

METODY I NIEKTÓRE WYNIKI BADAŃ WPŁYWU
ZWIĘKSZONEGO NAWOŻENIA NA KSZTAŁTOWANIE SIĘ
ELEMENTÓW BILANSU WODNEGO

METHODEN UND EINIGE FORSCHUNGSERGEBNISSE ÜBER DEN EINFLUSS
DER VERMEHRTEN DÜNGUNG AUF DIE GESTALTUNG DER ELEMENTE
DER WASSERBILANZ

МЕТОДЫ И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЛИЯНИЮ
УСИЛЕННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ
ВОДНОГО БАЛАНСА

KAZIMIERZ MATUL, STANISŁAWA SARNACKA

Instytut Gospodarki Wodnej w Warszawie

Dyrektor: dr inż. Kazimierz Matul

WSTĘP

W związku z trudnościami w zaspokajaniu potrzeb wodnych gospodarki narodowej oraz przewidywanym silnym wzrostem tych potrzeb, zachodzi konieczność prowadzenia racjonalnej gospodarki skąpyimi zasobami wodnymi, aby przy zużyciu możliwie najnniejszej ilości wody uzyskać zamierzone efekty produkcyjne. Rolnictwu, jako największemu użytkownikowi wody stawia się pytania:

- a) czy można zmniejszyć obecne jednostkowe zużycie wody, powiększając jednocześnie dyspozycyjność obszarowych zasobów wodnych drogą polepszenia agrotechniki i poprawienia naturalnego obiegu wody?
- b) jaki wpływ będzie miała intensyfikacja produkcji roślinnej na bilans wodny, biorąc pod uwagę również nawodnienia?

Należy w tym miejscu podkreślić, że w zakresie polepszenia warunków środowiska i podniesienia wydajności w rolnictwie, dużą wagę przywiązuje się do usprawnienia procesów fotosyntezy i tworzenia plonu na drodze lepszego wykorzystania energii słonecznej i stosowania odpowiednich odmian roślin, które przy największym zużyciu energii na two-

rzenie masy wykazują najmniejsze jednostkowe zużycie energii i wody na transpirację.

Dla rozwiązania tego problemu w układzie gleba, roślina, atmosfera niezbędne jest poznanie optymalnych warunków podziału promieniowania na parowanie oraz na wymianę z atmosferą i glebą. Ponieważ warunki te odpowiadają optymalnemu uwilgotnieniu gleby, zachodzi potrzeba badań zjawisk hydrometeorologicznych w powiązaniu ze zjawiskami promieniowania, czyli bilansu wodnego z bilansem cieplnym.

Na podstawie tego założenia ukierunkowano badania na stacjach w Swojcu, Borowej Górze i Zalesiu Borowym. Celem tych badań jest nie tylko poznanie wpływu intensyfikacji produkcji roślinnej na parowanie, polowe zużycie wodne, retencję użyteczną i odpływ, ale również opracowanie empirycznych zależności, umożliwiających przenoszenie wyników badań uzyskiwanych w stacjach i punktach badawczych na większe obszaru kraju. Aby szybciej osiągnąć ten cel i uzyskać możliwie najbardziej obiektywne wyniki stosujemy równolegle 3 metody badawcze:

- 1) bilansu wodnego gleby,
- 2) ewaporometryczną,
- 3) bilansu radiacyjno-cieplnego.

Każda z wymienionych metod ma swoje zalety i wady. W kilku zdaniach można je streścić następująco. Metoda bilansu wodnego gleby na polach ustalonych określa polowe zużycie wodne będące sumą strat (parowania i odpływu) oraz niekontrolowanych przychodów (podsiąk). Metoda ewaporometryczna daje wyniki częściowo skażone z powodu różnic ekologicznych w warunkach ewaporometrów w stosunku do otaczającego środowiska, zaś metoda bilansu cieplnego wymaga pracochłonnych pomiarów, a wprowadzone uproszczenia dla zmniejszenia tej pracochłonności powodują zmniejszenie dokładności wyników. Dzięki zachowaniu zasady możliwie najmniejszego zróżnicowania warunków naturalnych i w ewaporometrze można przyjąć, że przeniesienie wyników ze skali ewaporometru stosowanego w IGW (umieszczonego w łanie roślin) na skalę pola ustalonego jest uzasadnione. Dotyczy to zwłaszcza przeniesienia takich wartości, jak stosunku parowania do polowego zużycia wody z ewaporometru w celu określenia udziału parowania w polowym zużyciu wodnym.

Przy zachowaniu warunku odpowiedniej ilości powtórzeń ewaporometrów umieszczonych na polu ustalonym otrzymujemy w ten sposób wyniki parowania w skali małego pola, a więc mające większą przydatność dla praktyki. Odniesienie tych wyników do bilansu promieniowania lub tzw. parowania możliwego (E_m)*), względnie parowania potencjal-

*) Gdy cała wartość bilansu promieniowania zużywana jest na parowanie.

nego (E_p) *) umożliwia określenie współczynników parowania w zależności od rodzaju roślin i wysokości plonu. Daje to podstawę do bezpośredniego przenoszenia wyników na inne obszary o podobnych warunkach glebowo-wodnych, lub do opracowania innych zależności empirycznych w oparciu o inne elementy hydrometeorologiczne. Poza tym zastosowanie uproszczonego bilansu cieplnego umożliwia określenie parowania na podstawie wartości bilansu promieniowania, wymiany ciepła z glebą oraz gradientów wilgotności powietrza i temperatur.

Dokładny opis Stacji Badawczej IGW w Swojcu koło Wrocławia, organizacji badań stosowanych metod zamieszczony jest w innych pracach z tego zakresu, dlatego też ograniczamy się tu do pobieżnej charakterystyki.

Pola doświadczalne Stacji w Swojcu, na których prowadzone są badania, mają gleby lekkie, zwierciadło wody gruntowej waha się od 80 cm na wiosnę do 150—180 cm w lecie i wczesną jesienią.

Badaniami objęto ziemniaki, owies, żyto **) i mieszankę zbożowo-strączkową w płodozmianie oraz trawy ***) , odłóg i czarny ugór wyłączone z rotacji. Doświadczenia prowadzono w czterech powtórzeniach. Polowe zużycie wodne wyliczano w oparciu o następujący wzór:

$$S = W_p + P - W_k$$

gdzie: S — polowe zużycie wodne w mm,
 W_p — wilgotność gleby początkowa,
 P — opad,
 W_k — wilgotność gleby końcowa.

