

USTALENIE NIEDOBORÓW WODY ŁATWO DOSTĘPNEJ DLA ROŚLIN
NA PODSTAWIE POTENCJAŁU KAPILARNEGO GLEBY

Adam W. Wilczyński

Instytut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii,
AR we Wrocławiu

Ustalanie niedoborów wody łatwo dostępnej dla roślin opiera się, jak dotychczas, na podstawie połowej pojemności wodnej ustalonej w zakresie pF 2,0 - 2,5 [1]. Wilgotność gleby przy tej pojemności określa górną granicę wilgotności użytecznej. Pojęcie to związane jest z możliwością retencyjną gleby i nie odpowiada całkowicie górnej granicy dopuszczalnej wilgotności dla roślin, która powinna być podstawą do określania ewentualnych niedoborów wody w glebie. Z gleboznawczego punktu widzenia wilgotność tę warunkuje również niezbędna ilość powietrza w glebie potrzebna do prawidłowego rozwoju roślin [6, 7].

Do określenia optymalnych stosunków powietrzno-wodnych w glebie konieczne jest dokładne rozpoznanie środowiska glebowego, ze szczególnym uwzględnieniem właściwości fizycznych. Stosunki te najlepiej charakteryzuje wykres potencjału kapilarnego gleby, który wyraża rezultat współdziałania wszystkich tzw. podstawowych, względnie statycznych elementów fizycznych gleby.

Celem niniejszej pracy jest ustalenie niedoborów wody łatwo dostępnej dla buraka cukrowego na podstawie potencjału kapilarnego gleby, a także potrzeb wodnych na podstawie niedoborów wody i połowego zużycia.

OBIEKT I METODYKA BADAŃ

Obiektem szczegółowych badań były pola produkcyjne w RZD Pawłowice, znajdujące się pod uprawą buraka cukrowego w płodozmianie norfolskim.

Wstępna analiza gleboznawcza wykazała, że profil badanej gleby płowej od 0 do 60 cm głębokości jest zróżnicowany zarówno pod względem morfologii, jak i składu mechanicznego. W poziomie akumulacyjnym A_1 (od 0 do 30 cm) występuje glina lekka silnie spiaszczona o zawartości 24% frakcji spławialnych, a w poziomie przemiana A_3 (od 30 do 60 cm) glina lekka słabo spiaszczona zawierająca 31% tej frakcji.

W trzech sezonach wegetacyjnych w latach 1973-1975 na początku i na końcu ważniejszych faz rozwojowych, jak również w czasie ich trwania badano w profilu na głębokościach: 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm następujące właściwości: wilgotność gleby, potencjał kapilarny, porowatość ogólną, kapilarną pojemność wodną całkowitą metodami ogólnie stosowanymi w gleboznawstwie.

Dane pomiarów potencjału kapilarnego gleby posłużyły do wykreślenia charakterystycznych krzywych dla okresu wegetacji buraka cukrowego i na tej podstawie obliczono potencjalne zasoby wody w glebie przy różnych wartościach pF.

Badania potencjału kapilarnego dowodzą, że zmiany fizyczne gleby w różnych okresach wegetacji buraka cukrowego niezależnie od przedplonu były nieznaczne i dotyczyły tylko warstwy powierzchniowej. W związku z tym zrezygnowano z przedstawienia analizy potencjału kapilarnego w obrębie poszczególnych faz rozwojowych, jak zamierzono wcześniej, a przedstawiono charakterystyczne wykresy dla całego okresu wegetacji.

W poszczególnych fazach rozwojowych i okresach wegetacji określono:

zapas wody w glebie (Z_p) na podstawie dynamiki wilgotności,
 zasoby wody przy górnej dopuszczalnej granicy wilgotności gleby (G_{dg}) na podstawie ilości powietrza niezbędnej do prawidłowego rozwoju roślin,

niedobór wody w glebie ze wzoru $N_{iw} = G_{dg} - Z_p$, gdy $Z_p < G_{dg}$,

nadmiar wody w glebie ze wzoru $N_{aw} = Z_p - G_{dg}$, gdy $Z_p > G_{dg}$,

polowe zużycie wody z gleby według wzoru $B_{aca} S = Z_p + P - Z_k$,

potrzeby wodne roślin ze wzoru $P_w = S + N_{iw}$, gdy $Z_p < G_{dg}$ lub

$P_w = S - N_{aw}$, gdy $Z_p > G_{dg}$.

