

Franciszek MACIAK

Katedra Rekultywacji Środowiska Przyrodniczego SGGW

Niektóre zmiany biochemiczne w materii organicznej gleb torfowych prowadzące do ich degradacji

Wstęp

Degradację gleb wywołuje szereg ujemnych czynników wywoływanych niewłaściwą działalnością człowieka. Efekt ujemnych zjawisk degradacyjnych nie jest przy tym jednakowy dla gleb mineralnych i gleb torfowych, co wynika z genezy i budowy obydwu gleb oraz ilości i jakości znajdującej się w nich materii organicznej.

Torfowiska powstały z roślinności torfotwórczej, ukształtowane w specyficznych warunkach wilgotnościowych powietrznych i cieplnych. Charakteryzują się one zawartością materii organicznej sięgającej często nawet 95% s.m. Po odwodnieniu torfowiska przekształcają się w glebę torfową, w której następują intensywne zmiany — rozkład, mineralizacja i humifikacja materii organicznej (2, 3, 6, 7). W powierzchniowych warstwach gleby powstaje wówczas utwór murszowy, w głębszych natomiast zalega torf. W zależności od stanu uwilgotnienia gleby torfowej i gospodarki człowieka, procesy rozkładowe materii organicznej murszów i torfów ulegają nasileniu, prowadząc często do całkowitej ich degradacji (7, 9).

Objawem takiego stanu gleby jest spadek plonowania bądź całkowity zanik roślinności oraz zmiany we właściwościach

fizyczno-chemicznych i biochemicznych utworów glebowych (murszów i torfów).

Celem pracy jest przedstawienie wyników analiz laboratoryjnych, określających różny stan przeobrażenia murszów i rozkładu torfów. Na podstawie mikroskopowej analizy utworów glebowych oraz zawartości w nich frakcji humusowych, ligninowych i azotowych wykazano zmiany biochemiczne prowadzące do degradacji siedlisk glebowych.

Materiał i metody badań

Do analiz służyły próby murszów i torfów pobranych z dwóch głębokości: 0–17 cm (mursz) i 50–65 cm (torf) i z trzech siedlisk glebowych, stanowiących region torfowisk biebrzańskich ("Wizna", "Biebrza 3", "Łamane Grądy").

Wytypowane do badań siedliska torfowe były w różnych okresach odwodnione i użytkowane rolniczo. Pobrane do analizy z ww. siedlisk próby murszów i torfów różnią się między sobą, przede wszystkim stopniem zmurszenia i rozkładu. Makroskopowo wyróżniono tam mursze: słabo (Z_1), średnio (Z_2), silnie (Z_3) przeobrażone oraz torfy: słabo (R_1), średnio (R_2) i silnie (R_3) rozłożone (tab. 1).

TABELA 1. Analiza geobotaniczna i chemiczna murszów (M) i torfów (T)

Próba	Głębokość	pH	Rodzaj utworu glebowego	Reszki nierozłożonych roślin (Rr), stopień rozkładu torfów kładu (H)	Stożek przeobrażenia murszów i surowy rozkład torfów	Popiół i surowy rozkład torfów	Materia organiczna	Ogółem C	N	C:N	N-hydroł. w 6M HCl	Ligniny
cm				%				% s.m.			% N _{og}	% s.m.
1M	0-17	5.6	mursz z torfu turzycowego	Rr 30	słaby (Z ₁)	18.48	81.52	38.00	3.83	10:1	77.0	59.29
1T	50-65	5.6	torf mechowiskowy	H 30	słaby (R ₁)	9.55	90.45	52.20	3.52	14:1	74.0	61.84
2M	0-17	4.9	mursz	Rr 20	średni (Z ₂)	14.84	85.16	40.13	4.23	10:1	78.5	58.14
2T	50-65	5.9	torf olesowy	H 40	średni (R ₂)	10.05	89.95	45.55	3.93	12:1	70.0	69.00
3M	0-17	5.7	mursz	Rr 10	silny (Z ₃)	18.72	81.28	36.72	3.57	10:1	74.5	49.90
3T	50-65	5.8	torf olesowy	H 70	silny (R ₃)	17.70	82.30	43.54	3.56	12:1	69.5	73.21

