

WPŁYW NIEDOBORU I NADMIARU OPADÓW ORAZ NAWADNIANIA NA PLONOWANIE
ROŚLIN ZBOŻOWYCH W DOŚWIADCZENIACH KRAJOWYCH Z LAT 1952-1976

Krystyna Panek

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji AR, Wrocław

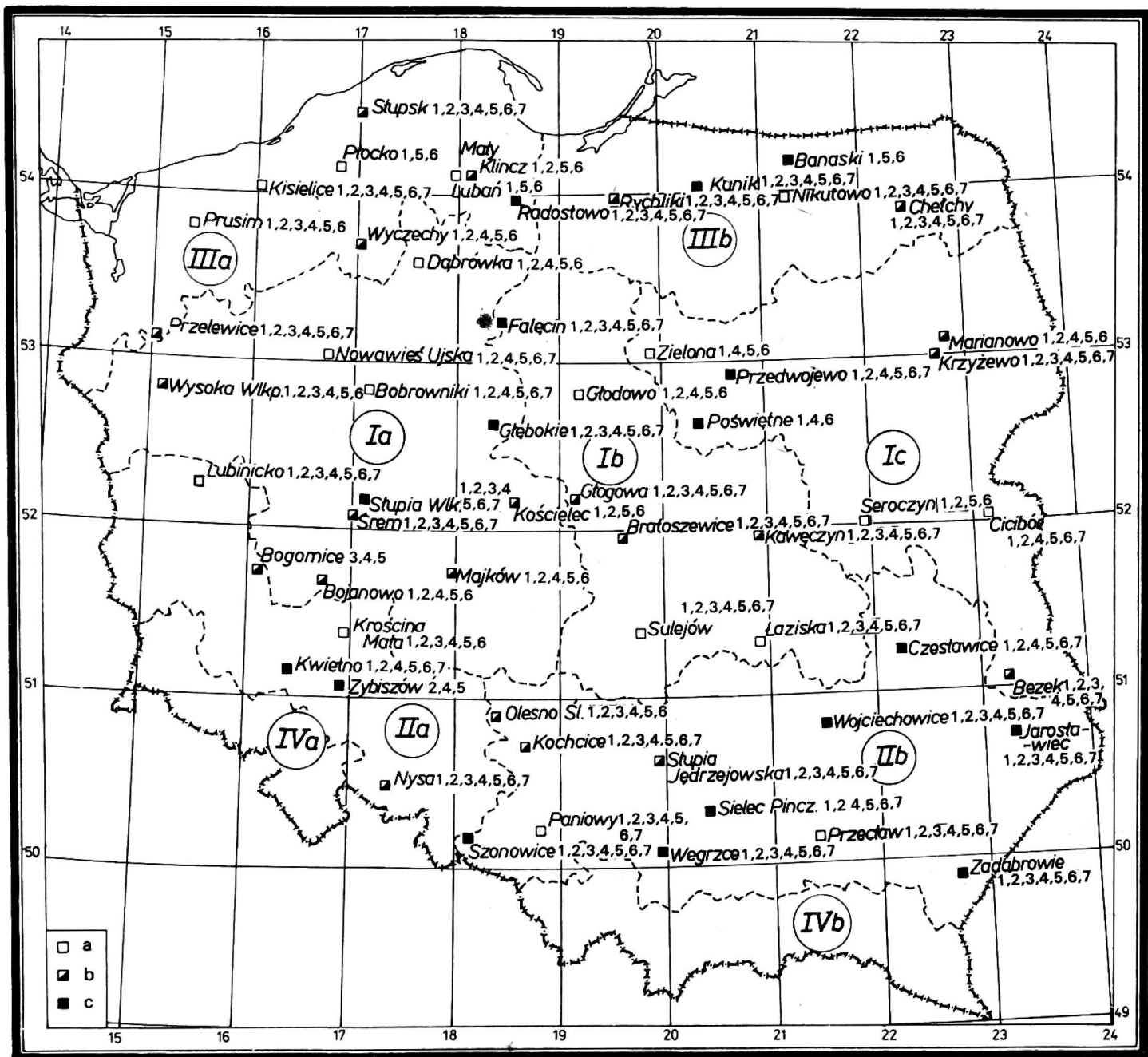
CEL I ZAKRES BADAŃ

Jednym z najważniejszych problemów w gospodarce żywnościowej kraju jest zwiększenie produkcji zbóż chlebowych i pastewnych. Intensyfikacja uprawy zbóż wymaga poznania i określenia wpływu czynników plonotwórczych na wysokość i jakość plonu, w tym także związku między wysokością opadów a ich wydajnością na glebach o różnej związłości.

W literaturze naukowej istnieje wiele prób określenia potrzeb wodnych roślin zbożowych. Są to jednak w większości prace traktujące o zależności występującej między wysokością opadów a plonem jednego gatunku, prowadzone w bardzo różnych warunkach glebowych i agrotechnicznych, przeważnie w ciągu niewielu lat [1, 8]. Brak syntetycznego opracowania wpływu ilości opadów na plonowanie zbóż spowodował podjęcie próby określenia optymalnych opadów, sprzyjających uzyskaniu maksymalnych plonów ziarna żyta, pszenicy ozimej i jarej, jęczmienia ozimego i jarego oraz owsa, a także wpływu niedoboru i nadmiaru opadów na wielkość spadku plonów. Badania takie przeprowadzono oddzielnie dla gleb lekkich, średnich i ciężkich w siedmiu rejonach klimatyczno-hydrograficznych kraju. Określono również wskaźniki wzrostu plonów pszenicy ozimej i jarej oraz jęczmienia jarego w zależności od norm nawadniania i wysokości opadów.