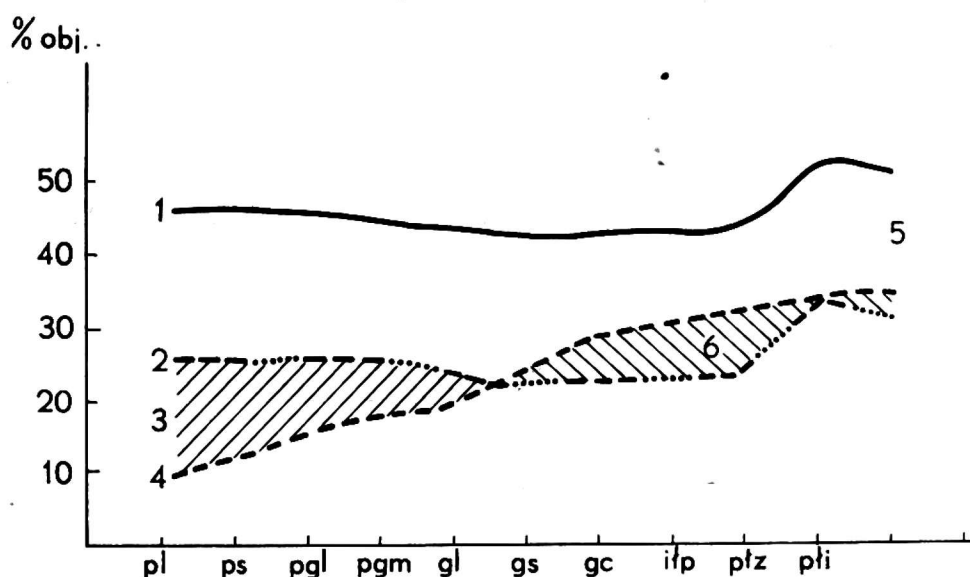
WYNIKI I DYSKUSJA

Eksperymenty z uprawami hydroponicznymi, które warunkują największą możliwie ilość wody dostępnej dla roślin dowodzą, że o pra-

widłowym rozwoju roślin decyduje także pewna niezbędna ilość powietrza w podłożu [4]. Badania gleboznawcze nie określiły dla wszystkich upraw polowych tej niezbędnej ilości powietrza w glebie. Podaje się często tylko dane wg Kopecky'ego, dotyczące optymalnej porowatości powietrznej, która dla zbóż powinna wynosić około 10-20% obj., a dla użytków zielonych około 6-10% obj. [5, 6].

W gleboznawstwie znany jest fakt, że najbardziej optymalne stosunki powietrzno-wodne panują w glebach wytworzonych z lessu, gdzie przy polowej pojemności wodnej około 15-20% obj. (średnio ok. 16% obj.) porów jest stale wypełnionych powietrzem. Biorąc to za podstawę można sądzić, że w różnych glebach dla większości upraw polowych około 40-50% wszystkich porów powinno być stale wypełnione powietrzem.