Uwilgotnienie gleby określano metodą suszarkowo-wagową w 7 poziomach na każdym poletku co dekadę, opad mierzono deszczomierzem Helmana na wysokości 1 m. Poziom wody gruntowej określany był za pomocą piezometrów rozmieszczonych na polu doświadczalnym w ilości 23 sztuki oraz na polach przyległych 19 sztuk. Parowanie metodą ewaporometryczną w okresach dekadowych określano według wzoru:

$$E = P + \frac{q_1 - q_2}{0,3} - W_p$$

gdzie: E — parowanie terenowe za dekadę w mm,
 P — suma dekadowa opadów atmosferycznych w mm,

*) Gdy znaczna część bilansu promieniowania lub E_m jest zużywana na parowanie w warunkach bujnej roślinności i niezakłóconego zaopatrywania roślin w wodę.

**) Od 1966 r. w miejsce żyta wprowadzono pszenicę.

***) Badania nad trawami prowadzone na terenie Stacji oraz od roku 1966 w warunkach naturalnych, na łące odległej od Stacji około 600 m.

- q_1 — ciężar ewaporometru na początku dekady w kg,
 q_2 — ciężar ewaporometru na końcu dekady w kg,
 W_p — objętość przesiąków przeliczona na mm.

Przy stosowaniu metody ewaporometrycznej opad mierzono deszczomierzem o powierzchni 3000 cm², odpowiadającej powierzchni ewaporometru, umieszczonym na tej samej głębokości. Ważenie ewaporometrów odbywało się w tych samych terminach co pomiary pozostałych elementów bilansu wodnego.

Przy określaniu parowania metodą bilansu cieplnego zastosowano zmodyfikowany i uproszczony wzór Romanowa w oparciu o średnie i sumy dekadowe elementów radiacyjno-cieplnych.

$$E = 10 \sum_1^{24} \frac{Q}{60 \left(1 + 0,64 \frac{\Delta t}{\Delta e} \right)} - \frac{\bar{G}}{\bar{m}}$$

gdzie: Δt i Δe — gradienty temperatury i prężności pary wodnej na podstawie średnich godzinnych dekadowych wartości z poziomu 50 i 200 cm,

\bar{m} — średnia wartość mianownika wzoru

$$\bar{m} = \frac{60 \left(1 + 0,64 \frac{\Delta t}{\Delta e} \right)}{24}$$

\bar{G} — wymiana ciepła z glebą za dekadę.

Parowanie możliwe i potencjalne wyliczono w oparciu o wzór K. Matula.

$$E_m = 0,5 \sqrt{\frac{R}{L} \cdot \Sigma t} \text{ (wzór na parowanie możliwe) i}$$

$$E_p = 0,41 \sqrt{\frac{R}{L} \cdot \Sigma t} \text{ (wzór na parowanie potencjalne)}$$

R — bilans radiacyjny,

L — ciepło utajone parowania,

t — suma średnich dziennych temperatur.

WYNIKI BADAŃ

Na rys. 1 przedstawiono średnie miesięczne wartości polowego zużycia wodnego ziemniaków, owsa i czarnego ugoru z lat 1962—1965. Z analizy danych wynika, że największe polowe zużycie wodne ziemniaków za omawiany okres przypadło w lipcu i nieco mniejsze w czerwcu. Odchylenia od średniej wieloletniej obserwuje się w roku 1963, o obfitych

opadach w maju wynoszących 122,9 mm (w tym opad burzowy ponad 80 mm w ciągu kilku godzin). Natomiast pozostałe miesiące okresu wegetacyjnego omawianego roku miały bardzo niskie opady, co wpłynęło ujemnie na wzrost i rozwój ziemniaków. Zachodziła obawa, że rośliny ulegną zupełnemu zniszczeniu. Przypuszczalnie miałyby to miejsce, gdyby nie zapas wody w glebie, dzięki któremu rośliny mogły przetrwać krytyczny dla nich okres. W czasie tym nastąpiło bardzo silne wyczerpanie retencji glebowej, która zmniejszyła się z zapasu 288,1 mm w kwietniu do 123,7 mm w sierpniu.

Należy przypuszczać, że z 127,4 mm polowego zużycia wodnego ziemniaków w maju, tylko niewielka część opadu została zużyta na transpirację roślin i parowanie z gleby, a resztę stanowiły — wsiąkanie zasila-
jące wody gruntowe oraz spływ powierzchniowy. Potwierdza to przebieg polowego zużycia wody na czarnym ugorze oraz szybkie podnoszenie się poziomu wody gruntowej w tym czasie, jak również dane uzyskiwane za pomocą lizymetrów, z których wynika, że większe opady powodowały wyższe przesiąki (tab. 2 i 3).

W przypadku owsa najwyższe wartości polowego zużycia wodnego przypadają na maj lub czerwiec, w zależności od rozpatrywanego roku.

Tabela 1

Plony ziemniaków i owsa w q/ha

Roślina	1962		1963		1964		1965	
	NPK	2NPK	NPK	2NPK	NPK	2NPK	NPK	2NPK
Ziemniaki	336,1	—	329,5	395,6	430,0	476,0	282,9	312,8
Owies	15,4	—	22,0	31,5	25,4	28,7	25,7	29,4

Z wyjątkiem roku 1963, w którym, podobnie jak to miało miejsce z ziemniakami, nastąpił bardzo gwałtowny wzrost zużycia wodnego, a następnie stopniowy spadek aż do 11,2 mm w sierpniu (sprzęt). Trudniej natomiast jest wytłumaczyć raptowny wzrost polowego zużycia wodnego na polach po owsie, który notowano we wrześniu. W tym przypadku należałoby przyjąć wyjaśnienie podane przy rozpatrywaniu gwałtownego wzrostu polowego zużycia wodnego w odniesieniu do ziemniaków w maju 1963 r. Analizując wpływ zróżnicowanego nawożenia na przebieg polowego zużycia wodnego ziemniaków i owsa stwierdzono, że nie ma ścisłej zależności między zwiększonym nawożeniem a wzrostem polowego zużycia wody. Stosowanie podwójnej dawki NPK powodowało (jak to wynika z podanego zestawienia) bardzo duży wzrost plonów (w niektórych przypadkach około 50%), przy nieznacznie większym zużyciu wodnym.

Rozpatrując stosunek parowania do polowego zużycia wodnego roślin stwierdzono, że uzyskane wartości polowego zużycia wodnego są nieco

Tabela 2

Bilans wodny ewaporometrów (A) z ziemniakami i bilans wodny pól ustalonych (B) z ziemniakami
Swojec 1964 r.

