

ALOJZY KOWALKOWSKI, HALINA KRÓLOWA

WPŁYW WODNO-POWIETRZNYCH WARUNKÓW W KATENIE
LESSOWYCH GLEB NA SYSTEMY KORZENIOWE DRZEWOSTANU
JODŁOWEGO¹Zakład Gleboznawstwa i Nawożenia Instytutu Badawczego Leśnictwa,
Warszawa-Sękocin

WSTĘP

Charakterystyczną cechą gleb hydromorficznych, a często i automorficznych jest występowanie na określonych głębokościach poziomów, w których okresowo przebiegają procesy opadowoglejowe. Procesy te ograniczają zazwyczaj istotnie wzrost korzeni. Williamson [20] i Marschner [12] uważają jednak, że nie nadmiar wody, lecz zahamowana wymiana O_2/CO_2 odgrywa tu główną rolę. Według Boyntona i Reuthera [1] zjawienie się w środowisku glebowym toksycznie działających produktów beztlenowego rozkładu substancji organicznych i mineralnych wpływa decydująco na kształtowanie się systemu korzeniowego drzew [2, 12, 13, 14, 16, 17]. Niekiedy znajduje się żywe korzenie w poziomach i w plamach opadowoglejowych. Wskazuje to albo na reliktywność tych cech, albo na przerwę w procesach redukcyjnych spowodowaną zanikiem okresowego nasycania gleb wodami atmosferycznymi [7]. Według Kowalkowskiego i Czarnoty [6] istnieje współzależność między pionowym rozmieszczeniem i intensywnością rozwoju systemów korzeniowych drzew a budową profilu glebowego. Podlegają temu niewątpliwie korzenie jodły, gatunku w środowisku geograficznym Polski związanego z siedliskami i glebami o większej wilgotności. W celu uzyskania informacji naświetlających tło przedstawionych poglądów przeprowadzono w latach 1972-1975 terenowe i laboratoryjne badania nad rozmieszczeniem systemów korzeniowych jodły w katenie gleb wytworzonych z lessów w nadleśnictwie Stary Sącz.

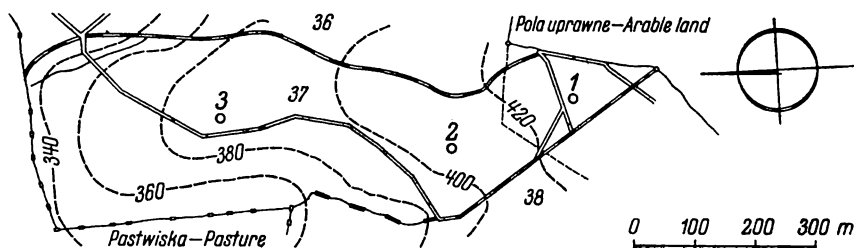
¹ Praca częściowo finansowana przez Komitet Gleboznawstwa i Chemii Rolnej PAN.

W badaniach szczególną uwagę zwrócono na związki między właściwościami fizycznymi i chemicznymi poszczególnych poziomów glebowych a ilością i jakością rozwijających się w nich korzeni.

Opracowanie niniejsze jest pierwsze z cyklu prac omawiających rozmieszczenie systemów korzeniowych różnych gatunków drzew leśnych w glebach opadowoglejowych.

METODY

Systemy korzeniowe badano w przekrojach glebowych odsoniętych na długości 200 cm do głębokości 150–200 cm na skraju rzutu pionowego koron kęp jodły w oddziale 37 nadleśnictwa Stary Sącz (rys. 1) w ka-



Rys. 1. Szkic sytuacyjny odkrywek glebowych (nr 1, 2, 3) w oddziale 37 nadleśnictwa Stary Sącz

Situation sketch of soil outcrops (Nos. 1, 2, 3) in the sector 37 of the forest district of Stary Sącz

tenie gleb: opadowoglejowej na płaskiej wierzcholinie (profil 1), płowej opadowoglejowej w górnej części lekko nachylonego stoku (profil 2) i brunatnej wylugowanej w środkowej części stoku o wystawie NW (profil 3). Na podstawie przekrojów glebowych podzielonych na kwadraty 10×10 cm wykonano kartogramy w skali 1:10 z podziałem korzeni według średnic na $<1,0$, 1–2, 2–5, 5–10, 10–20 i >20 mm. W trzech powtórzeniach pobrano próbki objętości 1000 cm^3 w celu ustalenia suchej masy poszczególnych grup korzeni w badanej objętości gleby.

Ciężar objętościowy oraz maksymalną pojemność wodną kapilarną oznaczono w próbkach glebowych o naturalnej strukturze, pobranych do stalowych cylinderków pojemności 100 cm^3 . Ciężar właściwy oznaczono piknometrycznie, a maksymalną higroskopijność według Nikołajewa. Porowatość ogólną obliczono z wartości ciężaru właściwego i ciężaru objętościowego, a pojemność wodną połową metodą wagową po odciążeniu wody grawitacyjnej. Fizjologicznie nieużyteczną zawartość wody obliczono przy zastosowaniu mnożnika 1,7 w stosunku do maksy-

malnej higroskopijności. Pojemność powietrzną minimalną obliczono z różnicy między porowatością ogólną i pojemnością wodną kapilarną maksymalną. Uziarnienie gleby oznaczono metodą Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego. W indywidualnych próbkach z poszczególnych poziomów i warstw oznaczono: C organiczny według Tiurina, N ogółem według Kjeldahla, pH potencjometrycznie przy użyciu elektrod szklanej i kalomelowej, składniki łatwo rozpuszczalne według Egnera-Riehma, Fe^{3+} jodometrycznie, Fe^{2+} przy zastosowaniu dwupirydyli, sumę zasad i kwasowość hydrolityczną Hh według Kappena; pojemność sorpcyjną T i stopień wysycenia zasadami V obliczono zgodnie ze stosowanymi metodami.

WYNIKI BADAŃ

Siedlisko. Drzewostan na obszarze badań o powierzchni 20,4 ha składa się z dominującej równowiekowej 80–100-letniej jodły *Abies alba* Mill. II bonitacji, z domieszką modrzewia i sosny zwyczajnej, o zadrzewieniu 0,6. Pojedynczo i grupami występuje jodła 110–130-letnia. W podrostach występują kępy jodły, świerka, lekolnie z domieszką buka. Obszar ten znajduje się w Kotlinie Sądeckiej na skraju Pasma Radziejowej na wysokości 330–430 m n.p.m., gdzie według danych stacji w Nowym Sączu [3] średnia roczna temperatura wynosi $5,6^{\circ}$, średnia stycznia $-5,2^{\circ}$, lipca $15,6^{\circ}$, a opady roczne 719 mm. Według Hessa [4] piętro klimatyczne jest umiarkowanie chłodne w zasięgu piętra roślinnego regla dolnego. Kotlina Sądecka jest obszarem wyżynnym o wyrównanych plejstocénskich wierzchowinach lessowych z morskimi osadami tortonu oraz skałami fliszowymi w podłożu na różnych głębokościach. Z występowaniem płaskich wierzchowin wiąże się stagnowanie wód opadowych na trudniej przepuszczalnych warstwach, z obfitymi źródłami i wysiękami na stokach oraz u ich podnóży.

