

RYSZARD TURSKI, HENRYK DOMŻAŁ,
ANNA SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ, WALDEMAR MARTYŃ

WPLYW FRAKCJI IŁU KOLOIDALNEGO, WĘGLANU WAPNIA I PRÓCHNICY NA ZAWARTOŚĆ WODY SILNIE ZWIĄZANEJ, PLASTYCZNOŚĆ I PĘCZNIENIE RĘDZIN

Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Lublinie
Dyrektor — prof. dr hab. R. Turski

Większość polskich rędzin to zazwyczaj gleby o dużej zawartości frakcji ilastej, zasobne w CaCO_3 i związki próchniczne, a zróżnicowanie ich zależy od wyjściowego materiału skalnego oraz ilości i jakości materiałów akcesorycznych [2]. Badania wykazały, że rędziny są bardzo plastyczne, silnie pęczniają i kurczą się. Duża jest ich pojemność wodna, jednocześnie jednak znaczna ilość wody jest w nich bardzo silnie związana z fazą stałą, a tym samym niedostępna dla roślin. Znana jest również w praktyce duża trudność w uprawie rędzin po przekroczeniu dość wąskiego zazwyczaj przedziału wilgotności.

Celem niniejszej pracy jest znalezienie zależności między niektórymi elementami tworzywa stałego rędzin (zawartość iłu koloidalnego, węglan wapnia, związki próchniczne) a plastycznością, pęcznieniem i ilością wody silnie związanej.

Praca ta jest kontynuacją badań prowadzonych dla charakterystycznych gleb wyżynnych obszarów Polski.

METODYKA

Do badań pobrano 51 próbek rędzin kredowych. Pobrany materiał był zróżnicowany pod względem zawartości frakcji o średnicy $< 0,002$ mm, CaCO_3 oraz próchnicy. Oznaczenia wykonano następującymi metodami:

— Maksymalną higroskopijność $w_h \max$ w suszarce próżniowej nad 3,3-procentowym H_2SO_4 , przy podciśnieniu 0,8 atmosfery.

— Zawartość wody fizjologicznie nieużytecznej (pF 4,2) w komorach wysokociśnieniowych przy ciśnieniu 15 atmosfer.

— Granica płynności W_L zgodnie z PN-55/B-04489.

Wartości współczynników korelacji między badanymi cechami
 Values of correlation coefficients between fraction investigated

| CaCO ₃ | Fracja - Fraction of $\phi < 0,002$ mm | Próchnica Humus | wh max wh max | Woda niedostępna Unavailable water | <u>W_L</u> | <u>W_P</u> | <u>I_P</u> | Pęcznienie Swelling | |
|-------------------|---|--------------------|------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|--|
| - | -0,076 | -0,122 | -0,213 | -0,114 | -0,238 | -0,109 | -0,321 | -0,396 | CaCO ₃ |
| | - | -0,078 | <u>0,630</u> | <u>0,662</u> | <u>0,815</u> | <u>0,727</u> | <u>0,705</u> | <u>0,648</u> | frakcja - fraction of $\phi < 0,002$ mm |
| | | - | -0,160 | -0,093 | -0,088 | -0,126 | 0,000 | 0,006 | próchnica - humus |
| | | | - | <u>0,776</u> | <u>0,769</u> | <u>0,704</u> | <u>0,663</u> | <u>0,448</u> | whmax - wh max |
| | | | | - | <u>0,750</u> | <u>0,702</u> | <u>0,590</u> | <u>0,370</u> | woda niedostępna unavailable water |
| | | | | | - | <u>0,928</u> | <u>0,801</u> | <u>0,580</u> | <u>W_L</u> |
| | | | | | | - | <u>0,566</u> | <u>0,470</u> | <u>W_P</u> |
| | | | | | | | - | <u>0,496</u> | <u>I_P</u> |
| | | | | | | | | - | pęcznienie - swelling |

Na przyjętym poziomie istotności $\alpha = 0,05$ dla $n = 51$ oznaczeń istotne są współczynniki korelacji większe od 0,276. Istotne współczynniki korelacji podkreślono.

At the assumed significance level $\alpha = 0.05$ for $n = 51$ determinations significant are the correlation coefficients highest than 0.276. Significant correlation coefficients are underlined.