- Związki humusowe w murszach i torfach określono wg Kononowej i Belchikowej (4).
- Właściwości optyczne kw. huminowych i kw. fulwowych oznaczono w alkalicznym roztworze (0,1M NaOH) oraz w roztworze po strąceniu kw. huminowych. Mierzono (na spektrofotometrze "Opton") absorbancję w świetle widzialnym A₄₀₀-A₇₀₀, zbyt ciemny roztwór alkaliczny rozcieńczano roztworem 0,1M NaOH, aby przy długości fali A₄₀₀ absorbancja wyniosła 0,6-0,7 w odniesieniu do 1 g s.m. próbki, odpowiadało to 1 dm³ wyciągu alkalicznego.
- pH murszów i torfów (w H₂O) określono potencjometrycznie przy użyciu elektrody szklanej (5).
- Popielność określono przez spalenie w temp. 550°C (5).
- Węgiel określono metodą mokrego spalania (z kw. chromowym (5)).
- Azot oznaczono metodą mikro-Kjeldahla (5).
- Hydrolizę powietrznie suchych materiałów (mursze, torfy) prowadzono w 6 M HCl w ciągu 18 godzin w temp. 120°C.
- Ligniny oznaczono wg Rittera i współ. (8).

Wyniki badań

Charakterystyka mikroskopowa utworów glebowych

Próby murszów i torfów pochodzą z trzech siedlisk, gleb torfowo-murszowych o słabym, średnim, silnym stopniu przeobrażenia i rozkładu (tab. 1). Występują tam mursze torfiaste (Z₁), próchniczne (Z₂) i mursze właściwe (Z₃).

Podmurszowe warstwy gleby zalegają dwa rodzaje torfów: mechowiskowe i ole-

sowe. Określany makroskopowo stopień przeobrażenia murszów był słaby (Z_1), średni (Z_2) i silny (Z_3), a stopień rozkładu torfów również słaby (R_1), średni (R_2) i silny (R_3).

Szczegółowa analiza mikroskopowa murszów i torfów (tab. 1) wskazuje, że mursze torfiaste powstały głównie z torfów turzycowiskowych bądź mechowiskowych, mursze próchniczne natomiast z torfów trzcinowych, a mursze właściwe z torfów olesowych.

Pod warstwą murszów torfiastych zalegają głównie torfy mechowiskowe, pod warstwą murszów próchnicznych i właściwych — torfy drzewne (z przewagą szczątków olchy).

Istotnym elementem, szczególnie ważnym z punktu widzenia wszelkich przemian glebowych, jakie miały miejsce w czasie tworzenia się gleby torfowo-murszowej, jest stopień rozkładu torfu oraz utworu określanego mianem "murszu".

Zakwalifikowanie utworów glebowych do jednego z rodzajów murszów (tab. 1) wiąże się wyraźnie z występującym rozkładem. Mursz torfiasty (1M) jest stosunkowo najslabiej rozłożony, mursz próchniczny (2M) charakteryzuje się średnim rozkładem, mursz właściwy (3M) jest silnie rozłożony.

O stopniu rozkładu murszu świadczą również ilości rozpoznawalnych (pod mikroskopem) nierozłożonych szczątków roślin (R_r), których procentowo jest najwięcej (30%) w murszu słabo rozłożonym. Stopień przeobrażenia (rozkładu) murszów wyraźnie koreluje z rozkładem torfów, których rozkład (H) waha się od 30 do 70% (tab. 1).

Analiza geobotaniczna i chemiczna utworów glebowych

Analizowane mursze i torfy są słabo kwaśne, ich odczyn waha się w granicach pH 4,9–5,8. Zawartość popiołu surowego w murszach i torfach z poszczególnych siedlisk wykazuje stosunkowo małe zróżnicowanie (tab. 1). Zawartość popiołu surowego w murszach waha się w granicach 14,84–18,72%, w torfach 9,55–17,70%. Ogólnie biorąc, mursze zawierają więcej części popielnych od torfów. Zwiększony rozkład torfów miał wyraźny wpływ na zwiększoną zawartość w nim popiołu, natomiast silnie rozłożony mursz zawierał podobne zawartości części popielnych jak słabo rozłożony (18,72 i 18,48% s.m.).

Procesy rozkładowe wpłynęły wyraźnie na zawartość w utworach glebowych węgla i azotu. Mursze zawierają mniej węgla (od 36,72 do 40,13% s.m.), natomiast torfy znacznie więcej, bo od 43,54 do 52,20% s.m.

Pod względem azotu ogółem mursze są bogatsze od zalegających pod nimi torfów, zawierając ilość azotu od 3,52 do 3,93% s.m. Stosunek węgla do azotu (C:N) dla murszów układa się jak 10:1, natomiast dla torfów wynosi 12 i 14:1 (tab. 1). Hydroliza utworów (w 6M HCl) wykazała więcej azotu hydrolizującego w murszach niż w torfach, wynosząc odpowiednio (w % N-ogółem) od 74,5 do 78,5% dla murszów i od 69,5 do 74,0% dla torfów.