Warunki glebowe. Skałą macierzystą gleb jest less warstwowany o niewielkim zróżnicowaniu uziarnienia w profilu i na obszarze drzewostanu jodłowego. Zawiera on ślady części szkieletowych, 5–15% frakcji piasku (1–0,1 mm), 45–52% frakcji pyłu (0,1–0,02 mm i 41–50% frakcji spławialnych ($<0,02$ mm), w tym 13–20% frakcji iłu koloidalnego ($<0,002$ mm). Pod względem uziarnienia (tab. 1) less ten jest podobny do lessów północnej części woj. krakowskiego [5], bogatszy w części spławialne od lessopodobnych utworów Wzgórz Dalkowskich [8] i uboższy od utworów lessopodobnych w Kotlinie Nowotarskiej [22]. Charakterystyczne jest zróżnicowanie w profilu zawartości frakcji iłu koloidalnego. Różnice wahają się wprawdzie w granicach 2–5% tej frakcji, nawiązują jednak do powszechnie stwierdzonej dwuczłonowości litologicz-

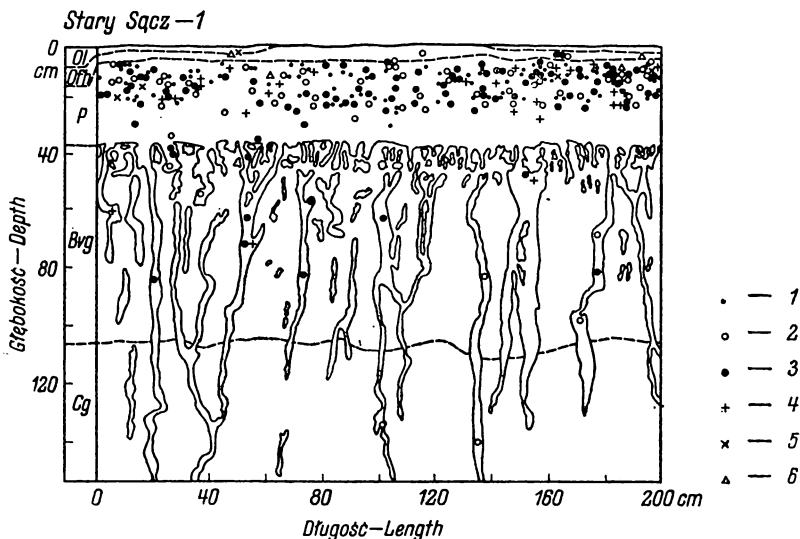
T a b e l a 1

Skład mechaniczny gleb - Mechanical composition of soils

| Nr profilu Outcrop No. | Poziom gene- tyczny Genetic horizon | Głębokość cm Depth cm | Procent części szkieletowych w przedziałach /mm/ Per cent of skeletal particles in intervals /mm/ | | | Procent części ziemistych w przedziałach /mm/ Per cent of earthy particles in intervals /mm/ | | | | | | | |
|---------------------------------|---|--------------------------------|--|------|-------|---|----------|---------------|---------------|----------------|-----------------|------------------|---------|
| | | | > 20 | 20-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25- -0,1 | 0,1- -0,05 | 0,05- -0,02 | 0,02- -0,005 | 0,005- -0,002 | < 0,002 |
| 1 | P | 8-13 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 11 | 37 | 23 | 8 | 15 |
| | P | 25-30 | 0 | 0,2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 12 | 35 | 21 | 10 | 16 |
| | Bvtg | 60-65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 14 | 31 | 22 | 8 | 20 |
| | Bvg | 90-95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 14 | 37 | 19 | 9 | 16 |
| | Cg | 120-130 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 13 | 36 | 19 | 10 | 16 |
| | Cg | 180-185 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 5 | 13 | 31 | 15 | 10 | 16 |
| 2 | Ah | 0-2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 19 | 33 | 20 | 6 | 15 |
| | L1g | 10-15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 9 | 37 | 23 | 9 | 14 |
| | L2g | 30-35 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 8 | 10 | 35 | 23 | 7 | 15 |
| | Bvtg | 60-65 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 6 | 12 | 35 | 16 | 8 | 20 |
| | Cg | 100-105 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 10 | 34 | 20 | 9 | 17 |
| | Cg | 160-165 | 0 | 0 | 0,1 | 2 | 4 | 8 | 13 | 27 | 19 | 9 | 18 |
| 3 | Ah | 0-5 | 0 | 0 | 0,1 | 1 | 1 | 10 | 18 | 30 | 22 | 4 | 14 |
| | Bv | 15-20 | 0 | 0,1 | ślady | 0 | 1 | 9 | 16 | 29 | 24 | 5 | 16 |
| | Bv | 35-45 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 1 | 4 | 13 | 37 | 23 | 6 | 16 |
| | Cg | 80-90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 17 | 35 | 19 | 6 | 16 |
| | Cg | 115-125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 14 | 37 | 20 | 4 | 20 |

nej lessów środkowej Europy. Niemniej nawet tak niewielkie różnice w uziarnieniu określają kształtowanie się wodno-fizycznych właściwości [18].

Zazwyczaj nad poziomami bogatszymi w il koloidalny *Bvt* oraz w ich zasięgach występują cechy oglejenia opadowego. Ich natężenie jest odwrotnie proporcjonalne do nachylenia terenu, zwłaszcza jeśli jest on płaski, a gleby są opadowoglejowe (profil 1, poziomy *P*), w których woda trudno odpływa w głąb i na boki. Słabsze procesy redukcyjne występują w górnej części stoku posiadającej gleby płowe opadowoglejowe (profil 2, poziomy *Lg*), a słabe — poczynając od środkowej, silniej nachylonej części stoku z glebami brunatnymi (profil 3, poziomy *Bv*, rys. 2, 3, 4).

