

PLONOWANIE ROŚLIN W ZMIANOWANIU NA LUŻNEJ GLEBIE PIASZCZYSTEJ W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO DESZCZOWANIA, NAWOŻENIA I GŁĘBOKOŚCI ORKI

Zdzisław Gonet, Józef Hendrysiak, Helena Kozłowska, Jan Pabin

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Nawadnianie deszczowniane w warunkach Polski wkracza do praktyki i staje się jednym z zabiegów o dużym działaniu na plony. Korzystne działanie deszczowania na glebach kompleksów pszennych lub żytnich bardzo dobrych lub dobrych pod takie rośliny jak warzywa, okopowe, przemysłowe zostało stwierdzone w licznych doświadczeniach [1, 2].

Dyskusyjną jest natomiast sprawa deszczowania na glebach piaszczystych kompleksów żytniego słabego i bardzo słabego. Efektywność nawadniania na glebach lekkich, na których występują często okresy suszy glebowej, powinna być duża [3]. Nie jest to jednak dostatecznie udowodnione [4, 5, 7]. Duże wątpliwości budzi ekonomika — wobec niskich cen jednostkowych płodów rolniczych uprawianych na glebach lekkich, nawadnianie na tych glebach może okazać się nieopłacalne. Zagadnienia te mogą być jednak rozstrzygnięte tylko w oparciu o liczne doświadczenia ścisłe, których dotychczas jest jednak bardzo niewiele.

CEL, WARUNKI I METODYKA DOŚWIADCZENIA

Doświadczenie płodozmianowe założone w 1967 r. w Zakładzie Doświadczalnym Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Łaskowicach Oławskich miało na celu maksymalnie uintensywnić produkcję roślinną na luźnej całkowitej glebie piaszczystej poprzez zastosowanie na tle obfitego nawożenia organicznego, nawadniania deszczownianego, melioracyjnej orki i wysokiego nawożenia mineralnego. Doświadczenie posiadało trzy czynniki zmienne, a mianowicie: czynnik I rzędu — dawki wody:

- 1) bez nawadniania,
- 2) nawadnianie, gdy wilgotność gleby obniżała się poniżej 60% polowej pojemności wodnej,
- 3) nawadnianie, gdy wilgotność gleby obniżała się poniżej 80% polowej pojemności wodnej,

czynnik II rzędu — różne głębokości orki:

- 1) orka zwykła na głębokość 25 cm,
- 2) orka melioracyjna na głębokość 35 cm,
- 3) orka melioracyjna na głębokość 45 cm,

czynnik III rzędu — nawożenie mineralne:

- 1) pojedyncze NPK,
- 2) podwójne NPK.

W oparciu o opis i analizy czterech odkrywek glebowych glebę, na której założono doświadczenie, zaszeregowano do typu brunatnego, wytworzonego z piasku słabo gliniastego przechodzącego w piasek luźny na piasku luźnym. Zawartość części spławialnych w poziomie A_1 wynosiła od 4-7%, w poziomie B spadła do 4-5%, a w skale macierzystej — poziom C do 1-2%. Zasobność gleby oznaczona metodą Egnera wynosiła w poziomie A_1 ok. 12 mg P_2O_5 i 4 mg K_2O na 100 g gleby. Odczyn mierzony w 1n KCl wahał się w granicach od 5,0 do 6,0 pH. Według obowiązującej tabeli klas glebę pod doświadczeniem zaliczono do VI klasy bonitacyjnej i określono jako kompleks przydatności rolniczej VI — żytni bardzo słaby. Pole było usytuowane na lekkim skłonie o nachyleniu północno-wschodnim. Wodę gruntową stwierdzono tylko okresowo w niższej partii pola na głębokości ok. 150 cm.

W doświadczeniu zastosowano płodozmian o następującym układzie:

1967 r. — ziemniaki wczesne,

1968 r. — rzepak ozimy — poplon ścierniskowy (mieszanka zbożowo-strączkowa),

1969 r. — marchew pastewna,

1970 r. — owies — poplon ścierniskowy (żyto jare i seradela).

Orki wg schematu, przyorywujące obornik, wykonano w płodozmianie jednorazowo na wiosnę pod ziemniaki wczesne. Orki melioracyjne przeprowadzono pługiem specjalnym melioracyjnym konstrukcji Nawrockiego. Uprawa roli pod dalsze rośliny w płodozmianie była normalna, zgodnie z wymaganiami danej rośliny.

W podanym płodozmianie w I roku na całym doświadczeniu zastosowano pod ziemniaki jednolite nawożenie organiczne w wysokości 600 g na ha obornika. Na tym tyle zróżnicowano nawożenie mineralne (tab. 1).

Dynamikę zasobności gleby badano na obiektach bez nawodnienia, nawadnianych przy 60% i 80% ppw., na orce normalnej i melioracyjnej na głębokości 45 cm oraz na obydwóch poziomach nawożenia.

Próbki glebowe pobierano laską Egnera w każdym roku w 2 terminach: przed rozpoczęciem deszczowania oraz po zbiorze roślin. Po zbiorze pobierano także próbki z odkrywek glebowych z poziomów 0-25, 25-45, 45-60 cm. W próbkach oznaczano zawartość K_2O i P_2O_5 metodą Egnera i Riehma a Mg metodą Schachtschabela.

Wilgotność gleby oznaczano w sposób ciągły metodą tensjometryczną na obiektach nawadnianych, na których zastosowano orkę na głębokość

Tabela 1

Nawożenie mineralne roślin w kg/ha

Roślina	Nawożenie mineralne					
	pojedyncze			podwójne		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ziemniaki wczesne	50	40	60	100	80	120
Rzepak	80	45	70	160	90	140
Poplon ścierniskowy	10	18	40	20	36	80
Marchew pastewna	23*	52	80	46*	104	160
Owies	45	40	60	90	80	120
Poplon ścierniskowy	45	27	40	90	54	80

* W liczniku dawka przedsiewna, w mianowniku pogłówna.

35 cm i pojedyncze nawożenie. Wskazania tensjometrów były wykorzystane do sygnalizacji potrzeb nawodnień. Z tych też względów przed założeniem doświadczenia oznaczano połową pojemność wodną gleby metodą opisaną przez Pipera.

NAWADNIANIE NA TLE PRZEBIEGU POGODY I WILGOTNOŚCI GLEBY W OKRESIE WEGETACJI

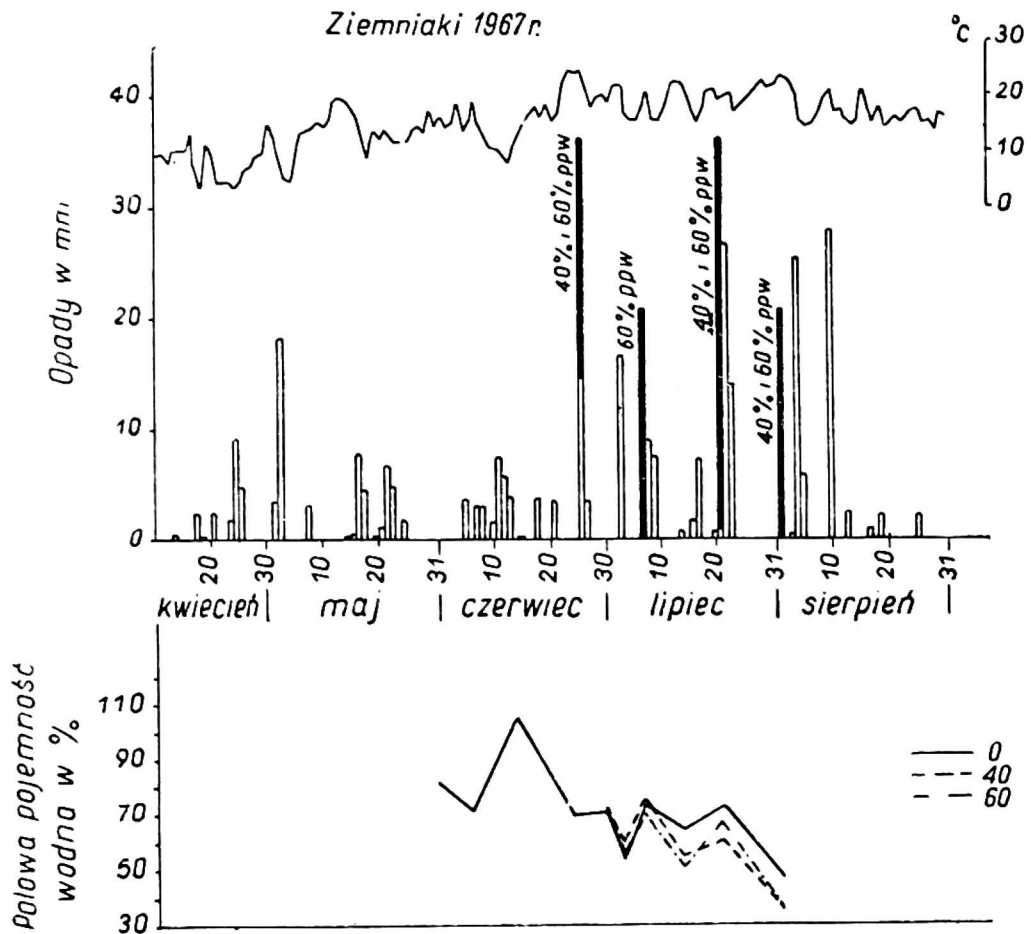
Przebieg pogody w poszczególnych latach trwania doświadczenia scharakteryzowano na podstawie opadów i temperatur dobowych w okresie wegetacji roślin uprawianych w płodozmianie. Charakterystyka ta przedstawiona jest na rysunkach od 1-5. Na rysunkach tych przedstawiono także dynamikę wilgotności gleby oraz daty stosowania nawodnień i ilość zastosowanej wody.

