

WPŁYW AGREGACJI CZARNOZIEMU NA JEGO WODNO-POWIETRZNE
CHARAKTERYSTYKI

B. Dobrzański, B. Witkowska-Walczak, R. Walczak

Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie

Struktura gleby uważana jest za jeden z najważniejszych czynników decydujących o jej żyzności i urodzajności, jak również o całokształcie stosunków wodno-powietrznych panujących w glebie [3, 7, 8]. Prowadzone dotychczas badania wykazały istotny wpływ struktury gleby na plonowanie roślin oraz kształtowanie się w niej stosunków wodno-powietrznych; nie dały jednak odpowiedzi, jakie elementy strukturalne decydują o optymalnych warunkach wodno-powietrznych w glebie. Wyniki nielicznych prac wykazały wpływ wielkości agregatów różnych gleb na zagęszczenie, porowatość i dystrybuantę porów oraz przewodnictwo wodne. Wyciągnięcie jednak ogólnych wniosków nie było możliwe ze względu na różnorodność metod przygotowywania próbek oraz prowadzenia pomiarów [1, 2, 4, 9, 10]. Poznanie zależności wielkości agregatów glebowych od wodno-powietrznych charakterystyk gleby stwarza możliwość regulowania wielkości składowych bilansu wodnego gleby, a tym samym warunków wzrostu i rozwoju roślin. Celem niniejszej pracy było określenie wpływu agregacji gleby, na jej wodno-powietrzne charakterystyki.

