

STUDIUM NAD WPŁYWEM NAWADNIANIA NA PAROWANIE Z ŁANU, STOSUNKI WODNE W PROFILU GLEBOWYM I PLONY BURAKÓW CUKROWYCH W WARUNKACH INTENSYWNEGO NAWOŻENIA

Mieczysław Trybała

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji AR, Wrocław

CEL I WARUNKI DOŚWIADCZEŃ

Celem doświadczeń było przebadanie w warunkach polowych wpływu zróżnicowanego nawadniania na parowanie z łąnu, dynamikę stosunków wodnych w profilu glebowym i plony buraków cukrowych. Doświadczenia prowadzono w Swojcu koło Wrocławia na glebie pseudobielicowej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na glinie lekkiej podścielonej łem, i na glebie wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na piasku słabo gliniastym — zaliczanych do kompleksów żytnych. Buraki cukrowe uprawiano w płodozmianie norfolkskim.

Rozkład opadów w latach doświadczeń wskazuje, że najsuchszy był rok 1973, w szczególności miesiąc sierpień i wrzesień. Stosunkowo równomiernym rozkładem opadów odznaczał się rok 1974 i w mniejszym nieco stopniu rok 1975. Jeśli chodzi o temperaturę powietrza, to lata 1973 i 1975 były ciepłe (duża ilość dni z temperaturą powyżej 15°C), a rok 1974 chłodny.

Poziom wody gruntowej w latach 1973 i 1974 znajdował się średnio na głębokości 150 cm od powierzchni gruntu i wykazywał stosunkowo małe wahania w ciągu okresu wegetacyjnego. W 1975 r. wahania poziomu wody gruntowej były znaczne i wynosiły od 90 do 150 cm.

Szczegółowe dane dotyczące rozkładu opadów, przebiegu temperatury niedosytu wilgotności powietrza (średnie dekadowe) i poziomowi zwierciadła wody gruntowej w okresie wegetacji przedstawione są na rysunkach 1-3.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenia polowe prowadzono w 4 powtórzeniach metodą losowanych podbloków w układzie zależnym, obejmującym dwa czynniki zmienne: nawadnianie i nawożenie. Badane obiekty wodne były następujące:

1. Bez nawadniania.

2. Nawadnianie średnie — utrzymanie wilgotności ornej warstwy gleby w granicach 70-75⁰/₀ ppw za pomocą deszczowni przenośnej ze zraszaczami obrotowymi o średnim natężeniu opadu na poletkach o powierzchni 20-25 m².

3. Nawadnianie obfite około 85-90⁰/₀ ppw wykonywane ręcznie na mikropoletkach o powierzchni 4 m² zabezpieczonych przed spływami wody z powierzchni poletek specjalnymi ramami z blachy o wymiarach 2×2 m, zagłębianych na kilka cm do gleby.

Terminy nawodnień w obydwu przypadkach ustalano w zależności od zmian wielkości siły ssącej ornej warstwy gleby. Siłę ssącą gleby mierzono za pomocą tensjometrów z manometrem próżniowym produkcji angielskiej. Wielkość pojedynczych dawek wody wynosiła od 20 do 30 mm i tylko sporadycznie była mniejsza.

Ilość i wielkość dawek wody dostarczonych za pomocą deszczowni (na rysunku strzałki) i ręcznie na mikropoletkach (jasne słupki) przedstawiono na rysunkach 1-3.

Nawożenie mineralne wynosiło: 200, 400, 600 i 800 kg NPK na hektar (stosunek N:P:K = 1:0,7:1,4). Badania ściśle wykonywano na obiektach z najwyższym poziomem nawożenia (800 kg NPK/ha).

Pomiary parowania nad łanem buraków cukrowych wykonywano za pomocą ewaporometrów Piche'a bez obudowy i dla porównania — za pomocą ewaporometrów Wilda pod daszkiem żaluzjowym w modyfikacji S. Baca, jra. Powierzchnie parujące w obydwóch typach ewaporometrów znajdowały się bezpośrednio nad łanem roślin na jednakowej wysokości, zarówno na poletkach nie deszczowanych jak i deszczowanych. Pomiary parowania, z uwagi na większą powierzchnię poletek, a zatem większą miarodajność wyników, wykonywano na poletkach nawadnianych deszczownią.

Badania stosunków wodnych w profilu glebowym prowadzono za pomocą wspomnianych już tensjometrów produkcji angielskiej na głębokości 0-20 cm. Na poletkach nawadnianych dane te jednocześnie służyły do ustalania terminów nawodnień. W głębszych warstwach (20-40, 40-60, 60-80 cm) pomiary wykonywano za pomocą tensjometrów z manometrem rtęciowym — produkcji IMUZ Biebrza. Pomiary te prowadzono na tych samych poletkach nie nawadnianych co parowanie oraz na mikropoletkach nawadnianych ręcznie, gdzie zapewniono większą częstotliwość

i o wiele większą dokładność nawadniania. Było to niezbędne do dokładnego prześledzenia w warunkach polowych skomplikowanych procesów zachodzących w różnie uwilgotnionych profilach glebowych w wyniku ewapotranspiracji roślin.