Przebieg pogody był sprzyjający dla uprawy ziemniaków. Opady były dość równomiernie rozłożone, a ich ilość dostateczna do wydania normalnego plonu.

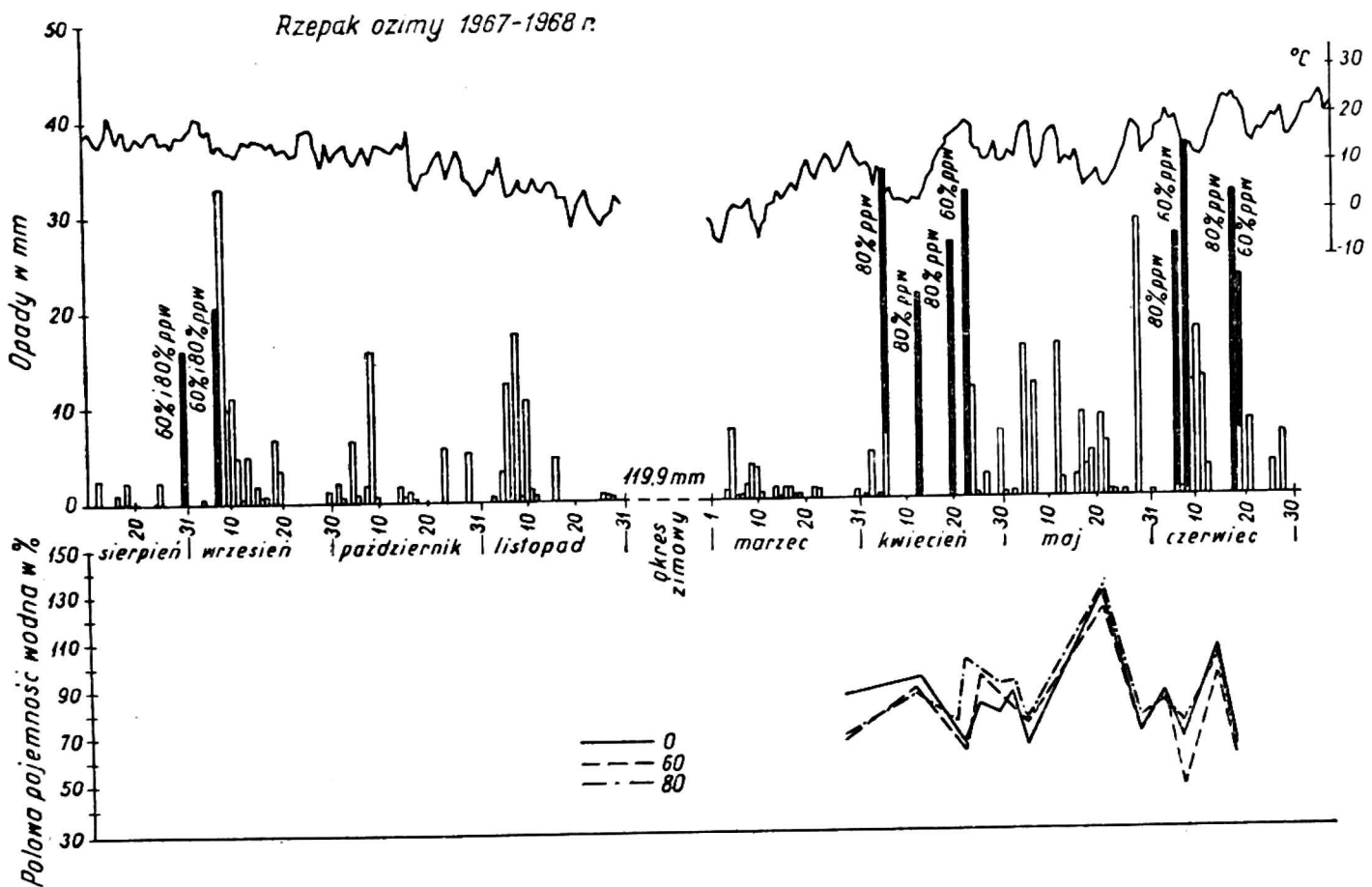
W okresie wegetacji rzepaku wyraźny niedobór wody wystąpił w okresie siewów i bezpośrednio po zasiewach. Po siedmiu dniach od zasiewów zastosowano deszczowanie, ale musiało ono być krótkotrwałe, gdyż wymywało kiełkujące i wschodzące rośliny. Sucha wiosna stworzyła konieczność deszczowania rzepaku już w kwietniu. Opady w maju były wysokie i równomierne, a potrzeba deszczowania wystąpiła dopiero w czerwcu.

Uprawiany po rzepaku poplon miał bardzo korzystne warunki wilgotnościowe i termiczne. Istotne znaczenie dla wzrostu plonów zielonej masy posiadało pierwsze nawadnianie wykonane w okresie bezdeszczowym.

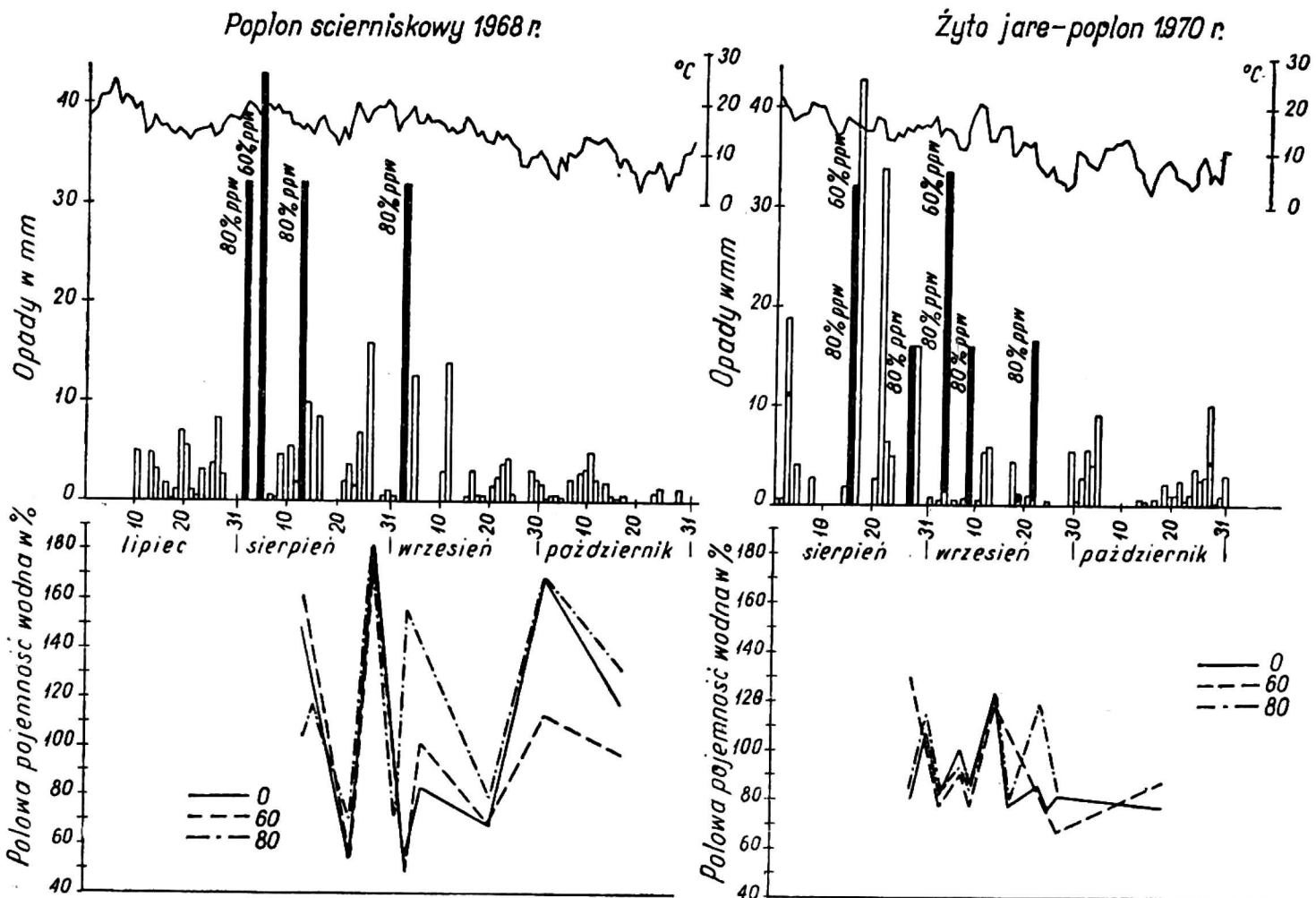
W okresie wegetacji marchwi wystąpiły dwa okresy posuchy — pierwszy od 20.VII do 16.VIII i drugi, w nieco mniejszym nasileniu, od 25.IX do 25.X. Na skutek posuchy letniej marchew na obiektach nie nawadnianych uległa trwałemu wędnięciu, a na nawadnianych wędlała tylko w dzień. W tych warunkach efekty nawadniania były bardzo duże.



