

WPLYW DODATKU PRÓCHNICY I TORFU NA STAN FIZYCZNY
AGREGATÓW GLEBOWYCH

S. Rząsa, W. Owczarzak

Katedra Gleboznawstwa Akademii Rolniczej w Poznaniu

Udział próchnicy w kształtowaniu fizycznych właściwości gleby, a zwłaszcza w tworzeniu struktury agregatowej, jest od wielu dziesiątków lat uznawany za bardzo ważny, a w interpretacji niektórych autorów, np. Williamsa [5], jako zasadniczy. Na ten temat sformułowano wiele hipotez, komentarzy, wyjaśnień i uogólnień, ale nie ma niestety konkretnych i sprawdzalnych wyników liczbowych. Mimo to, zwykle obszerne opisy, zawarte w literaturze fachowej, przedstawiające wpływ próchnicy na powstawanie, stan i trwałość agregatów glebowych stwarzają wrażenie, iż wynikają one z odpowiednich badań i udokumentowanych dociekań. Brak naukowej dokumentacji do trafnej i uzasadnionej oceny próchnicy, jako czynnika strukturotwórczego gleby, wiąże się niewątpliwie z brakiem odpowiednich metod badawczych, które pozwoliłyby na ścisłą i wielostronną analizę tego zagadnienia.

W ostatnich latach przedstawiony wyżej problem został jednak na odcinku metodycznym w zadowalający sposób rozwiązany, gdyż opracowano kompleks metod, które pozwalają na modelowanie przede wszyst-

kim zagęszczenia, porowatości i wilgotności agregatów glebowych, w warunkach ściśle kontrolowanego ich kształtu i objętości [2]. Ponadto metody te pozwalają na modelowanie składu elementów strukturotwórczych, w tym także ilości próchnicy w agregatach. Tego rodzaju badania są przedstawione w dalszej części niniejszej publikacji.

CEL I ZAKRES BADAŃ

Zasadniczym celem przeprowadzonych badań była analiza i ocena wpływu próchnicy na stan struktury gleby, a przede wszystkim struktury agregatowej [3]. Zmierzano do udokumentowanej odpowiedzi między innymi na następujące pytania:

- 1) w jakim zakresie próchnica kształtuje zagęszczenie oraz porowatość gleb piaszczystych, gliniastych lub pylastych,
- 2) jaki jest wpływ próchnicy na wodoodporność oraz mechaniczną wytrzymałość na rozgniatanie agregatów glebowych,
- 3) jak wpływa próchnica na właściwości fizyczne agregatów glebowych poddanych zamrażaniu i odmrażaniu,
- 4) jak kształtuje się strukturotwórczo rola próchnicy w porównaniu z niezhumifikowaną substancją organiczną, na przykład torfem całkowicie nierozłożonym, mechowiskowym, stosowanym w ogrodnictwie.

Do badań wytypowano trzy gleby, różniące się zasadniczo składem granulometrycznym, a mianowicie: piasek gliniasty lekki pylasty (gleba nr 1), glinę lekką słabo spiaszczoną (nr 2), less o składzie pyłu ilastego (nr 3). Do wymienionych gleb pobranych z poziomów podpróchnicznych dodawano odpowiednie ilości związków próchnicznych lub równoważne im ilości nierozłożonego torfu. Masa glebowa

z różnym dodatkiem próchnicy lub torfu była odpowiednio zagęszczana i formowana w agregaty o objętości 1 cm^3 , a następnie poddawana analizie wodoodporności i mechanicznej wytrzymałości agregatów glebowych nie zamrażanych i zamrażanych.

METODYKA BADAŃ

Koncepcja modelowania struktury gleby oraz metody zagęszczania i formowania agregatów glebowych, a także oznaczania odporności agregatów na dynamiczne i statyczne działanie wody, oznaczanie cech mechanicznych, pomiar kapilarnej minimalnej i maksymalnej pojemności wodnej, szybkości kapilarnego podsiąku wody w agregacie itp. są przedstawione w pracy metodycznej [2]. W pracy tej wyjaśniono między innymi, że w laboratorium istnieje możliwość odwzorowania procesów zachodzących w warunkach polowych, które doprowadzają do przekształcania się struktur agregatowych w struktury spójne, w wyniku zagęszczającego działania wody kapilarnej. Zmienne w czasie nawilgacanie gleby pod wpływem opadów atmosferycznych, a następnie wysychanie i kurczenie powoduje - w naszych warunkach klimatycznych - niekiedy całkowity zanik wytworzonych uprawą mechaniczną struktur agregatowych.

W warunkach polowych całkowity zanik struktur agregatowych i zagęszczenie gleby zachodzi zwykle w ciągu wielu tygodni, a nawet miesięcy, natomiast w warunkach laboratoryjnych odpowiednio, porównywalne ze stanem terenowym zagęszczenie i porowatość gleby można osiągnąć nawet w ciągu kilku minut. Dodając bowiem odpowiednią (znajdującą się w przedziale wilgotności zagęszczającej) ilość wody i stosując urabianie (mieszanie) otrzymujemy strukturę masy gle-

bowej spotykaną w warunkach polowych, zwykle przed wykonywaniem orek wiosennych. Każda gleba ma swoisty dla siebie i względnie szeroki przedział wilgotności zagęszczającej (W_z) i charakterystyczną wilgotność - W_{zs} (standardowa wilgotność zagęszczania), przy której osiąga maksymalne zagęszczanie i minimalną porowatość. Tego rodzaju wilgotność wykorzystano do zagęszczania masy glebowej z różnymi dodatkami próchnicy i torfu.

