

## ZJAWISKO DEGRADACJI TORFU NA TLE ROZWOJU TORFOWISKA

HENRYK OKRUSZKO

### I. ZJAWISKA WYSTĘPUJĄCE NA TORFOWISKU

#### 1. TORFIENIE, TORF — OMÓWIENIE PROCESU I POWSTAJĄCEGO UTWORU

W określonych warunkach w wielu miejscach naszego globu, przeważnie w pasie klimatu wilgotnego, chłodnego, występuje proces torfotwórczy, w wyniku którego powstaje nowy utwór geologiczny jakim jest torf. Petrografia zalicza utwór ten do biolitów, to jest skał wytworzonych ze szczątków organicznych roślinnego lub zwierzęcego pochodzenia. Mniejszą jednostką systematyczną, wydzielaną z grupy biolitów, a do której zaliczamy torf, są kaustobiolity — czyli skały palne. Kaustobiolity dzielone są na 3 podgrupy; torf zalicza się do podgrupy utworów pochodzenia humusowego. Podział kaustobiolitów oparty został na podanym przez Potoniego (według Souci — 43) schemacie rozkładania się substancji organicznej w różnych warunkach uwilgotnienia i związanego z tym dostępu tlenu. Cechą charakterystyczną dla procesu tworzenia się torfu — czyli torfienia — jest bardzo silne uwilgotnienie i mały dostęp tlenu. Stwierdzono, że w tych warunkach zachodzi stopniowe ubożenie masy organicznej w tlen przy równoczesnym zwiększaniu się procentowej zawartości węgla. Zjawisko to nosi nazwę karbonizacji, czyli zwęglania się.

Wyjaśnienie głównych cech procesu torfienia oparte zostało na wynikach analiz elementarnych, podających zawartość węgla i tlenu w masie torfowej o różnym stopniu storfienia. Nie było więc to zadanie zbyt trudne i poglądy badających to zjawisko są jednakowe. Natomiast dalsze wyjaśnienie natury skomplikowanego procesu torfienia masy roślinnej nastęrczało i nastęrcza do dziś wiele trudności. Przegląd literatury omawiającej to zagadnienie wykazuje, jak stopniowo zmieniały się poglądy co do istoty procesu torfienia i jak coraz szerzej rozumiano to zjawisko.

Najwcześniejsze teorie tłumaczyły torfienie jako bardzo powolny proces chemiczny, polegający na stopniowym zużywaniu zawartego

w masie roślinnej tlenu do utleniania wodoru i wydzielania cząsteczek wody.

Wspomniany już Potonie uważał, że torfienie jest samorzutnym rozkładem szczątków roślinnych, rozpadaniem się związków chemicznych na coraz to prostsze połączenia, swoistym procesem fermentacji.

W poglądach późniejszych uczonych (Aschan, Hoering i inni) (6), coraz wyraźniej zwraca się uwagę na rolę mikroorganizmów biorących bezpośredni udział w procesie torfienia. Odróżnia się od tych poglądów teoria Żółcińskiego (55), według której procesy takie, jak torfienie, z natury swej są fizyko-chemiczne, a nie biologiczne (bakteryjne).

Dalsze jednak badania oraz oparte na nich teorie wyraźnie wskazują na pierwszoplanowe znaczenie świata mikroorganizmicznego w procesie przekształcania się w torf obumarłych roślin.

Do utwierdzenia tych teorii w dużej mierze przyczyniły się prace Waksmana (52, 53, 54).

Wiele uwagi zagadnieniu temu poświęcili: Sukaczew (42), Doktorowski (10), Tiuremnow (48), Piczugin (40) i inni.

W oparciu o dotychczasowe prace torfienie objaśniamy jako proces fizycznego rozpadania się szczątków roślinnych przy równoczesnych chemicznych zmianach w składzie substancji organicznej tych szczątków. Oba te zjawiska zachodzą pod wpływem działalności mikroorganizmów i przebiegają równolegle przy ścisłym powiązaniu ze sobą; rozkład chemiczny sprzyja mechanicznemu rozpadaniu się tkanek na komórki względnie części komórek, zaś w wyniku tego rozpadu — procesy chemiczne wywoływane mikroorganizmami przenikają do coraz głębszych partii tkanek (40).

Proces torfienia przebiega najintensywniej w powierzchniowej warstwie torfowiska. Tiuremnow (48), opierając się na stosunkach ilościowych wody i powietrza w torfie, dzieli profil torfowy na 3 zasadnicze strefy: wierzchnią z panującą niepełną aerobiozą, następną pod nią przejściową z warunkami niepełnej anaerobiozy i najgłębszą, gdzie w wyniku obecności wody zastoiskowej panuje całkowita anaerobioza.

W zależności od warunków (strefy) występuje większe lub mniejsze nasilenie życia mikroorganizmów. Najsilniejszy ich rozwój obserwujemy w warstwie wierzchniej, tuż pod powierzchnią torfowiska. Rozwijają się tam grzyby, drożdże i bakterie aerobowe. Proces torfienia przebiega w tej warstwie najenergiczniej, dlatego też nosi ona nazwę warstwy torfotwórczej.

W miarę posuwania się wгłęb profilu, równolegle do zmniejszającej się ilości docierającego powietrza (tlenu), ustępują grzyby i drożdże, a miejsce bakterii aerobowych stopniowo zajmują bakterie anaerobowe,

które są jedyne z mikroorganizmów (według badań szeregu uczonych cytowanych przez Tiuremnowa) w strefie całkowitej anaerobiozy. Procesy rozkładu masy roślinnej są w tej strefie znikome, zgodne z niewielką ilością oraz powolną działalnością występujących tam mikroorganizmów.

Materiały dotyczące stratygrafii torfowisk, zgromadzone w ostatnich dziesiątkach lat przez szereg placówek naukowych, zagranicznych, jak również polskich, obalają dawne poglądy głoszące, że stopień rozkładu czyli storfienia masy torfowej jest proporcjonalny do głębokości, to jest wieku złoża. Wykazano, że w złożach takiej zależności nie ma, obserwuje się natomiast znaczną różnorodność w storfieniu poszczególnych warstw. Różnorodność tę można wytłumaczyć przyjmując, zgodnie z badaniami mikrobiologicznymi, tezę, że podstawowe fizyczne właściwości torfu, w pierwszym rzędzie jego stopień storfienia, decydują się w okresie przebywania go w wierzchniej, torfotwórczej warstwie. Odcięcie dostępu powietrza drogą przykrycia warstwami stale gromadzącej się masy roślinnej sprowadza po pewnym czasie proces torfienia w określonym punkcie profilu złoża torfowego do minimum, a tym samym jak gdyby utrwala powstający w ten sposób utwór.

Jeśli się nie zmieniają warunki, w których torf zalega, to przez tysiące lat pozostanie on w mało zmienionej formie taki, jaki wyszedł z warstwy torfotwórczej.

Istota procesu torfienia nie jest jeszcze dokładnie wyjaśniona. Przyjmuje się (40), że w trakcie procesu zachodzą pod wpływem działalności mikroorganizmów dwa równoległe zjawiska: rozpad na drodze reakcji chemicznych skomplikowanych połączeń organicznych na prostsze oraz powstawanie nowych połączeń chemicznych, często również bardzo złożonych. Cechą charakterystyczną tego procesu jest zmniejszenie się procentowej ilości związków łatwo ulegających rozkładowi przy równoczesnym zwiększaniu się udziału związków trwałych, opierających się rozkładowej działalności mikroorganizmów. Obserwuje się przy tym prawie całkowite znikanie takich części roślin, jak łodygi, liście i inne części nadziemne oraz bogatych w parenchymę części podziemnych, pozostają natomiast dobrze zachowane części podziemne — rozłogi i korzenie — szczególnie takie, które wyposażone są w mocną epidermę. Nie rozłożone szczątki roślinne tworzą swoisty szkielet torfu, wypełniony czarną plastyczną masą powstałą z rozkładu innych części roślin. Masę tę nazwano humusem. Stosunek części nie rozłożonych torfu, włóknistych, elastycznych, tworzących jego strukturę — do humusu, czyli masy bezstrukturalnej, koloidalnej — nazywamy stopniem rozkładu torfu. Jest to bardzo istotna

cecha torfu określająca szereg jego właściwości, zarówno jako kopaliny, jak też jako gleby.

Zagadnienie powstawania humusu jest obecnie jednym z trudniejszych do wyjaśnienia zagadnień w chemii i gleboznawstwie. Istnieje na ten temat wiele prac, teorii i poglądów. Badania są nie zakończone. Humus tworzy się w przyrodzie w różnych warunkach, między innymi w torfowisku. Można przypuszczać, że zależnie od warunków powstają też różne jakościowo formy tej substancji.

Spośród wielu, sporna jest również kwestia, z jakich związków występujących w materiale roślinnym powstają połączenia humusowe. Są więc poglądy, które przyjmują jako materiał wyjściowy tylko ligninę, inne zaś zwracają uwagę na celulozę oraz związki proteinowe.

Analizując torf o różnych stopniach storfienia stwierdza się, że ze związków budujących tkankę roślinną, jakimi są celuloza i lignina, bardziej trwała jest lignina. W torfach silnie rozłożonych ligniny jest procentowo więcej. Związek ten bogatszy jest od celulozy w węgiel, tym więcej też tłumaczy się wyższa zawartość węgla w torfach silnie rozłożonych.

Oprócz celulozy i ligniny, w skład masy roślinnej wchodzi smół, woski oraz tłuszcze — określane wspólną nazwą bituminów. Związki te odporne są w warunkach anaerobowych (25) na działalność rozkładową, dlatego też procentowa ich ilość wzrasta proporcjonalnie do stopnia rozkładu torfu.

Takie związki masy roślinnej, jak cukry, substancje pektynowe i białka są zwykle szybko rozkładane przez bakterie najczęściej do połączeń łatworozpuszczalnych lub gazowych i w niewielkiej tylko ilości znajdują się w torfie.

Tak więc torfem nazwać możemy silnie uwodnioną mieszaninę nie rozłożonych szczątków roślinnych, jak też produktów rozpadu tych szczątków w postaci humusu, bituminów, hemicelulozy, celulozy i ligniny oraz związków mineralnych pochodzących bądź z rozłożonego materiału roślinnego, bądź też z osadów naniesionych do torfu przez wodę i wiatr. Ilość części mineralnych jest niewielka i w naszych torfach waha się w granicach 5—15%. Główną więc częścią składową torfu jest masa organiczna i ona to decyduje o jego właściwościach.

Substancje wchodzące w skład masy organicznej torfu są przeważnie silnie uwodnionymi koloidami hydrofilowymi. Koloidy te mają dużą zdolność wchłaniania wody oraz związaną z tym zdolność zmiany objętości. Toteż masa torfowa, zależnie od uwodnienia, pęcznieje lub kurczy się. Ponieważ jednak koloidy torfowe są nieodwracalne, dlatego też torf o koloidach skoagulowanych (strąconych) traci w znacznym stopniu

zdolność wchłaniania wody, a tym samym pęcznienia. Koagulację koloidów powodują takie zjawiska, jak obecność elektrolitów w roztworze oraz przesuszenie lub przemrożenie masy torfowej.

Torf jest masą silnie uwodnioną. Ilość wody w nim wynosi przeważnie 85—90%, często więcej (do 95, a nawet 98%). Woda ta jest powiązana z masą torfową w różny sposób i stąd wynika jej różny charakter. Ostatnio najczęściej stosuje się podział wody w torfie wprowadzony przez Dumańskiego (za Kułakowem 23), który wyróżnia cztery jej rodzaje, mianowicie: związaną chemicznie, fizycznie i osmotycznie oraz wodę wolną. W porównaniu z innymi glebami torf wyróżnia się dużą ilością wody związanej fizycznie — głównie przez hydrofilowe koloidy oraz obecnością wody osmotycznej — występującej w komórkach nie rozłożonych szczątków roślin. Z tej specyfiki masy torfowej wypływa duża jej chłonność w stosunku do wody oraz cecha druga — duża w torfie ilość wody dla roślin niedostępnej — do 60% wagi próbki. Torf w złożu występuje jako dyspersyjny układ dwu- względnie trójfazowy.

Poniżej poziomu wody gruntowej układ ten ma dwie fazy: stałą, czyli masę torfową oraz płynną — to jest wodę, ponad tym poziomem — trzy fazy: stałą (torf), płynną (wodę) i gazową (powietrze oraz parę wodną).

Odpowiednie stosunki między fazami w tym układzie decydują o takich ważnych z melioracyjnego i agrotechnicznego punktu widzenia właściwościach torfu, jak jego ciężar objętościowy, chłonność, przepuszczalność, odciekalność, aeracja itp. oraz o cechach następczych, jak stosunki cieplne, rozwój mikroorganizmów itd.

Zmiany w tym układzie zależą w pierwszym rzędzie od masy torfowej, a szczególnie od jej cech takich, jak organiczny skład, koloidalny charakter, dyspersyjny układ.

Wszelkie zjawiska zachodzące w torfowisku, zarówno przed, jak i po odwodnieniu, ściśle powiązane są z fizyko-chemicznymi właściwościami torfu. Dlatego też scharakteryzowaniu podstawowych właściwości poświęciliśmy tu nieco miejsca.

## 2. PRZERWANIE TORFIENIA SPOWODOWANE ODWODNIENIEM TORFOWISKA I ZAPOCZĄTKOWANIEM NOWEGO PROCESU W TORFIE. NOWY PROCES W ŚWIETLE DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

Torfowisko żywe, z czynnym procesem torfotwórczym, charakteryzuje się tym, że poziom wody gruntowej znajduje się w nim bezpośrednio w darni i tylko w wyjątkowe susze opada nieco niżej. Często natomiast, szczególnie w torfowiskach szuwarowych, znajduje się, przez znaczną nawet część roku, nieco ponad powierzchnią terenu. Przy takim układzie

warunków powietrzno-wodnych ma miejsce proces torfotwórczy (torfie-  
nie), o którym mówiliśmy uprzednio.

Zadaniem melioracji jest sprowadzenie poziomu wody gruntowej po-  
niżej powierzchni torfowiska, na głębokość, którą określamy jako normę  
osuszenia, a która waha się, zależnie od wymagań roślin uprawnych,  
w granicach od 0,5 do 1,0 m.

Norma osuszenia wyraża przeciętny, najkorzystniejszy poziom wody  
gruntowej. Ścisłe jej utrzymanie w zaprojektowanej wielkości w zasadzie  
nie jest możliwe. Tak np. na torfowisku niskim odwodnionym pod łąki,  
badanym przez prof. Baca (1), poziom wody gruntowej, zależnie od wa-  
runków klimatycznych (parowania i opadów) wahał się w granicach od  
17 do 108 cm.

Podobne dane otrzymaliśmy z pomiarów poczynionych przez nas  
na Kuwasach.

Jak więc widzimy, w torfowisku odwodniona warstwa wierzchnia  
około metrowej grubości staje się strefą wahań wody gruntowej, a tym  
samym strefą pełnej względnie okresowo niepełnej aerobiozy.

Taki układ warunków zmienia całkowicie proces zachodzący w tor-  
fowisku. Zamiast gromadzenia się torfu ma miejsce proces jego rozkładu.

W warunkach stałego dostępu powietrza następuje bujny rozwój  
życia mikroorganizmicznego, co pociąga za sobą zmiany w budowie chemicz-  
nej masy torfowej. Odbija się to w następstwie na strukturze torfu — na  
układzie trzech faz: stałej, płynnej i gazowej. Ponadto zachodzą zmiany  
fizyczne w masie torfowej, w pierwszym rzędzie w koloidach.

To wszystko razem powoduje, że zmieniają się właściwości torfu jako  
gleby.

Zjawisko to znane jest od dawna praktyce melioracyjnej i rolniczej.  
W literaturze fachowej, melioracyjnej, pojawiło się jako zagadnienie  
osiadania torfowisk po melioracji. Dane początkowe nosiły charakter  
wzmianek, uwag i obserwacji. Pierwsze dane liczbowe (podaję za prof. Ba-  
cem (1, 2) pochodzą z siedemdziesiątych lat ubiegłego wieku. Autorzy  
zajmujący się tym zagadnieniem, podając swoje obserwacje lub pomiary,  
starają się wyjaśnić to zjawisko. Tłumaczą więc osiadanie torfu w pier-  
wszym rzędzie mechanicznym zagęszczaniem się masy torfowej po od-  
płynięciu z niej wody; masa, która uprzednio pływała, po odwodnieniu  
osiada pod własnym ciężarem oraz zgniata się pod ciężarem warstw  
wierzchnich. Zaczął się również formować pogląd, że wielką rolę odgry-  
wa przy tym zjawisku także proces szybkiego rozkładu masy torfowej.  
Zwraca na to uwagę szereg autorów obcych, jak również naszych: Tac-  
ke (47), Brüne (8), Jórski (19), Bzowski (18), Turczynowicz (50), Kornel-  
la (22) i inni. Ten ostatni wyraźnie pisze, że: „górną część torfowiska po

odwodnieniu staje się osobnym tworem, który odtąd ulega gwałtownym przeobrażeniom niezależnie od dolnych, a w tym i osiadaniu się, które będzie wynikiem głębokości odwodnienia, składu botanicznego i chemicznego tychże warstw torfowych“.