Takie podejście umożliwiło poprawne wykonanie technicznie trudnych doświadczeń oraz pozwoliło zgromadzić interesujący materiał porównawczy.

WYNIKI BADAŃ

Zróznicowane warunki pogody w poszczególnych latach doświadczeń miały duży wpływ na przebieg parowania z ewaporometrów Piche'a i Wilda oraz na zaopatrzenie roślin w wodę. Znalazło to swoje odzwierciedlenie w przebiegu parowania i w dynamice siły ssącej gleby (rys. 1, 2, 3). Jednocześnie w tych warunkach glebowych bardzo silnie różnicowały się potrzeby nawadniania (od 135 mm w 1974 r. do 400 mm w 1973 r.).

Parowanie z ewaporometrów Piche'a na poletkach nie deszczowanych wahało się od 650 w 1974 r. do 760 mm w 1973 r. w ciągu okresu wegetacyjnego (IV-IX) i było znacznie większe (o 29⁰/₀ w 1973 r. do 63⁰/₀ w 1974 r.) od analogicznych danych, z ewaporometrów Wilda. Podobne wyniki dały odczyty ewaporometrów Piche'a nad łanem roślin deszczowanych, chociaż w tych warunkach absolutne wielkości parowania były przeważnie mniejsze, z uwagi na mniejszy niedosyt wilgotności powietrza.

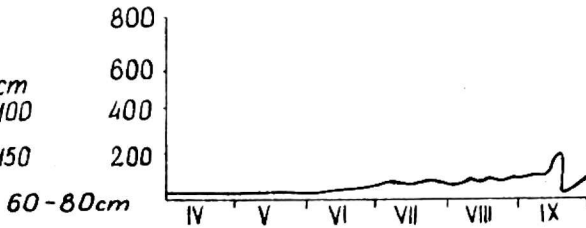
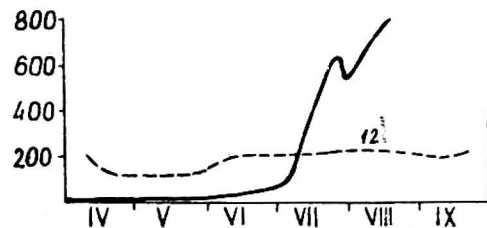
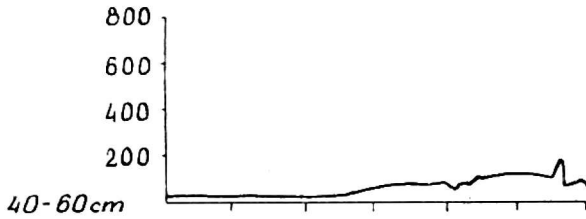
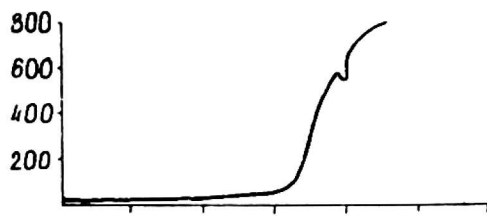
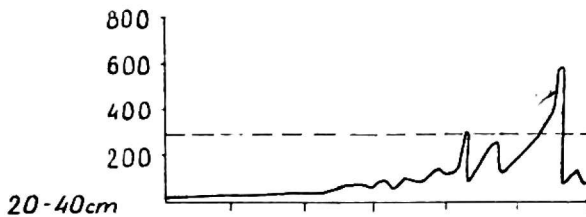
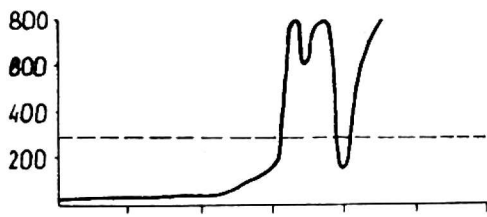
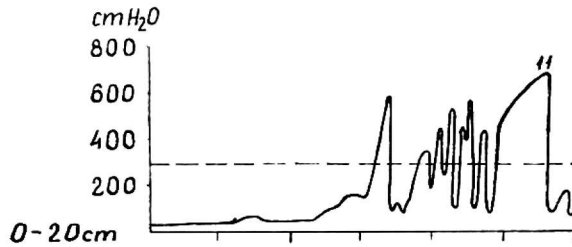
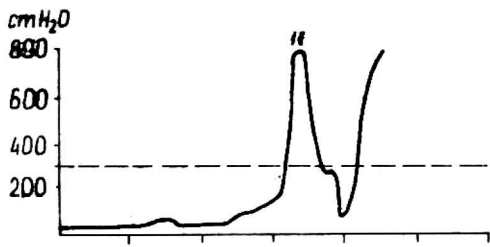
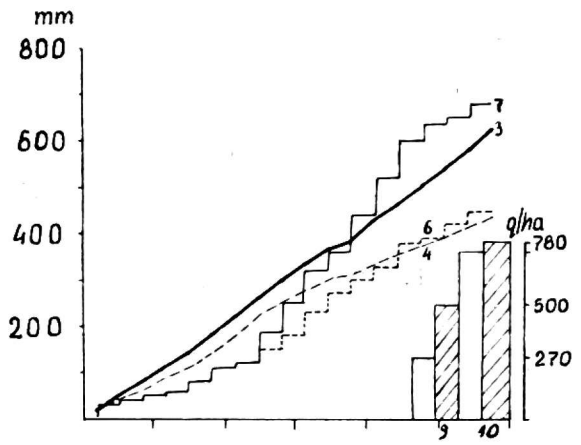
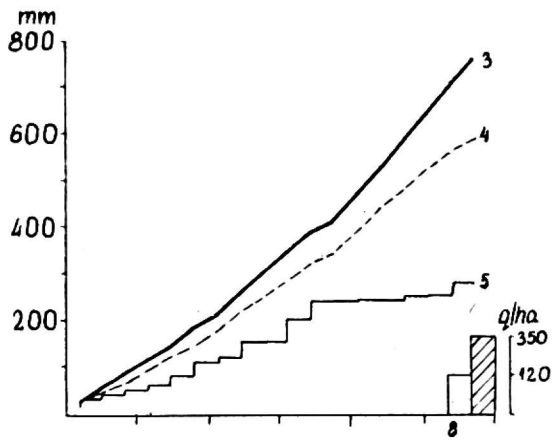
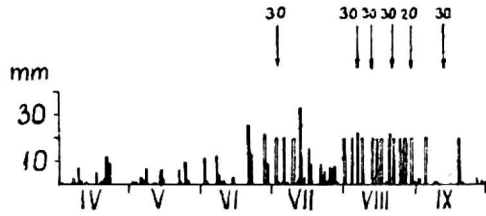
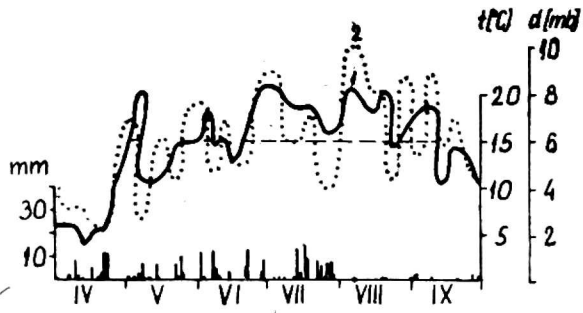
Pomiar siły ssącej w profilu glebowym za pomocą tensjometrów w tych doświadczeniach miał na celu uzyskanie danych o dostępności wody dla roślin w zróżnicowanych warunkach wilgotnościowych. Jak wiadomo, wielkość ciśnienia ssącego wody w glebie decyduje o jej dostępności dla roślin i o sposobach przemieszczania się wody w ryzosferze. Uzyskane dane wskazują, że w miarę poboru wody w wyniku ewapotranspiracji powstawał gradient ciśnień ssących między strefą poboru wody a strefami, skąd woda nie była bezpośrednio pobierana. Przy niedostatecznym uzupełnianiu strat wody z tytułu ewapotranspiracji na poletkach nie nawadnianych następowało przemieszczanie się wody ze stref o małej sile ssącej gleby (większym uwilgotnieniu) do stref, skąd zapasy wody były stopniowo wyczerpywane (rizosfera). Jednocześnie z obserwacji roślin w czasie wegetacji oraz z uzyskanych plonów (np. w roku 1973) z poletek kontrolnych wynika, że były to ilości wody za małe do pokrycia potrzeb wywołanych transpiracją roślin i ewaporacją gleby. W tych warunkach rośliny od lipca do września korzystały z wody trudno dostępnej, związanej siłami większymi od 0,3 at. (rys. 1).

