44 1,12 3,00	52,9 21,1 11,7 2,7 2,6	120,6 48,3 20,4 3,7 2,7	11,76 8,79 7,31 1,59 2,60	15 śladny 18 śladny ”	50 32 30 30 40	114 73 52 41 42	680 280 300 540 490	4 4 4 4 4	
8	Kuligi — tor- fowisko tu- rtyczne nieodwod- nione	0—10 10—20 20—30 30—50 60—80	145 159 184 158 2810	3840 3140 2810 2680 2810	5568 4993 5170 4234 33,9	19,9 32,6 29,3 29,6 33,9	28,6 51,8 53,9 46,8	0,51 1,04 1,04 1,10 1,21	10 20 28 40 50	508 461 497 269 30	8,0 7,3 4,1 5,0 3,0	11,6 11,6 7,5 7,9	2,29 2,52 1,52 2,94 10,00	21,5 16,0 7,9 6,2 9,8	31,2 25,4 14,5 9,8 32,67	6,14 5,52 2,93 3,65	” ” ” ” 15	86 74 187 428 60	125 118 344 676	530 600 510 1100 480	4 4 4 0 4	

na dzień, ale nawet z godziny na godzinę. Dlatego też oznaczając azot azotanowy i amonowy jednorazowo w glebie torfowej utrzymujemy przypadkową liczbę, która nie może charakteryzować zasobności gleby.

Druga grupa związków azotowych w glebie określana jako związki łatwo ulegające mineralizacji, składa się z prostszych związków organicznych takich, jak: aminokwasy, amidy, łatwo hydrolizujące grupy niektórych białek itp. Związki te traktuje się jako bezpośrednie źródło tworzenia się mineralnych form azotu w glebie w przeciągu najbliższego czasu (54, 73). Ulegają one stosunkowo łatwo rozkładowej działalności mikroorganizmów. Dlatego też oznaczenie ilości tych związków w torfie może mówić o zasobności gleby w przyswajalne formy azotu.

Jako metodę oznaczania tych związków podaje się hydrolizę w 0,5 n kwasie siarkowym. W naszych badaniach metodą tę posługiwaliśmy się w opracowaniu Tjurina i Kononowej (73). Otrzymane wyniki wskazują na zawartość kilkudziesięciu mg azotu przyswajalnego w 100 g suchej gleby. W odniesieniu do ogólnej ilości azotu w badanych torfach stanowi to średnio 1%, a waha się od 0,5 do 2%. Tak więc 99% azotu w torfie występuje w formie trudno hydrolizującej. Zdaniem specjalistów badających zagadnienia próchnicy, azot trudno hydrolizuje na skutek wiązania go przez substancje humusowe. Wspomniany już Niemczynow (37) podaje, że w odwodnionych torfach słabo rozłożonych następują bardzo intensywne zmiany, w wyniku których zwiększa się znacznie ilość ogólnego azotu. Zmiany te maleją w miarę zwiększania się rozkładu torfu i związanego z tym ubywania węglowodanów, a gromadzenia się związków humusowych. Zachodzi pewnego rodzaju koncentracja azotu w związkach próchnicznych torfu silnie rozłożonego. Według badań tego autora, związki humusowe wydzielone z dawno uprawianych, a więc silnie zhumifikowanych gleb torfowych, zawierały 95 do 98% ogólnej ilości azotu w glebie. Zestawiając wyniki swoich badań Niemczynow dochodzi do wniosku, że zmniejszanie się azotu dostępnego, zachodzące w wyniku uprawy gleby torfowej, ma miejsce tam gdzie dopuszczono do zbyt intensywnego rozchodowania materiałów energetycznych w glebie jakimi są węglowodany. Ma to szczególne znaczenie w rejonach o cieplejszym klimacie np. w zachodniej Białorusi i Ukrainie. W rejonach tych na skutek intensywnego przebiegu procesów biochemicznych zachodzi zjawisko spadku urodzajności gleby spowodowane zmniejszeniem się ilości dostępnego azotu.

Wywody Niemczynowa pokrywają się z badaniami Paula i Shariff'a (45); którzy badając zjawisko bardzo szybkiego bo w ciągu kilku lat zachodzącego, wyczerpywania się urodzajności gleb torfowych w Gujanii Brytyjskiej, stwierdzili, iż następuje to w wyniku spadku nitryfikacyjnej zdolności gleb. Należy tu dodać, że jak podaje Nowosielski