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODA OPRACOWANIA

W pracy wykorzystano wyniki krajowych doświadczeń odmianowych wykonywanych przez stacje oceny odmian w latach 1952-1976, doświadczeń z nawadnianiem zbóż przeprowadzanych w latach 1962-1976 oraz dane o wysokości opadów dla czasu i miejsca wykonywania tych badań. Syntezą objęto plony uzyskiwane w okresie 25 lat w 57 stacjach S00, z których 18 było położonych na glebach lekkich, 22 na glebach średnich i 17 na glebach ciężkich (rys. 1). Wyniki doświadczeń do roku



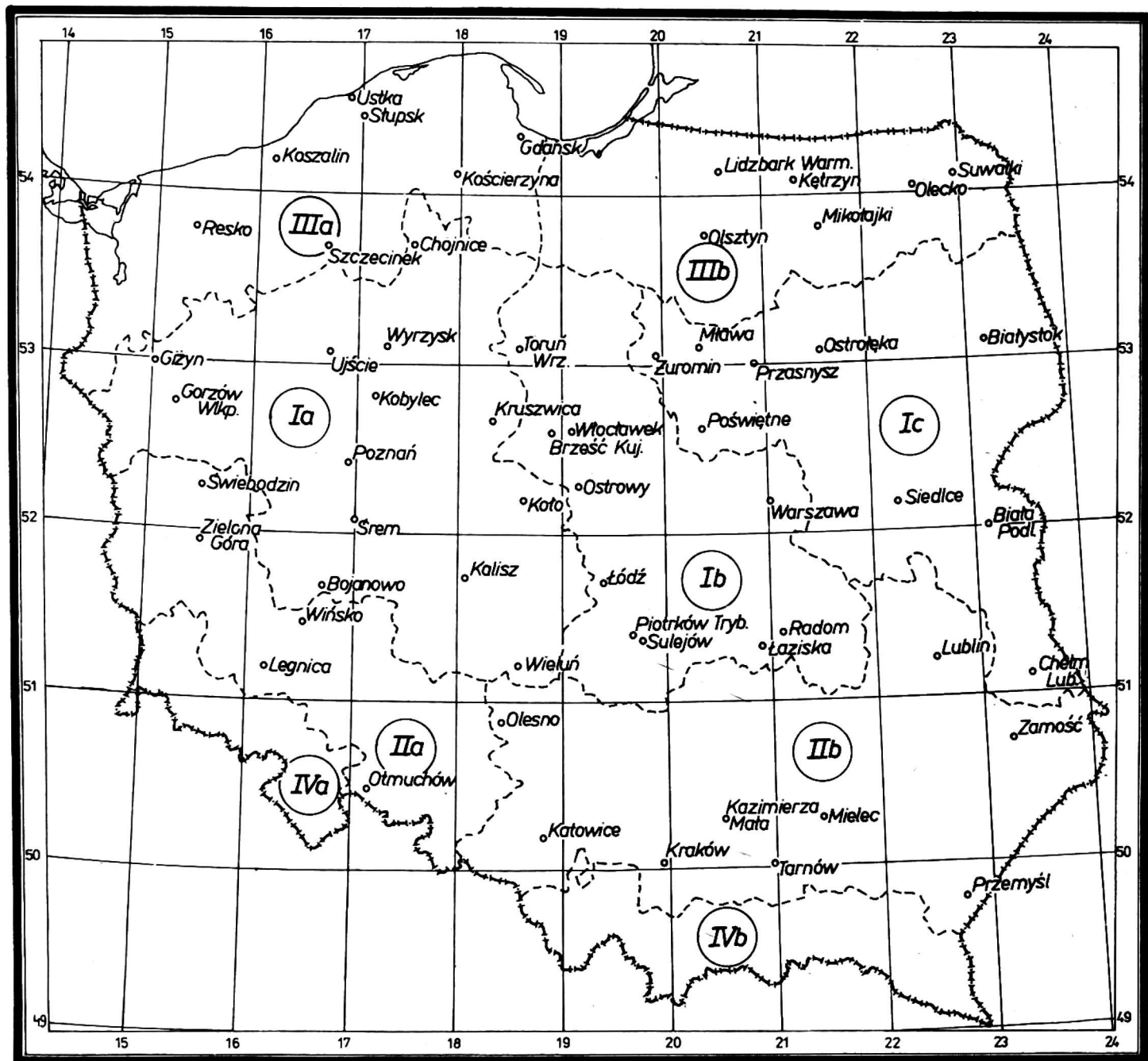
Rys. 1. Doświadczenia S00 z roślinami zbożowymi: a - gleby lekkie, b - gleby średnie, c - gleby ciężkie; 1 - żyto, 2 - pszenica ozima, 3 - jęczmień ozimy, 4 - pszenica jara, 5 - jęczmień jary, 6 - owies, 7 - rzepak ozimy; I-IV - rejony

1967 zostały opublikowane przez Ministerstwo Rolnictwa, a z ostatnich lat udostępnione przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej [3, 7]. Plony charakteryzujące rok w danej stacji obliczono z wydajności 2-4 odmian. Odmiany żyta, pszenicy ozimej i jęczmienia jarego podzielono na grupę odmian ekstensywnych (przeważnie przedwojennych), średnio intensywnych (wprowadzanych do produkcji w latach sześćdziesiątych, ale już nie uprawianych) i intensywnych (obecnie użytkowanych). Natomiast dla jęczmienia ozimego, pszenicy jarej i owsa wydzielono tylko pierwszą i trzecią grupę odmian. Na średni plon roku składała się wydajność jednej, dwóch lub wszystkich trzech grup odmian.

Do syntezy zostały również wykorzystane opublikowane wyniki doświadczeń z nawadnianiem zbóż, wykonanych na terenie całego kraju w latach 1962-1976. Większość z nich zawarta jest w materiałach z I-VII sympozjów poświęconych nawadnianiu roślin uprawnych, ogłoszonych w Zeszytach Problemowych Postępów Nauk Rolniczych, a także w bibliografiach z zakresu gospodarki wodnej i nawadniania roślin [1, 8]. Dla określenia efektywności nawadniania zbóż wykorzystano 49 jednorocznych doświadczeń z pszenicą ozimą, 38 z pszenicą jara i 23 z jęczmieniem jarym. W każdym z tych doświadczeń badano reakcję na nawadnianie od 1 do 10 odmian w warunkach stałego lub zróżnicowanego poziomu nawożenia, przy stosowaniu różnej liczby i wielkości dawek polewowych. Warunki glebowe i dawki nawozowe ustalano w oparciu o informacje zawarte w publikacjach lub dokumentacji doświadczeń.

W celu uwzględnienia różnic klimatycznych cały obszar Polski, oprócz terenów górskich, podzielono na 7 rejonów obejmujących grupy województw odpowiadające zlewniom większych rzek [4]. Granice i symbole tych rejonów są zaznaczone na rysunku 1. Stacje oceny odmian, leżące na obszarze tych rejonów, ze względu na warunki glebowe podzielono na trzy grupy: stacje reprezentujące gleby lekkie (od żwirów do piasków gliniastych), gleby średnie (od piasków gliniastych mocnych do glin średnich) i gleby ciężkie (gliny ciężkie, utwory pyłowe i ilaste).