Nieco inny był przebieg powyższych zjawisk w latach 1974 i 1975.

NIE NAWADNIANE

NAWADNIANE

1973 r.



□ liście ▨ korzenie

Na skutek korzystniejszego rozkładu opadów w ciągu okresu wegetacyjnego buraki korzystały w przeważającej mierze z wody znajdującej się w ornej warstwie gleby (0-20 cm), a w znacznie mniejszym stopniu czerpały wodę z warstwy podornej (20-40 cm). Jednocześnie w tych warunkach rośliny były lepiej zaopatrywane w wodę z opadów naturalnych, o czym świadczyło większe polowe zużycie wody i wyższe plony.

Na poletkach nawadnianych przebieg siły ssącej w profilu glebowym w poszczególnych latach był podobny, a pobranie wody dotyczyło głównie ornej warstwy gleby. W tych warunkach rośliny korzystały prawie wyłącznie z wody łatwo dostępnej, związanej siłami do 0,3 at. (rys. 1, 2, 3). Potrzeby wodne roślin były pokrywane głównie z opadów i nawadniania, a przypuszczalnie w bardzo małym tylko stopniu z podsiąku.

Z badań tych wynika również, że miąższość profilu z jakiej rośliny pobierały wodę — zależała od stopnia jego uwilgotnienia w ciągu całego okresu wegetacyjnego. Przy długich okresach bezopadowych, wysokiej temperaturze i dużym niedosycie wilgotności powietrza pobieranie wody odbywało się również z głębszych poziomów. Doprowadziło to już w połowie lipca 1973 r. do głębokiego przesuszenia profilu glebowego (rys. 1). Nawadniając można skrócić zasięg pobierania wody prawie do warstwy ornej gleby (rys. 1, 2, 3). Tak więc w warunkach nawodnień można bilansować znacznie płytszą miąższość profilu glebowego — zależnie od intensywności nawodnień — od 40 do 60 cm.

