

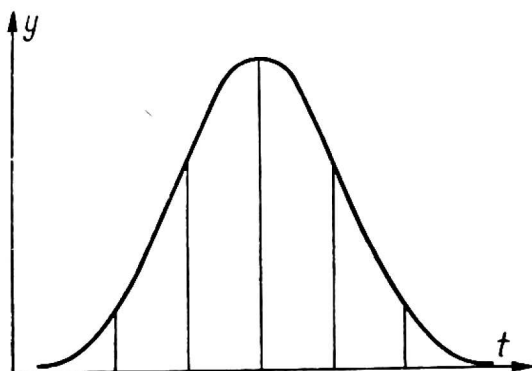
PORÓWNANIE WIELKOŚCI DEKADOWYCH POŁOWEGO ZUŻYCIA WODY PRZEZ BURAKI CUKROWE I PSZENICĘ OZIMĄ OKREŚLANEGO RÓŻNYMI METODAMI

Mieczysław Trybała

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji AR, Wrocław

WSTĘP

Potrzeby wodne roślin wzrastają wraz z ich rozwojem mniej lub bardziej równomiernie, osiągając wartości maksymalne w okresie największego wzrostu, a następnie maleją w okresie dojrzewania, zgodnie z przebiegiem tzw. krzywej biologicznej (rys. 1).



Rys. 1. Krzywa biologiczna

Przyrost masy roślinnej (plon) jest funkcją wielu czynników działających kompleksowo. Jednym z nich jest uwilgotnienie gleby, które nie może podlegać dużym wahaniom w ciągu okresu wegetacji i musi być utrzymane na poziomie optymalnym dla danego gatunku roślin [1]. Z praktyki wiadomo, że w warunkach naturalnych potrzeby wodne roślin mogą być zaspokajane w ciągu całego okresu wegetacji przez wodę z opadów tylko w latach szczególnie korzystnych pod względem ich rozkładu. Zjawisko takie częściej obserwuje się na glebach o dobrych właściwościach wodnych, z reguły jednak występują większe lub mniejsze niedobory wody, szczególnie na glebach lekkich, piaszczystych.

Z przyrodniczego punktu widzenia, warunkiem uzyskania wysokich plonów jest zagwarantowanie roślinie dostatecznej ilości wody w każdej

fazie jej rozwoju, zwłaszcza zaś w okresach największego zapotrzebowania. W tych okresach skutki suszy są najsilniejsze i efekty nawodnień uzupełniających największe [2].

WARUNKI, METODYKA I ZAKRES BADAŃ

Doświadczenia polowe wykonano w latach 1966-1970 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Swojcu. Były one zlokalizowane na glebie wytworzonej z piasku słabo gliniastego, na piasku luźnym pochodzenia aluwialnego. W warstwie 0-25 cm znajdowało się do 10% frakcji $< 0,02$ mm, a w warstwach głębszych — od 1,5 do 2,3%. Doświadczenia założono metodą podbloków losowanych w układzie zależnym, z dwoma czynnikami zmiennymi — nawożenie i nawadnianie, w trzech powtórzeniach. Obejmowały one kilka roślin uprawianych w następującym płodozmianie: 1) okopowe na oborniku, 2) zboża, 3) pastewne. Ścisłe badania stosunków wodnych prowadzono na glebie pod burakami cukrowymi odmiany AJ Poly 1 i pod pszenicą ozimą odmiany Żelazna, różnie nawożonymi i nawadnianymi. Nawożenie mineralne pod buraki cukrowe na oborniku (300 q/ha) wynosiło: 150, 300, 450 i 600 kg NPK w czystych składnikach na 1 ha, a pod pszenicę ozimą: 100, 200, 300 i 400 kg NPK na 1 ha (NPK, 2NPK, 3NPK i 4NPK). Stosunek $N:P_2O_5:K_2O$ dla buraków cukrowych wynosił 1,2:0,9:1,4, a dla pszenicy 1,0:0,7:0,8.

Deszczowanie wykonywano za pomocą deszczowni przenośnej Agro 1 produkcji jugosłowiańskiej. Dawki polewowe dla obydwu gatunków roślin wynosiły po 20 i 30 mm i tylko wyjątkowo, w kilku przypadkach, z przyczyn technicznych, były niższe. Aparatura do pomiaru wilgotności gleby oraz ewaporometry były zainstalowane na następujących obiektach: NPK — nie deszczowane i deszczowane oraz 4NPK — nie deszczowane i deszczowane.