(41) ostatnio w literaturze coraz więcej autorów zwraca uwagę na zdolność nitryfikacyjną gleby jako miarodajny wskaźnik jej zasobności w azot przyswajalny. Na zasadzie tej opracowano metodę oznaczania potrzeb nawozowych gleb, która daje bardzo dobre wyniki i coraz szerzej jest stosowana. W naszych oznaczeniach otrzymane wyniki mają wartość orientacyjną a to ze względu na brak opracowanych dla gleb torfowych wskaźników, któreby pozwalały sądzić o zasobności gleby. Można by jednak przypuszczać, że azotu przyswajalnego jest wszędzie pod dostatkiem, gdyż liczby otrzymane nie różnią się od tej, która charakteryzuje zasobność gleby z profilu Błonie-Topola II, czyli gleby o wysokiej wydajności rolniczej. Celem pełniejszego scharakteryzowania zasobności badanych gleb w azot przyswajalny posłużono się również metodą biologiczną przy pomocy grzyba *Cunninghamella elegans*. Oznaczenia wykonał autor metody Nowosielski (41). Otrzymane wyniki wskazują, że w profilach z torfowisk zdegradowanych (Frydrychowo I, Modzelówka) oraz na nienawożonej łące (Antoniewo III) jak również w torfowisku nieodwodnionym (Kul'gi), w warstwach wierzchnich występuje pewne ubóstwo azotowe. W jakim to jest związku z potrzebami nawozowymi roślin w odniesieniu do azotu można by odpowiedzieć tylko po przeprowadzeniu specjalnych na ten temat badań.

Reasumując sprawę azotu w badanych glebach należy podkreślić, że na ogół nie widzi się związku pomiędzy ilością azotu przyswajalnego a degradacją torfu. Gleby badane, pomimo, iż różnią się bardzo co do zdolności produkcyjnej, posiadają zbliżone ilości tej formy azotu.

Fosfor w glebach torfowych występuje w połączeniach mineralnych i organicznych. Zbyt mało istnieje jeszcze danych na ten temat aby można było bliżej połączenia te omówić. Mineralne związki fosforu znajdują się w torfach wysokopopielnych, zamulonych. Można przypuszczać, że podobnie jak w glebach mineralnych, w torfach kwaśnych występuje pewna ilość fosforanów żelaza i ewentualnie glinu, a w glebach o obojętnym lub zasadowym odczynie — fosforanu wapnia. W szczególnych warunkach tworzy się wiwianit i wtedy torfy zawierają wyjątkowo dużo fosforu.

Organiczne związki fosforu są trudne do zbadania. Na ogół twierdzi się (5, 54), że są to głównie kwasy nukleinowe, fityna oraz fosfatydy. Niektórzy badacze (wg 54) wykryli nieznaczne ilości lecytyny.

Zarówno mineralne jak też organiczne związki fosforu w glebach torfowych są trudno roślinom dostępne. Stopniowe ich uruchamianie a tym samym udostępnianie roślinom ma miejsce w wyniku procesów zachodzących w glebie. Szmuk (61) twierdzi, że w trakcie rozkładu masy organicznej część fosforu przyswajalnego wyzwala się z białek. Łupinowicz (31) uważa, że ilość przyswajalnego fosforu mówi o stanie

kultury gleby torfowej. W miarę uprawy ilość ta wzrasta, na co wskazują badania przeprowadzone w Mińsku, gdzie stwierdzono, że o ile w glebie świeżo wziętej do uprawy stosunek fosforu ogólnego do fosforu rozpuszczalnego w 1% kw. cytrynowym wynosił jak 1:9, to w glebie dawno uprawianej zawęził się na 1:5. Gołub (15) podaje tabelę, z której wynika, że stosunek ten uległ jeszcze większemu zaniżeniu np. z 1:16 na 1:3. Podobne dane podaje Liebedewicz (29). Według liczb przytoczonych przez Kułakowską (w czasie konsultacji), w glebach świeżo odwodnionych ilość fosforu w związkach organicznych wynosi 80—86% ilości P_2O_5 ogólnego, zaś w glebach uprawianych — 60—65%. Zdaniem tej autorki na glebach torfowych niezbyt zasobnych w fosfor, jako pierwszy po odwodnieniu może wystąpić głód fosforowy, ponieważ fosfor znajduje się w formach związanych, podczas gdy potas, pomimo małej jego ilości, jest łatwo dostępny i może być pobrany od razu.

Tak więc uprawa gleb torfowych podnosi w nich zawartość fosforu przyswajalnego. Z drugiej strony zwiększanie się rozpuszczalności fosforu powoduje ubożenie w ten składnik torfowisk odwodnionych, a to na skutek wymywania go przez wody. Mówi o tym Grzymała (17) wskazując, że wiele torfowisk zasobnych w fosfor po kilkunastoletnim użytkowaniu zaczęło reagować na nawożenie fosforowe.