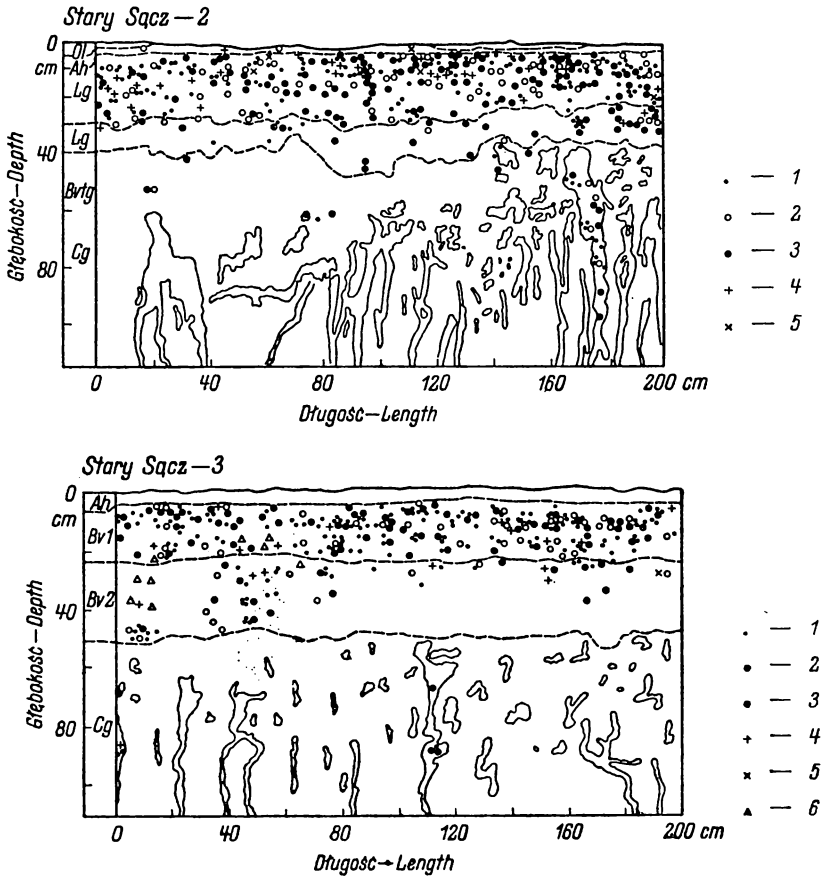


Rys. 2. Rozmieszczenie systemów korzeniowych jodły w glebie opadowoglejowej
1 — < 1,0 mm, 2 — 1,0-2,0 mm, 3 — 2,0-5,0 mm, 4 — 5,0-10,0 mm, 5 — 10,0-20,0 mm, 6 — > 20,0 mm

Distribution of root systems of fir in the pseudogley soil

1 — < 1.0 mm, 2 — 1.0-2.0 mm, 3 — 2.0-5.0 mm, 4 — 5.0-10.0 mm, 5 — 10.0-20.0 mm, 6 — > 20.0 mm

W badanych glebach lessowych, znajdujących się na obszarze o stosunkowo wysokich ilościach opadów w początku lata, stosunki wodno-powietrzne są istotnym czynnikiem kształtującym warunki wzrostu korzeni. Kapilarna pojemność wodna maksymalna wynosząca 80 do 89% porowatości ogólnej w poziomach *Bv* i *Cg* oraz połowa pojemność wodna sięgająca 65 do 88% porowatości ogólnej (tab. 2) wskazują na długotrwałe nadmiary stagnujących wód w okresach opadów. Obliczone na podstawie porowatości ogólnej, ciężaru objętościowego i kapilarnej pojemności wodnej maksymalnej ilości wody fizjologicznie nieużytecznej i pojemności powietrznej minimalnej (tab. 2) potwierdzają uprzednie



Rys. 3. Rozmieszczenie systemów korzeniowych jodły w glebie płowej opadowoglejowej

oznaczenia jak w rys. 2

Distribution of root systems of fir in the pseudogley lessivé soil
denotations — see Fig. 2

Rys. 4. Rozmieszczenie systemów korzeniowych jodły w glebie brunatnej kwaśnej

oznaczenia jak w rys. 2

Distribution of root systems of fir in the acid brown soil
denotations — see Fig. 2

wyniki. Jednocześnie wskazują one na wyraźną dwudzielność ekologiczną profilów gleby opadowoglejowej (profil 1) i gleby płowej opadowoglejowej (profil 2), na głębokości 35–40 cm. Jest to granica korzystniejszych warunków w górnej części profilu. W glebie brunatnej (profil 3) granicę tą zaznacza się na głębokości około 25 cm, ogólna jednak porowatość, ilość wody fizjologicznie nieużytecznej i pojemność powietrza

Właściwości fizyczne gleb - Physical properties of soils

| Nr profilu Outcrop No. | Poziom gene-tyczny Genetic horizon | Głębokość om Depth cm | Ciężar właściwy Specific gravity G/cm ³ | Ciężar objętościowy Bulk density g/cm ³ | Maksymalna hygroscopiczność % Maximum hygroscopicity % | Porowatość ogólna % Total porosity % | Pojemność wodna Water capacity | | Woda fizjologicznie nieużyteczna Water physiologically unuseful, % | Pojemność powietrzna minimalna Minimum air capacity % |
|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--|--|---|---|--|---------------------------|---|---|
| | | | | | | | kapilarna maksymalna maximum capillary, % | polowa % field % | | |
| 1 | Ol | 0-2 | 1,60 | 0,13 | 18,13 | 91,88 | - | - | 4,01 | - |
| | Ofh | 2-5 | 2,05 | 0,28 | 11,56 | 86,34 | - | - | 5,50 | - |
| | P | 8-13 | 2,70 | 1,15 | 3,87 | 57,41 | 47,32 | 39,89 | 7,57 | 10,09 |
| | P | 25-30 | 2,67 | 1,46 | 3,17 | 44,65 | 38,85 | 31,37 | 7,87 | 5,80 |
| | Bvtg | 60-65 | 2,71 | 1,63 | 5,49 | 39,85 | 36,63 | 33,60 | 15,21 | 3,22 |
| | Bvg | 90-95 | 2,74 | 1,64 | 4,86 | 40,15 | 35,65 | 31,55 | 13,55 | 4,50 |
| | Cg | 120-130 | 2,76 | 1,65 | 4,93 | 40,22 | 35,67 | 32,65 | 13,83 | 4,55 |
| | Cg | 180-185 | 2,71 | 1,74 | 4,73 | 35,79 | 33,65 | 31,46 | 13,99 | 2,14 |
| 2 | L1g | 10-15 | 2,68 | 1,26 | 4,13 | 52,99 | 43,38 | 33,69 | 8,85 | 9,61 |
| | L2g | 30-35 | 2,70 | 1,37 | 3,74 | 49,26 | 39,97 | 32,11 | 8,01 | 9,29 |
| | Bvtg | 60-65 | 2,69 | 1,66 | 5,30 | 38,29 | 35,14 | 32,96 | 12,34 | 3,15 |
| | Cg | 100-105 | 2,75 | 1,71 | 4,90 | 37,82 | 34,41 | 32,73 | 14,24 | 3,41 |
| | Cg | 160-165 | 2,75 | 1,74 | 5,60 | 36,26 | 32,45 | 29,10 | 16,56 | 3,81 |
| 3 | Ah | 0-5 | 2,38 | 0,85 | 5,65 | 64,28 | 51,34 | 42,11 | 8,16 | 12,94 |
| | Bv | 15-20 | 2,69 | 1,27 | 3,30 | 52,80 | 40,41 | 32,11 | 7,12 | 12,49 |
| | Bv | 35-45 | 2,70 | 1,48 | 2,94 | 41,48 | 37,36 | 29,08 | 7,40 | 4,12 |
| | Cg | 80-90 | 2,73 | 1,56 | 3,33 | 42,85 | 36,00 | 32,65 | 8,83 | 6,85 |

minimalna są korzystniejsze na całej głębokości profilu tej gleby niż w profilach 1 i 2.