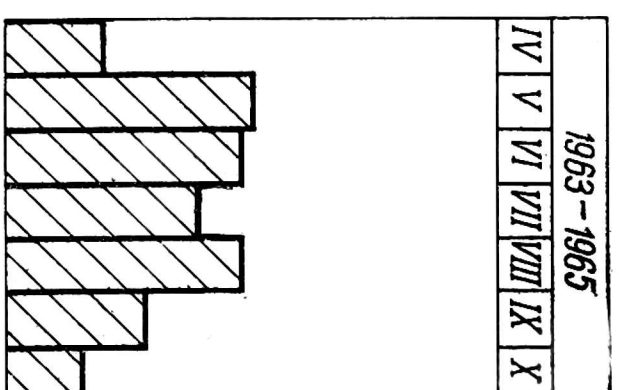
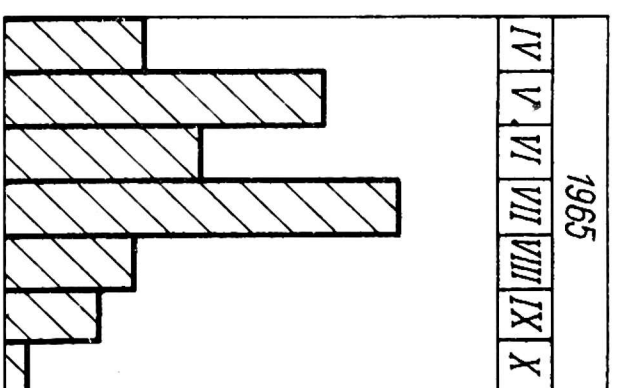
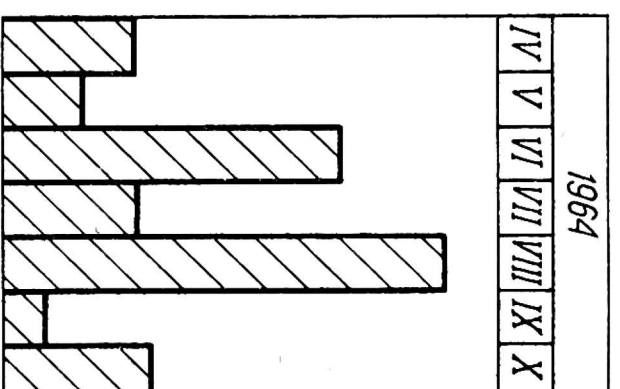
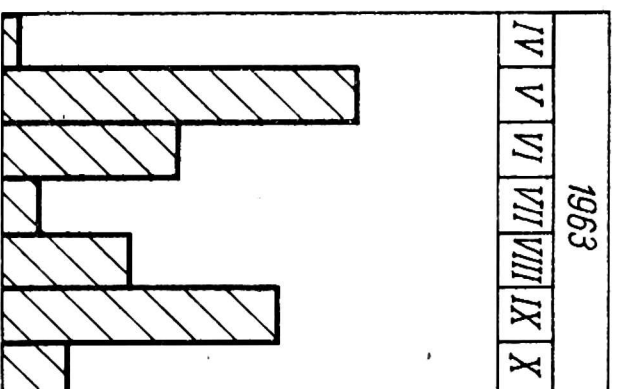
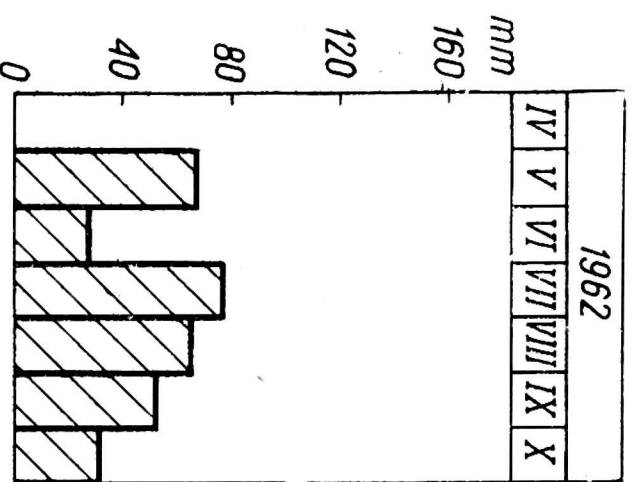
Miesiące	Opady mm	Parowanie mm		Przeziąki mm		Przyrosty retencji mm		Zużycie po- lowe wody mm		Stosunek parowania do zużycia polowego wody	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A											
V	28,7	50,8	50,8	—	—	—22,1	—22,1	50,8	50,8	1,00	1,00
VI	122,2	89,6	91,2	13,9	13,4	18,7	17,6	103,5	104,6	0,87	0,87
VII	40,9	136,6	131,0	1,8	0,6	—97,5	—90,7	138,4	131,6	0,99	0,99
VIII	161,7	82,8	90,5	—	—	78,9	71,2	82,8	90,5	1,00	1,00
IX	15,7	43,6	46,9	—	—	—27,9	—31,2	43,6	46,9	1,00	1,00
V—IX	369,2	403,4	410,4	15,7	14,0	—49,9	—55,2	419,1	424,4	0,96	0,96
B											
V	28,7	57,8	68,8	—	—	—28,7	—40,1	57,4	68,8		
VI	122,2	104,4	106,7	11,0 *)	15,9	6,8	0,4	115,4	122,6		
VII	40,9	103,6	88,4	1,0	0,9	—63,7	—48,8	104,6	89,3		
VIII	161,7	90,4	87,1	—	—	71,3	74,6	90,4	87,1		
IX	15,7	40,4	53,4	—	—	—24,7	—37,7	40,4	53,4		
V—IX	369,2	396,2	404,4	12,0	16,8	—39,0	—52,0	408,2	421,2		

a — nawożenie podstawowe: 250 q/ha obornika, 36 kg/ha P_2O_5 , 80 kg/ha K_2O i 30 kg/ha N

