

METODA TENSJOMETRYCZNA W ZASTOSOWANIU DO
OKREŚLANIA WILGOTNOŚCI GLEBY PRZY UPRAWIE
BURAKÓW CUKROWYCH

ANWENDUNG VON TENSIOMETRISCHER METHODE ZUR BESTIMMUNG
DER BODENFEUCHTIGKEIT BEIM ANBAU VON ZUCKERRÜBEN

ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ
ПОЧВЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

WŁADYSŁAW BYSZEWSKI, CZESŁAW ŚWIĘCICKI, DANIELA OSTROWSKA

Zakład Roślin Przemysłowych SGGW w Warszawie

Kierownik: doc. dr Władysław Byszewski

Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

Kurator: prof. dr B. Dobrzański

WSTĘP

W miarę przechodzenia na bardziej intensywną formę uprawy buraków cukrowych, jednym z ważniejszych czynników limitujących plonowanie staje się niewystarczająca ilość wody w glebie. Stąd powstaje konieczność posiadania odpowiedniej metody pozwalającej dokładnie i szybko oznaczać warunki wilgotnościowe gleby. Istnieje wiele metod oznaczania wilgotności gleby w warunkach polowych (4, 5, 10, 12, 14). W naszych badaniach posługiwaliśmy się metodą tensjometryczną, która w wielu przypadkach, a zwłaszcza przy ustalaniu potrzeb nawadniania okazała się bardzo użyteczna (3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13).

Celem niniejszej pracy jest wykazanie w jakim stopniu metoda tensjometryczna może być wykorzystywana dla ustalenia ilości wody dostępnej dla buraków cukrowych oraz jej wpływu na wzrost tej rośliny.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenia prowadzono w RZD Wolica w latach 1962—1965, na glebie pseudobielicowej wytworzonej z piasków wodno-lodowcowych i utworów pyłowych pochodzenia wodnego. W podglebiu występują pia-

ski luźne i słabo gliniaste oraz gliny lekkie zwałowe, średnio głębokie i głębokie. Głębokość warstwy ornej wynosi około 30 cm. Gleba ta należy do III b klasy bonitacyjnej. Zawartość próchnicy wahała się około 2,15% a odczyn gleby od 6,5 do 6,7.

Doświadczenie składało się z dwóch bloków, z których jeden był nawadniany ilością około 100 mm wody czystej w trzech dawkach. Drugi blok był nie nawadniany, przyjęty jako kontrolny. Na każdym bloku umieszczono po trzy tensjometry na różnych głębokościach gleby — 20, 40 i 80 cm (rys. 1).



Rys. 1. Rozmieszczenie tensjometrów na doświadczeniu z burakami cukrowymi

Dane dotyczące opadów i temperatury powietrza uzyskano ze stacji meteorologicznej znajdującej się na Polu Doświadczalnym RZD Wolica. Sumę temperatur gleby obliczono metodą Pallmanna. Z pomiaru siły ssącej oznaczonych krzywych sorpcji wody obliczono procentową zawartość wody w poszczególnych poziomach badanej gleby. Znając głębokość poszczególnych poziomów gleby oraz jej wilgotność w procentach objętościowych wyliczono ilość wody w danej objętości gleby w poszczególnych okresach wegetacji. Na podstawie zapasu wody w danej objętości gleby i wielkości opadów przypadających na dany okres badań, obliczono ubytki