Z powyższych rozważań wynika jasno, że nie ogólna ilość P_2O_5 w torfie lecz ilość jego w formie przyswajalnej mówi o zasobności gleby w ten składnik. Niestety nie potrafimy dotychczas określić tej zasobności drogą laboratoryjną. Ogólne ilości P_2O_5 podawane w procentach suchej masy próbki nic nam nie mogą powiedzieć ze względu na różną przyswajalność tego składnika jak również na dużą zmienność jego ilości w warstwie ornej, modulowaną różnym ciężarem objętościowym torfu. Oznaczanie fosforu przyswajalnego metodami takimi, jak Egnera czy Arrheniusa daje charakterystykę gleby ale nie może mówić o potrzebach nawozowych, a to z braku ustalonych eksperymentalnie wartości granicznych. Wartości takie opracowane zostały przez Stację Torfową w Bremie (19, 70) jedynie dla gleb torfowych wytworzonych z torfów wysokich.

W badaniach naszych, omawianych w niniejszym referacie, pragnęliśmy zorientować się, czy są istotne różnice w żyzności gleb torfowych wysokowydajnych i zdegradowanych. Dlatego też przeprowadziliśmy oznaczanie fosforu przyswajalnego metodą Egnera i metodą Arrheniusa, aby porównać badane gleby. Otrzymane wyniki nie mogą mówić o zasobności gleb z przyczyn cytowanych wyżej (brak wartości granicznych), jak również i z tej, że oznaczenia zostały wykonane na próbkach suchych. Z badań zaś niemieckich (19) wynika, że przes-

szenie torfu do stanu powietrznie suchego znacznie zwiększa w nim zawartość przyswajalnego fosforu i potasu.

Na podstawie zestawionych w tabeli Nr 6 danych widzimy, jak wielka jest rozpiętość w zawartościach ogólnego fosforu w poszczególnych poziomach w profilu jak również pomiędzy profilami. Najdobitniej obrazują to liczby podające ilość fosforu w 1 dcm³ gleby. Jeśli chodzi zaś o fosfor przyswajalny, to widzimy, że duże różnice w ilościach bezwzględnych istnieją pomiędzy wynikami otrzymanymi przy zastosowaniu dwóch metod. Ilości fosforu przyswajalnego oznaczonego metodą Arrheniusa są kilkakrotnie większe aniżeli metodą Egnera. Zawartość form przyswajalnych jest w warstwach wierzchnich gleby większa a to głównie z racji większej ilości ogólnej tego składnika (procentowej, jak też i z powodu zagęszczenia masy). Natomiast procent związków przyswajalnych, w odniesieniu do ogólnej ilości P₂O₅ w glebie, spada w miarę przybliżania się do powierzchni. Wyjątek stanowią profile: Błonie-Topola II, gleba nawożona fosforem oraz Kuwasy-Szymany, gleby zasobne w ten składnik z racji obecności w niej wytrąceń wiwianitowych.

Jak więc widzimy w glebach torfowych odwodnionych a nienawożonych fosforem ma miejsce wzrost ogólnej ilości tego składnika oraz wzrost jego ilości przyswajalnej wyrażonej w liczbach absolutnych, natomiast spadek ilości przyswajalnej w odniesieniu do zawartości ogólnej. W ostatecznym efekcie na przestrzeni dłuższego czasu, gleby ubożeją w fosfor. Na przykład dawno uprawiane torfy noteckie zawierają ogólnego fosforu 1200—2000 mg w 1 dcm³ a w tym tylko około 30 mg P₂O₅ rozpuszczalnego w 1% kw. cytrynowym. Podobny obraz widzimy na starym pastwisku w Błoni-Topoli. Natomiast torfowisko Modzelówka znacznie uboższe w fosfor ogólny (0,45% = 1026 mg/dcm³) zawiera w 1 dcm³ 4-krotnie więcej bo 120 mg w formie przyswajalnej. Gleby nawożone fosforem mają go w formie przyswajalnej 10-krotnie więcej aniżeli wspomiane torfy noteckie, o których na podstawie ogólnej ilości P₂O₅ można by mówić jako o zasobnych w ten składnik.

Podobnie jak przy badaniach form azotu posłużyliśmy się również biologiczną metodą oznaczania zasobności gleb w fosfor przy pomocy grzyba *Cunninghamella elegans* (16).

Podane wyniki są charakterystyczne i w pełni zgodne z zależnością wykazaną metodami chemicznymi. Na torfach z bardzo małą ilością przyswajalnego P₂O₅ (wg metod chemicznych) grzyb nie rozwijał się. Doskonale natomiast rósł na torfach tych po dodaniu do nich pewnej ilości fosforu. Bujny rozwój grzyba obserwuje się również na glebach, które wg metod chemicznych kwalifikują się jako zasobne w fosfor przyswajalny.