Badania polowe obejmowały pomiar wilgotności gleby metodą suszarkowo-wagową, tensjometryczną, neutronową i elektrometryczną. Pomiarów wykonywano na stacyjkach pomiarowych. Na każdej stacyjce były zainstalowane tensjometry, rury do pomiarów neutronowych, elektrody do pomiarów elektrometrycznych oraz termometry glebowe do odczytów temperatury gleby, którą uwzględniano przy obliczeniach wilgotności metodą elektrometryczną. W pobliżu tych stacyjek pobierane były także próbki glebowe do oznaczeń suszarkowych. Ponadto stacyjki były wyposażone w ewaporometry Wilda pod daszkiem oraz w ewaporometry Piche'a służące do pomiarów parowania. Obydwa typy aparatów były umieszczone bezpośrednio nad łanem buraków cukrowych i pszenicy ozimej. Pomiarów wilgotności gleby metodą suszarkowo-wagową i neutro-

nową wykonywano co dekadę, do głębokości 1 m, a pomiary tensjometryczne na głębokości 25 cm. Te ostatnie oraz odczyty ewaporometrów wykonywano codziennie o tej samej porze, w godzinach 8-9.

WYNIKI BADAŃ

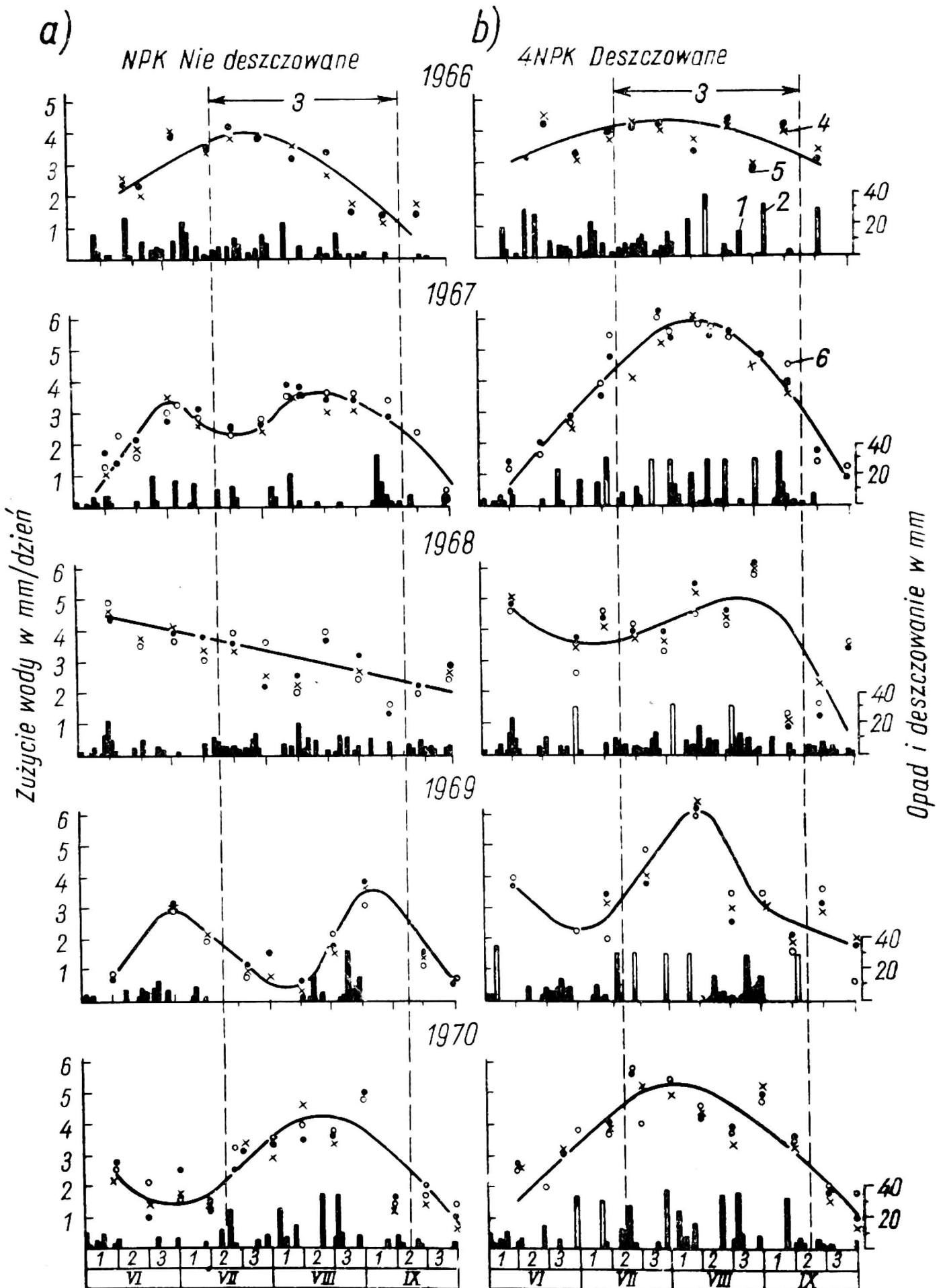
Dobowe zużycie wody w mm, czyli ewapotranspirację rzeczywistą — ETR w ujęciu dekadowym, w poszczególnych latach doświadczeń, buraków cukrowych i pszenicy ozimej przedstawiono za pomocą wykresów na rysunkach 2 i 3. Dotyczyło ono wierzchniej, 25 cm warstwy gleby i było oznaczane równoległe za pomocą czterech metod pomiarowych: suszarkowo-wagowej, tensjometrycznej, neutronowej i elektrometrycznej. Wyniki uzyskane przy zastosowaniu trzech pierwszych metod były zbliżone i pozwoliły na wykreślenie wspólnych krzywych zużycia wody, natomiast przy zastosowaniu metody elektrometrycznej — znacznie odbiegały, co uniemożliwiało ich wspólną interpretację. Metoda elektrometryczna okazała się mało dokładna do tego rodzaju badań [6].

