

JOLANTA RACZUK

ROZMIESZCZENIE MINERALNYCH ZWIĄZKÓW FOSFORU W GLEBACH PIASKOWYCH NIZINY POŁUDNIOWOPODLASKIEJ

Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Rolniczo-Pedagogicznej
w Siedlcach

WSTĘP

Ogólna zawartość fosforu w glebie nie decyduje o stopniu zaopatrzenia roślin w ten składnik [Borowiec 1971, Musierowicz 1955]. Określenie zawartości różnych frakcji umożliwi dokładniejsze poznanie przemian związków tego pierwiastka w glebie oraz ocenę zasobów będących źródłem fosforu dla roślin [Brogowski 1966, Czępińska-Kamińska 1992].

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości i rozmieszczenia różnych frakcji fosforu mineralnego w poziomach genetycznych gleb ornych wytworzonych z piasków zlodowacenia środkowopolskiego.

METODYKA I MATERIAŁ

Przedmiotem badań były gleby brunatne wylugowane położone na Nizinie Południowopodlaskiej. Gleby te były już obiektem szczegółowych badań autorki w zakresie właściwości fizykochemicznych [Raczuk 1992]. Profil 1 znajduje się w strefie moreny czołowej i reprezentuje glebę wytworzoną z piasku słabogliniastego, podścielonego gliną lekką pylastą. Profil 2 jest położony w odległości około 20 km od strefy moren czołowych i stanowi glebę wytworzoną z piasku gliniastego mocnego podścielonego gliną średnią, natomiast profil 3, leżący w odległości około 40 km od strefy moren czołowych, znajduje się w glebie brunatnej wytworzonej z piasków warstwowych, podścielonych pyłem ilastym (tab. 1).

W badanych glebach oznaczono: skład granulometryczny metodą Atterberga, pH – metodą elektrometryczną, C organiczny – metodą Tiurina, zawartość fosforu ogólnego – w stopach z Na_2CO_3 , natomiast analizę frakcjonowanego rozdzielania fosforu mineralnego przeprowadzono metodą Changa i Jacksona [1957].

Oznaczono 7 frakcji fosforu, mianowicie: L-P – fosfor związków rozpuszczalnych, Al-P – nie okludowane fosforany glinu, Fe-P – nie okludowane fosforany

TABELA 1. Niektóre właściwości fizykochemiczne badanych gleb
TABLE 1. Some physico-chemical properties of soils under investigation

| Miejscowość nr profilu Locality profile No | Głębokość Depth [cm] | Poziom genetyczny Genetic horizon | pH (1 M KCl) | C_{org} | $CaCO_3$ [%] | <0,02 mm |
|---|----------------------------|--|-----------------|-----------|-----------------|----------|
| Wesoła 1 | 0–25 | Ap | 3,9 | 1,10 | – | 10,1 |
| | 25–40 | Bbr | 4,2 | 0,25 | – | 6,8 |
| | 40–60 | BbrC | 4,3 | 0,10 | – | 5,4 |
| | 60–90 | C | 4,7 | 0,06 | – | 9,2 |
| | 90–120 | IIC | 7,3 | 0,09 | 5,8 | 27,0 |
| Wiśniew 2 | 0–23 | Ap | 4,7 | 0,69 | – | 13,0 |
| | 23–48 | Bbr | 5,7 | 0,38 | – | 14,3 |
| | 48–70 | BbrC | 6,2 | 0,23 | – | 13,6 |
| | 70–95 | CIIC | 6,5 | 0,12 | – | 19,2 |
| | 95–120 | IIC | 6,9 | 0,13 | – | 38,5 |
| | 120–150 | IIC | 5,2 | 0,07 | – | 41,4 |
| Gołaszyn 3 | 0–30 | Ap | 5,5 | 0,79 | – | 14,5 |
| | 30–48 | Bbr | 5,6 | 0,28 | – | 16,2 |
| | 48–60 | C1 | 6,4 | 0,12 | – | 14,5 |
| | 60–80 | C2 | 5,6 | 0,11 | – | 17,3 |
| | 80–120 | C3 | 5,0 | 0,02 | – | 0,6 |
| | 120–160 | C4 | 6,8 | 0,05 | – | 3,8 |
| | 160–180 | IIC | 4,0 | 0,11 | – | 35,7 |

żelaza, Ca-P – fosforany wapnia, Fe-P_o – okludowane fosforany żelaza, Al-P_o – okludowane fosforany glinu oraz Al, Fe-P – mieszane fosforany glinowo-żelazowe.