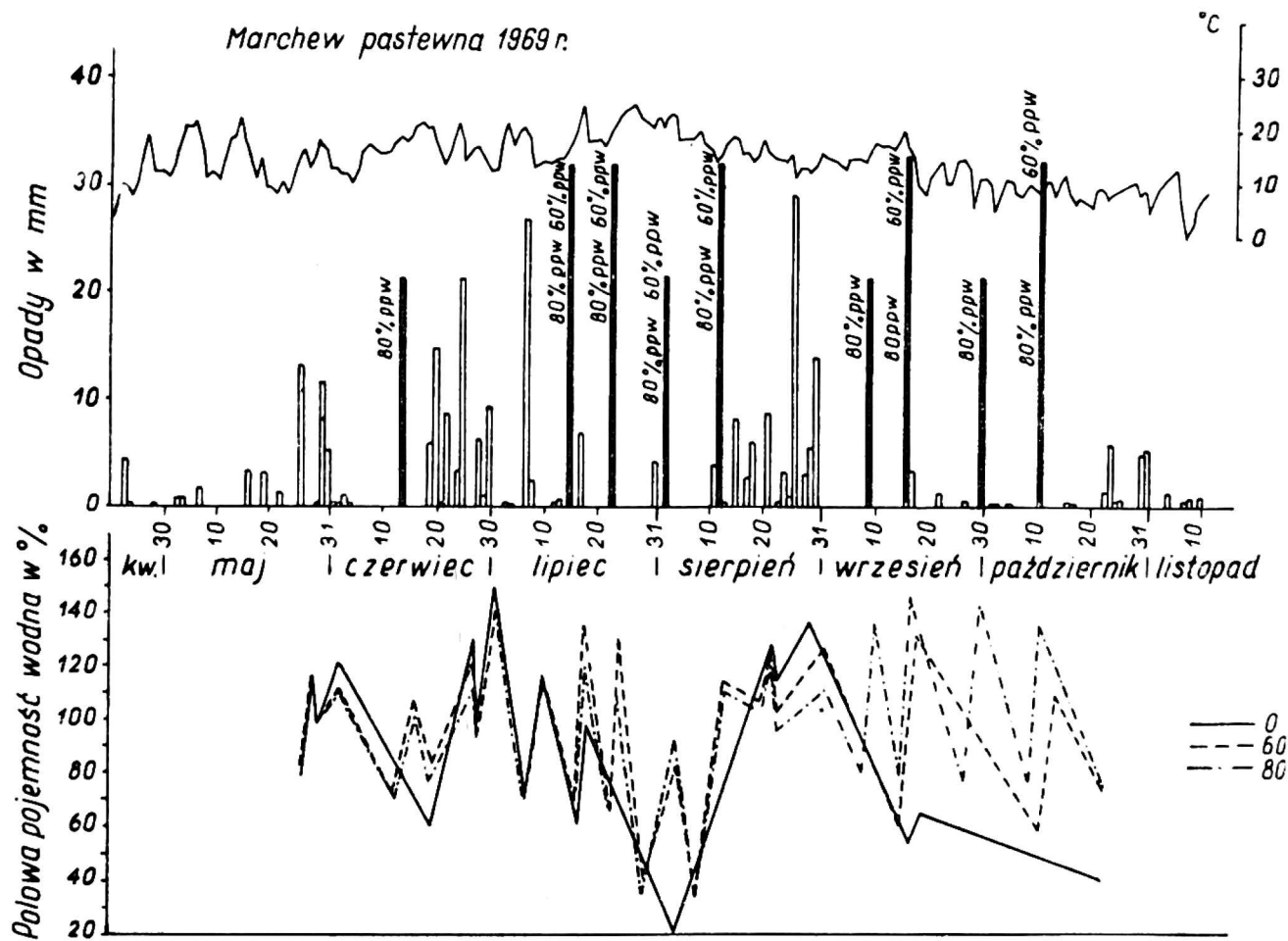
Rys. 1. Rozkład opadów i deszczowania, przebieg średniej temperatury powietrza oraz wilgotności gleby w czasie wegetacji ziemniaków



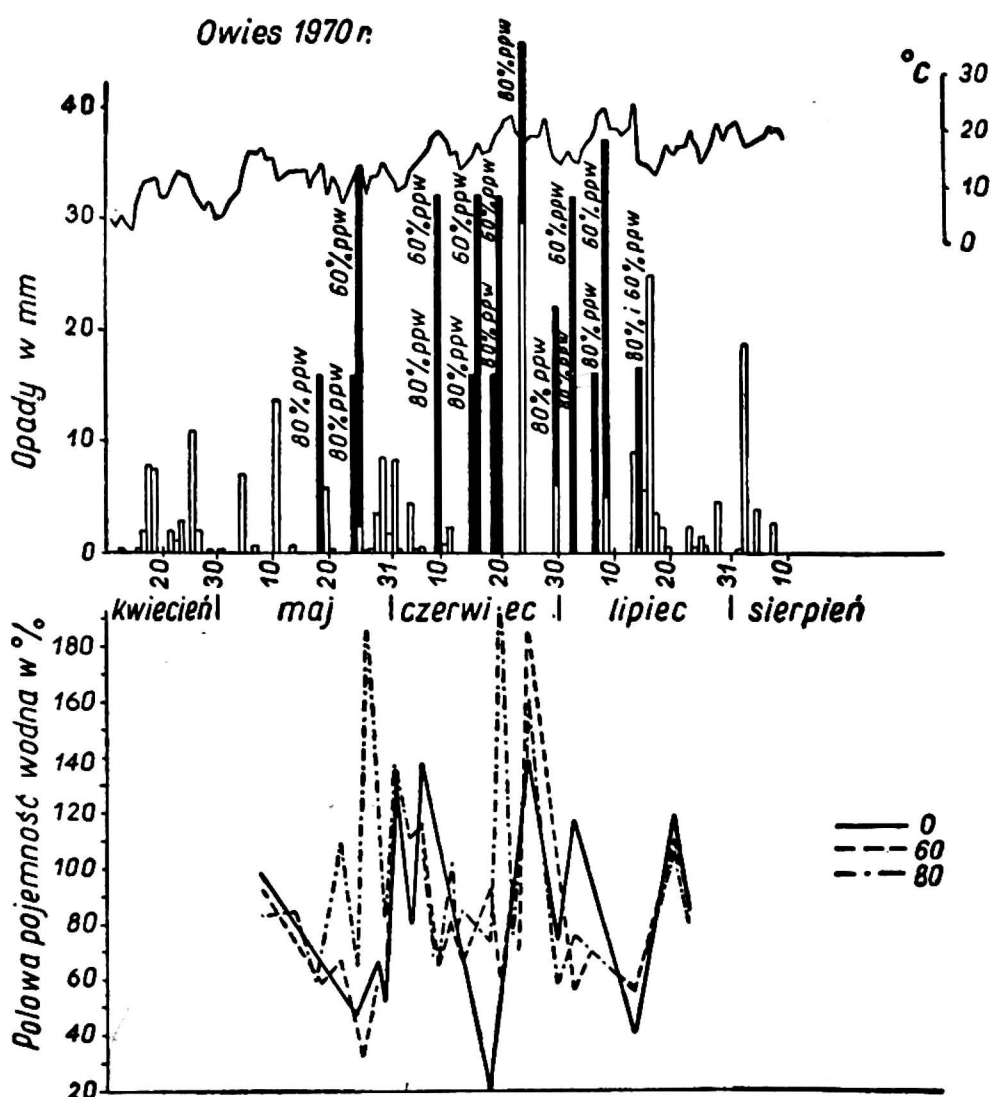
Rys. 2. Rozkład opadów i deszczowania, przebieg średniej temperatury powietrza oraz wilgotności gleby w czasie wegetacji rzepaku



Rys. 3. Rozkład opadów i deszczowania, przebieg średniej temperatury powietrza oraz wilgotności gleby w czasie wegetacji poplonów ścierniskowych



Rys. 4. Rozkład opadów i deszczowania, przebieg średniej temperatury powietrza oraz wilgotności gleby w czasie wegetacji marchwi pastewnej



Rys. 5. Rozkład opadów i deszczowania, przebieg temperatury powietrza oraz wilgotności gleby w czasie wegetacji owsa

Owies uprawiany po marchwi miał niekorzystne warunki wegetacji. Szczególnie zahamowała wegetację na obiekcie nie nawadnianym susza w pierwszej połowie czerwca — zdecydowała ona o niskich plonach na tym obiekcie i dużej efektywności nawadniania.

Bardzo niskie plony żyta jarego i seradeli uprawianej po owsie jako poplon były spowodowane nie tyle suszą co niskimi temperaturami. Deszczowanie sierpniowe nie miało większego wpływu na plony, gdyż nastąpiło bezpośrednio po większym opadzie.