Analizując dynamikę zużycia wody na obiektach nie deszczowanych — kontrolnych należy stwierdzić, że była ona ściśle uzależniona od rozkładu opadów w poszczególnych okresach wegetacji. Rozkład ten był w dużym stopniu zróżnicowany w poszczególnych latach, w związku z czym dynamika zużycia wody podlegała również dużym wahaniom. Stosunkowo korzystny dla buraków cukrowych rozkład opadów w miesiącach czerwiec-wrzesień miał miejsce w latach 1966, 1968 i 1970, a najmniej korzystny, w katastrofalnie suchym roku 1969, kiedy to w okresie największego zapotrzebowania wody, od połowy lipca do 3 dekady sierpnia, zużycie jej nie dochodziło do 1 mm/dobę, a w pozostałym czasie nie przekraczało 3 mm (rys. 2). Nierównomierny rozkład opadów miał istotny wpływ na duże zróżnicowanie plonów buraków, wynoszących od 200 do 480 q korzeni na ha (tab. 1).

Na obiektach deszczowanych zużycie wody w poszczególnych dekadach było o wiele bardziej prawidłowe. Maksima, wynoszące 5-6 mm dziennie, przypadały w okresach krytycznych gospodarki wodnej tej rośliny. Krzywe zużycia wody dla wszystkich omawianych lat mają kształt zbliżony do krzywych biologicznych. Znalazło to ściśle odzwierciedlenie w bardzo wyrównanych plonach, które wynosiły ponad 500 q korzeni z 1 ha (tab. 1).

Zbliżony przebieg zużycia wody stwierdzono również w łanie pszenicy ozimej (rys. 3). Najbardziej korzystnym rozkładem opadów w miesiącach maj-czerwiec charakteryzował się rok 1966 i 1970, natomiast najmniej korzystnym, analogicznie jak w przypadku buraków, rok 1969. Podobnie różnicowały się także plony ziarna pszenicy — od 14 q w 1969 r. do 26 q z ha w 1966 r.