Sumę wszystkich frakcji przyjęto jako fosfor mineralny. Ilość fosforu organicznego obliczano z różnicy:

$$P_{org} = P_{og} - P_{min}$$

Stężenie fosforu w otrzymanych ekstraktach oznaczono metodą kolorymetryczną, używając molibdenianu amonu i chlorku cynawego.

WYNIKI I DYSKUSJA

Całkowita zawartość fosforu (P) w badanych glebach kształtuje się na poziomie 6,1–65,0 mg/100 g gleby i zmniejsza się stopniowo wraz z głębokością (tab. 2). Najzasobniejsze w fosfor są poziomy próchniczne, a szczególnie poziom Ap profilu 1, co jest związane z akumulacją organicznych połączeń fosforu, nawożeniem gleby oraz ze stopniem zwietrzenia minerałów pierwotnych (strefa moren czołowych).

W analizowanych profilach glebowych najważniejszą rolę w rozmieszczeniu fosforu odgrywa proces akumulacji biologicznej, co jest także podkreślane w literaturze [Borowiec 1971, Brogowski 1966]. Poziomy brunatnienia zawierają mniej fosforu ogólnego niż poziomy próchniczne, lecz więcej niż skały macierzy-

TABELA 2. Formy związków fosforu w badanych glebach [mg P/100 g gleby]
 TABLE 2. Forms of phosphorus compounds in studied soils [mg P/100 g of soil]

| Głębokość Depth [cm] | Poziom genet. Genet. horizon | P _{ogól.} P _{total} | P _{org.} | L-P | Al-P | Fe-P | Ca-P | Fe-Po | Al-Po | Al-Fe, P |
|----------------------------|---------------------------------------|--|-------------------|-----|------|------|------|-------|-------|-------------|
| Profil No 1 | | | | | | | | | | |
| 0-25 | Ap | 65,4 | 29,0 | 0,4 | 9,6 | 10,7 | 3,8 | 11,3 | 0,4 | 0,2 |
| 25-40 | Bbr | 23,6 | 4,3 | 0,1 | 4,3 | 5,8 | 2,7 | 6,1 | 0,2 | 0,1 |
| 40-60 | BbrC | 19,6 | 1,6 | 0,1 | 3,0 | 5,1 | 3,1 | 6,4 | 0,2 | 0,1 |
| 60-90 | C | 19,2 | 1,0 | 0,1 | 3,1 | 4,2 | 4,0 | 6,3 | 0,3 | 0,2 |
| 90-120 | IIC | 36,7 | 2,8 | 0,2 | 1,1 | 1,9 | 16,6 | 13,0 | 0,2 | 0,8 |
| Profil No 2 | | | | | | | | | | |
| 0-23 | Ap | 45,5 | 17,9 | 0,7 | 4,8 | 6,7 | 5,3 | 9,4 | 0,4 | 0,2 |
| 23-48 | Bbr | 26,2 | 6,3 | 0,3 | 3,0 | 3,3 | 5,2 | 7,8 | 0,2 | 0,1 |
| 48-70 | BbrC | 20,1 | 2,6 | 0,2 | 1,9 | 2,4 | 5,3 | 7,4 | 0,2 | 0,1 |
| 70-95 | CIIC | 20,9 | 1,4 | 0,1 | 1,5 | 2,1 | 6,3 | 8,2 | 0,2 | 0,1 |
| 95-120 | IIC | 24,0 | 1,6 | 0,1 | 1,2 | 1,6 | 7,1 | 11,9 | 0,3 | 0,2 |
| 120-150 | IIC | 22,3 | 1,3 | 0,1 | 0,9 | 1,1 | 6,5 | 12,0 | 0,3 | 0,1 |
| Profil No 3 | | | | | | | | | | |
| 0-30 | Ap | 48,1 | 18,2 | 0,6 | 3,4 | 4,9 | 8,5 | 11,9 | 0,4 | 0,2 |
| 30-48 | Bbr | 17,5 | 2,6 | 0,2 | 1,7 | 2,6 | 4,6 | 5,3 | 0,3 | 0,2 |
| 48-60 | C1 | 12,2 | 1,1 | 0,1 | 1,1 | 2,1 | 3,5 | 4,0 | 0,2 | 0,1 |
| 60-80 | C2 | 11,3 | 0,9 | 0,2 | 0,9 | 1,8 | 3,4 | 3,8 | 0,2 | 0,1 |
| 80-120 | C3 | 6,1 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,6 | 2,0 | 2,4 | 0,1 | 0,1 |
| 120-160 | C4 | 13,1 | 0,7 | 0,1 | 1,4 | 2,2 | 3,7 | 4,7 | 0,2 | 0,1 |
| 120-180 | IIC | 30,6 | 2,9 | 0,3 | 4,5 | 5,3 | 7,7 | 9,4 | 0,3 | 0,2 |

