

GRZEGORZ NOWAK

KINETYKA SORPCJI I DESORPCJI KWASÓW HUMINOWYCH
ZNACZONYCH ^{14}C PRZEZ GLEBY W ZALEŻNOŚCI
OD STĘŻENIA ICH W ROZTWORZE

Katedra Chemii Rolnej Akademii Rolniczo-Technicznej
w Olsztynie

WSTĘP

Proces sorpcji związków próchnicznych w glebach oraz synteza kompleksów ilasto-próchnicznych jest jeszcze mało poznana. Jeszcze mniej danych jest na temat trwałości tych połączeń i podatności na wymywanie z gleb wodami opadowymi. Przebieg sorpcji kwasów huminowych i fulwowych na minerałach ilastych świadczy, że występuje ona głównie na powierzchni zewnętrznej [2, 9—11]. Związki próchniczne o budowie złożonej i większym ciężarze cząsteczkowym są sorbowane w większych ilościach niż połączenia niskocząsteczkowe [4—6, 11]. Sorpcja związków próchnicznych zachodzi intensywniej w środowisku silnie kwaśnym (pH 3—5) oraz alkalicznym (pH 8—9) niż w obojętnym [1, 2]. Związane jest to również z aktywnością kationów metali. Silniejsza adsorpcja kwasów huminowych na powierzchni minerałów ma miejsce w obecności kationów 3- i 2-wartościowych niż jednowartościowych [6, 8, 11].

Udowodniono, że ilość zasorbowanych kwasów huminowych i fulwowych była tym większa, im większe było stężenie roztworów użytych do ich badania [1, 2, 10]. Proces ten również przebiegał intensywniej w wyniku wydłużania czasu kontaktu roztworów z sorbentami. Ze wzrostem stężenia roztworów ulegał obniżeniu stosunek ilości zasorbowanych kwasów fulwowych w porównaniu z ilością dodanych do sorbentów [10]. Kwasy huminowe są sorbowane bardzo silnie na minerałach, a desorpcja ich postępuje wolno i jest uzależniona od rodzaju sorbentu [9].

Celem badań było określenie, w jakim stopniu wielkość sorpcji kwa-

sów huminowych w glebach uzależniona jest od ich stężenia w roztworze oraz jaka ich część może ulegać desorpcji w wyniku przemywania wodą destylowaną.

METODYKA

Do badań sorpcji zastosowano kwasy huminowe znaczone ^{14}C . Wyizolowano je z piasku gliniastego lekkiego, zawierającego 1,02% C, do którego dodano części wegetatywne owsa znaczone ^{14}C w wyniku 42-dobowej ekspozycji tych roślin w komorze asymilacyjnej wypełnionej $^{14}\text{CO}_2$ [6]. Inkubacja trwała 240 dni. Kwasy huminowe ekstrahowano za pomocą 0,1 M roztworu NaOH w atmosferze azotu. Kwasy huminowe wytrącano z alkalicznych ekstraktów za pomocą 2 M roztworu H_2SO_4 , a po oddzieleniu ich od kwasów fulwowych i przemyciu osadu rozpuszczano w 0,02 M NaOH. Oczyszczanie kwasów huminowych za pomocą wytrącania powtarzano trzykrotnie. Po ostatecznym oddzieleniu kwasów huminowych od fulwowych w celu usunięcia pozostałości części ilastych wirowano je w ciągu 5 min przy 25 000 g w ultrawirówce Beckman, używając wirnika kąтового 41 Ti. Po odwirowaniu i zubożeniu próbek kwasów huminowych oczyszczano je od jonów mineralnych przez dializę w celofanowych węzłach produkcji zachodnioniemieckiej firmy Kalle. Dializowano w wodzie redestylowanej w ciągu 7 dni aż do zaniku reakcji na jon SO_4^{2-} , zmieniając wodę dwa razy dziennie. Analiza widma kwasów huminowych w podczerwieni wykazała wysoki stopień ich czystości. Tak przygotowany roztwór kwasów huminowych doprowadzono do stężeń ($\text{mg C w } 4 \text{ cm}^3$): 0,03125, 0,06250, 0,12500, 0,25000, 0,50000 i 1,00000. Aktywność właściwa roztworów wynosiła 4 μCi w mg C.

Przeznaczone do badań gleby wysuszono, a następnie przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm.

W celu oznaczenia sorpcji do roztworów kwasów huminowych znaczonych ^{14}C (o objętości 4 cm^3) dodawano naważki gleby o masie 0,5 g w próbkach wirówkowych i wytrząsano odpowiednio przez 25, 50, 100, 200 i 400 min. Po wytrząśnięciu zawiesiny glebowe wirowano w ciągu 10 min w wirówce Unipan 310 przy użyciu wirnika kąтового przy 8000 g.