We wszystkich latach występowały większe lub mniejsze niedobory

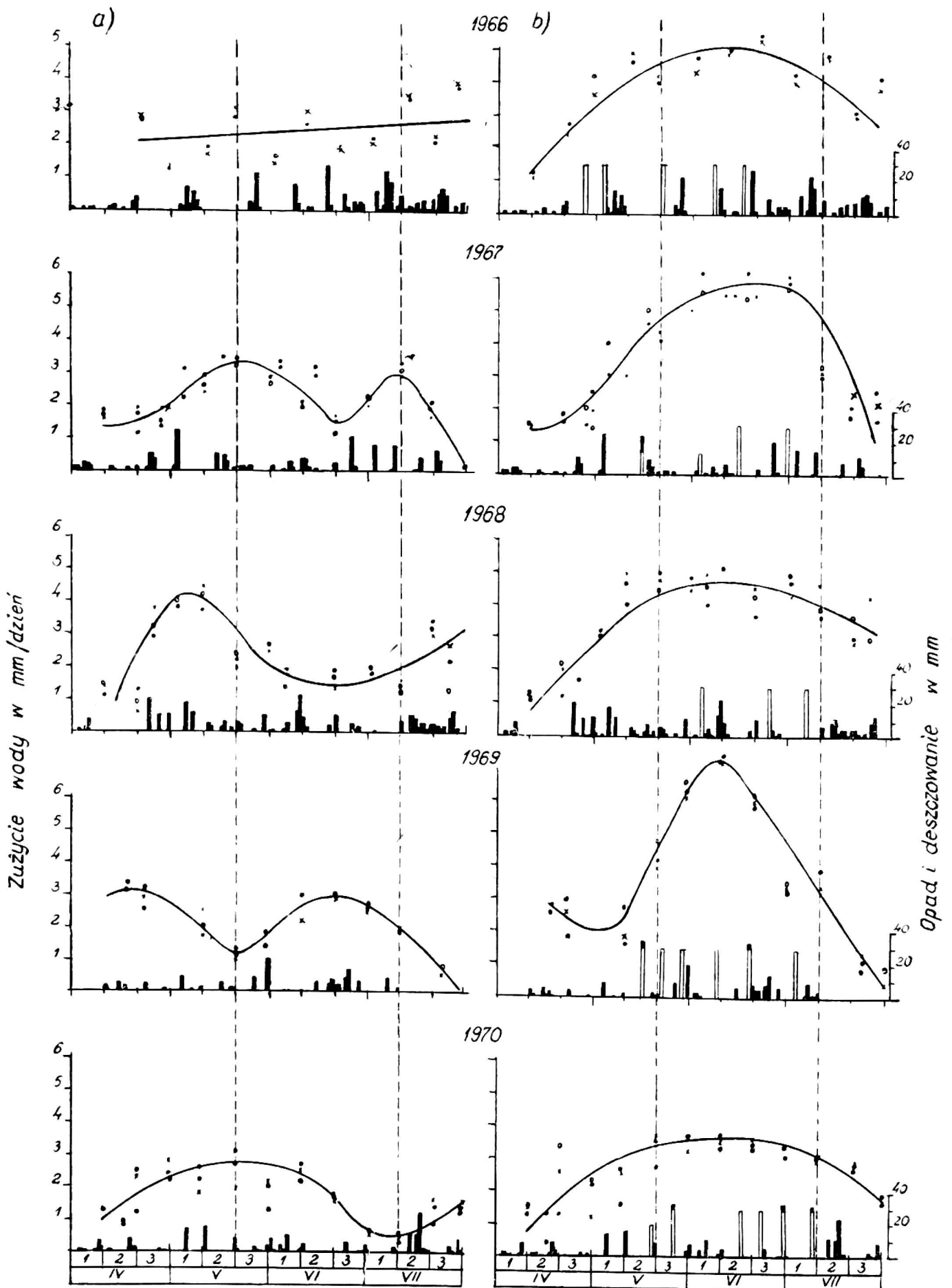


Rys. 2. Dobowe zużycie wody w poszczególnych dekadach okresu wegetacji buraków cukrowych: a) NPK, nie deszczowane, b) 4NPK, deszczowane; 1 — opad w mm, 2 — dawka polewowa w mm, 3 — okresy największego zapotrzebowania wody, 4 — metoda suszarkowo-wagowa, 5 — metoda tensjometryczna, 6 — metoda neutronowa

T a b e l a 1

Wpływ opadów i deszczowania na plony buraków cukrowych i pszenicy ozimej

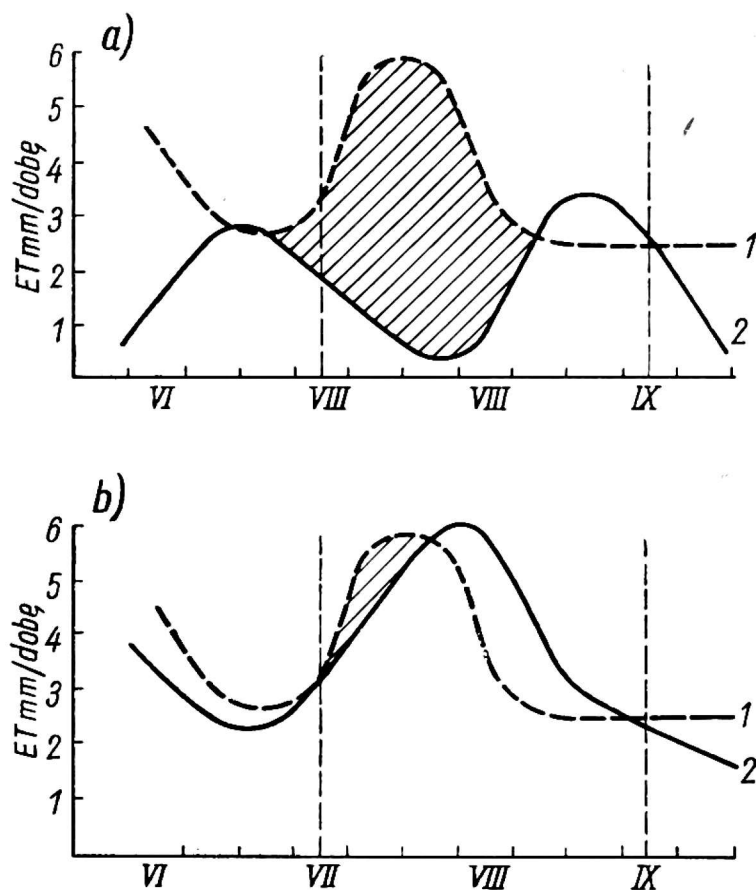
Lata	Buraki cukrowe					Pszenica ozima				
	opady w mm IV-IX	plon korzeni q/ha	deszczowa- nie mm	opady + deszczowanie mm	plon korzeni q/ha	opady w mm IV-VII	plon ziarna q/ha	deszczowa- nie mm	opady + deszczowanie mm	plon ziarna q/ha
1966	373,8	360	120	493,8	535	282,2	26	150	432,2	26
1967	359,8	340	180	539,8	545	231,5	18	90	321,5	28
1968	442,9	480	90	532,9	515	301,7	19	90	391,7	26
1969	243,9	200	180	423,9	522	155,1	14	180	335,1	33
1970	400,8	426	120	520,8	559	219,6	20	170	389,6	42