Przygotowanie modeli agregatów glebowych o standardowym zagęszczeniu i porowatości oraz różnej domieszce substancji organicznej obejmowało kilka czynności:

1) materiał glebowy nie zawierający substancji organicznej doprowadzono do stanu powietrznie suchego i przesiano przez sito o średnicy oczek 1,0 mm. Do tak przygotowanej gleby dodawano humus lub torf w ilości przeliczonej na zawartości: 0,5; 1,0; 3,0 i 5,0% substancji organicznej;

2) standardową wilgotność zagęszczenia - W_{zs} - dla prób bez substancji organicznej i dla mieszanek z wyżej podanymi dodatkami humusu lub torfu ustalono na podstawie 5 oznaczeń, których wyniki naniesione na wykres pozwoliły na graficzne wyznaczenie W_{zs} ;

3) do prób glebowych, tworzących podstawowe kombinacje pomiarowe (0; 0,5; 1,0; 3,0; 5,0% substancji organicznej), dodawano wyznaczone uprzednio ilości wody zagęszczającej (jak w pkt. 2), urabiało w ciągu kilku minut, a następnie pozostawiano w szczelnych pojemnikach na okres 1 doby, po czym mieszano ponownie w czasie kilku minut i wgniatało w odpowiednie formy, a następnie wycinano wycinakiem elementy walcowe o objętości 1 cm^3 . Powstałe w ten sposób modele agregatów glebowych, zwane agregatami, o ściśle wyznaczonym

kształcie, wielkości, zagęszczeniu, porowatości, wilgotności, składzie itp., poddawano analizie odporności na dynamiczne i statyczne działanie wody oraz wytrzymałość na rozgniatanie (badano agregaty wilgotne - stan Wzs i powietrznie suche, przy czym cechy mechaniczne oznaczano tylko w stanie powietrznie suchym).

4) po analizie wodoodporności nie zamrażanych i zamrażanych agregatów glebowych badano stan agregacji wtórnej, rozdzielając (otrzymaną po rozpadzie agregatów pierwotnych) masę glebową za pomocą sit o wymiarach: 7,0; 5,0; 3,0; 1,0 i 0,5 mm;

Szczegółowa metodyka badania agregatów glebowych oraz metody pomiaru i sposoby przedstawiania wyników są zamieszczone w odrębnej pracy metodycznej [2] .

OBIEKT BADAŃ

Badano 3 różniące się zasadniczo składem granulometrycznym gatunki gleb: piasek gliniasty lekki pylasty (nr 1), glinę lekką słabo spiaszczoną pylastą (nr 2) oraz less o składzie utworu pyłowego ilastego (nr 3). Skład granulometryczny gleb podano w tabeli 1.

Próbkę gleby nr 1 pobrano z poziomu A_3 gleby płowej, z głębokości 25-40 cm. Z tego samego profilu z poziomu B_t i głębokości 70-90 cm pochodzi próbka nr 2. Gleba nr 3 pobrana została z poziomu C, z głębokości około 200 cm. Pierwsze dwie próbki reprezentują gleby płowe wytworzone z glin morenowych zlodowacenia północno-polskiego (Würm), w strefie moreny dennej (okolice Poznania), natomiast gleba nr 3 reprezentuje lessy okolic Zamościa.

Substancje ograniczne dodawane do mineralnej masy gleby różniły się między sobą zasadniczo. Tak zwany humus pochodził z całkowicie

T a b e l a 1

Skład granulometryczny badanych gleb

Nr gleby	Zawartość frakcji w %					
	>1,0 mm	1,0- -0,1	0,1- -0,05	0,05- -0,02	0,02- -0,002	<0,002 mm
1	2,9	59,6	15,7	10,7	9,2	4,8
2	5,4	45,0	12,0	14,0	9,0	20,0
3	0,0	2,4	10,6	49,0	24,0	14,0

zhumifikowanego torfu niskiego, który określono jako mursz torfowy, czarny, mazisty z domieszką frakcji mineralnych (przeważnie frakcji pyłu i piasku drobnego). Wykazywał on 64% strat w czasie prażenia, w tym 36,5% związków rozpuszczalnych w 1n NaOH i 2,0% wosków i bitumin. Torf mechowiskowy natomiast, uprzednio rozdrobniony i przesiany przez sito o oczkach 2 mm, wykazywał 93,3% strat po prażeniu, w tym 4,6% wosków i bitumin. Miał on strukturę torfu mszystego, brunatnego, włóknistego, bez śladów humifikacji.

W przypadku torfu całkowicie zhumifikowanego dysponowano więc naturalnymi związkami humusowymi o wysokiej zawartości kwasów huminowych i naturalnej wilgotności, utrzymywanej podczas przechowywania materiału.

WYNIKI I WNIOSKI

Dodatek substancji organicznej do mineralnej, bezpróchnicznej masy glebowej spowodował istotne, bardzo wyraźnie zaznaczone w wynikach, zmiany właściwości wodnych. Przede wszystkim wzrostowi ule-

gła standardowa wilgotność zagęszczania (Wzs), przy której agregaty glebowe z różnymi, ściśle określonymi dodatkami humusu lub torfu, osiągają najbardziej porównywalne, standardowe, maksymalne zagęszczanie i minimalną porowatość. To zagadnienie dokumentują wyniki zestawione w tabeli 2.

T a b e l a 2

Wpływ dodatku torfu i próchnicy w % do gleb na standardową wilgotność zagęszczania agregatów (Wzs w % wag.)

Gleba nr	Torf					Humus				
	0,0	0,5	1,0	3,0	5,0	0,0	0,5	1,0	3,0	5,0
1	10	12	15	18	22	10	12	14	17	21
2	13	14	17	20	23	13	15	17	20	24
3	16	17	19	23	29	16	18	21	25	30

Analiza wyników zawartych w wymienionej tabeli daje podstawę do sformułowania następujących wniosków:

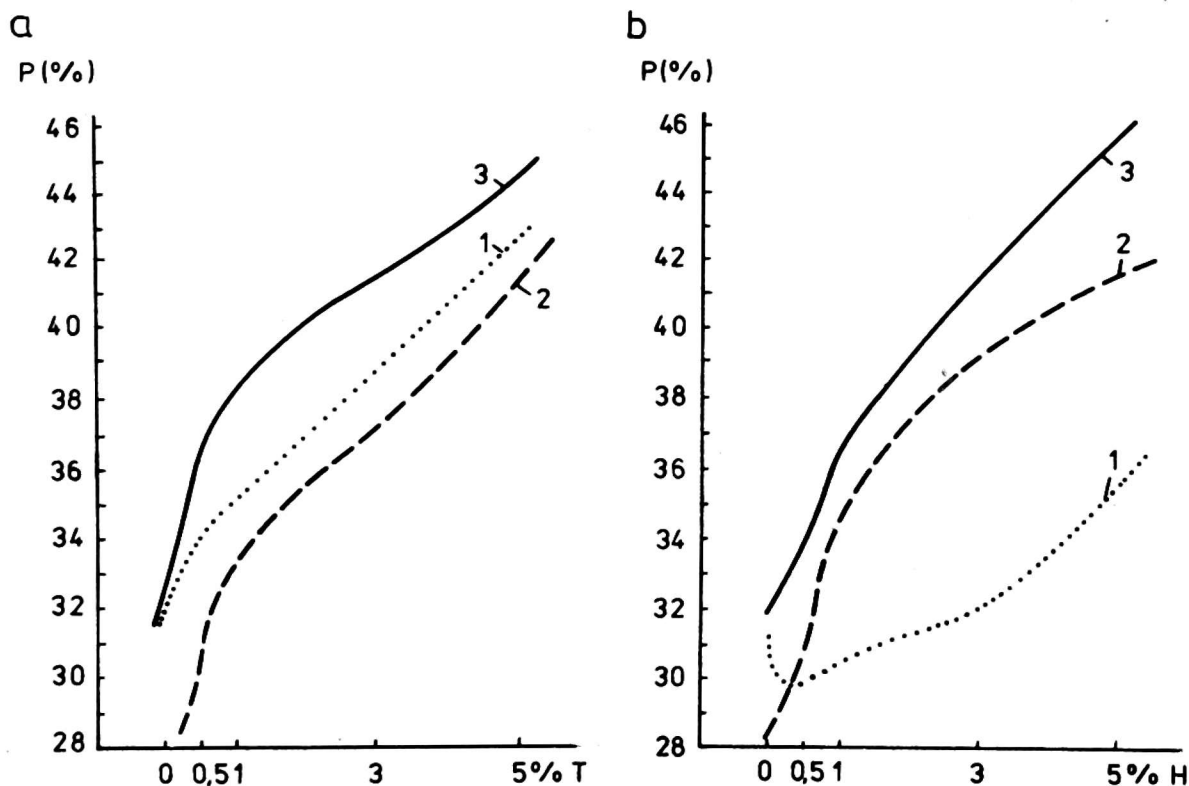
1) zarówno dodatek torfu jak i humusu w bardzo podobnym zakresie kształtuje standardową wilgotność zagęszczania, a tym samym pojemność wodną i porowatość agregatu; zauważalne, ale z reguły minimalne różnice w niektórych kombinacjach pomiarowych sugerują, iż w piasku gliniastym dodatek torfu działa nieco silniej niż dodatek humusu, natomiast w materiale zwięźlejszym (głina, less) nieco korzystniejsze działanie wywiera niekiedy dodatek humusu;

2) zwiększenie ilości torfu lub humusu powoduje podobny, proporcjonalny wzrost Wzs, przy czym maksymalny dodatek (5%) doprowadza w piasku gliniastym do ponad dwukrotnego wzrostu Wzs (z 10 do 21)

lub 22%), natomiast w glinie i lessie Wzs osiąga wartości nieco niższe od dwukrotności (około 1,8 x); można przypuszczać opierając się na wynikach innej publikacji [4], że w istotny sposób ulegną również zmianie: minimalna i maksymalna pojemność wodna, szybkość kapilarnego podsiąku i swobodne pęcznienie agregatów;

3) różnice w Wzs, istniejące między badanymi glebami, są wyraźne i kształtują się w podobnym zakresie dla poszczególnych dodatków torfu i humusu; standardowe wilgotności zagęszczania agregatów gliniastych (nr 2) są wyższe około 20-30%, a agregatów lessowych (nr 3) około 30-50%, w porównaniu z piaskiem gliniastym (nr 1).

Dodatki substancji organicznych spowodowały także bardzo duże, nad wyraz istotne zmiany w porowatości agregatów. Tego rodzaju zmiany i związane z nimi prawidłowości są przedstawione w formie graficznej (rys. 1).



Rys. 1. Wpływ dodatku torfu (T) i humusu (H) na porowatość agregatów glebowych; 1 - piasek gliniasty, 2 - glina, 3 - less

Najistotniejsze wnioski, wynikające z analizy wykresów (rys. 1) są następujące:

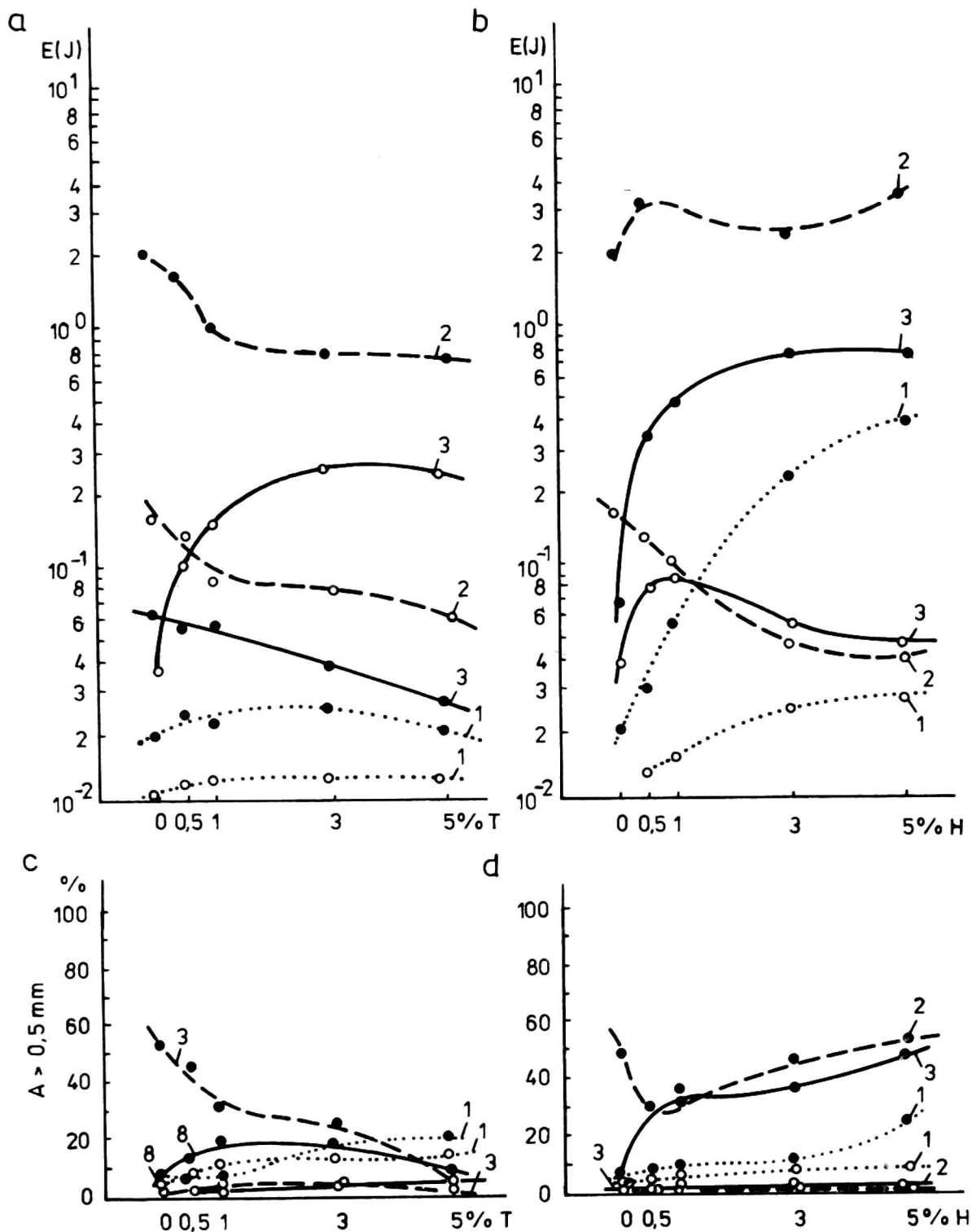
1) wpływ dodatku torfu lub humusu powoduje bardzo duży i na ogół podobny wzrost porowatości masy glebowej i porowatości powstających z niej agregatów;