- Granica plastyczności W_P zgodnie z PN-55/B-04490.
- Wskaźnik plastyczności I_P obliczono z różnicy między granicą płynności i granicą plastyczności.
- Pęcznienie za pomocą aparatu Wasiliewa na próbkach o naruszonej strukturze, wstępnie zagęszczonych z siłą $0,75 \text{ kG/cm}^2$.
- Skład mechaniczny metodą Bouyoucosa w modyfikacji Cassagrande i Prószyńskiego bez wstępnej dekalcytacji, z oddzieleniem frakcji piasku na sicie o średnicy oczek $0,1$ milimetra. Jako peptyzator stosowano sześciometafosforan sodu z dodatkiem węgla sodu.
- Węglan wapnia metodą Scheiblera.
- Próchnica metodą Tiurina w modyfikacji Simakowa.

Badane rędziny wykazują skład mechaniczny glin, w tym liczba glin lekkich wynosiła 5, średnich — 13, ciężkich — 33. Zawartość frakcji łu koloidalnego mieści się w granicach od 4 do 49%, dla większości prób 18—38 procent. Pod względem ilości węgla wapnia materiał jest bardzo zróżnicowany. 21 próbek zawiera poniżej 10% CaCO_3 , 12 — od 10 do 20%, a 18 — powyżej 20 procent. Najwyższa zawartość CaCO_3 wynosi 62,3 procent. Zawartość próchnicy waha się od 0,9 do 4,70%, w tym w 10 próbkach poniżej 2%, w 32 od 2 do 4% i w 9 powyżej 4 procent.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, obliczając współczynniki korelacji między badanymi właściwościami (tab. 1, 2). Istotność współ-

Tabela 2

Wartości współczynników korelacji między niektórymi badanymi właściwościami w grupach zawartości CaCO_3
 Values of correlation coefficients between some properties investigated in the CaCO_3 content group

| | Grupa — Group of <10% CaCO_3 | | Grupa — Group of 10—20% CaCO_3 | | Grupa — Group of >20% CaCO_3 | |
|------------------------|--|---|--|---|--|---|
| | CaCO_3 | frakcja - fraction of $\varnothing < 0,002 \text{ mm}$ | CaCO_3 | frakcja - fraction of $\varnothing < 0,002 \text{ mm}$ | CaCO_3 | frakcja - fraction of $\varnothing < 0,002 \text{ mm}$ |
| I_P | <u>-0,472</u> | <u>0,730</u> | -0,058 | <u>0,855</u> | -0,321 | <u>0,611</u> |
| Pęcznienie Swelling | -0,066 | <u>0,823</u> | -0,089 | <u>0,768</u> | -0,236 | 0,381 |

Na przyjętym poziomie ufności $\alpha = 0,05$:

w grupie <10% CaCO_3 dla $n = 21$ oznaczeń istotne są współczynniki korelacji większe od 0,433;
 w grupie 10—20% CaCO_3 dla $n = 12$ oznaczeń istotne są współczynniki korelacji większe od 0,576;
 w grupie >20% CaCO_3 dla $n = 18$ oznaczeń istotne są współczynniki korelacji większe od 0,468;

At the assumed confidence level $\alpha = 0,5$:

in the group <10% CaCO_3 for $n = 21$ determinations significant are the correlations coefficients higher than 0.433;

in the group 10—20% CaCO_3 for $n = 12$ determinations significant are the correlation coefficients higher than 0.576;

in the group > 20% CaCO_3 for $n = 18$ determinations significant are the correlation coefficients higher than 0.468. Significant correlation coefficients are underlined.

Istotne współczynniki korelacji są podkreślone.

czynników korelacji określono za pomocą testu t . W przypadku istnienia wysokich istotnych korelacji wyliczono również równania prostych regresji, opisujące zależność między badanymi właściwościami.