Rys. 3. Dobowe zużycie wody w poszczególnych dekadach okresu wegetacji pszenicy ozimej — oznaczenia jak na rys. 2

wody, charakteryzujące się bardzo małym zużyciem dobowym (1-2 mm), które szczególnie wyraźnie obniżało plony, jeśli wystąpiło w okresie wzmożonego zapotrzebowania. W warunkach regulowanych stosunków wodnych przez deszczowanie przebieg krzywych zużycia wody był prawidłowy i zgodny z rytmem wzrostu i rozwoju pszenicy. Maksima, analogicznie jak buraków, miały miejsce w fazach krytycznych gospodarki wodnej pszenicy i wynosiły od 4 do 7 mm/dobę, zależnie od roku.

Parowanie ET i ewapotranspirację rzeczywistą ETR buraków cukrowych w 1969 r. na poletkach kontrolnych i deszczowanych przedstawiono również na wykresach (rys. 4). Wartości parowania są średnimi



Rys. 4. Parowanie ET (1) i ewapotranspiracja rzeczywista ETR (2) buraków cukrowych w 1969 r.: a) nie deszczowanych, b) deszczowanych

arytmetycznymi z pomiarów ewaporometrem Wilda i Piche'a, a wartości zużycia wody — ewapotranspiracji rzeczywistej — średnimi arytmetycznymi z pomiarów metodą suszarkowo-wagową, neutronową i tensjometryczną. Z wykresów tych widać, że na obiekcie nie deszczowanym, w okresie krytycznym gospodarki wodnej buraków, wskutek prawie miesięcznego okresu bezopadowego, wystąpiły bardzo duże niedobory wody, wynoszące ok. 5 mm na dobę, w stosunku do potencjalnych możliwości transpiracyjnych roślin w tym czasie. Zupełnie odmienne warunki wodne były utrzymane dzięki szczególnie intensywnemu deszczowaniu w tym okresie — krzywe obrazujące parowanie oraz ewapotranspirację rzeczywistą są do siebie bardzo zbliżone, a ich maksima, wynoszące 6 mm/dobę, tylko nieznacznie przesunięte w czasie.

Badano także wpływ malejących opadów na spadek plonów korzeni buraków cukrowych (tab. 2). Przyjmując najwyższe opady naturalne w całym okresie prowadzenia badań i odpowiadające im największe plony za 100%, obliczono procentowe zmniejszanie się opadów oraz towa-

Tabela 2

Zależność między malejącymi opadami a spadkiem plonów korzeni buraków cukrowych, %

