

WPŁYW NIEDOBORU I NADMIARU OPADÓW ORAZ NAWADNIANIA
NA PŁONOWANIE ROŚLIN OKOPOWYCH

Lech Nowak

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji AR, Wrocław

PRZEGLĄD LITERATURY I CEL BADAŃ

Zarówno niedobór jak i nadmiar opadów naturalnych wpływają w znacznym stopniu na wielkość plonów. Jak wynika z wielu badań [2, 3], istnieją duże trudności w określeniu optymalnych potrzeb wodnych roślin okopowych w ciągu okresu wegetacji. Na podstawie danych liczbowych, cytowanych przez różnych autorów, widać, że optymalne opady w okresie kwiecień-wrzesień wahają się dla ziemniaków w granicach 260-390 mm, a dla buraków cukrowych od 227 do 530 mm, zależnie od regionu i zwięzłości gleby. Podobnie duże rozbieżności występują przy określaniu miesięcznych opadów optymalnych. Rozbieżności te wynikają przede wszystkim z niewystarczającej ilości doświadczeń w tym zakresie, a także nieuwzględniania różnych grup wczesności ziemniaków. Na 87 opublikowanych pozycji literatury z zakresu gospodarki wodnej roślin okopowych [2, 3], zarówno o charakterze popularnonaukowym, podręcznikowym czy ściśle naukowym, większość prac dotyczy potrzeb wodnych, a także efektów nawadniania poszczególnych roślin. Mniej prac traktuje o skutkach posuch [5-7, 10, 12], zaś bardzo niewiele o wpływie nadmiaru opadów na plony [11, 12]. Większość prac dotyczy pojedynczych gatunków, względnie nawet poszczególnych odmian roślin okopowych, uprawianych w wybranych warunkach klimatyczno-glebowych. Brak jest na-

tomiast syntezy, ujmującej całą grupę roślin okopowych uprawianych na glebach o różnej żyzności na terenie całej Polski.

Celem pracy jest określenie wpływu niedoboru i nadmiaru opadów naturalnych na plonowanie roślin okopowych, zależnie od rejonu i żyzności gleby oraz wskaźników przyrostu plonów pod wpływem nawadniania zależnie od ilości opadów oraz norm nawadniania w ciągu okresu wegetacji. Badaniami objęto następujące rośliny: ziemniak wczesny, średniowczesny, średniopóźny i późny oraz burak cukrowy i pastewny.

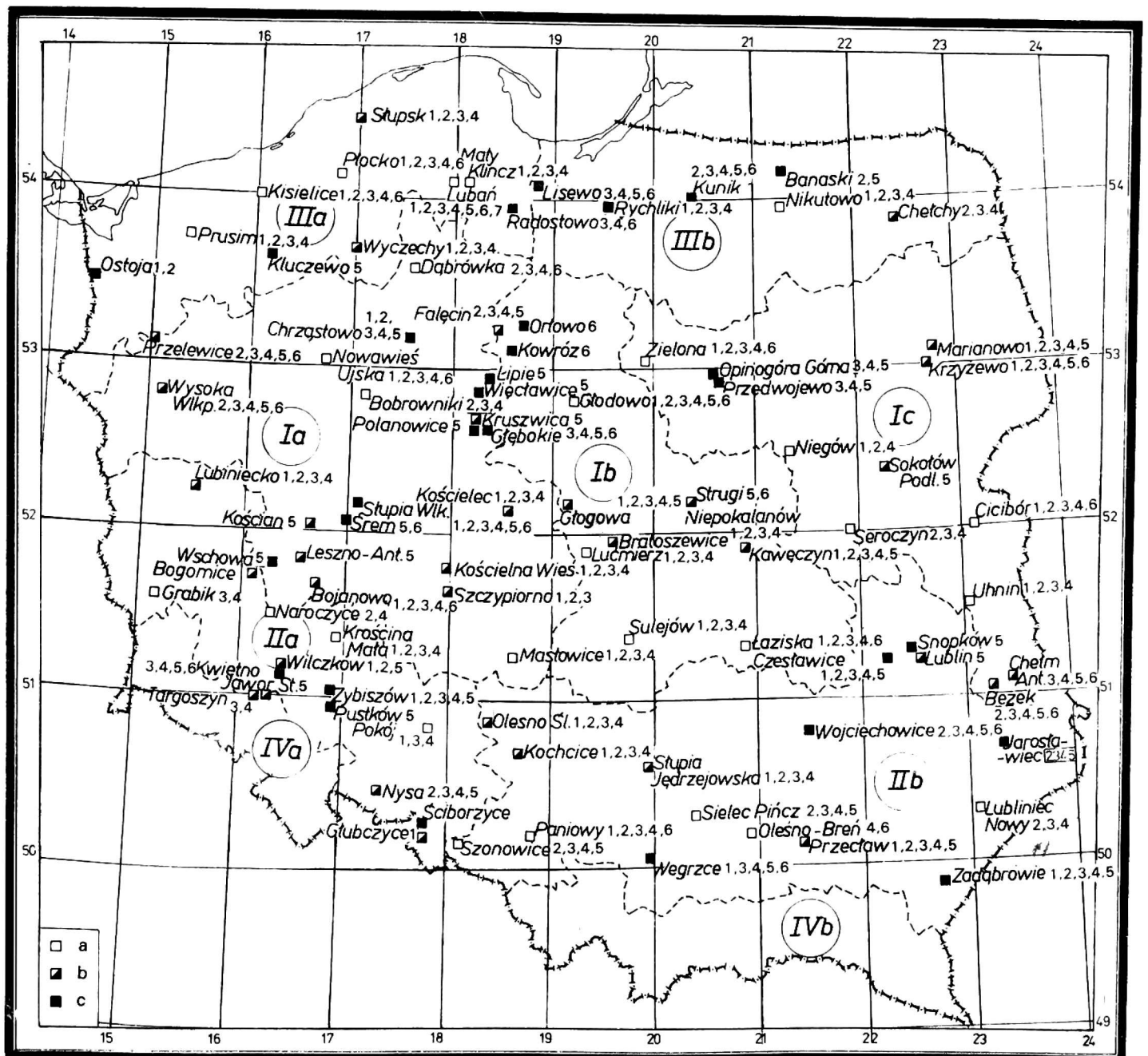
MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODA OPRACOWANIA