Dane o opadach w miejscowościach i latach objętych syntezą pochodzą z notowań wykonywanych bezpośrednio w stacji doświadczalnej lub najbliższej położonej stacji meteorologicznej [2, 5, 6]. Nazwy i rozmieszczenie tych punktów dla SOO podane są na rysunku 2. Opracowanie danych opadowych polegało na obliczeniu dla każdego roku w punkcie doświadczalnym sumy opadów w dekadach okresu wegetacyjnego, a następnie sum opadów w okresie rozwoju jesiennego zbóż ozimych oraz w okre-



Rys. 2. Posterunki opadowe, uwzględnione przy opracowaniu roślin zbożowych

się wegetacji wiosenno-letniej zbóż ozimych i jarych. Jako istotną dla rozwoju zbóż w okresie jesiennym przyjęto sumę opadów miesięcy września i października, a w okresie wiosenno-letnim od kwietnia do końca lipca. Dla jęczmienia ozimego rozpatrywano okres od kwietnia do czerwca. Plony w każdej stacji uporządkowano według wielkości sum opadów w klasach: dla okresu jesiennego - do 25, 26-50, 51-75, 76-100, 101-150 i ponad 150 mm, a dla okresu wiosenno-letniego - do 150, 151-200, 201-250, 251-300, 301-350 i ponad 350 mm (dla jęczmienia ozimego także do 100 i 101-150 mm). Pozwoliło to obliczyć przeciętną wydajność badanych zbóż dla każdego wariantu opadowego w sta-

cji, a następnie dla grup związkowości gleb w wydzielonych rejonach i dla całego kraju. Klasy opadów, w których wystąpił najwyższy przeciętny plon, nazwano opadami optymalnymi. W stosunku do plonów maksymalnych obliczano spadek plonu w warunkach opadów niższych i wyższych od optymalnych.

W doświadczeniach z nawadnianiem, dla których z uwagi na niewielką liczbę wyników sporządzono syntezę ogólnokrajową, zastosowano ten sam schemat grupowania wyników na tle opadów wiosenno-letnich, uwzględniając dodatkowo wysokość sumarycznej dawki nawodnieniowej. Pozwoliło to określić wielkość wzrostu plonów wskutek nawadniania, w zależności od wysokości opadów i stosowanej dawki wody.

W niniejszej pracy nie uwzględniono związków między wysokością opadów a intensywnością odmian i wysokością nawożenia mineralnego. Przedstawione wyniki są średnimi z doświadczeń dla wszystkich typów odmian i stosowanych dawek nawozowych.

WYNIKI BADAŃ

Ż y t o o z i m e do wydania maksymalnych plonów (3,7-4,3 t/ha) potrzebowało przeciętnie w kraju w okresie września i października ponad 150 mm opadu na glebach lekkich i średnich oraz 76-150 mm na glebach ciężkich (tab. 1). Opady optymalne w rejonach mieściły w zakresie od 100, 50 i 75 mm do ponad 150 mm, kolejno na glebach lekkich, średnich i ciężkich. Na glebach lekkich i ciężkich w warunkach opadów o 50 mm niższych od optymalnych plon z reguły był mniejszy o około 10%, a w latach o opadach niższych od 25 mm następował spadek plonu o 20% i więcej. Nie wystąpiła natomiast znaczniejsza obniżka plonów przy opadach wyższych od optymalnych.

W okresie wegetacji wiosenno-letniej (kwiecień-lipiec) najwyższe plony w skali krajowej uzyskiwano na glebach lekkich w klasie opadów 251-300 mm, na glebach średnich 151-200 mm, a na glebach ciężkich do 150 mm (tab. 2). W badanych rejonach kraju opady optymalne układały się w przedziale od 150 do 300 mm na glebach lekkich i średnich i do 200 mm na glebach ciężkich. Opady niższe od optymalnych powodowały mniejsze spadki plonów (średnio do 10%) niż opady wyższe. W latach o nadmiernych opadach plony spadały nawet o ponad 20%. Uzyskaniu wysokich plonów żyta sprzyjały więc mokra jesień i umiarkowanie suchy okres wiosenno-letni.

T a b e l a 1

Żyto ozime - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obserwacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Suma opadów od września do października w mm					
			do 25	26 50	51 75	76 100	101 150	ponad 150
Gleby lekkie								
Ia	117	4,6	64	77	86	88	83	<u>100</u>
Ib	126	3,7	85	95	90	<u>100</u>	93	90
Ic	114	3,9	61	82	85	96	82	<u>100</u>
IIa	84	4,0	89	88	82	74	89	<u>100</u>
IIb	74	3,0	104	85	99	95	<u>100</u>	88
IIIa	126	3,8		93	96	<u>100</u>	98	99
IIIb	45	3,3		72	85	<u>100</u>	<u>100</u>	73
Polska	686	3,7	81	86	90	95	93	<u>100</u>
Gleby średnie								
Ia	177	4,3	91	<u>100</u>	88	92	84	91
Ib	111	3,7	65	<u>100</u>	89	92	96	142
Ic	127	4,3	41	78	79	98	<u>100</u>	89
IIa	27	4,0			94	88	98	<u>100</u>
IIb	136	4,5	64	66	78	73	68	<u>100</u>
IIIa	114	4,9	94	<u>100</u>	90	80	75	98
IIIb	79	4,7			84	79	89	<u>100</u>
Polska	771	4,7	73	83	83	83	82	<u>100</u>
Gleby ciężkie								
Ia	10	4,1			97	<u>100</u>	80	
Ib	12	3,6	75		<u>100</u>	94		
Ic	15	3,9		90	<u>100</u>	79	71	
IIa	44	4,3	75	81	<u>100</u>	93	88	65
IIb	177	3,8	76	84	87	93	93	<u>100</u>
IIIa	21	4,5				82	<u>100</u>	87
IIIb	33	3,8			89	98	<u>100</u>	93
Polska	312	3,6	80	90	99	<u>100</u>	<u>100</u>	98

Objaśnienia do tab. 1-9: 41...100 - procent w stosunku do plonu maksymalnego, Polska bez gór.