Udział próchnicy w kształtowaniu właściwości wodno-fizycznych znacząca się jedynie w przypowierzchniowej części profilu badanych gleb do głębokości 20–25 cm; zawiera ona tu ponad 0,5% C i jest uboższa w azot niż w głębszych poziomach (tab. 3). Dzięki bardzo silnie i silnie kwaśnemu odczynowi do głębokości około 100 cm omawiane gleby są stosunkowo zasobne w łatwo rozpuszczalny potas, zawierają jednak tylko śladowe ilości fosforu. Wymienione składniki, podobnie jak łatwo rozpuszczalne formy Fe^{3+} i Fe^{2+} , są charakterystyczne dla opisanej już dwudzielności. W opadowoglejowym poziomie *P* i poziomie *Lg* znajdują się również ślady fosforu, mniejsze ilości potasu i Fe^{2+} oraz większe ilości Fe^{2+} niż w niżej leżących poziomach *Bvtg*, *Bvg* i *Cg*. Stąd też możemy wnioskować, że w redukcyjnych warunkach środowiska glebowego następuje zubożenie górnych poziomów glebowych w wymienione składniki, przemieszczanie ich koloidalnego do niżej leżących poziomów *Bvt* i *Bv*, z możliwością uwstecznienia fosforu przez jony wolnego glinu i żelaza. Wyraźniejsze potwierdzenie tego znajdujemy w profilowym rozmieszczeniu składników rozpuszczalnych w 0,03 N CH_3COOH (tab. 4) i właściwościach sorpcyjnych. Warto zaznaczyć, że stopień wysycenia gleby kationami zasadowymi w przypowierzchniowych poziomach mineralnych wynosi zaledwie 20 do 41% i jest bezpośrednio uzależniony od natężenia procesów opadowoglejowych. Z głębokością zależność ta zanika, na 100 cm zazwyczaj wskaźnik *V* jest wyższy od 80%.

Warunki wodno-powietrzne a systemy korzeniowe. Rozmieszczenie korzeni drzew jest ściśle związane z natężeniem cech opadowoglejowych, uzależnionych od uziarnienia i wodno-fizycznych właściwości w badanych glebach (rys. 2, 3, 4, tab. 5, 6). Stosunkowo najbardziej równomierne rozmieszczenie korzeni stwierdzono w glebie brunatnej kwaśnej do głębokości 30 cm. Średnio wypada tam ponad 8 korzeni na 1 dm². Ponad 50% tych korzeni spełnia głównie rolę chłonną. Na głębokości 30–50 cm znajduje się średnio do 1,75 korzeni na 1 dm², a łączna masa korzeni w poziomach *Bv* do głębokości 50 cm wynosi 93% całkowitej ich masy. Uwagę zwraca całkowity brak korzeni w poziomie *Ah*, odznaczającym się niskim ciężarem objętościowym, porowatością ogółą wyższą od 60% i najwyższą pojemnością powietrzną minimalną wynoszącą około 13% ogólnej porowatości. W poziomie *Cg* korzenie występują sporadycznie, przeważnie w plamach opadowoglejowych, jednak poniżej 100 cm, przy nasyceniu zasadami ponad 90%, korzeni brak.

Intensywniejszy rozwój systemów korzeniowych stwierdzono w glebie płowej opadowoglejowej (profil 2, rys. 3, tab. 5, 6), wykazującej wy-

Niektóre właściwości chemiczne gleb - Some chemical properties of soils

| Nr profilu Outcrop No. | Pziom gene- tyczny Genetic horizon | Głębokość cm Depth cm | C % | H % | C:N | pH | | Składniki łatwo rozpuszczalne mg/100 g gleby Easily soluble elements mg/100 g of soil | | Fe ³⁺ | Fe ²⁺ | Σ Fe |
|------------------------------|---|--------------------------------|--------|--------|------|------------------|-----|--|-------------------------------|------------------|------------------|-------|
| | | | | | | H ₂ O | KCl | K ₂ O | P ₂ O ₅ | | | |
| | | | | | | 1 | Ol | 0-2 | 40,60 | | | |
| | Ofh | 2-5 | 20,95 | 1,10 | 18,2 | 3,5 | 3,0 | 23,7 | 5,0 | 22,85 | 2,60 | 25,45 |
| | P | 8-13 | 0,88 | 0,54 | 16,3 | 4,3 | 3,8 | 4,0 | ślady | 25,87 | 2,16 | 27,03 |
| | P | 25-30 | 0,36 | 0,03 | 10,3 | 4,2 | 3,8 | 3,6 | 0,6 | 22,30 | 0,87 | 23,17 |
| | Bvtg | 60-65 | 0,24 | 0,03 | 8,6 | 4,7 | 4,0 | 8,6 | 1,1 | 30,22 | 0,61 | 30,83 |
| | Bvg | 90-95 | 0,18 | 0,02 | 8,2 | 5,0 | 4,1 | 7,9 | 2,4 | 23,13 | 0,49 | 23,62 |
| | Cg | 120-130 | 0,15 | 0,02 | 7,5 | 5,2 | 4,3 | 8,2 | 3,3 | 56,55 | 0,46 | 57,01 |
| | Cg | 180-185 | 0,12 | 0,02 | 6,7 | 5,3 | 4,4 | 8,9 | 2,1 | 46,09 | 1,18 | 47,27 |
| 2 | Ah | 0-2 | 7,61 | 0,43 | 17,6 | 3,6 | 3,1 | 14,6 | 1,6 | 30,29 | 3,72 | 34,01 |
| | L1g | 10-15 | 0,78 | 0,06 | 13,5 | 4,0 | 3,0 | 4,9 | ślady | 22,51 | 2,45 | 24,96 |
| | L2g | 30-25 | 0,35 | 0,03 | 10,9 | 4,2 | 3,7 | 5,7 | ślady | 22,67 | 1,02 | 23,69 |
| | Bvtg | 60-65 | 0,20 | 0,03 | 7,4 | 4,9 | 3,7 | 10,0 | 0,6 | 42,59 | 0,76 | 43,35 |
| | Cg | 100-105 | 0,19 | 0,03 | 7,0 | 4,9 | 3,8 | 8,2 | 1,1 | 56,20 | 0,75 | 56,95 |
| | Cg | 160-165 | 0,18 | 0,03 | 7,0 | 5,5 | 4,3 | 9,3 | 1,2 | 47,05 | 0,58 | 48,63 |
| 3 | Ah | 0-5 | 4,61 | 0,31 | 15,1 | 4,2 | 3,5 | 14,6 | 1,4 | 33,05 | 2,50 | 35,55 |
| | Bv | 15-20 | 0,74 | 0,06 | 13,5 | 4,3 | 3,6 | 4,5 | 0,8 | 21,93 | 2,19 | 24,12 |
| | Bv | 35-45 | 0,23 | 0,03 | 8,2 | 4,3 | 3,8 | 4,6 | ślady | 19,62 | 0,49 | 20,11 |
| | Cg | 80-90 | 0,13 | 0,02 | 6,5 | 5,0 | 4,0 | 7,9 | 0,5 | 49,18 | 1,30 | 50,48 |
| | Cg | 115-125 | 0,11 | 0,02 | 6,5 | 6,3 | 4,0 | 7,9 | 2,0 | 70,50 | 0,79 | 71,29 |