L-P – fosfor związków rozpuszczalnych – Soluble compounds of phosphorus.

Al-P – nie okludowane fosforany glinu – Non-occluded aluminium phosphates.

Fe-P – nie okludowane fosforany żelaza – Non-occluded iron phosphates.

Ca-P – fosforany wapnia – Calcium phosphates.

Fe-Po – okludowane fosforany żelaza – Occluded iron phosphates.

Al-Po – okludowane fosforany glinu – Occluded aluminium phosphates.

Al, Fe-P – mieszane fosforany żelazowo-glinowe – mixed aluminium-iron phosphates.

ste. Zasobność tych skał badanych gleb w fosfor jest zbliżona, przy czym najmniej tego pierwiastka znajduje się w wodnolodowcowych piaskach profilu 3 oddalonego około 40 km od strefy moren czołowych. Badania Borowca [1971], Brogowskiego [1966] oraz Czępińskiej-Kamińskiej [1992] wykazały duży wpływ genezy skały macierzystej na zasobność gleb w fosfor. Bardziej zasobne w ten pierwiastek niż skały macierzyste są skały podścielające, w których stwierdzono od 22,3 do 36,7 mg P/100 g gleby (tab. 2).

Fosfor związków organicznych w rozpatrywanych profilach glebowych stanowi od 4,9 do 44,3% P ogólnego (tab. 3). Najwięcej tej formy fosforu występuje w poziomach akumulacyjnych (do 29 mg P/100 g gleby), natomiast w skałach macierzystych jej ilość spada do 0,3 mg P/100 g gleby (tab. 2). Wiązanie fosforu przez związki organiczne gleb przyczynia się do większej akumulacji tego składnika w wierzchnich poziomach gleb piaskowych.

TABELA 3. Udział fosforu poszczególnych frakcji w stosunku do ogólnej jego zawartości [%]
 TABLE 3. The share of phosphorus of particular fraction in relation to total phosphorus [%]