W niniejszej pracy wykorzystano wyniki wieloletnich doświadczeń odmianowych, prowadzonych przez stacje oceny odmian (SOO) na terenie całego kraju w latach 1952-1976 [13, 14], oraz wyniki doświadczeń z nawadnianiem roślin okopowych, prowadzonych przez różne placówki naukowe w latach 1962-1976 [4, 9]. Opady w poszczególnych SOO w kolejnych latach określano na podstawie notowań opadów w stacjach oceny odmian, względnie z najbliższej położonych stacji meteorologicznych [1, 8]. Położenie poszczególnych SOO, prowadzących doświadczenia z roślinami okopowymi, z uwzględnieniem rejonu i żyzności gleby oraz odpowiadające im stacje meteorologiczne przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

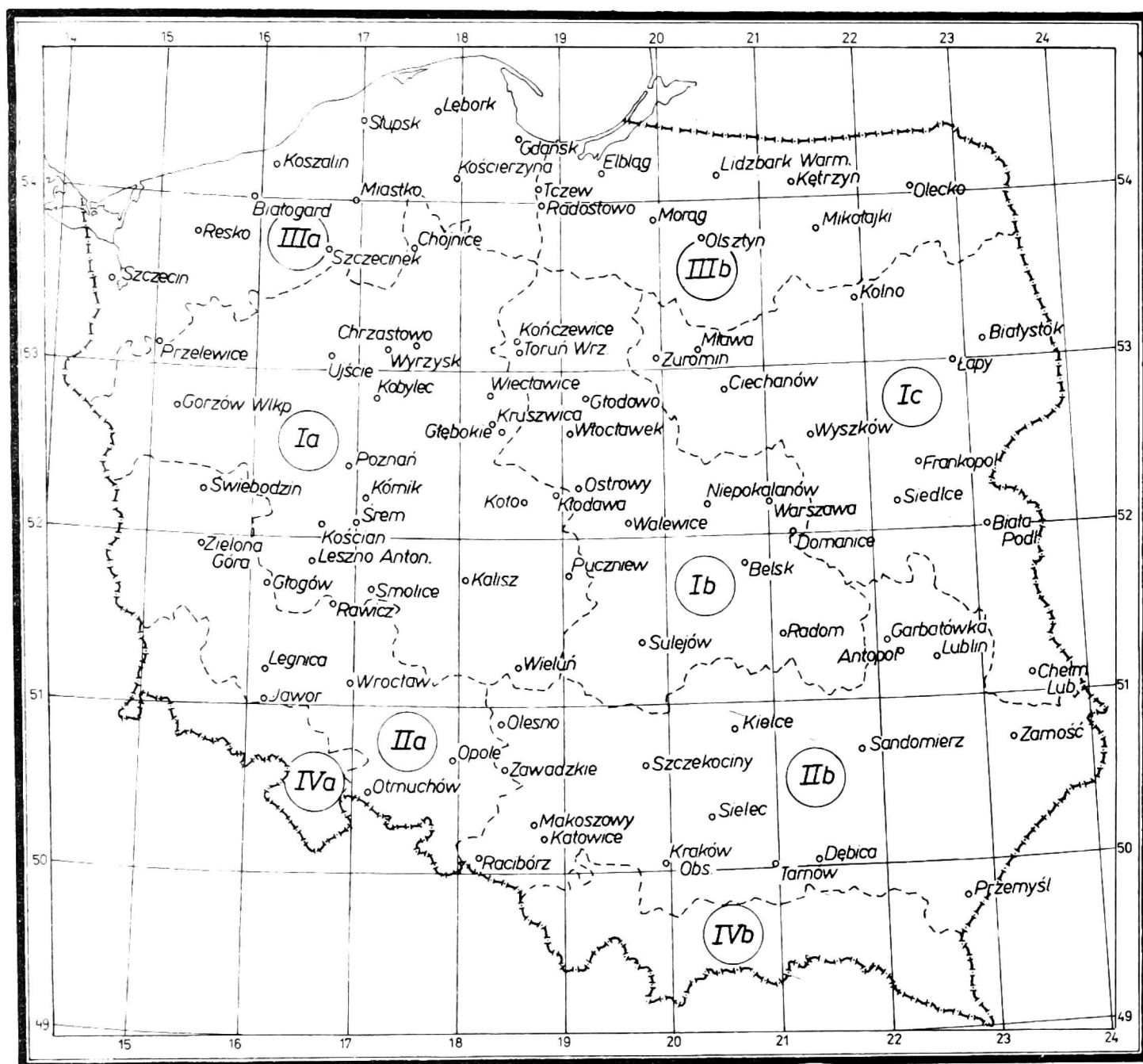
Najwięcej danych liczbowych zebrano dla ziemniaków średniopóźnych i późnych oraz buraków cukrowych, najmniej zaś dla buraków pastewnych i ziemniaków wczesnych, co związane jest z ilością SOO oraz długością okresu prowadzenia badań z poszczególnymi roślinami. Duże różnice w ilości danych liczbowych występują także w poszczególnych rejonach. Najwięcej doświadczeń prowadzono w Pasie Wielkich Dolin (rejonu Ia, Ib, Ic) oraz pasie południowym (rejonu IIa i IIb), najmniej natomiast w pasie północnym (rejonu IIIa i IIIb).