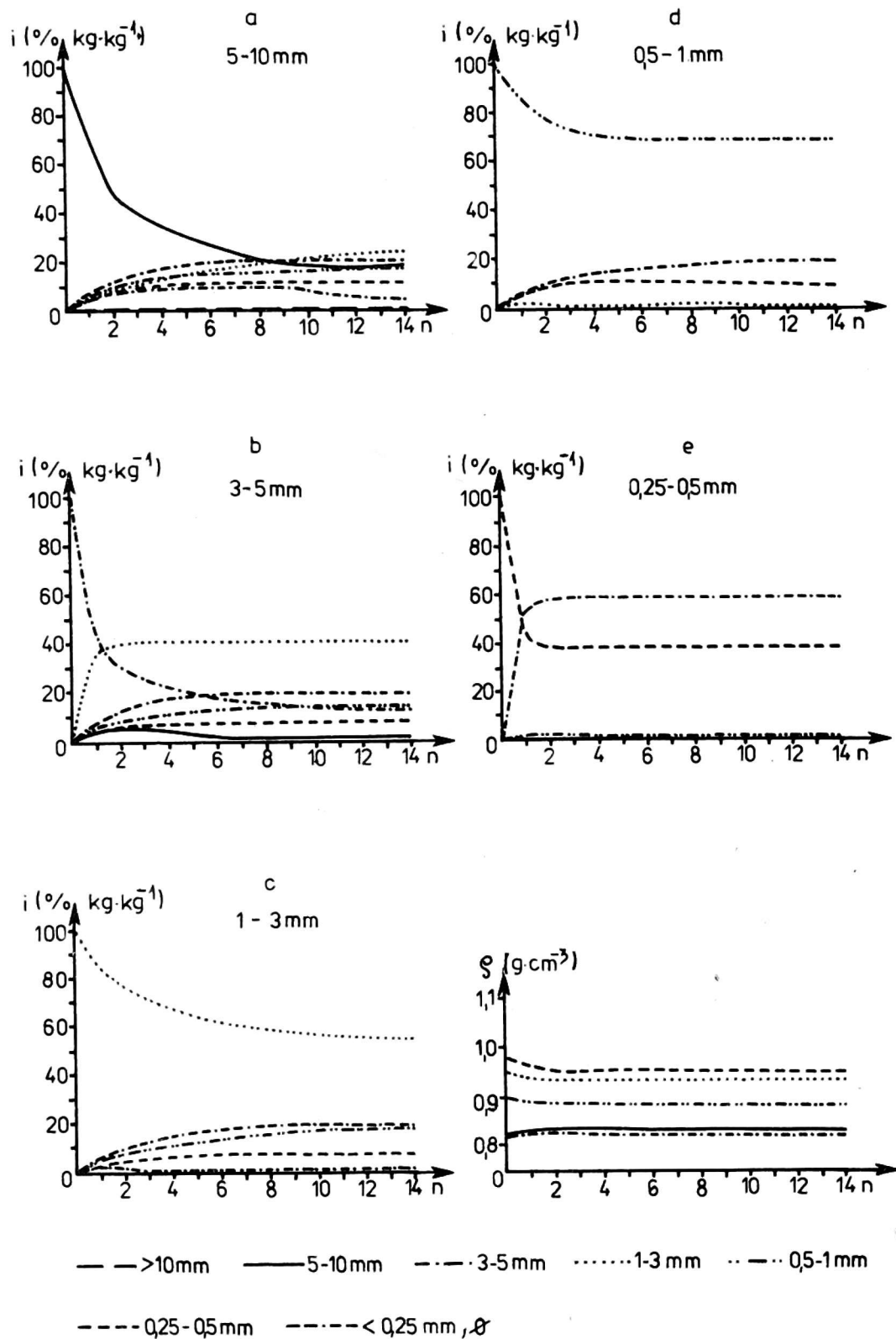
MATERIAŁ GLEBOWY I METODYKA BADAŃ

Badano czarnoziem wytworzony z lessu, pobrany w postaci monolitu glebowego z warstwy ornej o zawartości części elementarnych wg średnicy w mm: 1-0,1 - 3,5%; 0,1-0,05 - 6,5%; 0,05-0,02 - 47,5%; 0,02-0,002 - 28,5%; <0,002 - 14%, zawartości próchnicy - 2,11%, gęstości stałej fazy gleby - $2,5385 \text{ g cm}^{-3}$ oraz powierzchni właściwej mierzonej H_2O - $49 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ i N_2 - $15 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$. Rozkład agregatowy badanej gleby przedstawiał się następująco: <0,25 mm - 15%; 0,25-0,5 mm - 8%; 0,5-1 mm - 19%; 1-3 mm - 29%; 3-5 mm - 7% i 5-10 mm - 22%. Rozkład granulometryczny poszczególnych frakcji agregatów zestawiono w tabeli 1.

Glebę suszono w laboratorium w temperaturze 20°C do stanu powietrznie suchego, a następnie metodą sitową uzyskiwano frakcje o następujących przedziałach średnic: 10-5, 5-3, 3-1, 1-0,5, 0,5-0,25, i <0,25 mm. Wyodrębnione frakcje agregatów usypywano w cylindrach o pojemności 100 cm^3 przy użyciu wibratora, co umożliwiało uzyskiwanie jednolitych gęstości. Tak przygotowane próbki poddawano działaniu wody w cyklach nawilżania - osuszania, które powodowały stabilizację rozkładu agregatowego i gęstości gleby, konieczną w celu prowadzenia dalszych badań [11]. Zmiany rozkładu agregatowego i gęstości po kolejnych cyklach nawilżania - osuszania przedstawiono na rysunku 1. Z przebiegu krzywych na wykresach widać, że stabilizowanie się rozkładu agregatowego następowało najszybciej dla frakcji małych agregatów (0,25-0,5 mm - w 3-4 cyklu), najwolniej zaś dla agregatów frakcji dużych (10-5 mm w 12-13 cyklu), natomiast gęstość próbek ostatecznie ustaliła się między

Rozkład granulometryczny agregatów różnych średnic (mm)

Frakcja agregatów mm	Procentowa zawartość części elementarnych w średnicy mm							Ogółem
	1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,2-0,002	<0,002	1-0,1	0,1-0,02	
< 0,25	5	9	47	23	16	5	56	39
0,25-0,5	1,5	7	48	24,5	19	1,5	55	43,5
0,5-1	2,5	6	49	30,5	12	2,5	55	42,5
1-3	4,5	7	48	27,5	13	4,5	55	40,5
3-5	4	5	52	28	11	4	57	39
5-10	3	5	49	30	12	3	54	43



Rys.1. Zależność zawartości poszczególnych frakcji agregatów i (% kg kg⁻¹) (a, b, c, d, e) oraz gęstości gleby ρ (g cm⁻³) (f) od ilości cykli nawilżania - osuszania (n) wyjściowo monoagregatowych próbek czarnoziemiu utworzonego z lessu

3 a 7 cyklem nawilżania - osuszania, praktycznie niezależnie od wielkości agregatów, jak też zmian rozkładu agregatowego.

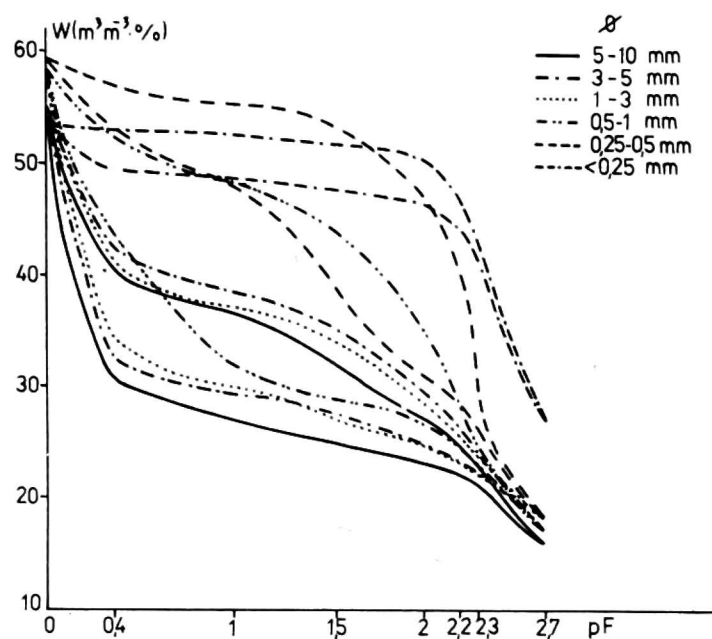
Dla przygotowanych próbek glebowych wyznaczono:

- charakterystyki: potencjał wody glebowej - wilgotność przy użyciu bloków gipsowych [12] w procesie osuszania i nawilżania, tj. z uwzględnieniem efektu histerezy w zakresie pF 0-2,7-0,
- współczynniki przepuszczalności powietrznej w funkcji wilgotności dla procesów osuszania i nawilżania przy użyciu aparatu do pomiaru przepuszczalności powietrznej [6],
- współczynniki wodnego przewodnictwa nasyconego przy użyciu aparatu do pomiaru przepuszczalności wodnej [15] metodą pomiaru ze stałym ciśnieniem hydraulicznym.

WYNIKI BADAŃ

Charakterystyki: potencjał wody glebowej - wilgotność z uwzględnieniem efektu histerezy dla badanego materiału glebowego przedstawiono na rysunku 2. Z przebiegu krzywych widać, że wielkość agregatów wyraźnie wpływa na ilość wody wiązanej siłami mniejszymi od pF 2,3, a w niewielkim stopniu jej ilość zależy od wielkości agregatów w przypadku sił wiązania większych od pF 2,3. Dla pF 2,7 maksymalna różnica ilości wody wiązanej przez różne frakcje agregatów glebowych nie przekracza 2-3%. Wyjątek stanowi tu jedynie frakcja agregatów o średnicy mniejszej od 0,25 mm, która wiąże większe ilości wody od pozostałych frakcji agregatów. Największe ilości wody o różnych potencjałach w jednakowej objętości gleby wiążą agregaty o średnicy 0,25-0,5 i mniejszej od 0,25 mm. Znacznie mniejsze ilości wody o różnym potencjale wiąże frakcja

agregatów 0,5-1 mm, natomiast ilości wody wiązane różną siłą przez agregaty o średnicy większej od 1 mm są od kilku do kilkunastu procent mniejsze i nieznacznie różnią się między sobą [13].