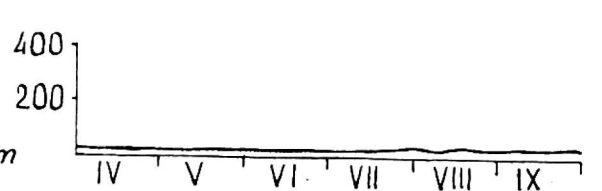
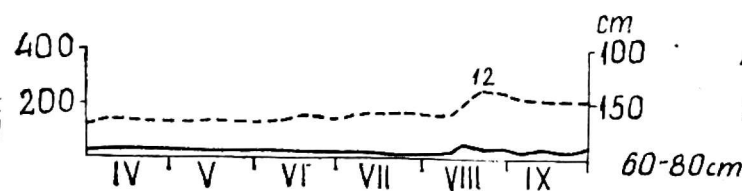
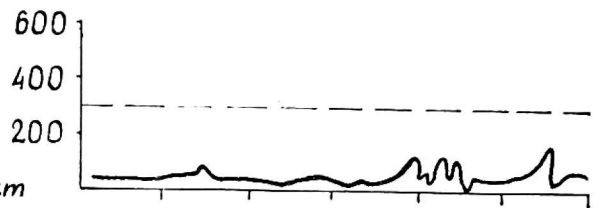
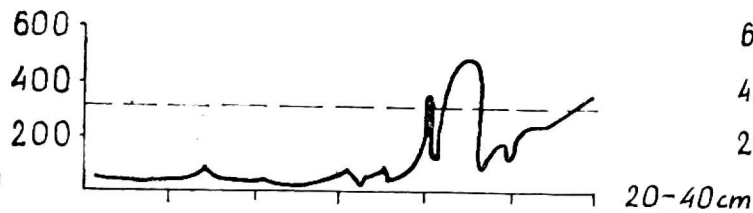
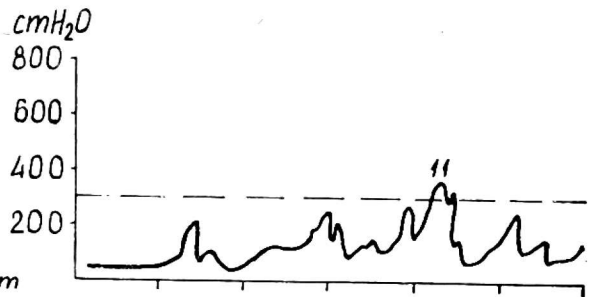
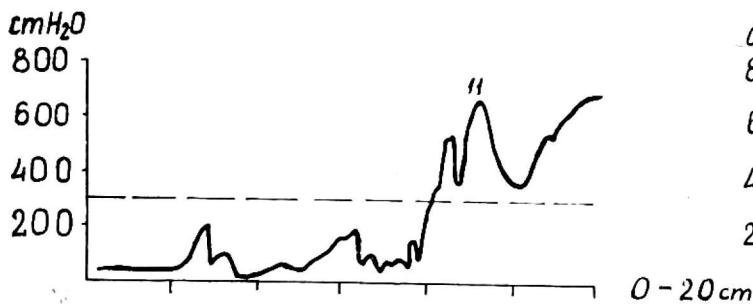
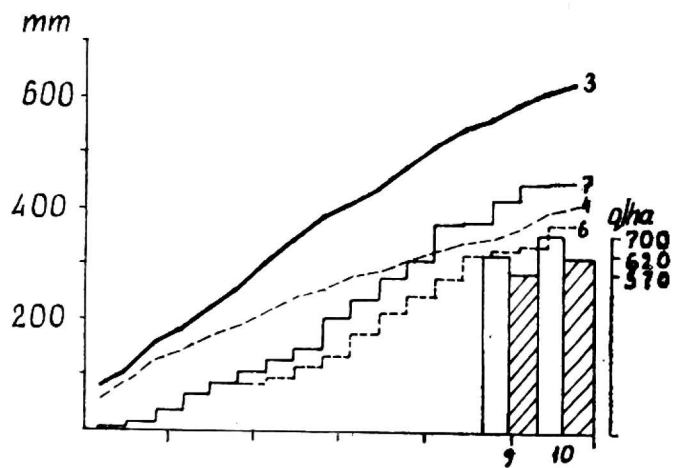
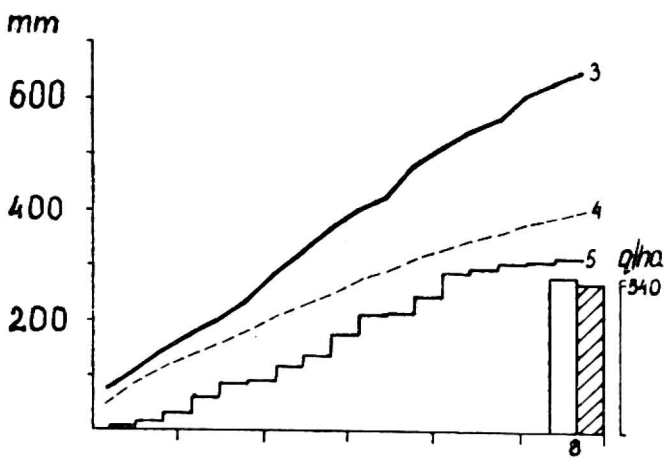
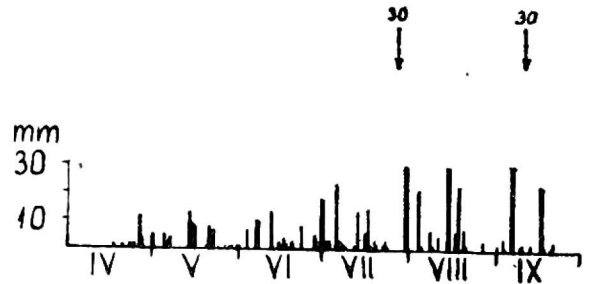
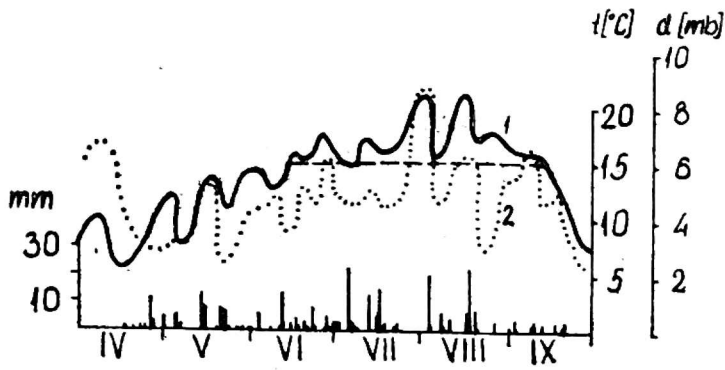
Przyjmując plony korzeni buraków jako wskaźnik testujący warunki pogodowe w latach doświadczeń należałoby rozgraniczyć warunki naturalne od tych, w których regulowano stosunki wodne za pomocą nawodnień. W warunkach naturalnych najwyższy plon korzeni uzyskano w 1974 r. (540 q/ha), a najniższy w 1973 r. (350 q/ha). Stosując odpowiednie nawadnianie najwyższe plony korzeni otrzymano w 1973 r. (780 q/ha), a najniższe — w 1974 r. (620 q/ha). Prowadzi to do wniosku, że do uzyskania wysokich plonów najkorzystniejszy przebieg pogody — z wyjątkiem opadów — był w 1973 r., zaś najmniej korzystny w 1974 r. Należy przypuszczać, że obok czynnika wodnego na plon miały wpływ i inne czynniki, w tym głównie temperatura (w 1974 r. był najkrótszy okres z temperaturą powyżej 15°C). Jednocześnie na podkreślenie zasługuje