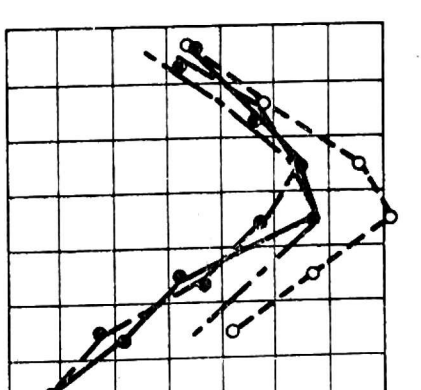
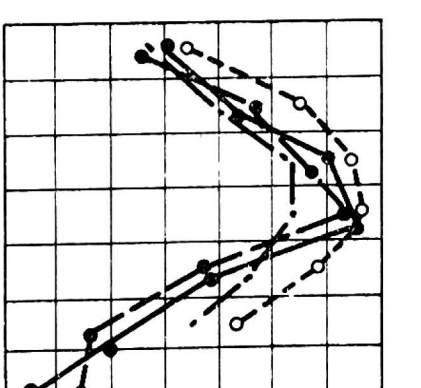
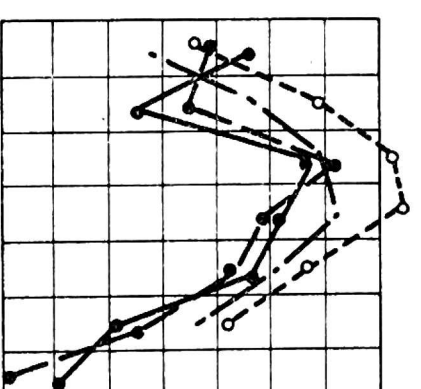
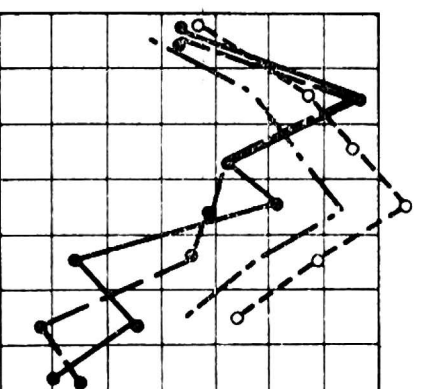
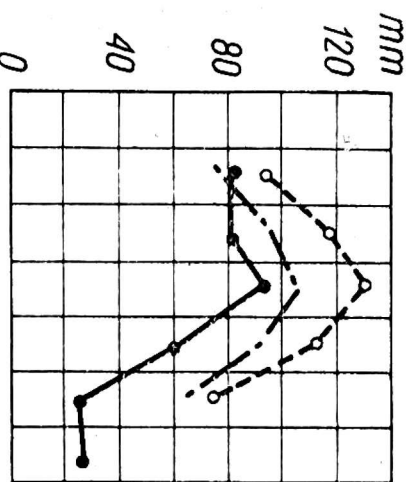
b — nawożenie intensywne: NPK — dwukrotnie wyższe

*) w bilansie wodnym pól ustalonych został uwzględniony przeziąk (odpływ) wyliczony w oparciu o bilans wodny ewaporometrów

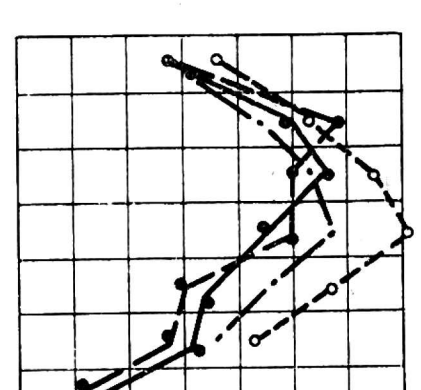
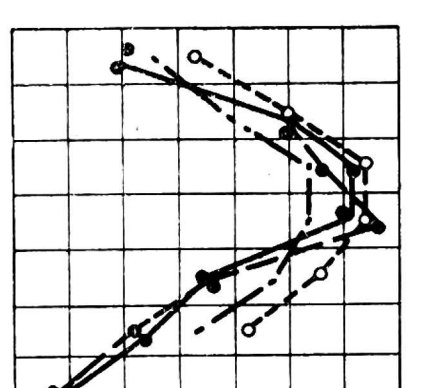
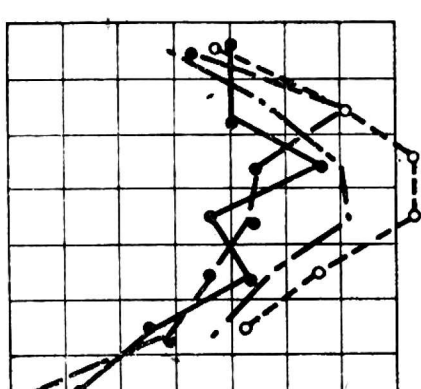
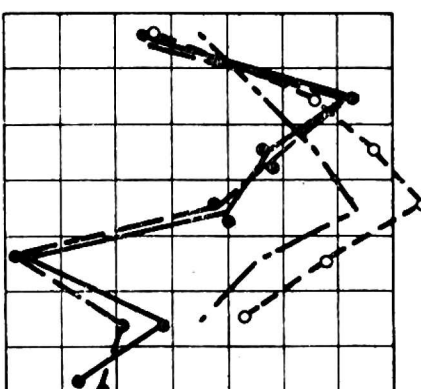
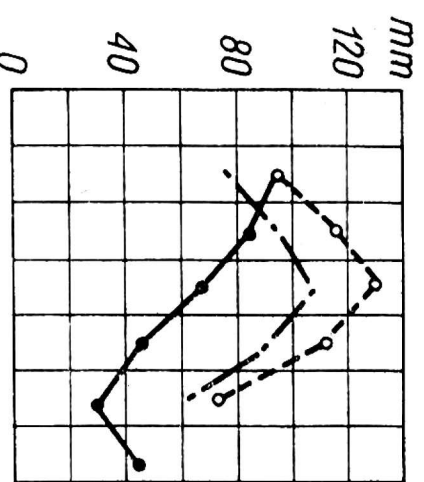
zawyżzone (tab. 2 i 3). Przypuszczalnie w warunkach polowych Swojca jest to wynikiem podsiąku. Natomiast w przypadku ewaporometrów, gdzie od polowego zużycia oddzielony jest przeziąk i gdzie nie występuje dopływ wody z zewnątrz w postaci podsiąku, roślina gospodaruje tylko zapasem wody pochodzącej z opadów. Zastanawiający natomiast i trudny do logicznego wytłumaczenia jest fakt, że parowanie określane metodą ewaporometrów było w każdym roku w okresie fazy krytycznej rozwoju roślin wyższe od wartości parowania uzyskiwanego w warunkach polowych. Częściowo można to wytłumaczyć sztucznymi w pewnym stopniu warunkami rozwoju roślin w ewaporometrach, większym korzystaniem z dopływu energii cieplnej z zewnątrz (nie zawsze zwarty łąn, pomimo usiłowań uniknięcia warunków oazy), korzystaniem w tym okresie