Do oznaczenia ilości kwasów huminowych znaczonych ^{14}C , trwale zasorbowanej przez gleby, badano podatność ich na desorpcję wodą destylowaną. W tym celu próbki gleb, które pozostały po wytrząśnięciu (400 min) z kwasami huminowymi, zadawano kolejno pięcioma porcjami wody destylowanej o objętości 4 cm^3 , wytrząsano w ciągu 100 min, a następnie odwirowywano.

Oznaczenia radiometryczne aktywności roztworów przed i po wytrząśnięciu z glebami wykonano metodą ciekłej scyntytacji, dodając do

10 cm³ mieszaniny scyntylatora porcje o objętości 1 cm³ badanych supernatantów. Do pomiarów zastosowano mieszaninę scyntylacyjną według Werbina o składzie 7,0 g PPO (2,5-dwufenyloooksazolu) i 0,3 g POPOP (1,4-dwu [2-(5-fenilo)oksazolilo] benzenu) i mieszanin 1 dm³ dioksanu i 100 g naftalenu z 4-procentowym dodatkiem Cab-O-Silu [6]. Pomiaru wykonano w warunkach standardowych na spektrometrze do pomiaru ciekłej scyntylacji Beckman Liquid Spektrometer, model 7500 z minikomputerem, stosując program 9 na kanale 2, okienko 397/655 z zastosowaniem dejonizatora. Ilość zasorbowanych kwasów huminowych znaczonego ¹⁴C wyliczono z różnicy stężeń przed i po wytrząśnięciu z glebami.

Oznaczenia właściwości gleb wykonano powszechnie stosowanymi metodami w badaniach chemiczno-rolniczych i gleboznawczych.

WYNIKI

Sorption kwasów huminowych znaczonego ¹⁴C badano w sześciu glebach różniących się składem mechanicznym, a w szczególności ilością iłu koloidalnego, który bierze zasadniczy udział w tym procesie (tab. 1). Użyte do badań gliny zawierały 20—28% iłu koloidalnego, natomiast piaski 0—9%. W nieco mniejszym stopniu różniły się gleby pod względem właściwości fizykochemicznych (tab. 2). Miały one, z wyjątkiem piasku luźnego i słabo gliniastego, pH w 1 M KCl zbliżone do 7, natomiast

Tabela 1

Skład mechaniczny gleb w % — Mechanical composition of soils in %

| Gleba — Soil | Zawartość części ziemistych o \varnothing w mm Content of earthy particles, mm in dia | | | | | |
|---|--|----------|-----------|------------|-------------|---------|
| | 1,0—0,1 | 0,1—0,05 | 0,05—0,02 | 0,02—0,005 | 0,005—0,002 | < 0,002 |
| Piasek luźny Loose sand | 88 | 8 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| Piasek słabo gliniasty Slightly loamy sand | 82 | 8 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| Piasek gliniasty mocny Heavy loamy sand | 64 | 12 | 4 | 6 | 5 | 9 |
| Gлина lekka Light loam | 42 | 14 | 9 | 8 | 7 | 20 |
| Gлина średnia Medium loam | 39 | 11 | 9 | 10 | 7 | 24 |
| Gлина ciężka Heavy loam | 32 | 8 | 6 | 10 | 16 | 28 |