Tak więc zestawiając wszystkie dane charakteryzujące zagadnienie przyswajalnego fosforu w badanych glebach torfowych widzimy, że:

- a) ogólna ilość tego składnika nie może mówić o potrzebach nawozowych gleb w tym zakresie,
- b) w wielu glebach torfowych, w tym i z terenów zdegradowanych, istnieje ubóstwo fosforowe,
- c) torfowiska degradowują się pomimo zasobności w fosfor przyswajalny, czego dowodem są gleby z profilu Kuwasy-Szymany I, bardzo bogate w ten składnik a pomimo to zdegradowane.

Zawartość potasu w glebach torfowych jest zagadnieniem kluczowym. Analizy chemiczne wykazują bardzo małą ilość ogólną tego składnika. Wiadomo, że potas jest łatwo dostępny roślinom ale jednocześnie łatwo też ulega wymywaniu. Nawożenie potasowe nie wzbogaca na czas dłuższy gleb w ten składnik.

Zasobność w potas badanych gleb sprawdziliśmy przy pomocy grzyba *Aspergillus niger*. Chodziło nam o porównanie gleb zdegradowanych z dobrze plonującymi.

Wyniki oznaczeń przy pomocy *Aspergillus niger* interpretuje się wg 5 stopniowej skali Sekery (56). Zero oznacza, iż nawożenie jest zbędne, czwórka — nawożenie konieczne. W wyniku wykonanych oznaczeń widoczne jest, że jedynie gleba z Błonia-Topola II, która otrzymała odpowiednie nawożenie potasowe, posiada dostateczną ilość tego składnika. Również w glebach z łąki Kuwasy-Szymany II, okresowo nawożonej potasem, znajduje się on w pobliżu niezbędnego minimum.

Natomiast w próbkach gleb nienawożonych potasem składnik ten jest poniżej minimum nieodzownego do normalnego rozwoju roślin.

Stąd wniosek, że jeśli mówimy o degradacji torfowiska w sensie zniezdżnienia jego szaty roślinnej, dochodzącej w skrajnych wypadkach do obumierania całych płatów roślinnych (a tak najczęściej rozumie się degradację torfowisk), to w pierwszym rzędzie musimy mieć na uwadze skrajny w nich niedobór jednego ze składników odżywczych niezbędnych do normalnego rozwoju roślin. Składnikiem tym jest potas. W podręczniku amerykańskim (74) dla rolników gospodarujących na glebach torfowych mówi się, że podobnie jak bez nasion, tak bez potasu nie ma plonów na tych glebach. Porównanie to jest bardzo trafne. Dopóki nasze torfowiska nie będą otrzymywały dostatecznego nawożenia potasowego, będzie to główną przyczyną ich degradacji.

Ilość przyswajalnych składników odżywczych w glebie jest w dużym stopniu wynikiem działalności mikroorganizmów. Występuje to szczególnie wyraźnie w glebach torfowych, w których zarówno azot, jak i fosfor udostępniane są roślinom po przeprowadzeniu ich z po-

łączeń organicznych w mineralne. Dlatego też intensywność życia mikrobiologicznego w glebie świadczy o jej urodzajności. Umiejętność oznaczenia tej intensywności daje metodę do oznaczania żyzności gleby.

Wychodząc z takich założeń Hofmann (20) opracował metodę oznaczania sacharazy w glebie. Ilość sacharazy, jednego z enzymów, wytwarzanych przez mikroorganizmy, świadczy o intensywności procesów mikrobiologicznych w glebie. Metoda Hofmanna była ostatnio stosowana w wielu laboratoriach gleboznawczych (9, 10, 25, 57) w tym i u nas (67). Otrzymane rezultaty są zachęcające a opinię o niej można sformułować w ten sposób, że nie jest to metoda dla mikrobiologów, jako zbyt uproszczona, ale może być, z racji swej prostoty, odpowiednia dla gleboznawców.

Metodą Hofmanna oznaczyliśmy aktywność biologiczną badanych gleb torfowych. Podobnie jak i inne metody opracowane dla gleb mineralnych musiała ona być nieco zmodyfikowana, szczególnie jeśli chodzi o ilość próbki branej do oznaczeń. Wyniki podawane w literaturze z badań nad glebami mineralnymi odnoszą się do 2 g gleby. W naszych badaniach wynik odnosi się do 0,5 g suchego torfu.

Otrzymane liczby charakteryzują poszczególne profile jak też poziomy.

Widzimy więc, że biologicznie aktywne są zarówno torfy w uprawie jak też z terenów zdegradowanych. Aktywność ta układa się w sposób charakterystyczny: mianowicie jest najniższa dla warstwy M_3 . Być może, że wchodzi tu w grę sprawa materiału energetycznego (węglowodanego), o którym wspominaliśmy uprzednio. W poziomach M_1 i M_2 materiał ten może znajdować się w postaci korzeni roślin, a poziomach zaś T_1 i T_2 — jako nierozłożona masa torfowa. Ponadto M_3 jest warstwą przejściową pomiędzy warunkami aerobowymi i anaerobowymi co również ma swój wpływ na rozwój życia mikrobiologicznego.