Prof. Bac omawiając zmiany zachodzące w zmeliorowanym torfowisku, podaje (2): „Woda, znajdująca się w przestworach, szczelinach i naczyniach, między masą torfu, a będąca nad zwierciadłem wody torfowiska — obciąża w pierwszym rzędzie warstwy nawodne, powoduje ściskanie się i skracanie ongiś dość luźno rozmieszczonych włókien. Do tego zaciśnienia się warstw nad zwierciadłem wody, wywołanego czynnikami fizycznymi, przyłączają się procesy biologiczne i chemiczne, które przy przystępie powietrza prowadzą w szybkim tempie storfowacenie i skupienie się materiału torfowego, co pod wodą (bez wolnego tlenu) odbywać się musi w okresach tysięcy lat“.

Prof. Ostromecki (38, 39) badając właściwości fizyczne torfu dochodzi do wniosku, że w odwodnionej warstwie torfowiska następuje znaczne zwiększenie stopnia rozkładu torfu i rozdrobnienie masy torfowej (nazywa to zmianą jej składu mechanicznego) równoległe z tym ma miejsce zwiększenie ciężaru objętościowego torfu oraz zmniejszenie się jego pojemności wodnej jak również przepuszczalności; zjawiska te ujmują w funkcjonalną zależność.

Obok badań nad zmianami fizycznych właściwości torfu po jego odwodnieniu, ma również miejsce prowadzenie prac naukowych pod kątem zjawisk biochemicznych i biologicznych. Z prac polskich na uwagę zasługują tu w pierwszym rzędzie badania prof. Świętochowskiego (3, 44, 45, 46). Badania nad dynamiką azotanów udowodniły, że bezpośrednio po odwodnieniu torfowiska zaczyna się w nim gwałtowne wytwarzanie azotanów — czyli szybki rozwój życia mikroorganizmicznego. Rozwój ten zależny jest ściśle od stosunków powietrzno-wodnych w torfie. Nadmierne wilgotność torfu hamuje lub zupełnie zatrzymuje działalność tych mikroorganizmów. Hamująco również działa nadmierne przesuszenie torfu. Działalność ta w odpowiednich warunkach powietrzno-wodnych trwa nieustannie od momentu odwodnienia torfowiska przez każdy sezon wegetacyjny od początku wiosny aż do nastania pierwszych mrozów. W relacji szeregu kolejnych po odwodnieniu lat, działalność ta stopniowo spada.

Prof. Świętochowski w badaniach swych zwrócił uwagę na zależność pomiędzy fizyko-chemicznymi właściwościami torfu a jego żyznością. Jest bowiem rzeczą charakterystyczną, że gleby torfowe mają bardzo dużą żyzność potencjalną, przy czym jednocześnie odznaczają się wielką nierównomiernością w plonowaniu. Obserwuje się dość częste zjawisko

spadku plonowania zarówno na polach, jak i łąkach założonych na torfowisku. Jako przyczynę tego spadku najczęściej podaje się zachodzenie różnych niekorzystnych dla rolnictwa zmian w torfowisku odwodnionym, a zjawisko to określa się zwykle jako destrukcję — nie podając bliżej definicji tego pojęcia. Prof. Świętochowski starał się zagadnienie to ująć kompleksowo, zwracając uwagę na szereg istotnych momentów. Tak więc wykazał zagęszczenie się torfu w warstwie ornej spowodowane rozkładem masy torfowej, jak również zwrócił uwagę na zmiany w jej składzie mechanicznym, a częściowo i chemicznym, oraz związane z tym zmiany właściwości fizycznych torfu.

Równoległe do czasu działania odwodnienia i prowadzonej uprawy następuje ubywanie związków azotowych łatwo mineralizujących się, co powoduje, że mineralizacja ta odbywa się coraz leniwiej i dochodzi do pewnej granicy, poza którą nie posuwa się. Okres dochodzenia do tej granicy może być rozszerzony lub skompresowany zależnie od sposobu gospodarowania na torfowisku. Uprawy polowe proces ten przyspieszają. Tak samo równoległe jak wspomniana mineralizacja, odbywa się również degradacja struktury torfu w warstwie powierzchniowej. Na podstawie wyników analiz mechanicznych masy torfowej autor stwierdził znaczne różnice w stopniu mechanicznego rozłożenia torfu. Zmniejsza się ilość frakcji grubych, zwiększa się natomiast ilość drobnych, pyłowych, które wmywane są w głąb profilu, gdzie tworzą warstwę iluwialną. Zmniejsza się również zdolność pęcznienia torfu, jego przepuszczalność oraz chłonność względem wody, czyli następuje destrukcja właściwości fizycznych. Stwierdzając skutki, autor stara się wyjaśnić przyczyny. Zwraca więc uwagę na niszczącą strukturę torfu działalność mrozu oraz mechanicznych upraw polowych. Dalej we wnioskach nie posuwa się.

Podobny charakter nosi praca prof. Niewiadomskiego (35). Autor obszernie analizując zmiany zachodzące na torfowisku odwodnionym, nazywa je destrukcją i traktuje jako proces ewolucyjny. Wyróżnia współdziałające przy tym procesie czynniki natury mechanicznej (mróz, wiatr; słońce, opady) biologicznej (mikroflora) i fizyko-chemicznej (zmiany w naturze koloidów). Ponadto zwraca uwagę na działalność człowieka, który może powodować występowanie wyżej wymienionych czynników w formie ostrej lub złagodzonej. Za rezultat destrukcji uważa zamianę „struktury włóknistej w rozpyloną i związany z tym stopniowy zanik sprawności wytwórczej gleby torfowej“. Jako cel swych badań stawia prof. Niewiadomski wyjaśnienie wieloletniego nawożenia mineralnego na przeobrażającą się glebę torfową. Bada glebę na torfowisku odwodnionym z tym, że porównuje parcele nie nawożone, nawożone KPN i nawożone KPNCa.

Na podstawie otrzymanych wyników dochodzi do wniosku, że naj-



łatwiej rozpyleniu podlegają torfy odwodnione a nie nawożone, czyli nie zagospodarowane. Najlepiej zachowują swoją strukturę pierwotną gleby nawożone KPN, gleby nawożone i wapnowane zajmują miejsce pośrednie. Destrukcja struktury ujemnie wpływa na właściwości fizyczne gleby, maleje pojemność wodna, wadliwa staje się przepuszczalność. Autor wskazuje na zależność między zaawansowaniem destrukcji masy torfowej a charakterem darni, działającej jako okrywa. Dobrze wykształcona darń na parceli nawożonej chroni torf przed zmianami mechanicznymi, które w znacznym stopniu wpływają na rozwój destrukcji.

Podobne stanowisko zajmuje prof. Honczarenko (15, 16). Destrukcję gleby torfowej wyrażającą się w pogorszeniu właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych wiąże ściśle ze zmniejszeniem się zadarnienia łąki. Przyczyn zjawisk, doprowadzających do rozpylenia się górnej warstwy torfu, dopatruje się w szkodliwym działaniu mrozu na włóknistą strukturę gleby. Uważa, że zaobserwowane już dawniej (Bac (4, 1) i inni) zjawisko znacznego podnoszenia się pod wpływem mrozu wierzchniej warstwy torfowiska jest jedną z głównych przyczyn rozdrabniania się torfu. Nie zgadza się z poglądem, że struktura torfu ulega zniszczeniu na skutek jego wysychania.

Prof. Honczarenko, podobnie jak prof. Niewiadomski, jako sposób walki z rozwijającym się procesem destrukcji zaleca utrzymanie dobrego zadarnienia na torfowisku. Za środek wybitnie sprzyjający zadarnieniu uważa nawożenie kompostami organicznymi.

Kannenberga (20) omawiając uprawę torfowisk w dolinie Łeby zwraca również uwagę na zjawisko destrukcji torfu. Wiąże to ściśle ze stopniem rozkładu (humifikacji) torfu. Słabo rozłożone torfy są nieodpowiednią glebą dla wielu roślin uprawnych. Uprawa ma za zadanie doprowadzić glebę torfową do takiego stanu, aby część torfu rozłożyła się dostarczając składników pokarmowych roślinom. Niewłaściwy przebieg zmian w uprawianej warstwie źle odbija się na właściwościach fizycznych gleby, pogarszają się warunki powietrzno-wodne, ujemnie wpływając na rozwój roślin i mikroorganizmów. Kannenberg za destrukcję uważa zarówno nadmierne sprasowanie się silnie rozłożonych warstw torfu na łąkach wilgotnych wałowanych lub wypasanych, jak też nadmierne rozpulchnienie się, a następnie rozproszkowanie warstw suchych torfów w partiach torfowiska silniej odwodnionych i nie poddawanych systematycznemu wałowaniu.

Naświetlenie dotychczasowych prac nad destrukcją torfu nie byłoby pełne, gdybyśmy nie wspomnieli o badaniach mikrobiologicznych. Na uwagę zasługują tu publikacje: dr Gołębiowskiej (12) i prof. Falkowskiego oraz prof. Dudy (25). Z badań tych wynikało, że w torfach przesuszonych

niekorzystnie zmienia się mikroflora, zmniejsza się ilość bakterii, wzrasta ilość promieniowców.

Reasumując poglądy na zjawiska zachodzące po odwodnieniu torfowiska, a określone jako destrukcja czy degradacja torfu, można by je ująć w następującej formie: odwodnienie torfowiska zmniejsza ilość wody w jego warstwie wierzchniej, a zwiększa dostęp powietrza; przesunięcie takie w układzie 3 podstawowych faz torfu powoduje zapoczątkowanie nowego procesu, który drogą przemian mechanicznych, chemicznych i biologicznych powoduje zmianę struktury torfu w kierunku coraz to większego rozdrobnienia masy torfowej; rozdrobnienie takie oraz towarzyszące temu inne bliżej nieznanne przemiany wpływają na właściwości fizyczne i biologiczne torfu; najdalej posunięte stadium rozdrobnienia — tak zwane rozpylenie torfu — jest zjawiskiem z rolniczego punktu widzenia bardzo niekorzystnym; torfowisko o rozpylającej się warstwie wierzchniej zamienia się w nieużytek.

### 3. NAZWY STOSOWANE DO OKREŚLENIA PROCESÓW ZACHODZĄCYCH W ODWODNIONYM TORFOWISKU. UZASADNIENIE NAZWY „MURSZENIE“

Omówione wyżej zjawiska zachodzące w odwodnionym torfowisku noszą, jak już wspominaliśmy uprzednio, różne nazwy. Określa się je mianem destrukcji, degradacji, starzenia się łąk torfowych, rozpylania się torfów itp. Również w literaturze zagranicznej używane są różne słowa. Tak więc w języku niemieckim spotyka się „Vererdung“, jak również „Vermullung“ (7, 8, 11). Anglicy określają to jako „a tendency to blow“, jak również „a tendency to a powder“ (14). Rosjanie używają terminu „wywietriwanie torfa“ (Williams) lub „poroszkowanie torfa“ (51). Ponadto spotyka się, podobnie jak u nas, określenia „destrukcja“ i „degradacja“.

Oprócz nazw wymienionych wyżej, w polskiej literaturze gleboznawczej używane jest również określenie „murszenie torfu“. Słowo to ma jednak wiele znaczeń. Spotykamy je jako określenie procesu, jak też typu gleby. Początkowo murszami nazywano torfowiska. Jórski (19) w Encyklopedii rolniczej z 1898 r. pod tytułem „Mursze i ich uprawa“ omawia powstawanie, klasyfikację i zagospodarowanie torfowisk, które dzieli na „mursze górne i mursze nizinne“. Podobne nazywanie torfowisk murszami spotykamy w „Inżynierii Rolnej“ w 1926 roku (17) w artykule inż. Jagmina „O uprawie torfowisk w Danii“. Mursze jako odmienny typ gleby wydziela prof. Miklaszewski (32), później prof. Tomaszewski (49). Obecnie

wydzielają je wszyscy nasi gleboznawcy, z tym, że nie są zbyt zgodni co do ich definicji i klasyfikacji.

Murszenie jako proces glebowy wprowadził u nas do literatury — o ile mi wiadomo — prof. Tomaszewski. Proces ten określa jako „pokrewny procesowi torfienia, lecz bardziej skomplikowany“. Charakteryzując go zwraca szczególną uwagę na okresowe zmienianie się w glebie warunków aerobowych — na anaerobowe, a tym samym przeplatanie się procesu torfienia (redukcji) i procesu rozkładu tlenowego. W ten sposób — w wyniku murszenia — powstaje, a nawet gromadzi się substancja organiczna nie rozłożona oraz masa rozłożona, przekształcająca się w próchnicę (49 — str. 119). Prof. Tomaszewski marginesowo wspomina o powstawaniu murszów z torfu. Wyraźnie na to zwraca uwagę prof. Musierowicz (34).

Określanie zjawisk zachodzących na torfowiskach odwodnionych jako murszenie torfu spotyka się w pracach prof. Dobrzańskiego (9), mgr Zawadzkiego (33) oraz we wszystkich naszych publikacjach, opisujących to zjawisko (29, 30, 31, 36).

Uważamy, że procesy zachodzące w odwodnionym torfowisku co do swej istoty zgodne są ze znaczeniem tego słowa. Słowo „murszenie“ pochodzi od niemieckiego „morsch“ i oznacza (wg słownika języka polskiego (21) butwienie, próchnienie, gnicie, rozkład, psucie się. Używane jest w pierwszym rzędzie odnośnie zmian w drewnie. Zmiany te obejmują zwykle partie drewna narażone na ciągłe uwilgotnienie i stały dostęp powietrza. Słup drewniany zakopany do wilgotnej gleby murszeje w strefie styku z powierzchnią gleby. Głębiej — w wodzie i wyżej — w partii suchej, zachowuje się bez zmian. Murszenie drewna jest procesem złożonym — zarówno fizycznym, jak też chemicznym i biologicznym. Podobnie jest z torfem. Torf murszeje w strefie wahań poziomu wody gruntowej. Poniżej tego poziomu, jak również torf wysuszony murszeniu nie ulega. Dlatego też uważamy, że procesy określane jako destrukcja, degradacja itp. torfu objąć można nazwą „murszenie“.

Murszeniem torfu nazwiemy więc proces glebowy zachodzący w odwodnionej warstwie torfowiska, a polegający na szeregu przemian natury fizycznej, chemicznej i biologicznej, w wyniku których masa torfowa traci strukturę włóknistą i przybiera strukturę proszkowatą. Ostatnie stadium murszenia objawia się w formie silnie rozdrobnionego (rozpylonego) torfu, który przybiera zdecydowanie niekorzystne z rolniczego punktu widzenia właściwości (staje się torfem zdegradowanym). Gleby powstałe z torfu w wyniku procesu murszenia nazywamy murszami torfowymi. Gleby torfowe podlegające temu procesowi — określamy jako murszejące.

## II. MURSZENIE TORFOWISK ODWODNIONYCH

### 1. MORFOLOGICZNE ZMIANY OBSERWOWANE W TORFIE W CZASIE ROZWOJU PROCESU MURSZENIA

W ciągu czteroletnich badań terenowych torfowisk, w pierwszym rzędzie biebrzańskich i noteckich, zgromadziliśmy znaczny materiał opisowy charakteryzujący wierzchnią warstwę torfową podlegającą procesowi murszenia. Zależnie od stopnia odwodnienia torfowiska, równoległe do zmian w jego szacie roślinnej, następują też widoczne zmiany w profilu glebowym. Na torfowiskach słabo odwodnionych, z okresowo tylko opadającym poniżej darni lustrem wody, profil glebowy nie nosi wyraźnie zaznaczonych, wtórnych zmian w masie torfowej. Pod dobrze wykształconą darnią znajduje się typowa masa torfowa z rozpoznawalnymi makroskopowo szczątkami roślin torfotwórczych. Różnice w poszczególnych warstwach profilu polegają na tym, do jakiego botanicznego rodzaju należą szczątki dominujących roślin torfotwórczych oraz na stopniu rozkładu i związanej z tym konsystencji torfu.

Jeśli na torfowisku okres z obniżonym lustrem wody bywa dość długi, to w profilu zaznacza się to silniejszym rozkładem warstwy poddarniowej, która staje się wtedy zwykle ciemniejsza, jak również zatracą strukturę gąbczastą; masa torfowa tej warstwy przybiera konstystencję kłaczkowatą, przejawia tendencję do zgruźlenia się.

Na torfowiskach użytkowanych jako łąki kośne, turzycowo-trawiaste, gdzie poziom wody gruntowej tylko okresowo podchodzi do powierzchni, profil torfowy posiada już wyraźne zróżnicowanie. W górze, pod mocną i grubą darnią, występuje warstewka torfu zmienionego, z wyglądu przypominającego torfową glebę uprawną. Rozpatrując dokładnie, widzimy, że torf ten składa się z drobnych, wielkości kilku milimetrów gruzełków. Ponieważ pojęcie struktury gruzełkowej wiąże się ze specyficzną, ustaloną co do genezy i morfologii strukturą mineralnych gleb uprawnych, w naszych opisach profilów torfowych nie używaliśmy tego terminu, tym bardziej, że gruzełki torfowe różnią się całkowicie od spotykanych w glebach mineralnych. W budowie swej przypominają większe lub mniejsze ziarna kaszy, dlatego też strukturę taką nazwaliśmy kaszkowatą. Grubość warstwy kaszkowatej na łąkach turzycowo-trawiastych lub niedomelirowanych łąkach trawiastych (trzcinnikowych, moliniowych) bywa niewielka, do 10 cm. Głębiej zalega torf niezmieniony, z dobrze rozpoznawalnymi szczątkami roślinnymi.