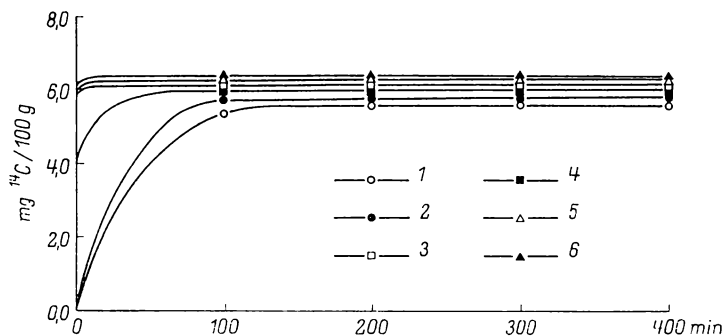
Tabela 2

Fizykochemiczne właściwości gleb
Physical and chemical properties of soils

| Gleba — Soil | H | S | pH | | C | Próchnica Humus | Fe ₂ O ₃ | | Al ₂ O ₃ | |
|---|-----------|------|----------------------------|-----|------|--------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|
| | | | H ₂ O | KCl | | | ogółem total | wolny free | ogółem total | wolny free |
| | meq/100 g | | w procentach — in per cent | | | | | | | |
| Piasek luźny Loose sand | 0,5 | 3,0 | 6,0 | 5,3 | 0,42 | 0,74 | 0,71 | 0,12 | 3,38 | 0,11 |
| Piasek słabo gliniasty Slightly loamy sand | 1,0 | 3,7 | 6,5 | 5,6 | 0,79 | 1,39 | 1,32 | 0,25 | 2,95 | 0,15 |
| Piasek gliniasty mocny Heavy loamy sand | 0,1 | 20,1 | 8,0 | 6,9 | 0,48 | 0,83 | 4,63 | 0,60 | 3,08 | 0,20 |
| Gлина lekka Light loam | 0,3 | 24,8 | 8,0 | 7,3 | 0,06 | 0,10 | 2,31 | 0,61 | 8,62 | 0,26 |
| Gлина średnia Medium loam | 0,2 | 26,3 | 8,2 | 7,3 | 0,50 | 0,86 | 2,88 | 0,67 | 7,96 | 0,19 |
| Gлина ciężka Heavy loam | 0,4 | 28,2 | 7,4 | 7,0 | 1,41 | 2,47 | 4,26 | 0,73 | 12,08 | 0,21 |

różniły się kwasowością hydrolityczną oraz sumą zasad wymiennych. Najwięcej węgla utleniającego zawierała glina ciężka, a najmniej glina lekka. Zawartość związków żelaza i glinu zarówno ogółem, jak i form wolnych była większa w glinach niż w piaskach.

Przebieg sorpcji w obrębie grupy piasków i glin był bardzo podobny, natomiast wystąpiły zdecydowane różnice pomiędzy tymi grupami. Gliny zasorbowały znacznie więcej kwasów huminowych znaczonego ^{14}C w porównaniu z piaskami bez względu na stężenie zastosowanych roztworów. Gleby o większej ilości ilu koloidalnego, żelaza i glinu osiągały szybciej stan sorpcyjnej równowagi niż piaski. Stan równowagi uzależniony był również od stężenia roztworu użytego do badania sorpcji. Zastosowanie coraz większego stężenia opóźniało w czasie równowagę



Ryc. 1. Sorpcja kwasów huminowych znaczonego ^{14}C z roztworu o stężeniu 6,25 mg C/100 g

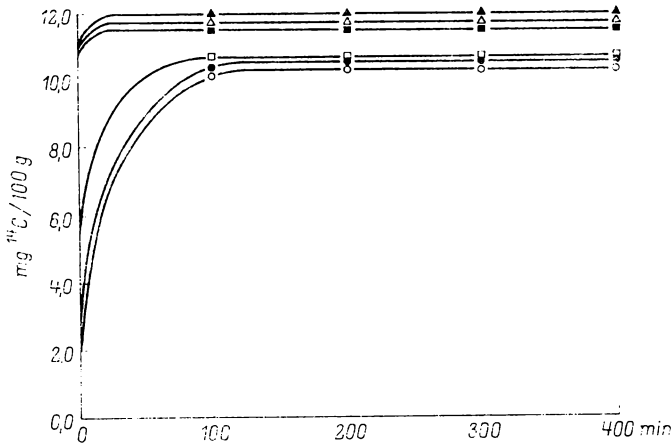
1 — piasek luźny, 2 — piasek słabo gliniasty, 3 — piasek gliniasty mocny, 4 — glina lekka, 5 — glina średnia, 6 — glina ciężka

Fig. 1. Sorption of ^{14}C -labelled humic acids from the solutions of the concentration of 6.25 mg C/100 g

1 — loose sand, 2 — slightly loamy sand, 3 — heavy loamy sand, 4 — light loam, 5 — medium loam, 6 — heavy loam

sorpcyjną. W warunkach najmniejszego stężenia gliny osiągnęły równowagę po 10 min, a piaski po 50—110 min (ryc. 1), natomiast w roztworze o największym stężeniu kwasów huminowych znaczonego ^{14}C te przedziały czasowe wynosiły odpowiednio dla glin 250 min, a dla piasków około 400 min (ryc. 6).