Wyniki doświadczeń z nawadnianiem roślin okopowych pochodzą z następujących miejscowości: Bydgoszcz, Krobów, Leszkowice, Mydlniki, Poznań, Samotwór, Swojec, Skierniewice i Warszawa. Należy jednak zaznaczyć, że z wyjątkiem stacji w Swojcu i Samotworze, w pozostałych ośrodkach doświadczenia prowadzono przez krótki okres (kilka lat), a więc zebrany materiał nie jest wystarczająco liczny. W związku z tym zrezygnowano z podziału na rejonu, a uwzględniono tylko żyzność gleby.

Plony badanych roślin, uzyskane w poszczególnych latach w danych SOO, zostały obliczone jako średnie z 3-4 odmian powszechnie uprawianych i najlepiej plonujących. W miarę możliwości w kolejnych latach brano pod uwagę te same odmiany roślin. Plon w doświadczeniach z nawadnianiem wyrażał średnią z 4 powtórzeń badanej rośliny w danym roku. Warunki prowadzenia doświadczeń (warunki glebowe, poziom nawożenia, normy nawadniania) oraz terminy siewu lub sadzenia i zbioru ustalono na podstawie dokumentacji doświadczeń [13, 14], względnie odpowiednich publikacji [4, 9]. Przyjmując, że stosowane w doświadczeniach SOO dawki nawozów były określane na podstawie potrzeb aktualnie



Rys. 1. Doświadczenia SOO z roślinami okopowymi: a - gleby lekkie, b - gleby średnie, c - gleby ciężkie; 1 - ziemniaki wczesne, 2 - ziemniaki średniowczesne, 3 - ziemniaki średniopóźne, 4 - ziemniaki późne, 5 - buraki cukrowe, 6 - buraki pastewne; I-IV - rejony



Rys. 2. Posterunki opadowe uwzględnione przy opracowaniu roślin okopowych

badanych odmian, w niniejszym opracowaniu nie uwzględniono nawożenia. Natomiast w doświadczeniach z nawadnianiem, gdzie rozpiętość stosowanych dawek wahała się od 0 do 800 kg NPK na 1 ha, uwzględniono tylko doświadczenia, w których poziom nawożenia wynosił 200-600 kg NPK na 1 ha. Tak zebrany materiał liczbowy zestawiono w tabelach, uwzględniając rejony, zwięzłość gleby oraz klasy opadowe i normy nawadniania. Grupując wyniki doświadczeń S00 w zależności od sumy opadów w okresie wegetacji, ustalono przedziały opadów co 50 mm. Natomiast w doświadczeniach z nawadnianiem ze względu na krótszy okres badań przyjęto następujące przedziały: dla ziemniaków wczesnych - poniżej

200, 200-300 i powyżej 300 mm, a dla pozostałych badanych roślin - poniżej 300, 300-400 i powyżej 400 mm. Sumy opadów w okresie wegetacji poszczególnych roślin, zarówno w doświadczeniach S00 jak i z nawadnianiem, zestawiono za okres siew (sadzenie) - zbiór z dokładnością do dekady. Szczegółowy opis metody opracowania danych liczbowych podany jest w oddzielnej publikacji [5].

WYNIKI BADAŃ

W tabelach 1-6 przedstawiono wyniki badań wpływu ilości opadów na plonowanie roślin okopowych oparte na doświadczeniach S00, prowadzonych w latach 1952-1976 na terenie całego kraju. Podane w tabelach wskaźniki obliczono jako średnie ważone z ogólnej liczby doświadczeń jednorocznych. Obejmują one oddzielnie dane dla gleb lekkich, średnich i ciężkich w siedmiu wydzielonych rejonach oraz dla całej Polski, z wyjątkiem gór.

Jak wynika z tabeli 1, zarówno na glebach lekkich jak i średnich optymalne opady dla ziemniaków wczesnych wynosiły 250-350 mm, przy czym w większości rejonów wystarczające okazały się opady rzędu 250-300 mm. Opady mniejsze od optymalnych obniżały plony tej rośliny w skrajnych przypadkach nawet o 49%, natomiast nadmiar opadów okazał się mniej szkodliwy, obniżając plony maksimum o 30%. Wskaźniki podane dla gleb ciężkich są mniej miarodajne ze względu na małą ilość doświadczeń prowadzonych na tych glebach z ziemniakami wczesnymi. Niemniej jednak w większości rejonów optymalne opady były o 50-100 mm mniejsze w porównaniu do gleb lekkich i średnich, zaś zarówno niedobór jak i nadmiar opadów obniżał plony nie tak dotkliwie.

Przytoczone w tabeli 2 dane dla ziemniaków średniowczesnych wykazują, że do uzyskania maksymalnego plonu roślina ta wymaga przeciętnie 300-350 mm opadu w okresie wegetacji, przy wahaniami w poszczególnych rejonach od 250 do 400 mm. Na glebach lekkich ziemniak średniowczesny plonował najlepiej przy opadach wynoszących 300-400 mm, natomiast na glebach średnich i ciężkich przy opadach 250-350 mm. W rejonach zachodnich (Ia, IIa) do uzyskania maksymalnych plonów wystarczył opad o 50-100 mm mniejszy niż w rejonach wschodnich (Ic, IIb, IIIb). W latach suchych (opad poniżej 200 mm) plony ziemniaków średniowczesnych spadały zależnie od rejonu o 20-45% na glebach lekkich, o 21-41% na glebach średnich i o 4-43% na glebach ciężkich. Nadmiar