Składniki łatwo rozpuszczalne i właściwości sorpcyjne gleb - Easily soluble elements in the soils and sorption properties of soils

| Nr profilu Outcrop No. | Poziom genetyczny Genetic horizon | Głębokość cm Depth cm | Składniki rozpuszczalne w 0,03 N CH ₃ COOH - mg/100 g gleby Elements soluble in 0.03 N CH ₃ COOH, mg/100 g of soil | | | | | | | Właściwości sorpcyjne Sorption properties | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---|-------------------|------|-------|------|-------|------|--|------|------|--------|
| | | | N-NH ₄ | N-NO ₃ | P | Ca | Mg | K | Na | S | Hh | T | V % |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 01 | 0-2 | 6,54 | 14,95 | 3,21 | 85,66 | 9,03 | 24,14 | 1,25 | 19,8 | - | - | - |
| | Ofh | 2-5 | 4,42 | 10,64 | 2,81 | 38,96 | 3,12 | 8,57 | 0,87 | 9,4 | - | - | - |
| | F | 8-13 | 1,87 | 4,18 | 0,07 | 1,35 | 0,67 | 0,94 | 0,40 | 1,4 | 5,4 | 6,8 | 20,6 |
| | F | 25-30 | 1,73 | 3,36 | śl. | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,37 | 1,8 | 4,0 | 5,8 | 31,0 |
| | Bvtg | 60-65 | 1,23 | 3,32 | śl. | 22,72 | 7,74 | 0,31 | 1,23 | 8,1 | 3,0 | 11,1 | 72,9 |
| | Bvg | 90-95 | 0,86 | 3,36 | śl. | 23,25 | 7,71 | 0,24 | 1,10 | 8,5 | 2,3 | 10,8 | 73,7 |
| | Cg | 120-130 | - | - | - | - | - | - | - | 10,0 | 1,9 | 11,9 | 84,0 |
| | Cg | 180-185 | - | - | - | - | - | - | - | 11,6 | 1,4 | 13,0 | 89,3 |
| 2 | Ah | 0-2 | 2,60 | 8,36 | śl. | 21,37 | 1,86 | 4,55 | 0,56 | 2,7 | 12,6 | 15,3 | 17,6 |
| | L1g | 10-15 | 1,92 | 3,67 | śl. | 2,04 | 0,54 | 1,02 | 0,27 | 1,5 | 6,8 | 8,5 | 18,1 |
| | L2g | 30-35 | 1,27 | 3,31 | śl. | 3,82 | 1,27 | 1,72 | 0,38 | 2,2 | 5,3 | 7,5 | 20,9 |
| | Bvtg | 60-65 | - | - | - | - | - | - | - | 8,6 | 2,9 | 11,5 | 74,8 |
| | Cg | 100-105 | - | - | - | - | - | - | - | 8,6 | 1,2 | 9,8 | 87,8 |
| | Cg | 160-165 | - | - | - | - | - | - | - | 14,8 | 1,2 | 16,0 | 92,5 |
| 3 | Ah | 0-5 | 2,84 | 8,01 | śl. | 32,55 | 3,33 | 6,43 | 0,50 | 6,0 | 8,7 | 14,7 | 40,8 |
| | Bv | 15-20 | 2,19 | 4,39 | śl. | 6,55 | 1,29 | 0,52 | 0,39 | 2,0 | 5,7 | 7,7 | 25,9 |
| | Bv | 35-45 | 0,86 | 3,70 | śl. | 6,17 | 1,85 | 0,68 | 0,37 | 2,2 | 4,2 | 6,4 | 34,4 |
| | Cg | 80-90 | - | - | - | - | - | - | - | 8,6 | 2,0 | 10,6 | 89,1 |
| | Cg | 115-125 | - | - | - | - | - | - | - | 9,8 | 0,7 | 10,5 | 93,4 |

rażną dwudzielność budowy profilu z granicą na głębokości 40 cm. Maksymalne występowanie korzeni wyraźnie przesuwają się ku powierzchni gleby, tj. do górnej 25-centymetrowej warstwy. W poziomie *Ah* znajdują się średnio 2 korzenie na 1 dm², a w poziomie *L_{1g}* ponad 9. W poziomie *L_{2g}* leżącym poniżej 35 cm, na dm² przypada średnio do 2,5 korzenia, przeważnie korzeni przewodzących (>1,0 mm). Łącznie do głębokości 30 cm znajduje się 94,5% masy korzeni. Jak widać, rozmieszczenie korzeni w glebie płowej opadowobrunatnej jest zupełnie inne niż w opisaną uprzednio glebie brunatnej.

Najslabiej rozwinięty i najpłytszy system korzeniowy wykształcił drzewostan jodłowy w glebie opadowoglejowej (profil 1, rys. 2, tab. 5 i 6). Ogranicza się on głównie do górnej części poziomu *P*, do głębokości 25–30 cm. Średnio wypada tu do 6 korzeni na 1 dm³ przekroju. W tej liczbie tylko około 35% korzeni spełnia rolę chłonnych. Uwagę zwraca przemieszczenie części korzeni przewodzących do poziomu *Ofh* utworzonego tylko na tej glebie (tab. 5) oraz całkowity brak korzeni w dolnej części poziomu *P*, bezpośrednio nad trudno przepuszczalnym poziomem *Bvtg*. Ponad 92% ogólnej masy korzeni znajduje się w poziomie *Ofh* i w górnej części poziomu *P* do głębokości 20 cm. W poziomie *Bvg* do głębokości 105 cm występują gniazda korzeni zazwyczaj w smugach opadowoglejowych, uboższych w il koloidalny od otaczającego brunatnego lessu. Poniżej 150 cm, w poziomie *Cg*, gdzie wysycenie zasadowymi kationami wynosi powyżej 89%, korzeni nie znaleziono.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wprawdzie przeprowadzone badania potwierdziły, że jodła jest w sprzyjających warunkach glebowych drzewem głęboko korzeniującym się, jednak warunki wodno-powietrzne są czynnikiem decydującym o rozmieszczeniu, ilości i rodzaju korzeni, a tym samym o wykorzystaniu przestrzeni glebowej przez ten gatunek. Nie może być do niego odniesione twierdzenie *L y r a i H o f f m a n n a* [11] o stymulującym wpływie zmniejszającej się wilgotności na wzrost systemu korzeniowego. W znacznie wilgotniejszych glebach opadowoglejowej i płowej opadowoglejowej stwierdzono bowiem 2- do 2,5-krotnie większą masę korzeni niż w glebie brunatnej (tab. 6). Czym większa hydromorficzność górnych poziomów glebowych, tym mniejsza część profilu glebowego jest intensywnie przerośnięta korzeniami; od warstwy 50 cm w glebie brunatnej do 30 cm w glebie płowej opadowoglejowej i 25–30 cm włącznie z poziomem butwiny *Ofh* miąższości 4 cm w glebie opadowoglejowej. Z wyraźną tendencją systemu korzeniowego do przesuwania się ku powierzchni gleby w miarę wzrostu nasilenia procesów opadowoglejowych