Rys. 1. Parowanie z ewaporometrów Piche'a i Wilda nad łanem, przebieg siły ssącej w profilu glebowym oraz plony buraków cukrowych w 1973 r.: 1 — temperatura, 2 — niedosyt wilgotności powietrza, 3 — parowanie z ewaporometrów Piche'a, 4 — parowanie z ewaporometrów Wilda, 5 — opad, 6 — opad + obfite nawadnianie, 8 — plony z poletek kontrolnych, 9 — plony przy średnim nawadnianiu, 10 — plony przy obfitym nawadnianiu, 11 — siła ssąca gleby, 12 — zwierciadło wody gruntowej

NIE NAWADNIANE

NAWADNIANE

1974r.



□ liście ▨ korzenie

fakt, że w 1973 r. suma opadów + nawadnianie prawie dorównywało sumie parowania z ewaporometrów Piche'a (na poletkach kontrolnych), a znacznie ją przewyższało od analogicznych danych z ewaporometrów Wilda (rys. 1).

Gdyby przyjąć, że dane uzyskane za pomocą ewaporometrów Piche'a z poletek nie deszczowanych określają w przybliżeniu ewapotranspirację potencjalną (*ETP*), natomiast dane dotyczące faktycznego zużycia wody z poletek nawadnianych ewapotransporację maksymalną (*ETM*), a z poletek nie nawadnianych ewapotransporację rzeczywistą (*ETR*), wówczas ilość asymilatów można wyrazić w jednostkach suchej masy plonu. Można więc wyżej podaną zależność rozszerzyć i z dużym przybliżeniem przyjmując, że ewapotranspiracji potencjalnej, maksymalnej i rzeczywistej odpowiada plon potencjalny, maksymalny i rzeczywisty.

$$\begin{array}{ccc} ETP \geq ETM \geq ETR \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ QP \geq QM \geq QR \end{array}$$

gdzie:

ET — ewapotranspiracja,

Q — plony,

P — potencjalne,

M — maksymalne,

R — rzeczywiste.