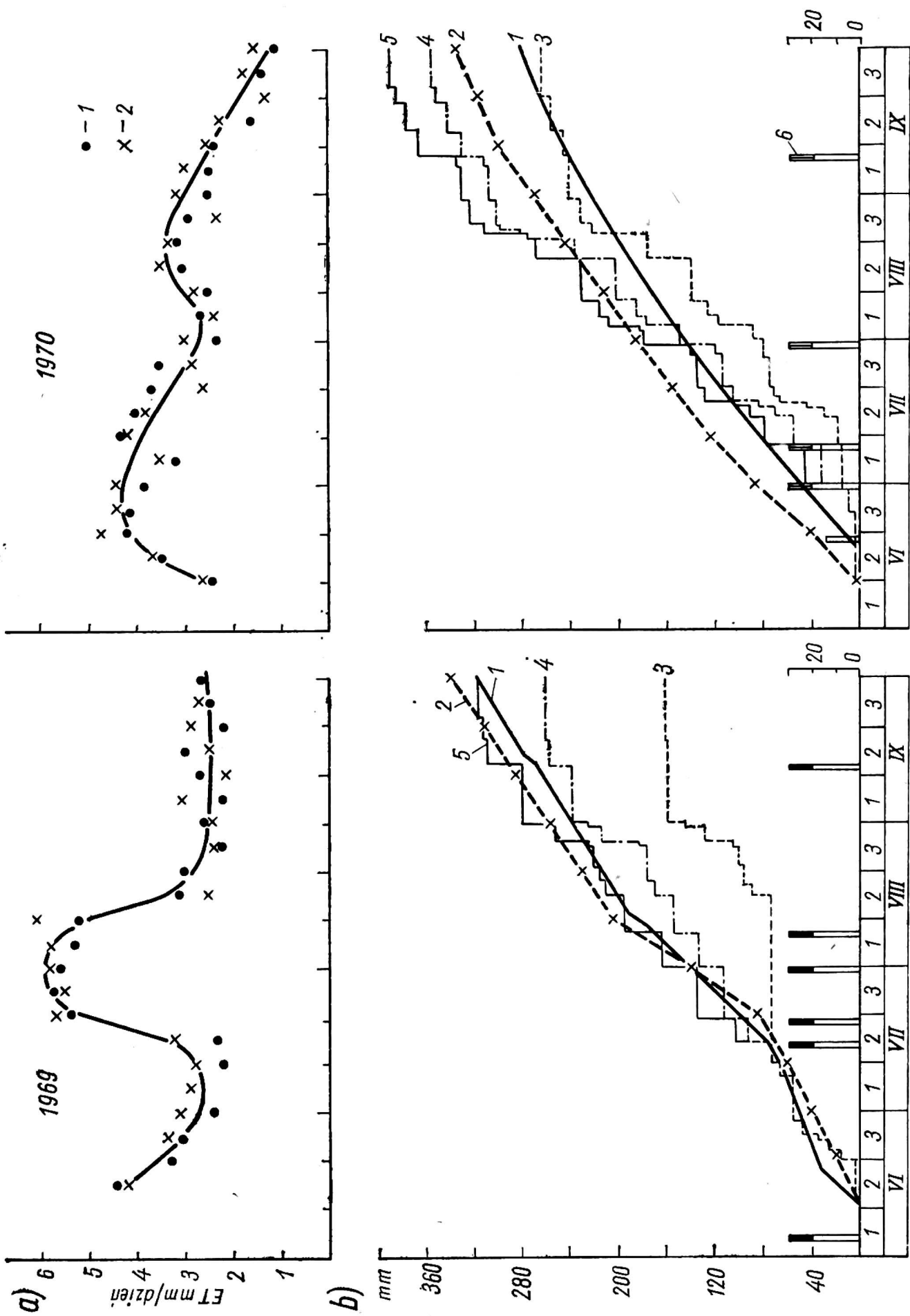
Kolejność	Lata	Opady	Plony
1	1968	443 mm = 100%	480 q/ha = 100%
2	1970	90	89
3	1966	84	75
4	1967	81	71
5	1969	55	42

rzyszający im spadek plonów. Okazało się, że obniżka plonów jako następstwo malejących opadów była systematycznie większa i wyprzedzała o ok. 10% te ostatnie.

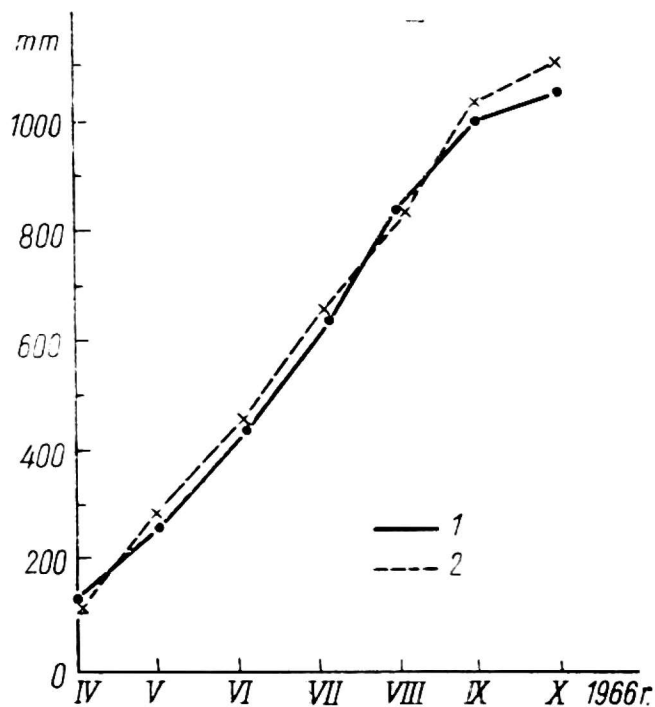
W omawianych doświadczeniach, jak już wspomniano, były również wykonywane pomiary ewaporacji *ET* za pomocą ewaporometru Wilda pod daszkiem oraz ewaporometru Piche'a (rys. 5). Celem ich było porównanie wyników, wobec dość kontrowersyjnych opinii na temat miarodajności danych z ewaporometru Piche'a. Przytoczone dane są średnimi pentadowymi i stanowią materiał porównywalny, gdyż pochodzą z takich samych warunków mikroklimatycznych; obydwa rodzaje aparatów były umieszczone bezpośrednio nad łanem buraków cukrowych na obiekcie kontrolnym — nie deszczowanym. Pomiary wykonywano od czerwca do września w latach 1969 i 1970. Odczyty z ewaporometru Piche'a były przemnażane przez współczynnik 0,9, zgodnie z zaleceniami spotykanymi w literaturze francuskiej [4]. Duża zgodność w rozkładzie punktów dotyczących parowania *ET* oraz przebiegu krzywych, przemawiają za stosowaniem tego prostego i taniego przyrządu jakim jest ewaporometr Piche'a, również w warunkach klimatycznych Polski.