Interesująca jest analiza wilgotności gleby. Na rysunkach przedstawiono dynamikę zmian wilgotności gleby obliczoną według polowej pojemności wodnej. Pojemność ta dla gleby, na której założono doświadczenie, była równa 13% zawartości wody. Według założenia nawadnianie stosowano, gdy wilgotność gleby na głębokości 10-15 cm obniżała się do 60% lub 80% ppw. Przy tych poziomach wilgotność gleby wynosiła odpowiednio 7,8% i 10,4%. Nawadnianie przy 60% ppw było rzadsze, ale większymi dawkami, a przy 80% ppw częstsze i mniejszymi dawkami. Sygnałem do nawadnień były wskazania tensjometrów.

Przedstawione na rysunkach 1-6 wyniki pomiarów wilgotności gleby metodą tensjometryczną są opracowane w ten sposób, że pokazują dyna-

mikę zmian wilgotności według punktów zwrotnych. Oznacza to, że nie uwzględniono wilgotności gleby notowanej w poszczególnych dniach a jedynie daty końcowe tendencji wzrostu lub obniżania się wilgotności. Analiza wykresów wskazuje przede wszystkim na fakt szybkich zmian w wilgotności gleby piaszczystej, przy czym wahania mieszczą się w bardzo szerokich granicach. W zasadzie w ciągu trwania pomiarów wilgotność gleby nie spadała poniżej 50%, natomiast często przekraczała 100% ppw. Wykresy wskazują ponadto, że mimo nawadniania nie udało się utrzymać trwałego zróżnicowanego stanu wilgotności gleby. Gleba na obiekcie bez nawadniania jedynie w 1969 r. pod marchwią i w 1970 pod owsem była w okresach bezdeszczowych wyraźnie suchsza niż na obiektach nawadnianych. Z otrzymanych wyników należy wnioskować, że ubytki wody na obiekcie nawodnionym były większe od ubytków wody na obiektach nie nawadnianych.

PLONY ROŚLIN UPRAWIANYCH W PŁODOZMIANIE

Następstwo oraz dobór roślin w płodozmianie opracowano pod kątem uintensywnienia produkcji roślinnej na glebach lekkich. Miarą tej intensywności miało być możliwie pełne wykorzystanie okresu wegetacyjnego przez wprowadzenie do płodozmianu poplonów oraz uprawa rzepaku, który nie jest typową rośliną dla gleb lekkich, ale w warunkach nawadniania i wysokiego nawożenia mógł w sposób zasadniczy podnieść wartość produkcji.

Plony ziemniaków wczesnych uprawianych w pierwszym roku po założeniu doświadczenia przedstawia tab. 2.

Uzyskano wysokie plony ziemniaków, co miało ścisły związek ze sprzyjającym przebiegiem pogody, a zwłaszcza rozkładem opadów w okresie ich wegetacji. Zwyżki plonów ziemniaków nawadnianych w stosunku do nie nawadnianych były niewielkie i nieistotne. Analiza statystyczna wyników wykazała natomiast istotne różnice w zależności od orki i nawożenia. Okazało się, że orki głębokie obniżają plony. Wynik ten jest zrozumiały, jeżeli weźmie się pod uwagę, że ziemniaki były uprawiane na dawce 600 q/ha obornika. Rośliny mogły w pełni korzystać z zawartych składników pokarmowych w oborniku płytko przyoranym. Obornik głęboko przyorany miał natomiast małe działanie nawozowe. Pozytywna reakcja ziemniaków na nawożenie mineralne była bardzo wysoka. Nie stwierdzono jednak istotnego współdziałania deszczowania z nawożeniem. Wystąpiło natomiast współdziałanie nawadniania z orką i nawożenia z orką. Wpływ nawadniania malał przy stosowaniu głębokich orok. Bardzo interesująca jest istotna zwyżka plonu ziemniaków nawadnianych większą dawką wody w stosunku do nie nawadnianych, uprawianych na głębokiej orce melioracyjnej.

Na orce 25 cm zwyżka plonów ziemniaków pod wpływem zwiększonego nawożenia wynosiła 26 q/ha, a przy orce na 35 i 45 cm — 50 q/ha.

Tabela 2
Średnie dla orka

Wpływ deszczowania, głębokości orki i nawożenia na plony ziemniaków wczesnych w 1967 r.

Deszczowanie	Plony			Plony			Plony		
	q/ha	w liczbach względnych	Głębokość orki cm	q/ha	w liczbach względnych	Nawożenie	q/ha	w liczbach względnych	
Bez deszczowania	209	100	25	222	100	1 NPK	192	100	
			35	209	94	2 NPK	226	118	
			45	195	88				
Deszczowanie przy 60% ppw (77,6 mm)	210	100	25	221	100	1 NPK	185	97	
			35	224	101	2 NPK	236	123	
			45	186	84				
Deszczowanie przy 80% ppw (98,4 mm)	230	110	25	244	110	1 NPK	211	110	
			35	218	98	2 NPK	250	130	
			45	229	103				
Różnice graniczne P=0,95	—								
Różnice graniczne P=0,95 w obrębie tej samej dawki wody dla różnych dawek wody				17,4			—		
				23,1			—		

Głębokość orki cm	Plony	
	q/ha	w liczbach względnych
25	229	100
35	217	95
45	203	89
Różnice graniczne P=0,95	12,0	

Średnie dla nawożenia		
Nawożenie	Plony	
	q/ha	w liczbach względnych
1 NPK	196	100
2 NPK	237	121
Różnice graniczne P=0,95	7,7	

Wyższy plon kłębów uzyskany na wzmocnionym nawożeniu przy zastosowaniu ordek melioracyjnych niż na orce płytkiej ma chyba ścisły związek z wysokim, jednolitym nawożeniem organicznym. Nawożenie to miało małe działanie przy głębokiej orce, co pozwoliło na pełne ujawnienie się działania nawozów mineralnych.

Plony rzepaku o zimego, przedstawione w tab. 3, były niskie. Rzepak przez cały okres wegetacji rósł i rozwijał się słabo, a liście były koloru fioletowo-niebieskiego. Dużo roślin bo ok. 23% przepadło w okresie pomiędzy 9.X a 27.III. Obserwacje te wskazują, że rzepakowi mimo zastosowanego nawadniania i nawożenia nie odpowiadały istniejące warunki siedliskowe na glebie piaszczystej luźnej. Zróżnicowanie plonów pod wpływem deszczowania było jednak istotne. Wyraźnie lepsze efekty otrzymano przy deszczowaniu, gdy wilgotność gleby była utrzymywana na wyższym poziomie, tj. przy 80% ppw. Także istotne było zróżnicowanie plonów pod wpływem różnych głębokości ordek i poziomów nawożenia mineralnego. Na orkach głębokich uzyskiwano wyższe plony rzepaku. Orki na głębokość 45 cm okazały się jednak mniej efektywne niż na głębokość 35 cm. Zwiększone nawożenie podniosło istotnie plony o 1,6 q/ha. Współdziałanie nawadniania z głębokością ordek było nieistotne. Pod wpływem nawadniania uzyskano największe przyrosty plonów przy zastosowaniu orki płytkiej i na głębokość 35 cm. Efektywność nawożenia była znacznie większa w połączeniu z nawadnianiem. Bez nawadniania pod wpływem zastosowania podwójnego nawożenia mineralnego plony wzrosły o 0,6 q/ha, a przy nawadnianiu aż o 1,5 q/ha. Współdziałanie nawadniania z nawożeniem nie zostało jednak statystycznie udowodnione. Mimo wyraźnej reakcji rzepaku na zastosowane czynniki w doświadczeniu niski poziom plonów wskazuje, że obok wody, nawożenia i uprawy działają jeszcze inne czynniki siedliskowe — bliżej nieokreślone, ograniczające poziom plonów.

Poplon ścierniskowy uprawiany na paszę po rzepaku był udany — wysokość uzyskanego plonu zielonej masy przedstawia tab. 4. Pod wpływem deszczowania uzyskano istotną zwyżkę plonu zielonej masy. Między dwoma poziomami nawadniania istotne różnice nie wystąpiły, jakkolwiek plon na obiekcie deszczowanym przy 80% ppw był nieco wyższy od plonu uzyskanego na obiekcie deszczowanym, gdy wilgotność gleby spadała do 60% ppw. Obserwacje wskazują, że na wzrost plonu zielonej masy poplonu wpłynęło pierwsze deszczowanie wykonane 2 i 5.VIII w okresie bez opadów. Po następnych deszczowaniach przeprowadzonych 13.VIII i 4.IX miały miejsce większe opady, które prawdopodobnie niwelowały efekt deszczowania.

Na głębszych orkach uzyskano nieco wyższe plony niż na orce normalnej (25 cm). Istotne różnice wystąpiły tylko przy przejściu z orki na głębokość 35 cm na orkę do głębokości 45 cm. Nawożenie nie miało wpływu na poziom plonu zielonej masy poplonów. Współdziałanie desz-

Tabela 3

Średnie dla orek

Wpływ deszczowania, głębokości orki i nawożenia na plony rzepaku ozimego 1968 r.