Tabela 3

Proste regresji opisujące zależności między właściwościami istotnie skorelowanymi
Regression straight lines describing relationships between significantly correlated properties

| x | y | Współczynnik korelacji r_{xy} Correlation coefficient r_{xy} | Równanie prostej regresji $y = ax + b$ Equation of regression straight line $y = ax + b$ |
|-------------------------------------|--|---|---|
| Frakcja - Fraction of < 0,002 mm | wh max - wh max | 0,630 | 0,2246x + 4,5459 |
| Frakcja - Fraction of < 0,002 mm | woda niedostępna dla roślin water unavailable to plants | 0,662 | 0,3817x + 7,5008 |
| Frakcja - Fraction of < 0,002 mm | W_L | 0,815 | 1,1299x + 17,2839 |
| Frakcja - Fraction of < 0,002 mm | W_P | 0,727 | 0,6719x + 12,7538 |
| Frakcja - Fraction of < 0,002 mm | I_P | 0,705 | 0,4417x + 4,6400 |
| Frakcja - Fraction of < 0,002 mm | pęcznienie - swelling | 0,648 | 0,5668x + 1,1403 |
| wh max - wh max | woda niedostępna dla roślin water unavailable to plants | 0,776 | 1,2550x + 4,7661 |
| wh max - wh max | W_L | 0,769 | 2,9904x + 17,3300 |
| wh max - wh max | W_P | 0,704 | 1,8256x + 12,2499 |
| wh max - wh max | I_P | 0,663 | 1,1658x + 4,5936 |
| wh max - wh max | pęcznienie - swelling | 0,448 | 1,1004x + 5,6520 |

Tabela 4

Współczynniki regresji pozwalające obliczyć wartości badanych właściwości na podstawie procentowej zawartości frakcji o $\phi < 0,002$ mm, węglanu wapnia i próchnicy w glebie

Regression coefficients enabling computation of values of properties tested of the basis of percentage of fraction of < 0,002 mm, calcium carbonate and humus in soil

| Zmienna zależna Depended variable | Współczynniki regresji - Regression coefficients | | | Wyraz wolny Free expression |
|--|--|------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | % frakcji - % of fraction < 0,002 mm | CaCO ₃ % | próchnica humus, % | |
| wh max - wh max | 0,2158 | -0,0382 | -0,0101 | 5,5664 |
| Woda niedostępna dla roślin Water unavailable to plants | 0,3763 | -0,0239 | -0,0062 | 8,1357 |
| W_L | 1,1053 | -0,1488 | -0,0140 | 20,7455 |
| W_P | 0,6617 | -0,0347 | -0,0152 | 13,8000 |
| I_P | 0,4300 | -0,0975 | 0,0027 | 6,6699 |
| Pęcznienie - Swelling | 0,5445 | -0,1773 | 0,0024 | 4,8830 |

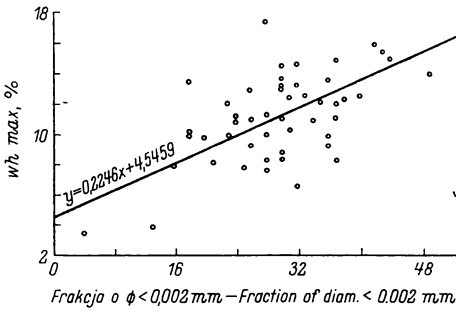
Przedstawione równania prostych regresji pozwalają obliczyć wartość badanych właściwości na podstawie prostych oznaczeń zawartości frakcji iłu koloidalnego lub $w_h \max$ (tab. 3), a także na podstawie znajomości zawartości iłu koloidalnego, próchnicy i węglanu wapnia (tab. 4).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

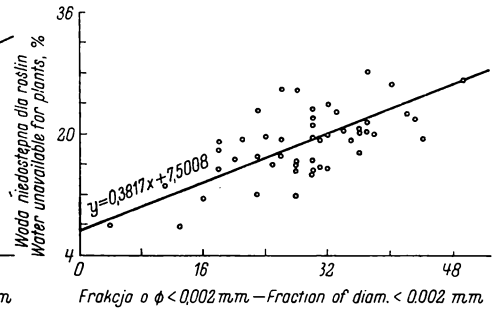
Z przeprowadzonych badań wynika, że węglan wapnia wpływa w małym stopniu na zawartość wody silnie związanej w glebie i na granice konsystencji. Istotne współczynniki korelacji, bardzo jednak niskie, otrzymaliśmy jedynie między węglanem wapnia i wskaźnikiem plastyczności ($r = -0,321$) oraz węglanem wapnia i pęcznieniem ($r = -0,396$; tab. 1). Badania prowadzono nad wpływem stężenia różnych kationów [9] na plastyczność gleby, maksymalną higroskopijność i ilość wody fizjologicznie nieużytecznej potwierdzają uzyskane przez nas prawidłowości. Wycylenie gleby kationami Ca^{2+} powoduje nieznaczne zmniejszenie wartości badanych właściwości lub nie wywołuje żadnych zmian. W innych pracach spotykamy się natomiast ze stwierdzeniem, że węglan wapnia obniża granicę płynności glin [5].