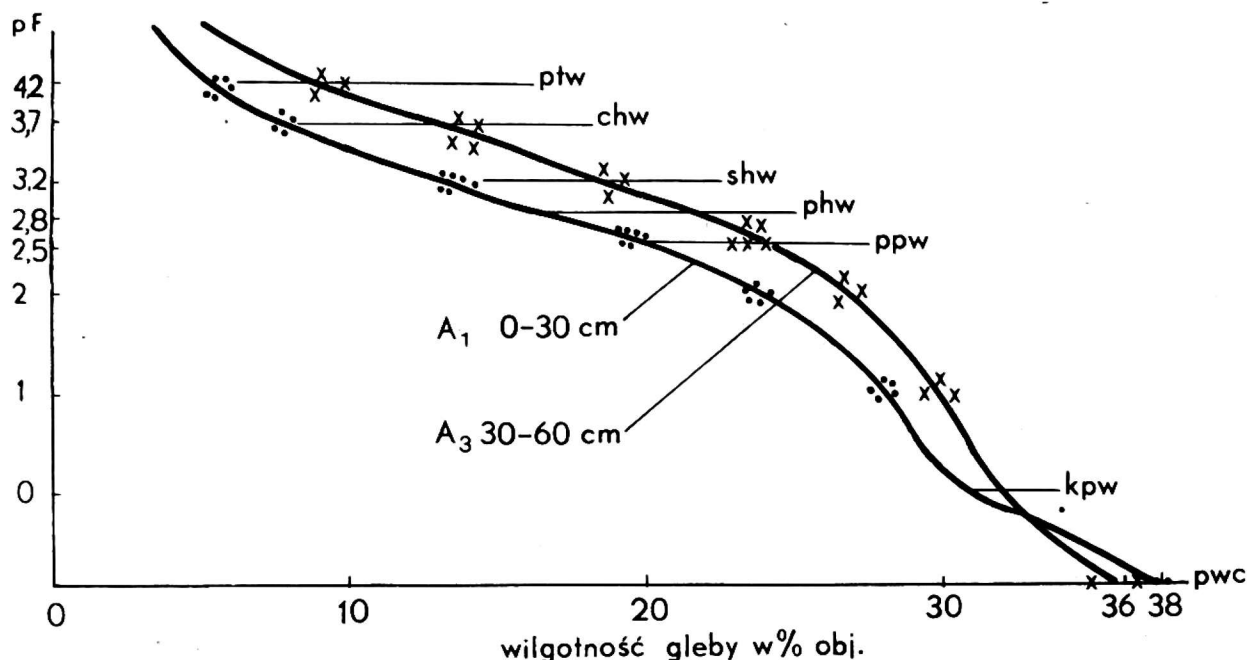
Jednak nie dla wszystkich gleb możliwe jest utrzymanie górnej dopuszczalnej granicy wilgotności, ustalonej na podstawie niezbędnej dla rozwoju roślin ilości powietrza. W glebach bowiem lekkich wilgotność powinna stale przekraczać polową pojemność wodną. Stan taki byłby możliwy tylko przy wysokim poziomie wody glebowo-gruntowej, a więc wówczas kiedy część porów kapilarnych będzie w zasięgu oddziaływania wody kapilarnej właściwej [3]. Utrzymywanie warunków niezbędnej ilości powietrza w glebach średnich i ciężkich spowoduje obniżenie wilgotności poniżej polowej pojemności wodnej, co w znacznym stopniu zmniejszy możliwość pobierania wody przez rośliny w związku ze zbyt silnym jej hamowaniem przez siły kapilarne (rys. 1).



Rys. 1. Zależność niektórych właściwości powietrzno-wodnych od grup mechanicznych

1 - porowatość ogólna, 2 - górna dopuszczalna granica wilgotności gleby, 3 - nadmiar powietrza w glebie, 4 - polowa pojemność wodna, 5 - optymalna zawartość powietrza w glebie, 6 - niedobór powietrza w glebie

Jeżeli przyjmiemy, że górną dopuszczalną granicę wilgotności gleby w rizosferze warunkuje niezbędna ilość powietrza (ok. 18% obj.), to wilgotność ta w badanej glebie, przy zróżnicowanej pojemności wodnej całkowitej, powinna się kształtować w poziomie akumulacyjnym około 20% obj., a w poziomie przemywania około 18% obj. (rys. 2). Z rysunku tego wynika, że przy wymienionych wyżej wilgo-



Rys. 2. Potencjał kapilarny gleby płowej wytworzonej z gliny lekkiej pod uprawą buraka cukrowego w latach 1973-1975
 ptw - trwałe wędnięcie, chw - całkowite zahamowanie wzrostu, shw - silne hamowanie wzrostu, phw - początek hamowania wzrostu, ppw - połowa pojemność wodna, kpw - kapilarna pojemność, pcw - pojemność całkowita

tnościach potencjał kapilarny w poziomie od 0 do 30 cm osiągnie połowę pojemność wodną, a więc około 2,5 pF, natomiast głębiej, w poziomie od 30 do 60 cm początek hamowania wzrostu roślin, czyli około 2,8 pF. Przy tak zróżnicowanym potencjale kapilarnym w profilu zasoby wody w poziomie od 0 do 30 cm osiągną wartość 59,4 mm, a w poziomie od 30 do 60 cm 63,0 mm (tab. 1).

Powyższe wartości zasobów wodnych przyjęto za górną dopuszczalną granicę uwilgotnienia badanej gleby. Jeżeli więc w poszczególnych okresach bilansowych zasoby wody w glebie przewyższały te wartości - stwierdzano nadmiar wody, jeżeli były niższe - określano niedobór wody.