Wraz ze wzrostem stopnia przeobrażenia murszów i rozkładu torfu występuje tendencja zmniejszania ilości azotu ulegającego kwaśnej hydrolizie (tab. 1). Przedstawiona (w tab. 1) frakcja lignin wskazuje na największą jej zawartość w torfach (od 61,84 do 73,21% s.m.), przy czym wraz ze stopniem rozkładu torfów ilość frakcji lignin ulega w nich zwiększeniu.

Odwrotnie jest natomiast z zawartością lignin w murszach. Mursze zawierają fra-

kcji lignin od 49,90 do 59,29% s.m. i wraz ze wzrostem przeobrażenia (rozkładu) murszów zawartość w nich frakcji ligninowych ulega zmniejszeniu.

Ligniny charakteryzują się dużą odpornością na rozkład mikroorganizmów glebowych, szczególnie w ubogich warunkach tlenowych, stąd mogą wynikać ich wysokie zawartości w silnie rozłożonych torfach.

Analiza frakcji humusowych w utworach glebowych

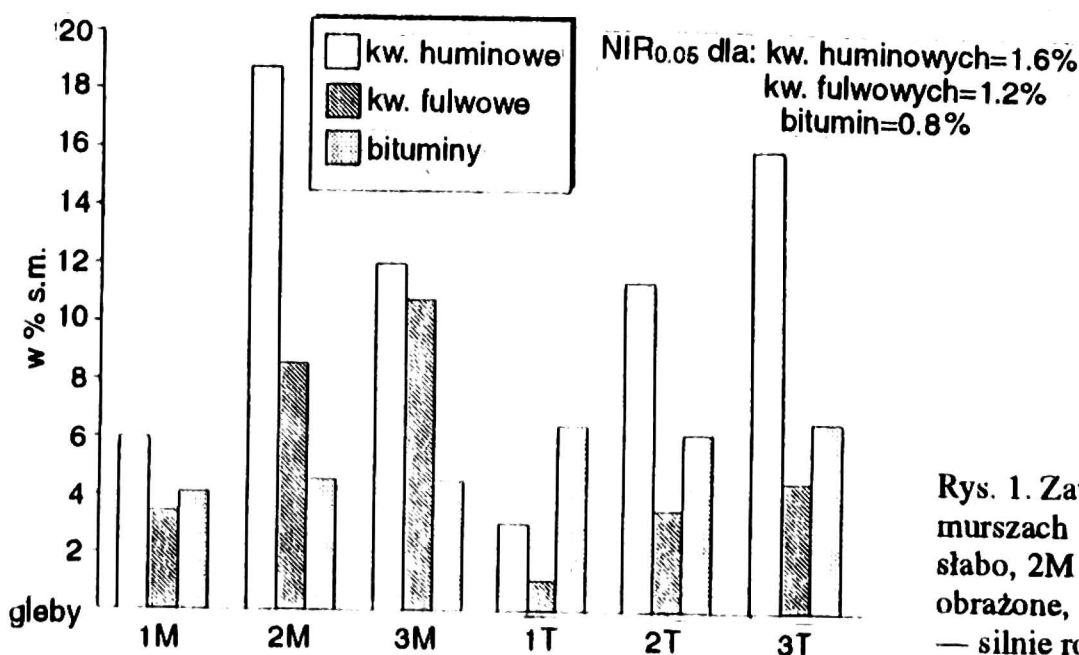
Fracjonowana analiza murszów i torfów (rys. 1) wskazuje na zróżnicowanie w zawartościach poszczególnych frakcji humusowych w zależności od rodzaju utworów (murszu i torfu) oraz od stopnia przeobrażenia gleb. W miarę zwiększania w glebach procesów rozkładowych i stanu przeobrażenia, następuje w nich zwiększenie zawartości najważniejszej spośród frakcji humusowych — frakcji kw. huminowych. Ilość kw. huminowych dla analizowanych murszów waha się od 6,00 do 18,77% s.m., dla torfów wynosi natomiast od 2,98 do 15,95% s.m.

Najmniej kw. huminowych zawierają słabo przeobrażone mursze torfiaste (1M) oraz zalegające pod nimi słabo rozłożone

torfy (1T). Z reguły wraz z silnym rozkładem warstwy murszowej występuje wzmożony rozkład w warstwach podmurszowych, przejawiając się również w zwiększonej w nich ilości kwasów huminowych. Proces humifikacji w badanych siedliskach w jednym przypadku jest nawet większy w torfach niż w murszach, dotyczy to szczególnie siedliska glebowego o silnym rozkładzie utworów (3M, 3T).