Niemal całkowity brak zależności zaobserwowano między próchnicą a analizowanymi właściwościami. W poprzedniej pracy poświęconej glebom lessowym [8] stwierdzono silny wpływ związków próchnicznych na granicę płynności i granicę plastyczności. W rędzinach wpływ ten nie zaznacza się zupełnie. Współczynnik korelacji między próchnicą a W_L wynosi $r = -0,088$ i między próchnicą a W_P $r = -0,127$. Zastanawia szczególnie brak podkreślanej w literaturze [7] zależności maksymalnej higroskopijności wody fizjologicznie nieużytecznej dla roślin i pęcznienia od próchnicy.

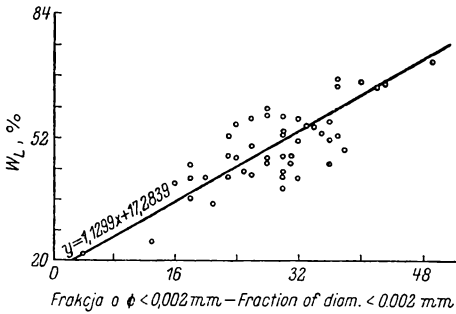
Najsilniejsze związki istnieją w rędzinach między frakcją o średnicy $< 0,002$ mm a analizowanymi właściwościami (tab. 1, rys. 1—6). Szczególnie wysoką zależność od tej frakcji wykazują granice konsystencji i wskaźnik plastyczności, nieco niższą, ale istotną — maksymalna higroskopijność, woda niedostępna dla roślin i pęcznienie. Zależności te znajdują potwierdzenie w literaturze [1, 4, 7], z jednym wyjątkiem. Powszechnie uważa się bowiem [3, 6], że granica plastyczności nie jest istotnie uzależniona od frakcji iłu koloidalnego. Badając wcześniej gleby lessowe stwierdziliśmy jednak, że wyeliminowanie wpływu próchnicy umożliwia stwierdzenie związku granicy plastyczności z iłem koloidalnym. W glebach lessowych o małej zawartości próchnicy korelacja między iłem koloidalnym a W_P jest wysoka i dodatnia, natomiast w silnie próchnicznych glebach lessowych staje się ujemna. Brak zależności granicy plastyczności od iłu koloidalnego stwierdziliśmy jedynie dla gleb o przecięt-



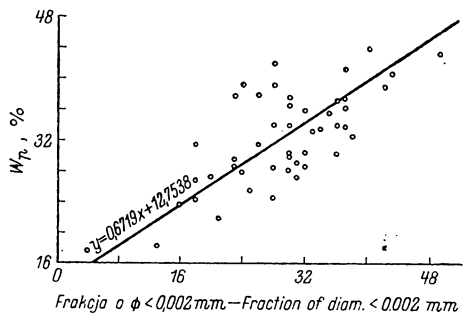
Rys. 1. Wpływ frakcji łu koloidalnego na maksymalną higroskopijność
Effect of colloidal clay fraction on maximal hygroscopicity



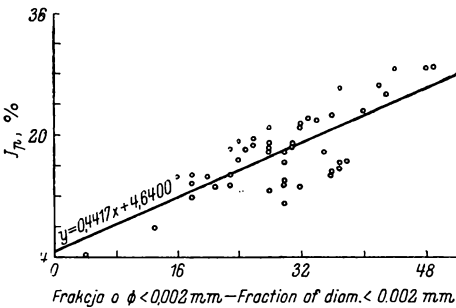
Rys. 2. Wpływ frakcji łu koloidalnego na zawartość wody niedostępnej dla roślin
Effect of colloidal clay fraction on content of water unavailable to plants



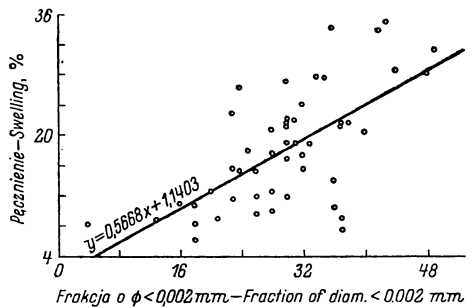
Rys. 3. Wpływ frakcji łu koloidalnego na granicę płynności
Effect of colloidal clay fraction on fluidity limit