Na łąkach torfowych dobrze i dawno odwodnionych, gdzie poziom wody utrzymuje się średnio na głębokości 0,5 m, często spada niżej do 1 m, a wyjątkowo tylko, po dłuższych deszczach, np. w jesieni, przybliża

się ku powierzchni, profil torfu murszejącego wykształcony jest wyraźnie. Warstwa darniowa bywa różnej grubości i o różnym związaniu, zależnie od nawożenia łąki. Pod nią 10—20 cm warstwa kaszkowata złożona z drobnych bo wielkości zaledwie 2—3 mm kawałów torfu o kształtach



Fot. H. Okruszko

Fot. 1. Szczeliny w murszejącym torfowisku w miejscach pozbawionych darni

nieregularnych, kanciastych. Wielkość tych ziarenek zwiększa się wraz z głębokością. Natomiast ku górze, w pobliżu darni, widzimy, że są one coraz mniejsze. Bliższa analiza warstwy darniowej wykazuje, że składa się ona z masy drobnutkich, wielkości ziaren maku, drobinek torfu, tkwiących w siatce utworzonej przez korzenie. Jeśli zdarnienie jest silne,

to warstwa darniowa tworzy spoistą całość. Przy zadarnieniu słabszym ziarenka torfowe, przy potrząsaniu darnią, wysypują się.

Jeśli zaś chodzi o partię profilu pod warstwą kaszkowatą, to obserwujemy tu stopniowe przejście do torfu niezmienionego. Warstwa przejściowa posiada charakterystyczną łupliwą strukturę.



Fot. H. Okruszko

Fot. 2. Odkrywka obrazująca głębokość szczelin  
w murszejącym złożu torfowym

Tak wyglądają odkrywki z łąk torfowych dających różne plony siana, na których jednak nie występuje jeszcze zjawisko rozpylania się torfu.

Ostatnie stadium w cyklu przemian, jakie przechodzi torfowisko odwodnione, wyraża się (poprzez różne stadia przejściowe) w postaci łąk o zdegradowanej szacie roślinnej. Stopień zdegradowania bywa różny. Cechą charakterystyczną jest słabe stosunkowo zadarnienie, dominującą trawą — kostrzewa czerwona, która tworzy luźny, łatwo odstający od



Fot. H. Okruszko

Fot. 3. Spękanie na powierzchni pozbawionego darni torfowiska spowodowane wysychaniem torfu

podłoża kożuch darni. Przy ostro zaznaczonej degradacji szaty roślinnej występują place nagiego torfu, pozbawionego całkowicie darni. W suchej porze roku darń jest częściowo martwa, zeschnięta, łamie się pod stopami, wierzchnia warstwa torfu luźna i sypka, noga zapada się w proszek torfowy. Jest to torfowisko zmurszałe i rozpylone (zdegradowane). Na łąkach takich, nawet w latach o dużej ilości opadów porost roślinności jest słaby, występowanie miejsc bez darni dość częste. Miejsca takie często są popękane, tworzą się na nich kilkudziesięciocentymetrowej długości i podobnej głębokości szczeliny, szerokie na 1—3 cm (fot. 1 i 2).

Pęknięcie torfu i tworzenie szczelin jest rzecz znaną. Zjawisko to opisywało już wielu autorów, u nas najobszerniej omówił je prof. Bac (1).

Pochodzenie szczelin tłumaczy się działaniem napięć spowodowanych przez kurczący się schnący torf. Mogą przy tym powstać szczeliny do szerokości 20 cm, głębokie na 1—1,5 m, dzielące złoża torfowe na nieregularne tafle o pow. kilku m<sup>2</sup>. Zjawisko takie obserwowano w 1955 roku w czasie suszy na silnie odwodnionych podczas wykonywania robót melioracyjnych partiach Kuwasów. Jest to zjawisko spotykane raczej rzadko. Najczęściej torf pęka w postaci drobnej siatki szczelin, o rozmiarach kilkunastu lub kilkudziesięciu cm (jak to widać na fot. 3).

Pęknięcie torfu obserwujemy również w wyniku działań mrozu. Zamarzająca w torfie woda tworzy kryształy lodu, które rozsadzają masę torfową.

Prof. Bac opisuje pęknięcie nawadnianego torfowiska w postaci dużych, długich szczelin. Tłumaczy to działaniem napięć, jakie powstają w czasie pęcznienia torfu, a które ostro zaznaczają się pomiędzy partią nasyconą wodą i nie nasyconą.

## 2. PRZEBIEG PROCESU MURSZENIA

Na podstawie zebranych obserwacji z szeregu profilów murszowych ukształtowaliśmy następujący obraz przebiegu procesu murszenia.

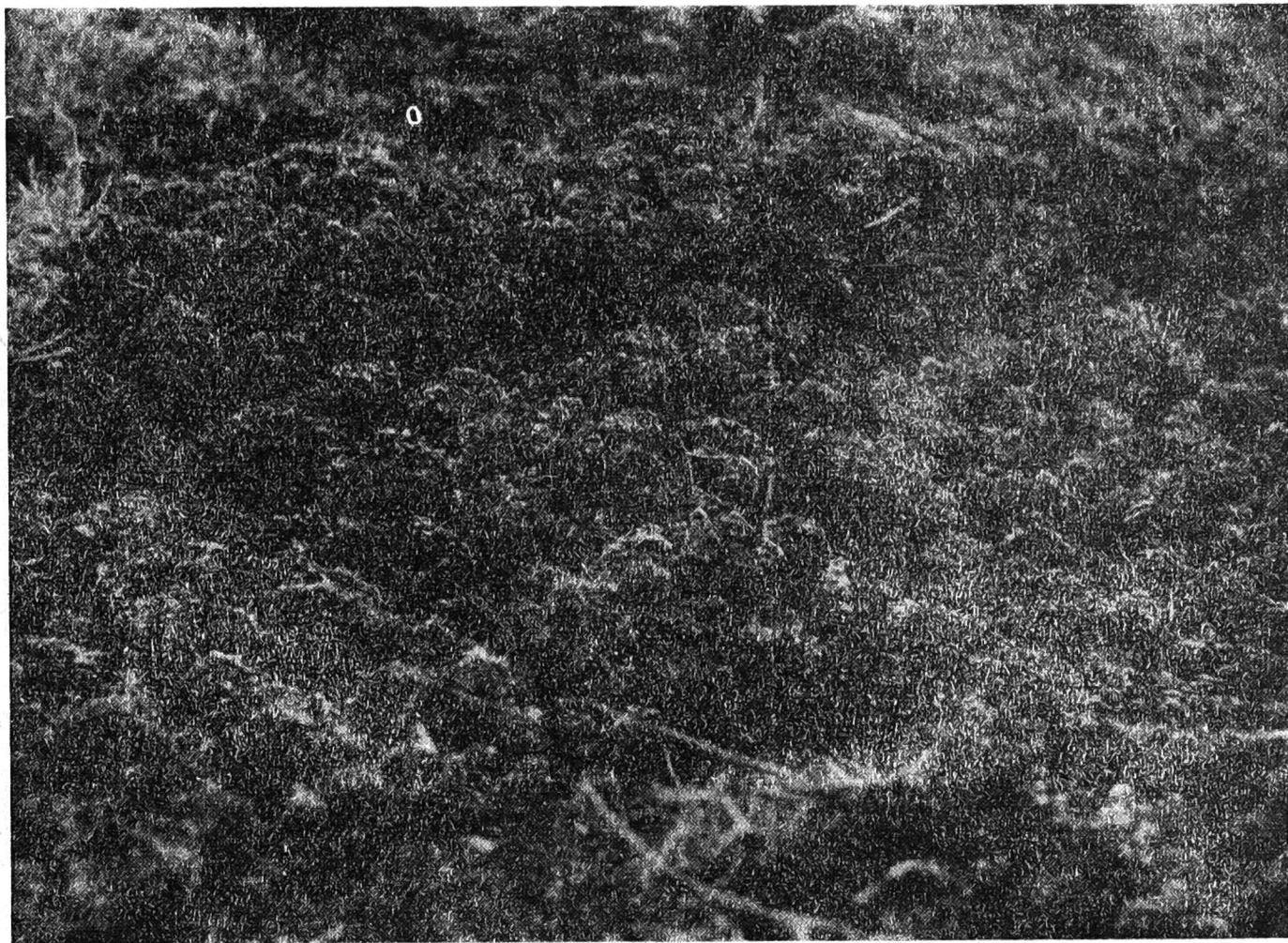
Omawianie zjawiska rozpoczniemy od warstw głębszych, przechodząc ku powierzchni poprzez warstwy coraz bardziej zmienione, z zaznaczonym coraz dalej stopniem zmurszenia.

Na głębokości zwykle średnio 0,5 m znajdujemy niezmienny torf z wyraźnie widocznymi resztkami roślinnymi. Posuwając się w górę profilu widzimy na torfie tym nieregularną mozaikę ciemnych smug, jak gdyby porysowanie jednolitej masy torfowej. Dokładniejsza analiza tych rys wykazuje, że są to szczeliny po spękaniach złoża torfowego wypełnione rozłożoną masą torfową, o nierozpoznawalnych szczątkach roślinnych. Rysy te mają klinowaty kształt, są szerokie na kilka mm, porzrzucane w siatce w odstępach kilkunastocentymetrowych, przeważają pionowe. Są to jak gdyby pierwsze pęknięcia złoża, które zaczynają dzielić jednolity pokład torfowy na frakcje. Wydobyta z tego poziomu cegielka torfu łatwo rozpada się na nieregularne, dość duże bryłki (kilku- lub kilkunastocentymetrowe). Bryłki te oddzielają się od siebie wzdłuż porysowań widocznych w złożu. Dalsze ich rozdrobnienie wymaga pokonania większego oporu. Rozłamanie takiej nie dzielącej się dalej bryłki wykazuje, że w środku jej znajduje się niezmienny torf o zachowanej włóknistej strukturze, z rozpoznawalnymi resztkami roślinnymi. Natomiast na powierzchni bryłki widzimy czarną, bezstrukturalną masę humusu, która jak gdyby opudrowuje kawałki niezmiennego torfu. Humus ten pochodzi z rozkładu masy torfowej samej bryłki, jak też bywa namyty z wyższych warstw torfowiska.



Posuwając się wyżej obserwujemy coraz dalej posunięte rozdrabnianie się masy torfowej. Małe, kilkucentymetrowe grudki wzięte do ręki rozsypują się na nieregularne kawałki przypominające gruby ryż.

Stopniowo zarysowuje się w profilu nowa warstwa złożona z luźnych drobnych ziaren wielkości kaszy; jest to warstwa kaszkowata, poddarniowa, o której mówiliśmy już obszerniej uprzednio. Wielkość kaszkowatej frakcji zmniejsza się ku górze.



Fot. H. Okruszko

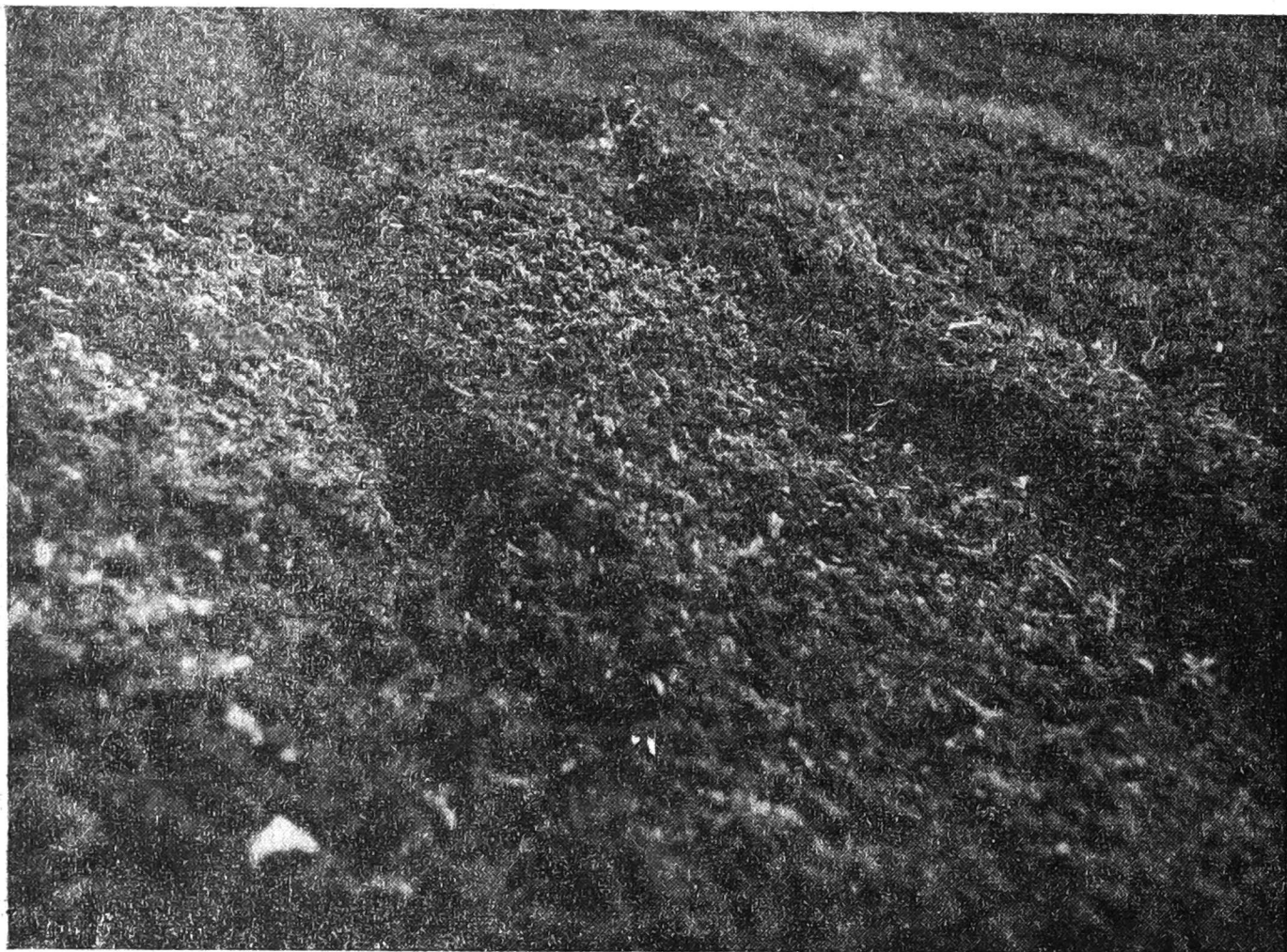
Fot. 4. Kruszące działanie mrozu na torfowisku. Skarpa rowu na wiosnę. Widoczne są charakterystyczne wykwitwy występujące na grudkach torfu

Nowy poziom w profilu wyznaczają korzenie roślin rysując zasięg warstwy darniowej. Korzenie te tworzą siatkę, którą wypełnia masa murzowa. Masa ta tworzy się drogą coraz to dalszych, drobniejszych spękań dzielących torf stopniowo na coraz mniejsze frakcje aż do pyłu włócznie.

Przyczyna tych zmian nie jest dostatecznie znana. Na podstawie obserwacji możemy stwierdzić, że wysychanie oraz przemrażanie torfu powodują jego pęknięcie, które doprowadza do opisanego stanu. Z teoretycznego punktu widzenia możemy przypuszczać, że pęknięcie jest wynikiem działania sił kapilarnych. Goriaczkin (13) podaje, że pod wpływem wy-

sychania krzywizna menisków wody w kapilarach wzrasta, w następstwie czego, tak jak pod wpływem zewnętrznego obciążenia, szkielet gleby ściska się i objętość jego maleje. Proces ten zachodzi do czasu zanim opór poddającego się szkieletu nie zrównoważy się z siłą ciśnienia kapilarnego uwarunkowaną krzywizną menisków.

Grubość poszczególnych warstw w profilu murszowym jest różna: darniowej do 20—25 cm, najczęściej 10—15 cm, kaszkowatej 10—30 cm, łupliwej 20—30 cm.



Fot. H. Okruszko

Fot. 5. Skiby na torfowisku z jesiennej orki  
rozkruszone działaniem mrozów

Obserwuje się pewną zależność między głębokością zmurszenia a poziomem wody gruntowej — o czym była już mowa uprzednio, oraz stopniem zmurszenia a wykształceniem darni. Na torfowiskach źle zadarnionych mursze są głębsze, a stopień rozdrobnienia masy torfowej znacznie większy. Ochronne działanie darni jest wyraźnie widoczne. Na starych łąkach uprawnych, stale utrzymywanych w dobrej kulturze, widzimy, jak na przykład w niektórych miejscach nad Notecią, stosunkowo głębokie — do 0.5 m — wyraźnie wykształcone profile murszowe, gruboziarniste.

o mocnej darni, bez ujemnych objawów w runi. Łąki takie plonują dobrze. pomimo że zmeliorowano je 150—180 lat temu. Znajdują się one zwykle w strefie działania wód zalewowych. W przytarasowych partiach torfowisk, stale i obficie zasilanych wodami gruntowymi, zjawisko murszenia zaznaczone jest słabo lub też nie występuje. Nie murszeją torfy przykryte mineralnymi deluwiami, natomiast utwory mułowo-torfowe podlegają temu procesowi. Szczególnie silne murszenie, w formie daleko posuniętego rozpylenia, występuje na torfowiskach bogatych w związki żelaza.



Fot. H. Okruszko

Fot. 6. Młoda łąka torfowa po pierwszej zimie.  
Rozpuchnienie warstwy wierzchniej spowodowane mrozem

Torfowiska wysokie odwodnione murszeją, o ile zostaną sztucznie pozabawione darni (wierzchnicy), np. przez przygotowanie pól suszenia torfu opałowego (fot. 4).