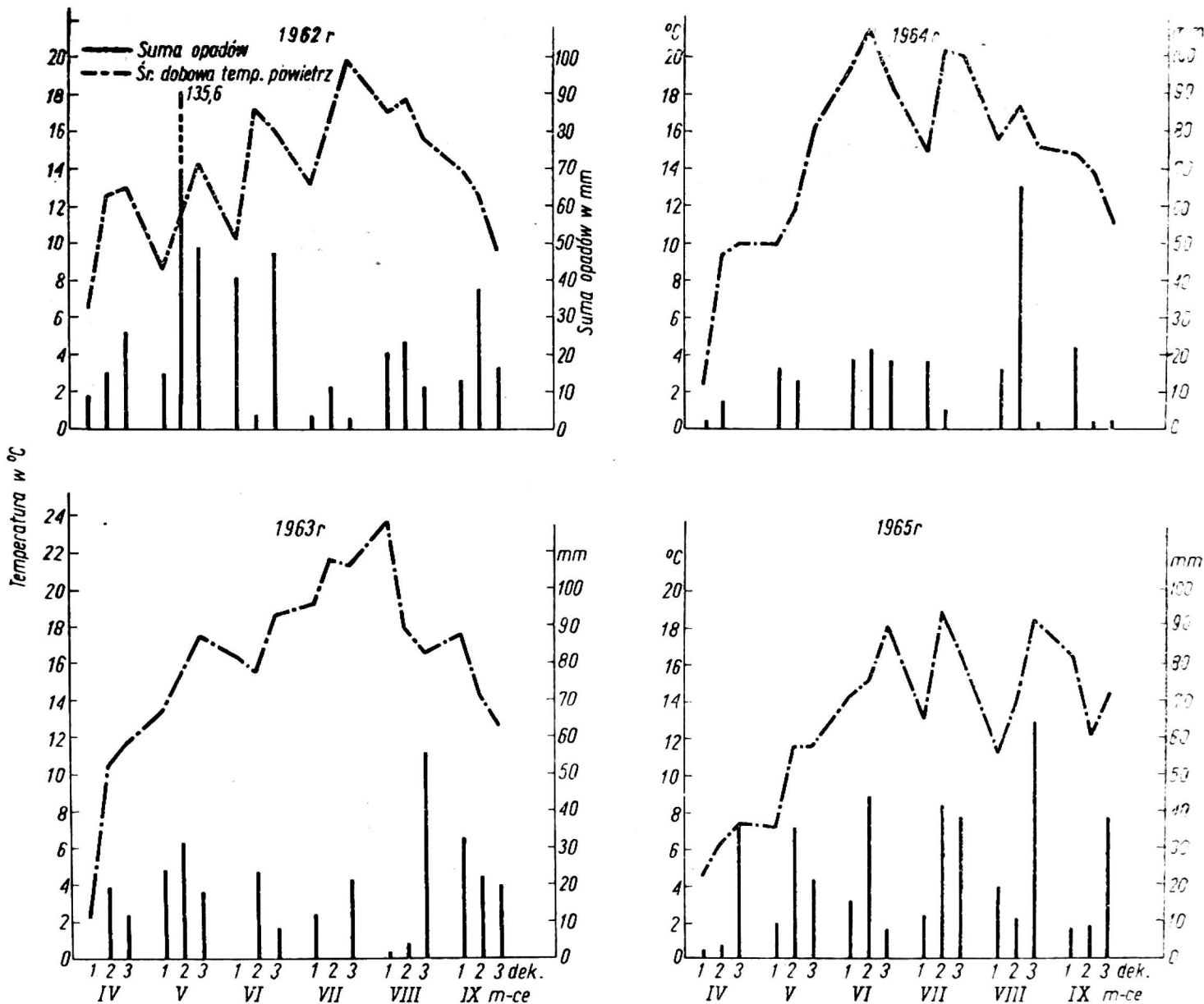
wody (w dcm^3 średnio na dobę) jakie wystąpiły na poszczególnych poletkach z powierzchni 1 m^2 do głębokości 50 i 100 cm.

Procentową zawartość cukru w korzeniach buraków oznaczono polarymetrycznie przy zastosowaniu zimnej dygestii, zaś procentową zawartość popiołu — metodą konduktometryczną. Cechy morfologiczne korzeni określono na 80 roślinach z każdego poletka.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Przebieg opadów mierzonych bezpośrednio na polu doświadczalnym oraz rozkład temperatury w czasie trwania doświadczenia ilustruje rys. 2.

Uwzględniając wyniki obserwacji dotyczących plonowania buraków oraz ilości opadów w okresie wegetacji, przeanalizowano zależność między tymi wielkościami (tabela 1).



Rys. 2. Średnie temperatury powietrza i sumy opadów w okresie wegetacyjnym w RZD Wolica w latach 1962—1965

Tabela 1

Suma opadów naturalnych w okresie wegetacji oraz plony korzeni
w latach 1962—1965

Rok Miesiąc	1962	1963	1964	1965
IV	49,2	31,2	11,2	41,7
V	200,0	72,4	30,9	69,0
VI	93,3	30,9	85,5	44,9
VII	19,3	32,4	22,6	92,9
VIII	56,0	60,0	83,0	94,2
IX	69,2	75,8	26,5	56,1
Suma mm	487,0	302,7	259,7	398,8
Plon korzeni w q/ha	268,0	301,1	370,4	401,4

Przedstawione w powyższej tabeli dane wskazują na brak prostej zależności między sumą opadów naturalnych a plonem korzeni buraków, mimo że w omawianych latach buraki wysiewano na podobnej glebie i stosowano jednakowe nawożenie oraz te same zabiegi uprawowe. Dla uzyskania pełnego obrazu zestawiono sumę opadów (naturalnych + deszczowanie) oraz plony korzeni w q/ha (tab. 2). Zastosowane w drugiej po-

Tabela 2

Sumy opadów (naturalnych + deszczowanie) w okresie wegetacji oraz plony korzeni
buraków cukrowych w latach 1962—1965