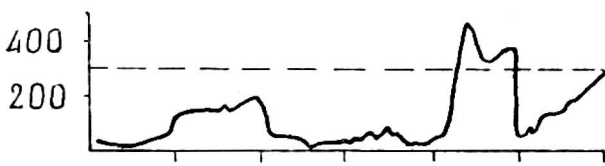
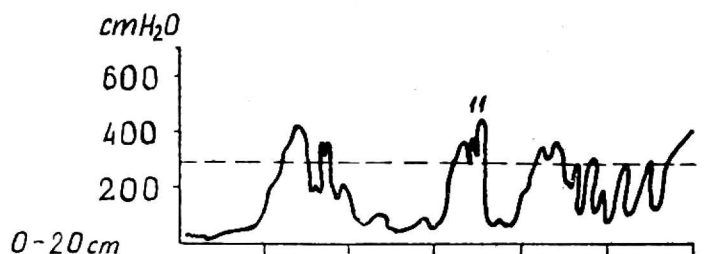
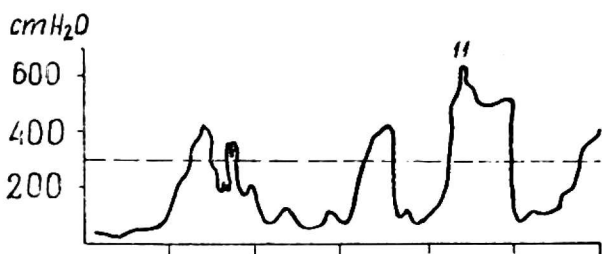
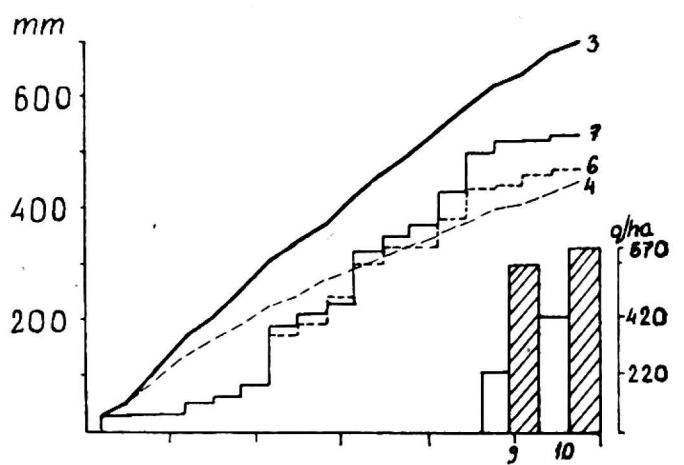
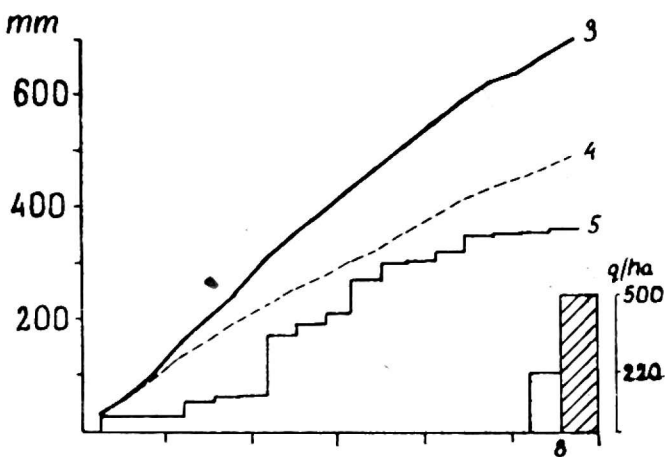
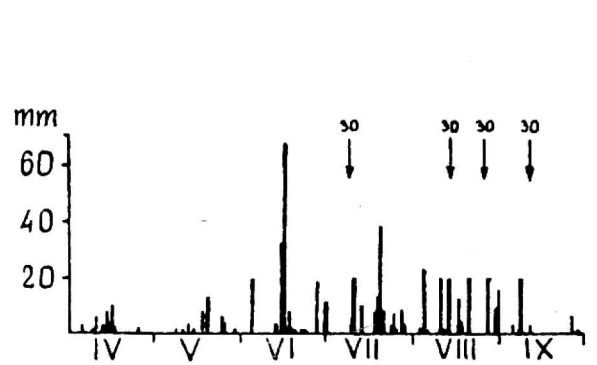
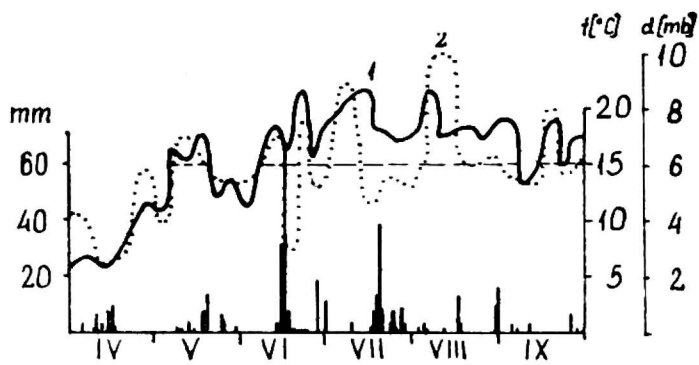
Z wyżej podanych zależności wynika, że plon potencjalny możliwy jest do osiągnięcia w warunkach ewapotranspiracji potencjalnej, czyli optymalnego, dostosowanego do przebiegu pogody zaopatrzenia roślin w wodę. W doświadczeniach tych wskazuje na to wyraźna gradacja plonów, uzależniona od czynnika wodnego, gdyż pozostałe warunki doświadczenia w danym roku były podobne.