T a b e l a 2

Żyto ozime - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obserwacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Suma opadów od kwietnia do lipca, w mm					
			do 150	151-200	201-250	251-300	301-350	ponad 350
Gleby lekkie								
Ia	115	4,0	84	95	<u>100</u>	<u>100</u>	95	58
Ib	124	3,7	106	88	<u>100</u>	91	93	72
Ic	101	4,1	93	74	83	<u>100</u>	75	69
IIa	84	4,1	83	<u>100</u>	81	78	80	81
IIb	74	3,0	100	93	97	<u>100</u>	89	98
IIIa	130	3,9	108	88	94	<u>100</u>	91	84
IIIb	45	3,9	62	<u>100</u>	74	62	85	
Polska	673	3,7	97	92	95	<u>100</u>	95	78
Gleby średnie								
Ia	165	4,2	97	<u>100</u>	86	90	80	85
Ib	107	3,7	97	85	97	<u>100</u>	91	72
Ic	127	4,1	94	90	<u>100</u>	95	100	95
IIa	25	3,7				<u>100</u>	92	99
IIb	136	3,8	98	69	<u>100</u>	88	87	89
IIIa	116	4,5	<u>100</u>	99	92	78	79	69
IIIb	79	5,2	78	<u>100</u>	75	71	65	75
Polska	755	4,3	93	<u>100</u>	88	86	81	77
Gleby ciężkie								
Ia	22	4,5	90	<u>100</u>	74	84		71
Ib	12	4,7		58	69	76	<u>100</u>	57
Ic	16	4,6	<u>100</u>		66		73	
IIa	42	4,4	<u>100</u>	63	94	86	74	76
IIb	175	4,1	<u>100</u>	89	86	84	81	80
IIIa	23	4,8	<u>100</u>	87	91	79	81	92
IIIb	33	4,8	92	<u>100</u>	78	79	64	79
Polska	323	4,3	<u>100</u>	88	84	79	77	77

T a b e l a 3

Pszenica ozima - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obserwacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Suma opadów od września do października w mm					
			do 25	26-50	51-75	76-100	101-150	ponad 150
Gleby lekkie								
Ia	98	3,6	63	79	92	<u>100</u>	82	92
Ib	84	3,2	101	83	85	97	<u>100</u>	116
Ic	53	3,5	94	89	<u>100</u>	91	72	94
IIa	76	4,1	74	78	<u>85</u>	78	94	<u>100</u>
IIb	24	2,6	98	67	72	<u>100</u>	86	85
IIIa	68	4,1		94	64	<u>100</u>	89	82
IIIb								
Polska	403	3,4	91	87	91	<u>100</u>	95	<u>100</u>
Gleby średnie								
Ia	152	4,2	96	99	92	97	80	<u>100</u>
Ib	59	3,6	52	103	71	89	<u>100</u>	113
Ic	93	4,2	66	75	96	<u>100</u>	97	85
IIa	31	3,8		92	100	<u>100</u>	71	
IIb	144	4,0	83	76	86	82	88	<u>100</u>
IIIa	94	3,6	105	93	92	90	<u>100</u>	92
IIIb	53	4,5			95	93	<u>94</u>	<u>100</u>
Polska	626	3,9	91	89	94	96	93	<u>100</u>
Gleby ciężkie								
Ia	99	4,2	68	75	<u>100</u>	98	90	92
Ib	49	4,0	49	92	<u>100</u>	88	90	93
Ic	28	4,7		88	77	79	<u>100</u>	74
IIa	70	4,1	58	90	<u>100</u>	93	90	85
IIb	236	3,8	83	101	89	<u>100</u>	96	92
IIIa	38	4,9		68		<u>100</u>	<u>100</u>	116
IIIb	39	5,2			72	89	83	<u>100</u>
Polska	559	4,2	69	89	90	95	94	<u>100</u>

T a b e l a 4

Pszenica ozima - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obserwacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Suma opadów od kwietnia do lipca, w mm					
			do 150	151 200	201 250	251 300	301 350	ponad 350
Gleby lekkie								
Ia	96	3,7	52	86	89	87	<u>100</u>	
Ib	88	3,3	111	82	96	87	<u>100</u>	80
Ic	51	3,6	95	78	94	<u>100</u>	66	86
IIa	54	3,9	80	100	92	80	<u>100</u>	107
IIb	24	2,8	92	80	<u>100</u>	80	70	74
IIIa	68	3,8	100	84	100	<u>100</u>	90	81
IIIb								
Polska	381	3,4	91	88	97	97	<u>100</u>	82
Gleby średnie								
Ia	152	4,2	92	99	<u>100</u>	87	76	72
Ib	67	4,0	68	55	78	<u>100</u>	79	78
Ic	93	4,6	85	77	87	78	<u>100</u>	69
IIa	29	3,8			68	93	<u>100</u>	80
IIb	144	4,2	96	84	<u>100</u>	80	75	81
IIIa	101	4,2	<u>100</u>	85	87	70	61	49
IIIb	53	4,5	91	<u>100</u>	83	91	98	98
Polska	639	3,9	95	97	<u>100</u>	87	89	85
Gleby ciężkie								
Ia	99	4,0	91	<u>100</u>	97	89	84	86
Ib	49	4,0	67	81	96	<u>100</u>	121	81
Ic	28	4,4	125	<u>100</u>	87	79		94
IIa	66	3,9	100	84	<u>100</u>	97	85	85
IIb	236	4,1	<u>100</u>	79	99	91	88	85
IIIa	43	5,9	<u>100</u>	85	80	83	58	82
IIIb	39	5,2	97	<u>100</u>	88	87	65	75
Polska	560	4,2	<u>100</u>	<u>100</u>	95	93	83	86

P s z e n i c a o z i m a, której maksymalne plony wynosiły od 3,4 t/ha na glebach lekkich do 4,2 t/ha na glebach ciężkich, wytworzyła je w warunkach, gdy opady w okresie jesiennym wynosiły w zasadzie ponad 150 mm dla wszystkich grup zwiążkości gleb (tab. 3). Najkorzystniejsza wielkość opadów w rejonach była wyższa od 76 mm na glebach lekkich i średnich oraz 51 mm na glebach zwiążłych. Przy opadach niższych od optymalnych plony spadały o około 10%. Wyjątek stanowiły gleby ciężkie, na których opady mniejsze od 25 mm obniżały plon o 30%. Wielkość opadów optymalnych w okresie wiosenno-letnim wynosiła na glebach lekkich i średnich od 200 do 350 mm. Na tych ostatnich tylko w pasie nadmorskim najkorzystniejsze opady były niższe i nie przekraczały 200 mm. Na glebach ciężkich najwyższe plony uzyskiwano w latach o opadach do 250 mm (tab. 4). Niedobór opadów na glebach lekkich powodował spadek plonów o około 10%. Przy nadmiarze opadów plony na wszystkich typach gleb spadały o 14-18%.