Opady + deszczowanie w mm	259,7	302,7	360,0*)	398,8	403,0*)	487,0	499,0*)	587,0*)
Plony q/ha	370,4	301,1	444,8	401,4	424,9	268,0	477,8	286,0

*) oznacza poletka deszczowane

łowie lata deszczowanie, podczas którego w trzech dawkach dano dodatkowo około 100 mm wody spowodowało we wszystkich przypadkach wzrost plonów. Jeżeli jednak włączymy te obiekty do zestawienia opadów i plonów, to również i w tym przypadku brak między nimi wyraźnej zależności. Dotyczy to zarówno plonu korzeni jak również plonu liści oraz procentowej zawartości cukru i popiołu. To potwierdza znaną zasadę, że suma opadów w okresie wegetacji nie jest właściwym wskaźnikiem zaopatrzenia roślin w wodę, nawet w podobnych warunkach glebowo-uprawowych. Wychodząc z założenia, że buraki są specjalnie wrażliwe na zaopatrzenie w wodę w lipcu i sierpniu, zestawiono sumy opadów za te dwa miesiące oraz plony korzeni i liści jak również procentową zawartość cukru i popiołu w korzeniach buraków (Tab. 3).

Tabela 3

Sumy opadów za okres lipiec-sierpień a plonowanie buraków cukrowych

Sumy opadów w mm	Plon w q/ha		Procentowa zawartość	
	korzeni	liści	cukru	popiołu
75	286,0	400,0	18,3	0,34
82	301,1	—	17,3	0,61
85 **)	385,0	535,7	17,2	0,30
108	370,4	385,2	19,6	0,46
175 *)	268,0	477,0	17,9	0,30
182	401,4	484,7	17,0	0,28
185 *)	424,9	—	17,5	0,32
210 *)	444,8	495,7	18,6	0,47
280 *)	477,8	607,1	18,0	0,32