Deszczowanie	Plony			Plony			Plony		
	q/ha	w liczbach względ- nych	Głębokość orek cm	q/ha	w liczbach względ- nych	Nawo- żenie	q/ha	w liczbach względ- nych	nasiona słoma
Bez deszczowania	6,5 31,3	100 100	25 35 45	5,4 29,2 7,0 33,8 7,0 31,0	100 100 130 116 130 106	1 NPK 2 NPK	6,3 31,9	100 100	nasiona słoma
Deszczowanie przy 60% ppw (122,6 mm)	6,9 33,5	106 107	25 35	6,1 30,8 7,8 37,4 6,6 32,2	113 105 144 128 122 110	1 NPK 2 NPK	6,1 32,4	97 102	
Deszczowanie przy 80% ppw (170,9 mm)	7,9 34,6	122 111	25 35 45	7,2 34,6 8,4 36,2 8,0 32,9	133 118 156 124 148 113	1 NPK 2 NPK	7,1 35,1	113 110	
Różnice graniczne (dla nasion) P=0,95	0,5								
Różnice graniczne w obrębie tej samej dawki wody dla różnych dawek wody									

Średnie dla nawożenia

Różnice graniczne P=0,95

Średnie dla nawożenia

Różnice graniczne P=0,95

Średnie dla nawożenia

Różnice graniczne P=0,95

czowania z głębokością orki i nawożeniem nie było istotne, a wobec mało zróżnicowanych plonów nie jest interesujące. Zastosowane w doświadczeniu czynniki nie spowodowały większych różnic w procentowej zawartości suchej masy w zielonce. Wysokość plonu suchej masy była proporcjonalna do wysokości plonu zielonej masy.

Marchew pastewna zareagowała bardzo silnie na nawadnianie (tab. 5). Pod wpływem nawadniania, w momencie gdy wilgotność gleby obniżała się poniżej 60% ppw, plon wzrósł o 230 q/ha, a na obiekcie deszczowanym, gdy wilgotność gleby spadała poniżej 80% ppw, podniósł się jeszcze o 42 q/ha. Zwyzki te zostały statystycznie udowodnione. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w plonach w zależności od głębokości orki i poziomu nawożenia. Należy jednak zauważyć, że poziom plonów na orkach głębokich był wyższy niż na płytkich. Podwójna dawka nawozów mineralnych nie tylko nie spowodowała podwyższenia plonów marchwi, ale nawet je obniżyła. Zjawisko to można tłumaczyć mniejszą obsadą roślin na obiektach o wysokim nawożeniu. Na obiektach tych stwierdzono gorsze wschody nasion, a następnie ginięcie roślin spowodowane prawdopodobnie nadmierną koncentracją roztworu glebowego. Podwójna dawka nawozów mineralnych zwiększyła plony jedynie we współdziałaniu z orką głęboką na 45 cm i na tych obiektach stwierdzono większą obsadę roślin. Można zatem przypuszczać, że na orce głębszej na skutek wzmożonego wymywania koncentracja roztworu glebowego była mniejsza.

W plonach liści nie wystąpiły duże różnice. W czasie suszy od końca lipca do połowy sierpnia liście marchwi na obiekcie nie nawadnianym więdły i zasychały, ale z chwilą zaistnienia (od połowy sierpnia) korzystnych warunków wilgotnościowych wystąpiła ich regeneracja i szybki ponowny wzrost. Natomiast na obiekcie nawadnianym w drugiej połowie lata i w jesieni liście starzały się, żółkły i częściowo obumierały.

Plony uprawianego po marchwi owsa przedstawia tab. 6. Na skutek nie sprzyjającego rozkładu opadów atmosferycznych reakcja owsa na nawadnianie była bardzo wysoka. Plon na obiektach nawadnianych w stosunku do nie nawadnianego wzrósł niemal 3-krotnie. Nie było jednak istotnych różnic w plonie pomiędzy obiektami nawadnianymi według kryterium 60% i 80% ppw. Przy nawadnianiu, gdy wilgotność gleby zmniejszyła się poniżej 80% ppw, występowała jedynie tendencja do wzrostu plonu słomy. Niskie plony na obiekcie nie nawadnianym, jak wykazały obserwacje, były spowodowane zasychaniem bocznych pędów owsa w okresie suszy (w pierwszej połowie czerwca) i ponownym jego krzewieniem się. Powtórne krzewienie dawało jednak pędy płone. Na obiektach nawadnianych zjawiska zasychania pędów bocznych nie stwierdzono. Pędy te dawały normalny plon.

Głębokie orki nie wpłynęły istotnie na poziom plonu. Stwierdzono jedynie tendencję wyższego plonowania owsa na orkach głębszych. Zwiększone nawożenie podniosło plony owsa o 2,9 q/ha, zwyzka ta została sta-

Tabela 5
Średnie dla arek

Wpływ deszczowania, głębokości orki i nawożenia na plony marchwi pastewnej 1969 r.

Deszczowanie	Plony		Głębokość orki cm	Plony		Nawożenie	Plony	
	q/ha	w liczbach względnych		q/ha	w liczbach względnych		q/ha	w liczbach względnych
Bez deszczowania	392	100	25	370	100	1 NPK	404	100
	95	100	35	92	100		102	100
			45	388	105	2 NPK	381	94
Deszczowanie przy 60% ppw (176,5 mm)	622	159	25	598	162	1 NPK	623	154
	100	105	35	98	107		95	93
			45	648	175	2 NPK	622	154
Deszczowanie przy 80% ppw (181,6 mm)	664	169	25	624	169	1 NPK	655	162
	114	120	35	112	122		104	102
			45	693	187	2 NPK	674	167
Różnice graniczne P=0,95				114	124		125	123
Różnice graniczne P=0,95 w obrębie tej samej dawki wody dla różnych dawek wody				676	183		—	—
				116	126		—	—

Głębokość orki cm	Plony	
	q/ha	w liczbach względnych
25	531	100
	101	100
35	573	108
	105	104
45	576	108
	104	103
Różnice graniczne P=0,95	—	—

Nawożenie	Plony	
	q/ha	w liczbach względnych
1 NPK	561	100
	100	100
2 NPK	559	100
	106	106
Różnice graniczne P=0,95	—	—

Tabela 6

Średnie dla orek

Deszczowanie	Plony		Głębokość orek cm	Plony		Nawożenie	Plony	
	q/ha	w liczbach względnych		q/ha	w liczbach względnych		q/ha	w liczbach względnych
	ziarno	słoma		ziarno	słoma		ziarno	słoma
Bez deszczowania	7,8 17,9	100 100	25 35 45	7,5 16,0 8,8 18,8 7,1 19,0	100 100 117 118 95 119	1 NPK 2 NPK	8,2 16,1 7,3 19,7	100 100 89 122
Deszczowanie przy 60% ppw (208,0 mm)	22,6 38,0	290 212	25 35 45	22,1 34,0 23,1 39,6 22,7 80,4	295 212 308 248 303 502	1 NPK 2 NPK	20,1 33,1 25,1 42,9	245 206 306 266
Deszczowanie przy 80% ppw (160,0 mm)	21,3 40,2	273 225	25 35 45	20,0 36,9 22,7 45,2 21,2 41,0	267 231 303 266 283 256	1 NPK 2 NPK	18,9 33,1 23,7 47,2	230 206 289 293
Różnice graniczne P=0,95	2,44							
Różnice graniczne P=0,95 w obrębie tej samej dawki wody dla różnych dawek wody							1,96 2,81	

Wpływ deszczowania, głębokości orek i nawożenia na plony owsa 1970 r.

Tabela 8

Wpływ deszczowania, głębokości orki i nawożenia na sumę plonów wyrażoną w jednostkach zbożowych
Srednie dla arek
z czteroletniego płodozmianu, 1967-1970

	Plony			Plony			Plony		
	w jed- nostkach zbożo- wych	w liczbach względ- nych	Głębokość orek cm	w jed- nostkach zbożo- wych	w liczbach względ- nych	Nawo- żenie	w jed- nostkach zbożo- wych	w liczbach względ- nych	Głębokość orek w jed- nostkach zbożo- wych
Deszczowanie	174,3	100	25	170,3	100	1 NPK	170,6	100	25
Bez deszczowania	174,3	100	35	176,3	104	2 NPK	178,1	104	35
			45	171,5	101				45
Deszczowanie	231,1	132	25	227,9	134	1 NPK	218,1	128	25
60% ppw	231,1	132	35	239,5	141	2 NPK	244,0	143	35
			45	225,9	133				45
Deszczowanie	246,3	141	25	239,7	141	1 NPK	232,3	136	25
80% ppw	246,3	141	35	249,9	147	2 NPK	260,4	152	35
			45	249,4	146				45
Srednie dla nawożenia									
Plony									
Nawożenie									
w jed- w liczbach									
nostkach względ-									
zbożo- nych									
1 NPK	207,0	100							
2 NPK	227,5	110							

tystycznie udowodniona. Owies zareagował wzrostem plonu ziarna na zwiększone nawożenie dopiero pod wpływem deszczowania. Na obiekcie bez deszczowania pod wpływem zwiększonego nawożenia wystąpiła nawet tendencja do obniżki plonu, spowodowana zasychaniem roślin w okresie suszy.