Porównując różne profile widzimy, że nie ma zbyt wielkich różnic pomiędzy torfami terenów zdegradowanych a torfami pól lub łąk uprawnych. Nasuwa się jednak pytanie, czy wykazana tą metodą duża stosunkowo zawartość enzymów w torfach zdegradowanych pochodzi z obecnie tam istniejącego życia biologicznego, czy też dzięki sorbowaniu ich przez glebę, znajduje się jako pozostałość po uprzednio rozwijających się mikroorganizmach? Na pytanie mogą odpowiedzieć klasyczne badania mikroorganizmiczne, których dla gleb torfowych stale prowadzi się bardzo mało.

Kończąc rozpatrywanie sprawy przyswajalności składników odżywczych w glebach torfowych z terenów niezdegradowanych oraz zdegradowanych widzimy, że istotny związek zachodzi pomiędzy ilością po-

tasu a niezdolnością tych gleb do wydawania plonów. Potas w glebach torfowisk zdegradowanych jest poniżej niezbędnego minimum. Stąd też niektóre z tych gleb nie wydają plonów pomimo zasobności w przyswajalny azot i fosfor. Należy przypuszczać, że w ubóstwie potasowym a czasem potasowo-fosforowym (36), tkwi główna przyczyna degradacji naszych torfowisk.

VI. WNIOSKI

Na podstawie zreferowanych materiałów można postawić następujące wnioski:

1. Zmiany we właściwościach fizycznych gleb torfowisk odwodnionych zachodzą w sposób podobny zarówno na terenach o dużej wydajności rolniczej jak też zdegradowanych. Nie stwierdzono związku przyczynowego pomiędzy fizycznym stanem masy glebowej, a spadkiem urodzajności gleby. Związek taki może mieć miejsce przy rozpatrywaniu właściwości całego profilu glebowego, szczególnie w ujęciu dynamicznym jak też przy badaniu właściwości substancji humusowych.

2. Stwierdzono, że w wierzchnich warstwach gleb torfowych wzrasta popielność oraz zwiększa się ilość procentowa azotu w substancji organicznej torfu. Wzrasta też ilość fosforu, potasu, półtoratlenków i krzemionki w torfie. Procentowa zawartość wapnia nie ulega większym zmianom. W sumie więc podnosi się potencjalna wartość rolnicza odwodnionych gleb torfowych.

3. Zawartość przyswajalnych form azotu i fosforu w glebach torfowych nie wykazuje korelacji ze zjawiskiem degradacji torfowisk. Natomiast wszystkie torfowe gleby zdegradowane posiadają potas w ilości poniżej minimum niezbędnego do normalnego rozwoju roślin. To upoważnia do twierdzenia, że za główną przyczynę degradacji tych terenów może być uważany ostry niedobór w nich potasu.

4. Na podstawie, z jednej strony braku dowodów o zachodzeniu w glebach torfowych zmian szkodliwych z rolniczego punktu widzenia a niemożliwych do usunięcia, oraz z drugiej strony, w oparciu o dotychczasowe osiągnięcia nauki i praktyki w zakresie uprawy torfowisk, możemy stwierdzić, że degradacja tych gleb jest zjawiskiem, które w pełni może być opanowane przez odpowiednie poczynania rolnika.

Urodzajność gleb torfowych jest labilna, trudna do uregulowania, ale nie ma żadnych tendencji do nieuchronnego spadku. Przeciwnie, obserwuje się wzrost potencjalnej żyzności gleb torfowych w miarę postępującego w nich procesu glebowego.