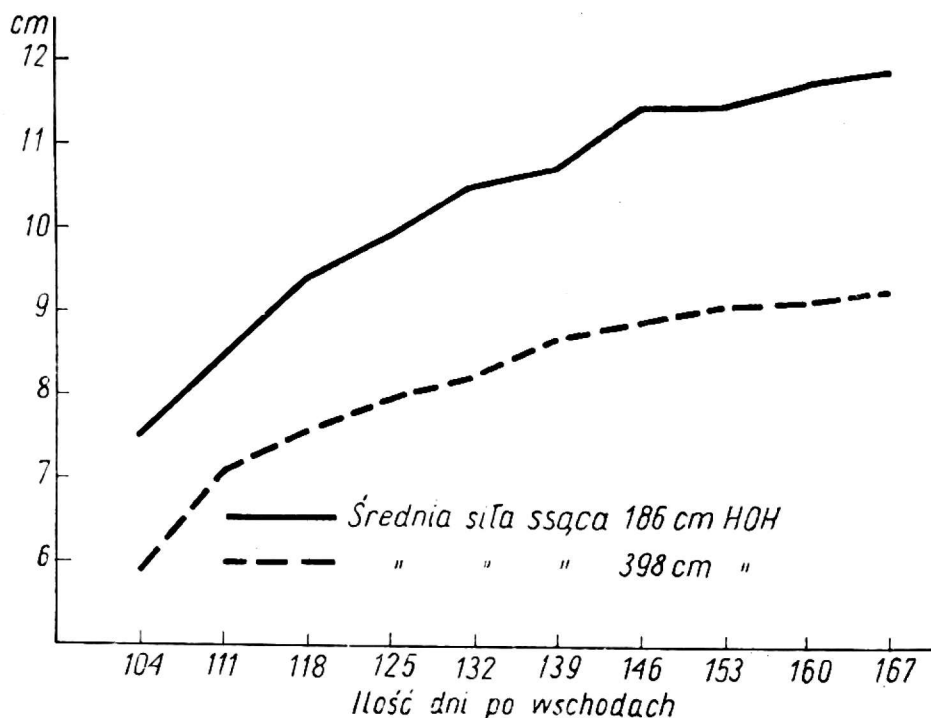
*) oznacza poletka deszczowane

**) oznacza poletka ze zmniejszoną ilością opadów o 100 mm przy użyciu daszka z tworzywa sztucznego

Przedstawione wyniki wskazują, że w tym przypadku istnieje wyraźna zależność między sumą opadów w miesiącach lipiec-sierpień a plonami korzeni. Odnośnie pozostałych badanych cech zależności takiej nie stwierdzono. Uzyskane plony korzeni porównano z tensjometrycznymi pomiarami siły ssącej wody w glebie mierzonej na trzech głębokościach (20, 40 i 80 cm). Stwierdzono wyraźną zależność między wielkością siły ssącej w glebie w okresie wegetacyjnym a plonami korzeni buraków. We wszystkich przypadkach na poletkach deszczowanych uzyskano nie tylko znacznie niższe wartości siły ssącej ale również i mniejsze jej wahania. Plon korzeni najwyraźniej skorelowany z odczytami uzyskanymi na głębokości 40 cm, również największe wahania siły ssącej zaobserwowano na tej głębokości. Na głębokości 80 cm wahania siły ssącej były znacznie mniejsze. Bardzo wyraźna zależność wystąpiła między plonami a długością okresu, w którym wielkość siły ssącej gleby przekraczała 500 cm HOH. We wszystkich przypadkach uzyskano znacznie niższe plony tam gdzie siła ssąca gleby utrzymywała się na wysokości 500 cm HOH przez okres dłuższy niż 20 dni.

Na wyniki produkcyjne wyraźny wpływ wywierał zapas wody w glebie. Zwiększenie opadu poprzez deszczowanie w ilości 100 mm wody w wielu przypadkach nie zwiększyło ogólnego zapasu wody, ale przeważnie zwiększyło ilość wody dostępnej dla roślin. Przeprowadzony bilans wody dostępnej dla roślin w warstwie gleby na głębokości 50 do 100 cm wykazywał, że buraki w dużym stopniu korzystały z wody znajdującej się na tej głębokości. Dobowe ubytki wody z warstwy gleby do głębokości 50 cm stanowiły w lipcu — 86%, w sierpniu 71% a we wrześniu 69% ubytków z warstwy do głębokości 100 cm. Dotyczy to pól nie nawadnia-

nych. Na poletkach nawadnianych ponad 90% wody pobierane było z warstwy do 50 cm. Największe dobowe ubytki wody stwierdzono na poletkach nawadnianych, na których w roku 1965 za okres sierpień-wrzesień wynosiły 2,92 litry, z objętości gleby 0,5 m³ oraz 3,57 litry z 1 m³ gleby. Najmniejsze ubytki dobowe stwierdzono na poletkach nie nawadnianych w objętości gleby 0,5 m³ — w lipcu 2,02 oraz 2,83 litry w objętości 1 m³ gleby. Podkreślić należy, że dobowe ubytki wody były stosunkowo duże na glebie pod burakami a mniejsze pod darnią, pomidorami i czarnym ugorem. Przeprowadzone badania wykazały, że we wszystkich przypadkach, gdy siła ssąca gleby wzrastała, plon malał i to tym wyraźniej im bardziej wartość siły ssącej zbliżała się do 500 cm HOH. W zależności od siły ssącej gleby zmieniał się nie tylko plon, ale również szereg cech morfologicznych buraków. Między innymi stwierdzono wyraźne różnice w dynamice przyrostu średnicy korzeni buraków *) (rys. 3) oraz w ich



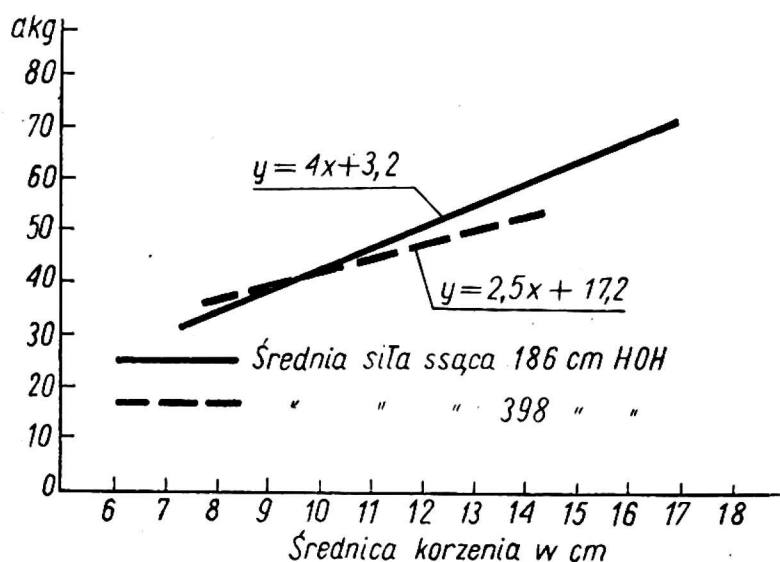
Rys. 3. Przyrosty średnicy korzeni zależnie od średniej siły ssącej gleby za okres VIII—X

kształcie. Obliczone współczynniki regresji pozwoliły stwierdzić, że przyrostowi średnicy korzenia o 1 cm towarzyszyło przy mniejszej sile ssącej zwiększenie ciężaru o 40 g a przy większej sile ssącej — zaledwie o 25 g (rys. 4). Uzyskano również inne wartości dla współczynnika regresji między średnicą a ciężarem korzeni buraka (rys. 5). Większość buraków z obydwu obiektów miała średnicę 10—11 cm. Długość korzeni o średnicy ponad 1 cm była na polu z wyższą siłą ssącą gleby znacznie większa i wy-