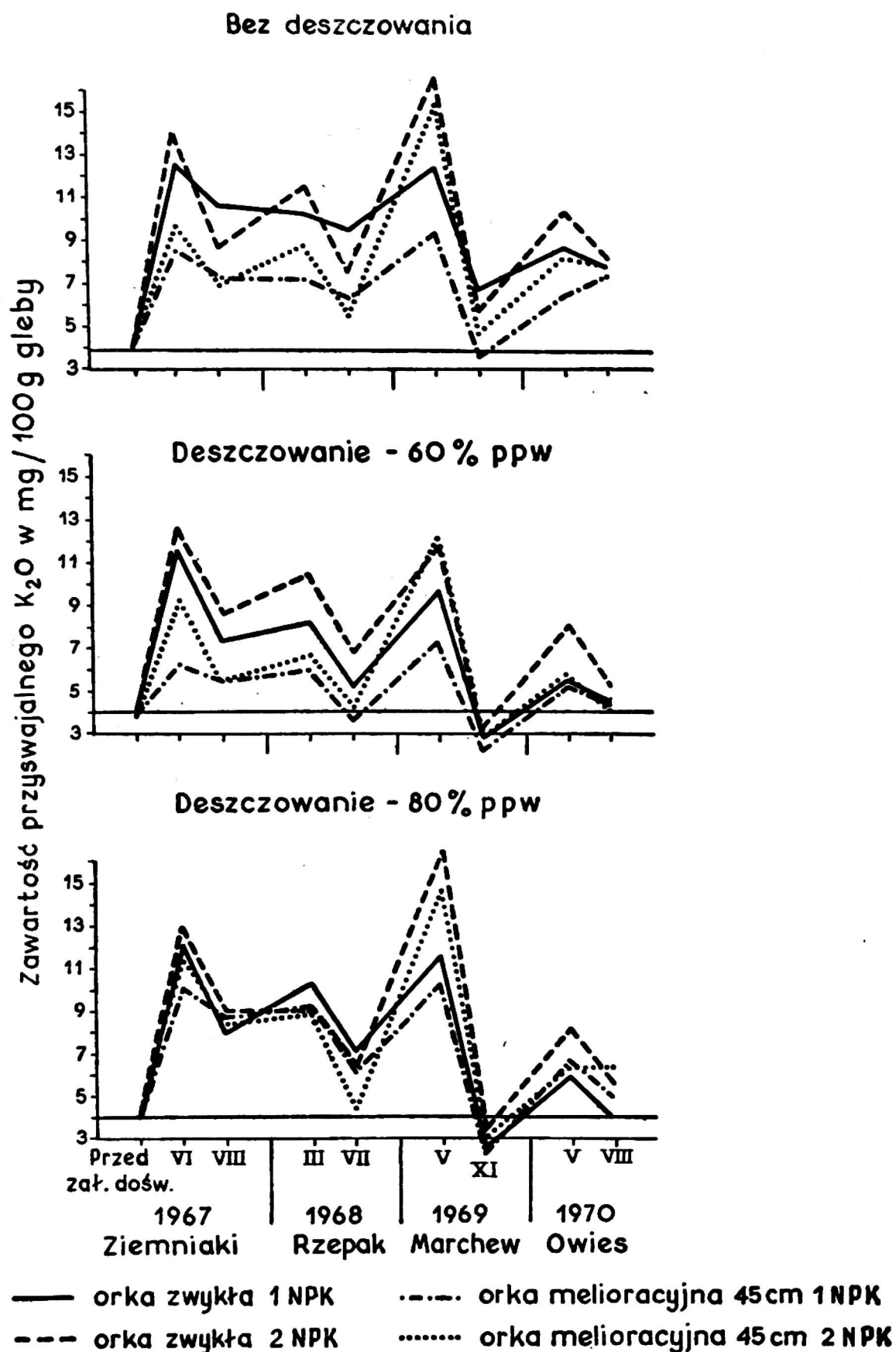
Plony zielonej masy poplonu żyta jarego i seradeli uprawianego po owsie przedstawia tab. 7. Uzyskano bardzo niski poziom plonów. Zielona masa składała się niemal wyłącznie z żyta jarego, gdyż seradela rosła przy ziemi i nie wchodziła w skład skoszonego plonu. Prawdopodobnie na nieudanie się poplonu miały wpływ niskie temperatury w sierpniu i wrześniu (niższe od średnich wieloletnich), gdyż ilość i rozkład opadów był sprzyjający dla uprawy poplonów.

Deszczowanie nie tylko nie zwiększyło, ale nawet obniżyło plony. Ten wynik można tłumaczyć tym, że deszczowanie przeprowadzano zawsze bezpośrednio przed większymi opadami i dlatego nie było ono czynnikiem uzupełniającym niedobór wody. Mogło natomiast wpływać na wzmożone wymywanie składników pokarmowych w głąb gleby.

Zróżnicowanie plonu zielonej masy żyta poplonowego w zależności od głębokości orki było niewielkie, i jakkolwiek istotne, trudne do interpretacji. Istotnie wyższe plony zielonej masy żyta poplonowego uzyskano po zwiększeniu nawożenia mineralnego, przy czym najwyższy wzrost plonu stwierdzono na obiekcie bez nawodnienia. Większy efekt nawożenia na obiektach nie nawadnianych potwierdza przypuszczenie, że w konkretnym układzie nakładanie się deszczowania z silnymi opadami wymywa składniki pokarmowe obniżając efektywność nawadniania i nawożenia.

WPLYW NAWADNIANIA, GŁĘBOKOŚCI ORKI I NAWOŻENIA NA ZMIANY ZASOBNOŚCI GLEBY

Stosowane w doświadczeniu intensywne metody produkcji powinny wszechstronnie przeobrażać glebę. Celem prześledzenia kierunku tych zmian badano systematycznie dynamikę zasobności gleby w przyswajalny potas, fosfor i magnez. Na rysunku 6 przedstawiono graficznie przebieg zmian przyswajalnego potasu w ciągu całej rotacji płodozmianu. Zawartość potasu przed założeniem doświadczenia była bardzo niska — ok. 4 mg K_2O na 100 g gleby. Zastosowany na całym doświadczeniu obornik, różna głębokość orki i nawożenie mineralne miało duży wpływ na zmiany potasu w glebie. Na obiekcie z orką zwykłą i pojedynczym nawożeniem mineralnym zawartość potasu wzrosła prawie 3-krotnie (z 4 do 12 mg na 100 g gleby) i na wysokim poziomie utrzymała się przez najbliższe 2 lata. Po zbiorze marchwi w 1969 r. zawartość potasu zmalała aż do ok. 7 mg, a następnie pod owsem nieznacznie wzrosła. Uzyskany wynik dowodzi, że marchew jest rośliną silnie wyczerpującą glebę z potasu. Na obiekcie, na którym zastosowano orkę na głębokość 45 cm, dynamika

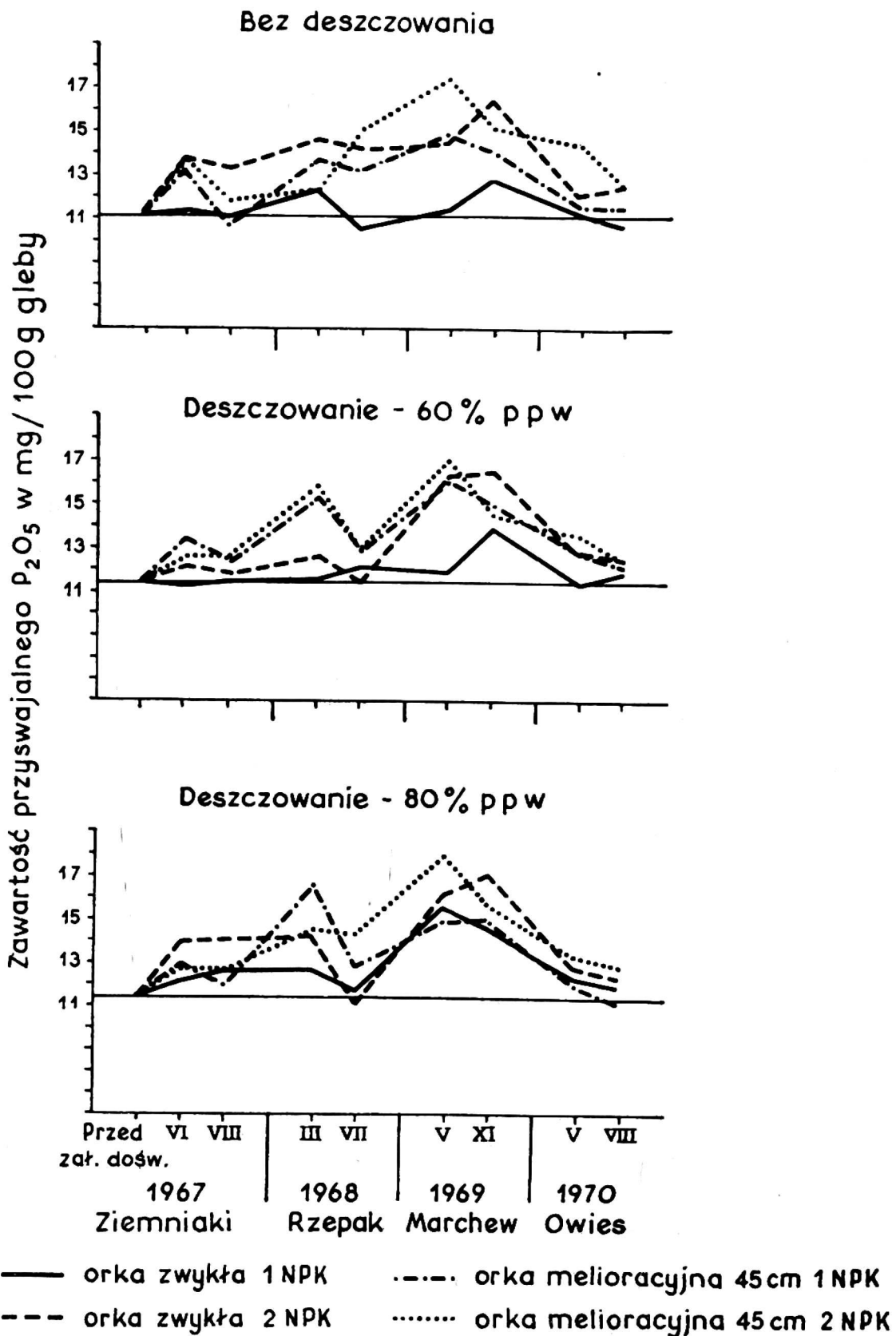


Rys. 6. Wpływ deszczowania, głębokości orek i nawożenia mineralnego na dynamikę przyswajalnego potasu w glebie