Rys. 4. Wpływ frakcji łu koloidalnego na granicę plastyczności
Effect of colloidal clay fraction on plasticity limit



Rys. 5. Wpływ frakcji łu koloidalnego na wskaźnik plastyczności
Effect of colloidal clay fraction on plasticity index



Rys. 6. Wpływ frakcji łu koloidalnego na pęcznienie
Effect of colloidal clay fraction on swelling

nej zawartości próchnicy (1—2%). W rędzinach, w których, jak już wspomniano, ani węglan wapnia, ani próchnica nie wywierają istotnego wpływu na granicę plastyczności, związek między W_p a ilem koloidalnym jest jeszcze silniejszy niż w glebach wytworzonych z lessu. Współczynnik korelacji, mimo dużego rozrzutu punktów, wynosi $r = -0,728$.

Przyczyną tych znacznych różnic między glebami jest zapewne odmienny skład mineralny. Należy więc wystrzegać się automatycznego przenoszenia zależności zaobserwowanych w jednych glebach na gleby inne, różniące się zawartością poszczególnych minerałów, szczególnie tych, które znajdują się we frakcji iłu koloidalnego.

Zależność między ilem koloidalnym a wskaźnikiem plastyczności i pęcznieniem osłabiona jest przez mały wprawdzie, ale istotny, ujemny wpływ węglanu wapnia. Ażeby wyeliminować ten wpływ podzielono uzyskane wyniki na grupy w zależności od zawartości CaCO_3 w badanych glebach (1 grupa — $< 10\%$ CaCO_3 , 2 grupa — $10\text{—}20\%$ CaCO_3 , 3 grupa — $> 20\%$ CaCO_3).

Stwierdzono, że w utworzonych grupach zanika wpływ węglanu wapnia na I_p i pęcznienie. Jedynie w grupie $< 10\%$ CaCO_3 obserwuje się bardzo małą, ale istotną ujemną korelację między węglanem wapnia a wskaźnikiem plastyczności ($r = -0,472$). W grupach drugiej i trzeciej węglan wapnia nie wywołuje już żadnych istotnych zmian wartości I_p .

Podział próbek na grupy o różnej zawartości CaCO_3 pozwolił ponadto na stwierdzenie, że w grupie trzeciej ($> 20\%$ CaCO_3) frakcja o średnicy $< 0,002$ mm nie wywiera istotnego wpływu na wartość pęcznienia. W grupie pierwszej i drugiej współczynniki korelacji między ilem koloidalnym a pęcznieniem są bardzo wysokie, szczególnie w grupie $< 10\%$ CaCO_3 ($r = 0,823$; tab. 2).

Z przytoczonych danych, wskazujących na istotną zależność badanych właściwości od iłu koloidalnego, a bardzo słabą od węglanu wapnia i próchnicy (które właśnie wchodzi w skład najdrobniejszej koloidalnej frakcji gleby), można wnioskować, że zarówno o ilości wody silnie związanej z fazą stałą, jak o właściwościach plastycznych i zdolności pęcznienia gleby decydują przede wszystkim pozostałe minerały, tworzące w rędzinach frakcje o średnicy $< 0,002$ milimetrów.

Duża zależność wh_{max} , wody niedostępnej dla roślin, granic i wskaźnika konsystencji oraz pęcznienia od frakcji koloidalnej sprawia, że korelują one również wzajemnie między sobą. Najniższe współczynniki korelacji z pozostałymi właściwościami wykazuje pęcznienie, które uzależnione jest dodatkowo od ilości CaCO_3 . Szczególnie wysoki współczynnik korelacji zaobserwowano między granicą plastyczności i granicą płynności ($r = 0,928$; tab. 1).

WNIOSKI

1. Frakcja iłu koloidalnego wywiera istotny, dodatni wpływ na maksymalną higroskopijność, zawartość wody niedostępnej dla roślin, granice konsystencji, wskaźnik plastyczności i pęcznienie rędzin.
2. Związki próchniczne nie wpływają istotnie na badane właściwości.
3. Między węglanem wapnia a wskaźnikami plastyczności i pęcznieniem istnieje istotna, lecz bardzo niska, ujemna korelacja. Pozostałe właściwości nie są uzależnione od węglanu wapnia.