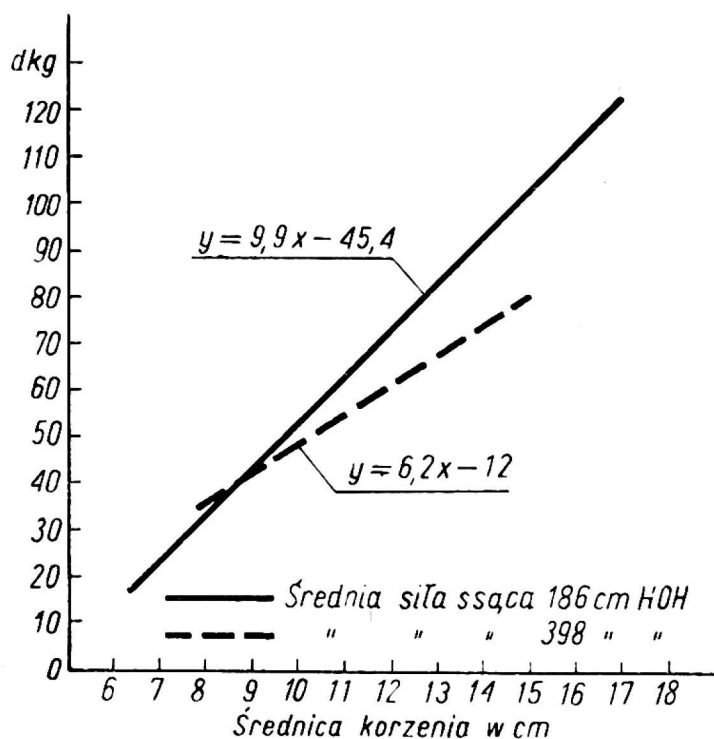
*) Średnicę korzenia mierzonego w główce.

nosiła średnio 22—24 cm, podczas gdy na polu z mniejszą siłą ssącą zaledwie 18—20 cm. Tłumaczy się to większą zawartością wody w wierzchnich warstwach gleby (na głębokości do 40 cm) na poletkach.

Rys. 4. Linie regresji między średnicą korzenia a ciężarem liści buraków cukrowych odmiany AJ_3

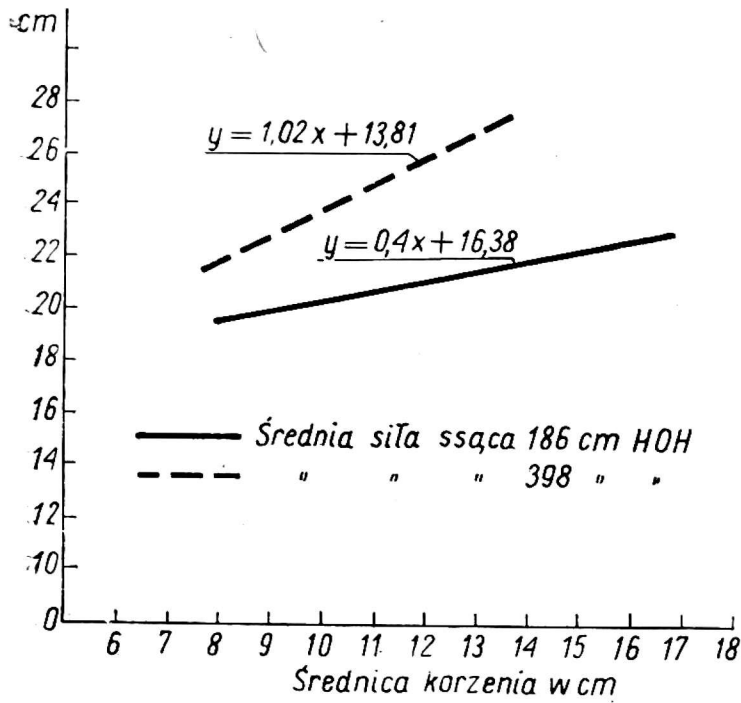


z mniejszą siłą ssącą. Buraki wykorzystywały te zapasy wody rozrastając się szybciej w płaszczyźnie poziomej. Wykonany rachunek regresji wykazał, że na poletkach, na których siła ssąca gleby do głębokości 40 cm wynosiła 226,1 cm HOH, przyrostowi średnicy korzenia o 1 cm odpowia-