Torfowiska napiaszczone ulegają również murszeniu, ale w złagodzonej formie. Wierzchnia warstwa, darniowa lub uprawna, jest zwięzła, mocna. Składa się z drobnych ziarenek murszu silnie spojonych z ziarenkami piasku. Głębiej występuje warstwa gruboziarnistego murszu, przechodząca stopniowo w warstwę łupliwą, a później w torf niezmienny.

Na torfowiskach zmurszałych obserwujemy na wiosnę specyficzne zjawisko powstawania białych wykwitów na grudkach murszu. W miarę obsychania pozbawionego darni terenu, coraz wyraźniej pojawia się jasny nalot w postaci drobnych, poniżej 1 mm, zgrużeń, początkowo brudnobiałych z brunatnym odcieniem, później w miarę wysychania coraz jaśniejszych. Wykwity te jak szron pokrywają całe pola torfowe. Analizowane pod mikroskopem wykazują bezstrukturalną budowę, mówiącą o nieorganicznym pochodzeniu.

Według analizy chemicznej wykonanej przez mgr J. Ducha w Zakładzie Wykorzystania Torfowisk IMUZ mają one następujący skład chemiczny:

Potraktowanie próbki	Popiół surowy	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Spopielona	58,4	25,9	16,08	1,3	2,2
Gotowana 10 min. w 10% HCl	—	16,4	15,30	1,2	2,1
Po 24 godz. stania w 10% HCl	—	4,1	7,60	0,84	1,8
Gotowana 10 min. w H <sub>2</sub> O	—	0,5	1,96	—	0,9
Po 24 godz. stania w H <sub>2</sub> O	—	—	2,02	—	—

Zebrana z powierzchni grudek torfu próbka posiadała 41,6 masy organicznej — jako zanieczyszczenie torfem. W związku z tym zawierają 1.53 % N oraz 0.12 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

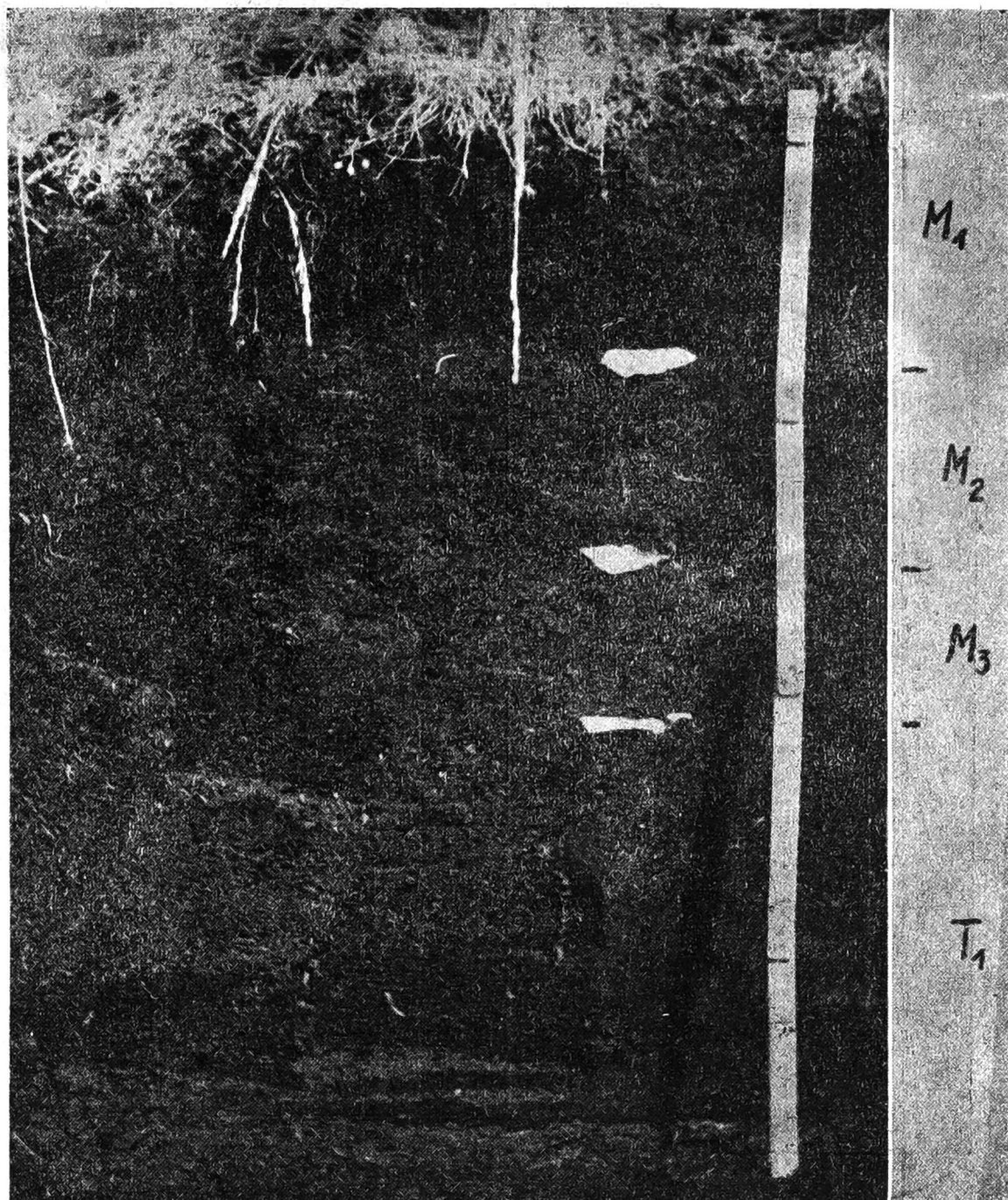
### 3. TYPOWY PROFIL NA TORFOWISKU ZMURSZALYM Z PODZIAŁEM NA ZASADNICZE POZIOMY

Biorąc pod uwagę przytoczone obserwacje oraz opisy odkrywek glebowych możemy, w formie podsumowania całości, podać charakterystykę typowego profilu murszu torfowego.

W profilu tym wyróżniamy 5 zasadniczych poziomów do oznaczania których przyjęliśmy symbole M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>.

- M<sub>1</sub>** — warstwa darniowa, często pyłowa. Zasięg jej wyznaczają korzenie darni, które przy dobrym zadarnieniu wiążą ten poziom w jedną spójną całość. Przy zadarnieniu słabym warstwa ta jest sypka, proszkowata, z luźnie związanymi festonami korzeni. Na torfach uprawnych M<sub>1</sub> występuje w postaci warstwy proszkowatej. Wielkość frakcji poniżej 1 mm.
- M<sub>2</sub>** — warstwa kaszkowata, ziarnista. Tworzą ją nieregularne, kanciaste lub blaszkowate ziarna murszu wielkości kilku milimetrów (od 2—10 mm, średnio 3—4 mm). Ziarna te nie zmieniają kształtu nawet w okresie bardzo silnego uwilgotnienia (pod poziomem wody gruntowej), ściśnięte w dłoni nie zlepiają się w grudkę, ani też nie deformują. Dopiero przy rozcieraniu w palcach

tracą swe kształty i zamieniają się w gęstą, suchą pastę. Resztki roślin torfotwórczych niewidoczne. Jest to warstwa najluźniejsza nie spajana ani korzeniami darni, które do niej nie wchodzi, ani też siłami zwieźłości złoża. Po wykopaniu odkrywki część ziaren z tej warstwy wysypuje się, przez co tworzy się charakterystyczne zagłębienie w profilu.

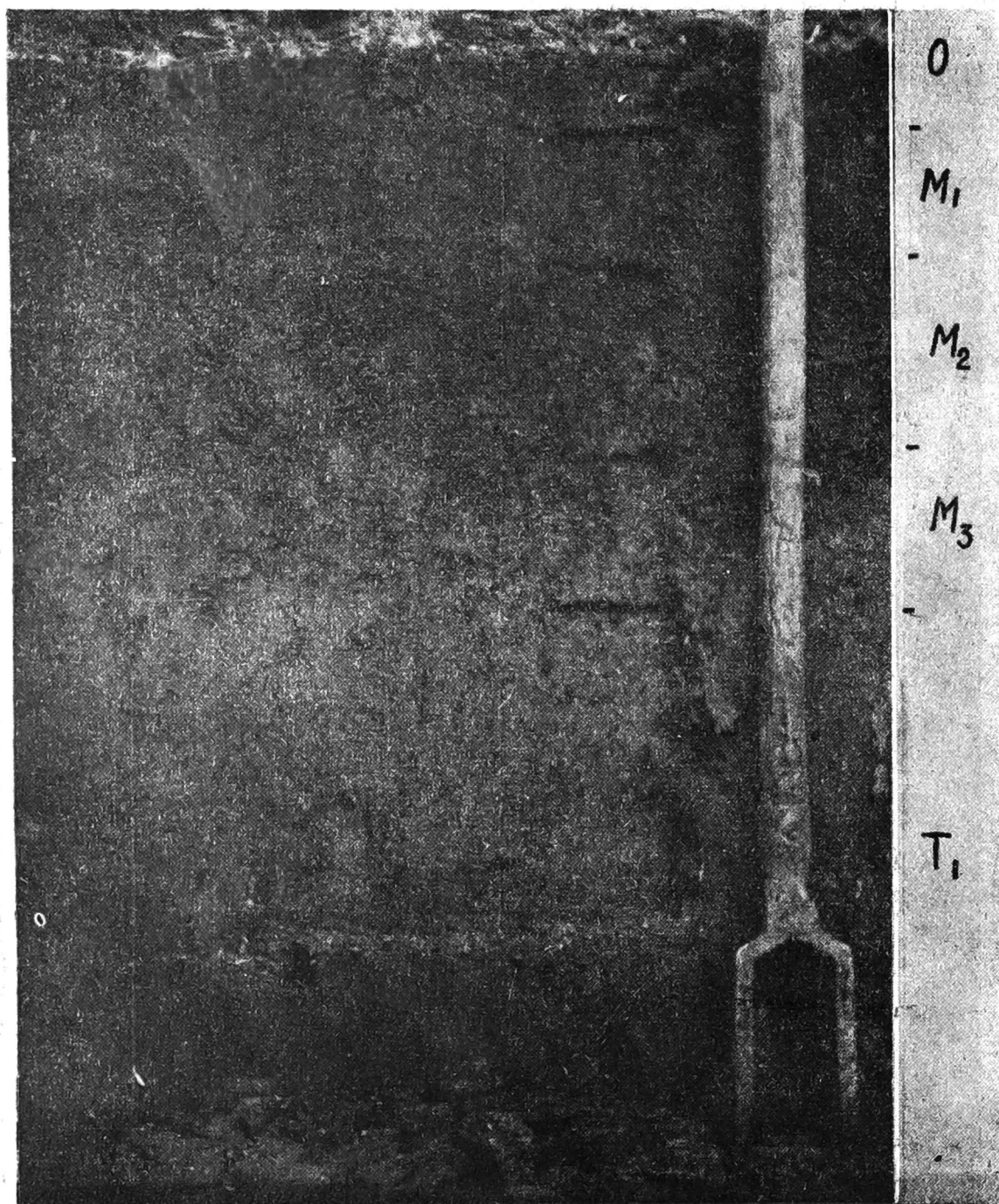


Fot. H. Okruszko

Fot. 7. Typowy profil glebowy na torfowisku zmurszałym z wydzielonymi charakterystycznymi warstwami  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $T_1$ . Modzelówka

$M_1$  — warstwa łupliwa. W profilu występuje w jednolitej postaci, utrzymywana jeszcze siłami spoistości złoża. Spoistość ta jest jednak niewielka, torf łatwo rozsypuje się na nieregularne kanciaste kawałki o wielkości kilkunastu do kilkudziesięciu mm (10—80), lub nawet większe bryłki (z warstw głębszych). Wewnątrz bryłek znajduje się torf mało zmieniony o rozpoznawalnych szczątkach roślin torfotwórczych; z zewnątrz otacza je masa humusu. Wygląd

warstwy mozaikowaty, co spowodowane jest dużą ilością w złożu większych i mniejszych szczelin, wypełnionych humusem namytym z warstw wierzchnich, różniących się często zabarwieniem.



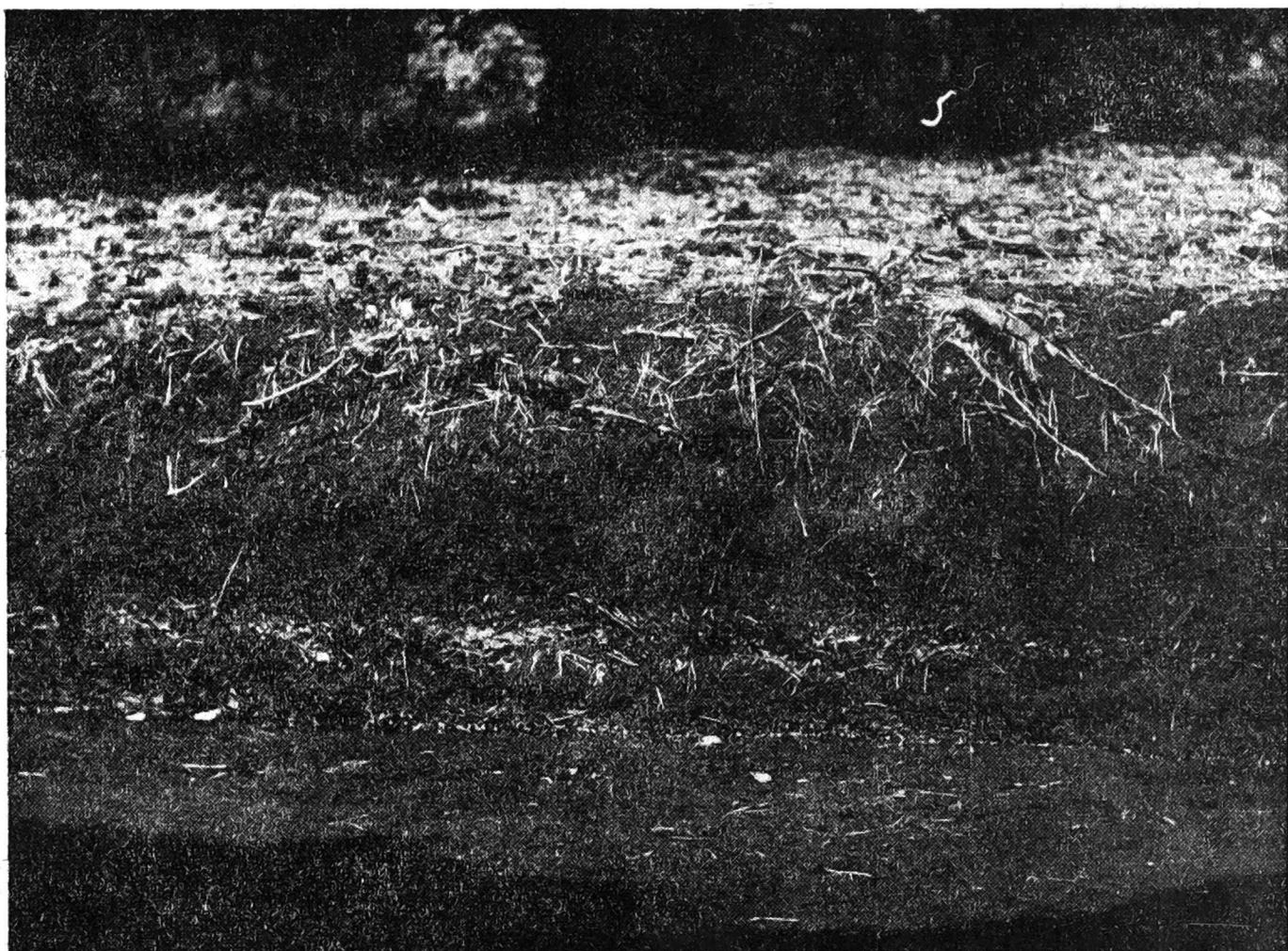
Fot. H. Okruszko

Fot. 8. Odkrywka na torfowisku silnie zmurszałym użytkowanym jako kopalnia torfu. Widoczne są charakterystyczne warstwy profilu murszowego. Warstwa 0 powstała wtórnie z nagromadzenia się pokruszonych w czasie eksploatacji cegiełek torfowych

- T<sub>1</sub> — warstwa torfu niezmiennego, zazwyczaj ciemnego, prawie czarnego, bez oznak murszenia, zalegająca w strefie wahań poziomu wody gruntowej.  
 T<sub>2</sub> — warstwa torfu stale przebywającego pod poziomem wody gruntowej. Jest to przeważnie torf o zabarwieniu brunatnym, często jasnobrązowym, szybko ciemniejącym na powietrzu.

Grubość poszczególnych warstw bywa różna, zależnie od warunków wodnych oraz stopnia zaawansowania procesu murszenia.

Najgłębsze spotykane profile murszowe wynosiły 0,9 m, z tym, że jako mursz traktujemy warstwy  $M_1$ ,  $M_2$  i  $M_3$ .