LITERATURA

1. Apuszkin K. K. — Sorbcjonnojaja włagojemkst' frezernogo torfa. — Trudy moskowskiego torfianowo instituta — wyp. II (1953) str. 88—96.
2. Barnes T. W. — The formation of nitrates in soil following various crop rotations. The Journal of Agricultural Science Vol. 40 — (1950) str. 168.
3. Bielskij B. B., Kułakowskaja T. W. — Primienienije udobrienij na torfiano-bołotnych poczwach BSRR. Ziemledielije Nr 1 (1955) str. 70—79.
4. Brüne F. — Die Praxis der Moor- und Heidekultur. Berlin 1948 r.
5. Chejfec D. M. — Metody opriedielenija fosfora w poczwie. Agrochimiczeskije metody issledowanija poczw. Moskwa 1954 r. str. 63—95.
6. Dołgow S. I. — Issledowanija podwiznosti poczwiennoj włagi i jeje dostupnosti dla rastienij. Moskwa 1948 r.
7. Dokunin M. W. — Wlijanije osuszki na fizyko-chimiczeskije swoistwa bołotnych poczw. Poczwowiedjenje Nr 3 (1932 r.).
8. Dragunow S. S., Zelechowcewa N. N., Strelkowa E. I. — Srawnitielnoje issledowanije poczwiennych i torfianych guminowych kisłot. Poczwowiedjenje Nr 7 (1948 r.) str. 409—420.
9. Drob'nik J., Sejfert J. — Rozsczeplenije krochmała enzymaticzeskim kompleksom poczw. Folia Biologica Vol. I Fax 1 (1955) str. 29—39.
10. Drob'nik J., Sejfert J. — Otnoszenije enzymaticzeskoj inwersji w poczwie k niekotorym poczwienno-mikrobiologiczeskim testam. Folia Biologica Vol. I Fax 1 (1955) str. 41—47.
11. Dumanskij A., Czapek M., Burawlew T., Szurigina E. — Kołloidno-chomiczeskoje issledowanije wodnych swoistw torfa. Kołłodnyj żurnał t. III wyp. 2 — 1937 r.
12. Dumanskij A. W. — Gidrofilnost' kołloidnych sistem i jeje teoreticzeskoje i prakticzeskoje znaczenije. Kołloidy w puszczewoj promyszlennosti. Sbornik 2 — 1949.
13. Filippienko I. W. — Izmienienije stiepieni rozłożenija organiczeskogo wieszczestwa torfiano-bołotnych poczw i sodierzanija zolnych elementow w zawisimosti od srokow sielskochozajstwiennogo ispolzowanija. Izwiestija Akademii Nauk Biełoruskoj SSR Nr 3 (1954) str. 43—52.
14. Garkusza I. F. — Izmienienija diernowo-podzolistnych i bołotnych poczw pod wlijaniem okulturiwania. Poczwowiedjenje Nr 10 (1953) str. 19—26.
15. Gołub T. F. — Niekotoryje zakonomiernosti dinamiki biochimiczeskich swoistw torfiano-bołotnych poczw pri melioracji. Trudy konferencji po melioracji i oswojeniju bołotnych i zabołoczennych poczw. — Mińsk (1956) str. 345—348.
16. Górski M., Nowosielski O. — Przydatność *Cunninghamella elegans* do badania potrzeb nawozowych względem fosforu. Roczn. Gleb. t. 4 (1955) str. 305—310.
17. Grzymała J. — Nawożenie fosforowe w zagospodarowywaniu trwałych użytków zielonych. Nowe Rolnictwo Z. 1 (1956 r.) str. 68—71.
18. Harmer M. P. — The muck soils of Michigan their management and uses — Michigan 1941.
19. Hofmann W., Steinfatt K. — Ermittlung des pflanzenaufnehmbaren Kalis und der pflanzenaufnehmbaren Phosphorsäure in Moorböden und stärker humosen Böden. Mitteilungen über die Arbeiten der Moor-Versuchstation in Bremen. Festschrift zum 75-jährigen Bestehen der Anstalt. (1952) str. 151—172.