Przebieg desorpcji zasorbowanych w glebach kwasów huminowych znaczonego ^{14}C był bardzo podobny u wszystkich badanych gleb i dlatego przedstawiono go tylko dla trzech stężeń oraz dla gleb o mniejszej zawartości ilu koloidalnego (ryc. 7). Pierwsza porcja wody ekstrahowała największą ilość związków próchnicznych, być może były to połączenia, które nie weszły w reakcję z koloidami glebowymi. Dalsze

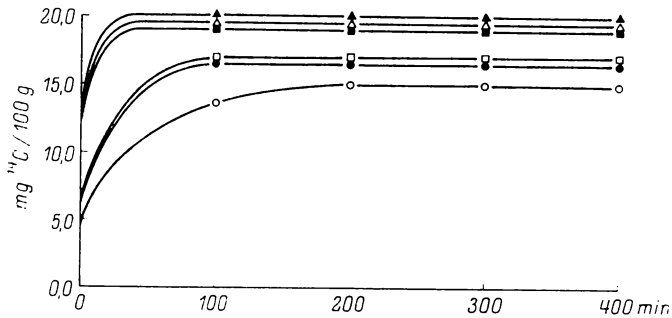


Ryc. 2. Sorpcja kwasów huminowych znaczonych ^{14}C z roztworu o stężeniu 12,5 mg C/100 g

objaśnienia jak w ryc. 1

Fig. 2. Sorption of ^{14}C -labelled humic acids from the solutions of the concentration of 12.5 mg C/100g

explanations — as in Fig. 1



Ryc. 3. Sorpcja kwasów huminowych znaczonych ^{14}C z roztworu o stężeniu 25,0 mg C/100 g

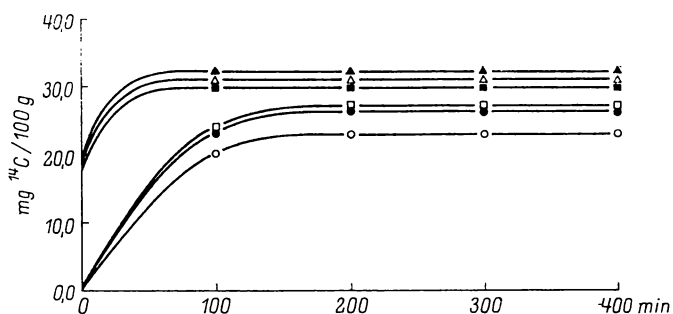
objaśnienia jak w ryc. 1

Fig. 3. Sorption of ^{14}C -labelled humic acids from the solutions of the concentration of 25.0 mg C/100 g

explanations — as in Fig. 1

porcje ekstraktów wykazywały już znacznie mniejszą aktywność, lecz proces ten nie został jeszcze zakończony.

Ilość nietrwale zasorbowanych w glebach kwasów huminowych znaczonych ^{14}C była uzależniona zarówno od ich stężenia w roztworze oraz składu mechanicznego gleb i zawartości żelaza i glinu (tab. 3). Bez względu na stężenie związków próchnicznych, najslabszą sorpcją odznaczały

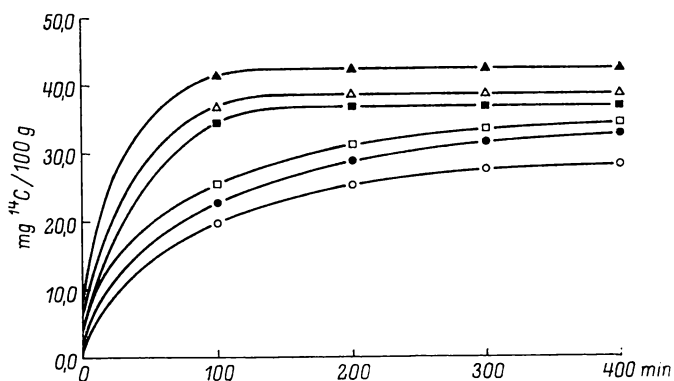


Ryc. 4. Sorpcja kwasów huminowych znaczonych ^{14}C z roztworu o stężeniu 50,0 mg C/100 g

objaśnienia jak w ryc. 1

Fig. 4. Sorption of ^{14}C -labelled humic acids from the solutions of the concentration of 50.0 mg C/100 g

explanations — as in Fig. 1



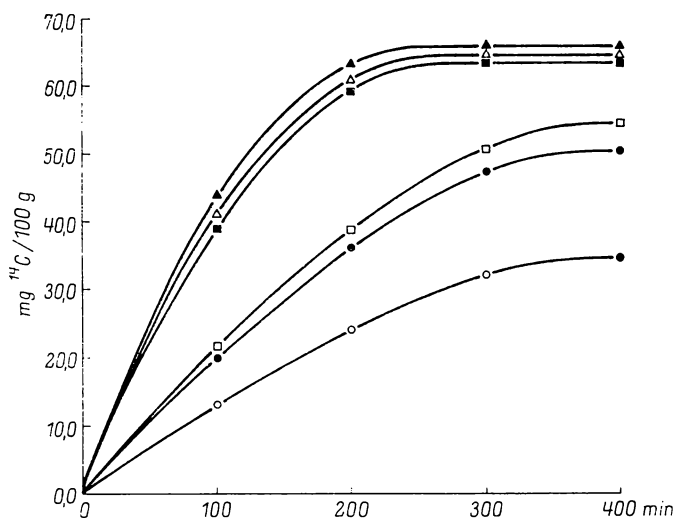
Ryc. 5. Sorpcja kwasów huminowych znaczonych ^{14}C z roztworu o stężeniu 100,0 mg C/100 g