Tabela 5

Rozmieszczenie korzeni w poszczególnych poziomach badanych gleb
Distribution of roots in particular horizons of the soil under study

| Nr pro-filu | Poziom gene-tyczny | Głębokość cm | Powierz-chnia przekroju poziomu genetycz-nego dm ² Area of the gene-tic hori- zon section, dm ² | Suma korzeni według klas grubo-ści | | | | | | Suma ko-rzeni w poziomie gene-tycznym | Średnia liczba korzeni według klas grubo-ści w dm ² przekroju danego poziomu glebo-wego | | | | | | Średnia liczb-a korzeni w danym poziomie glebowym Average num-ber of roots in the gene-tic horizon of soil |
|-------------|--------------------|-----------------|--|---|-----|-----|------|-------|-----|---------------------------------------|--|------|------|------|-------|------|---|
| | | | | Sum of roots according to the thickness classes | | | | | | | Average number of roots of particular thickness classes in 1 dm ² of the gene-tic horizon of soil | | | | | | |
| | | | | <1 | 1-2 | 2-5 | 5-10 | 10-20 | >20 | | <1 | 1-2 | 2-5 | 5-10 | 10-20 | >20 | |
| | | | | mm | | | | | | | mm | | | | | | |
| 1 | Ol | 0-2 | 1,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Ofh | 2-5 | 5,7 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 7 | 0 | 0,35 | 0,35 | 0 | 0,17 | 0,35 | 1,22 |
| | P | 5-30 | 46,3 | 0,3 | 81 | 55 | 25 | 4 | 2 | 270 | 2,01 | 1,75 | 1,19 | 0,54 | 0,08 | 0,04 | 5,83 |
| | Bvg | 30-105 | 109,9 | 2 | 12 | 6 | 3 | 0 | 0 | 23 | 0,02 | 0,11 | 0,05 | 0,03 | 0 | 0 | 0,21 |
| | Cg | od 105 | 75,6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0,01 |
| 2 | Ol | - | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Ah | 0-2 | 3,1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0,32 | 0,64 | 0,64 | 0,32 | 0 | 1,93 |
| | L1g | 2-25 | 35,2 | 141 | 100 | 49 | 25 | 4 | 0 | 320 | 4,00 | 2,84 | 1,39 | 0,74 | 0,11 | 0 | 9,09 |
| | L2g | 25-35 | 19,0 | 12 | 26 | 6 | 3 | 0 | 0 | 47 | 0,63 | 1,37 | 0,31 | 0,16 | 0 | 0 | 2,47 |
| | Cg | od 35 | 116,7 | 18 | 14 | 6 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0,15 | 0,20 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | 0,32 |
| 3 | Ah | 0-5 | 6,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bv | 5-25 | 30,6 | 127 | 68 | 36 | 10 | 0 | 4 | 245 | 4,15 | 2,22 | 1,18 | 0,33 | 0 | 0,13 | 8,01 |
| | Bv | 25-49 | 42,2 | 35 | 16 | 11 | 6 | 1 | 5 | 74 | 0,83 | 0,38 | 0,26 | 0,14 | 0,03 | 0,12 | 1,75 |
| | Cg | od 49 | 98,6 | 3 | 3 | 6 | 1 | 0 | 0 | 13 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 0,01 | 0 | 0 | 0,13 |

nie koreluje jednak liczba korzeni (tab. 5). Jest ona największa w glebie płowej opadowoglejowej, mniejsza natomiast w glebie brunatnej przy podobnym udziale korzeni chłonnnych wynoszącym ponad 50% ogólnej liczby korzeni. Najmniejszą liczbę korzeni stwierdzono w glebie opadowoglejowej z udziałem korzeni chłodnych, wynoszącym tylko około 35%. Przyczyną tego stanu może być albo niewystarczające zaopatrzenie w wodę lub też niekorzystne warunki wzrostu korzeni. Znajdowanie się w zasięgu procesów opadowoglejowych górnej części poziomu *P* stosunkowo bogatej w substancje organiczne, a także poziomu *Ofh* zawierającego nie rozłożone resztki organiczne może warunkować obniżenie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego. Według Marschnera [12], przy niskim pH powoduje to uruchamianie znacznych ilości manganu, który hamuje wzrost korzeni. Zespół warunków fizykochemicznych, które powstają w środowisku redukcyjnym w poziomach opadowoglejowych, może wyraźnie zmieniać ilościowe i jakościowe cechy systemu korzeniowego jodły. Nie potwierdza to poglądów Kraussa [9], Witticha [21], Kreutzera [10] i Schocha [15], że jodła jest gatunkiem najtrwałej utrzymującym specyficzną budowę systemu korzeniowego. Lokalnie oddziaływanie warunków glebowych może być tak duże, że systemy korzeniowe tworzą układy piętrowe [7], czego jednak nie stwierdzono w przypadku badanej jodły.

Przedstawione wyniki badań pozwalają sformułować następujące wnioski ogólne.

1. W glebach wytworzonych z lessów nawet niewielkie lito- lub pedogeniczne zróżnicowania zawartości łu koloidalnego mogą być przyczyną okresowego zatrzymywania wód opadowych i przebiegu procesów redukcyjnych. Nasilenie tych procesów jest odwrotnie proporcjonalne do nachylenia powierzchni i zależy od możliwości odprowadzania wód pochodzenia opadowego.

2. Wbrew utartym poglądom silne procesy redukcyjne spowodowane stagnowaniem wód opadowych w górnej części profilu glebowego mogą wyraźnie zmieniać rozmieszczenie systemów korzeniowych jodły, powodując ich skoncentrowanie przy powierzchni gleby, z włączeniem do strefy korzeniowej poziomu butwiny *Ofh*.