20. Hoffman E. — Enzymreaktionen und ihre Bedeutung für die Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde. Bd. 56, H. 1—3 (1952) str. 68—75.
21. Husemann C. — Die landwirtschaftliche Bewertung der Moorböden und ihre natürlichen Grundlagen. Lüneburg 1947 r.
22. Kannenberg H. — Fortschritte in der Moorkultur. Berlin 1939 r.
23. Klapp E. — Über Bodenlockerung, Umbruch und Hungerjahre von Grünlandflächen. Pflanzenbau 19 (1943).
24. Klapp E. — Wiesen und Weiden. Handbuch der Landwirtschaft. Band II 1953.
25. Kroll L. — Biokemiai módszer a talaj biológiai aktivitásának meghatározására. (Biochemiczna metoda określania biologicznej aktywności gleby — streszcz. w języku rosyjskim). Agrokemia es talajtan t. 2 Nr 3 (1953) str. 301—306.
26. Kwinichidze M. i Marcinek J. — Wstępne badania gleboznawcze gleb łąkowych, wytworzonych z torfów niskich w dolinie górnej Noteci. — Referat na Zjazd PTG Olsztyn — 1955 r.
27. Kwinichidze M. i Marcinek J. — Gleby łąkowo-bagiennie, wytworzone z torfów. Cz. II. RNR (w druku).
28. Lebediewicz N. F. — Osnowy trawopolnoj sistemy ziemledielija na torfianych poczwach. Mińsk 1951 r.
29. Lebediewicz N. F. — Wodnyj režim torfiano-bołotnych poczw i urożaj sielkochoziazstwiennych kultur. Trudy instituta melioracji, wodnogo i bołotnogo choziazstwa, tom V — Mińsk 1954 r.
30. Lemm H. F. — Die Klassifizierung von Niedermoor, an moorigen und stark humosen Böden auf Grund der Volumengewichtsbestimmung am grubenfeuchten Material. Wasserwirtschaft-Wassertechnik. Heft 4 (1956) str. 122—126.
31. Łupinowicz J. S., Gołub T. F. — Torfiano-bołotnyje poczwy BSSR i ich płodorodie. Mińsk 1952 r.
32. Łupinowicz J. S. — Regulirowanije wodnogo režima bołotnych i zaboło-czennych poczw kak nieobchodimoje usłowije powyszenija ich płodorodia. Poczwowiedjenje Nr 7 (1954) str. 22—23.
33. Maksimow A. — Torfowisko Stacji Doświadczalnej „Topola-Błonie”. Inżynieria Rolna 1931 r.
34. Maksimow A. i Okruszko H. — Torfowisko Parciaki. Roczn. Gleb. t. 2 (1952 r.) str. 161—172.
35. Maksimow A., Okruszko H. i Liwski S. — Torfowiska biebrzańskie Kuwasy, Modzelówka i Jegrznia RNR t. 71 A 3 (1955 r.) str. 351—406.
36. Marcinek J. — O procesie degradacji gleb łąkowo-torfowych w dolinie Noteci. Nowe Rolnictwo Nr 10 (1956 r.) str. 778—783.
37. Niemczynow A. A. — Wystuplenije na sowieszczanii poczwowiedow w Moskwie 1954. Poczwowiedjenje Nr 7, 1954 r.
38. Niewiadomski W. — Wpływ nawożenia mineralnego na glebę torfową i jej plonowanie. RNR t. 52, 1949 r.
39. Nikonow M. N. — Proischożdienije zoły w torfach. Dokłady Akademii Nauk SSSR, tom 105, Nr 2 (1955 r.) str. 309—311.
40. Nikonow M. N. — Proischożdienije i sostaw zoły torfów lesnoj zony — Trudy Instituta lesa t. XXVI (1955 r.) str. 135—152.
41. Nowosielski O. — Zagadnienie badania potrzeb nawozowych gleb w stosunku do azotu. Roczn. Gleb. (w druku).

42. Okruszko H — Zjawisko degradacji torfu na tle rozwoju torfowiska — Referat na Konferencji Kom. Biol. w Gosp. Wodn. KNR — PAN 1955 r.
43. Okruszko H., Duch J. — Charakterystyka gleb torfowo-murszowych Zakładu Naukowo-Badawczego Topola-Błonie (w niniejszym zeszycie).
44. Ostromęcki J. — O niektórych związkach funkcjonalnych między fizykalnymi własnościami torfu i torfowiska. — Rocznik Łąkowy i Torfowy (1936 r.) str. 129—200.
45. Paul H., Shariff M. A. — The rates of nitrification of peat soils in British Guiana. The Journal of Agricultural Science vol. 44 (1954) str. 377—382.
46. Pieczkurow A. T. — O mineralizacji torfa. Trudy Instytutu melioracji, wodnego i bołotnego choziajstwa — tom VI (1955 r.) str. 250—256.
47. Piczugin A. W. — K woprosu o mineralnom režimie torfianych miestorożdienij. Torfianaja promyszlenost' Nr 7 (1947 r.) str. 19—22.
48. Prianisznikow A. — Azot w życiu roślin. Warszawa 1951 r.
49. Prończuk J. — Problem degradacji łąk na terenach organogenicznych w Polsce. Referat na Konferencji Kom. Biol. w Gosp. Wodn. KNR PAN — 1955 r.
50. Prończuk J. — Niektóre problemy starzenia się łąk. — Postęp techniczny w dziale wodnych melioracji. IV zeszyt łąkarski NOT 1956 r. str. 22—35.
51. Reinecke R. — Untersuchungen über die Mineralisation des Humusstickstoffes unter wachsenden Wiesenbeständen auf Niedermoorböden. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. — Abt. II, Bd. 81 (1930) str. 210—221.
52. Reinecke R. — Die Messung der Mineralisation des Humusstickstoffes im Niedermoorboden unter der Wiesennarbe. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Abt. II, Bd. 85 (1932) str. 348—359.
53. Rode A. — Woda w glebie — Warszawa 1956 r.
54. Russell J. — Soils conditions and plant growth. London 1954.
55. Sachs E. — Ein Beitrag zum Wesen der Hungerjahre und ihrer möglichen Abschwächung durch praktische Massnahmen erläutert an einem 9-jährigen Versuch. Pflanzenbau 18 (1942).
56. Schömborn A., Berteijs-Menschoj A. — Untersuchungen über Dynamik der Nitrate und Phosphate in Böden und deren Verteilung in verschiedenen Schichten. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde. Bd. 43. S. A. (1934) str. 181—196.
57. Seegerer A. — Der Sacharasegehalt des Bodens als Masstab seiner biologischen Aktivität. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde. Bd. 61 H. 3 (1953) str. 251—260.
58. Segeberg H. — Ein Verfahren zur Beurteilung des Vertorfungsgrades von Hochmoortorfen mit Hilfe des Volumengewichtes. Landwirtschaftliche Forschung. Bd. 3, Heft 3 (1952) str. 144—155.
59. Sekera F. — Der quantitative Mikrodüngungsversuch... Die Phosphorsäure 5 (1935) str. 527—537.
60. Shaw B. T. — Soil physical conditions and plant growth. 1952 r. Tłumaczenie rosyjskie. Moskwa 1955 r.
61. Szumuk A. A. — Dynamika režima pitatielnych wieszczestw w poczwie. Trudy 1913—45 r. t. I. 1950 r.
62. Szuniewicz J. i Gajda J. — Materiały z badań terenów zdegradowanych na torfowiskach Kuwasy i Modzelówka w dolinie Górnej Biebrzy. — Konf. Kom. Biolog. w Gosp. Wodnej KNR PAN 1955 r.