objaśnienia jak w ryc. 1

Fig. 5. Sorption of ^{14}C -labelled humic acids from the solutions of the concentration of 100.0 mg C/100 g

explanations — as in Fig. 1

się gleby o najmniejszej ilości ilu koloidalnego. Różnice w ilości zasorbowanych kwasów huminowych znaczonych ^{14}C zwiększały się w miarę wzrostu stężenia tych preparatów w roztworze. W warunkach gdy ilość kwasów wynosiła 0,03125 mg C w 4 cm³, glina ciężka zasorbowała 1,1-krotnie więcej w porównaniu z piaskiem luźnym, gdy tymczasem z roztworu o stężeniu 1,0 mg C w 4 cm³ — odpowiednio 1,9-krotnie. W porównaniu z ilością kwasów huminowych znaczonych ^{14}C wprowa-



Ryc. 6. Sorpcja kwasów huminowych znaczonych ^{14}C z roztworu o stężeniu 200,0 mg C/100 g

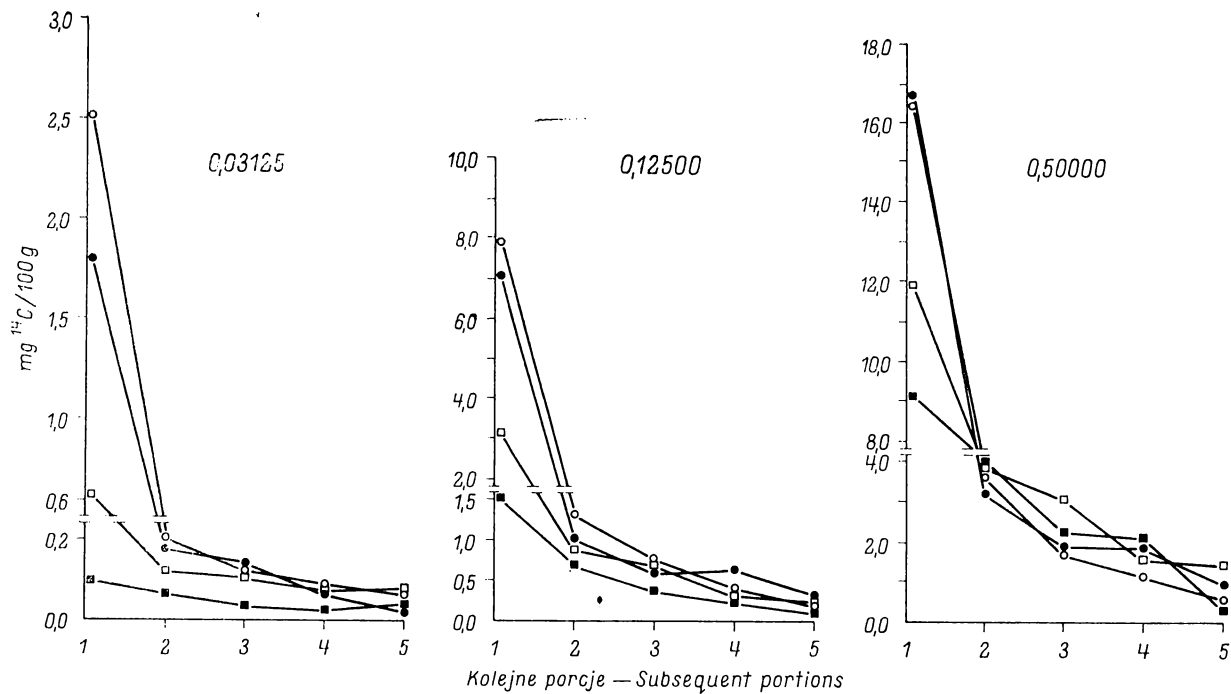
objaśnienia jak w ryc. 1

Fig. 6. Sorption of ^{14}C -labelled humic acids from the solutions of the concentration of 200.0 mg C/100 g

explanations — as in Fig. 1

dzoną do gleb, ilość, jaka ulegała zasorbowaniu, malała w miarę wzrostu stężenia roztworu.