T a b e l a 1

Ziemniak wczesny - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obserwacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Opad w okresie od sadzenia do zbioru, w mm					
			do 150	151 200	201 250	251 300	301 350	ponad 351
Gleby lekkie								
Ia	20	33,3	65	74	77	<u>100</u>		
Ib	46	28,5	86	86	93	<u>100</u>	79	
Ic	26	32,0	73	81	90	93	<u>100</u>	87
IIa	10	28,8	51	61	98	<u>100</u>		
IIb	26	25,2		44	63	68	<u>100</u>	89
IIIa	30	29,7	60	76	81	<u>100</u>	72	
IIIb	14	28,4	58	73	75	91	<u>100</u>	
Polska	172	27,8	74	83	86	<u>100</u>	87	79
Gleby średnie								
Ia	38	29,4	62	80	89	95	<u>100</u>	
Ib	39	35,2	51	60	78	<u>100</u>	84	
Ic	22	32,8	55	78	81	<u>100</u>	70	
IIa	41	27,5	61	81	98	85	<u>100</u>	77
IIb	30	30,7	60	76	82	<u>100</u>	86	92
IIIa	21	30,6	57	69	81	<u>100</u>		
Polska	191	30,7	58	73	84	<u>100</u>	88	82
Gleby ciężkie								
Ia	21	36,6	55	68	75	<u>100</u>	90	
Ib								
Ic								
IIa	10	33,9	84	<u>100</u>	93	76	88	
IIb	51	30,5	60	75	<u>100</u>	95	93	98
IIIa	15	24,6	69	<u>100</u>	96			
IIIb	5	34,9	46	68		<u>100</u>		
Polska	102	30,0	63	81	92	95	94	<u>100</u>

T a b e l a 2

Ziemniak średniowczesny - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obserwacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Opad w okresie od sadzenia do zbioru, w mm						
			do 200	201 250	251 300	301 350	351 400	400 450	ponad 451
Gleby lekkie									
Ia	49	32,8	68	87	98	<u>100</u>	93	81	
Ib	52	31,8	80	84	98	<u>100</u>	94	70	
Ic	56	34,7	71	75	86	91	<u>100</u>	90	91
IIa	15	31,6	74	85	84	96	<u>100</u>	81	81
IIb									
IIIa	45	32,1	80	76	90	<u>100</u>	94	78	70
IIIb	15	38,0	55	58	72	82	<u>100</u>		
Polska	232	32,1	75	82	95	<u>100</u>	<u>100</u>	81	83
Gleby średnie									
Ia	37	29,2	68	97	<u>100</u>	96	87	86	
Ib	45	31,7	72	78	89	<u>100</u>	<u>100</u>	85	
Ic	34	33,7	73	77	88	<u>100</u>	78	92	81
IIa	46	29,2	63	78	87	<u>100</u>	96	86	86
IIb	44	34,0	59	77	75	81	87	<u>100</u>	64
IIIa	22	36,4	79	77	<u>100</u>	93	97	68	70
IIIb	14	30,6	79	100	79	85	89		81
Polska	242	30,0	78	88	94	<u>100</u>	96	91	79
Gleby ciężkie									
Ia	17	34,0	62	68	<u>100</u>	87	42		
Ib									
Ic									
IIa	9	48,9		48	72	<u>100</u>	64	53	
IIb	50	30,3	96	92	99	<u>100</u>	99	90	80
IIIa	5	25,0	57		<u>100</u>		99		
IIIb	36	39,4	59	74	<u>100</u>	89	77	63	63
Polska	117	32,5	71	83	99	<u>100</u>	88	80	75

opadów także obniżał plony omawianej rośliny, lecz w mniejszym stopniu niż niedobór, przy czym im cięższa gleba tym przeciętne spadki plonów pod wpływem nadmiaru opadów były większe.

Przeciętne optymalne opady dla ziemniaków średniopóźnych (tab. 3) wynosiły na glebach lekkich 400-450 mm, na glebach średnich 350-400 mm i na glebach ciężkich 300-350 mm. Należy jednak zaznaczyć, że zależnie od rejonu i zwięzłości gleby wahania w ilości opadów optymalnych były znaczne i wynosiły od 200 do ponad 450 mm. Tak niedobór jak i nadmiar opadów obniżały plony tej rośliny, przy czym spadki plonów w poszczególnych rejonach były nieregularne, natomiast dla Polski układały się w miarę systematycznie. W latach suchych (poniżej 200 mm) plony ziemniaków średniopóźnych stanowiły przeciętnie na glebach lekkich - 72%, na glebach średnich - 64% i na glebach ciężkich 82% plonów maksymalnych. Opady zbyt obfite (ponad 450 mm) obniżały plony omawianej rośliny przeciętnie o około 10%, niezależnie od zwięzłości gleby.

Na podstawie tabeli 4 można przyjąć, że ziemniaki późne najlepiej plonowały przy opadach wynoszących na glebach lekkich i średnich 400-450 mm, a na glebach ciężkich 300-350 mm. Roślina ta ujemnie reagowała zarówno na niedobór, jak i nadmiar opadów. Szkodliwy wpływ niedoboru opadów wystąpił szczególnie wyraźnie na glebach lekkich i średnich, gdzie w latach o opadach poniżej 200 mm notowano przeciętny dla kraju spadek plonów omawianej rośliny o 29%, a w niektórych rejonach nawet o ponad 50% (rejon IIIa). Zniżka plonów przy przekroczeniu opadów optymalnych wynosiła na glebach lekkich i średnich przeciętnie około 10%, a na glebach ciężkich 16%.