zmian potasu w ciągu czterech lat badań miała podobny przebieg jak na orce zwykłej. Największy spadek zawartości potasu na tym obiekcie stwierdzono również po zbiorze marchwi, gdzie stan jego zrównał się z poziomem wyjściowym. Podwójne dawki nawożenia mineralnego zwiększyły nieznacznie zawartość potasu w glebie w okresie wiosennym,

natomiast po zbiorach spadek zawartości K_2O w glebie na tych obiektach był większy niż na obiektach z pojedynczą dawką NPK.

Na poletkach deszczowanych różnice pomiędzy zawartością potasu na orce zwykłej i melioracyjnej zacierają się w miarę zwiększania dawki wody. Na obiektach nawadnianych najwyższą dawką wody zawartość potasu na wszystkich badanych obiektach była bardzo zbliżona. Przyczyną tego zjawiska może być przemieszczanie się związków potasowych



Rys. 7. Wpływ deszczowania, głębokości orki i nawożenia mineralnego na dynamikę przyswajalnego fosforu w glebie

pod wpływem wody z warstwy ornej do głębszej, jak i podsiąkanie z warstwy głębszej, gdzie obornik został umieszczony w formie wkładki, do poziomu ornego, co w efekcie wyrównywało zawartość tego składnika we wszystkich obiektach.

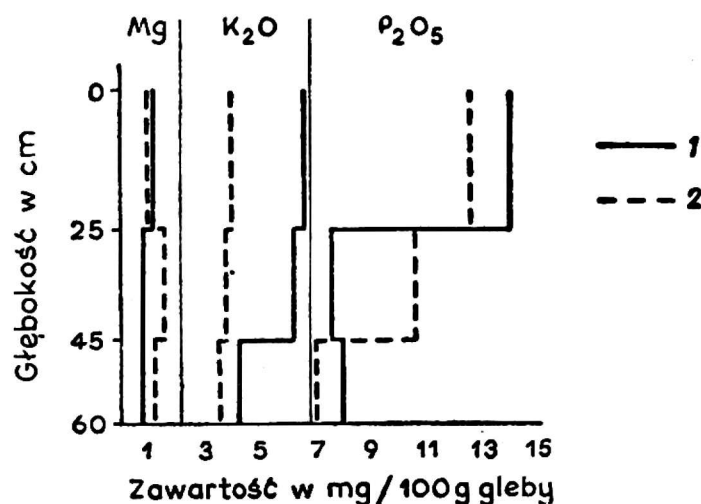
Na rysunku 7 zilustrowano przebieg zmian przyswajalnego fosforu w glebie. Zawartość fosforu przed założeniem doświadczenia była wysoka — ok. 11 mg P_2O_5 na 100 g gleby. Na orce płytkiej, pod wpływem nawożenia wprowadzonego do warstwy ornej, zawartość fosforu w glebie wzrosła o 2 mg w pierwszym roku, a w następnych latach wzrosła jeszcze o dalsze 2 mg. W czwartym roku zawartość fosforu spadła do poziomu wyjściowego. Na orce melioracyjnej zawartość fosforu utrzymała się prawie na poziomie notowanym przed założeniem doświadczenia. Wzrost fosforu w okresie wiosennym był spowodowany nawożeniem mineralnym. Podwójna dawka nawożenia mineralnego zwiększyła znacznie zawartość tego składnika w glebie. Deszczowanie nie miało istotnego wpływu na zmiany zasobności fosforu.

Zawartość przyswajalnego magnezu w glebie w warstwie ornej przed założeniem doświadczenia była bardzo niska — ok. 0,5 mg na 100 g gleby. Zastosowanie dużej dawki obornika w pierwszym roku doświadczenia podniosło zawartość tego składnika o ok. 1 mg. W czwartym roku stan magnezu w glebie zrównał się z poziomem wyjściowym. Deszczowanie nie zmieniło w sposób wyraźniejszy dynamiki magnezu w glebie.

Należy podkreślić, że objawy niedoboru magnezu stwierdzono w uprawach roślinnych, a zwłaszcza we wczesnych stadiach rozwojowych owsa i żyta poplonowego.

Rozmieszczenie magnezu, potasu i fosforu w profilu glebowym na obiektach z orką zwykłą i melioracyjną w trzecim roku trwania doświadczenia przedstawia wykres na rysunku 8.

Zawartość magnezu w profilu glebowym była niska i nie ulegała pod wpływem orok większym zmianom. Duże natomiast różnice wystąpiły



Rys. 8. Zmiany w rozmieszczeniu magnezu, potasu i fosforu w profilu glebowym pod wpływem orok

1 — orka zwykła, 2 — orka melioracyjna 45 cm

w rozmieszczeniu potasu i fosforu. Orka melioracyjna wyraźnie obniżyła zawartość potasu w poziomach 0-25 i 25-45 cm. Podobnie ukształtowała się zawartość fosforu. Wynika z tego, że orka melioracyjna wydobywając na powierzchnię uboższą warstwę gleby powoduje obniżenie zasobności poziomu 0-25 cm, a wzbogacenie poziomu niżej leżącego, tj. 25-45 cm. Można wyciągnąć wniosek, że stosując orki melioracyjne należy równocześnie zwiększać nawożenie, aby podnieść zasobność warstwy powierzchniowej. Efekt takiego nawożenia, jak wskazują przytoczone badania, nie następuje szybko. Być może obniżenie zasobności powierzchniowej warstwy gleby na skutek orki melioracyjnych był przyczyną ich małej efektywności w naszych doświadczeniach.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Uzyskane wyniki dowodzą przede wszystkim, że efekt nawodnienia jest bardzo różny, zależny od ilości i rozkładu opadów w danym roku.

W czteroletniej rotacji zmianowania, w ciągu której było dokonanych sześć zasiewów, 2 zasiewy nie reagowały na nawadnianie (ziemniaki i poplon ścierniskowy), na 2 zasiewach reakcja była niewielka (rzepak i poplon), a na dalszych dwóch — bardzo duża (marchew i owies). Dla lepszego zobrazowania efektu nawadniania i działania pozostałych czynników występujących w doświadczeniu, w tabeli 7 przedstawiono sumę plonów w jednostkach zbożowych uzyskaną ze wszystkich zasiewów w rotacji zmianowania.

Z tabeli tej można odczytać, że czynnikiem działającym najsilniej na plony było nawodnienie. Spowodowało ono podniesienie plonów o 41%. Wzmocnione nawożenie mineralne zwiększyło plon tylko w 10%, a głęboka orka melioracyjna praktycznie nie miała wpływu na poziom plonów. Najbardziej interesujące jest współdziałanie nawadniania z nawożeniem. Jakkolwiek uzyskane różnice w plonach na skutek współdziałania nawadniania z nawożeniem przy rozpatrywaniu poszczególnych roślin okazały się nieistotne, to jednak w tendencjach są jednoznaczne. Efektywność nawożenia wzrosła na tle nawadniania. Nawożenie podwójną dawką NPK bez nawadniania podniosło plon tylko o 4%, przy nawadnianiu do wilgotności 60% — o 15%, przy nawadnianiu do wilgotności 80% ppw — o 16%.

Uzyskane wyniki, a ściślej zakres badań nie upoważniają do wyciągnięcia wniosków dotyczących ekonomiki nawadniania roślin uprawianych na glebach lekkich. Dla orientacji można jednak porównać wartość uzyskanej zwyczajki plonu z kosztami eksploatacji deszczowni. Koszt eksploatacji deszczowni wraz z amortyzacją wynosił w warunkach Laskowic ok. 2500 zł, czyli na 4 lata trwania doświadczenia ok. 10 000 zł. Wartość uzyskanej w tym czasie zwyczajki plonu na skutek nawadniania wynosiła ok. 21 600 zł (72 jednostki zbożowe \times 300 zł = 21 600 zł). Obliczenia

wskazują, że opłacalność nawadniania roślin na glebach lekkich jest duża.