2) małe dodatki substancji organicznej powodują nieco większy przyrost porowatości, w porównaniu z dawkami wyższymi (3-5%); wyjątkiem jest tu piasek gliniasty z dodatkiem humusu, gdzie najniższa dawka (0,5%) spowodowała nawet nieznaczny spadek porowatości;

3) największy przyrost i najwyższy poziom porowatości osiągnęła gleba lessowa (nr 3); równie duży przyrost porowatości, przy wyraźnie niższym jej stanie, wykazała glina (nr 2), natomiast piasek gliniasty (nr 1) wyróżniał się względnie wysokim stanem i równomiernym przyrostem porowatości - w przypadku domieszki torfu; dodatek humusu spowodował tu ogólnie, niższy i mniej równomierny przyrost porowatości;

4) w kombinacji pomiarowej zawierającej 5% torfu nastąpił przyrost porowatości od około 11% (piasek gliniasty) do około 13% (glina i less), natomiast dodatek takiej samej ilości humusu spowodował przyrost od około 4% (piasek gliniasty) do około 14% (glina i less); gleby bez domieszki substancji organicznej miały więc porowatość na poziomie około 28-32%, natomiast po dodatku 5% substancji organicznej - na poziomie około 42 do 46%.

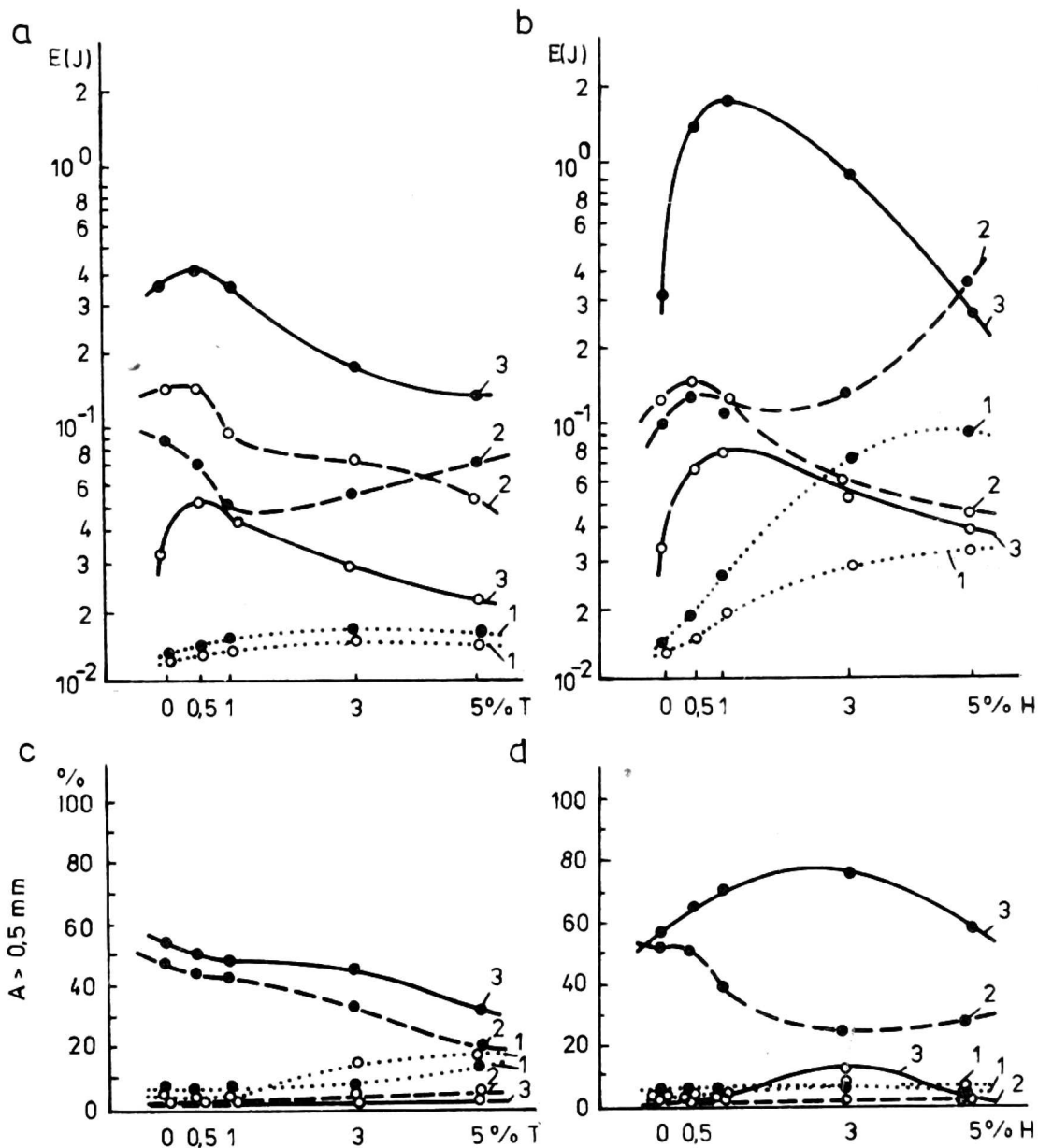
Przedstawione zmiany porowatości i standardowej wilgotności zagęszczania dotyczą w równej mierze gleby znajdującej się w stanie struktury spójnej [3], jak i powstających z niej agregatów. Zamieszczone w dalszej części pracy wyniki odnoszą się natomiast wyłącznie do agregatów glebowych o określonym kształcie i wielkości.