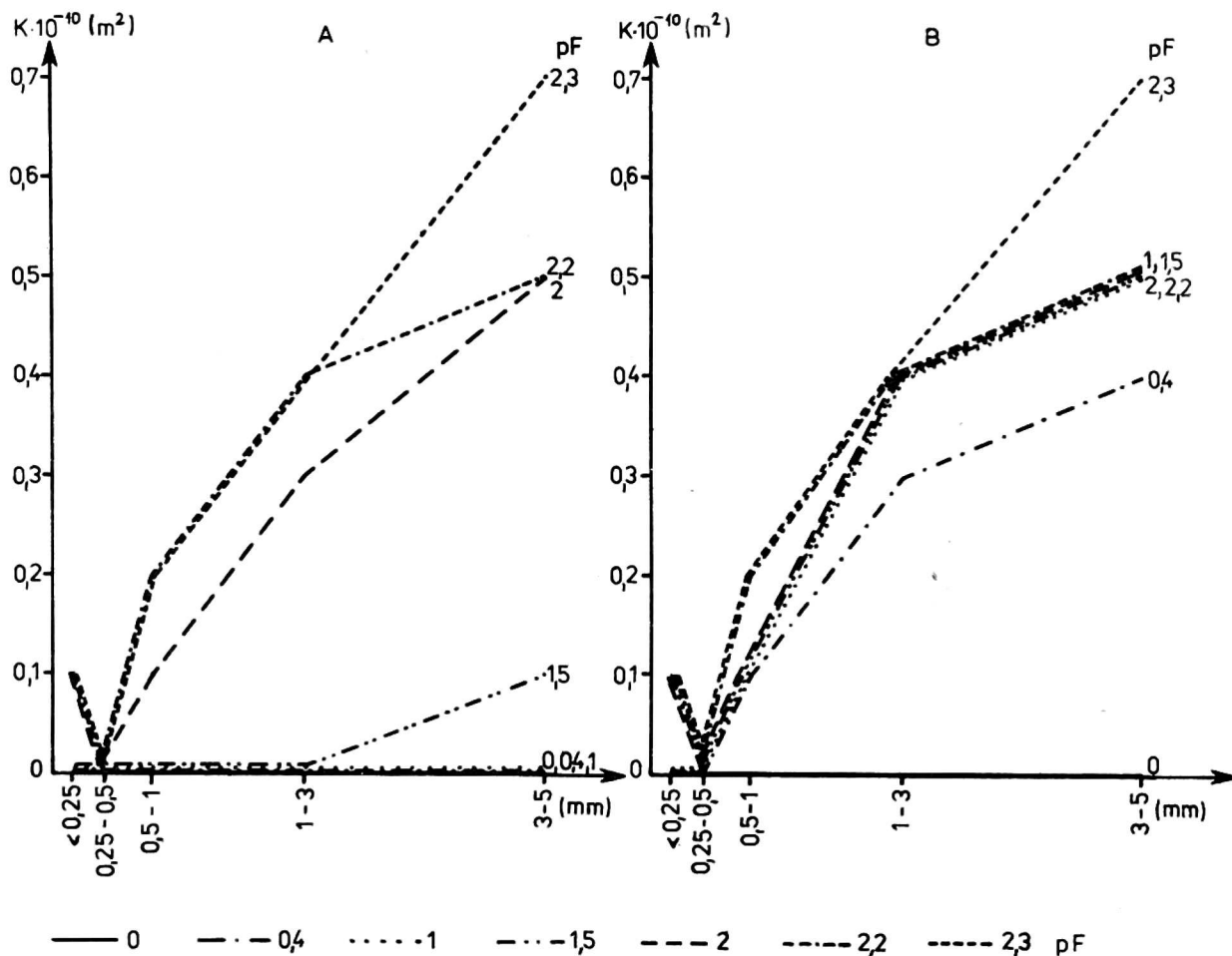


Rys.2. Charakterystyki potencjał wody glebowej (pF) - wilgotność ($W, \%, m^3 m^{-3}$) w procesie osuszania i nawilżania dla badanych frakcji agregatów

Przebieg krzywych na rysunku 1 obrazuje również wielkość efektu histerezy charakterystyk: potencjał wody glebowej - wilgotność. O wielkości efektu histerezy świadczy wielkość powierzchni zawartej między krzywymi osuszania i nawilżania dla poszczególnych frakcji agregatów. Analiza wyników wykazuje, że wielkość agregatów wyraźnie wpływa na wielkość efektu histerezy. Jest to spowodowane tym, że agregaty różnych wielkości tworzą inny układ przestrzenny, a zatem różny udział i kształt porów wybranych wielkości. Dlatego też ilość wody wiązana takimi samymi siłami w zagregowanej glebie w procesach nawilżania i osuszania jest inna dla różnych wielkości agregatów. Największe różnice w ilościach wody wiązanej takimi samymi siłami w procesie osuszania i nawilżania wystąpiły dla agrega-

tów frakcji 0,5-1 i 0,25-0,5 mm, najmniejsze - dla agregatów o średnicy mniejszej od 0,25 mm i 1-3 mm. Świadczy to o fakcie, że największy udział porów o nieregularnych kształtach retencjonujących wodę wykazuje gleba zbudowana z agregatów o średnicach 0,5-1 i 0,25-0,5 mm, najmniejszy zaś - zbudowana z agregatów o średnicy mniejszej od 0,25 mm i 1-3 mm. Różnice wilgotności dla tej samej wartości potencjału w zależności od drogi, po jakiej dany stan został osiągnięty dla badanego materiału glebowego, dochodzą do 16%, a więc nieuwzględnianie efektu histerezy może prowadzić do błędów względnych przy wyznaczaniu wilgotności sięgających 33%. Dlatego też przy określaniu wilgotności gleby zagregowanej uwzględnienie efektu histerezy jest konieczne. Z zestawionych w tabeli 2 danych wynika, że we wszystkich badanych frakcjach agregatów, z wyjątkiem agregatów o średnicy mniejszej od 0,25 mm, istnieje pewna liczba porów, w których przy pełnym nasyceniu wodą (pF 0) znajduje się powietrze. Liczba porów wypełnionych powietrzem przy pełnym nasyceniu gleby wodą zależy od wielkości agregatów, a największe wartości osiąga dla agregatów o największych średnicach, tj. 3-5 i 5-10 mm. W miarę wzrostu potencjału wody glebowej i spadku wilgotności liczba porów zajętych przez powietrze wzrasta. Przy pF 2,2, odpowiadającym połowej pojemności wodnej liczba porów zajętych przez powietrze w różnych frakcjach agregatów świadczy o dobrych stosunkach wodno-powietrznych stwarzanych w glebie przez agregaty o średnicy większej od 0,25 mm oraz wybitnie niekorzystnym wpływie na kształtowanie się optymalnych stosunków wodno-powietrznych frakcji agregatów o średnicy mniejszej od 0,25 mm.

Równocześnie z badaniami charakterystyk wodnych zagregowanego czarnoziemiu przeprowadzono pomiary jego przewodności, czyli zdolności do przepuszczania powietrza, dzięki której może zachodzić wymiana powietrza między glebą i atmosferą [14]. Pomiary przepuszczalności powietrznej różnych frakcji agregatów przeprowadzono przy różnych wilgotnościach odpowiadających potencjałom wody glebowej jedynie w zakresie pF 0-2,3 w procesie osuszania i nawilżania. Przepuszczalność powietrzna dla wszystkich badanych frakcji przy pF 2,7 była bowiem tak duża, że przekraczała możliwości pomiarowe zastosowanej aparatury [6].