W murszu z tego siedliska zawartość kw. huminowych wyniosła 12,01% s.m., w torfie natomiast 15,95% s.m. Pod względem zawartości w profilach glebowych kwasów fulwowych istnieje podobieństwo występowania do kwasów huminowych. Wierzchnie warstwy gleby (murszu) zawierają więcej frakcji kw. fulwowych niż warstwy głębsze — torfowe.

Zawartość kwasów fulwowych dla murszów wynosi od 3,43 do 10,77%, dla torfów natomiast waha się od 1,05 do 4,50% s.m. Zwiększony stopień rozkładu murszów i torfów powodował wyraźną wyższą ilość kwasów fulwowych (rys. 1). Zawartość bitumin w badanych utworach glebowych układa się inaczej niż w pozostałych frakcjach humusowych. Mursze za-



Rys. 1. Zawartość frakcji humusowych w murszach (M) i w torfach (T); 1M — słabo, 2M — średnio, 3M — silnie przeobrażone, 1T — słabo, 2T — średnio, 3T — silnie rozłożone

wierają od 4,10 do 4,56% bitumin, torfy natomiast od 6,17 do 6,58 % s.m.

Nie widać jednak wyraźnego wpływu stopnia przeobrażenia murszów i stopnia rozkładu torfów na zawartość bitumin w badanych utworach. Kwasy huminowe, kw. fulwowe oraz bituminy stanowią sumę wszystkich frakcji humusowych uzyskanych w czasie ekstrakcji utworów. Biorąc powyższe pod uwagę, całkowita ilość frakcji humusowych w analizowanych utworach glebowych wynosi dla:

murszów słabo przeobrażonych (1M)
— 13,53% s.m.

murszów średnio przeobrażonych (2M)
— 31,91% s.m.

murszów silnie przeobrażonych (3M)
— 27,33% s.m.

torfów słabo rozłożonych (1T) —
10,50% s.m.

torfów średnio rozłożonych (2T) —
21,09% s.m.

torfów silnie rozłożonych (3T) —
27,03% s.m.

Właściwości optyczne frakcji humusowych gleb

Właściwości optyczne alkalicznych wyciągów oraz kwasów fulwowych z badanych utworów zawiera (tabela 2). Jak wynika z przedstawionych danych, wartości mierzonej absorbancji roztworów są związane z udziałem w roztworach silnie zabarwionych substancji humusowych. Różnicują się one w zależności od rodzaju murszów i torfów oraz od stopnia ich przeobrażenia i rozkładu.

Obliczone absorbancje (Q_4 , Q_7) stanowią ogólnie przyjęte ilorazy opisujące stopień humifikacji materii organicznej gleb. Rozpatrując otrzymane wykładniki (stopnia humifikacji) można stwierdzić, że są one w odpowiadającym im przedziałach

($Q_{4/5}$, $Q_{5/6}$, $Q_{6/7}$) wyższe dla murszów niż zalegających pod nimi torfów.

Mursze właściwe (silnie przeobrażone) charakteryzują się również mniejszym wykładnikiem stopnia humifikacji od murszów torfiastych (słabiej przeobrażonych) i próchnicznych (średnio przeobrażonych).

Właściwości wskaźnika barwnego wyciągu alkalicznego ($Q_{4/5}$, $Q_{5/6}$, $Q_{6/7}$) były najwyższe dla murszów torfiastych (1M), mniejsze dla murszów próchnicznych (2M), najmniejsze zaś dla murszów właściwych (3M). Wartości wskaźnika barwnego wyciągu alkalicznego były z kolei najwyższe dla słabiej rozłożonych torfów (1T), mniejsze dla średnio rozłożonych torfów (2T), najmniejsze zaś dla silnie rozłożonych torfów (3T).

Zróżnicowania we właściwościach optycznych utworów są szczególnie wyraźne pomiędzy słabiej rozłożonymi torfami a silnie rozłożonymi murszami.

Wnioski

1. Próby do badań stanowiły mursze i torfy, pochodzące ze zróżnicowanych (pod względem rozkładu materii organicznej) trzech siedlisk glebowych. Pobrane mursze określone zostały jako: słabo, średnio i silnie przeobrażone, stanowiły one mursze: torfiaste (Z_1), próchniczne (Z_2) i właściwe (Z_3). Podmurszowe warstwy gleb zalegały torfy mechowiskowe i olesowe o stopniu rozkładu: słabym (R_1), średnim (R_2) i silnym (R_3).