Dla potwierdzenia dużej zgodności pomiarów parowania ewaporometrem Piche'a z pomiarami przeprowadzonymi za pomocą ewapotranspirometru — lizymetru klasycznego o powierzchni 3 m² — przytoczono również badania francuskie [4] przedstawione na rysunku 6. Wynika z nich, że rezultaty uzyskane w wyniku stosowania tych dwóch przyrządów prawie zupełnie nie różniły się w ciągu okresu wegetacji, jedynie w ostatnim miesiącu wskazania ewaporometru Piche'a były nieco wyższe.

Na podstawie przytoczonych danych można przypuszczać, że jeśli ewapotranspiracja rzeczywista nie przekracza 3 mm na dobę, szczególnie



Rys. 5. Pomiaru parowania ET za pomocą ewaporometru: 1 — Wilda i 2 — Piche'a w burakach cukrowych; a) wyniki pomiarów, b) krzywa sumowania parowania; 3 — opad, 4 — opad + dawka polewowa 20 mm, 5 — opad + dawka polewowa 30 mm



Rys. 6. Porównanie krzywych sumowania *ETP* i ewaporacji *ET* (wg Pueche'a [4]):
1) *ETP* — z pomiarów lizymetrycznych, 2) *ET* — z pomiarów ewaporometrem Piche'a

w okresie największego zapotrzebowania wody, nie można oczekiwać wysokich plonów. Spostrzeżenia te potwierdzają dane z literatury obcej, między innymi francuskiej, z której wynika, że przy dobrym zaopatrywaniu roślin w wodę dobowe zużycie wody np. przez kukurydzę na ziarno powinno się wahać w granicach 5-6 mm [3,5].

Jednocześnie nasuwa się wniosek o potrzebie prowadzenia tego rodzaju badań w sposób bardziej kompleksowy niż to ma miejsce dotychczas. Chodzi bowiem o uchwycenie i umiejętne pokierowanie najbardziej istotnymi czynnikami decydującymi o wysokości i jakości plonu końcowego.

WNIOSKI

1. Spośród zastosowanych metod wykonania pomiarów wilgotności gleby, na podstawie których obliczono dobowe zużycie wody przez buraki cukrowe i pszenicę ozimą, wyniki uzyskane trzema metodami, tj. suszarkowo-wagową, tensjometryczną i neutronową wykazały dostatecznie dużą zbieżność, która umożliwiła ich wspólną interpretację.

2. W warunkach naturalnych opadów dobowe zużycie wody, zarówno przez buraki cukrowe jak i pszenicę ozimą, podlegało dużym wahaniom, zależnie od rozkładu opadów w poszczególnych latach.

3. Nawadnianie uzupełniające wpływało wyraźnie na poprawę dobowego zużycia wody w poszczególnych latach, które było zgodne z rytmem wzrostu i rozwoju roślin i znalazło ścisłe potwierdzenie w plonach.

4. W glebowo-klimatycznych warunkach, w jakich prowadzone były badania, ewapotranspiracja rzeczywista *ETR* nie przekraczająca 3 mm

na dobę, szczególnie w okresie krytycznym gospodarki wodnej buraków cukrowych oraz pszenicy ozimej, nie gwarantuje wysokich plonów. Jedynie zaopatrzenie roślin w wodę, umożliwiające ewapotranspirację nie mniejszą niż 5—6 mm/dziennie w okresie krytycznym, gwarantowało wysokie i wyrównane plony.

5. Na obiektach kontrolnych stwierdzono dużą zależność plonów korzeni buraków cukrowych od malejących opadów w różnych okresach wegetacji, co jest typowe dla gleb piaszczystych o małych zdolnościach retencyjnych.

6. Wyniki pomiarów ewaporacji ewaporometrem Wilda i Piche'a przemawiają za celowością stosowania ich do tego rodzaju badań; dane Piche'a, po przemnożeniu przez współczynnik 0,9, pozwoliły na wykreślenie krzywych sumowania ewaporacji, które dobrze korespondowały z analogicznymi krzywymi opadów i deszczowania.