| Głębokość Depth [cm] | Poz. genet. Gen. horiz. | L-P | Al-P | Fe-P | Ca-P | Fe-Po | Al-Po | Al-Fe, P | P _{min.} | P _{org.} |
|----------------------------|----------------------------------|-----|------|------|------|-------|-------|-------------|-------------------|-------------------|
| Profil No 1 | | | | | | | | | | |
| 0-25 | Ap | 0,6 | 14,7 | 16,3 | 5,8 | 17,4 | 0,6 | 0,3 | 55,7 | 44,3 |
| 25-40 | Bbr | 0,4 | 18,3 | 24,6 | 11,4 | 25,8 | 0,9 | 0,4 | 81,8 | 18,2 |
| 40-60 | BbrC | 0,5 | 15,3 | 26,1 | 15,8 | 32,6 | 1,0 | 0,5 | 91,8 | 8,2 |
| 60-90 | C | 0,5 | 16,2 | 21,8 | 20,8 | 32,8 | 1,6 | 1,0 | 94,9 | 5,2 |
| 90-120 | IIC | 0,5 | 3,0 | 5,3 | 45,2 | 35,4 | 0,8 | 2,2 | 92,4 | 7,6 |
| Profil No 2 | | | | | | | | | | |
| 0-23 | Ap | 1,5 | 10,6 | 14,8 | 11,7 | 20,7 | 0,9 | 0,4 | 60,6 | 39,4 |
| 23-48 | Bbr | 1,1 | 11,5 | 12,6 | 19,8 | 29,8 | 0,8 | 0,4 | 76,0 | 24,0 |
| 48-70 | BbrC | 1,0 | 9,5 | 11,9 | 26,4 | 36,8 | 1,0 | 0,5 | 87,1 | 12,9 |
| 70-95 | CIIC | 0,5 | 7,2 | 10,0 | 30,1 | 39,2 | 1,0 | 0,5 | 88,5 | 11,5 |
| 95-120 | IIC | 0,4 | 5,0 | 6,7 | 29,6 | 49,6 | 1,3 | 0,8 | 93,4 | 6,6 |
| 120-150 | IIC | 0,5 | 4,0 | 4,9 | 29,2 | 53,8 | 1,3 | 0,5 | 94,2 | 5,8 |
| Profil No 3 | | | | | | | | | | |
| 0-30 | Ap | 1,2 | 7,1 | 10,2 | 17,7 | 24,7 | 0,8 | 0,4 | 62,1 | 37,9 |
| 30-48 | Bbr | 1,1 | 9,7 | 14,9 | 26,3 | 30,3 | 1,7 | 1,1 | 85,1 | 14,9 |
| 48-60 | C1 | 0,8 | 9,0 | 17,2 | 28,7 | 32,8 | 1,6 | 0,8 | 90,9 | 9,1 |
| 60-80 | C2 | 1,8 | 8,0 | 15,9 | 30,1 | 33,6 | 1,8 | 0,9 | 92,0 | 8,0 |
| 80-120 | C3 | 1,6 | 8,2 | 9,8 | 32,8 | 39,3 | 1,6 | 1,6 | 95,1 | 4,9 |
| 120-160 | C4 | 0,8 | 10,7 | 16,8 | 28,2 | 35,9 | 1,5 | 0,8 | 94,7 | 5,3 |
| 160-180 | IIC | 1,0 | 14,7 | 17,3 | 25,2 | 30,7 | 1,0 | 0,7 | 90,5 | 9,5 |

Mineralne związki fosforu w badanych glebach stanowią od 55,7 do 95,1% fosforu ogółem, a ich udział zwiększa się wraz z głębokością (tab. 3). Poszczególne frakcje tych związków fosforu występują w różnych ilościach.

Najbardziej ruchliwy, a więc i najdostępniejszy dla roślin jest fosfor labilny L-P. Frakcja ta obejmuje fosfor związków rozpuszczalnych, które występują głównie w wierzchnich poziomach badanych gleb, stanowiąc od 0,4 do 1,5% P ogólnego oraz od 0,5 do 2,5% P mineralnego (tab. 3 i 4). Źródłem tej formy fosforu w glebach jest mineralizacja resztek roślinnych, wietrzenie minerałów i nawozy mineralne. Frakcja L-P jest nietrwała, gdyż w glebach kwaśnych wiązana jest przez Al i Fe [Barakezai, Mengel 1985], natomiast w glebach zasadowych następuje wiązanie w postaci fosforanów wapnia [Borowiec 1971]. Labilne fosforany odgrywają ważną, ale krótkotrwałą rolę w obiegu fosforu. Pod względem zawartości frakcji L-P różnice między profilami są nieznaczne, mianowicie rzędu 0,1-0,3 mg P/100 g gleby (tab. 2).