Systematyczne badania wilgotności gleby w czasie trwania doświadczenia wykazały, że utrzymanie zróżnicowanego uwilgotnienia gleby luźnej piaszczystej przez jej nawadnianie w dłuższym okresie czasu jest trudne. Z tych względów, że wilgotność gleby rzadko spadała do 50% ppw, a stosunkowo często przekraczała 100% ppw wydaje się, że zastosowane kryterium nawadniania, gdy wilgotność gleby spada do 60% lub 80% ppw, jest zbyt niskie. W praktyce nawadnianie gleb piaszczystych luźnych powinno być dokonywane już gdy wilgotność gleby spada do granic 90-100% ppw. Będzie to zatem nawadnianie częste ale małymi dawkami. Przy takim nawadnianiu udałoby się zapewne utrzymanie stałej wyższej wilgotności gleby, co wpływałoby na większą efektywność nawadniania. Trzecki [6] w oparciu o badania laboratoryjne uważa, że nawadnianie gleb lekkich należy rozpocząć przy 65-75% ppw.

Przyczyną relatywnie niskich plonów (np. rzepaku) uzyskanych na glebie piaszczystej luźnej całkowitej, mimo stosowania nawadniania, jest mała pojemność wodna tych gleb. Mały zapas wody w glebie i szybkie jego zmiany prawdopodobnie ograniczają możliwości plonowania roślin.

Badania zasobności gleby wykazały, że dynamika tych zmian w czasie jest bardzo duża. Największe zmiany stwierdzono przy badaniu zasobności gleb w potas, mniejsze w fosfor i magnez. Na zmiany te zdecydowanie większy wpływ posiadało nawożenie i sposób wykonania orki niż deszczowanie. Na marginesie tych badań, wobec bardzo dużej dynamiki zmian w zasobności gleby w czasie, nasuwa się pytanie, w jakim stopniu potrzebne są powszechne badania gleb prowadzone przez stacje chemiczno-rolnicze, czy na podstawie tych badań można stwierdzić stan faktyczny zasobności gleb.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Reakcja na deszczowanie poszczególnych roślin uprawianych w zmianowaniu była zależna od przebiegu opadów w czasie ich wegetacji. W latach z długimi okresami suszy nawadnianie powodowało bardzo duży wzrost plonów (1969 — marchew pastewna o 69%, 1970 — owies o 173%).

2. Nawadnianie zwiększyło sumę plonów wyrażoną w jednostkach zbożowych z całego płodozmianu: ziemniaki, rzepak — poplon ścierniskowy, marchew pastewna, owies — poplon ścierniskowy o 41%, podwójne nawożenie o 10%, a głębokość orki nie miała wpływu na poziom plonu.

3. Zastosowana metoda deszczowania według kryterium wilgotności

gleby wydaje się być interesująca, z racji swej prostoty może być stosowana w praktyce.

4. Na glebach piaszczystych luźnych całkowitych zmiany wilgotności gleby zachodzą bardzo szybko. Wilgotność gleby rzadko obniżała się poniżej 50% ppw, a często przekraczała 100%.

5. Nie udało się przez dłuższy przeciąg czasu utrzymać zróżnicowanej wilgotności gleby piaszczystej przy stosowaniu różnych dawek wody.

6. Zasobność gleby w K_2O , P_2O_5 i Mg w okresie trwania doświadczenia ulegała dużym zmianom w zależności od czasu wykonywania pomiaru, a także od nawożenia i głębokości orki. Deszczowanie posiadało niewielki wpływ na te zmiany.

LITERATURA

1. Byszewski W., Kalinowska-Zdun M.: Zagadnienie deszczowania upraw rolniczych. Nowe Rol. nr 8, 1967.
2. Dzieżyc J.: Deszczowanie roślin. PWRiL, Warszawa 1970.
3. Dzieżyc J.: Deszczowanie i wysoki poziom nawożenia w uprawie roślin intensywnych na glebach lekkich. Nowe Rol. nr 15-16, 1971.
4. Frąckowiak J.: Efektywność i organizacja nawadniania pastwisk intensywnych. Nowe Rol. nr 22, 1969.
5. Gonet Z., Hendrysiak J., Kozłowska H., Kowalińska J., Pabin J.: Deszczowanie ziemniaków na luźnych glebach piaskowych na tle intensywnego nawożenia i orki melioracyjnej. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 88, 1968.
6. Trzecki St.: Wyznaczenie dawki polowej przy nawadnianiu. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 88, 1968.
7. Werka T.: Wpływ orki melioracyjnej, wysokich dawek nawozowych oraz nawadniań deszczownianych na plonowanie ziemniaków i marchwi na glebie piaszczystej. Zesz. probl. Post. Nauk. rol. z. 88, 1968.

Здислав Гонет, Юзеф Гендрысяк, Гелена Козловска, Ян Пабин

УРОЖАЙНОСТЬ РАСТЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ НА РЫХЛОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ДОЖДЕВАНИЯ, УДОБРЕНИЯ И ГЛУБИНЫ ВСПАШКИ

Резюме

В 1967-1970 гг. в Опытной станции агротехники, удобрения и почвоведения в Лясковицах под Вроцлавом были произведены на рыхлой песчаной почве точные севооборотные опыты (чередование растений в севообороте: ранний картофель, рапс — пожнивная стерневая культура, морковь, овес, пожнивная стерневая культура) по эффективности дифференцированного дождевания, удобрения и глубины вспашки. Схема опыта: факторы первого ряда — без орошения, орошение в случае снижения влажности почвы до 60% и 80% полевой водной ёмкости; факторы второго ряда: пахота на глубину 25 см, 35 см и 45 см; факторы третьего ряда: минеральное единичное и двойное удобрение.

Орошение повысило сумму урожаев со всего севооборота, выраженную в зерновых единицах, на 41%, двойное же удобрение только на 10%, а глубокая вспашка не повлияла на уровень урожаев. Больше всего на орошение в сево-

обороте реагировали: морковь и овес, что было тесно связано с периодом засухи во время вегетации этих растений. Не констатировано доказанного взаимодействия орошения и удобрения, а также орошения и глубины вспашек на уровень урожаев отдельных растений. Сравнение общепризнанных норм эксплуатационных издержек и амортизации дождевания, а также приобретенной ценности суммы повышения урожаев со всего севооборота, вследствие орошения, указывают на то, что дождевание на лёгких почвах вполне рентабельно.

Систематические исследования влажности почвы тензиометрическим методом обнаружили, что изменения влажности в песчаной рыхлой почве возникают очень быстро. Влажность почвы, однако, редко снижается ниже 50% полевой водной ёмкости, а зачастую превышает 100%. Сделано вывод, что эффективность орошения можно бы повысить, в этом случае если бы орошение этих почв применять уже с момента снижения влажности к пределам 90-100% полевой водной ёмкости.

Исследования динамики обеспеченности почвы K_2O , P_2O_5 и MgO обнаружили, что самые большие изменения происходили в обеспеченности K_2O , меньшие в P_2O_5 , самые же малые в MgO . Дождевание проявляло однако незначительное влияние на эти изменения. Они зависели от глубины вспашек и удобрения, а прежде всего от срока произведения измерений.

Опыт будет повторен во второй ротации.

Zdzisław Gonet, Józef Hendrysiak, Helena Kozłowska, Jan Pabin

THE PLANT YIELDS IN THE ROTATION ON A LOOSE SANDY SOIL UNDER THE CONDITIONS OF DIFFERENTIATED IRRIGATION, FERTILIZATION AND PLOUGHING DEPTH

Summary

A strict experiment on the effectiveness of differentiated irrigation, fertilizing and ploughing depth in rotation was carried out a loose sandy soil at the Experiment Station of Soil Science and Cultivation of Plants — Laskowice near Wrocław over the years 1967-70. The sequence of plants in rotation was following: early potatoes, rape — stubble aftercrop, carrot, oats, stubble aftercrop. The schema of the experiment was following: the factors of the first order — without irrigation, irrigation, when the soil humidity fell to 60% and 80% of field water capacity; the factors of second order: ploughing to the depth of 25 cm, 35 cm and 45 cm, the factors of the third order mineral fertilizing single or double.

The irrigation raised the total yield of the whole plant rotation, expressed in cereal units by 41%, the double fertilizing only by 10%, and the deep ploughing had no influence on the yield level. The strongest reaction to the irrigation was shown by carrot and oats. It happened in a strict connection with the drought period during the vegetation of those plants. No significant interaction between irrigation and fertilizing and irrigation and ploughing depth on the yield level of particular plants has been found. The comparison of the accepted norms of costs of exploitation and amortization of irrigating with the obtained value of the total yield increase in consequence of irrigation, shows a full profitability of irrigation on the light soils.

Systematic investigations of the soil humidity by means of the tensiometric method showed, that the humidity changes in a loose sandy soil occur very rapidly. However, the soil humidity seldom falls below 50% of the field water capacity and

often it surpasses 100%. The conclusion has been drawn, that the effectiveness of irrigation could be increased applying it already at the moment of the fall of humidity to the limits of 90-100% of the field water capacity.

The investigations on dynamics of the soil resources in K_2O , P_2O_5 and MgO showed that the greatest changes occurred in the K_2O resources, smaller in P_2O_5 and the smallest in MgO . The irrigation had however, just little influence on those changes — they depended on the ploughing depth and fertilizing and first of all on the time of measurements.

The experiment will be repeated in the second rotation.