63. Szuniewicz J., Churski T. — Charakterystyka terenów torfowych w rejonie Łąk Łabiszyńskich (w niniejszym zeszycie).
64. Świętochowski B. — Tworzenie się azotanów na dzikim i zagospodarowanym torfowisku. RNR t. 33 — 1934 r.
65. Świętochowski B. — Wpływ gospodarki polowej i łąkowej na niektóre fizykalne i biochemiczne własności torfu i jego żyzność. Roczn. Łąk i Torf. 1935 r. str. 48—76.
66. Świętochowski B. i Krygiel B. — Materiały do poznania dynamiki azotanów w glebach torfowych. Roczn. Łąk i Torf. 1936 r. str. 3—35.
67. Świętochowski B., Dzieżyc — Frakcjonowana analiza związków azotowych w glebie jako wskaźnik potencjonalnej żyzności gleby. Roczn. Gleb. tom III (1954 r.) str. 233—247.
68. Thomas J. — Über die Durchführung von Moorbodenaufnahmen in DDR. Die deutsche Landwirtschaft Heft 9—10 (1955 r.) str. 1—8.
69. Thomas J., Lemm H. F. — Bodenuntersuchungen als Ergänzung zur Moorbodenaufnahme, dargestellt am Beispiel des oberen Spreewaldes. Wasserwirtschaft — Wassertechnik. Heft 3 (1956) str. 83—88.
70. Thun R., Hermann R., Knickmann E. — Die Untersuchung von Böden. — Methodenbuch Band I. Berlin 1955.
71. Toczickaja G. I. — Ob opriedielenii agregatnogo sostawa torfianych poczw po sposobu N. I. Sawwinowa. Poczwowiedjenje Nr 6 (1952) str. 96—99.
72. Tołpa S. — Wypowiedź w dyskusji na Konferencji Kom. Biol. w Gosp. Wod. KRN — PAN 1954 r. Zeszyty problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 3. 1956 r.
73. Turczin F. B. — Metody opredielienija sojedinenij azota w poczwie. Agrochimiczeskoje metody issledowanija poczw. Moskwa 1954 r. str. 47—62.
74. Weber C. A. — Hungerjahre und naturgemässe Ansaat dauernden Grünlandes. Landwirtschaftliche Presse. Heft 55 (1928).
75. Wernander N. B. — Podwiżnost' azota i nitrifikacjonnaja sposobnost' poczw USSR. Poczwowiedjenje Nr 2 (1946) str. 105—118.
76. Whitson A. R., Albert A. R., Zeasman O. K. — Fertilizers and Crops for Marsh Soils. Agricultural Experiment Station Bulletin S 92 1927.
77. Wojahn E. — Ein Beitrag zur Wechsellnutzung auf Niedermoor. Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock 1955/56 str. 279—325.
78. Worobiew S. A., Jegorow S. E., Kisielew A. N. — Rukowodstwo k laboratorno-practiczeskim zaniatijam po ziemledieliju. Moskwa 1951 r.
79. Zawistowski F. — Starzenie się łąk a technika łąkarska. Postęp techniczny w dziale wodnych melioracji. IV zeszyt łąkarski NOT 1956 r. str. 1—21.
80. Zawistowski F., Wnorowski Z. — Wyniki konferencji Sekcji Łąkarzy i Torfiarzy SNTITWM w Lesznie w sprawie starzenia się łąk. — Postęp Techniczny w dziale wodnych melioracji. IV zeszyt łąkarski NOT — 1956 r. str. 51—57.