Rys. 2. Parowanie z ewaporometrów Piche'a i Wilda nad łanem, przebieg siły ssącej w profilu glebowym oraz plony buraków cukrowych w 1974 r. Objasnienia jak na rysunku 1

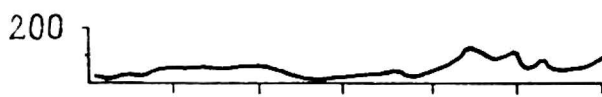
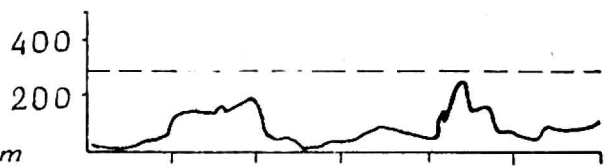
NIE NAWADNIANE

NAWADNIANE

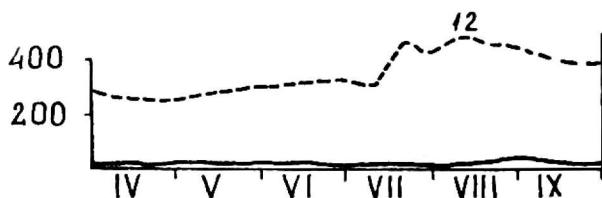
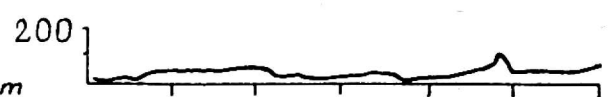
1975r.



20-40cm



40-60cm



60-80cm



☐ liście ▨ korzenie

WNIOSKI

Na podstawie przedstawionych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Parowanie określane za pomocą ewaporometrów Piche'a umieszczonych bezpośrednio nad łanem roślin dostarcza danych, które w przybliżeniu mogą być przyjmowane jako ewapotranspiracja potencjalna. Wskazania ewaporometrów Wilda w tych warunkach były od 30 do 60 procent niższe.

2. Nawadnianie zdecydowanie zmniejszyło zasięg pobierania wody z profilu glebowego — zależnie od norm nawodnień — prawie do warstwy ornej i częściowo podornej (rys. 1, 2, 3).

3. W przedstawionych doświadczeniach maksymalne plony buraków cukrowych uzyskano z poletek o obfitym zaopatrzeniu roślin w wodę (85-90% ppw) w warstwie ornej gleby.

4. Nawadnianie jest poważnym czynnikiem umożliwiającym roślinom racjonalne wykorzystanie innych czynników klimatycznych (takich jak usłonecznienie, temperatura i prężność pary wodnej w powietrzu) oraz agrotechnicznych, w tym głównie nawożenia.

5. Z przytoczonych badań wynika ponadto, że suma opadów w krytycznym okresie gospodarki wodnej nie jest wskaźnikiem wystarczającym do określania gospodarki wodnej roślin i potrzeb nawadniania. Na glebach o małej pojemności wodnej — wytworzonych z piasków — bardzo ważna jest długość okresu bezopadowego, zwłaszcza gdy temu okresowi towarzyszy wysoka temperatura i duży niedosyt wilgotności powietrza.

LITERATURA

1. Bouchet R. J., Robelin M.: Evapotranspiration potentielle et réelle, B. T. J. nr 238, 1969 s. 215-223.
2. Dzieżyc J.: Nawadnianie roślin PWRiL, Warszawa 1974.
3. Puech J.: Resultats concernant une etude experimentale de l'evapotranspiration potentielle dans la region Toulousaine et le role des brise — vent. Plante — Sol — Climat et irrigation, Toulouse 1968.

Rys. 3. Parowanie z ewaporometrów Piche'a i Wilda nad łanem, przebieg siły ssącej w profilu glebowym oraz plony buraków cukrowych w 1975 r. Objasnienia jak na rysunku 1

М. Трубала

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ НА ИСПАРЕНИЕ С УЧАСТКА, ВОДНЫЙ РЕЖИМ В ПОЧВЕННОМ ПРОФИЛЕ И УРОЖАЙ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ ПРИ УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО УДОБРЕНИЯ

Резюме

Полевые опыты проводились в Свойце недалеко от Вроцлава на псевдо-подзолистой почве образовавшейся из сильно глинистого песка на суглинках подостланных илом на суглинках и на почве образовавшейся из сильно глинистого песка на супесях. Сахарная свёкла выращивалась в норфольском севоо-роте.

Опыты проводились в течении 4 лет, методом жеребьёвки в зависимой си-стеме, охватывающей два изменяющихся факторы: орошение и удобрение. Исследуемые водные объекты были следующими:

1. Без орошения.
2. Среднее орошение — поддержание влажности пахотного слоя в пре-делах 70-75% предела полевой влагоёмкости, с помощью дождевальных устано-вок на участках площадью 20-25 м².
3. Обильное орошение, около 85-90% предела полевой влагоёмкости, произ-водилось вручную на микроучастках площадью 4 м².