Rys.3. Zależność między wielkością agregatów a wielkością współczynnika przepuszczalności powietrznej (k , m^2) dla różnych potencjałów wody glebowej (pF) w procesie osuszania (A) i nawilżania (B)

T a b e l a 2

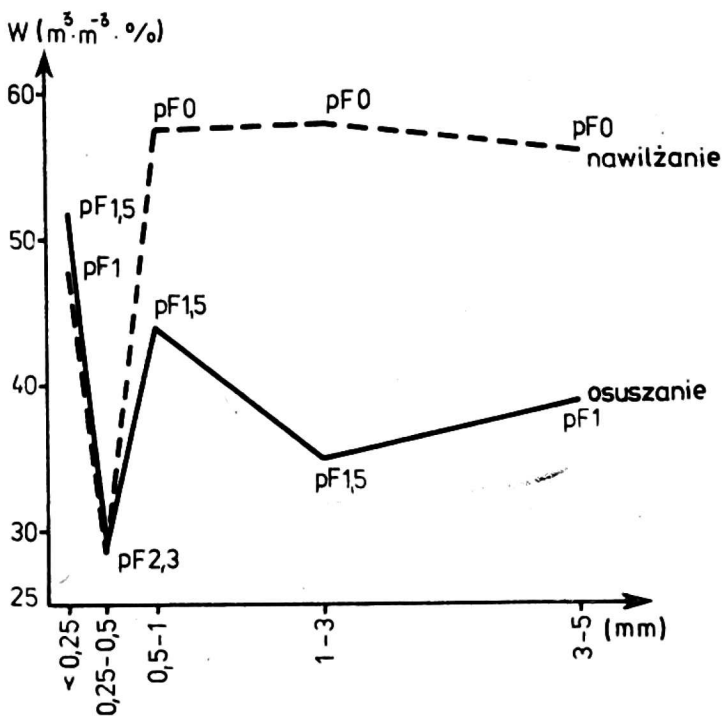
Porowatość ogólna, zawartość wody (1) i porowatość powietrzna (2) dla wybranych wartości pF w procesie osuszania i nawilżania badanego materiału glebowego

Fracja wyjściowa (mm)	Porowatość ogólna (% $m^{-3}m^{-3}$)	pF	Osuszanie										Nawilżanie																		
			0	0,4	1	1,5	2	2,2	2,3	2,7	2,3	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	2,7	2,3	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	2,7	2,3	2,3					
<0,25	53,5	1	53,5	53,0	52,5	52,0	50,8	46,3	43,2	27,2	42,0	44,6	46,5	47,9	48,8	49,7	0	0,5	1,0	1,5	2,7	7,2	10,3	26,3	11,5	8,9	7,0	5,6	4,7	3,8	
0,25-0,5	62,3	1	59,7	57,4	55,6	53,7	47,8	40,0	29,6	12,2	26,5	28,7	31,5	39,2	48,2	53,1	2	2,6	4,9	6,7	8,6	14,5	22,3	32,7	50,1	35,8	33,6	30,8	23,1	14,1	9,2
0,5-1	65,0	1	58,9	52,4	48,9	44,4	35,6	28,4	24,9	17,8	23,0	24,9	26,7	29,3	32,0	43,9	2	6,1	12,6	16,1	20,6	29,4	36,6	40,1	47,2	42,0	40,1	38,3	35,7	33,0	21,1
1-3	63,0	1	59,5	41,1	37,4	34,0	28,7	25,3	23,8	18,8	22,0	23,5	25,3	27,2	30,0	34,7	2	3,5	21,9	25,6	29,0	34,3	37,7	39,2	44,2	41,0	39,5	37,7	35,8	33,0	28,3
3-5	67,5	1	55,7	42,1	38,7	35,1	29,9	26,6	23,1	13,3	22,0	23,5	25,1	27,2	29,7	32,4	2	11,8	25,4	28,8	32,4	37,6	40,9	44,4	54,2	45,5	44,0	42,4	40,3	37,8	35,1
5-10	67,0	1	56,0	40,2	36,8	32,6	27,6	25,1	22,6	16,1	21,5	22,8	23,4	25,1	27,3	30,6	2	9,0	26,8	30,2	34,4	39,4	41,9	44,4	50,9	45,5	44,2	43,6	41,9	39,7	36,4