Okludowane fosforany glinu oraz mieszane fosforany glinowo-żelazowe, podobnie jak frakcja L-P, występują w badanych glebach w niewielkich ilościach, na co także wskazują badania Czepińskiej-Kamińskiej [1992]. Frakcje te wiążą łącznie od 0,9 do 3,2% P ogólnego oraz od 1,5 do 3,4% P mineralnego (tab. 3 i 4), stąd ich rola w procesie glebotwórczym jest nieznaczna.

TABELA 4. Udział fosforu poszczególnych frakcji w stosunku do P mineralnego [%]
 TABLE 4. The share of phosphorus of particular fractions in relation to mineral P [%]

| Głębokość Depth [cm] | Poz. gen. Gen. horiz. | P _{min.} [mg/ 100 g] | % w stosunku do P _{min.} – Per cent in relation to P _{min.} | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---|------|------|------|-------|-------|-------------|---|---|
| | | | L-P | Al-P | Fe-P | Ca-P | Fe-Po | Al-Po | Al,Fe -P | P _{nie oklud.} P _{non occl.} | P _{okl.} P _{occl.} |
| Profil No 1 | | | | | | | | | | | |
| 0–25 | Ap | 36,4 | 1,4 | 26,3 | 29,4 | 10,4 | 31,0 | 1,0 | 0,5 | 57,1 | 32,5 |
| 25–40 | Bbr | 19,3 | 0,5 | 22,3 | 30,1 | 14,0 | 31,6 | 1,1 | 0,5 | 52,9 | 33,2 |
| 40–60 | BbrC | 18,0 | 0,6 | 16,6 | 28,3 | 17,2 | 35,6 | 1,1 | 0,6 | 45,3 | 37,3 |
| 60–90 | C | 18,2 | 0,6 | 17,0 | 23,1 | 22,0 | 34,6 | 1,6 | 1,1 | 40,7 | 36,3 |
| 90–120 | IIC | 33,9 | 0,6 | 3,2 | 5,6 | 49,0 | 38,3 | 0,9 | 2,4 | 9,4 | 41,6 |
| Profil No 2 | | | | | | | | | | | |
| 0–23 | Ap | 27,5 | 2,5 | 17,5 | 24,4 | 19,3 | 34,2 | 1,5 | 0,7 | 44,4 | 36,4 |
| 23–48 | Bbr | 19,9 | 1,5 | 15,1 | 16,6 | 26,1 | 39,2 | 1,0 | 0,5 | 33,2 | 40,7 |
| 48–70 | BbrC | 17,5 | 1,1 | 10,9 | 13,7 | 30,3 | 42,3 | 1,1 | 0,6 | 25,7 | 44,0 |
| 70–95 | CIIC | 18,5 | 0,5 | 8,1 | 11,4 | 34,1 | 44,3 | 1,1 | 0,5 | 20,0 | 45,9 |
| 95–120 | IIC | 22,4 | 0,5 | 5,4 | 7,1 | 31,7 | 53,1 | 1,3 | 0,9 | 13,0 | 55,3 |
| 120–150 | IIC | 21,0 | 0,5 | 4,3 | 5,2 | 31,0 | 57,1 | 1,4 | 0,5 | 10,0 | 59,0 |
| Profil No 3 | | | | | | | | | | | |
| 0–30 | Ap | 29,9 | 2,0 | 11,4 | 16,4 | 28,4 | 39,8 | 1,3 | 0,7 | 29,8 | 41,8 |
| 30–48 | Bbr | 14,9 | 1,3 | 11,4 | 17,4 | 30,9 | 35,6 | 2,1 | 1,3 | 30,1 | 39,0 |
| 48–60 | C1 | 11,1 | 0,9 | 9,9 | 18,9 | 31,5 | 36,1 | 1,8 | 0,9 | 29,7 | 38,8 |
| 60–80 | C2 | 10,4 | 1,9 | 8,7 | 17,3 | 32,7 | 36,5 | 1,9 | 1,0 | 27,9 | 39,4 |
| 80–120 | C3 | 5,8 | 1,7 | 8,6 | 10,3 | 34,6 | 41,4 | 1,7 | 1,7 | 20,6 | 44,8 |
| 120–160 | C4 | 12,4 | 0,8 | 11,4 | 17,7 | 29,8 | 37,9 | 1,6 | 0,8 | 29,9 | 40,3 |
| 160–180 | IIC | 27,7 | 1,1 | 16,2 | 19,1 | 27,8 | 33,9 | 1,2 | 0,7 | 36,4 | 35,8 |