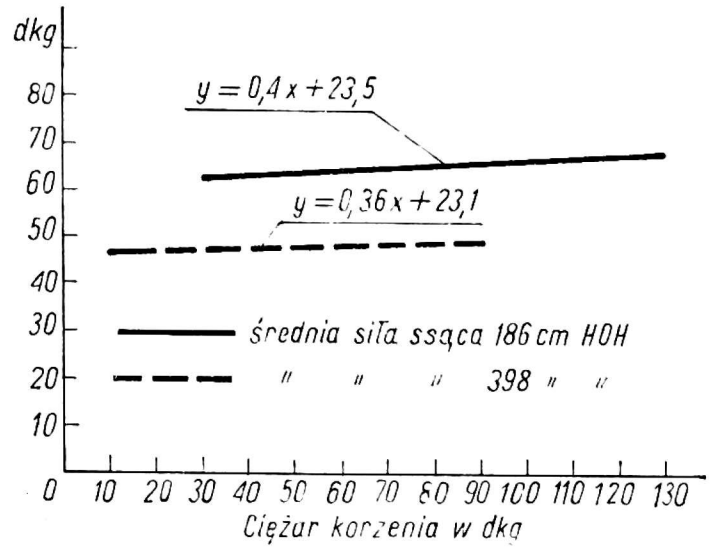


Rys. 5. Linie regresji między średnicą a ciężarem korzenia buraków cukrowych odmiany AJ_3

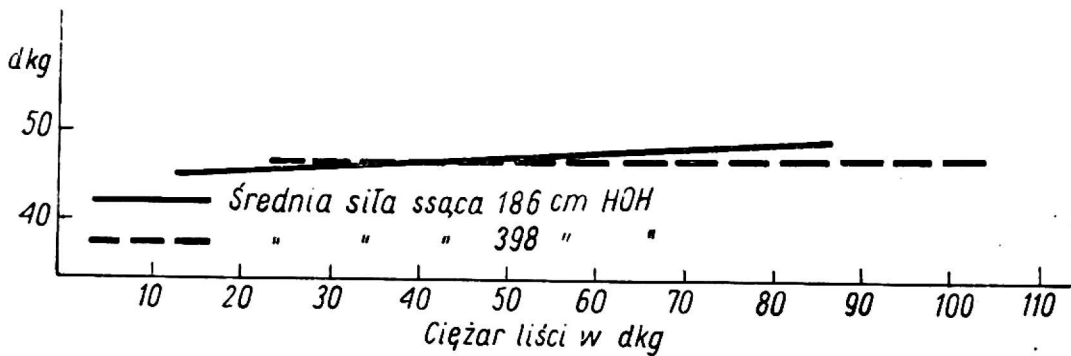
dał przyrost jego długości o 0,4 cm. Natomiast na poletkach, z wyższą siłą ssącą (428,8 cm HOH) takiemu samemu przyrostowi średnicy korzenia odpowiadał przyrost jego długości o 1,02 cm. Podobnie wykazano, że w zależności od siły ssącej gleby zmieniał się stosunek średnicy korzenia do jego długości (rys. 6), ciężaru korzenia i liści (rys. 7), ciężaru liści i ich



Rys. 6. Linie regresji między średnicą korzenia a jego długością dla buraków cukrowych odmiany AJ_3



Rys. 7. Linie regresji dla ciężaru korzenia i ciężaru liści buraków cukrowych odmiany AJ_3



Rys. 8. Linie regresji dla ciężaru i długości liści buraków cukrowych odmiany AJ_3

długości (rys. 8). Wszystkie te zależności okazały się statystycznie udowodnione. Ponadto stwierdzono, że zarówno gwałtowny opad naturalny jak również deszczowanie powodowały obniżenie temperatury gleby, zarówno na głębokości 20 cm jak też na głębokości 40 cm. W ostatnim przypadku różnica temperatur była mniejsza (tab. 4).

Obniżenie temperatury zależało od ilości opadu w ciągu krótkiego okresu czasu, co tłumaczy fakt, że dla wzrostu buraków, podobnie jak i innych roślin, nie jest decydująca suma opadów a ważny jest ich rozkład i charakter.

Tabela 4

Zestawienie temperatury gleby na głębokości 20 i 40 cm

Obiekty	Głębokość pomiaru w cm	Sumy temperatur w okresie			Suma za cały okres
		25. V—23. VI	24. VI—8. IX	9. IX—29. X	
Nawadniane	20	288,4	1087,5	367,2	1743,1
Nie nawadniane	20	266,0	1087,5	459,0	1812,5
Nawadniane	40	243,6	997,5	418,2	1659,3
Nie nawadniane	40	288,4	972,5	418,2	1679,1
Średnie dzienne temperatury w °C					
Nawadniane	20	10,3	14,5	7,2	
Nie nawadniane	20	9,5	14,5	9,0	
Nawadniane	40	8,7	13,3	8,2	
Nie nawadniane	40	10,3	13,1	8,1	