Fot. H. Okruszko

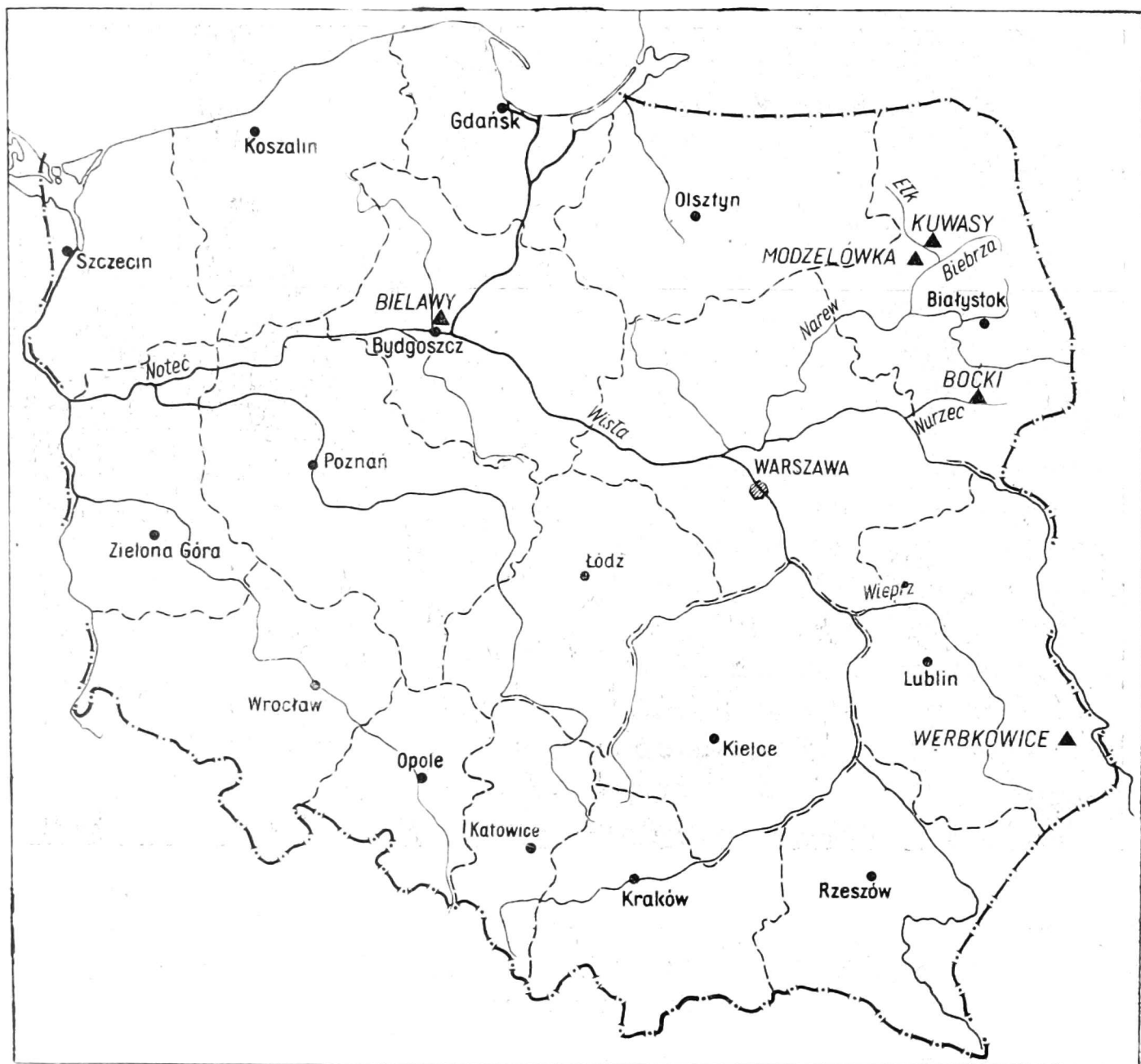
Fot. 9. Zmurszałe torfowiska wysokie (Jonkowo koło Olsztyna). Skarpa dołu potorfowego wypełnionego wodą, na której powierzchni pływa suchy rozpylony torf obsypany z brzegu

### III. BADANIA PRZEPROWADZONE W 1955 R. NA TORFOWISKACH ZMURSZALYCH

#### 1. CEL I ZAKRES BADAŃ

W ramach prac Komisji Biologii w Gospodarce Wodnej KNR-PAN zostały przeprowadzone badania porównawcze na kilku typowych, dużych obiektach o torfach zmurszałych, położonych w różnych punktach kraju. Celem tych badań było zebranie materiału porównawczego do wnioskowania, czy murszenie przebiega według pewnej prawidłowości wszędzie niezależnie od warunków, w jakich torfowisko się znajduje, czy też nabiera odpowiedniej specyfiki. Chodziło również o podsumowanie ma-

teriałów istniejących odnośnie tego zjawiska, jak też o próbę wyjaśnienia niektórych procesów. Pokrywało się to z głównym celem pracy Komisji Biologii, jakim jest naświetlenie problemu ze wskazaniem kierunku badań.



Rys. 1. Rozlokowanie punktów badań na torfowiskach zmurszałych

Prace zostały wykonane na czterech obiektach przez zespół pracowników naukowych pod kierunkiem prof. A. Maksimowa. Badania na obiekcie Bielawy w dolinie Noteci wykonali mgr H. Frąckowiak i inż. T. Brandyk, na Modzelówce w rejonie Bagien Biebrzańskich — mgr J. Szuniewicz i mgr J. Gajda, na Boćkach, na zlewni rzeki Nurzec — mgr S. Liwski i mgr F. Maciak, w Werbkowicach, w dolinie rzeki Huczwy — mgr S. Zawadzki i mgr L. Orłowska. Badania te objęły charakterystykę wytypowanych obiektów oraz oznaczenie właściwości fizyko-wodnych murszów i torfów. Ponadto zostały pobrane próbki, które poddano analizom labo-



ratoryjnym w Katedrze Torfoznawstwa SGGW oraz w Zakładzie Wykorzystania Torfowisk IMUZ.

## 2. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH DO BADAŃ OBIEKTÓW

Szczegółowe charakterystyki badanych obiektów znajdują się w materiałach złożonych do Komisji Biologii przez wyżej wymienionych pracowników. W niniejszym opracowaniu zajmiemy się więc jedynie charakterystyką torfów oraz stopniem ich zmurszenia.

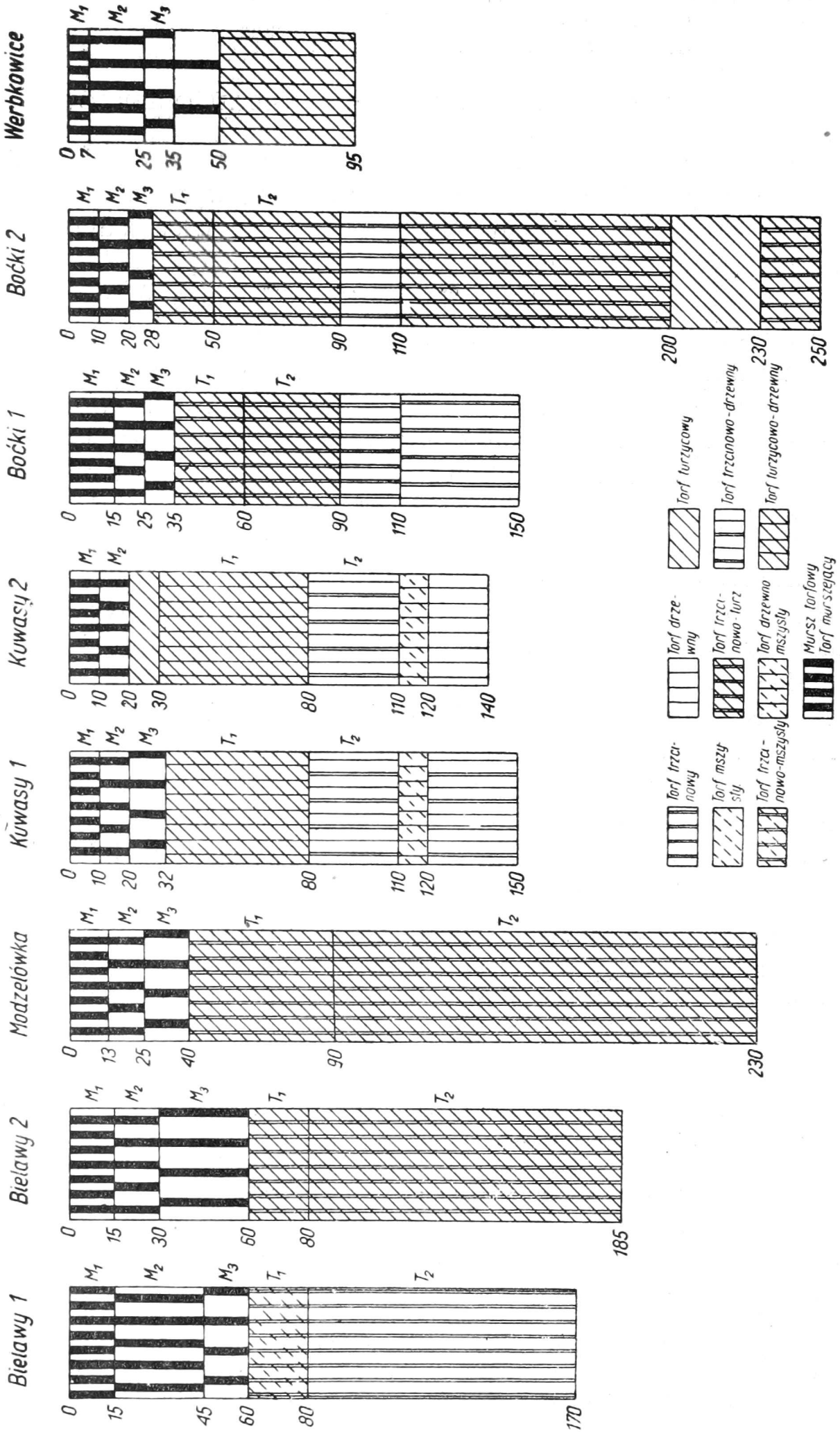
Obiekt Bielawy leży w dolinie Noteci w okolicy Nakła. Tereny te są charakterystyczne jako dawno uprawiane torfowiska, silnie odwodnione i zmurszałe. Dzięki zastosowaniu nawodnienia można było założyć na rozpylonych, martwych murszach dobre łąki. Bielawy są wycinkiem wielkich obszarów torfowych nad Notecią, jednak wycinkiem typowym zarówno co do budowy złoża jak też zachodzących w nim zmian (37). U podnóża północnej krawędzi doliny, stromej, morenowej zalegają torfy głębokie do 4 m, trzcinowe i trzcinowo-turzycowe, nasycone węglanem wapnia z licznymi muszelkami. Torfy te przykryte są warstewką osadów deluwialnych grubości przy krawędzi 0,5 m, stopniowo wypływającą się w kierunku środka doliny i następnie znikającą. W miarę tego jak coraz cieńsza staje się warstewka zaczyna się pod nią wyraźniej zaznaczać zmurszenie torfu. Środkową partię torfowiska między krawędzią a korytem rzeki wypełniają torfy trzcinowe o miąższości 1,5—2 m z silnie zaznaczonym procesem zmurszenia, obejmującym warstwę grubości 0,4—0,6 m.

Trzeci pas glebowy, równoległy do poprzednich, ciągnie się wzdłuż koryta Noteci, w bezpośrednim jego sąsiedztwie. Tworzą go płytkie mursze torfowe (0,3—0,5 m), zalegające na luźnych piaskach.

Badania wykonano na dwóch profilach położonych w pasie środkowym (torfu silnie zmurszałego), na sztucznie założonych łąkach uprawnych. Profile te charakteryzują niżej przytoczone opisy oraz załączone rysunki.

### Bielawy — profil I

- 0—15 cm — M<sub>1</sub> — darń z murszem rozpylonym, wyczuwalne silne zamulenie, barwa ciemnoszara.
- 15—45 cm — M<sub>2</sub> — mursz kaszkowaty o różnej wielkości kawałków, zwiększających się z głębokością (do 15 mm). Zamulenie znaczne, nawet w postaci wkładek piasku. Barwa czarna.
- 45—60 cm — M<sub>3</sub> — torf murszejący, łupliwy, widoczne ciemnobrunatne szczątki trzciny, barwa warstwy — czarna.
- 60—80 cm — T<sub>1</sub> — torf mszysto-trzcinowy, trzcinowo-mszysty, H<sub>6</sub>, ciemnobrunatny.
- 80—170 cm — T<sub>2</sub> — torf trzcinowy, H<sub>3-4</sub>, jasnobrązowy, u dołu silnie zamulony.
- Poniżej 170 cm — piasek luźny, średnio-ziarnisty, z domieszką części pylastych i resztkami roślin.



Rys. 2. Profile stratygraficzne

## Bielawy — profil II

- 0—15 cm —  $M_1$  — darń z murszem silnie rozpylonym, barwa brunatna, widoczne warstewki piasku.
- 15—30 cm —  $M_2$  — mursz luźny o kształcie nieregularnych blaszek wielkości 5—15 mm, barwa czarna.
- 30—60 cm —  $M_3$  — murszejący torf silnie rozłożony, czarny z brunatnymi wkładkami i jasnordzawymi plamkami.
- 60—80 cm —  $T_1$  — torf turzycowo-trzcinowy  $H_4$  brunatny.
- 80—185 cm —  $T_3$  — torf turzycowo-trzcinowy z domieszką drewna olchy,  $H_3$  brunatny.
- Poniżej 185 cm — piasek luźny, średnioziarnisty.

Obiekt Modzelówka znajduje się w południowo-zachodniej partii bagien Górnej Biebrzy w pobliżu Grajewa. Jest to teren typowy dla zmurszałych torfowisk biebrzańskich (30, 31). Wytworzenie się murszu spowodowane tu zostało nie wieloletnią, intensywną eksploatacją rolniczą odwodnionego torfowiska, lecz przeciwnie, brakiem jakiegokolwiek zagospodarowania tego torfowiska po jego odwodnieniu. Co do budowy złoża jest to torfowisko niegłębokie do 2,5 m, przeciętnie 1,5 m, o znacznie sfalowanym podłożu, wypełnione torfem trzcinowym i trzcinowo-turzycowym, miejscami w warstwach głębszych — domieszka mchów. Głębokość zmurszenia waha się w granicach 0,3—0,7 m, średnio 0,4 m. Teren niezagospodarowany, obecnie na części obiektu warstwy murszowe są eksploatowane metodą frezerową na opał, z tym, że planuje się po zdjęciu murszu zakładanie łąk na torfie o niezmienionej strukturze.

Badania wykonano na profilu w środkowej części obiektu przedstawiającej całkowity nieużytek gospodarczy. Poniżej podajemy opis profilu.

## Modzelówka — profil

- 0—13 cm —  $M_1$  — darń b. słaba, cienka, do 3 cm, pod nią sypki proszek murszowy.
- 13—25 cm —  $M_2$  — mursz kaszkowaty, luźny, czarny.
- 25—40 cm —  $M_3$  — murszejący torf, łupie się pryzmatycznie, szczątki roślin stosunkowo dobrze rozpoznawalne (trzciną i turzycę) — awansowanie murszenia niezbyt duże.
- 40—90 cm —  $T_1$  — torf trzcinowo-turzycowy  $H_4$ , ciemnobrunatny.
- 90—150 cm —  $T_2$  — torf trzcinowo-turzycowy  $H_3$ , jasnobrunatny.
- 150—230 cm — jak wyżej.
- Poniżej 230 cm — piasek.

Zjawisko murszenia występuje też na torfowiskach Kuwaskich położonych kilka kilometrów na północ od Modzelówki. W pobliżu Zakładu N. B. Biebrza znajdują się na dużym płacie zmurszałego torfu dwie charakterystyczne łąki. Jedna — to typowy nieużytek porośnięty kostrzewą czerwoną i towarzyszącą jej roślinnością z placami martwej darni i plamami obnażonego torfu. Druga — łąka uprawna, założona zaraz po odwodnieniu torfowiska w 1938 r. i pielęgnowana, chociaż niezbyt starannie do obecnych czasów, o wydajności rocznej do 50 q/ha siana. Różnice w cha-

rakterze terenu są bardzo wyraźne, ostro zaznaczone. Z tych dwóch łąk torfowych (należących do W. Chmielewskiego) zanalizowano profile odległe od siebie o kilka metrów.

Opis profilów podajemy poniżej:

- Kuwasy — profil I — torf silnie zmurszały, nieużytek
- 0—10 cm —  $M_1$  — darni słabo związana, luźna, grubości ok. 4 cm, pod nią warstwa sypkiego, szaroziemistego murszu.
- 10—20 cm —  $M_2$  — mursz kaszkowaty, luźny, z dużą ilością nieforemnych przestworków i szczelin, barwa szarobrunatna.
- 20—32 cm —  $M_3$  — murszejący torf łupiący się pryzmatycznie, rozpoznawalne szczątki roślin, głównie drewna, barwa czarnobrunatna.
- 32—80 cm —  $T_1$  — torf turzycowo-drzewny  $H_5$ , głębiej  $H_4$ , widoczne szczątki brzozy. Barwa u góry intensywnie ciemna, u dołu jaśniejsza.
- 80—110 cm —  $T_2$  — torf trzcinowo-drzewny  $H_4$ , szarobrunatny, jaśniejszy niż warstwa nad nim.
- 110—120 cm — torf mszysto-drzewny  $H_{4-3}$ , brunatny.
- 120—150 cm — torf trzcinowo-drzewny  $H_5$ , ciemny.
- Poniżej 150 cm — piasek.