Badania gospodarki wodnej gleby pod uprawą buraka cukrowego wykazały, że niedobory wody w różnych latach były zróżnicowane i wystąpiły w różnych fazach rozwojowych (tab. 2). W 1973 r. o najniższych opadach w porównaniu do lat 1974 i 1975 niedobory wody w warstwie gleby od 0 do 60 cm wystąpiły już w fazie 4 liścia i trwały do końca okresu wegetacji osiągając w sumie około 215 mm. W 1974 r., w którym opady były większe o 130 mm niż w 1973 r., wy-

T a b e l a 1

Zasoby wody i powietrza w glebie płowej
 wytworzonej z gliny lekkiej pod uprawę buraka cukrowego (w mm)

Warstwa gleby (w cm)	Pojem- ność wodna całko- wita	Woda					Powietrza						
		0,0	2,5	2,8	3,2	3,7	4,2	0,0	2,5	2,8	3,2	3,7	4,2
								potencjał kapilarny (w pF)					
0-30	114,0	89,4	59,4	51,3	42,0	29,7	15,6	24,6	54,6	62,7	72,0	84,3	98,4
30-60	108,0	91,5	70,5	63,0	53,4	42,3	28,8	16,5	37,5	45,0	54,6	65,7	79,2
0-60	222,0	180,9	129,9	114,3	95,4	72,0	44,4	41,1	92,1	107,7	126,6	150,0	177,6

Niedobory i potrzeby wodne buraka cukrowego w uprawie na glebie płowej wytworzonej z gliny lekkiej

Fazy	Czas trwania faz	liczba dni	Zapas wody w glebie (w mm) (Zp)		Opad (w mm)	Połowe zużycie wody (w mm) (S)		Niedobór i nadmiar wody w glebie (w mm)		Potrzeby wodne roślin (w mm) (Pw)	
			warstwa gleby (w cm)			warstwa gleby (w cm)					
			0-30	30-60		0-30	30-60	0-60	0-60		
1973											
siew - 4 liści	20.04.-23.05.	33	61,7	76,1	29,7	27,7	0,84	+7,8	+9,6	+17,4	10,3
4-15 liści	23.05.-10.07.	48	51,3	53,9	76,7	111,3	2,32	-8,1	-9,1	-17,2	128,5
15-20 liści	10.07.-20.07.	10	49,2	43,0	36,8	49,8	4,98	-10,2	-20,0	-30,2	80,0
20-30 liści	20.07.-30.08.	41	20,6	29,1	41,2	83,7	2,04	-38,8	-33,9	-72,7	156,4
30-40 liści	30.08.-28.09.	29	34,9	28,2	28,6	15,2	0,52	-24,5	-34,8	-59,3	74,5
40-42 liści	28.09.-15.10.	17	38,7	30,5	20,2	14,1	0,82	-20,7	-32,5	-53,2	67,3
okres wegetacji	20.04.-15.10.	178			233,2	301,8	1,69	-94,5	-120,7	-215,2	517,0

1974

siew - 4 liście	20.04.-25.05.	35	52,6	64,9	105,0	66,8	1,90	+17,8	+15,5	+33,3	33,5
4-15 liści	25.05.-11.07.	47	65,5	80,1	98,7	108,8	2,31	+6,1	+17,1	+23,2	85,6
15-20 liści	11.07.-30.07.	19	44,7	52,9	29,0	77,0	4,05	-14,7	-10,1	-24,8	101,8
20-30 liści	30.07.-30.08.	31	52,8	48,9	86,6	82,5	2,66	-6,6	-14,1	-20,7	103,2
30-34 liści	30.08.-15.10.	46	58,2	66,6	49,3	26,2	0,56	-1,2	+3,6	+2,4	23,8
okres wegetacji	20.04.-15.10.	178			368,6	361,3	2,02	+1,4	+12,0	+13,4	347,9

1975

siew - 4 liście	11.04.-18.05.	37	70,8	82,5	26,6	56,6	1,53	-2,8	+3,6	+0,8	55,8
4-15 liści	18.05.-28.06.	41	62,1	69,5	127,4	119,0	2,90	+2,7	+6,5	+9,2	109,8
15-20 liści	28.06.-11.07.	13	43,3	61,3	13,4	40,4	3,10	-16,1	-1,7	-17,8	58,2
20-30 liści	11.07.- 1.08.	21	65,0	72,0	83,5	51,1	2,43	+5,6	+9,0	+14,6	36,5
30-40 liści	1.08.- 1.09.	31	47,8	61,6	35,2	62,8	2,02	-11,6	-1,4	-13,0	75,8
40-48 liści	1.09.-15.10.	45	57,7	66,5	98,7	83,9	1,86	-1,7	+3,5	+1,8	82,1
okres wegetacji	11.04.-15.10.	188			384,8	413,8	2,20	-23,9	+19,5	-4,4	418,2