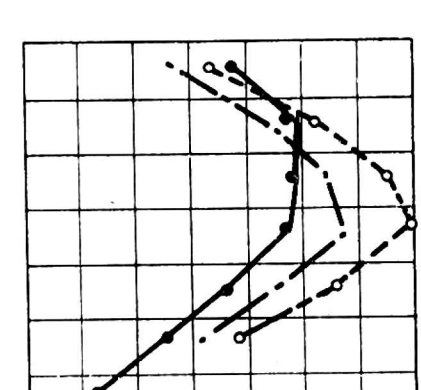
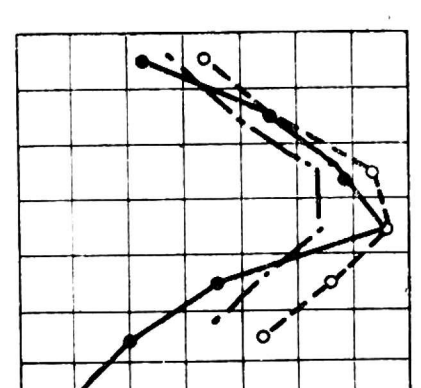
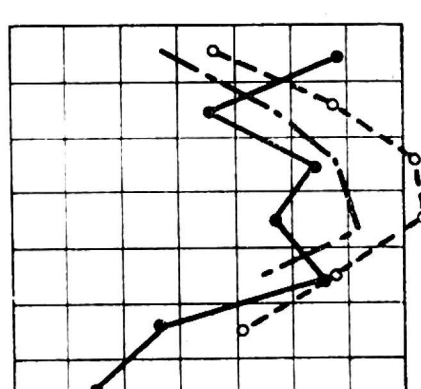
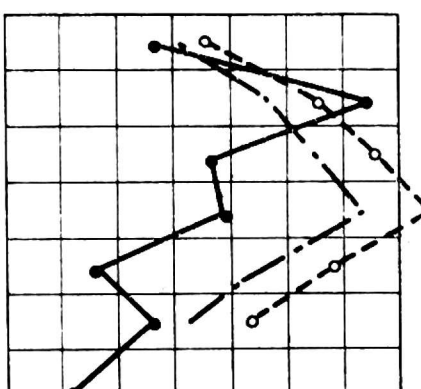
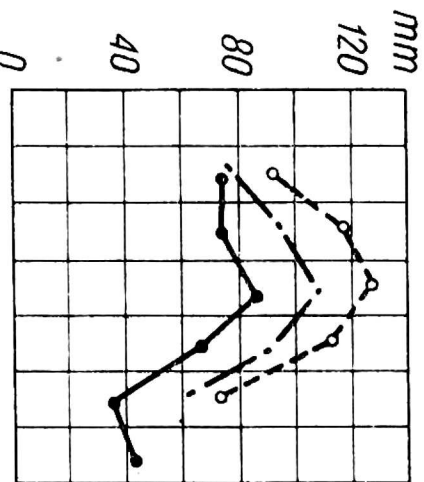
Ziemiaki



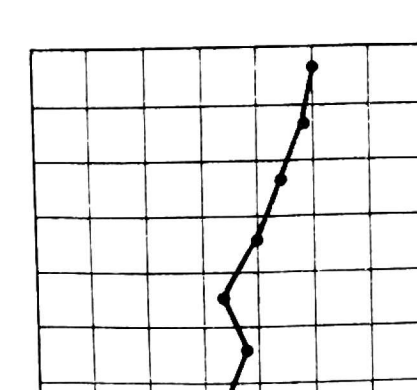
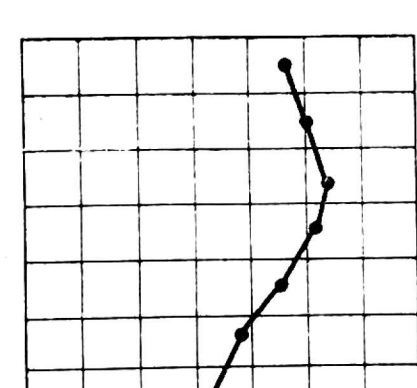
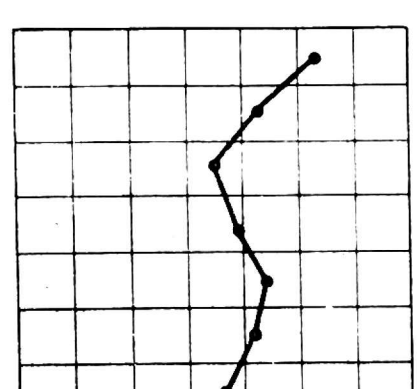
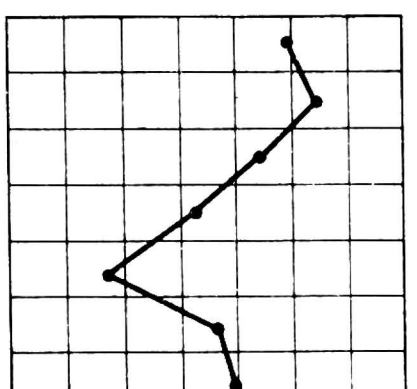
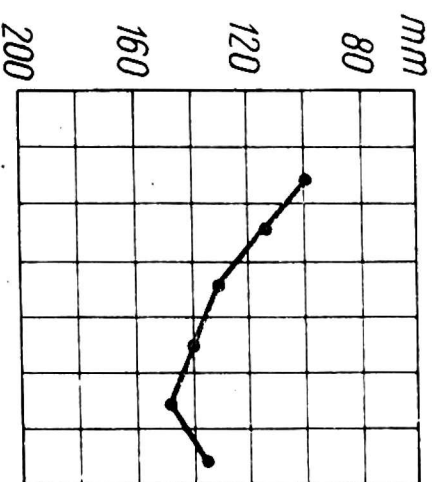
Owies



Czarny Ugor



Poziom wody gruntowej w cm



—●— Zuzycie - nawozenie podstawowe
—●— Zuzycie - nawozenie intensywne

—○— Parowanie mozliwe
- - - Parowanie potencjalne

Rys. 1. Wartości miesięczne połowego zużycia wodnego, parowania możliwego, parowania potencjalnego, opadów oraz poziom wody gruntowej w latach 1962—1965

Tabela 3

Bilans wodny ewaporometrów (A) z owsem i bilans wodny pól ustalonych (B) z owsem
Swojec 1965

Miesiące	Opady mm	Parowanie mm		Przeziąki mm		Przyrosty retencji mm		Zużycie po- lowe wody mm		Stosunek parowania do zużycia polowego wody	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A											
IV	51,9	27,9	27,9	13,4	13,4	14,8	14,8	41,3	41,3	0,67	0,67
V	116,2	57,5	55,0	46,2	47,8	12,5	13,4	103,7	102,8	0,56	0,56
VI	71,4	143,2	137,5	6,0	6,0	— 77,8 —	— 72,1 —	149,2	143,5	0,96	0,96
VII	155,4	90,9	100,7	11,4	10,3	53,1	44,4	102,3	111,0	0,89	0,91
VIII	47,1	58,0	57,8	0,2	0,2	— 11,1 —	— 10,9 —	58,2	58,0	1,00	1,00
IX	34,0	38,4	33,3	0,1	0,0	— 4,5 —	0,6	38,5	33,3	1,00	1,00
IV—IX	476,0	415,9	412,2	77,3	77,7	— 13,0 —	9,8	493,2	489,9	0,84	0,84
B											
IV	51,9	25,2	29,2	12,4 *)	14,4	14,3	8,3	37,6	43,6		
V	116,2	53,2	54,1	42,1	42,6	20,9	19,5	95,3	96,7		
VI	71,4	119,8	107,6	5,0	4,5	— 53,4 —	— 40,7 —	124,8	112,1		
VII	155,4	110,0	121,3	13,6	12,0	31,8	22,1	123,6	133,3		
VIII	47,1	71,1	73,2	—	—	— 24,0 —	— 26,1 —	71,1	73,2		
IX	34,0	51,2	46,4	—	—	— 17,2 —	— 12,4 —	51,2	46,4		
IV—IX	476,0	430,5	431,8	73,1	73,5	— 27,6 —	— 29,3 —	503,6	505,3		