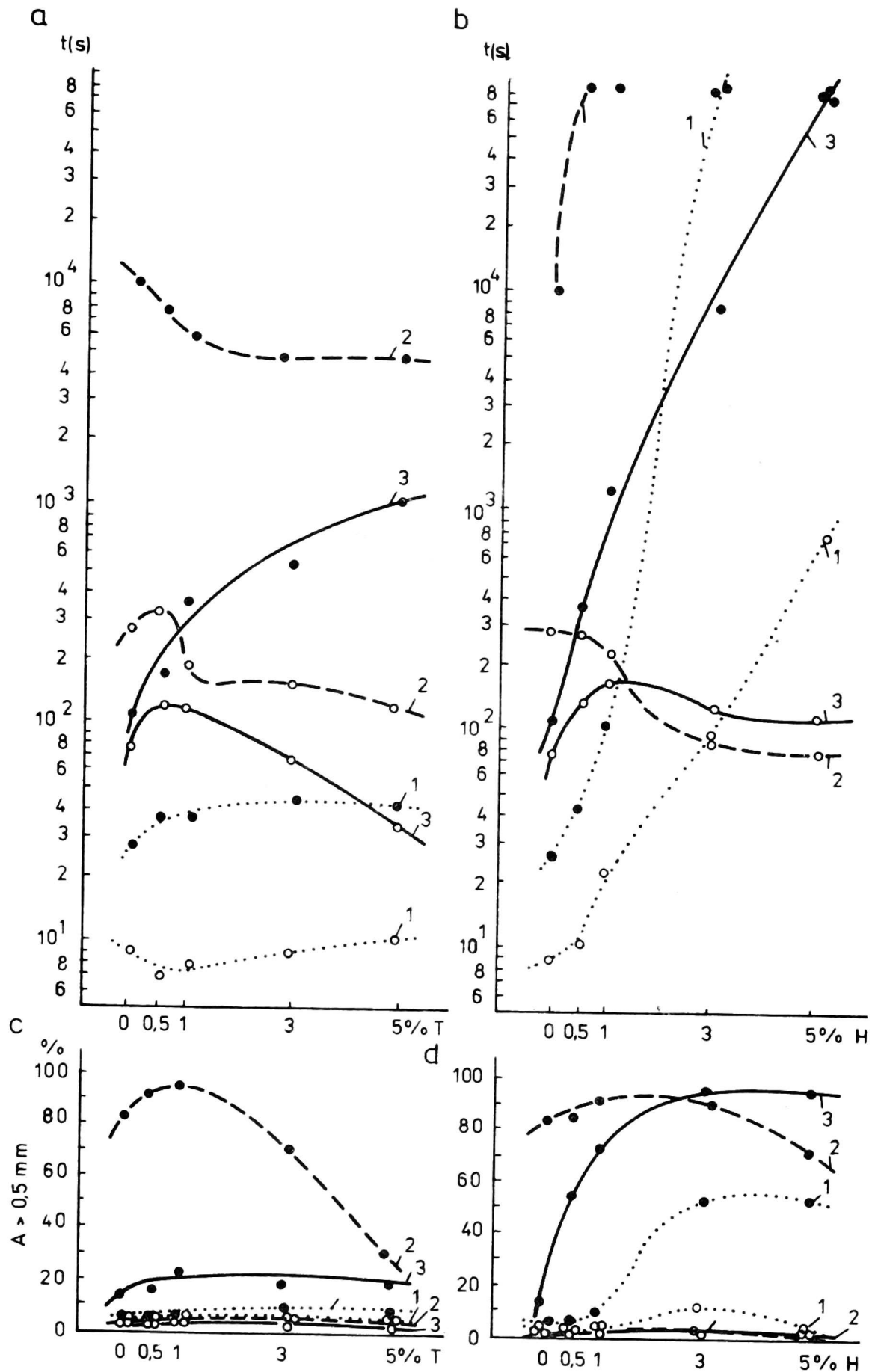
Rys. 2. Odporność na dynamiczne działanie wody (DW) agregatów z piasku gliniastego (1), gliny (2) i lessu (3) z dodatkiem torfu (a) lub humusu (b) oraz agregacja wtórna - po dynamicznym działaniu wody na agregaty z torfu (c) lub humusu (d), agregaty nie zamrażane, powietrznie suche (punkty koliste) lub wilgotne (punkty pełne)

Agregaty glebowe z różną zawartością torfu lub humusu poddawane były analizie pod względem następujących właściwości fizycznych:

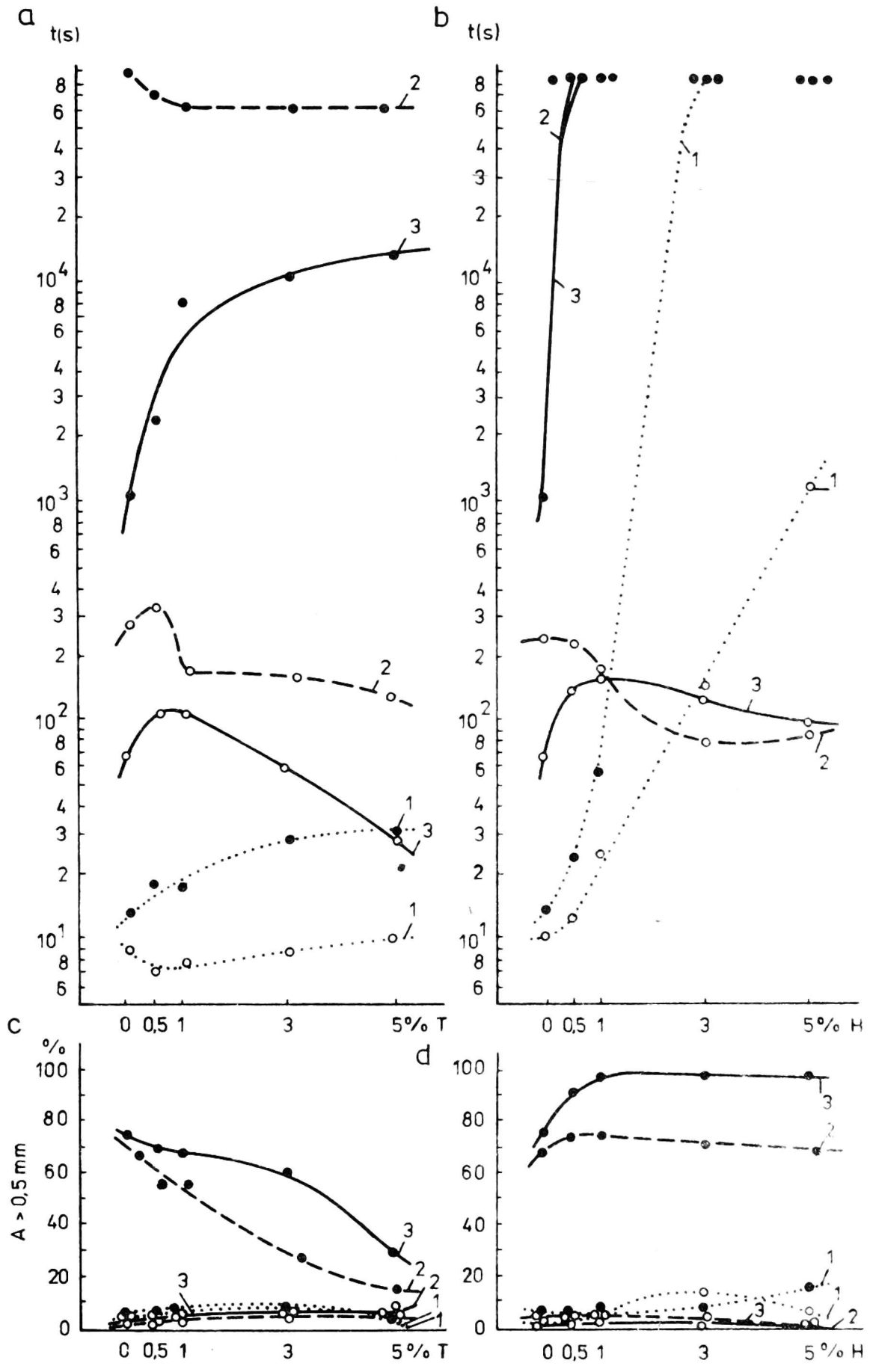
- odporności na dynamiczne działanie wody (DW) agregatów wilgotnych (wilgotność Wzs) i powietrznie suchych - bez zamrażania i po zamrażaniu (3 cykle zamrażania w temp. -20°C);
- odporności na statyczne działanie wody (SW) agregatów wilgotnych i powietrznie suchych - bez zamrażania i po zamrażaniu;
- stanu agregacji wtórnej po dynamicznym i statycznym działaniu wody na agregaty pierwotne: wilgotne, powietrznie suche, bez zamrażania i z zamrażaniem;
- wytrzymałości na rozgniatanie agregatów powietrznie suchych.



Rys. 3. Agregaty zamrażane; kombinacje pomiarowe i oznaczenia jak na rysunku 2

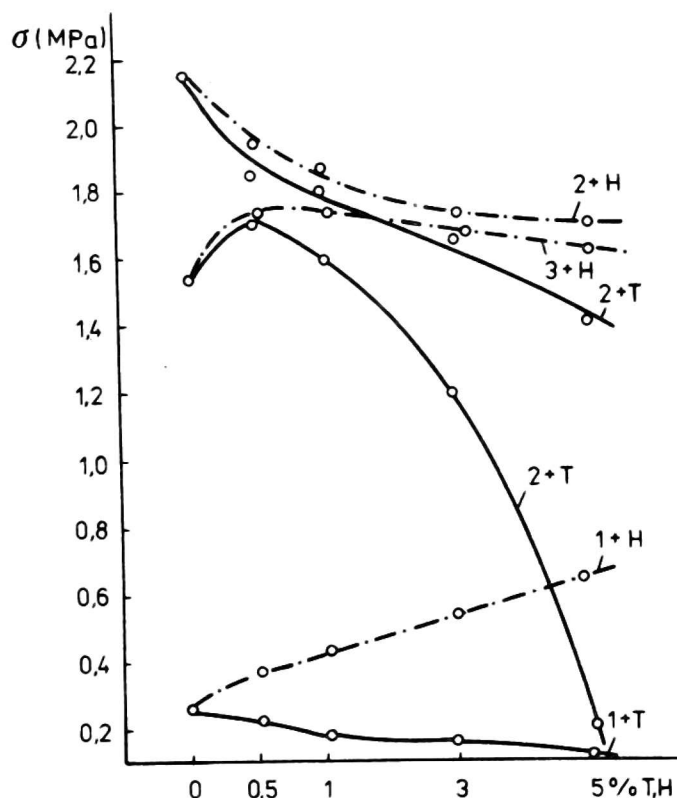


Rys. 4. Odporność na statyczne działanie wody (SW) agregatów nie zamrażanych; kombinacje pomiarowe i oznaczenia jak na **rysunku 2**



Rys. 5. Odporność na statyczne działanie wody (SW) agregatów zamrażanych; kombinacje pomiarowe i oznaczenia jak na rysunku 2

Wymienione właściwości agregatów i kombinacje pomiarowe są udokumentowane wynikami przedstawionymi graficznie (rys. 2-6). Tego rodzaju dokumentacja stwarza szerokie możliwości do sformułowania wielu wniosków szczegółowych i ogólnych. Najistotniejsze z nich dotyczą: odporności agregatów na dynamiczne i statyczne działanie wody (DW i SW) oraz wytrzymałości agregatów na rozgniatanie.



Rys. 6. Odporność na rozgniatanie powietrznie suchych agregatów z piasku gliniastego (1), gliny (2) i lessu (3) z dodatkiem torfu (T) lub humusu (H)

Odporność agregatów na dynamiczne działanie wody (DW)

1) Wpływ substancji organicznej na DW agregatów glebowych jest mniejszy, niż składu mechanicznego gleby, którego wpływ jest dominujący, co zostało udokumentowane w innej publikacji [1].