- Kuwasy — profil II — torf murszejący — łąka uprawna
- 0—10 cm —  $M_1$  — warstwa darniowa, mocna, zwięzła, monolitycznie połączona z warstwą następną.
- 10—20 cm —  $M_2$  — warstwa murszowa, zwięzła, ziarnista z rdzawymi koncentracjami żelaza. ( $M_2$  — mało typowe).
- 20—30 cm — torf turzycowy z drewnem z oznakami murszenia prawie niewidocznymi, wyróżnienie warstwy  $M_3$  niemożliwe,
- 30—80 cm —  $T_1$  — torf turzycowo-drzewny  $H_{4-5}$  ciemno brunatny, ciemniejszy u góry.
- 80—110 cm —  $T_2$  — torf trzcinowo-drzewny  $H_4$  — nieco jaśniejszy niż wyżej.
- 110—120 cm — torf trzcinowy  $H_{3-4}$ , ciemnobrązowy.
- 120—140 cm — torf drzewny, zamulony, z piaskiem.
- Powyżej 140 cm — piasek.

Obiekt Boćki leży w rozszerzonej dolinie rzeki Leśnej u jej ujścia do Nurca na południowy wschód od Bielska-Podlaskiego. Torfowisko niezbyt duże (pow. 1500 ha), typowe dla obszarów moreny dennej, odwodnione w latach 1934—37 i częściowo zagospodarowane. Na całym obiekcie występuje proces murszenia o różnym stopniu zaawansowania.

Torf przeciętnie głęboki na 1,5—2,5 m, rzadko dochodzący do 4 m. Przeważa torf turzycowo-trzcinowy, stopień rozkładu  $H_{46}$ . Do porównania wzięto dwa profile: z łąki uprawnej założonej w 1939 r. (Wińskiego) oraz z terenu dotychczas niezagospodarowanego.

Poniżej przytaczamy opisy odkrywek:

- Boćki — profil I — łąka uprawna
- 0—15 cm —  $M_1$  — darni zbita, silny wojłok korzonków, mocno trzyma zawarte w nim ziarenka murszu, warstwa wilgotna.
- 15—25 cm —  $M_2$  — kaszkowaty mursz, luźny — u dołu bardziej spoisty, o większych ziarnach.

25—35 cm	— M <sub>3</sub>	— zbity, ciemny torf murszejący z gęstymi zaciekami próchnicznymi, łupliwy.
35—60 cm	— T <sub>1</sub>	— torf turzycowo-trzcinowy, H <sub>4</sub> ciemny.
60—90 cm	— T <sub>2</sub>	— torf turzycowo-trzcinowy H <sub>3-4</sub> zapach H <sub>2</sub> S.
90—110 cm		— torf trzcinowy H <sub>3-4</sub> , ciemno-brązowy.
110—150 cm		— torf drzewno-trzcinowy H <sub>5</sub> .
Poniżej 150 cm		— piasek drobno-ziarnisty.

Boćki — profil II — teren niezagospodarowany

0—10 cm	— M <sub>1</sub>	— darń luźna, mursz słabo powiązany korzonkami roślin, lekki, suchawy, rozpulchniony, darń łatwo odstaje od złoża.
10—20 cm	— M <sub>2</sub>	— mursz drobno-kaszkowaty, luźny mimo dużego uwilgocenia.
20—28 cm	— M <sub>3</sub>	— torf murszejący, łatwo łupliwy, ze znaczną ilością wolnych przestworków, barwa szara, wytrącenia żelaziste i wiwianitowe.
28—50 cm	— T <sub>1</sub>	— torf trzcinowo-turzycowy H <sub>4</sub> , ciemnobrązowy.
50—90 cm	— T <sub>2</sub>	— torf turzycowo-trzcinowy H <sub>4</sub> .
90—110 cm		— torf trzcinowy H <sub>3-4</sub> .
110—200 cm		— torf turzycowo-trzcinowy H <sub>3</sub> .
200—230 cm		— torf turzycowy H <sub>3-4</sub> .
230—250 cm		— torf turzycowo-trzcinowy, lekko zamulony H <sub>6</sub> .
Poniżej 250 cm		— biały piasek średnioziarnisty.

Obiekt Werbkowice charakteryzuje torfowiska południowo-wschodniej Polski silnie zamulone węglanem wapnia. Leży on w dolinie rzeki Huczwy (33) w jej środkowym biegu, w partii rozszerzonej przed przełomem, jaki ta rzeka dalej sobie toruje. Torf tworzył się w zastoisku wodnym przy współudziale osadzających się namulów. Jest to utwór b. silnie zamulony, bardziej zbliżony do gleby mułowo-błotnej ze storfiałymi szczątkami roślin niż do torfu.

Miąszość tych utworów mułowo-torfowych dochodzi do 3 m. Proces murszenia wszędzie silnie zaznaczony.

Do badań wzięto profil z partii najbardziej torfowej, silnie zmurszałej.

#### Opis profilu Werbkowice

0—7 cm	— M <sub>1</sub>	— darń ze zgrużonym pyłem powstałym ze zmurszałego torfu.
7—25 cm	— M <sub>2</sub>	— luźny mursz w postaci drobnych (5—8 mm) nieregularnych ziaren rozpadających się w palcach na drobniejsze. Ku dołowi wielkość ziaren powiększa się.
25—35 cm	— M <sub>3</sub>	— warstwa murszowa bardziej zwięzła, łupliwa, rozpadająca się na kawałki wielkości 3—10 cm, ciemnobrunatna z rdzawymi plamami na przełomie. Zacieki próchniczne w szczelinach złoża.
35—50 cm		— dalszy ciąg warstwy M <sub>3</sub> — torf turzycowy silnie rozłożony z muszelkami. Widoczne ślady murszenia w postaci spękań. Torf rozpada się na kawałki.
50—95 cm		— torf silnie zamulony, turzycowo-drzewny, więcej muszelek rozmieszczonych w złożu gniazdowo.
Poniżej 95 cm		— piasek szary, słabo gliniasty. Wyróżnienie warstw T <sub>1</sub> i T <sub>2</sub> w złożu niemożliwe.

Badania terenowe na wymienionych obiektach nie zostały przeprowadzone, jak to było zaplanowane, w jednym czasie. Spowodowane to było bardzo nieregularnym przebiegiem pogody, która nie sprzyjała w r. 1955 tego rodzaju badaniom, gdyż był to rok wilgotny.

Na Bielawach prace terenowe przeprowadzono w końcu lipca po utrwaleniu się słonecznej pogody. Na Modzelówce i Boćkach okres odpowiedni do badań zaistniał w sierpniu — po obniżeniu się wyjątkowo wysokiego w tym lecie poziomu wód gruntowych. W Werbkowicach, gdzie wystąpiły rzadko tam notowane wylewy rzeki Huczwy, prace terenowe można było przeprowadzić dopiero we wrześniu.

Otrzymane z badań wyniki charakteryzują zjawisko murszenia ze strony właściwości fizycznych oraz rzucają pewne światło na zachodzące przy tym procesy chemiczne.

### 3. BADANIA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH

Ze scharakteryzowanych wyżej odkrywek pobrane zostały próbki z każdego, wyróżnionego w profilu poziomym. W próbkach tych oznaczono niektóre właściwości fizyczne, ważne z melioracyjnego i agrotechnicznego punktów widzenia. Wyniki oznaczeń podaje tabela 1.

Analizując dane zawarte w tej tabeli zajmiemy się w pierwszej kolejności ciężarem właściwym. W literaturze (13, 23, 40 i inne) podaje się, że ciężar właściwy maleje wraz ze zwiększaniem się stopnia rozkładu torfu, a wzrasta proporcjonalnie do popielności.

W zbadanych profilach murszowych ciężar właściwy murszu jest większy (warstwy  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ) niż torfu ( $T_1$ ,  $T_2$ ). Zgodne to jest z popielnością, która jest większa w warstwach wierzchnich, zmurszałych.

Duże zmiany w zawartości popiołu w poszczególnych warstwach maskują zmiany jakie zachodzą w ciężarze właściwym masy torfowej w miarę jej murszenia.

Ciężar objętościowy torfu przyjęto oznaczać jako chwilowy, czyli ciężar określonej objętości masy wilgotnej, takiej jaka jest w danej chwili w złożu oraz ciężar objętościowy rzekomy — to jest ciężar objętości absolutnie suchej masy torfowej. Ze względu na duże wahania wilgotności torfu w warstwach wierzchnich, ciężar objętościowy chwilowy jest dla tych warstw wskaźnikiem mało miarodajny. Natomiast bardzo charakterystyczną i porównywalną wielkością jest ciężar objętościowy rzekomy, który w dalszych naszych rozważaniach będziemy w skrócie nazywali ciężarem objętościowym. We wszystkich analizowanych profilach obserwujemy prawidłowość wyrażającą się we wzroście ciężaru objętościowego w miarę przybliżania się ku powierzchni. Ciężar jednostki objętości suchej masy murszu na powierzchni torfowiska jest przeciętnie dwukrotnie, a często

Tabela 1

## Właściwości fizyczne próbek i profiliw murszowych

L.p.	Miejsce pobrania - grubość war- stwy w cm	Głębokość po- brania w cm	Popielność w % wag. abs. s. m.	Ciężar właściwy w g/cm <sup>3</sup>	Ciężar obję- tościowy w g/cm <sup>3</sup>		Porowatość w % obj.	Wilgotność				Maks. higroskop. pojem. wodna w % wag. abs. s. m.	
					chwilowy	rzekomy		w złożu		przy pełnym nasyceciu			
								w % obj.	w % wag. abs. s. m.	w % obj.	w % wag. abs. s. m.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Bielawy I												
	M <sub>1</sub> 0—15	4—9	55,48	2,00	1,062	0,581	70,50	48,21	89	69,87	120	25,87	
	M <sub>2</sub> 15—45	23—28	15,68	1,87	0,921	0,439	76,00	52,11	118	75,95	173	40,26	
	M <sub>3</sub> 45—60	50—55	18,25	1,71	0,942	0,286	83,00	66,33	232	82,96	290	27,77	
	T <sub>1</sub> 60—80	65—70	23,05	1,52	1,025	0,187	89,00	83,85	449	89,29	777	33,18	
	T <sub>2</sub> 80—170	90—95	8,01	1,49	0,994	0,135	92,00	85,85	633	—	—	28,17	
2	Bielawy II												
	M <sub>1</sub> 0—15	4—9	47,96	1,87	0,752	0,399	77,50	35,39	89	79,00	198	24,58	
	M <sub>2</sub> 15—30	20—25	17,18	1,62	0,822	0,321	79,00	49,49	154	79,95	249	42,39	
	M <sub>3</sub> 30—60	35—40	13,09	1,52	0,912	0,168	88,00	70,58	420	86,60	515	35,47	
	T <sub>1</sub> 60—70	70—75	7,11	1,53	1,001	0,142	90,50	85,87	605	88,11	620	34,62	
	T <sub>2</sub> 80—185	90—95	5,91	1,51	1,019	0,130	92,00	87,33	672	90,32	695	—	
3	Modzelówka												
	M <sub>1</sub> 0—13	4—9	16,42	1,70	0,732	0,215	87,38	51,66	240	82,14	382	40,00	
	M <sub>2</sub> 13—25	15—20	12,69	1,66	0,899	0,220	86,75	68,01	310	82,63	376	39,91	
	M <sub>3</sub> 25—40	30—35	9,47	1,61	0,992	0,166	89,68	80,59	497	89,07	535	42,05	
	T <sub>1</sub> 40—90	60—65	8,12	1,51	0,988	0,127	91,55	83,09	683	89,67	705	41,62	
	T <sub>2</sub> 90—150	115—120	5,71	1,53	1,014	0,101	93,37	91,29	901	93,05	919	41,02	
4	Kuwasy I												
	M <sub>1</sub> 0—10	3—8	31,28	1,86	0,922	0,248	86,66	67,44	272	84,61	341	38,80	
	M <sub>2</sub> 10—20	13—18	23,52	1,68	0,922	0,205	87,79	71,70	349	86,07	419	40,06	
	M <sub>3</sub> 20—32	23—28	11,06	1,58	0,954	0,144	90,86	80,93	560	88,67	614	41,49	
	T <sub>1</sub> 32—80	45—50	12,92	1,57	0,989	0,149	90,52	83,99	563	88,79	596	39,89	
	T <sub>2</sub> 80—110	95—100	8,77	1,54	1,038	0,127	91,78	91,14	720	91,40	722	41,37	
5	Kuwasy II												
	M <sub>1</sub> 0—10	4—9	22,26	1,77	1,078	0,277	84,33	80,15	289	86,29	311	40,59	
	M <sub>2</sub> 10—20	13—18	18,27	1,67	1,028	0,225	86,49	80,23	356	87,04	386	40,00	
	M <sub>3</sub> 20—30	23—28	9,75	1,54	0,970	0,168	89,44	80,75	496	88,88	546	40,67	
	T <sub>1</sub> 30—80	45—50	12,84	1,61	0,991	0,160	90,11	83,18	521	89,13	558	41,40	
	T <sub>2</sub> 80—110	95—110	9,62	1,56	1,016	0,135	91,39	88,16	654	89,62	666	39,72	
6	Boćki I												
	M <sub>1</sub> 0—15	5—10	20,04	1,77	1,043	0,257	85,47	79,64	310	84,34	325		
	M <sub>2</sub> 15—25	18—22	18,12	1,58	1,044	0,236	85,01	81,80	347	85,96	359		
	M <sub>3</sub> 25—35	28—32	12,69	1,52	0,961	0,147	90,31	80,78	550	87,44	599		
	T <sub>1</sub> 35—60	45—50	12,39	1,73	0,976	0,143	91,74	82,95	580	94,35	619		
	T <sub>2</sub> 60—90	70—75	10,93	1,44	0,960	0,126	91,27	82,10	652	95,30	761		
7	Boćki II												
	M <sub>1</sub> 0—10	3—8	34,30	1,78	1,070	0,236	86,72	84,95	360	85,98	357	37,27	
	M <sub>2</sub> 10—20	13—18	40,57	1,82	1,010	0,211	88,42	80,15	380	88,95	421	34,46	
	M <sub>3</sub> 20—28	22—27	35,25	—	1,090	0,251	—	86,10	343	89,41	347	37,02	
	T <sub>1</sub> 28—50	38—43	11,91	1,49	1,020	0,150	89,91	87,30	582	89,30	594	37,37	
	T <sub>2</sub> 50—90	65—70	8,06	1,33	0,976	0,118	91,12	85,50	725	91,90	780	35,94	
8	Werbkowice												
	M <sub>1</sub> 0—7	0—7	51,05	1,92	1,030	0,478	75,11	65,59	138	74,65	157	18,17	
	M <sub>2</sub> 7—25	15—22	40,56	1,90	0,870	0,341	81,97	53,77	158	77,83	229	24,35	
	M <sub>3</sub> 25—35	25—32	47,93	1,08	1,080	0,363	81,66	68,96	198	82,22	226	23,89	
	35—50	38—45	51,54	2,06	1,120	0,292	85,59	83,28	289	92,77	310	23,42	
	50—95	58—65	64,30	2,19	1,160	0,298	86,42	84,72	267	83,03	273	18,91	

trzykrotnie większy niż torfu z warstwy niezmurszałej. Oddziałują na wzrost ciężaru objętościowego torfu — popielność i stopień rozkładu, z tym, że obserwuje się zależność wprost proporcjonalną. Zjawisko więc zwiększania się ciężaru objętościowego torfu w miarę murszenia jest związane zarówno z zagęszczeniem się jego fazy stałej, jak też ze wzrostem ilości popiołu w warstwach wierzchnich.

Na podstawie oznaczonego ciężaru właściwego i objętościowego można wyliczyć porowatość torfu ze wzoru:

$$\text{porowatość} = \left( 1 - \frac{\text{ciężar objętościowy}}{\text{ciężar właściwy}} \right) 100\%$$

Wyniki tych obliczeń podane w omawianej tabeli wskazują, że porowatość, czyli sumaryczna ilość przestworów wypełnionych wodą i powietrzem zmniejsza się wraz ze stopniem zmurszenia torfu. Podobnie jak rozkład masy torfowej w głębi złoża, tak też jego murszenie na powierzchni powoduje niszczenie włóknistej struktury szczątków roślinnych w torfie, a tym samym zmienia jego strukturę w kierunku likwidowania przestrzeni wolnych i zagęszczenia masy torfowej. Zamiast komórkowej powstaje struktura amorfna. Pociąga to za sobą spadek udziału wody i powietrza w jednostce objętości oraz powoduje zmiany w takich właściwościach torfu, jak przepuszczalność, chłonność itp.

Następne rubryki podają zawartość wody w torfie, czyli jego wilgotność.

Dane te przedstawiamy w rozmaity sposób: w stosunku do objętości, do suchej masy torfu oraz do wilgotnej masy torfu w chwili pobrania próbki. Ten trzeci sposób podaje wyniki najbardziej uzależnione od zmiennych warunków, dlatego też pominieliśmy go w naszych obliczeniach. Wilgotność w złożu warstw w badanych profilach zmienia się wraz z głębokością. Ilość wody w warstwie  $M_1$  — najbardziej przesuszonej wynosi  $1/2$ — $2/3$  jej ilości w warstwie najgłębszej  $T_2$ . Jeśli porównamy w tych warstwach objętościowo wodę do suchej masy, to widzimy, że zależność wyraża się dość różnym stosunkiem. W  $M_1$  sucha masa do wody ma się jak 1 : 1—1 : 2, natomiast w  $T_2$  stosunek ten wynosi 1 : 7—1 : 10. W warstwach głębszych złoża może dochodzić do 1 : 20.