stąpiły niedobory wody w fazach od 15 do 30 liści, mimo iż w całym okresie wegetacji w warstwie od 0 do 60 cm stwierdzono nadmiar wody o 13,4 mm. Również w 1975 r., kiedy były większe opady o około 150 mm niż w 1973 r., wystąpiły w poziomie 0-30 cm niedobory wody głównie w fazach 15-20 i 30-40 liści. W całym okresie wegetacji w warstwie od 0 do 60 cm niedobór wody wyniósł tylko 4,4 mm. Jednak w poziomie od 0 do 30 cm stwierdzono wzrost jego wartości do 23,9 mm, natomiast w poziomie od 30 do 60 cm nastąpił nadmiar wody o 19,5 mm.

Najbardziej rozpowszechnionym aktualnie sposobem określania potrzeb wodnych roślin jest połowe zużycie wody [2]. Wydaje się jednak, że nie w każdych warunkach pogodowych jest to słuszne. Sposób ten byłby właściwy tylko wówczas, gdyby wilgotność w danym okresie bilansowym utrzymywała się stale na optymalnym poziomie warunkowanym niezbędną ilością powietrza dla rozwoju roślin. Taki idealny stan jest praktycznie nie do osiągnięcia. Stąd, zarówno każdy niedobór wody, jak również i jej nadmiar są czynnikami ograniczającymi rozwój roślin, a w efekcie również plon.

Dlatego ustalając potrzeby wodne roślin w danym okresie bilansowym proponuje się do połowego zużycia wody z gleby dodawać niedobory wody i odejmować ewentualny jej nadmiar.

Stosując powyższy sposób określania potrzeb wodnych roślin pozbywamy się znanej nielogiczności, jaka wynika przy określaniu potrzeb wodnych na podstawie połowego zużycia. Wiadomo jest, że w latach suchych uzyskuje się niższe zużycie wody niż w latach wilgotnych. Czy to znaczy, że potrzeby wodne roślin w latach suchych są mniejsze niż w latach wilgotnych?

Badania własne wykazały, że w 1973 r. o najniższych opadach, połowe zużycie wody z gleby w całym okresie wegetacji osiągnęło około 302 mm, natomiast potrzeby wodne roślin były znacznie wyższe, bo aż około 517,0 mm (tab. 2). W latach 1974 i 1975 o dużo wyższych opadach niż w 1973 r. połowe zużycie wody z gleby tylko nieznacznie się różniło od potrzeb wodnych roślin. Jednak w krótkich okresach bilansowych czyli w fazach, potrzeby wodne roślin były kilka razy wyższe niż połowe zużycie wody z gleby.

Przedstawione tezy i metodyka wymagają poszerzenia badań z zastosowaniem nawodnień. Szczególnie ważne jest określenie dla różnych roślin niezbędnej ilości powietrza do ich prawidłowego rozwoju. Możliwe to jest tylko pod warunkiem szczegółowego rozpoznania gleboznawczego pod względem właściwości fizycznych.

WNIOSKI

1. Badania potencjału kapilarnego w warstwie od 0 do 60 cm gleby płowej wytworzonej z gliny lekkiej, przeprowadzone w okresie wegetacji buraka cukrowego w różnych latach dowodzą, iż zmiany fizyczne gleby zachodziły tak nieznacznie, że były nieistotne dla potencjalnych zasobów wody w glebie przy różnych wartościach pF.

2. Górną dopuszczalną granicę wilgotności badanej gleby, określoną na podstawie niezbędnej do prawidłowego rozwoju roślin ilości powietrza ustalono w poziomie akumulacyjnym miąższości od 0 do 30 cm na około 20%, czyli 2,5 pF, a w poziomie przemywania od 30 do 60 cm na około 18%, czyli 2,8 pF.

3. Najczęściej występujące niedobory wody w glebie stwierdzono w fazach od 15 do 30 liści nawet w latach o dużej ilości opadów, kiedy w całym okresie wegetacji roślin wystąpił nadmiar wody.

4. Potrzeby wodne buraka cukrowego dla okresu wegetacji o dużych opadach były zbliżone do polowego zużycia wody z gleby, natomiast w okresach wegetacji o małych opadach znacznie przekraczały to zużycie. Dla faz rozwojowych o niskich opadach potrzeby wodne roślin były przeważnie kilkakrotnie wyższe, a w latach wilgotnych niższe od polowego zużycia wody z gleby.