Frakcjami fosforu mineralnego, które występują w analizowanych profilach w największych ilościach, są: nie okludowane fosforany żelaza i glinu, okludowane fosforany żelaza i fosforany wapnia (tab. 2).

O tym, że trwałość fosforanów glebowych zależy od odczynu gleby, wiadomo od dawna [Musierowicz 1955; Moskal 1972]. W poziomach profilu 1 o odczynie kwaśnym występuje więcej fosforu w postaci Fe-P i Al-P niż w poziomach genetycznych pozostałych gleb mających wyższe pH. Zasobność badanych gleb we frakcje Al-P kształtuje się w granicach 0,5–9,6 mg P/100 g gleby, co stanowi od 8,2 do 14,7% P ogólnego oraz od 8,6 do 26,3% P mineralnego (tab. 2–4).

We wszystkich poziomach genetycznych badanych gleb stwierdzono przewagę fosforanów żelaza nad fosforanami glinu, co wynika z większej stabilności tych pierwszych w środowisku glebowym oraz ze zwiększonego powinowactwa fosforu i żelaza. Niektórzy autorzy przypisują mniejsze znaczenie fosforanom glinu w procesach glebotwórczych [Kurdiejarowa, Kwaracchelia 1989]. Zawartość frakcji Fe-P kształtuje się w przedziale 0,6–10,7 mg P/100 g gleby, co stanowi 9,8–16,3% P ogólnego oraz 10,3 do 29,4% P mineralnego (tab. 2–4). Wierzchnie poziomy badanych gleb są bogatsze w obie formy fosforu w stosunku do poziomów głębiej zalegających.

Ilość fosforu związana w fosforanach wapniowych jest dość zróżnicowana tak w obrębie profilów glebowych, jak i między nimi. Forma ta wiąże od 5,8 do 45,2% P ogólnego oraz od 10,4 do 49,0% P mineralnego (tab. 3 i 4). Wierzchnie poziomy profilu 1 są uboższe w fosforany wapnia (2,7–3,8 mg P/100 g) w stosunku do poziomu węglanowego, w którym frakcja ta osiąga wartość 16,6 mg P/100 g (tab. 2).

W analizowanych profilach glebowych wraz z głębokością zwiększa się procentowy udział fosforanu wapnia w stosunku do P ogólnego. Związane jest to zapewne z procesami ługowania i zakwaszania gleby, które przyczyniają się do rozpuszczania fosforanów wapnia w górnych poziomach. Uruchomione jony fosforu są wiązane przez żelazo i glin [Borowiec 1971].

Największe zapasy fosforu badanych gleb (17,4–53,8% P ogólnego oraz 31,0–57,1% P mineralnego) związane są w okludowanych fosforanach żelaza (tab. 3 i 4). Taką zależność w glebach brunatnych wykazała również Czępińska-Kamińska [1992].