Wydaje się, iż plon pszenicy ozimej obniża w sposób znaczniejszy niedobór opadów w okresie jesiennym i nadmiar opadów w okresie wiosenno-letnim.

Syntezę dla j ę c z m i e n i a o z i m e g o oparto na znacznie mniejszej liczbie danych, stąd wyniki charakteryzują się dużą zmiennością, co pozwala formułować jedynie bardzo ogólne wnioski. Wydaje się, że w okresie wegetacji jesiennej były korzystne dla tej rośliny następujące opady: na glebach lekkich ponad 150 mm, na glebach średnich, zależnie od rejonu od 50 do 150 mm, a na glebach ciężkich wyższe od 75 mm (tab. 5). W przypadku opadów niższych od podanych plony ziarna spadały w skali krajowej o 14-26%, zależnie od gleby, a w poszczególnych rejonach nawet o 50% plonu maksymalnego. Nie dało się zauważyć znaczniejszej obniżki plonów wskutek nadmiaru opadów w tym okresie.

Najkorzystniejsza wysokość opadów w okresie od kwietnia do czerwca występowała w przedziale od 150 do 300 mm na glebach lekkich, w zasadzie do 250 mm na glebach średnich i 150 mm na glebach ciężkich (tab. 6). Ze względu na duże zróżnicowanie małej liczby wyników trudno ocenić ujemne skutki suszy, natomiast spadek plonów przy nadmiarze opadów wydaje się być gwałtowniejszy niż u innych zbóż.

P s z e n i c a j ą r a , uprawiana na glebach lekkich plonowała najwyżej (2,9 t/ha) przy opadach 301-350 mm, natomiast na glebach średnich i ciężkich w granicach 151-200 mm (tab. 7). W poszczególnych rejonach optima opadowe występowały na glebach lekkich w klasach

T a b e l a 5

Jęczmień ozimy - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obser- wacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Suma opadów od września do października, w mm					
			do 25	26 50	51 75	76 100	101 150	ponad 150
Gleby lekkie								
Ia								
Ib	14	2,8	105		84	96	94	100
Ic								
IIa	40	4,1	73	84	75	86	79	100
IIb	17	2,7	71	100	91		82	
IIIa	25	3,8		90		87	100	97
IIIb								
Polska	96	3,6	76	85	75	88	88	<u>100</u>
Gleby średnie								
Ia	24	4,1	58	80	89	76	<u>100</u>	89
Ib	37	3,7	60	87	82	83	<u>100</u>	97
Ic	21	3,9		86		86	<u>100</u>	59
IIa	27	4,0	47	88	93	<u>100</u>	85	129
IIb	26	4,0	88	74	<u>100</u>	86	78	
IIIa	29	4,8	76	<u>100</u>	75	84	77	77
IIIb	20	4,4			<u>100</u>	69	73	89
Polska	184	3,7	74	93	<u>100</u>	93	97	99
Gleby ciężkie								
Ia	33	5,4	58	93	71	70	73	100
Ib	11	5,4		46	86	65		100
Ic								
IIa								
IIb	54	3,3	110	87	94	100	92	62
IIIa								
IIIb	8	3,9			100	98	86	65
Polska	106	3,8	86	82	<u>100</u>	93	87	110

T a b e l a 6

Jęczmień ozimy - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obser- wacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Suma opadów od kwietnia do czerwca, w mm					
			do 100	101 150	151 200	201 250	251 300	ponad 300
Gleby lekkie								
Ia								
Ib	12	2,7		<u>100</u>	88	92		
Ic								
IIa	40	4,0	91	68	83	90	<u>100</u>	
IIb	17	3,4		79	<u>100</u>	64	65	76
IIIa	22	3,7		<u>100</u>	95	74	90	
IIIb								
Polska	91	3,7	103	80	90	80	<u>100</u>	70
Gleby średnie								
Ia	24	4,4	<u>100</u>	81	69	63		
Ib	36	3,3	92	<u>100</u>	100	99		44
Ic	22	3,7	88	<u>100</u>	94	97		
IIa	27	3,5		97	<u>100</u>	93		
IIb	26	4,2		65	81	77	92	<u>100</u>
IIIa	26	5,1	<u>100</u>	95	70	55	70	
IIIb	19	3,9		78	97	<u>100</u>		
Polska	180	4,4	<u>100</u>	79	79	74	87	66
Gleby ciężkie								
Ia	32	4,0	94	<u>100</u>	100	91		
Ib	12	5,3		<u>100</u>	72	52	31	
Ic								
IIa								
IIb	57	3,5	60	86	88	87	83	<u>100</u>
IIIa	2	4,0		<u>100</u>		69		
IIIb	8	4,2	<u>100</u>	90	81			61
Polska	111	3,9	69	<u>100</u>	88	80	65	86

T a b e l a 7

Pszenica jara - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obserwacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Suma opadów od kwietnia do lipca, w mm					
			do 150	151 200	201 250	251 300	301 350	ponad 350
Gleby lekkie								
Ia	61	3,3	64	78	90	92	94	<u>100</u>
Ib	33	2,7	90	87	<u>100</u>	65	77	70
Ic	17	2,6	86	86		89	<u>100</u>	
IIa	62	3,4	67	76	78	78	85	<u>100</u>
IIb								
IIIa	66	3,4	100	95	<u>100</u>	93	93	95
IIIb								
Polska	239	2,9	83	97	97	93	<u>100</u>	86
Gleby średnie								
Ia	102	3,3	100	99	97	<u>100</u>	76	85
Ib	70	3,3	45	73	85	<u>100</u>	96	93
Ic	98	3,4	90	86	90	91	<u>100</u>	96
IIa	46	4,1	55	<u>100</u>	88	70	80	70
IIb	53	3,0	84	56	76	91	85	<u>100</u>
IIIa	77	3,6	94	98	<u>100</u>	77	76	80
IIIb	65	3,8	78	<u>100</u>	86	89	81	98
Polska	511	3,3	82	<u>100</u>	97	94	91	94
Gleby ciężkie								
Ia	66	3,8	76	93	<u>100</u>	86	85	84
Ib	32	3,5	65	95	<u>100</u>	<u>100</u>	94	87
Ic	35	3,7		<u>100</u>	75	67	60	
IIa	52	3,4	86	87	<u>100</u>	93	92	90
IIb	184	3,0	94	83	<u>100</u>	94	93	91
IIIa	33	4,2	93	74	89	<u>100</u>	85	98
IIIb	54	4,2	87	<u>100</u>	68	99	73	76
Polska	456	3,3	88	<u>100</u>	97	97	88	88

powyżej 200 mm, na glebach średnich w zakresie 150-350 mm, na glebach ciężkich - 150-300 mm. Przy opadach do 150 mm plony na wszystkich glebach spadały przeciętnie o 12-17%, a w niektórych rejonach nawet o 30%. W warunkach opadów wyższych od 300 mm wydajność pszenicy jarej na glebach ciężkich była przeciętnie o 12% niższa od maksymalnej.