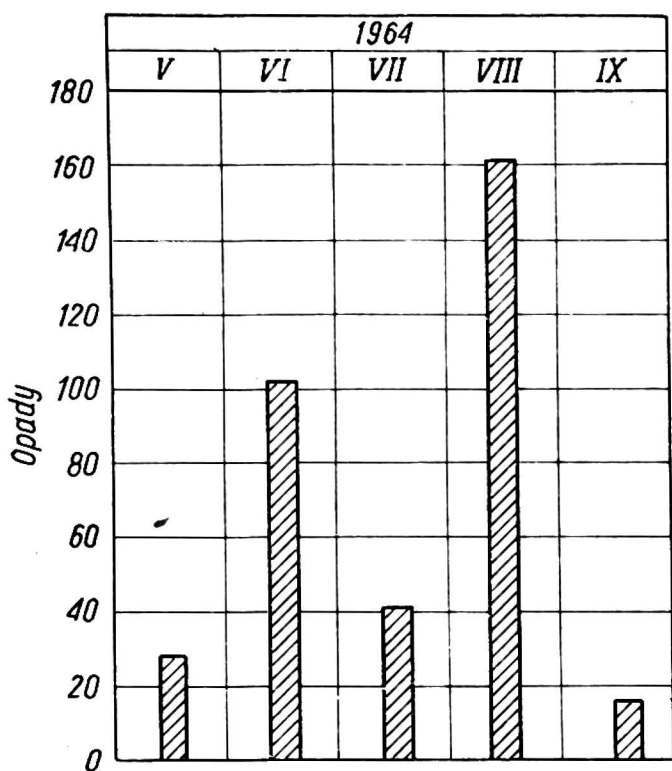
a — nawożenie podstawowe: 27 kg/ha P_2O_5 , 60 kg/ha K_2O , 30 kg/ha N

b — nawożenie intensywne: dwukrotnie wyższe

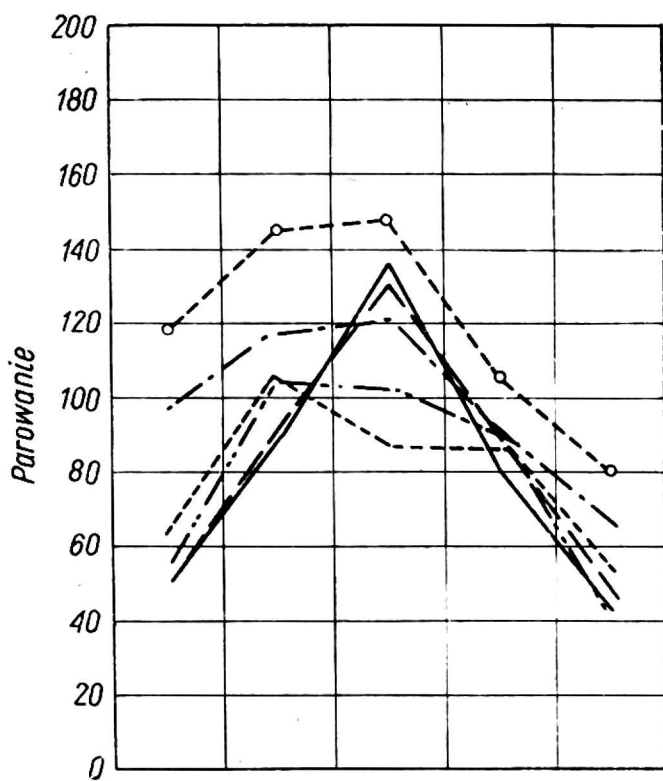
*) w bilansie wodnym pól ustalonych został uwzględniony przeziąk (odpływ) wyliczony w oparciu o bilans wodny ewaporometrów

z większego zasobu wilgotności nagromadzonej w dolnych partiach monolitu, która z chwilą silnie rozwiniętego systemu korzeniowego może być wykorzystywana przez rośliny, podczas gdy w tym czasie na polach w warunkach naturalnych nie można liczyć się z wpływem podziąku, ponieważ w miesiącach letnich poziom wody gruntowej osiąga najniższe wartości (150—180 cm poniżej powierzchni terenu).

Rysunki 2 i 3 obrazują parowanie ziemniaków (1964 r.) i owsa (1965 r.) a) wyliczone z polowego zużycia wodnego, b) zmierzone metodą ewaporometryczną i c) zmierzone metodą bilansu cieplnego (tylko w 1965 r.) oraz d) parowanie potencjalne i e) parowanie możliwe wyliczone w oparciu o wzory K. Matula. Z rysunku 3, ilustrującego wzajemny stosunek wartości parowania otrzymanego przy stosowaniu trzech uwzględnionych



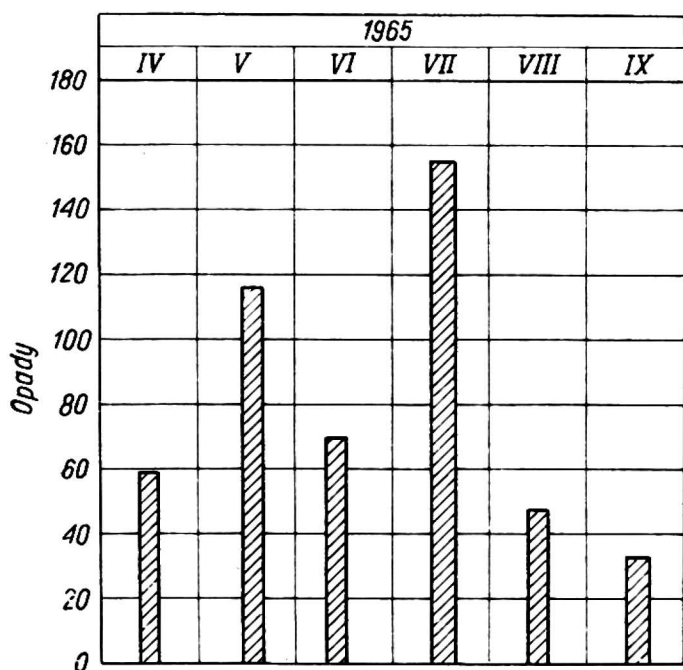
Zmierzone za pomocą ewaporometru
 — nawożenie podstawowe
 - - - - - nawożenie intensywne