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wskazują, że o rozmieszczeniu fosforu ogólnego w profilach gleb brunatnych decyduje głównie proces akumulacji biologicznej oraz pierwotna zawartość fosforu w skałach macierzystych i podścielających.
2. Najważniejszą frakcją fosforu mineralnego w glebach brunatnych wyługowanych są okludowane fosforany żelaza (31,0–57,1% P mineralnego).
3. W analizowanych profilach glebowych ważną rolę w akumulacji fosforu mineralnego odgrywają też fosforany wapnia (10,4–49,0% P mineralnego) oraz nie okludowane fosforany żelaza (5,2–30,1% P mineralnego) i glinu (3,2–26,3%).
4. Frakcja labilnych fosforanów, okludowanych fosforanów glinu oraz mieszane fosforany glinowo-żelazowe występują w badanych glebach w niewielkich ilościach, dlatego ich rola w procesie glebotwórczym jest nieuchwytna.
5. Otrzymane wyniki wskazują wyraźny wpływ transportu geologicznego materiału na zmniejszenie się jego zasobności w fosfor, a w ostateczności na wytworzenie gleb uboższych w ten składnik w formie ogólnej.

LITERATURA

- BARAKEZAI A., MENGEL K., 1985: Alterung von wasserlöslichem Düngerphosphat in verschiedenen Bodentypen. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* 148, 4: 365–378.
- BORATYŃSKI K., ROSZYKOWA S. 1975: Distribution of some forms of phosphorus in different type soil profiles. Part II. Brown soils of the Legnica and other districts. *Polish J. Soil Sci.* 7, 1: 18–25.
- BOROWIEC J. 1971: Formy fosforu, ich udział i przemiany w glebie na przykładzie polskich czarnoziemów. *Ann. UMCS*, sec. E, 26, 15: 321–354.
- BROGOWSKI Z. 1966: Fosfor organiczny i mineralny w niektórych glebach piaskowych Polski. *Rocz. Glebozn.* 16, 1: 209–237.
- CHANG S. G., JACKSON M. L. 1957: Fractionation of soil phosphorus. *Soil Sci.* 84, 2: 133–144.

- CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D. 1992: Wpływ procesów glebotwórczych na rozmieszczenie mineralnych związków fosforu w glebach. *Rozp. Nauk. i Monogr.* Wyd. SGGW, 60.
- KURDIEJAROWA A. J., KWARACHELIA M. Z. 1989: Wlijanije fosfornych udobrenij na wiertykalnyj pierenos fosfora, organiczeskiego ugleroda i metalałow w sieroj lesnoj poczwie. *Poczwowiedienije* 1: 31–41.
- MOSKAL S. 1972: Przemiany nawozów foforowych w glebie. *Pr. Nauk. Inst. Tech. Nieorgan. Naw. Miner.*, Politechnika Wrocławska, Wrocław: 33–82.
- MUSIEROWICZ A. 1955: Związki fosforowe w glebach, ich przemiany i przyswajalność dla roślin. *Rocz. Nauk Rol.* 70-A-4: 557–581.
- RACZUK J. 1992: Węgiel i azot we frakcjach granulometrycznych gleb piaskowych Wysoczyzny Siedleckiej i Równiny Łukowskiej. *Rocz. Glebozn.* 43, 1/2: 34–39.

J. RACZUK

DISTRIBUTION OF MINERAL COMPOUNDS OF PHOSPHORUS IN SANDY SOILS OF POŁUDNIOWOPODLASKA LOWLAND

Department of Ecology and Environment Protection,
Agricultural and Pedagogical University in Siedlce

SUMMARY

In the paper the leached brown soils formed from glacial materials of Południowopodlaska Lowland were investigated. The prevailing part of inorganic phosphorus is stored in the occluded iron phosphates Fe-Po (31.0–57.1% P miner.), see Table 4. The following fractions: labile phosphorus (L-P), occluded phosphorus (Al-Po) and mixed aluminium-iron phosphorus (Al-Fe, Po) contain phosphorus less than 1 mg P per 100 g of soils (Table 2) in the most studied soil horizons.

Praca wpłynęła do redakcji w maju 1997 r.

*Dr Jolanta Raczuk
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska
Wyższa Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna w Siedlcach
08-110 Siedlce, B. Prusa 12*