Związki próchniczne, które zostały zasorbowane w glebach, mogą ulegać częściowej desorpcji w wyniku wymywania ich wodą destylowaną. Są one jednak zdecydowanie silniej związane przez gleby, które zawierają więcej iłu koloidalnego. Intensywność wymywania uzależniona jest jednak od wyjściowego stężenia roztworu użytego do badania sorpcji. W przypadku gdy użyto roztworu o koncentracji 0,03125 mg C w 4 cm³ z piasku luźnego desorpcji uległo około 53%, a z gliny ciężkiej zaledwie 3,4% zasorbowanych kwasów huminowych. W warunkach wysokiego stężenia tych preparatów (1,0 mg C w 4 cm³) desorpcja wyniosła odpowiednio 85 i 62,5%. Świadczy to, że kwasy huminowe znaczone ^{14}C z roztworów o małych stężeniach są sorbowane w mniejszych ilościach, ale tworzą kompleksy o większej trwałości. Uwidocznilo się to we wszystkich próbkach gleb i należałoby uznać to za prawidłowość, na którą zwracają uwagę również inni autorzy [3, 9]. Interpretacja wyników przebiegu sorpcji kwasów huminowych w glebach jest bardzo trudna ze względu na jego złożoność. Zachodzi ona głównie na powierzchni polarnych sorbentów glebowych i według klasyfikacji fizykochemicznej jest adsorpcją. Zdaniem autora niniejszej pracy, wyjaśnienie tego pro-



Ryc. 7. Desorpcja kwasów huminowych znaczonych ^{14}C z gleby
objaśnienia jak w ryc. 1

Fig. 7. Desorption of ^{14}C -labelled humic acids from soils
explanations — as in Fig. 1

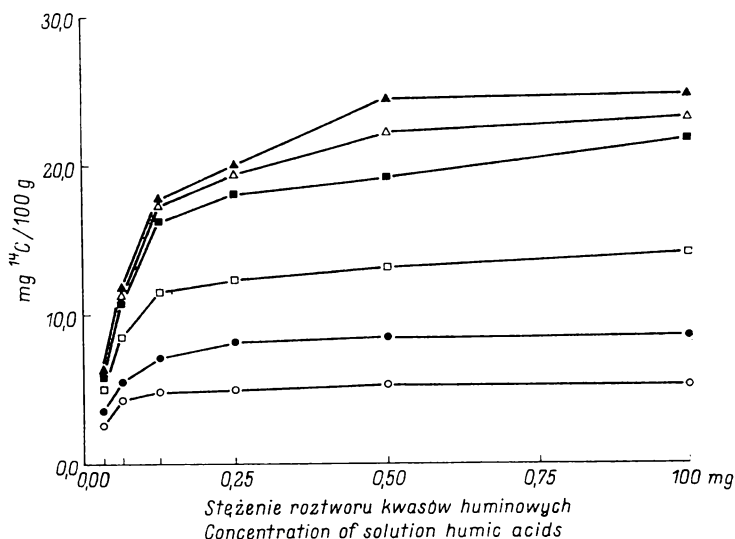
Tabela 3

Sorpcja i desorpcja ^{14}C – kwasów huminowych przez gleby po 400 min ekspozycji
 Sorption and desorption of ^{14}C -- labelled humic acids from soils after 400 min of exposition