2. Pod względem właściwości geobotanicznych i chemicznych mursze i torfy różnią się między sobą: rodzajem, stopniem rozkładu oraz zawartością popiołu, węgla, azotu i frakcji lignin. Różnice ilościowe występują także w ww. składnikach w za-

TABELA 2. Absorpcyjne właściwości (wartości ekstynkcji) murszów (M) i torfów (T)

Próba	Głębokość w cm	NaOH — ekstrakt				Kwasy fulwowe			
		ϵ_{500} (0,01 g M. i T./10 ml)	Q 4/5	Q 5/6	Q 6/7	ϵ_{500}	Q 4/5	Q 5/6	Q 6/7
1 M*	0-17	13,59	3,30	2,99	3,29	3,63	3,21	3,05	2,97
1 T	50-65	9,22	3,18	2,96	3,02	2,72	3,52	2,99	3,63
2 M	0-17	41,79	3,12	2,87	3,16	8,56	3,66	3,34	3,76
2 T	50-65	37,35	2,81	2,68	3,09	8,24	3,21	2,94	3,37
3 M	0-17	79,35	2,71	2,59	3,05	28,97	2,97	2,69	3,16
3 T	50-65	105,17	2,29	2,16	2,26	2,26	3,10	2,73	2,94

*objaśnienia zawiera tabela 1.

leżności od stopnia przeobrażenia i rozkładu utworów glebowych.

3. Frakcjonowana analiza murszów i torfów wykazała zróżnicowanie w zawartościach frakcji humusowych. Mursze zawierały większe ilości frakcji humusowych (szczególnie kw. huminowych) od torfów. Procesy rozkładowe spowodowały jednak w obydwóch utworach glebowych zwiększenie frakcji humusowych. Rezultaty badań potwierdza również przeprowadzona analiza właściwości optycznych frakcji humusowych.

Literatura

1. BREMNER J.M. 1965: *Studies on soil humic acids. Part II. Chemical and microbiological properties*. Amer. Soc. of Agronomy Inc. Madison Wisconsin USA 1149-1238.
2. BROWN J.L., FARNHAM R.S. 1976: *The mineral content of peat and the degree of decomposition*. Proc. of the 5th Intern. Peat Congress 2, 295-305.
3. KAINISTO S. 1986: *Aspect of mobilization in peat*. Proc. of the 5th Intern. Peat Congress 2, 295-305.
4. KONONOWA M.M., BELCHIKOWA N.P. 1961: *Rapid methods of determination the humus composition of mineral soils extraction*. Pochvovedenie, 10-75.
5. MACIAK F., LIWSKI S. 1979: *Ćwiczenia z torfoznawstwa*. Dział Wyd. SGGW, wyd. IV.
6. MACIAK F., SÖCHTIG H. 1986: *Relationships between the transformation of organic components to carbon dioxide evolution and nitrogen*

mineralization in peat soils, Roczn. Glebozn. V 37, 49-65.

7. MACIAK F. 1984: *Frakcje humusowe i azotowe w torfach rejonu Belchatowa oraz podatność torfów na mineralizację azotu*. Roczn. Nauk Roln. V 81 s. F. 45-58.
8. RITTER G.J., SEBORG R.M., MITCHELL R.L. 1932: *Ind. Engin. Chem. Analyt. Edit. 4*, 202,
9. WILLIAMS S.Z. 1983: *The nitrogen content of particle size fractions separated from peat and its rate of mineralization during incubation*. J. Soil Scienc. 34, 113-125.

Streszczenie

Przeprowadzono szczegółowe analizy laboratoryjne (chemiczne i biochemiczne) w próbach murszów i torfów pobranych z trzech siedlisk gleb torfowo-murszowych, słabo, średnio i silnie rozłożonych.

Pod wpływem rozkładu stwierdzono zwiększenie w murszach i torfach węgla i azotu oraz substancji humusowych (szczególnie kw. huminowych). Analiza właściwości optycznych frakcji humusowych potwierdziła powyższe zależności.

Wraz ze zwiększeniem rozkładu murszów następowało zmniejszenie w nich zawartości frakcji lignin, natomiast odwrotnie było z torfami. Silnie rozłożone torfy charakteryzowały się najwyższymi zawartościami frakcji ligninowych, których ilości

ulegały zmniejszeniu w miarę zmniejszenia stopnia rozkładu torfów.

Azotu hydrolizującego (w 6M HCl) mursze zawierały więcej niż torfy.

Summary

Some biochemical changes in organic matter of peat soils conducted to their degradation. Laboratory investigations to

determine the transformation state of mucks and peats (taken from different sites) were conducted.

The decomposition process increase the contents of carbon and nitrogen as well as humic fractions in mucks and peats. However the strong decomposed mucks content less lignin fractions, than strong decomposed peats.