Wskaźniki plonowania buraków cukrowych, zależnie od rejonu i sumy opadów w okresie wegetacji, podano tylko dla gleb średnich i ciężkich (tab. 5). Burak cukrowy najlepiej plonował przy opadach wynoszących 400 do ponad 500 mm na glebach średnich i 350-500 mm na glebach ciężkich. Przeciętnie dla kraju na glebach średnich opad optymalny wynosił 400-450 mm, a na glebach ciężkich o 50 mm mniej. Wraz ze zmniejszeniem się ilości opadów malały plony omawianej rośliny, szczególnie wyraźnie na glebach średnich. W skrajnych przypadkach plon buraków spadał o 53%. Przeciętnie przy opadach poniżej 200 mm w okresie wegetacji plon obniżał się o 45% na glebach średnich i o 30% na glebach ciężkich. Opady powyżej optymalnych obniżały plony buraków nieznacznie - przeciętnie o 3-5%, niezależnie od zwięzłości gleby.

T a b e l a 3

Ziemniak średniopóźny - plony t/ha i w %

Rejon	Ilość obser- wacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Opad w okresie od sadzenia do zbioru, w mm						
			do 200	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	ponad 451
Gleby lekkie									
Ia	54	33,6	71	85	95	<u>100</u>	96	96	73
Ib	53	31,8	65	82	96	99	92	83	<u>100</u>
Ic	54	35,9	69	78	79	81	86	<u>100</u>	93
IIa	19	36,9		67	74	95	76		<u>100</u>
IIb	19	26,3		28	89	58	73	<u>100</u>	83
IIIa	49	32,1	66	88	94	<u>100</u>	94	93	88
IIIb	15	39,0	29	61	73	73	85	<u>100</u>	60
Polska	263	31,6	72	84	94	98	92	<u>100</u>	93
Gleby średnie									
Ia	50	31,3	63	93	<u>100</u>	94	99	96	
Ib	69	35,2	66	78	84	87	<u>100</u>	99	99
Ic	61	33,1	75	82	89	100	86	74	89
IIa	65	31,7	69	75	84	94	<u>100</u>	93	77
IIb	64	30,8		78	87	<u>100</u>	94	91	87
IIIa	38	30,1		91	93	99	97	<u>100</u>	92
IIIb	14	31,1	63	100	91	72	83	<u>100</u>	70
Polska	361	31,1	64	87	93	96	<u>100</u>	95	89
Gleby ciężkie									
Ia	37	36,7	71	81	84	<u>100</u>	70		
Ib									
Ic									
IIa	20	31,4		66		98	<u>100</u>	91	77
IIb	87	33,5	80	85	<u>100</u>	92	92	81	90
IIIa	21	37,0	78	100	91	96	96	<u>100</u>	
IIIb	30	37,6	68	76	75	<u>100</u>	74	93	81
Polska	195	32,7	82	88	98	<u>100</u>	91	88	90

T a b e l a 4

Ziemniak późny - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obserwacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Opad w okresie od sadzenia do zbioru, w mm						
			do 200	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	ponad 451
Gleby lekkie									
Ia	53	34,4	77	86	93	<u>100</u>	97	95	78
Ib	47	33,1		85	91	<u>100</u>	96	96	94
Ic	63	34,4	66	78	92	91	93	<u>100</u>	97
IIa	29	33,1		73	84	85	94	<u>100</u>	84
IIb	41	31,0		44	90	76	98	<u>100</u>	84
IIIa	52	34,6	46	84	93	95	<u>100</u>	91	90
IIIb	12	39,8		60	73	84		<u>100</u>	69
Polska	297	32,7	71	83	95	95	99	<u>100</u>	89
Gleby średnie									
Ia	44	33,3	64	85	99	91	<u>100</u>	94	
Ib	63	40,0	61	77	78	82	89	99	<u>100</u>
Ic	58	36,3	74	82	87	<u>100</u>	90	77	81
IIa	68	33,9		73	83	96	99	<u>100</u>	88
IIb	44	35,0		77	91	92	91	<u>100</u>	80
IIIa	39	36,3		80	89	89	93	<u>100</u>	89
IIIb	8	35,0		90		75	81	86	<u>100</u>
Polska	324	34,3	71	82	92	95	97	<u>100</u>	90
Gleby ciężkie									
Ia	42	39,3	73	83	89	<u>100</u>	82		
Ib									
Ic									
IIa	24	34,4		63	90	89	<u>100</u>	94	73
IIb	76	34,5		90	<u>100</u>	97	93	94	90
IIIa	13	40,7	90	70	92	87	93	<u>100</u>	
IIIb	31	40,9	70	67	87	<u>100</u>	81	77	80
Polska	186	36,5	82	82	95	<u>100</u>	92	89	84

T a b e l a 5

Burak cukrowy - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obser- wacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Opad w okresie od siewu do zbioru, w mm							
			do 200	200 250	250 300	300 350	350 400	400 450	450 500	ponad 500
Gleby średnie										
Ia	38	49,4	47	68	68	78	79	85	<u>100</u>	
Ib	70	45,3	50	65	82	80	88	<u>100</u>	74	91
Ic	49	45,3	62	76	86	92	96	90	<u>100</u>	
IIa	50	43,1		73	61	74	93	96	94	<u>100</u>
IIb	31	55,1		65	75	76	80	<u>100</u>	84	
IIIa	24	54,8		51	64	83	86	<u>100</u>	85	
Polska	263	44,3	55	73	81	87	95	<u>100</u>	98	95
Gleby ciężkie										
Ia	101	46,9	52	69	82	88	<u>100</u>	100	79	
Ib										
Ic	23	59,8	50	58	69	77	69	65	<u>100</u>	
IIa	24	46,8			80	73	83	<u>100</u>	<u>100</u>	79
IIb	149	43,1		84	84	86	87	93	<u>100</u>	96
IIIa	9	47,7		83		83	<u>100</u>	75		
IIIb	55	47,7	78	77	82	91	<u>100</u>	84	82	84
Polska	361	42,3	70	83	90	94	<u>100</u>	99	99	97