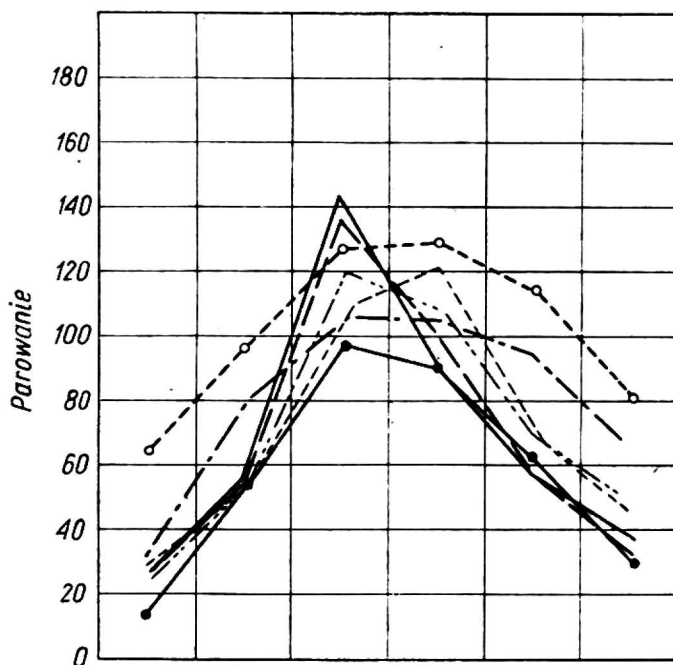
Wyliczone z bilansu wodnego 1m warstwy gleby
 - - - - - nawożenie podstawowe
 - - - - - nawożenie intensywne

Wyliczone wg wzoru K. Matula
 -○-○-○- możliwe
 - - - - - potencjalne

Rys. 2. Parowanie i opady w mm, ziemniaki — Swojec 1964 r.



Zmierzone za pomocą ewaporometru
 — nawożenie podstawowe
 - - - - - nawożenie intensywne



Wyliczone z bilansu wodnego 1m warstwy gleby
 - - - - - nawożenie podstawowe
 - - - - - nawożenie intensywne

Wyliczone wg wzoru K. Matula
 -○-○-○- możliwe
 - - - - - potencjalne
 -●-●-●- mierzone bilansem cieplnym

Rys. 3. Parowanie i opady w mm, owies — Swojec 1965 r.

w badaniach metod wynika, że w miesiącu kwietniu i maju oraz sierpniu i wrześniu wysokości parowania były do siebie zbliżone. Zróżnicowanie wystąpiło w miesiącach czerwcu i lipcu, w których najniższe wartości parowania uzyskano za pomocą metody bilansu cieplnego, następnie bilansu wodnego gleby oraz najwyższe przy stosowaniu metody ewaporometrycznej. Sumy parowania za okres wegetacyjny określone przy pomocy metody ewaporometrycznej i bilansu wodnego gleby są bardzo zbliżone zarówno w przypadku owsa jak i ziemniaków. Natomiast zaznaczają się różnice w przebiegu sum miesięcznych. Porównując wartości uzyskane za pomocą omówionych metod z wartościami parowania potencjalnego i możliwego (tab. 4, rys. 2 i 3) wyliczonego w oparciu o wzory

Tabela 4

Sumy miesięczne parowania możliwego i potencjalnego w mm według wzorów
K. Matula
Swojec

Rok	Miesiące						Sumy
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
1962	—	95,2 *)	119,2	129,0	114,1	73,8	
	—	78,0	97,7	105,7	93,5	60,5	
1963	71,3	114,5	133,5	150,3	118,8	84,4	672,8
	58,5	93,9	109,5	123,2	97,4	69,2	551,7
1964	72,9	119,3	145,0	147,8	110,6	81,4	677,0
	59,8	97,8	118,9	121,2	90,7	66,7	555,1
1965	64,1	97,4	128,2	128,8	115,5	82,3	616,3
	52,6	79,8	105,2	105,6	94,7	67,5	505,4
Średnia	69,4	106,6	131,5	140,0	114,8	80,5	655,4
z 1962—1965	57,0	87,4	107,8	113,9	94,1	66,0	537,4

*) W liczniku parowanie możliwe, w mianowniku potencjalne.

K. Matula stwierdza się, że w zasadzie nie przekraczają one (z wyjątkiem niektórych przypadków fazy krytycznej badanych roślin) parowania potencjalnego i prawie nigdy nie osiągają granic parowania możliwego.

Z tabeli 5 wynika, że stosunki parowania rzeczywistego do możliwego i potencjalnego za okres wegetacyjny były zarówno dla ziemniaków w 1964 roku, jak i dla owsa w 1965 roku bardzo zbliżone. Mimo bardzo wysokich plonów parowanie rzeczywiste było zawsze mniejsze od parowania potencjalnego i stanowiło od 0,82 do 0,86 jego wartości.

Z uwagi na to, że analiza wyników uzyskanych przy stosowaniu trzech metod równocześnie dotyczy jednego roku, ograniczono się tylko do przedstawienia danych, nie podejmując się szczegółowej interpretacji zjawiska.

Tabela 5

Stosunek parowania rzeczywistego do możliwego i potencjalnego za okres
wegetacyjny
Swojec

Roślina	Parowanie możliwe E_m	Parowanie potencjalne E_p	Parowanie rzeczywiste E_r		$\frac{E_r}{E_m}$		$\frac{E_r}{E_p}$	
			a	b	a	b	a	b
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ziemniaki V—IX. 1964	604,1	495,3	410,4	404,4	0,68	0,67	0,83	0,82
Owies IV—IX. 1965	616,3	505,4	412,2	431,8	0,67	0,70	0,82	0,86

a — metoda ewaporometryczna

b — metoda bilansu wodnego gleby

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można wyciągnąć kilka ogólnych wniosków:

1. Nie stwierdzono ścisłej zależności między wzrostem plonów pod wpływem zwiększonego nawożenia a połowym zużyciem wodnym badanych roślin. Przy wzroście plonów w niektórych przypadkach o około 50% wartość połowego zużycia wodnego w zasadzie nie uległa zmianie.
2. Wzrost wydajności z ha następował głównie dzięki ekonomiczniejszemu wykorzystaniu tych samych zasobów wodnych.
3. Stwierdzono dużą zależność ilości przesiąków od natężenia opadu.
4. W przypadku niewystarczającej ilości opadów następowało wyczerpywanie przez rośliny zapasów wody glebowej.
5. Przez zastosowanie przejścia od modelu ewaporometru do modelu pola ustalonego za pomocą stosunku parowania do połowego zużycia wodnego, można w przybliżeniu wyodrębnić parowanie z zużycia połowego.
6. Z przeprowadzonej analizy wynika wniosek, że uogólnienie wyników badań nad gospodarką wodną roślin w układzie gleba — roślina — atmosfera jest możliwe pod warunkiem łącznego stosowania metod: bilansu wodnego gleby, lizymetrycznej i bilansu cieplnego oraz uzupełnienia ich badaniami w zakresie ruchu wody w glebie, z uwzględnieniem przede wszystkim przesiąku i podsiąku.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Aufsatz wurden in allgemeinen die an der Forschungsstation des Institutes für Wasserwirtschaft Swojec (bei Wrocław) und in der Meteorologischen Beobachtungsstelle der Landwirtschaftlichen Hochschule Wrocław-Swojec angewandten angegebenen Methoden und auch einige Forschungsergebnisse der Jahren 1962 bis 1965 — einer Analyse unterzogen.

Die Forschungen an der Forschungsstelle Swojec wurden an den Versuchsfeldern geführt für welche eine vorherbestimmte Fruchtfolge eingeführt und gesonderte Düngungs- u. Bewässerungsart angewandt wurde. Die Versuchsarbeiten sollten folgende Bestimmungen ermöglichen:

- den feldmässigen Verbrauch des Wassers (die Gesamtzahl der Verdunstung und des Abflusses) am Grund der Wasserbilanzen des Bodens,
- der Bodenverdunstung,
 - a) in den Lysimetern gemessenen,
 - b) durch die Absonderung des Feldverbrauches am Grund des, in den Lysimetern festgestellten Verhältnisses der Verdunstung zu dem Verbrauch gerechneten,
 - c) am Grund der vereinfachten Gleichung des Wärmebilanzen gerechneten,
- der potenziellen und möglichen Verdunstung am Grund der Radiation- u. Wärmebilanzen
- der Dynamik der Bodenfeuchtigkeit und der nützlichen Retenz.

In dem Aufsatz wurden die Ergebnisse Analyse untergezogen und die Abhängigkeit zwischen dem feldmässigen Wasserverbrauch, der Bodenverdunstung potenziellen und möglichen für Kartoffeln im 1964 J. auch für den Hafer aus dem 1965 J. charakterisiert.

Beispielweise wurde ein Vergleich des Verlaufes der mittleren Monatswerte des Wasserfeldverbrauches in der Sommerzeit der Jahre 1962—1965 (auch im mittleren Jahr) für Kartoffel- u. Haferversuchsfeldern und für das Brachfeld angegeben.

Aus der angeführten Analyse kann man schlüssen, dass die Verallgemeinerung der Forschungsergebnisse über die Pflanzenwasserwirtschaft in dem System: Boden-Pflanze (Atmosphäre) — is möglich — bei Bedingung dass die Methoden der Wasserbilanzen des Bodens, Lysimetermethode und Wärmebilanzen angewandt werden.

РЕЗЮМЕ

В работе приведена общая характеристика применяемых методов, а также проанализированы некоторые результаты исследований, проведенных в 1962—65 гг. на Опытной станции Института водного хозяйства Своец и на Метеорологической станции Высшей с/х школы в Своеце.

Исследования на Опытной станции, проводимые на полях с принятым севооборотом и переменными величинами доз удобрений и воды, а также исследования на Метеорологической станции позволяют определять:

- полевое водопотребление (сумма испарения и стока) на основе водного баланса почвы;
- испарение с поверхности
 - a) замеренное в испарителях,

- б) высчитанное из полевого водопотребления с помощью полученных в испарителях отношений испарения к водопотреблению,
- в) определенное из упрощенного уравнения теплового баланса;
- возможное и потенциальное испарение, определяемое на базе радиационно-теплового баланса;
- динамику влажности почвы и полезной аккумуляции.

В работе проанализированы результаты опытов и сформулированы зависимости между полевым водопотреблением, испарением с поверхности, потенциальным и возможным испарением для картофеля в 1964 г. и для овса в 1965 г.

В качестве примера проведено сравнение хода среднемесячных величин полевого водопотребления для периода 1962—65 гг. и для среднего года, для делянок под картофелем, овсом и под паром.

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что обобщение результатов исследований по водному хозяйству растений в системе почва—растение—атмосфера возможно только при условии совместного использования методов одного баланса почвы, теплового баланса и метода исследований с помощью испарителей.

STRESZCZENIE

W pracy opisano w ogólnym zarysie stosowane metody oraz przeanalizowano niektóre wyniki badań uzyskane w latach 1962—1965 na Stacji Badawczej Instytutu Gospodarki Wodnej w Swojcu koło Wrocławia i w Obserwatorium Meteorologicznym WSR Swojec. Badania na Stacji Swojec prowadzone na polach ustalonych o przyjętym płodozmianie ze zróżnicowanym nawożeniem i nawodnieniem oraz pomiary elementów meteorologicznych z Obserwatorium umożliwiają określenie:

- 1) polowego zużycia wodnego (suma parowania i odpływu) na podstawie bilansu wodnego gleby,
- 2) parowania terenowego
 - a) pomierzonego w lizymetrach,
 - b) obliczonego przez wyodrębnienie parowania od polowego zużycia wodnego ustalonego w lizymetrach,
 - c) określonego z uproszczonego równania bilansu cieplnego,
- 3) parowania możliwego i potencjalnego określonego w oparciu o bilans radiacyjno-cieplny,
- 4) dynamiki uwilgotnienia gleby oraz retencji użytecznej.

W pracy przeanalizowano wyniki i scharakteryzowano zależności pomiędzy polowym zużyciem wodnym, parowaniem terenowym, potencjonalnym i możliwym dla ziemniaków w 1964 i owsa w 1965 roku. Również przykładowo podano porównanie przebiegu średnich miesięcznych wartości polowego zużycia wodnego przez ziemniaki, owies i ugór w poszczególnych latach 1962—1965 i średnio za lata 1963—1965. Z przeprowadzonej analizy wynika wniosek, że uogólnienie wyników badań nad gospodarką wodną roślin w układzie gleba — roślina — atmosfera jest możliwe pod warunkiem łącznego stosowania metod bilansu wodnego gleby, lizymetrycznej oraz bilansu cieplnego.