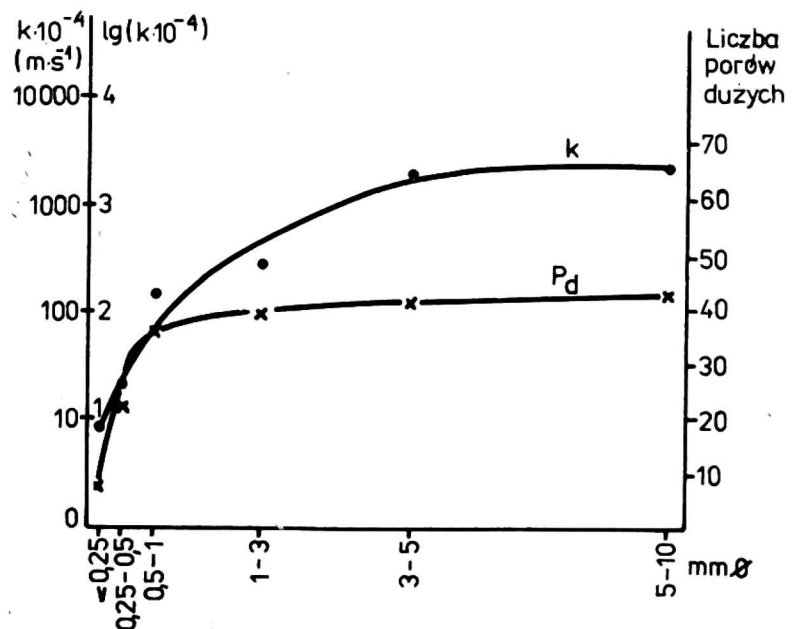
Wyniki badań zależności wielkości agregatów i wielkości współczynnika przepuszczalności powietrznej (k) dla różnych potencjałów wody glebowej w procesie osuszania (A) i nawilżania (B) przedstawiono na rysunku 3. Uzyskane dane wykazują, że wraz ze wzrostem średnicy agregatów współczynnik przepuszczalności powietrznej wzrasta. Dla agregatów o średnicach większych od 0,25 mm wzrasta on od zera do $0,7 \times 10^{-10} (\text{m}^2)$, dla frakcji agregatów o średnicy mniejszej od 0,25 mm - od zera do $0,1 \times 10^{-10} (\text{m}^2)$, przy czym wartości współczynnika w przypadku procesu osuszania (A) są ogólnie mniejsze niż w przypadku procesu nawilżania (B). W przypadku agregatów frakcji 0,25-0,5 mm dla wszystkich badanych potencjałów wody glebowej notowano zerową wartość współczynnika. Wartości graniczne porowatości powietrznej, przy których przepuszczalność powietrzna wzrasta od zera dla wszystkich frakcji, są niższe dla procesu nawilżania. Wyjątek stanowi tu frakcja agregatów o średnicy mniejszej od 0,25 mm, dla której wartości w obu przypadkach są zbliżone. Jest to niewątpliwie spowodowane niewielkim efektem histerezy charakterystyk: potencjał wody glebowej - wilgotność. Na podstawie uzyskanych danych (rys. 3, tab.2) można stwierdzić, że wraz ze wzrostem średnicy agregatów, potencjału wody glebowej i porowatości powietrznej współczynnik przepuszczalności powietrznej wzrasta osiągając minimalne wartości dla agregatów o średnicy najmniejszej, maksymalne zaś dla agregatów o średnicy największej. Wraz ze wzrostem wilgotności gleby wielkość współczynnika przepuszczalności powietrznej maleje. Wyjątek stanowi tu frakcja o średnicy 0,25-0,5 mm, która w całym zakresie badanych parametrów wykazywała zerową wartość współczynnika przepuszczalności powietrznej. Wynika to ze

zdolności retencjonowania przez tę frakcję największych ilości wody przy znacznej nieregularności porów, co powoduje tworzenie się, nawet przy dużych potencjałach wody glebowej, na stykach cząstek i w przewężeniach porów, błonek wodnych uniemożliwiających przenikanie powietrza glebowego.

Graniczne wartości wilgotności gleby dla różnych frakcji agregatów glebowych, przy których następują gwałtowne zmiany stosunków powietrznych, tj. zahamowanie procesu przenikania powietrza przez glebę przedstawiono na rysunku 4. Z danych tych wynika, że zahamowanie przenikania powietrza przez glebę w procesie osuszania zachodzi przy wilgotności $52 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (pF 1,5) dla frakcji agregatów



Rys.4. Minimalne wartości wilgotności ($W, \% \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) ograniczające możliwość filtracji powietrza w różnych frakcjach agregatów glebowych dla różnych wartości pF w procesie osuszania i nawilżania



Rys.5. Zależność między wielkością agregatów a ilością porów dużych ($P_d, \% \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) oraz wielkością współczynnika wodnego przewodnictwa nasyconego ($k, \text{ m} \cdot \text{ s}^{-1}$)

o średnicy mniejszej od 0,25 mm; 44,4 (pF 1,5) - 0,5-1 mm; 38,7 (pF 1) - 3-5 mm; 34 (pF 1,5) - 1-3 mm i 29,6 (pF 2,3) dla 0,25 - 0,5 mm, natomiast w przypadku procesu nawilżania dla agregatów o średnicy 1-3 mm - 59,4 (pF 0); 0,5-1 mm - 58,9 (pF 0); 3-5 mm - 55,7 (pF 0); mniejszej od 0,25 mm - 48 (pF 1) i 0,25-0,5 mm - 29,0 m³m⁻³ (pF 2,3).