3. Znacznie większą masę korzeni jodły oraz większą ich liczbę znaleziono w glebie płowej opadowoglejowej niż w glebie brunatnej wylugowanej i glebie opadowoglejowej. Wskazuje to na lepsze warunki wzrostu i rozwoju jodły na glebach wilgotniejszych, jednak bez stagnujących długotrwale wód opadowych w zasięgu głównej masy korzeni na głębokości 40–50 cm.

Liczba korzeni wg klas grubości w poszczególnych poziomach glebowych
 Number of roots according to their thickness classes in particular soil horizons

| Nr profilu Profile No. Poziom ge- netyczny Genetic horizon | Powierz- chnia poziomu dm ² Horizon area, dm ² | Liczba korzeni w klasach grubości Number of roots in their thickness classes | | | | | | Suma korze- ni ogółem w poziomie Total num- ber of roots in the hori- zon | Średnia liczba korzeni w klasach grubości na 1 dm ² Mean number of roots according to their thickness classes per 1 dm ² | | | | | | Średnia liczba kor- zeni ogółem na 1 dm ² Total num- ber of roots per 1 dm ² |
|---|---|--|-----|-----|------|-------|------|--|---|------|-------|------|-------|------|--|
| | | < 1 | 1-2 | 2-5 | 5-10 | 10-20 | > 20 | | < 1 | 1-2 | 2-5 | 5-10 | 10-20 | > 20 | |
| | | mm | | | | | | | mm | | | | | | |
| Profil nr 1 Profile No. 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ofh | 12,1 | 100 | 33 | 13 | 8 | 1 | 4 | 159 | 8,26 | 2,73 | 1,07 | 0,66 | 0,08 | 0,33 | 13,15 |
| Ag | 9,5 | 79 | 30 | 10 | 5 | - | - | 124 | 8,32 | 3,16 | 1,05 | 0,53 | - | - | 13,06 |
| g | 14,5 | 39 | 6 | - | 2 | - | 2 | 49 | 2,69 | 0,41 | - | 0,14 | - | 0,14 | 3,38 |
| Bvtg | 60,0 | 28 | 5 | 2 | 1 | - | 2 | 38 | 0,47 | 0,08 | 0,03 | 0,02 | - | 0,03 | 0,63 |
| Bvtg | 40,8 | 26 | 3 | 4 | 1 | - | 3 | 37 | 0,64 | 0,07 | 0,10 | 0,02 | - | 0,07 | 0,91 |
| Cwg | 81,6 | 8 | 8 | 1 | - | - | - | 17 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | - | - | - | 0,21 |
| Cwg | 165,4 | 4 | 6 | - | - | - | - | 10 | 0,02 | 0,04 | - | - | - | - | 0,06 |
| Profil nr 2 Profile No. 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ofh | 11,5 | 33 | 31 | 20 | 9 | 1 | 4 | 103 | 3,30 | 2,69 | 1,74 | 0,78 | 0,09 | 0,35 | 8,96 |
| Ag | 16,5 | 37 | 28 | 12 | 6 | 1 | 3 | 87 | 2,24 | 1,70 | 0,73 | 0,36 | 0,06 | 0,18 | 5,27 |
| g | 9,1 | 9 | 2 | 1 | - | - | - | 12 | 0,99 | 0,22 | 0,11 | - | - | - | 1,32 |
| Bvtg | 30,0 | 16 | 14 | 5 | - | - | - | 35 | 0,53 | 0,47 | 0,17 | - | - | - | 1,17 |
| Bvtg | 38,0 | 32 | 26 | 21 | - | - | - | 79 | 0,84 | 0,68 | 0,55 | - | - | - | 2,07 |
| Cwg | 59,8 | 48 | 11 | 6 | - | 1 | - | 66 | 0,82 | 0,18 | 0,10 | - | 0,02 | - | 1,12 |
| Cwg | 225,0 | 14 | 4 | 1 | - | - | - | 19 | 0,06 | 0,01 | ślady | - | - | - | 0,80 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---|---------|--------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|----|----|-------|-------|
| 2 | 0-10 | 01, Ah | 0,04 | 0,28 | 0,35 | 2,42 | 1,77 | 12,27 | 3,88 | 26,89 | 2,77 | 19,20 | 0 | 0 | 8,78 | 60,34 |
| | 10-20 | L1g | 0,03 | 0,21 | 0,35 | 2,42 | 0,90 | 6,24 | 2,14 | 14,83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,42 | 23,70 |
| | 20-30 | L1g | 0,02 | 0,14 | 0,36 | 2,49 | 0,91 | 6,31 | 0,22 | 1,52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,49 | 10,33 |
| | 30-40 | L2g | 0 | 0 | 0,17 | 1,18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,17 | 1,18 |
| | 40-50 | Cg | 0,01 | 0,07 | 0,06 | 0,41 | 0,10 | 0,69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,17 | 1,18 |
| | 50-60 | | 0 | 0 | 0,04 | 0,28 | 0,18 | 1,25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,23 | 1,59 |
| | 60-70 | | 0,01 | 0,07 | 0,03 | 0,21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,04 | 0,28 |
| | 70-80 | | 0,01 | 0,07 | 0 | 0 | 0,09 | 0,62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,10 | 0,69 |
| | 80-90 | | 0 | 0 | 0,01 | 0,07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0,07 |
| | 90-100 | | 0 | 0 | 0,02 | 0,14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0,14 |
| | 100-110 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0-110 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14,43 | 100 |
| 3 | 0-10 | Ah, Bv | 0,04 | 0,68 | 0,23 | 3,89 | 1,48 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,75 | 29,61 |
| | 10-20 | Bv | 0,02 | 0,34 | 0,09 | 1,52 | 0,61 | 10,32 | 0,70 | 11,84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,42 | 24,03 |
| | 20-30 | | 0,02 | 0,34 | 0,02 | 0,34 | 0,16 | 2,71 | 1,14 | 19,29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,34 | 22,67 |
| | 30-40 | | 0,01 | 0,17 | 0,02 | 0,34 | 0,58 | 9,81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,61 | 10,32 |
| | 40-50 | | 0 | 0 | 0,03 | 0,51 | 0,35 | 5,92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,38 | 6,43 |
| | 50-60 | Bv, Cg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 60-70 | Cg | 0 | 0 | 0,02 | 0,34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0,34 |
| | 70-80 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 80-90 | | 0 | 0 | 0,03 | 0,51 | 0 | 0 | 0,36 | 6,09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,39 | 6,60 |
| | 90-100 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 100-110 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0-110 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5,91 | 100 |