DYSKUSJA UZYSKANYCH WYNIKÓW

Uzyskane wyniki wskazują, że suma opadów w okresie wegetacji, podawana często w różnych monografiach i podręcznikach jako ważny czynnik, nie ma decydującego wpływu na plonowanie buraków. Dotyczy to nie tylko różnych warunków glebowych, ale nawet w przypadku wyrównanego środowiska glebowego brak jest zależności między sumą opadów w okresie wegetacji a plonowaniem buraków. Zależność taka natomiast istnieje dla opadów w miesiącach lipiec i sierpień. Badania te są potwierdzeniem naszych wcześniejszych obserwacji dotyczących braku zależności między plonowaniem buraków a sumą opadów w okresie wegetacyjnym (1,3). Potwierdzona została także przydatność metody tensjometrycznej do badań warunków wilgotnościowych środowiska wzrostu buraków, podobnie jak wykazali to inni badacze dla różnych gatunków roślin (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). W badaniach naszych okazało się, że wielkość siły ssącej gleby ma decydujący wpływ na plony oraz morfologię korzeni buraków. Przytoczone przykłady uzyskanych wyników wskazują nie tylko na przydatność omawianej metody dla celów praktycznego oznaczania potrzeb nawadniania, ale również w pracach badawczych. Zastosowanie metody tensjometrycznej może przyczynić się zarówno do bliższego poznania gospodarki wodnej roślin, jak też do znalezienia zależności między ilością dostępnej dla roślin wody w glebie a dynamiką wzrostu i kształtowania się różnych cech morfologicznych rośliny.

WNIOSKI

1. Nie stwierdzono zależności między sumą opadów w okresie wegetacji a wysokością plonów. Zależność taka nie występuje nawet w warunkach jednakowego typu i rodzaju gleby, wyrównanego nawożenia i stosowania tej samej uprawy.
2. Stwierdzono wyraźną zależność między sumą opadów w miesiącach lipiec i sierpień a plonowaniem buraków.
3. Okresowe zwiększenie siły ssącej gleby ponad 500 cm słupa HOH, wyraźnie zmniejszało plonowanie buraków cukrowych.
4. Pomiar siły ssącej gleby przy pomocy tensjometrów stanowią dobry wskaźnik zaopatrzenia roślin w wodę.
5. Różnice w wielkości siły ssącej wody w glebie powodowały nie tylko zróżnicowanie plonów ale również zmianę właściwości morfologicznych buraków.
6. Znaczenie dla roślin rozkładu i charakteru opadów można tłumaczyć istnieniem okresów krytycznych jak również zmianą temperatury gleby zarówno na głębokości 20 cm jak i 40 cm pod wpływem dużych opadów.
7. W miarę wzrostu siły ssącej gleby buraki czerpią wodę z głębszych warstw (50—100 cm). Gdy siła ssąca w wierzchniej warstwie gleby jest niewielka wówczas ponad 90% wody jest pobierane z głębokości do 50 cm.

LITERATURA

1. Byszewski Wł., Kiełbaska M.: Nowe Rolnictwo Nr 14 (1964).
2. Byszewski Wł., Kiełbaska M.: Referat w Zespole Gosp. Wodnej Roślin PAN. Wrocław 24. X. 1966 (w druku).
3. Byszewski Wł., Kiełbaska M.: Gazeta Cukrownicza. T. XXXIII. Nr 2, 1965.
4. Dzieżyc J.: Referat w Zespole Gosp. Wodnej Roślin PAN. Wrocław 24. X. 1966 (w druku).
5. Dzieżyc J.: Deszczowanie roślin. PWRiL, W-wa 1967.
6. Musierowicz A., Święcicki Cz., Król H., Kiersnowska A.: Roczniki Glebozn. T. XIII. Z. 1 (1963).
7. Perrier E., R. Evans D. D.: Soil Sci. Soc Amer. Proc. 3. S. 173—175 (1961).
8. Richard F.: Zeitschrift für Forstwesen. 4 (1955).
9. Sziszkow K. N.: Poczwowiedienije. T. 63. Nr 8 (1962).
10. Święcicki Cz.: Roczn. Glebozn. T. 10. Nr 22 (1961).
11. Święcicki Cz.: Post. Nauk roln. T. 2 (92) 23—64 (1965).

12. Świącicki Cz.: Podstawowe wiadomości o wodzie glebowej. Dział Wyd. SGGW 22—41. (1967).
13. Świącicki Cz.: Zesz. Nauk. SGGW. Z. 10 (1968).
14. Trzecki S.: Badania zdolności zatrzymywania wody w glebie Dział Wyd. SGGW 18—38 (1967).