W ramach badań wyznaczono również wodne przewodnictwo nasycone dla poszczególnych frakcji agregatów, bowiem właściwość ta ma szczególnie istotne znaczenie przy ocenie możliwości wsiąkania wody w glebę oraz jest jednym ze wskaźników branych pod uwagę przy określaniu podatności gleby na erozję [5]. Przebieg wielkości współczynnika wodnego przewodnictwa nasyconego (k) w zależności od wielkości agregatów przedstawiono na rysunku 5. Uzyskane wyniki wykazują, że wielkość agregatów determinuje wielkość współczynnika wodnego przewodnictwa nasyconego, bowiem wraz ze wzrostem średnicy agregatów wielkość współczynnika zmienia się od 0,08 x 10⁻² (cm s⁻¹) dla frakcji o średnicy mniejszej poprzez 0,25 mm, 1,55 x 10⁻² (cm s⁻¹) dla agregatów frakcji 0,5-1 mm do 21,7 x 10⁻² (cm s⁻¹) dla agregatów o średnicy 5-10 mm.

Równocześnie stwierdzono (tab. 3), że wielkość agregatów w minimalnym stopniu determinuje liczbę małych porów i porowatość ogólną gleby, natomiast wraz ze wzrostem wielkości agregatów maleje ilość porów średnich, a wzrasta ilość porów dużych. Zależność ilości porów dużych (P_d) od wielkości agregatów przedstawiono również na rysunku 5. Na podstawie wykonanych obliczeń stwierdzono, że zależność między ilością porów dużych a wielkością agregatów ma w przypadku badanego materiału glebowego charakter funkcji w postaci:

Porowatość ogólna i udział porów o różnych średnicach
w badanych próbkach czarnoziemu

Fracja wyjściowa mm	Porowatość ogólna (% m ³ m ⁻³)	Liczba porów wybranych średnic (% m ³ m ⁻³)	
		0,2 x 10 ⁻⁶ m (małe)	0,2-18,5 x 10 ⁻⁶ m (średnie)
< 0,25	53,5	14,2	32,1
0,25-0,5	62,3	11,5	28,5
0,5 - 1	65,0	10,7	17,7
1 - 3	63,0	11,3	14,0
3 - 5	67,5	9,9	16,7
5 - 10	67,0	10,0	15,1
			18,5 x 10 ⁻⁶ m (duże)
			7,2
			22,3
			36,6
			37,7
			40,9
			41,9

$$P_d = 25,64 \sqrt[3]{\phi}$$

gdzie:

P_d - liczba porów dużych ($\% \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$),

ϕ - średnia średnica frakcji agregatów (mm).

Porównując charakter zależności wielkości współczynnika wodnego przewodnictwa nasyconego od wielkości agregatów można wnioskować, że bezpośrednią przyczyną zwiększania się współczynnika wodnego przewodnictwa nasyconego, wraz ze wzrostem wielkości agregatów, jest zwiększanie się ilości porów dużych, wywołane wzrostem wielkości agregatów budujących próbki glebowe. W przypadku zagregowanego czarnoziemiu zależność między ilością porów dużych a wielkością współczynnika wodnego przewodnictwa nasyconego ma postać:

$$k = 15 \times 10^{-7} (P_d)^3$$

Równocześnie na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że istnieje graniczna ilość dużych porów określona wymiarami agregatów, której przekroczenie prowadzi do gwałtownego wzrostu wodnego przewodnictwa nasyconego. W przypadku badanej gleby ta graniczna ilość porów dużych leży w przedziale $37,7-40,9 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Oznacza to, że aby zapewnić dobre wodne przewodnictwo nasycone czarnoziemiu należy dążyć do tego, aby w warstwie ornej znajdowały się przede wszystkim agregaty o średnicy większej od 3 mm.

WNIOSKI

1. W badaniach wodno-powietrznych charakterystyk gleb zagregowanych konieczne jest przygotowywanie próbek drogą kolejnego nawilżania i suszenia w celu stabilizacji rozkładu agregatowego.

2. Rozkład agregatowy determinuje wodno-powietrzne charakterystyki gleby

- wielkość agregatów wpływa na ilość wody wiązanej w zakresie pF 0-2,3, przy czym największą ilość wody retencjonują agregaty frakcji 0,25-0,5, mniejsze od 0,25 i 0,5 - 1 mm, najmniejszą zaś agregaty frakcji 1-3 mm,

- ilość wody zawartej w glebie przy pF 2,7 praktycznie nie zależy od wielkości agregatów,

- wielkość agregatów wpływa na stosunek porów zajętych przez wodę i zajętych przez powietrze, który dla badanego materiału glebowego jest wybitnie niekorzystny w przypadku agregatów frakcji mniejszej od 0,25 mm,

- wielkość agregatów wpływa na współczynnik przepuszczalności powietrznej, którego wartości rosną wraz ze wzrostem średnic agregatów, z wyjątkiem frakcji 0,25-0,5 mm, dla której przyjmuje wartość zerową dla wszystkich badanych wartości pF,

- wielkość agregatów wpływa na wielkość współczynnika wodnego przewodnictwa nasyconego gleby, którego wartość silnie rośnie dla agregatów o średnicy większej od 3 mm.