Сроки орошений в обоих случаях устанавливались в зависимости от вели-чины всасывающей силы пахотного слоя почвы. Всасывающая сила измерялась при помощи тензиометров. Величина отдельных доз воды колебалась от 20 до 30 мм (рис. 1, 2, 3).

Минеральное удобрение составляло: 200, 400, 600 и 800 кг NPK на гектар (соотношение N : P : K = 1 : 0,7 : 1,4). Точные исследования были проведены на объектах с самым большим уровнем удобрения (800 кг NPK/га).

Измерение испарения над полем сахарной свёклы проводилось с помощью эвапорометра Пиша без коробки и для сравнения, испарение измерялось при помощи эвапорометра Вильда с крышкой жалюзи. В обоих типах эвапорометров испаряющая поверхность находилась непосредственно над растениями на оди-наковом уровне как на орошаемых так и на неорошаемых участках.

Исследования водного режима в почвенном профиле на глубине 20, 40, 60, 80 см проводились с помощью танзиометров.

Из указанных исследований вытекает, что измерения испарения, опреде-ляемого при помощи эвапорометров Пиша установленных непосредственно над участком растений, доставляли данные, которые можно менее более принимать за потенциальную эвапотранспирацию. Показания эвапорометров Вильда в тех же условиях были от 30 до 60% ниже.

Орошение, несомненно, уменьшало глубину поглощения воды из почвенного профиля почвы до пахотного слоя (рис. 1, 2, 3).

Проведённые опыты показывают, что самый большой урожай сахарной свёклы был получен с участков с обильным орошением (85-90% предела поле-вой влагоёмкости) пахотного слоя почвы.

Орошение является очень важным фактором. Оно позволяет растениям ра-ционально использовать другие климатические факторы напр.: солнечную энер-гию, температуру и упругость водного пара в воздухе, а также агротехнику и в том числе удобрения.

Из приведённых исследований, кроме этого вытекает, что сумма осадков в критический период для водного режима не является достаточным показателем для определения водного режима растений и нужд орошения. На водопроницаемых почвах, образовавшихся из песков, очень важным является время безосадочного периода, особенно тогда, когда этому периоду сопутствует высокая температура и большая ненасыщенность воздуха влагой.

M. Trybała

A STUDY OF THE INFLUENCE OF IRRIGATION IN EVAPORATION FROM A SUGAR BEET FIELD, WATER RELATIONS IN THE SOIL PROFILE AND YIELDS OF SUGAR BEETS IN CONDITIONS OF INTENSIVE FERTILIZATION

Summary

Field experiments were carried on at Swojec near Wrocław, on a pseudo-podsolic soil formed out of sand soil on light loam underlain with clay, and on soil formed out of sand soil on coarse sandy soil. The sugar beets were grown in Norfolk four-cross rotation.

The experiments were carried on in four replications after the method of randomized sub-blocks in a dependent system, involving two variable factors: irrigation and fertilization.

The experimental treatments were following:

1. No irrigation.
2. Medium irrigation — keeping the moisture of the arable layer of soil within the range of 70-75% field water capacity by means of sprinkling machines in plots of 20-25 m² area.
3. Heavy irrigation up to about 85-90% field water capacity performed by hand in microplots of 4 m² area.

In both the latter cases the terms of irrigation were appointed according to the changes of the sucking power of the arable soil layer. The sucking power of the soil was measured by means of tensiometers. The amount of single water doses was from 20 to 30 mm (Fig. 1, 2, 3).

The mineral fertilization was 200, 400, 600, and 800 kg NPK a hectare (the ratio N:P:K = 1:0.7:1.4). Strict examinations were made in treatments with the highest fertilization level (800 kg NPK/ha).

The measurements of evaporation over the sugar beet field were made by means of Piche evaporimeters without the housing, and for comparison — by means of Wild evaporimeters under shutter canopy. In both the types of evaporimeters the evaporating surfaces were placed directly over the field of plants at the same height in as well the sprinkled as non-sprinkled plots.

The measurement of water relations in the soil profile at depths of 20, 40, 60 and 80 cm were taken by means of tensiometers.

As it results from the experiments, the evaporation determined by means of Piche evaporimeters placed directly over the field of plants supplies data which can be approximately regarded as potential evapotranspiration. Under these conditions the readings of Wild evaporimeters were by 30 to 60% lower. Irrigation

positively decreased the range of water uptake from the soil profile almost to the arable layer (Fig. 1, 2, 3). The maximum yields of sugar beets were obtained from plots with high water supply in the arable layer of soil (85-90% field water capacity). Irrigation is then an important factor, enabling the plants to make a rational use of other climatic factors such as insolation, temperature and vapour pressure in the air, as well as of agrotechnical ones, mainly fertilization. Besides, the sum of precipitations in the critical period of water economics appeared not to be a sufficient index for determining the water economics of plants and the irrigation requirements. In soils with low water capacity (formed out of sands) the length of precipitationless period is very important, especially when the period is characterized by high temperature and considerable deficiency of air moisture.