7. Zaprezentowane wyniki badań potwierdzają tezę o konieczności coraz bardziej kompleksowego rozpatrywania zagadnień związanych z gospodarką wodną gleby i roślin.

LITERATURA

1. Dobrzański B., Kowalik P.: Aktualne problemy fizyki gleby. Post. Nauk rol. 1972 z. 2 s. 3-11.
2. Dzieżyc J., Trybała M.: Zmiany wilgotności gleby i roślin oraz zużycia wody w łanie buraków i zbóż pod wpływem nawadniania i nawożenia. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1970 z. 110 s. 73-86.
3. Maertens C. i in.: Modalités d'utilisation de l'eau du sol par le maïs, Plante-Sol-Climat et Irrigation. Station d'Agronomie de Toulouse, 1968 s. 77-89.
4. Puech J.: Appréciation de l'évapotranspiration potentielle dans une région soumise à l'effet du vent. Plante-Sol-Climat et Irrigation, Station d'Agronomie de Toulouse, 1968 s. 29-44.
5. Puech J., Trybała M., Hernandez M.: Evapotranspiration du tournesol. Centre de Recherches INRA. Station d'Agronomie de Toulouse 1971.
6. Trybała M.: Porównanie przydatności różnych metod oznaczania wilgotności do określania potrzeb nawadniania gleb piaszczystych. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1973 z. 140 s. 143-198.

M. Trybała

СРАВНЕНИЕ ДЕСАТИДНЕВНЫХ ВЕЛИЧИН ПОЛЕВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДЫ САХАРНОЙ СВЕКЛОЙ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕЙ, ОПРЕДЕЛЕННОГО РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Резюме

Соответствующие полевые опыты проводились в период 1966-1970 гг в сельскохозяйственной опытной станции Своец около г. Вроцлава. Опыты были заложены на почве образованной из легкого суглинистого песка подстеленного рыхлым аллювиальным песком, по методу случайных подблоков в зависимой системе с двумя изменчивыми: удобрением и орошением. Точные исследования

водного режима проводились на почве под сахарной свеклой и озимой пшеницей одинаково удобреемыми и орошаемыми. Они охватывали измерения влажности почвы по сушильно-весовому, тензиометрическому, нейтронному и электрометрическому методу, а также измерения E_T с помощью эвапорметров Вильда и Пиша.

Исследования показали м.пр., что при нормальных атмосферных осадках суточное потребление воды как сахарной свеклой так и озимой пшеницей колебалось в широких пределах, в зависимости от хода осадков в отдельные годы (рис. 2 и 3). Дополнительное орошение оказывало заметное положительное влияние на суточное потребление воды, которое соответствовало ритму роста и развития растений, что нашло свое подтверждение в величине урожаев.

Исследования позволили также заключить, что в рассматриваемых почвенно-климатических условиях действительная эвапотранспирация ETR , не превышающая 3 мм в сутки, особенно в критические периоды водных потребностей сахарной свеклы и озимой пшеницы, не обеспечивает высоких урожаев. Только при снабжении растений водой, делающим возможным эвапотранспирацию по крайней мере 5-6 мм в сутки в критические периоды, обеспечивало получение высоких и устойчивых урожаев (таблица 1). Представленные результаты исследований подтверждают предположение относительно необходимости все более комплексного подхода к проблемам связанным с водным режимом почвы и растений.

M. Trybala

COMPARISON OF 10-DAY VALUES OF FIELD WATER CONSUMPTION BY SUGAR BEETS AND WINTER WHEAT, DETERMINED BY DIFFERENT METHODS

Summary

The respective field experiments were carried out in the period 1966-1970 at the Agricultural Experimental Station Swojec near Wrocław. The experiments have been established on soil developed from weakly loamy sand underlain by alluvial loose sand, by the method of randomized sub-blocks within the system with two variable factors: fertilization and irrigation. Exact investigations of water conditions took place on soil under sugar beets and winter wheat differently fertilized and irrigated. They compared measurements of soil moisture by the drier-weight, tensiometric, neutron and electrometric method as well as evaporation E_T measurements by means of the Wild's and Piche's evaporimeters.

The investigations have proved, among other things, that at natural rainfall conditions daily water consumption both by the sugar beets and winter wheat considerably varied depending on rainfall course in particular years (Figs. 2 and 3). The supplementary irrigation exerted a positive effect on daily water consumption, which was in accordance with growth and development rhythm of crops, what has found its confirmation in yields (Table 1).

The investigations enable also to conclude that in the soil and climatic conditions actual evapotranspiration ETR , not exceeding 3 mm/day, particularly in critical water requirement periods of sugar beets and winter wheat, does not ensure high yields. Only the water supply of crops, enabling evapotranspiration of at least 5-6 mm/day in critical period could secure high and stable yields (Table 1). The presented investigation results corroborate the presumption concerning more complex approach to the problems connected with water economy of soil and plant.