2) Odporność agregatów na dynamiczne działanie wody (rys. 2, 3)

zależy przede wszystkim: od składu chemicznego, stanu wilgotnościowego agregatu (powietrznie suchy, wilgotny), ilości i jakości substancji organicznej (torf, humus). Istotny wpływ wywiera również zamrażanie agregatów. Kompleksowe kształtowanie wodoodporności agregatów przez wymienione czynniki daje w konsekwencji bardzo złożony układ prawidłowości, które zaznaczają się z różną wyrazistością lub kontrastem. Można je uogólnić następująco:

- agregaty z piasku gliniastego mają bardzo niską wodoodporność, przy czym wzrasta ona bardzo wyraźnie pod wpływem dodatku humusu; przy ilości 5% humusu DW agregatów powietrznie suchych wzrasta około 2x, a agregatów wilgotnych - około 15x; po zamrożeniu wpływ dodatku humusu jest wyraźnie mniejszy, ale tylko w agregatach wilgotnych;

- agregaty z gliny morenowej poziomu B_t gleb płowych (lessives) wykazują DW przeważnie kilkanaście - (agregaty suche) do kilkudziesięciu razy wyższą niż agregaty z piasku gliniastego; wzrastające dawki torfu powodują spadek wodoodporności (rys. 2a), przy czym zamrażanie wielokrotnie obniża DW agregatów wilgotnych (rys. 3a); odmiennie ujawnia się działanie humusu, ponieważ wzrastające dawki powodują spadek wodoodporności agregatów powietrznie suchych - nie zamrażanych i zamrażanych oraz względnie mały, nieregularny przyrost DW w agregatach wilgotnych (rys. 2b, 3b);

- agregaty z lessu mają DW przeciętnie od kilku do kilkunastu razy wyższe niż z piasku gliniastego, ale w wielu kombinacjach pomiarowych niższe od gliny morenowej; dodatek torfu zwiększa wodoodporność agregatów suchych a zmniejsza agregatów wilgotnych (rys. 2a); po zamrażaniu DW spada tu wyraźnie; dodatek humusu

powoduje wielokrotny wzrost wodoodporności agregatów wilgotnych i spadek w agregatach suchych (rys. 2b), a więc prawidłowości kształtują się tu odwrotnie niż w przypadku domieszek torfu; ponadto DW agregatów wilgotnych i zamrażanych wzrasta, zwłaszcza przy dodatku około 1% humusu.

3) Agregacja wtórna (rys. 2cd, 3cd), jako rezultat dynamicznego działania wody na agregaty pierwotne, nie zmienia się istotnie lub wyraźnie spada po dodaniu torfu (rys. 2c); dodatek humusu natomiast wyraźnie zwiększa agregację wtórną, zwłaszcza w przypadku agregatów wilgotnych (rys. 2d). Dodatni wpływ zamrażania jest względnie duży, zwłaszcza gdy agregaty gleb spoistych są wilgotne (rys. 3cd), wzrastające dawki torfu zmniejszają agregację wtórną gleb wilgotnych i spoistych, natomiast w przypadku humusu następuje początkowo wyraźny wzrost (less) lub spadek (glina) agregacji, po czym utrzymuje się stan mało zmienny (rys. 3 c,d).

Odporność agregatów na statyczne działanie wody (SW)

Zanurzone w wodzie agregaty pierwotne rozpadają się na agregaty wtórne w różnym czasie, który zależy przede wszystkim od składu mechanicznego gleby, wilgotności agregatu, ilości i jakości dodawanej substancji organicznej, a także od zamrażania. Zatem odporność agregatów na statyczne działanie wody zależy w podobny sposób, jak DW od wymienionych wyżej czynników, ale inne jest tu działanie wody.

Porównując prawidłowości zaznaczające się w wynikach badań SW (rys. 4, 5) można zauważyć wiele podobieństw w porównaniu z rysun-

kami 2 i 3. Porównanie tych dwu wodoodporności jest możliwe i celowe, ponieważ istnieje pewien wspólny mianownik, a mianowicie: SW mierzona jest w sekundach, natomiast DW - liczbą kropeł, które uderzają w agregat w odstępach sekundowych, a więc także liczbą standardowych kropeł. Jeśli zatem podzielimy energię kinetyczną, potrzebną do rozbicia agregatu, przez energię kinetyczną standardowej kropli o masie 0,05g opadającej z wysokości 1 m ($4,905 \times 10^{-4} \text{J}$), to otrzymamy liczbę zużytych kropeł, a tym samym czas w sekundach potrzebny do rozbicia agregatu.

Rozpad agregatu w warunkach statycznego działania wody trwa oczywiście znacznie dłużej niż działanie dynamiczne. Różnice pomiędzy SW i DW dają zatem podstawę do rozgraniczenia rezultatów związanych wyłącznie ze statycznym i z dynamicznym działaniem wody. Czas rozpadu niektórych agregatów, zwłaszcza z dodatkiem humusu (rys. 4b, 5b), był jednak tak długi, iż wykraczał poza granice oznaczania, a więc był dłuższy od 86,400 sek (1 doba). Wartości nie oznaczone zostały więc wykazane jako punkty powyżej tej granicy.

Analiza rysunków 4 i 5 daje podstawę do kilku istotnych wniosków:

- 1) SW agregatów wilgotnych jest wielokrotnie większe niż agregatów suchych (rys. 4b, gleba nr 2, 3);
- 2) wzrastające dawki torfu powodują przeważnie spadek SW agregatów suchych, z wyjątkiem gliny (nr 2) i wzrost SW agregatów wilgotnych (rys. 4a). Pod wpływem zamrażania agregaty z dodatkiem torfu zwiększają przeważnie stan wodoodporności, zwłaszcza agregaty gleb spoistych (głina, less);
- 3) dodatki humusu zwiększają wielokrotnie SW agregatów wilgot-

nych (rys. 4b, 5b), w porównaniu z dawkami torfu (rys. 4a, 5a). Agregaty powietrzne suche gleby lessowej z humusem mają wyraźnie większą wodoodporność, w porównaniu z odpowiednimi dawkami torfu, natomiast agregaty gliniaste są pod tym względem zróżnicowane nieistotnie. Bardzo silnie (około 100 x) wzrasta wodoodporność piasku gliniastego (nr 1) przy maksymalnej dawce humusu (rys. 4b, 5b);