Zjawisko to tłumaczymy z jednej strony zmniejszeniem się ilości wody w przestworach warstw wierzchnich na rzecz powietrza, a z drugiej strony zwiększaniem się ilości stałej fazy torfu w jednostce objętości (zagęszczaniem złoża).

Ten bardzo różny stosunek wody do masy torfowej w profilu wyraźnie wykazują obliczenia wilgotności podane w procentach suchej masy torfu. Na przykład w profilu Kuwasy II, w trzech kolejnych warstwach  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  — woda zajmuje jednakową objętość 80%. Tymczasem ze względu na różne zagęszczenie złoża, ilość jej w procentach suchej masy



wynosi od 290 do 496%. Stosunek wody do stałej fazy torfu jest bardzo istotny ze względu na to, że jak wiemy w torfie występuje wyjątkowo dużo wody silnie związanej z masą torfową, a przez to niedostępnej roślinom. Im więcej jest masy torfowej w jednostce objętości, tym więcej jest też związanej z nią wody w sposób tak silny, że staje się ona niedostępna roślinom.

Oprócz wilgotności w złożu oznaczona została wilgotność torfu po pełnym jego nasyceniu wodą, to jest pojemność wodna.

Okazuje się, że torf w miarę murszenia zmniejsza swą chłonność. Pojemność wodna warstwy wierzchniej ( $M_1$ ) najbardziej zmurszałej, jest 2—3-krotnie mniejsza, niż torfu niezmurszałego. Możemy to tłumaczyć zniszczeniem struktury włóknistej torfu, a także zmianami w koloidach warstw wierzchnich, spowodowanymi ich przesuszeniem lub przemrożeniem. Stadnikow (41) podaje, że koloidy torfu suszone i uwadniane na przemian za każdym kolejnym zabiegiem chłoną stopniowo coraz mniej wody, jak również coraz łatwiej ją oddają. Można przypuszczać, że zjawiskę to zachodzi w naturze w wierzchniej warstwie torfowiska, powodując nieodwracalne zmiany w koloidach torfowych a tym samym zmniejszając chłonność torfu.

Z badań uprzednio cytowanych autorów (35, 38, 45) wynikało, że zmniejszanie się pojemności wodnej torfu powoduje również spadek jego przepuszczalności. Badania jakie przeprowadziliśmy nad przepuszczalnością murszów wskazywałyby na zjawisko odwrotne. Jednak zbyt duża rozbieżność w równoległych wynikach, spowodowana trudnością pobrania jednakowych próbek z murszów o bardzo niejednolitej strukturze (różne ilości spękań oraz różne ich kierunki) uniemożliwiały podanie wiarygodnego materiału liczbowego. Badania te wymagają jeszcze opracowania metodycznego.

Z wilgotnością torfu wiąże się również jego higroskopowość — czyli zdolność wchłaniania wody i pary wodnej. Właściwość ta zależna jest od koloidów, toteż higroskopowość mówi nam o ilości, jak też jakości koloidów torfowych. Oznacza się zwykle maksymalną higroskopową pojemność wodną (ilość wody, jaką torf może wchłonąć z przestrzeni całkowicie wypełnionej parą wodną), jako wielkość umowną charakteryzującą zawartość w glebie wody całkowicie roślinom niedostępnej.

Otrzymane wyniki nie upoważniają do wyciągnięcia wniosków co do zmian w koloidach w czasie murszenia. Wspomnieć tu trzeba, że stosowana metoda oznaczania higroskopowości (Metscherlicha) wymaga jeszcze krytycznego przeanalizowania i odpowiedniej adaptacji.

Wilgotność torfu, ze względu na rozwój roślin, może być optymalna lub krytyczna. Jako optymalną podaje się zazwyczaj w literaturze (27, 38, 51) wilgotność torfu równą 60—80% pełnej pojemności wodnej. Za kry-

tyczną wilgotność uważa się tę, przy której rośliny więdną. Jest ona wyjątkowo wysoka w torfach i wynosi 30—35% pełnej pojemności wodnej (27). Rode (40a) podaje, że można ją przyjąć jako 4-krotnie wziętą maksymalną higroskopową pojemność wodną, Turnas zaś określa ją na 88—197% wilgoci wyrażonej w procentach absolutnie suchej masy. Porównując te dane z otrzymanymi wynikami widzimy, że wilgotność wierzchnich warstw murszu łatwo może w okresie większej suszy spadać do krytycznej. Powoduje to wysychanie roślin, szczególnie płytko korzeniących się (np. kostrzewa czerwona), których korzenie nie docierają do warstw głębszych, gdzie znajduje się woda w formie dostępnej. Dlatego też na murszach nie nawożonych słaby porost wysycha w czasie, kiedy obok dobrze zakorzeniona darń łąki nawożonej nie wykazuje niedoboru wilgoci.

Porównując dane z profilów wykonanych na Kuwasach I — nieużytek i II — łąka, widzimy, że brak zadarnienia w pierwszym rzędzie wpłynął na zwiększenie się popielności w warstwach wierzchnich torfu. Odmiennie też układa się wilgotność torfu, który pod darnią jest znacznie silniej nasycony wodą niż w miejscach pozbawionych dobrego zadarnienia. Profilów z Bociek nie możemy między sobą porównywać ze względu na obecność w warstwie wierzchniej jednego z nich (Nr II) wytrąceń wianitowych, które zmieniły właściwości fizyczne masy torfowej.

Reasumując wyniki badań właściwości fizycznych próbek z profilów murszowych możemy je ująć w następujących punktach:

1. Murszenie zwiększa ciężar właściwy torfu oraz jego ciężar objętościowy rzekomy. Wiąże się to z zagęszczeniem złoza, jak też ze zwiększaniem się popielności torfu.
2. Porowatość torfu w miarę murszenia maleje.
3. Murszenie powoduje zmniejszanie się pojemności wodnej torfu. Wilgotność warstw wierzchnich murszu jest niewielka i łatwo może dochodzić do krytycznej.

#### 4. ANALIZY CHEMICZNE TORFÓW ZMURSZAŁYCH

Na każdym obiekcie z jednego profilu pobrano próbki do analiz chemicznych.

Próbki te wzięte były z 5 wyróżnianych poziomów. Wyniki zostały zestawione w tabelach 2 i 3.

Tabela 2 zawiera dane dotyczące składników, które przyjęto oznaczać przy agrochemicznych badaniach torfu. Podaje ona więc odczyn torfu, jego popielność oraz skład popiołu, ilość azotu w torfie, jak również zawartość węglanów.

Tabela 2

## Skład chemiczny gleb z profilów murszowych

L. p.	Próbka z torfowiska	Głębokość pobrania w cm	pH w H <sub>2</sub> O	pH w KCL	popiół surowy	subst. org.	N ogólny	W % absolutnie suchej masy						CaCO <sub>3</sub>					
								w popiele											
								nie-rozp. w HCL pozost.	popiół czysty	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
1	Bielawy I																		
	M <sub>1</sub>	0 — 15	6,3	6,1	55,48	44,52	2,17	46,26	9,22	5,07	0,27	0,29	0,55	2,02	0,0				
	M <sub>2</sub>	15 — 45	5,9	4,9	15,68	84,32	3,76	2,17	13,51	6,91	0,42	0,27	0,51	2,57	ślady				
	M <sub>3</sub>	45 — 60	3,9	3,6	18,25	81,75	3,66	5,99	12,26	4,33	0,17	0,26	1,22	4,24	0,0				
	T <sub>1</sub>	60 — 80	3,6	3,4	23,05	76,95	2,85	10,20	12,85	3,86	0,15	0,18	0,70	4,08	0,0				
	T <sub>2</sub>	80 — 170	2,7	2,6	8,01	91,99	3,15	1,08	6,93	1,80	0,11	0,14	1,00	2,82	0,0				
2	Modzelówka																		
	M <sub>1</sub>	0 — 13	5,7	5,5	16,42	83,58	3,72	4,36	12,06	5,23	0,36	0,45	1,82	3,53	0,10				
	M <sub>2</sub>	15 — 25	5,7	5,3	12,69	87,31	3,71	1,48	11,21	5,38	0,29	0,24	1,40	2,89	1,32				
	M <sub>3</sub>	25 — 40	5,9	5,5	9,47	90,53	3,69	—	—	5,33	0,34	0,16	1,80	2,38	0,52				
	T <sub>1</sub>	40 — 90	5,7	5,5	8,12	91,88	2,90	0,54	7,58	4,22	0,24	0,17	—	1,68	0,70				
	T <sub>2</sub>	90 — 150	5,7	5,4	5,71	94,29	3,10	0,34	5,37	2,84	0,37	0,10	1,12	1,51	0,20				
3	Boćki II																		
	M <sub>1</sub>	0 — 10	6,2	5,9	34,30	65,70	2,64	13,69	20,61	4,51	0,34	4,11	2,91	13,97	ślady				
	M <sub>2</sub>	10 — 20	6,5	6,0	40,57	59,43	2,59	20,94	13,96	4,63	0,26	2,89	2,85	11,99	0,10				
	M <sub>3</sub>	20 — 30	6,0	5,6	35,25	64,75	2,93	15,04	20,21	4,35	0,30	5,19	5,65	15,42	0,20				
	T <sub>1</sub>	30 — 50	5,9	5,5	11,91	88,09	3,73	2,43	9,48	3,41	0,28	0,82	1,39	4,36	0,10				
	T <sub>2</sub>	50 — 70	6,0	5,7	8,06	91,94	3,70	1,02	7,04	3,41	0,30	0,25	0,88	2,17	0,10				
4	Werbkowie																		
	M <sub>1</sub>	0 — 7	6,0	5,4	51,05	48,95	2,53	38,29	12,76	2,62	0,45	0,40	3,61	8,02	0,0				
	M <sub>2</sub>	7 — 25	5,9	5,3	40,56	59,44	2,81	26,74	13,82	3,57	0,32	0,72	3,23	7,20	ślady				
	M <sub>3</sub>	25 — 35	6,4	6,0	47,93	52,07	2,43	33,42	14,51	4,14	0,43	0,69	4,28	7,90	0,20				
	35 — 50	7,5	7,0	51,54	48,46	2,06	24,84	26,70	9,00	0,54	0,97	8,30	13,18	5,90					
	50 — 95	7,3	7,3	64,30	35,70	1,31	30,49	33,81	14,62	0,57	0,85	7,48	12,39	17,26					

Odczyn próbek przeważnie jest słabokwaśny, bliski obojętnego. Są jednak wyjątki. Tak więc torf z Bielaw w warstwach głębszych jest bardzo silnie kwaśny, o pH niespotykanym w innych torfowiskach, bo obniżającym się do 2,6. Zjawisko to trudne do wytłumaczenia bez specjalnych badań będzie prawdopodobnie miało związek z wodami hydrostatycznymi zasilającymi złożę. Należy tu zwrócić uwagę na fakt występowania w tych warstwach kryształów gipsu.

Z Werbkowic warstwy dolne są zasadowe (pH 7,5—7,8), co tłumaczy się obecnością w nich dużych ilości węglanu wapnia przynieszonego przez wody gruntowe. Korelacji między stopniem zmurszenia a zmianą odczynu w badanych profilach nie zauważamy.

Popielność torfu, poza profilem z Werbkowic, która jest glebą mułowo-torfową, zmniejsza się z głębokością. Wspominaliśmy o tym już uprzednio (tabela 1). Warstwy murszowe zawierają więcej popiołu aniżeli głębiej leżący torf, i to najczęściej dwukrotnie. Z badań przeprowadzonych w Mińskiej Stacji Torfowej (27) wynikało, że w wierzchnich warstwach torfu, w miarę ich uprawy zwiększa się ilość popiołu, np. w ciągu 8 lat zaobserwowano wzrost popielności z 9,6 do 12,0%. Tak więc dużą popielność warstw wierzchnich w profilach murszowych możemy tłumaczyć nie tylko zamuleniem, lecz również gromadzeniem się popiołu z intensywnie rozkładających się w tych warstwach szczątków roślinnych. Przemawia za tym fakt, że duża popielność występuje też w próbkach niezamulonych, na co wskazuje rubryka „nierozpuszczalna w HCl pozostałość“.

Wzrost popielności jako skutek murszenia potwierdzają wyniki oznaczeń tych składników popiołu, które dostają się do niego z rozłożonych szczątków roślinnych. Są to fosfor oraz w pewnym stopniu wapń. Ilość ich w warstwach zmurszałych jest większa. Szczególnie wyraźnie widać to na profilu z Modzelówki, który jest najbardziej typowy i najmniej zmieniony wpływem czynników takich, jak zamulenie, różny skład botaniczny torfu, wysięki wodne itp.

Co do innych składników popiołu, to ilości ich są różne i nie wykazują żadnej zależności od stopnia zmurszenia. Możemy więc powiedzieć, że nie widać wyraźnej zależności między składem mineralnym torfu a stopniem jego zmurszenia. Prawidłowością jest zwiększanie się w wyniku murszenia popiołu w torfie oraz pewne zwyczajki wapnia i fosforu w popiele.

Najważniejszym z rolniczego punktu widzenia składnikiem torfu jest azot. Zawartość jego w badanych profilach jest różna, ze słabo widoczną tendencją do wzrostu w warstwach wierzchnich. Tak wygląda to jeśli ilość tego pierwiastka podamy w procentach suchej masy torfu. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że azot w torfie występuje jedynie w jego masie

Skład chemiczny oraz zdolność sorbcyjna masy organicznej z profilów murszowych

Lp.	Miejsce pobrania próbek	Głębokość badanej warstwy w cm	Zawartość substancji organicznej w % ab. s. m. całej próbki	W % absolutnie suchej masy organicznej próbki					100 g absolutnie suchej masy organicznej				
				C	H	N	O+C	związki wyekstrahowane gorącą wodą	związki huminowe wyekstrahowane 0,1n NaOH	bituminy wyekstrahowane mieszaną benzynę i spiryt. (1:1)	zasorbowało		% ilości zasorbowanej
											mg Cu	mg Cu	
16	Bielawy	M <sub>1</sub> 0 — 15	44,52	58,28	4,11	4,87	32,74	7,18	39,76	3,53	14830	3001	20,30
17	"	M <sub>1</sub> 15 — 45	84,32	59,23	3,56	4,46	32,75	4,71	35,58	3,91	8386	1261	15,03
18	"	M <sub>3</sub> 45 — 60	81,75	58,52	4,82	4,48	32,18	8,93	40,99	5,03	4993	1514	30,32
19	"	T <sub>1</sub> 60 — 80	76,95	59,84	5,02	3,73	31,31	16,67	55,88	9,38	5353	1005	18,78
20	"	T <sub>2</sub> 80 — 100	91,99	61,26	5,35	3,42	29,97	6,84	36,42	9,67	2677	268	10,00
11	Modzelówka	M <sub>1</sub> 0 — 13	83,58	51,46	5,55	4,45	32,54	3,83	42,11	4,45	6459	1614	23,19
12	"	M <sub>2</sub> 13 — 25	87,31	58,70	5,84	4,25	31,21	3,29	48,33	5,09	6788	1490	21,95
13	"	M <sub>3</sub> 25 — 40	90,53	62,83	4,28	4,07	28,82	2,26	45,50	7,42	7661	1710	22,32
14	"	T <sub>1</sub> 40 — 90	91,88	59,25	5,84	3,16	31,75	1,65	48,98	7,29	6908	1521	12,02
15	"	T <sub>2</sub> 90 — 150	94,29	61,15	5,59	3,29	29,97	2,33	28,63	7,64	7247	1406	19,40
6	Boćki II	M <sub>1</sub> 0 — 10	65,70	56,27	5,77	4,02	33,94	3,55	31,66	4,11	8148	1584	19,44
7	"	M <sub>2</sub> 10 — 20	59,43	54,52	4,96	4,36	36,16	4,34	26,06	5,01	8869	1960	22,10
8	"	M <sub>3</sub> 20 — 30	64,75	56,76	4,97	4,52	33,75	3,12	27,33	4,46	8467	1889	22,30
9	"	T <sub>1</sub> 30 — 50	88,09	60,14	5,97	4,23	29,66	2,61	40,87	6,62	6398	1451	22,67
10	"	T <sub>2</sub> 50 — 70	91,94	34,53	5,41	4,02	35,94	2,28	41,55	8,64	3687	1189	32,25
1	Werbkowie	M <sub>1</sub> 0 — 7	48,95	55,42	5,94	5,17	33,47	6,88	42,29	5,80	6148	1659	26,98
2	"	M <sub>2</sub> 7 — 25	59,44	56,86	5,52	4,73	32,89	4,04	44,58	4,04	5874	1233	20,99
3	"	M <sub>3</sub> 25 — 35	52,07	59,92	4,92	4,67	30,49	7,68	43,59	4,47	8729	1748	20,03
4	"	35 — 50	48,46	55,84	5,01	4,25	34,90	5,78	33,43	2,72	12788	606	4,73
5	"	50 — 95	35,70	48,49	4,93	3,67	42,91	6,72	29,97	0,67	16677	98	0,59

organicznej, wyliczyliśmy zawartość tego składnika w procentach absolutnie suchej masy organicznej. Wyniki podaje tabela 3.

Z liczb przedstawionych w ten sposób wynika, że murszenie powoduje zwiększanie się procentowe azotu w masie organicznej torfu. Wzrost ten jest bardzo znaczny i wynosi średnio  $\frac{1}{3}$  ilości początkowej. Tłumaczyć to możemy tym, że w wyniku rozkładu masy organicznej, jaki zachodzi w czasie murszenia, ubywa innych pierwiastków, natomiast ilość azotu, dzięki wiązaniu go przez związki humusowe, zmniejsza się znacznie wolniej, co zaznacza się wzrostem jego udziału w stosunkach procentowych.