Niewielka ilość doświadczeń prowadzonych z burakami pastewnymi (tab. 6) nie pozwala na miarodajne ustosunkowanie się do wskaźników uzyskanych w poszczególnych rejonach. Z tego też powodu wskaźniki plonowania dla gleb lekkich i średnich podano łącznie, a interpretację uzyskanych wyników jedynie w oparciu o średnie dla kraju. Przebieg optymalny dla buraków pastewnych uprawianych na glebach lekkich i średnich wynosił 450-500 mm, a na glebach ciężkich powyżej 350 mm. Niedobór opadów na glebach lżejszych obniżał plony omawianej rośliny, jednak wyraźny spadek (17%) notowano dopiero, gdy opady wynosiły poniżej 300 mm. Przy opadach 200-250 mm plon buraków pastewnych zmniejszył się o 30%, w skrajnym przypadku (opad poniżej 200 mm)

T a b e l a 6

Burak pastewny - plon w t/ha i w %

Rejon	Ilość obserwacji	Plon przy opadach optymalnych t/ha	Opad w okresie od siewu do zbioru, w mm							
			do 200	200 250	250 300	300 350	350 400	400 450	450 500	ponad 500
Gleby lekkie i średnie										
Ia	36	101,0	30	30	69	71	69	77	<u>100</u>	
Ib	8	82,6			<u>100</u>	99	75			57
Ic	20	86,7	53	68	80	<u>100</u>	79	82	70	
IIa	18	85,9			84	70	89	89	<u>100</u>	
IIb	25	75,2			87	88	84	<u>100</u>	87	97
IIIa	18	104,9		59	51	65	<u>100</u>		78	81
Polska	125	79,3	44	70	83	91	89	95	<u>100</u>	92
Gleby ciężkie										
Ia	26	83,6	46	74	90	<u>100</u>	98	96	88	
Ib	13	77,8	48		66	86	91	<u>100</u>		
Ic	12	84,5		75	93	<u>100</u>	86	88		
IIa	6	89,3				48		<u>100</u>	72	
IIb	26	104,0		62	72	79	80	67	<u>100</u>	77
IIIa	10	89,9		95	<u>100</u>	90	<u>100</u>	74		
IIIb	5	80,9		79	89	<u>100</u>		66		
Polska	98	81,0	47	81	90	90	<u>100</u>	91	99	99

o 56% w porównaniu z plonami optymalnymi. Podobne tendencje zaobserwowano na glebach ciężkich. Wyraźnie niższe plony (19%) wystąpiły dopiero przy opadach poniżej 250 mm, a w latach suchych (opad poniżej 200 mm) plon spadał o 53%. Opady wyższe od przeciętnych obniżały plony buraków pastewnych na glebach lżejszych średnio o 8%, natomiast na glebach ciężkich nie obserwowano szkodliwego wpływu nadmiaru opadów.

Analizując tabele 1-6 można stwierdzić, że zarówno ziemniaki jak i buraki pastewne przeciętnie najlepiej plonowały na glebach ciężkich, natomiast buraki cukrowe na glebach średnio związkowych. Niedobór opadów wyraźniej obniżał plony badanych roślin na glebach

lekkich i średnich w porównaniu z ciężkimi, zaś nadmiar opadów wyraźniej obniżał plony na glebach ciężkich.

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 7, na glebach lekkich badane rośliny dały najwyższe plony przy następującej ilości opadów w okresie wegetacji: ziemniak wczesny (20 t) - 200-300 mm, zaś ziemniak późny (28 t), burak cukrowy (45 t) i burak pastewny (76 t) - powyżej 400 mm. Natomiast na glebach średnich (tab. 8) ziemniak późny najlepiej plonował (34 t/ha) przy opadach powyżej 400 mm, a burak cukrowy (44 t) przy opadach 300-400 mm.

Pod wpływem nawodnień plony roślin okopowych wzrastały, a procentowy przyrost plonów był różny w zależności od ilości opadów w okresie wegetacji i sezonowych norm nawadniania (tab. 7 i 8).

Dla ziemniaka wczesnego, uprawianego na glebie lekkiej przy opadach poniżej 300 mm, optymalna norma nawadniania wynosiła 100-150 mm, a przyrost plonów przy tej normie wynosił 27-82% plonów kontrolnych i malał ze wzrostem opadów naturalnych. Potwierdzają to również plony uzyskane w latach o opadach przekraczających 300 mm w okresie wegetacji ziemniaka wczesnego, bowiem wyraźną wyżkę plonów (30%) uzyskano wtedy, gdy norma nawadniania nie przekroczyła 50 mm. A więc im wyższy opad w okresie wegetacji, tym niższa norma nawadniania zapewniała optymalne plonowanie. Mimo że opad powyżej 300 mm, w przypadku uprawy ziemniaków wczesnych na glebach lekkich, wydaje się być wystarczający, to jednak dodatkowa niewielka norma nawadniania zwiększa jeszcze dość znacznie plony tej rośliny, gdyż poprawia rozkład opadów w czasie.