| Stężenie roztworu Concentration of solution mg ^{14}C w 4 cm ³ in | 0,03125 | | | | 0,06250 | | | | 0,12500 | | | |
|---|---|-------|-------------------------|-------|---------------------|------|-------------------------|-------|---------------------|------|-------------------------|-------|
| | ^{14}C w 100 g gleby -- ^{14}C content in 100 g of soil | | | | | | | | | | | |
| | sorpcja sorption | | desorpcja desorption | | sorpcja sorption | | desorpcja desorption | | sorpcja sorption | | desorpcja desorption | |
| Gleba – Soil | mg | % | mg | % | mg | % | mg | % | mg | % | mg | % |
| | Piasek luźny Loose sand | 5,6 | 90,3 | 2,95 | 52,7 | 10,3 | 82,6 | 6,12 | 59,5 | 15,3 | 61,2 | 10,42 |
| Piasek słabo gliniasty Slightly loamy sand | 5,8 | 92,1 | 2,21 | 38,2 | 10,6 | 85,0 | 4,92 | 46,5 | 16,9 | 67,6 | 9,67 | 57,2 |
| Piasek gliniasty mocny Heavy loamy sand | 6,0 | 96,4 | 0,98 | 16,4 | 10,7 | 85,6 | 2,16 | 20,2 | 17,0 | 68,0 | 5,36 | 31,5 |
| Gлина lekka Light loam | 6,1 | 98,3 | 0,23 | 3,8 | 11,6 | 92,8 | 0,61 | 5,3 | 19,2 | 76,9 | 3,11 | 16,2 |
| Gлина średnia Medium loam | 6,2 | 98,5 | 0,25 | 4,1 | 11,9 | 95,3 | 0,46 | 3,9 | 19,5 | 78,1 | 2,20 | 11,3 |
| Gлина ciężka Heavy loam | 6,2 | 100,0 | 0,21 | 3,4 | 12,0 | 97,4 | 0,51 | 4,2 | 20,1 | 80,4 | 2,43 | 12,1 |
| Stężenie roztworu Concentration of solution mg ^{14}C w 4 cm ³ in | 0,25000 | | | | 0,50000 | | | | 1,00000 | | | |
| | Piasek luźny Loose sand | 22,9 | 45,8 | 17,94 | 78,3 | 28,4 | 28,4 | 23,30 | 82,0 | 34,4 | 17,2 | 29,27 |
| Piasek słabo gliniasty Slightly loamy sand | 26,6 | 53,1 | 18,44 | 69,3 | 32,8 | 32,8 | 24,38 | 74,3 | 51,3 | 25,7 | 42,82 | 83,5 |
| Piasek gliniasty mocny Heavy loamy sand | 26,7 | 53,4 | 14,35 | 53,7 | 35,1 | 35,1 | 21,89 | 62,4 | 55,0 | 27,5 | 40,99 | 74,5 |
| Gлина lekka Light loam | 30,1 | 60,2 | 13,79 | 45,8 | 36,9 | 36,9 | 17,64 | 47,8 | 64,0 | 32,0 | 42,17 | 65,9 |
| Gлина średnia Medium loam | 31,1 | 62,2 | 11,80 | 37,9 | 39,3 | 39,3 | 17,15 | 43,6 | 65,1 | 32,5 | 41,95 | 64,4 |
| Gлина ciężka Heavy loam | 31,8 | 63,6 | 11,88 | 37,4 | 42,5 | 42,5 | 17,87 | 42,0 | 66,2 | 33,0 | 41,39 | 62,5 |

cesu w pewnej części może sugerować jedna z fizykochemicznych teorii adsorpcji cytowana przez O ś c i k a [7]. Według niej spolaryzowane cząsteczki adsorbentu (w tym przypadku kwasów huminowych) mogą zmieniać orientację na powierzchni adsorbentu w zależności od równowagowego stężenia ich w roztworze. W układach o małych stężeniach (małe pokrycie powierzchni adsorbentu cząsteczkami adsorbentu) zaadsorbowane cząsteczki kwasów huminowych układają się równolegle, a przy wyższych stężeniach roztworu (większe pokrycie powierzchni adsorbentu cząsteczkami adsorbentu) prostopadle do powierzchni adsorbentu. Równoległa orientacja cząsteczek kwasów huminowych w stosunku do powierzchni adsorbentu, przy jednocześnie większej powierzchni kontaktu, sprzyja ich silniejszemu zbliżeniu. Umożliwia to oddziaływanie sił Van der Waalsa. Według Greenlanda [3], wytwarzająca się w takim układzie większa ilość wiązań tego typu zwiększa odpowiednio trwałość i powoduje nieodwracalność wytworzonego kompleksu.

Ilość kwasów huminowych znaczonych ^{14}C , trwale zasorbowanych w glebach po 400 min kontaktu z roztworami o różnych stężeniach, świadczy o pojemności sorpcyjnej gleb w stosunku do związków próchnicznych. W przypadku piasku luźnego i słabo gliniastego już przy stę-



Ryc. 8. Ilość kwasów huminowych znaczonych ^{14}C trwale zasorbowanych w glebach po 400 min wytrząsania
objaśnienia jak w ryc. 1

Fig. 8. Amount of ^{14}C -labelled humic acids permanently absorbed in soils after 400 min of shaking
explanations — as in Fig. 1

zeniu 0,25 mg C w 4 cm³ proces tworzenia trwałych połączeń kwasów huminowych z minerałami ilastymi został zakończony (ryc. 8). W glinie średniej i ciężkiej proces ten nastąpił w roztworze o stężeniu 0,5 mg C w 4 cm³.

WNIOSKI

— Zwiększenie koncentracji kwasów huminowych znaczonych ¹⁴C w roztworze powodowało wzrost ilości tych związków zasorbowanych przez wszystkie badane gleby. Jednakże w porównaniu z ilością kwasów huminowych znaczonych ¹⁴C, dodanych do gleb, ilość zasorbowanych malała.