LITERATURA

1. Domżał H., Martyn H., Słowińska-Jurkiewicz A.: Roczn. Glebozn. 26, 3, 1975.
2. Dzieżyc J.: Nawadnianie roślin. PWRiL, Warszawa 1974.
3. Giedrojć B.: Roczn. Glebozn. 25, 2, 1974.
4. Gumińska Z.: Uprawa hydroponiczna roślin. WIN, Wrocław 1964.
5. Musierowicz A.: Fizyczne właściwości gleb. PIWR, Warszawa 1948.
6. Okruszko H.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 186, 1977.
7. Rewut B. I.: Fizyka gleby. PWRiL, Warszawa 1980.

А. В. Вильчиньски

УСТАНОВЛЕНИЕ ДЕФИЦИТОВ ВОДЫ ЛЕГКО ДОСТУПНОЙ ДЛЯ РАСТЕНИЙ
НА ОСНОВЕ КАПИЛЛЯРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВЫ

Р е з ю м е

На светло-серой почве, образованной из легкой глины при возделывании сахарной свеклы в 1973–1975 гг., проведено в фазовой трактовке исследования капиллярного потенциала и водного режима.

Капиллярный потенциал, запасы воды в почве (Z_p) и полевой расход (S) исследовано с помощью методов общепринятых в почвоведении. Верхний допустимый предел влажности почвы (G_{dg}) вычислено на основе необходимого для правильного развития растений количества воздуха, определенного на около 18% объема. Дефицит воды в почве (N_{iw}) установлено на основе $N_{iw} = G_{dg} - Z_p$, если $G_{dg} > Z_p$, зато излишек воды (N_{aw}) - на основе $N_{aw} = Z_p - G_{dg}$, если $Z_p > G_{dg}$. Потребности растений в воде (P_w) установлено по формуле $P_w = S + N_{iw}$, если $G_{dg} > Z_p$ или $P_w = S - N_{aw}$, если $Z_p > G_{dg}$.

В результате этих исследований констатировано, что изменения капиллярного потенциала почвы в период вегетации сахарной свеклы, независимо от предшественника были незначительные и не влияли на потенциальные ресурсы воды при разных значениях pF . Допустимый верхний предел влажности установлено в горизонте 0 - 30 см на 20% объема т.е. 2,5 pF , а в горизонте 30 - 60 см на 18% объема т.е. 2,8 pF .

Дефициты воды в почве выступили преимущественно в фазах от 15 до 30 листьев, даже в годы с большим количеством осадков, когда во весь период вегетации и некоторые фазы выступал излишек воды. Потребности растений в воде в 1973 году с низкими осадками были значительно выше, чем полевой расход воды из почвы, а в годы 1974 и 1975 с большими осадками - приближены к этому расходу.

A. W. Wilczyński

THE DETERMINATION OF DEFICIT EASY MOISTURE ACCESSIBLE TO PLANTS ON THE BASE CAPILLARY POTENTIAL OF SOIL

S u m m a r y

The measurements capillary potential and water managements were done on lessive soil formed from sandy loam under sugar beet crop for different stages of plant during 1973-1975.

The capillary potential, water reserves of soil (Z_p) and field consumption of water (S) were measured with standard methods. The maximum of permisable moisture of soil (G_{dg}) were calculated from the indispensable content of air soil with were taken as 18% vol.

The deficit of soil moisture (N_{iw}) was calculated from formula: $N_{iw} = G_{dg} - Z_p$, if $G_{dg} > Z_p$. Overplus of water (N_{aw}) was calculat-

ed from formula: $N_{aw} = Z_p - G_{dg}$, if $Z_p > G_{dg}$. Water necessary to plants (P_w) was calculated from formula: $P_w = S + N_{iw}$, if $G_{dg} > Z_p$ or $P_w = S - N_{aw}$, if $Z_p > G_{dg}$. From obtained results it was found that changing of capillary potential were small during vegetation and did not influence the potential water retention in different pF. The capillary potential were not depend on overcrop.

The maximum of permissible moisture of soil was determined as 20% vol. (2.5 pF) and as 18% vol (2.8 pF) in 0-30 cm layer and 30-60 cm layer, respectively. The deficits of water in soil were found during stage of 15-30 leaves even at high level of rainfall, which during all season and others stages given overplus of water in soil. The water necessary was higher than field consumption of water at 1973 year with low rainfall, but at 1974, 1975 years with high rainfall it was oscillated on the same level field consumption of water.