Przyrost plonów pozostałych badanych roślin okopowych na glebie lekkiej układał się podobnie. Przy opadach poniżej 300 mm optymalna norma nawadniania, wynosząca 200-250 mm wody, zwiększała plon ziemniaków późnych o 88%, buraków cukrowych o 62% i buraków pastewnych o 92%, w porównaniu z plonami z obiektów nie nawadnianych. Przy opadach wynoszących 300-400 mm największy przyrost plonów omawianych roślin (około 30%) uzyskano, stosując normę nawadniania 100-150 mm. Natomiast przy opadach powyżej 400 mm optymalna okazała się dawka wody 50-100 mm. Zwiększała ona plony ziemniaków późnych o 17%, buraków cukrowych o 8% i buraków pastewnych o 24%. Niezależnie od ilości opadów w okresie wegetacji największe procentowe wyżki plonów dało nawadnianie buraków pastewnych, mniejsze - ziemniaków późnych i ziemniaków wczesnych, a najmniejsze buraków cukrowych.

Na glebie średniej stwierdzono podobne tendencje jak na glebie

T a b e l a 7

Wpływ nawadniania na plony ziemniaków wczesnych i późnych oraz buraków cukrowych i pastewnych uprawianych na glebach lekkich

Roślina	Norma nawadniania w mm	Liczba obser- wacji	Plony w procentach plonu kontrolnego, zależnie od sumy opadów w okresie we- getacji rośliny, w mm			
			poniżej 200	200-300	300-400	ponad 400
Ziemniak wczesny	0	73	100 (17)	100 (20)	100 (18)	
	50	16	111	111	<u>130</u>	
	100	47	128	119	<u>107</u>	
	150	8	<u>182</u>	<u>127</u>	-	
	200	2	-	102	-	
Ziemniak późny	0	57		100 (23)	100 (25)	100 (28)
	50	9		107	107	116
	100	28		-	120	<u>117</u>
	150	22		142	<u>131</u>	114
	200	11		158	124	-
	250	3		<u>188</u>	-	-
Burak cukrowy	0	57		100 (34)	100 (40)	100 (45)
	50	-		-	-	-
	100	26		135	120	<u>108</u>
	150	37		145	<u>130</u>	106
	200	20		139	119	-
	250	3		<u>162</u>	-	-
Burak pastewny	0	83		100 (65)	100 (71)	100 (76)
	50	-		-	-	-
	100	21		-	113	<u>124</u>
	150	38		114	<u>126</u>	111
	200	27		140	114	-
	250	6		<u>192</u>	-	-

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

T a b e l a 8

Wpływ nawadniania na plony ziemniaków późnych i buraków cukrowych uprawianych na glebie średniej

Roślina	Norma nawadniania w mm	Liczba obserwacji	Plony w procentach plonu kontrolnego, zależnie od sumy opadów w okresie wegetacji rośliny, w mm		
			do 300	300-400	ponad 400
Ziemniak późny	0	33	100 (22)	100 (29)	100 (34)
	50	6	-	124	<u>113</u>
	100	15	-	<u>126</u>	107
	150	8	<u>138</u>	121	108
Burak cukrowy	0	65	100 (31)	100 (44)	100 (38)
	50	14	-	111	110
	100	15	-	<u>134</u>	<u>119</u>
	150	30	157	120	115
	200	28	167	118	-
	250	11	<u>177</u>	110	-

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

lekkiej, z tym że przy tej samej ilości opadów do 300 mm analogiczne dawki wody zwiększały plony buraków cukrowych silniej, a plony ziemniaków późnych słabiej niż na glebie lekkiej.

WNIOSKI

1. Przeciętna wielkość opadów optymalnych w okresie od siewu (sazdzenia) do zbioru wynosiła dla ziemniaków wczesnych 250-300 mm, ziemniaków średniowczesnych 300-350 mm, ziemniaków średniopóźnych 350-400 mm, ziemniaków późnych i buraków cukrowych 400-450 mm oraz buraków pastewnych 450-500 mm. Wahania w wielkości opadów optymalnych badanych roślin okopowych były dość znaczne w poszczególnych rejonach i na glebach o różnej zwięzłości.

2. Rośliny okopowe reagowały ujemnie zarówno na niedobór jak i na nadmiar opadów, jednak spadki plonów pod wpływem suszy, szczególnie

na glebach lekkich, były znacznie większe niż przy nadmiarze opadów. Roślinami najbardziej wrażliwymi na niedobór opadów okazały się buraki pastewne i cukrowe, zaś na nadmiar ziemniaki średniowczesne.

3. Stosowane w doświadczeniach dawki wody 50-250 mm w ciągu okresu wegetacyjnego zwiększały plony roślin okopowych, przy czym im suchszy rok i lżejsza gleba, tym wyższa dawka wody okazała się optymalna. Na glebach lekkich pod wpływem nawodnień plony buraków cukrowych wzrastały maksymalnie o 62%, ziemniaków wczesnych o 82%, ziemniaków późnych o 88% i buraków pastewnych o 92%, natomiast na glebach średnich - ziemniaków późnych o 38% i buraków cukrowych o 77%, w porównaniu z plonami uzyskanymi z obiektów nie nawadnianych.