Jęczymer jary w skali kraju plonował najwyżej przy opadach większych od 350 mm na glebach lekkich (3,6 t/ha) oraz 151-200 mm na glebach średnich i ciężkich (4,1-3,9 t/ha). Wielkość opadów optymalnych w rejonach występowała w zakresie: ponad 300 mm, 151-250 mm i do 300 mm, kolejno na glebach lekkich, średnich i ciężkich (tab. 8). Znaczny spadek plonu (o ponad 20%) zaznaczył się na glebach lekkich w latach o opadach niższych od 150 mm, a także w niektórych rejonach przy opadach nieco wyższych. Na glebach średnich i zwięzłych w latach opadów mieszczących się w klasie najniższej plony spadały przeciętnie o 5-7%, chociaż w rejonach różnice dochodziły do 30%. Depresja plonów wskutek nadmiaru opadów na glebach średnich i zwięzłych była podobnej wielkości, jak przy niedoborze opadów.

Maksymalne plony owsa na glebach lekkich (3,6 t/ha) uzyskano w zakresie opadów 201-250 mm, na glebach średnich (4,0 t/ha) - 151-250 mm, a na glebach ciężkich (4,1 t/ha) - przy opadach do 150 mm (tab. 9). W rejonach opady optymalne na glebach lekkich i średnich przekraczały 150 mm, natomiast na glebach ciężkich mieściły się w przedziale do 300 mm. Znaczny spadek plonu w wyniku niedoboru opadów wystąpił na glebach lekkich. Przeciętnie w kraju przy sumie opadów niższej od 150 mm w ciągu czterech badanych miesięcy wydajność owsa spadała o 22%. W rejonach pasa środkowego i wyżynnego opady niższe o 100 mm od optymalnych powodowały spadek plonu nawet o 30%. Ujemne oddziaływanie nadmiaru opadów na wysokość plonu wystąpiło wyraźniej na glebach ciężkich. Średnio biorąc opady wyższe od 300 mm powodowały obniżenie plonu o 17%, a w niektórych rejonach nawet o 20-30%. Na glebach lekkich i średnich opady wyższe od optymalnych powodowały na ogół niewielki (do 10%) spadek plonu.

Z badań nad efektami nawadniania zbóż wynika, iż dzięki temu zabiegowi można uzyskać znaczny wzrost plonów w latach o niedostatecznej ilości opadów. W uprawie na glebach lekkich plony pszenicy ozimej wzrastały przeciętnie od 0,5 t/ha (o 15%) w latach o opadach wiosenno-letnich wyższych od 300 mm - do 1,4 t/ha (100%) w warunkach opadów do 200 mm. Najwyższe efekty nawadniania uzyskiwano, stosując

T a b e l a 8

Jęczmień jary - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obser- wacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Suma opadów od kwietnia do lipca, w mm					
			do 150	151 200	201 250	251 300	301 350	ponad 350
Gleby lekkie								
Ia	93	3,8	70	78	78	79	87	<u>100</u>
Ib	199	3,6	70	84	100	91	100	90
Ic	73	3,6	72	83	90	92	<u>100</u>	95
IIa	66	4,1	64	82	81	74	84	<u>100</u>
IIb								
IIIa	88	4,0	78	100	89	84	84	<u>100</u>
IIIb	11	2,4			82	<u>100</u>	83	
Polska	530	3,6	78	92	94	92	97	<u>100</u>
Gleby średnie								
Ia	135	4,2	94	<u>100</u>	90	88	72	91
Ib	91	4,1	82	86	84	<u>100</u>	89	100
Ic	100	4,3	94	<u>100</u>	95	92	91	57
IIa	47	4,8	72	<u>100</u>	81	71	74	70
IIb	126	4,2		78	<u>100</u>	89	73	91
IIIa	87	4,1	87	<u>100</u>	88	80	78	83
IIIb	62	4,3	109	<u>100</u>	93	91	79	100
Polska	648	4,1	93	<u>100</u>	93	90	82	93
Gleby ciężkie								
Ia	89	4,2	83	<u>100</u>	91	93	96	86
Ib	46	4,4	63	78	81	<u>100</u>	84	87
Ic	32	3,8		<u>100</u>	91	92		75
IIa	53	3,8	84		<u>100</u>	95	96	90
IIb	216	4,4	<u>100</u>	71	86	88	85	86
IIIa	36	4,4	<u>100</u>	90	92	93	96	100
IIIb	49	4,6	97	<u>100</u>	83	85	71	73
Polska	521	3,9	95	<u>100</u>	97	100	95	95

T a b e l a 9

Owies - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obser- wacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Suma opadów od kwietnia do lipca, w mm					
			do 150	151 200	201 250	251 300	301 350	ponad 350
Gleby lekkie								
Ia	88	4,0	75	84	94	<u>100</u>	95	
Ib	105	3,9	80	72	<u>100</u>	79	82	92
Ic	84	3,4	76	85	<u>100</u>	94	88	100
IIa	57	3,7	80	60	92	88	93	<u>100</u>
IIb	56	4,0	62	67	69	82	<u>100</u>	77
IIIa	96	4,1	82	<u>100</u>	96	96	95	88
IIIb	34	3,7		<u>100</u>	75	78	97	78
Polska	520	3,6	78	89	<u>100</u>	97	97	92
Gleby średnie								
Ia	124	4,2	87	98	87	<u>100</u>	80	78
Ib	45	4,1	82	61	88	97	86	<u>100</u>
Ic	96	4,4	92	87	92	83	82	<u>100</u>
IIa	21	4,0			<u>100</u>	82	89	90
IIb	92	4,0	113	64	<u>100</u>	95	78	88
IIIa	80	4,4	57	<u>100</u>	98	88	86	87
IIIb	61	4,5	86	89	93	91	82	<u>100</u>
Polska	519	4,0	90	<u>100</u>	<u>100</u>	96	87	92
Gleby ciężkie								
Ia	61	4,5	93	91	<u>100</u>	89	84	94
Ib	23	4,3		91	94	<u>100</u>	71	80
Ic								
IIa	31	4,3	<u>100</u>	78	86	70	77	90
IIb	138	5,0	<u>100</u>	68	73	70	68	68
IIIa	13	4,3		78	<u>100</u>	99	90	
IIIb	38	4,3	86	<u>100</u>	82	95	78	84
Polska	304	4,1	<u>100</u>	95	95	90	83	83