LITERATURA

- [1] Boynton D., Reuther W.: Seasonal variation of oxygen and carbon dioxide in three different orchard soils during 1938 and its possible significance. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36, 1939, 1-6.
- [2] Cannon W. A.: Physiological features of roots with especial references to the relation of roots to aeration of the soil. Carn. Inst. of Washington Pub. 1925, 368.
- [3] Dylikowa A.: Geografia Polski. Krainy geograficzne. Warszawa 1973.
- [4] Hess M.: Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich. Zesz. Nauk U. J. nr 115. Prace geogr. z. 11, 1965.
- [5] Komornicki T., Włodarczyk E.: Rozmieszczenie frakcji iłu koloidalnego w glebach wytworzonych z lessu w północnej części województwa krakowskiego. Rcz. glebozn. 25, 1974, 9, 3-24.
- [6] Kowalkowski A., Czarnota K.: Badania nad rozmieszczeniem systemów korzeniowych dębu, buka, sosny i świerka w glebach murszastych leśnictwa Dębina. Rocz. glebozn. 12, 1962, 238-255.
- [7] Kowalkowski A., Hoffmann M., Fęccko D.: Rozwój systemu korzeniowego wiśni w glebach płowych opadowoglejowych przy różnych systemach uprawy. Rocz. glebozn. 24, 1973, 2, 299-315.
- [8] Kowalkowski A.: Główne kierunki rozwoju gleb w warunkach środowiska morfogenetycznego Wzgórz Dalkowskich. Rocz. glebozn. 16, 1966, 2, 357-411.
- [9] Krauss G.: Zur Frage der Dürrewirkungen im Gefolge des aussergewöhnlich trockenem und heissen Sommers 1974. A. F. Z. 1948.
- [10] Kreutzer K.: Wurzelbildung junger Waldbäume auf Pseudogley. Fw. Ctbl. 1961.
- [11] Lyr H., Polster H., Fiedler H. J.: Gehölzphysiologie. Jena 1967.
- [12] Marschner H.: Einfluss der O₂-Versorgung der Wurzeln auf Mineralstoffaufnahme und Pflanzenwachstum. Pseudogley und Gley, Weinheim 1973, 541-555.
- [13] Russell E. W.: Soil conditions and plant growth. London 1961.
- [14] Sachert H.: Untersuchungen über Beziehungen zwischen Milieu und Wurzelfunktion bei *Salicornia brachystata* G. F. Meyer und einigen anderen Halophyten. Biol. Zbl. 87, 1968, 197-206.
- [15] Schoch O.: Untersuchungen über Stockraumbewurzelung verschiedener Baumarten in Gebiet der oberschwäbischen Jung- und Altmoranen. Standort, Wald und Waldwirtschaft in Oberschwaben. Stuttgart 1964.
- [16] Schuurmann J. J.: Effects of soil density on root and top growth of oats. Proc. Int. Sci. Symp, Brno 1966, 103-120.
- [17] Tanaka A., Muelleiyawa R. P., Yasu T.: Possibility of hydrogen sulfide induced iron toxicity of the rice plant. Soil Sci. Plant. Nutr. 14, 1968, 1-6.
- [18] Turcki 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, 85-99.
- [19] Wagenknecht E.: Wurzeluntersuchungen und ihre Bedeutung für Standortsgerechten Waldbau. Arch. f. Forstwes. 4, 1955, 397.
- [20] Williamson R. E.: Influence of gas mixture on cell division and root elongation of broad bean, *Vicia faba*. L. Agronom. J. 60, 1968, 317-321.

- [21] Wittich W.: Die heutigen Grundlanden der Holzartenwahl. Hannover 1948.
[22] Zasoński S.: Studia mikromorfologiczne i chemiczne nad procesami płożenia gleb pyłowych. Roczn. glebozn. 26, 1975, 1, 27-47.

А. КОВАЛЬКОВСКИ, Г. КРУЛЬ

ВЛИЯНИЕ ВОДНО-ВОЗДУШНЫХ УСЛОВИЙ В КАТЕНЕ ЛЕССОВЫХ ПОЧВ НА КОРНЕВУЮ СИСТЕМУ ПИХТОВОГО ДРЕВОСТОЯ

Отделение почвоведения и удобрения, Исследовательский институт лесоводства, Варшава-Сенкоцин

Резюме

Корневую систему изучали в почвенных разрезах длиной 200 см, глубиной 150-200 см, расположенных на краю вертикальной проекции пихтовых групп в 37 участке надлесничества Новы Сонч (рис. 1). В катене почв находятся: осадочно-глеевая (псевдоглеевая) на плато (профиль 1), лессивированная осадочно-глеевая в верхней части пологого склона (профиль 2) и бурая выщелоченная в срединной части северо-западного склона (профиль 3). Материнскую породу этих почв составляет напластованный лесс с характерной для центральной Европы литогенной двухчленностью.

Образовавшиеся из лессов почвы, если содержали хотя небольшие количества коллоидного ила, задерживали воду атмосферных осадков и усиливали протекание восстановительных процессов. Интенсивность этих процессов оказывала отчетливую зависимость от возможности отвода избыточной влаги. Вопреки сложившимся мнениям восстановительные процессы вызываемые застоем вод из атмосферных осадков в верхней части почвенного профиля могут отчетливо изменять распределение корневой системы пихты. В экстремальных условиях на осадочно-глеевых почвах отмечается концентрация корней в 25 см слое с включением в ризосферу горизонта *O_{fh}*. Значительно большую массу корней пихты и большее их число обнаружено в лессивированной осадочно-глеевой почве. Это свидетельствует в пользу лучших условий роста и развития пихты на более влажных почвах однако при отсутствии длительного застоя осадочных вод в пределах главной массы корней на глубине 40-50 см.

А. KOWALKOWSKI, H. KROLOWA

EFFECT OF WATER AND AIR CONDITIONS IN THE CATENA OF LOESS SOILS ON ROOT SYSTEMS OF FIR TREE STAND

Department of soil Science and Fertilization, Forestry Research Institute in Warszawa-Sękoцин

Summary

Root systems were examined in soil outcrops with the length of 200 cm and the depth of 150-200 cm in the district Stary Sącz sec. 37 (Fig. 1). Within the

catena of soils the following soils occur: pseudogley soil on a flat upland (outcrop No. 1), pseudogley lessive soil on the upper part of the slope with slight inclination (outcrop No. 2) and leached brown soil in the medium part of the slope with the NW exposition (outcrop No. 3). Parent mater of these soils constitutes characteristic for the Central Europe stratified loess lithologic double-layered.

Water-physical properties of theses soils have an effect upon development of the pseudogley processes. Intensity of reduction processes is reversily proportional to the slope of the earth. Contrary to commonplace opinions, fort reduction processes occurring in consequence of stagnation of precipitation waters in upper part of the soil outcrop may lead to marked changes in the fir root system distribution. In extreme condition of pseudogley soils a concentration of roots in the 0-25 cm leyer, including the *Ofh* hrizon in the rhizosphere, takes place. Much greater total weight and a number of fir roots was found in the pseudogley lessivé soil comparing to the brown leached soil and the pseudogley soil. It. indicate better conditions for growth and development of fir on soils with higher moisture content, but without water stagnation for too long within the reach of main bulk of roots at the depth of 40-50 cm.

Doc. dr hab. Alojzy Kowalkowski
Instytut Badawczy Leśnictwa
05-550 Raszyn, Sękocin