LITERATURA

- [1] Cioni A.: Aspetti o considerazioni sulle proprieta dinamiche dei terreni agrari. *Macchine e motori agricoli*. Anno XXVIII, 9, 1970, 123-144.
- [2] Dobrzański B., Turski R.: Rędziny Wyżyny Lubelskiej. *Rocz. Nauk. rol. Ser. D*, 148 Warszawa 1972.
- [3] Malinowski J.: Budowa geologiczna i własności geotechniczne lessów Roztocza i Kotliny Zamojskiej między Szczecbrzeszynem i Turbinem. *Wyd. geolog.*, Warszawa 1964.
- [4] Młynarek Z., Rząsa S.: Granice Atterberga glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego (Riss) Niziny Wielkopolskiej. *Arch. hydrotech.*, 15, 1968, 2.
- [5] Młynarek Z.: Wpływ właściwości gliny zwałowej zlodowacenia środkowopolskiego (Riss) na granicę płynności. *Arch. hydrotech.* 16, 1969, 1, 105-114.
- [6] Piaskowski A.: Fizyczne, fizykochemiczne i chemiczne właściwości budowlanych gruntów spoistych. *Prace Inst. Tech. Bud. Ser. II*, Arkady, Warszawa 1963.
- [7] Rode A.: Woda w glebie. *PWRiL*, Warszawa 1956.
- [8] Turski R., Domżał H., Słowińska - Jurkiewicz A.: Wpływ frakcji koloidalnej z uwzględnieniem próchnicy na maksymalną higroskopijność, granice konsystencji i pęcznienie gleb lessowych. *Rocz. glebozn.* 25, 1974, 3.
- [9] Wolkewitz H.: Untersuchungen über die Auswirkung der Kationenbelegung auf die physikalischen Eigenschaften eines Mineralbodens. *Zeitschrift für Kulturtechnik* 1, 1960, 162-179.

P. ТУРСКИ, Г. ДОМЖАЛ, А. СЛОВИНСКА-ЮРКЕВИЧ, В. МАРТЫН

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИИ КОЛЛОИДНОГО ИЛА, КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ И ГУМУСА НА СОДЕРЖАНИЕ ПРОЧНО СВЯЗАННОЙ ВОДЫ, ПЛАСТИЧНОСТЬ И НАБУХАНИЕ РЕНДЗИН

Институт почвоведения и агрохимии,
Сельскохозяйственная академия в Люблине

Резюме

Проводилось исследование зависимостей между содержанием фракции диаметром частиц ниже 0,002 м.м, карбоната кальция и гумусовых соединений в рендзинах а их пластичностью, набуханием и количеством прочно связанной

воды. Установлено наличие существенной положительной корреляции между фракцией ниже 0,002 мм а максимальной гигроскопичностью, содержанием воды недоступной для растений, пределами консистенции, показателем пластичности и набуханием. Гумусовые соединения не влияют существенно на испытываемые свойства, а карбонат кальция коррелирует лишь существенно отрицательно с показателем пластичности и набуханием.

R. TURSKI, H. DOMZAŁ, A. SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ, W. MARTYN

EFFECT OF FUNCTIONS OF COLLOIDAL CLAY, CALCIUM CARBONATE
AND HUMUS ON CONTENT OF STRONGLY BOUNDED WATER,
PLASTICITY AND SWELLING OF RENDZINAS

Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry,
Agricultural University of Lublin

S u m m a r y

The investigations on relationship between content of fraction <0.002 mm, calcium carbonate and humus compounds in rendzina soils on one hand and their plasticity, swelling and content of strongly bounded water on the other, were conducted. It has been found that a significant positive correlation exists between fraction of <0.002 mm and maximal higroscopicity, content of water unavailable to plants, consistency limits, plasticity index and swelling. Humus compounds do not affect more strongly the properties tested. Calcium carbonate proves a significant negative correlation with plasticity and swelling index only.

Prof. dr Ryszard Turski
Instytut Gleboznawstwa
i Chemii Rolnej AR
Lublin, ul. Leszczyńskiego 9

Wpłynęło do PTG w marcu 1974 r.