T a b e l a 10

Wpływ nawadniania na plony roślin zbożowych

Norma nawadniania w mm	Liczba obserwacji	Przyrost plonu w % plonu kontrolnego, zależnie od sumy opadów w okresie kwiecień-lipiec, w mm			
		do 200	201-250	251-300	ponad 300
Pszenica ozima (gleby lekkie)					
0	122	100 (1,4)	100 (3,1)	100 (3,6)	100 (3,1)
do 50	14		-30		-22
51-100	71	50	29	-13	18
101-150	66	107	31	30	5
ponad 150	32	100	32	9	
Pszenica ozima (gleby średnie)					
0	147		100 (3,9)	100 (3,7)	100 (3,6)
do 50	4				-19
51-100	109		18	7	9
101-150	107		6	17	
ponad 150	12		23		
Pszenica jara (gleby lekkie i średnie)					
0	212	100 (1,9)	100 (2,7)	100 (2,8)	100 (2,5)
do 50	22		4	-11	13
51-100	132	16	20	26	33
101-150	134	48	34	16	-8
ponad 150	84	40	3	27	-26
Jęczmień jary (gleby lekkie i średnie)					
0	77	100 (2,5)	100 (3,9)	100 (3,6)	100 (2,6)
do 50	33	4	12		10
51-100	50	40	0	16	-5
ponad 150	2		-6		

U w a g a: w nawiasie podano plon kontrolny w t/ha.

dawki wody od 100 do ponad 150 mm przy opadach poniżej 250 mm, 100-150 mm przy opadach 250-300 mm i 50-100 mm w latach o opadach wyższych niż 300 mm (tab. 10). W klasie opadów 250-300 mm plony - kontrolny i uzyskany przy nawadnianiu optymalną dawką wody - były najwyższe. Na glebach średnich przyrosty plonów wskutek nawadniania układały się podobnie jak na glebach lekkich, chociaż były niższe. Najwyższe plony z obiektów nie nawadnianych wystąpiły w klasie opadów 201-250 mm. W tej klasie również uzyskano najwyższe plony, stosując nawadnianie dawką wyższą od 50 mm. W każdym wypadku nawadnianie dawką sezonową niższą niż 50 mm powodowało spadek plonu.

W rezultacie optymalnego nawadniania pszenicy jarej (połączone wyniki dla gleb lekkich i średnich) plony wzrastały przeciętnie o 0,8-0,9 t/ha (tab. 10). Względny przyrost plonów w kolejnych klasach opadowych wynosił 32, 21, 22 i 14%. Największy wzrost plonów uzyskiwano stosując nawadnianie rzędu 100-150 mm w latach o opadach do 250 mm oraz 50-100 mm w latach o wyższych opadach. Najwyższą wydajność uzyskiwano, stosując optymalne dawki wody w latach o opadach od 200 do 300 mm.

Niezbyt liczne doświadczenia z nawadnianiem jęczmienia jarego nie dały dostatecznej informacji (tab. 10). Można sądzić, że nawadnianie dawkami od 50 do 100 mm w latach o opadach wiosenno-letnich do 300 mm powinno powodować około 20% wyżkę plonu. Natomiast w latach bardziej mokrych dawka wody do 50 mm może zwiększać plon o około 10%.

WNIOSKI

W oparciu o przedstawione wyniki można sformułować następujące wnioski:

1. Opady optymalne w okresie września i października dla wszystkich zbóż ozimych uprawianych na glebach lekkich oraz pszenicy i żyta na glebach średnich, jak również pszenicy na glebach ciężkich, były wyższe od 150 mm. Dla jęczmienia na glebach średnich i ciężkich wynosiły one 51-75 mm, a dla żyta na glebach ciężkich 76-150 mm.

2. Opady optymalne na glebach lekkich w okresie wegetacji wiosenno-letniej wynosiły dla jęczmienia jarego ponad 350 mm, dla pszenicy ozimej, jarej i jęczmienia ozimego 301-350 mm, dla żyta 251-300 mm oraz dla owsa 201-250 mm. Na glebach średnich najwyższe potrzeby opa-

dowe miała pszenica ozima (201-250 mm), o 50 mm mniejsze - jęczmień jary, pszenica jara, żyto i owies, a najmniejsze - jęczmień ozimy. Na glebach zwięzłych opady optymalne dla obu form pszenicy i jęczmienia wynosiły 151-200 mm, a dla żyta i owsa poniżej 150 mm.

3. Niedobór opadów najsilniej obniżał plony na glebach lekkich, najsłabiej - na glebach średnich. Na niedostatek opadów najsilniej reagowała pszenica jara na wszystkich glebach, a także jęczmień ozimy i jary oraz owies na glebach lekkich. Średni spadek plonu dochodził do 22%.

4. Nadmiar opadów najbardziej obniżał plony na glebach ciężkich, słabiej na glebach średnich. Na zbyt dużą ilość opadów najsilniej reagowały żyto i jęczmień ozimy (spadek plonu do 30%), natomiast najsłabiej - jęczmień jary (do 10%).

5. Efekty nawadniania zależne były od ilości opadów, zwięzłości gleb i stosowanych norm nawadniania. Optymalne normy nawadniania wynosiły dla pszenicy ozimej od 50 do ponad 150 mm, dla pszenicy jarej do 150 mm, dla jęczmienia jarego do 100 mm. Wzrost plonu pszenicy ozimej w tych warunkach osiągał 0,5-1,4 t/ha, pszenicy jarej - 0,8-0,9 t/ha, a jęczmienia jarego - 0,2-1,0 t/ha. Wysokość najkorzystniejszej normy i efekt nawadniania korelowały ujemnie z wysokością opadów w okresie wiosenno-letnim.