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund der in der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Wolica in den Jahren 1962—1965 auf den von fluvioglazialen Sandböden und fluvialem Staublehm gebildeten Lesivés durchgeführten Untersuchungen können folgende Aufschlüsse aufgefasst werden:

1. Es wurde keine Abhängigkeit zwischen der Niederschlagsmenge während der Vegetationszeit und der Ertragshöhe festgestellt. Solche Abhängigkeit kommt auch nicht unter den gleichen Bodentypartbedingungen, aus geglichener Düngung und Anwendung desselben Anbauverfahrens vor.

2. Es wurde eine deutliche Abhängigkeit zwischen der Niederschlagsmenge in den Monaten Juli und August, und dem Rübenenertrag beobachtet.

3. Periodischer Anstieg der Bodensaugkraft bis über 500 cm HOH beeinflusste den Ertragsbefall bei Zuckerrüben.

4. Die Bodensaugkraftmessung mit Tensiometern sind gute Indikatoren für die Wasserversorgung der Pflanzen.

Saugkraftdifferenzen des Wassers im Boden verursachten nicht nur differenzierte Erträge, aber veränderten auch die morphologischen Eigenschaften der Zuckerrüben.

6. Die Bedeutung der Verteilung und des Charakters der Niederschläge kann man durch das Vorkommen von kritischen Perioden als auch durch Temperaturänderungen des Bodens unter dem Einfluss von reichen Niederschlägen sowohl in der Tiefe von 20 cm als auch von 40 cm erklären.

7. Dem Anstieg der Bodensaugkraft gemäss entnehmen die Zuckerrüben ihr Wasser aus immer tieferen Bodenschichten 50—100 cm). Ist die Saugkraft in der oberen Bodenschicht nicht allzu gross, so werden 90% Wasser bis 50 cm tief entnommen.

РЕЗЮМЕ

На основании исследований, проведенных на Сельскохозяйственной Опытной Станции в 1962—1965 гг. на псевдо-подзолистой почве, образовавшейся из водно-ледниковых песков и пыlistых отложений водного происхождения можно заключить следующее:

1. Не обнаружено зависимости между суммой атмосферных осадков в период вегетации и величиной урожая. Такая зависимость не выступает даже в условиях одинакового типа и рода почвы, выравненного удобрения и применения этого производства.

2. Обнаружена отчетливая зависимость между суммой атмосферных осадков в месяцах июль, август и урожаем сахарной свеклы.
3. Периодическое повышение сосущей силы почвы свыше 500 см НОН отчетливо уменьшило урожай сахарной свеклы.
4. Измерения сосущей силы воды при помощи тензометров являются доброкачественным указателем обеспечения культур водой.
5. Разницы в величинах сосущей силы воды в почве вызывали не только дифференциацию урожаев, но также изменение морфологических свойств сахарной свеклы.
6. Значение распределения и характера атмосферных осадков для культур можно объяснить присутствием критических периодов, а также изменением температуры почвы как на глубине 20 см, так и 40 см под влиянием усиленных атмосферных осадков.
7. По мере возрастания сосущей силы почвы сахарная свекла получает воду из более глубоких слоев (50—100 см). Когда сосущая сила в поверхностном слое почвы небольшая, тогда свыше 90% воды получается из глубины до 50 см.

STRESZCZENIE

Na podstawie doświadczeń przeprowadzonych w RZD Wolica w latach 1962—1965 na glebie pseudobielicowej wytworzonej z piasków wodno-lodowcowych i utworów pyłowych wodnego pochodzenia można wyciągnąć następujące wnioski:

WNIOSKI

1. Nie stwierdzono zależności między sumą opadów w okresie wegetacji a wysokością plonów. Zależność taka nie występuje nawet w warunkach jednakowego typu i rodzaju gleby, wyrównanego nawożenia i stosowania tej uprawy.
2. Stwierdzono wyraźną zależność między sumą opadów w miesiącach lipiec i sierpień a plonowaniem buraków.
3. Okresowe zwiększenie siły ssącej gleby ponad 500 cm НОН, wyraźnie zmniejszyło plonowanie buraków cukrowych.
4. Pomiar siły ssącej wody przy pomocy tensjometrów stanowią dobry wskaźnik zaopatrzenia roślin w wodę.
5. Różnice w wielkości siły ssącej wody w glebie powodowały nie tylko zróżnicowanie plonów ale również zmianę właściwości morfologicznych buraków.
6. Znaczenie dla roślin rozkładu i charakteru opadów można tłumaczyć istnieniem okresów krytycznych jak również zmianą temperatury gleby zarówno na głębokości 20 cm jak i 40 cm pod wpływem dużych opadów.
7. W miarę wzrostu siły ssącej gleby buraki czerpią wodę z głębszych warstw (50—100 cm). Gdy siła ssąca w wierzchniej warstwie gleby jest niewielka wówczas ponad 90% wody jest pobierane z głębokości do 50 cm.