4) zamrażanie powoduje wyraźny wzrost SW agregatów wilgotnych z dodatkiem torfu, natomiast zamrażanie agregatów z humusem obniża ich wodoodporność. Agregaty powietrznie suche nie zmieniają w ogólności SW pod wpływem zamrażania;

5) agregacja wtórna gliny i lessu spada (nr 2) lub jest niezmienna (nr 3) w miarę wzrastających dawek torfu w agregatach wilgotnych, natomiast agregaty suche rozpadają się prawie w całości, niezależnie od dodatku torfu (rys. 4c, 5c);

6) w miarę wzrostu dawek humusu zwiększa się kontrastowo (rys. 4d, nr 3) lub bardzo silnie (nr 1), albo utrzymuje się na wysokim poziomie (nr 2) agregacja wtórna gleb wilgotnych. Działanie niskich temperatur (rys. 5d) wzmacnia jeszcze stan agregacji lessu (nr 3) lub nieco ją obniża (nr 2), albo bardzo silnie redukuje (piasek gliniasty), w porównaniu z agregatami nie zamrażanymi (rys. 4d).

Wytrzymałość agregatów na rozgniatanie

Wyniki badań wytrzymałości agregatów na rozgniatanie przedstawiono na rysunku 6. Analizowano agregaty tylko w stanie suchym. Mechaniczna wytrzymałość agregatu ($1 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$) została wyrażona w MPa. Najistotniejsze wnioski są następujące:

1) wytrzymałość agregatów z piasku gliniastego (nr 1) jest bardzo niska (około 0,24 MPa); wzrasta ona znacznie (około 2,5 x) i dość równomiernie pod wpływem wzrastających dawek humusu (1 + H) lub wyraźnie spada przy dodatku torfu (1 + T);

2) glina morenowa (nr 2) ma około 10 x większą wytrzymałość agregatów (około 2,18 MPa), w porównaniu z piaskiem gliniastym; wzrastające dawki humusu lub torfu powodują spadek wytrzymałości (2 + H, i 2 + T), przy czym dodatki torfu obniżają wytrzymałość znacznie silniej, niż odpowiednie dawki humusu;

3) wytrzymałość agregatów lessowych (nr 3) jest względnie wysoka (około 1,5 MPa), ale wyraźnie mniejsza niż gliny; dodatek humusu już w ilości 0,5% (3 + H) powoduje istotny wzrost wytrzymałości, która nie zmienia się istotnie przy dawkach wyższych (1-5%); najmniejszy dodatek torfu (0,5%) powoduje podobny - jak w przypadku humusu - wzrost wytrzymałości, ale większe dawki kontrastowo ją zmniejszają (od 1,7 do 0,2 MPa).

SYNTEZA WYNIKÓW

1. Wpływ dodatku torfu do gleby okazał się nadszpiewanie silny, niekiedy tak duży jak humusu, mimo iż aktywność fizyczno-chemiczna, stan rozdrobnienia, powierzchnia właściwa itp. torfu jest zasadniczo mniejsza niż humusu.

2. Dodatek humusu bardzo korzystnie i znacznie zwiększał (o kilka - kilkanaście procent) standardową wilgotność zagęszczania, a przede wszystkim porowatość gleby lub agregatu. W konsekwencji porowatość i pojemność wodna gleby zwiększały się o kilkanaście do ponad 30% (wartość względna). Działanie torfu było w tym przypadku bardzo podobne do humusu.

3. W wielu przypadkach bardzo mała dawka (0,5%) działała względnie silnie i niekiedy odmiennie niż dodatki duże. Najkorzystniejszy z wielu względów rezultat osiągać można już przy dodatku substancji organicznej na poziomie około 1%.

4. Wpływ niskich temperatur na stan agregacji wtórnej jest bardzo istotny i korzystny, ale zachodzi on tylko wówczas, gdy zamrażane agregaty mają względnie wysoki stan wilgotności.

5. Najcenniejszym wskaźnikiem agrotechnicznej wartości struktury gleby i agregatów pierwotnych jest podatność gleby do tworzenia agregacji wtórnej lub stan takiej agregacji, a nie bardzo wysokie wartości DW i SW. Najkorzystniejsze warunki klimatu glebowego będą bowiem istniały wówczas, gdy rozpad agregatów pierwotnych na agregaty wtórne różnych stopni będzie postępował powoli i równomiernie w ciągu całego okresu wegetacji roślin uprawnych.

LITERATURA

1. Rząsa S., Owczarzak W.: The influence of soil texture on the stability of the aggregation structure in the dynamic water action conditions. Proc. 2th Int. Conf. of Phys. Prop. Agric. Mat. Gödöllő, 1980.
2. Rząsa S., Owczarzak W.: Modelling of soil structure and examination methods of water resistance capillary rise and mechanical strength of soil aggregates. Ann. Poznań Agr. Univ. Sc. Dissert. 1983, V. 135.
3. Rząsa S., Dębicki R.: Classification and interpretation of the soil structure. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1983, 220.
4. Rząsa S., Owczarzak W., Socha T.: Ascension capillaire dans les agregats artificiels du sol et leur gonflement. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 312 (w druku).
5. Williams W.: Poczwowiedienije. Moskwa, 1938.

С. Жонса, В. Овчажак

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ГУМУСА И ТОРФА НА ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

Р е з ю м е

Исследовали влияние гумуса и торфа на водоустойчивость, состояние вторичной агрегации и механическую прочность почвенных агрегатов. Анализировали 3 почвы: легкую пылеватую супесь, моренный суглинок и лесс. К безгумусной почвенной массе прибавляли торф или гумус в количестве: 0,5; 1,0; 3,0; 5,0% и уплотняли при "стандартной влажности уплотнения", затем формировали (вырезали) агрегаты размером 1 см^2 x 1 см. Гумус прибавляли в виде полностью гумифицированного низкого торфа со сравнительно высоким содержанием гуминовых кислот, низкий же моховой торф был предварительно размельчен. Моделирование физических свойств и структуры агрегатов и измерение устойчивости агрегатов к динамическому и статическому действию воды, а также определение прочности на смятие и т.п. — протекало согласно соответствующей методике исследований. После анализа водоустойчивости незамораживаемых и замораживаемых агрегатов определяли вторичную агрегацию.