Potwierdzają to inne dane zestawione w tabeli 3. Tak więc widzimy, że w miarę murszenia zmniejsza się ilość węgla w torfie. Jest to więc proces odwrotny niż torfienie, które polegało na zwęglaniu się masy organicznej, przy murszeniu występuje jej utlenianie się.

Ilość wodoru jest różna i nie wykazuje żadnej prawidłowości zależnej od zjawiska nas interesującego. Tlenu z przyczyn technicznych nie oznaczono, podaje się go łącznie z lotną siarką jako wynik obliczenia.

Jak więc widzimy, torf w wierzchnich warstwach torfowiska po jego odwodnieniu zachowuje się jak każda inna martwa masa organiczna, ulega stopniowemu utlenianiu i w odpowiednich warunkach może całkowicie się zmineralizować (jak ścięte i pozostawione drzewo w lesie lub resztki poźniwne na polu).

Oprócz analizy elementarnego składu masy organicznej torfu oznaczono również niektóre jej związki chemiczne wg metody kolejnych ekstrakcji. Badania te wykonano wg metody Dragunowa (9a), która okazała się mało przydatna do analiz torfu tego rodzaju. Metoda ta, jak większość podawanych w literaturze, nadaje się do badania torfów wysokich, gdyż pod tym głównie kątem była opracowana. Zarówno zalecone przy analizie stosunki ilościowe, jak też niestosowanie dekalcytacji, okazały się w praktyce niewłaściwe. Dlatego też zagadnienie składników otrzymywanych z murszu drogą kolejnych ekstrakcji nie może tu być właściwie naświetlone. Dane dotyczące związków wyekstrahowanych gorącą wodą oraz związków chemicznych otrzymanych w wyniku 3-krotnej ekstrakcji 0,1 ługiem sodowym, nie wykazują prawidłowości, która by mogła mieć związek z murszeniem torfu. Ekstrakcja bituminów wykazuje, że ilość ich zmniejsza się w miarę murszenia. Jest to zgodne ze spotykanym w literaturze twierdzeniem (25), że bituminy odporne na rozkład w warunkach torfienia podlegają jemu w warunkach tlenowych. Zgodne jest również z obserwowanym w przyrodzie zjawiskiem rozkładu substancji bogatych w woski i żywice, zachodzącym np. w czasie próchnienia ściółki leśnej.

Oprócz analizy chemicznej badanych próbek oznaczono ich zdolność sorbcyjną względem miedzi. We wcześniejszej naszej pracy (28) stwierdziliśmy bardzo intensywne wiązanie kationu miedzi przez kompleks

sorbcyjny torfów, z tym, że zasorbowana ilość wzrasta w miarę zwiększania się stopnia rozkładu torfu.

Wyniki zestawione w tabeli 3 wskazują, że zdolność sorbcyjna torfu w profilach Bielawy i Boćki zwiększa się wraz ze zmurszeniem. W profilu Modzelówka ilości zasorbowane przez różne warstwy są mniej więcej te same, natomiast sorbcja próbek z Werbkowic wzrasta z głębokością. Oprócz sorbcji określono desorbcję przy pomocy wypierania kationu miedzi z kompleksu sorbcyjnego kationem baru. Otrzymane wyniki wskazują na różnorodny charakter przebiegu tego procesu, uzależniony od specyfiki profilu. Wykazują tym samym, że zjawiska koloidalne, występujące w torfach, są wysoce skomplikowane i mogą układać się w formie różnorodnej zależności.

Badania nasze w tej dziedzinie miały czysty orientacyjny charakter, dlatego też nie możemy głębiej analizować uzyskanych danych.

Streszczając wyniki analiz chemicznych możemy podać je następująco:

1. Murszenie torfu powoduje znaczne zwiększenie się w nim popiołu. Jest to wynik rozkładania masy organicznej torfu przez mikroorganizmy prowadzące mineralizację masy organicznej.

2. Murszenie zwiększa potencjalną wartość rolniczą masy torfowej powodując w niej wzrost procentowej ilości azotu, fosforu i wapnia.

3. Procesy zachodzące w czasie murszenia polegają na powolnym utlenianiu się masy organicznej. Powodują one stopniowe zmniejszanie się procentowej zawartości węgla w torfie.

4. Ilość bituminów w torfie zmniejsza się w miarę jego murszenia. W środowisku tlenowym podlegają one rozkładowi.

5. Odnośnie zawartości humianów, jak też wielkości kompleksu sorbcyjnego torfu prawidłowości związanej z murszeniem nie stwierdzono.

#### IV. WNIOSKI

Na podstawie zreferowanych materiałów możemy wyciągnąć szereg wniosków:

Wnioski dotyczące zjawiska degradacji torfu

1. Odwodnienie torfowiska nieuchronnie kończy trwający w nim proces o charakterze skałotwórczym i rozpoczyna proces nowy o charakterze glebotwórczym. Proces ten ze względu na przemiany jakim podlega masa organiczna nazywamy murszeniem, a glebę powstającą — murszem torfowym.

2. Murszenie torfu jest procesem skomplikowanym opierającym się na fizycznych, chemicznych i biologicznych zjawiskach. Wynikiem rozwoju tych zjawisk jest przekształcanie się masy torfowej włóknistej w amorną, która pod wpływem takich czynników, jak przesuszenie i mróz prze-

chodzi w formę skoagulowaną oraz ulega stopniowemu rozdrobnieniu tworząc strukturę luźną, coraz drobniejszą, aż do pylastej włącznie.

3. Z rolniczego punktu widzenia kierunek zmian fizycznych zachodzących w czasie murszenia jest niekorzystny, prowadzi bowiem od struktury glebowej lepszej do gorszej. Zmiany chemiczne natomiast są pozytywne, zwiększają bowiem żyzność masy torfowej. Zmiany biologiczne nie były analizowane w niniejszym opracowaniu. Wypadkowa tych trzech kierunków decyduje o stanie gleby murszowej w danej chwili i może być mniej lub więcej rolniczo korzystna.

4. Istotą procesu murszenia jest powolne utlenianie się torfu, doprowadzające do całkowitej mineralizacji jego części organicznych. Przebieg tego procesu może być wolniejszy lub szybszy.

5. Proces murszenia nie jest automatycznie procesem negatywnym. W odpowiednim układzie warunków gleby murszowe utrzymują względnie stałą, korzystną strukturę, zapewniającą dobre plonowanie; dowodem tego są stare łąki torfowe wysokowydajne przez długie dziesiątki lat.

Można przypuszczać, że mineralizująca się stopniowo masa organiczna torfu w odpowiednich warunkach może tworzyć w murszejącej warstwie względnie trwałe połączenia typu związków próchnicowych (organo-mineralnych) powstających w glebie przy zachodzącej tam mineralizacji substancji roślinnej.

#### Wnioski dotyczące dalszych badań naukowych nad procesem murszenia torfu

1. Badanie procesu murszenia musi być prowadzone kompleksowo w trzech głównych kierunkach: nad właściwościami fizycznymi, zmianami chemicznymi oraz zjawiskami mikrobiologicznymi.

2. Zmiany we właściwościach fizycznych torfu przebiegają w sposób podobny w profilach z różnych punktów kraju. Natomiast procesy chemiczne ściśle są uzależnione od specyfiki złoża i mogą dawać wyniki sugerujące wnioski wręcz odwrotne (np. Bielawy a Werbkowice). Podobnie można sądzić o przebiegu zjawisk biologicznych.

3. Badanie procesu murszenia winno być ściśle powiązane z dokładnym rozeznaniem specyfiki danego złoża, a wnioski nie mogą być (przynajmniej początkowo) zbyt uogólniane.

4. Ciężar badań nad procesem murszenia należy przesunąć na stronę prac chemicznych i biologicznych. Strona zjawisk fizycznych jest dotychczas najlepiej rozeznana, wymaga jednak dalszych badań, szczególnie w zakresie chemii fizycznej.

5. Nieodzowne są badania nad układem warunków, w których gleby murszowe zachowują wysoką zdolność do produkcji rolniczej. Poznanie tego układu pozwoli na prowadzenie właściwej gospodarki na murszach



torfowych, jak też zagospodarowanie nieużytków murszowych. Badania te wiążą się ściśle z badaniem powstawania i istoty próchnicy.

### Wnioski dotyczące działalności gospodarczej na torfowiskach

1. Nie wolno odwadniać torfowisk, których nie weźmie się bezpośrednio do intensywnego użytkowania gospodarczego. Odwodnienie bowiem kończy proces gromadzenia się wartości gospodarczej, jaką jest torf, a zapoczątkowuje jej rozchodowanie.

2. Gospodarka rolna na torfowisku odwodnionym winna być prowadzona w sposób zapewniający jak najoszczędniejsze użytkowanie kapitału, jakim jest torf. Ze znanych dotychczas sposobów takiego gospodarowania najodpowiedniejszy polega na stałym utrzymywaniu dobrego zadarnienia łąki — drogą nawożenia, nawodnień oraz właściwego pielęgnowania.

3. Torfowiska już odwodnione wzięte do eksploatacji przemysłowej nie mogą pozostać niezagospodarowane. Brak bowiem zagospodarowania, a co za tym idzie zadarnienia powoduje szybszą mineralizację warstw wierzchnich złoża, zwiększenie się w nich popielności oraz spadek kaloryczności.

4. Stosując nawożenie torfem gleb mineralnych należy od tego celu brać w pierwszym rzędzie torf zmurszały jako znacznie żyźniejszy.

### LITERATURA

1. Bac Stanisław — O niektórych zmianach w torfowiskach niskich, powstałych wskutek osuszenia i nawodnienia. *Inżynieria Rolna* Nr 2—3 — 1932 r.
2. Bac Stanisław — Osiadanie torfowiska dublańskiego pod wpływem odwodnienia. *RNR i L t.* 23 — 1930 r.
3. Bac Stanisław i Świętochowski B. — Badanie wpływu stosunków wodnych w torfowisku niskim na niektóre zjawiska biochemiczne i plonowanie. *RNR i L t.* 32 — 1934 r.
4. Bac Stanisław — Ruchy warstwy gleby wskutek zamarzania i rozmarzania. *RNR i L t.* 33 — 1933 r.
5. Benade W. — Moore, Schlamme, Erden (Peloide). Dresden, Leipzig — 1938 r.
6. Borkowski R. — II. Badania nad humifikacją złóż torfowych na terenie dublańskiego obszaru doświadczalnego. *RNR i L t.* 33 — 1930 r.
7. Brüne Fr. — Grundsätze für die Regelung des Wasserhaushaltes in landwirtschaftlich benutzten Moorböden und ihre technische Durchführung — Berlin — 1929 r.
8. Brüne F. — Die Praxis der Moor- und Heidekultur. Berlin — 1948 r.
9. Dobrzański B. — Procesy glebowe a melioracje rolne. Referat wygłoszony w Komisji Biologii KNR — PAN — 1954 r.
- 9a. Dragunow S. S. — Metody issledowanija gumusowych wieszczestw. Trudy poczwinnogo instituta im. Dokuczajewa t. 38 — 1951 r.
10. Doktorowski W. S. — Torfianyje bołota. II wyd. Moskwa — 1935 r.
11. Freckmann W. — Die Kultur der Niederungsmoore — Berlin — 1929 r.

12. Gołębiowska J. i Falkowski M. — Wpływy nawożenia na zespoły mikroflory i makroflory łąki torfowej. RNR t. 61 — 1952 r.
13. Goriaczkin W. G. — Osnovy technologii torfianego proizwodstwa — M-L — 1953 r.
14. Harmer M. P. — The muck soils of Michigan their management and uses. Michigan — 1941 r.
15. Honczarenko G. — Nawożenie łąk torfowych w świetle 20-letnich doświadczeń przeprowadzonych w Zemborzycach. RNR t. 67 A—1 — 1953 r.
16. Honczarenko G. — Wpływ poprzedzającej zimy na planowanie łąki torfowej. RNR t. 67 A—1 — 1953 r.
17. Jagmin J. — Doświadczenia związane z melioracją murszów wysokich i niskich w Danii. Inżynieria rolna Nr 2 — 1926 r.
18. Janota-Bzowski H. — Melioracje wodne w gospodarstwie wiejskim. Warszawa — 1906 r.
19. Jórski J. — Mursze i ich uprawa. Encyklopedia rolnicza t. VII Warszawa — 1898 r.
20. Kannenberg H. — Fortschritte in der Moorkultur. Berlin — 1939 r.
21. Karłowicz J., Kryński, Niedźwiecki W. — Słownik języka polskiego Warszawa — 1902 r.
22. Kornella A. — Drenowanie torfów. Inżynieria Rolna Nr 3 — 1926 r.
23. Kułakow N. N. — Wwiedienije w fiziku torfa — M-L — 1947 r.
24. Kutais Ł. J. — Kurs gidrotechniki w torfianom proizwodstwie M—L — 1955 r.
25. Kwinichidze M. — Wartość rolnicza gleb typu bagiennego. Referat wygłoszony na Zjeździe PTG — Olsztyn — 1955 r.
26. Kwinichidze M., Marcinek J. — Wstępne badania gleboznawcze gleb łąkowych wytworzonych z torfów niskich w dolinie górnej Noteci — jak wyżej.
27. Liebidiewicz N. F. — Wodnyj reżim torfiano-bołotnych poczw i urożaj sielskochozajstwiennych kultur. Trudy I. M. W. i B. Ch. Ak. Nauk BSSR t. V. Mińsk — 1954 r.
28. Maksimow A., Okruszko H. — Sorbcja i elektrodializa miedzi w torfach. Roczniki Gleboznawcze t. 1 — 1951 r.
29. Maksimow A., Okruszko H., — Torfowisko Parciaki. Roczniki Gleboznawcze, t. 2 — 1952 r.
30. Maksimow A., Okruszko H., Liwski S. — Torfowisko Kuwasy. RNR t. 68 — A—1 — 1953 r.
31. Maksimow A., Okruszko H., Liwski S. — Torfowiska biebrzańskie Kuwasy, Modzelówka, Jegrznia. RNR t. 71 — A—3 — 1955 r.
32. Miklaszewski S. — Gleby ziem polskich. Warszawa — 1912 r.
33. Motyka J., Zawadzki S. — Badania nad łąkami w dolinie Huczwy koło Werbkowic. Annales UMCS Vol. VIII. 6 SE — 1953 r.
34. Musierowicz A. — Gleboznawstwo szczegółowe. Warszawa — 1953 r.
35. Niewiadomski W. — Wpływ nawożenia mineralnego na glebę torfową i jej plonowanie. RNR t. 52 — 1949 r.
36. Okruszko H. — Torfowiska na terenie zlewni rzeki Omulwi RNR t. 71 — A—3 — 1955 r.
37. Okruszko H. — Materiały z inwentaryzacji torfowisk w dolinie Noteci. IMUZ 1954—55.
38. Ostromecki J. — O niektórych związkach funkcjonalnych między fizykalnymi własnościami torfu i torfowiska. Rocznik Łąkowy i Torfowy — 1936 r.

39. Ostromęcki J. — Uwagi w sprawie ciężaru objętościowego torfów, Gospodarka Wodna Nr 8 — 1954 r.
40. Piczugin A.W. i Płatow W.M. — Torfianyje mestorożdienija i ich rozwiadka M—L 1951 r.
- 40a. Rode A. — Poczwiennaja właga — Moskwa 1952 r.
41. Stadnikow G.Ł. — Chimia torfa M—L — 1932 r.
42. Sukaczew W. N. — Bołota, ich obrazowanije, rozwitije i swojstwa, Leningrad — 1926 r.
43. Souci S. W. — Die Chemie des Moores — Stuttgart — 1938 r.
44. Świętochowski B. — Tworzenie się azotanów na dzikim i zagospodarowanym torfowisku. RNR t. 33 — 1934 r.
45. Świętochowski B. — Wpływ gospodarki polowej i łąkowej na niektóre fizykalne i biochemiczne własności torfu i jego żyzność. Roczn. Łąk. i Torf. — 1935 r.
46. Świętochowski B. i Krygiel B. — Materiały do poznania dynamiki azotanów w glebach torfowych Roczn. Łąk. i Torf. 1936 r.
47. Tacke B. — Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Moorkultur. Berlin — 1929 r.
48. Tjuremnow C.N. — Torfianyje mestorożdienija i ich rozwiadka. Moskwa — Leningrad 1949 r.
49. Tomaszewski J. — Gleby łąkowe. Puławy — 1947 r.
50. Turczynowicz St. — Jeszcze w sprawie drenowania torfowisk. Inżynieria Rolna Nr 4 — 1926 r.
51. Turnas P. A. — Sielskochoziajstwiennoje oswojenie bołot M—L — 1951 r.
52. Waksman S. A., Steven — Contribution to the chemical composition of peat. Soil Science 26 — 1928 r.
53. Waksman S. A. — Contribution to the chemical composition of peat, role of microorganismus in peat formation and decomposition. Soil Science 28 — 1929 r.
54. Waksman S. A. — Die Rolle der Mikroorganismen bei der Torfbildung. Brennstoffchemie — 13 — 1932 r.
55. Żółciński J. — Nowa genetyczna fizyko-chemiczna teoria tworzenia się próchnicy (humusu), torfu i węgla kopalnych. Rola i znaczenie biologicznych czynników w tych procesach. RNR i L. t. 16 — 1927 r.