— Kwasy huminowe zasorbowane z roztworów o większej koncentracji łatwiej ulegają wymywaniu niż zasorbowane z roztworów o małym stężeniu.

— Kwasy huminowe z roztworów o małych stężeniach są sorbowane w mniejszych ilościach, ale tworzą z minerałami ilastymi kompleksy o większej trwałości.

— Ilość zasorbowanych kwasów huminowych znaczonych ¹⁴C przez gleby zwiększała się w miarę wzrostu zawartości w nich żelaza koloidalnego, żelaza i glinu oraz wydłużania czasu oddziaływania z glebami.

LITERATURA

- [1] Bochar A., Chalił R. Wlijanije na niakoj faktori warchu adsorpcija ta na huminowi kiseline ot glinisti minierali. Poczwozn. i agrochim. 1978 nr 5 s. 86—93.
- [2] Evans L. T., Russell E. W. The adsorption of humic and fulvic acids by clay. Soil Sci. 1969 Vol. 10 No. 1 p. 119—132.
- [3] Greenland D. J. Interaction on between humic and fulvic acids and clays. Soil Sci. 1971 Vol. 111 No. 2 p. 34—41.
- [4] Koter M., Mazur T., Chodań J. Sorpcja aminokwasów w glebach. Roczn. Nauk rol. 88 19 Ser. A s. 4—14.
- [5] Mazur T., Chodań J., Kucharski J. Sorption of organic compounds in sandy soil of different agricultural utilization. Pol. J. Soil Sci. 1976 Vol. 9 No. 1 p. 19—26.
- [6] Nowak G. Przemiany roślinnej materii organicznej znakowanej izotopem ¹⁴C w glebach intensywnie nawożonych. Zesz. nauk. ART Olszt. 1982 t. 35 s. 3—57.
- [7] Ościk J. Adsorpcja. PWN. Warszawa 1973.
- [8] Panków N. S., Asejewa J. W., Ammocoowa J. M. Izuczenije wzaimodiejstwa nukleinowych kislot i ich proizwodnych s adsorbentami wossozdajuszczymi powierchostnyje swojstwa komponentow poczwy. Humus et Planta. VI Proc. 1975 s. 481—489.
- [9] Rashid M. A., Buckley D. M., Robertson K. R. Interaction of

- a marine humic acid with clay minerals and natural sediment. *Geoderma* 1972 Vol. 8 No. 1 p. 11—27.
- [10] Schnitzer M., Kodama H. Reactions between a podzol fulvic acid and Na-montmorillonite. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 1967 Vol. 31 p. 632—636.
- [11] Theng B. K. Interaction between montmorillonite and fulvic acids. *Geoderma* 1976 Vol. 15 No. 3 p. 243—251.

Г. НОВАК

КИНЕТИКА СОРЕЦЦИИ И ДЕСОРЕЦЦИИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ МЕЧЕНЫХ ^{14}C
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ КОНЦЕНТРАЦИИ В РАСТВОРЕ

Кафедра агрохимии Сельскохозяйственной академии
в Ольштыне

Резюме

В модельной системе исследовали сорбцию и десорбцию гуминовых кислот меченых ^{14}C образцами шести почв различающихся содержанием коллоидного ила. Образцы почв встряхивали с растворами гуминовых кислот меченых ^{14}C с разными концентрациями, а затем промывали их дистиллированной водой. Гуминовые кислоты из растворов с малыми концентрациями сорбировались в меньших количествах, тем не менее образовали с илстыми минералами более прочные комплексы. Количество абсорбированных гуминовых кислот меченых ^{14}C повышалось по мере повышения содержания в почвах коллоидного ила, железа и алюминия и более долгого времени их воздействия.

G. NOWAK

SORPTION AND DESORPTION KINEMATICS OF ^{14}C -LABELLED
HUMIC ACIDS DEPENDING ON THEIR CONCENTRATION IN THE
SOLUTION

Department of Agricultural Chemistry Agricultural University of Olsztyn

Summary

Sorption and desorption of ^{14}C -labelled humic acids of six soil types differing with the colloidal clay content was investigated in a model system. Soil samples were shaken with solutions of ^{14}C -labelled humic acids of different concentrations and then they were washed with distilled water. Humic acids from solutions of low concentrations were absorbed in less amounts, nevertheless they formed with clay minerals more stable complexes. The amount of absorbed ^{14}C -labelled humic acids increased along with a growth of the colloidal clay, iron and aluminium content in soils and with their prolonged effect.

Doc. dr hab. Grzegorz Nowak
Katedra Chemii Rolnej ART
Olsztyn — Kortowo