LITERATURA

1. M. Bruździak, J. Dzieżyc, J. Milewska: Bibliografia polskiego piśmiennictwa z zakresu gospodarki wodnej roślin i nawadniania za lata 1945-1970, PWN, Warszawa, 1972; za lata 1971-1975, PWN, Warszawa, w druku.
2. Centralne Biuro Studiów i Projektów Wodnych Melioracji i Zaopatrzenia Rolnictwa w Wodę „BIPROMEL”: Potrzeby i niedobory wodne produkcji roślinnej w zmiennych warunkach klimatycznych Polski: t. II, Opady atmosferyczne, Warszawa, 1974.
3. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych: Wyniki doświadczeń odmianowych za lata 1968-1976 oraz materiały nie publikowane COBORU w Słupi Wielkiej.
4. J. Dzieżyc, L. Nowak, K. Panek, Z. M. Rakowski: Metoda oceny wpływu niedoboru i nadmiaru opadów na produkcję roślinną w Polsce (maszynopis).
5. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej: Biuletyn Agrometeorologiczny za lata 1952-1976.
6. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej: Opady atmosferyczne, Wyd. Kom. i Łączności, 1952-1976.

7. Ministerstwo Rolnictwa, Departament Produkcji Roślinnej i Ochrony Roślin, Wydział Oceny Odmian: Wyniki doświadczeń odmianowych, PWRiL, Warszawa, 1953-1969.
8. Zbiór prac - Zesz. probl. Post. Nauk roln.: z. 86, PWRiL, Warszawa 1969; z. 88, PWRiL, Warszawa 1969; z. 110, PWN, Warszawa 1970; z. 140, PWN, Warszawa 1976; z. 181, PWN, Warszawa 1976; z. 199, PWN, Warszawa 1978.

К. Панек

ВЛИЯНИЕ НЕДОСТАТКА И ИЗБЫТКА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ, А ТАКЖЕ
ОРОШЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ
ОПЫТАХ 1952-1976 г.г.

Р е з ю м е

Представленный синтез основан на результатах 25-летних полевых опытов с видами зерновых культур, проведенных в 64 Сортоиспытательных станциях, а также на полевых опытах с орошением зерновых культур в 1962-1976 г.г. и с записыванием осадков и орошений для этих опытов. На основании полученных данных была определена величина оптимальных осадков и соответствующие им максимальные урожаи, а также процентные показатели снижения производительности вследствие недостатка или избытка осадков, как и увеличения урожая в результате орошения.

Наиболее высокие урожаи озимых зерновых культур, в отечественном масштабе, были получены тогда, когда сумма осадков в месяце сентябре и октябре составляла свыше 150 мм на легких почвах, столько же, за исключением озимого ячменя (на 100 мм меньше) на средних почвах, а также свыше 150 мм для озимой пшеницы, 76-150 мм для ржи и 51-75 мм для озимого ячменя, выращиваемых на тяжелых почвах. Снижения урожаев вследствие недостатка осадков составляли от 10 до 30%, а вследствие избытка осадков - до 10% максимального урожая. Величина максимальных осадков в весенне-летнем вегетационном периоде (с апреля по июль) на легких почвах составляла для ярового ячменя свыше 350 мм, для озимой пшеницы, яровой и озимого ячменя 301-350 мм, а для овса 201-250 мм. На средних почвах наиболее высокими требованиями, относительно осадков, отличалась озимая пшеница (201-250 мм), меньше на 50 мм яровой ячмень, яровая пшеница, рожь, овес, а наименьшими - озимый ячмень (ниже 150 мм). На плотных почвах максимальные осадки для обеих видов пшеницы и ячменя составляли 151-

-200 мм, а для ржи и овса - ниже 150 мм. На недостаток осадков наиболее сильно реагировала яровая пшеница на всех почвах, а также ячмень озимый и яровой и овес на легких почвах. Среднее снижение урожая доходило до 22%. При избытке осадков наибольшим снижением урожая характеризовалась рожь и озимый ячмень (до 30%), зато наименьшим - яровой ячмень (ниже 10%).

В зависимости от количества осадков и плотности почв оптимальные дозы орошения для озимой пшеницы составляли от 50 до свыше 150 мм, для яровой пшеницы до 150 мм, для ярового ячменя до 100 мм. Увеличение урожаев озимой пшеницы достигало 0,5-1,4 т/га, яровой пшеницы 0,8-0,9 т/га, а ярового ячменя 0,2-1,0 т/га. Величина наиболее полезной дозы орошения и эффект орошения отрицательно коррелировали с величиной весенне-летних осадков.

K. Panek

THE INFLUENCE OF PRECIPITATION DEFICIT OR EXCESS
AS WELL AS OF IRRIGATION ON YIELDING OF CEREALS
IN HOME EXPERIMENTS OF THE YEARS 1952-1976

S u m m a r y

The synthesis has been based upon twenty-five-years' results of field experiments with corn varieties carried out at 64 Variety Estimation Stations, as well as upon field tests with irrigation of cereals in the years 1962-1976 and records of precipitations and irrigations for those experiments. On the grounds of the data collected there has been determined the amount of optimum precipitation and corresponding maximum yields, as well as per cent indices of yielding decrease due to deficit or excess of precipitation and yielding increase due to irrigation.

The highest yields of winter cereals were obtained when the sum of precipitation in September and October was over 150 mm on light soils, same on medium soils (except winter barley, for which it was by 100 mm less), then over 150 mm for winter wheat, 76-150 mm for rye and 51-75 mm for winter barley grown on heavy soils. Yield decreases due to precipitation deficit were from 10 to 30%, while those

due to precipitation excess - up to 10% of the maximum yield. The amount of optimum precipitation in the spring-summer vegetation season (from April to July) on light soils was over 350 mm for spring barley, 301-350 mm for winter and spring wheat and winter barley, and 201-250 mm for oats. On medium soils the highest precipitation requirement was that of winter wheat (201-250 mm), lower that of spring barley, spring wheat, rye and oats (200 mm), and lowest that of winter barley (under 150 mm). On compact soils the optimum precipitation for both the forms of wheat and barley were 151-200 mm, and for rye and oats under 150 mm. The strongest response to precipitation deficit was that of spring wheat on all soils, as well as winter and spring barley and oats on light soils. The average yield decrease reached up to 22%. Now, excess of precipitation brought about the highest yield decrease in rye and winter barley (to 30%) and the lowest in spring barley (under 10%).

Depending on the amount of precipitation and soil compactness, the optimum irrigation doses were from 50 to over 150 mm for winter wheat, up to 150 mm for spring wheat, and up to 100 mm for spring barley. The yield increase of winter wheat reached 0.5-1.4 t/ha, spring wheat 0.8-0.9 t/ha, and spring barley 0.2-1.0 t/ha. The amount of the most favourable irrigation dose as well as the effect of irrigation were in a negative correlation with the amount of spring-summer precipitation.