3. Na podstawie analizy uzyskanych wyników można stwierdzić, że w przypadku czarnoziemiu wytworzonego z lessu niekorzystne stosunki wodno-powietrzne stwarzają agregaty o średnicy mniejszej od 0,5 mm.

4. Uzyskane wyniki badań świadczą o możliwości regulowania stosunków wodno-powietrznych w glebie na drodze zmian jej rozkładu agregatowego.

LITERATURA

1. Abrol J.P., Palta P.A.: A study of the effect of aggregate size and bulk density on moisture retention characteristics of selected soils. *Agrochimica*, 14, 2-3, 1970.
2. Amemiya M.: The influence of aggregate size on soil moisture content, capillary conductivity relations. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29,6,1965.
3. Dobrzański B., Michałowska K., Walczak R. Znaczenie fizyki wody glebowej w gleboznawstwie i melioracjach rolnych. *Probl. Agrofiz.*, 10,1973.
4. Dobrzański B., Witkowska B., Walczak R. Soil aggregation and water stability index. *Pol. J. Soil Sci.*, 8, 1,3, 1975.
5. Dobrzański B., Witkowska-Walczak B. Water permeability as a factor of the soil structure. *Roczn.Gleb.*, 32,3,17,1981.
6. Janse A.R., Bolt G.H. The determination of the air permeability of soils. *Neth.J.Agric.Sci.*, 8,2,1960.
7. Sokołowska N.A. Raspriedielienije por po razmieram i niekotorije swojstwa agregatnych frakcji moszcznego cziernoziema. *Poczwow.*, 6,1966.
8. Sokołowska N.A. Rol poczwiennoj struktury w pieridwiżenji wody k zonie potrieblienija. *Poczwow.*, 10,1967.
9. Tamboli P.M., Larson W.E., Amemiya M. The influence of aggregate size on soil moisture retention. *Proc.Iowa Acad.Sci.*, 7, 1965.
10. Trzecki S. Stosunki powietrzno-wodne w różnych frakcjach gruzełków glebowych i ich mieszaninach pochodzących z warstwy ornej czarnej ziemi. *Roczn.Nauk Roln.*, 98,2,1973.
11. Walczak R., Witkowska-Walczak B. Effect of wetting-drying cycles on the aggregation of soil. *Roczn.Gleb.*, 32,3,37,1981.
12. Walczak R., Witkowska-Walczak B., Doliński A., Usowicz B. Aparatura do wyznaczania charakterystyk: potencjał wody glebowej wilgotność z automatycznym układem wytwarzania podciśnienia. *Pr.Kom.Fiz.Gleb PTGleb.*, 1982 (w druku).
13. Witkowska-Walczak B. The influence of soil aggregation on its water retention. *Ann. UMCS, Seria 35/36*, 13,209,1980/81.
14. Witkowska-Walczak B. The effect of the aggregate size of chernozem formed from loess on air permeability. *Pol.J.Soil Sci.*, 16, 1,3, 1987.
15. Zawadzki S., Olszta W. Modified Wit's apparatus for laboratory determination of water permeability in soils. *Wiad. IMUZ*, 14, 2,1974.

Б. Добжаньски, Б. Витковска-Вальчак, Р. Вальчак

АГРЕГАЦИИ ЧЕРНОЗЕМА И ЕГО ВОДНО-ВОЗДУШНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Р е з ю м е

Представлено результаты исследований, касающиеся влияния агрегации чернозема, образованного из лесса, на водно-воздушный режим в нем, как и возможности проветривания и фильтрации воды в насыщенной зоне. На основе анализа полученных результатов отмечено, что в случае чернозема, образованного из лесса, неблагоприятный водно-воздушный режим создают агрегаты диаметром меньше 0,5 мм, как и показано, что существуют возможности регуляции водно-воздушного режима в почве путем изменений ее агрегатного распределения.

B. Dobrzański, B. Witkowska-Walczak, R. Walczak

AGGREGATION OF CHERNOZEM AND ITS WATER-AIR CHARACTERISTICS

S u m m a r y

Results of the investigations of the influence of aggregation of a chernozem formed from loess on its water-air relations and on the possibility of gas exchange and water filtration in the saturated zone are presented. It was found that unfavourable water-air conditions in chernozem are created by aggregates below 0.5 mm. The possibility of regulation of these conditions by change of aggregate size distribution in the soil is presented.