LITERATURA

1. Biuletyn Agrometeorologiczny PIWM, IMGW Warszawa, lata 1952-1976.
2. Bruździak M., Dzieżyc J., Milewska J.: Bibliografia polskiego piśmiennictwa z zakresu gospodarki wodnej roślin i nawadniania za lata 1945-1970 PWN Warszawa 1972.
3. Bruździak M., Dzieżyc J., Milewska J.: Bibliografia polskiego piśmiennictwa z zakresu gospodarki wodnej roślin i nawadniania za lata 1971-1975, PWN Warszawa 1979.
4. Dzieżyc J.: Nawadnianie roślin, PWRiL Warszawa 1973.
5. Dzieżyc J., Nowak L., Panek K.: Metoda oceny wpływu niedoboru i nadmiaru opadów oraz nawadniania na produkcję roślinną w Polsce. Zesz. probl. Post. Nauk rol. (w druku).
6. Fotyma M., Kaczorek S.: Skutki suszy dla ziemniaków odmian późnych. Plon R. 1969 nr 36.
7. Malec K.: Obserwacje nad wpływem wysokiej temperatury i suszy w 1963 roku na wartość sadzeniaków. Biul. Inst. Hod. Rośl. R. 1965 nr 5/6.
8. Moskalik F.: Wpływ suszy na plonowanie ziemniaków. Plon R. 1972 nr 8.
9. Potrzeby i niedobory wodne produkcji roślinnej w zmiennych warunkach klimatycznych Polski t. II Opady atmosferyczne, CBS i PWMiZ „Bipromel” Warszawa 1974 (maszynopis).
10. Praca zbiorowa: Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych nr 86, 88 PWRiL Warszawa nr 110, 140, 181, 199, 236 PWN Warszawa, lata 1969-1979.
11. Szymczak L.: Wpływ niedoboru wilgoci i niekorzystnego rozkładu opadów na plon i zawartość skrobi u rodów i odmian ziemniaków średniowczesnych. Z prac Inst. Ziemn. Bonin. R. 1972 nr 2.
12. Tomaszewska T.: Próba rejonizacji agroklimatycznej ziemniaków późnych w Polsce. XI Zjazd agrometeorologów w Puławach 14-16 września 1972. IUNG, Puławy 1973.

13. Trzebiński J.: Wpływ ekstremów klimatycznych na wegetację i jakość buraków cukrowych. Gaz. cukr. R. 76:1968 nr 1.
14. Wyniki doświadczeń odmianowych. COBORU w Słupi Wielkiej 1968-1976.
15. Wyniki doświadczeń odmianowych Ministerstwa Rolnictwa. Warszawa 1953-1969.

Л. Новак

ВЛИЯНИЕ НЕДОСТАТКА И ИЗБЫТКА ОСАДКОВ, А ТАКЖЕ ОРОШЕНИЯ
НА УРОЖАЙНОСТЬ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Р е з ю м е

На основании результатов многолетних видовых опытов, проведенных сортоиспытательной станцией в 1952-1976 г.г. на территории всей страны и опытов по орошению основных пропашных культур (1962-1976) были разработаны показатели урожайности в зависимости от величины натуральных осадков в период от посева (посадки) до уборки с учетом климато-сельскохозяйственных районов и категории связности почв (табл. 7-8).

Независимо от районов и категории связности почвы, средняя величина оптимальных осадков в период от посева (посадки) до уборки составляла для раннего картофеля 250-300 мм, средне-раннего картофеля 300-350 мм, средне-позднего картофеля 350-400 мм, позднего картофеля и сахарной свеклы 400-450 мм, а для кормовой свеклы 450-500 мм. Оптимальные осадки, для исследуемых пропашных культур, в значительной степени отличались в зависимости от связности почвы. На легких почвах были больше на 50-100 мм, по сравнению с тяжелыми почвами. Пропашные растения отрицательно реагировали как на недостаток, так и на избыток осадков, причем отрицательная реакция на засуху была больше, чем реакция на избыток осадков. К растениям наиболее чувствительным на недостаток осадков принадлежали: кормовая свекла, сахарная свекла и ранний картофель. Урожаи этих растений в засушливые годы снижались соответственно до: 30%, 47% и 46% максимальных урожаев. В годах с чрезмерными осадками урожаи пропашных культур не уменьшались, в общем, ниже 70% урожаев, полученных при оптимальных осадках.

Применяемые в опытах нормы орошения пропашных культур, находились в пределах 50-250 мм, причем чем суше год и легче почва, тем

выше норма орошения оказалась оптимальной. На легких почвах максимальные увеличения урожаев вследствие орошения сахарной свеклы достигали 62%, раннего картофеля - 82%, позднего картофеля - 88% и кормовой свеклы - 92%. Зато на средних почвах максимальный прирост урожаев под влиянием орошения составлял для позднего картофеля 38% и для сахарной свеклы 77%.

L. Nowak

THE INFLUENCE OF THE DEFICIT OR EXCESS OF PRECIPITATION
AS WELL AS IRRIGATION ON YIELDING OF ROOT CROPS

S u m m a r y

On the grounds of the results of many-years' variety experiments carried out by S00 in the years 1952-1976 all over the country, as well as of the experiments with irrigation of main root crops (1962-1976), the yielding indices have been worked out depending on the amount of natural precipitations within the period from sowing (planting) to harvesting, considering the climatic-agricultural regions and soil compactness category (Tabl. 1-6) and depending on the amount of irrigation norms (Tabl. 7-8).

Irrespective of the region and soil compactness category, the average amount of optimal precipitation within the period from sowing (planting) to harvesting was 250-300 mm for early potatoes, 300-350 mm for medium-early potatoes, 350-400 mm for medium-late potatoes, 400-450 mm for late potatoes and sugar beets and 450-500 mm for mangolds. For the root crops tested the optimal precipitation differed considerably depending on the soil compactness category, being by 50-100 mm higher on light soils than on heavy ones. The reaction of root crops was negative to as well deficit as excess of precipitation, the negative reaction to drought having been more apparent than to precipitation excess. Mangolds, sugar beets and early potatoes appeared to be most affected by the deficit of precipitation; in dry years their yields decreased to 30%, 47% and 46% of the maximum ones, respectively. In the years with excessive precipitation the yields of root crops did not generally go down to less than 70% of those obtained with optimum precipitation.

The irrigation norms for root crops applied in the experiments were contained within the limits of 50-250 mm, the drier year and lighter soil, the higher irrigation norm appearing to be optimum. On light soils the maximum yield increases due to irrigation reached up to 62% with sugar beets, 82% with early potatoes, 88% with late potatoes and 92% with mangolds. On medium soils they were 38% with late potatoes and 77% with sugar beets.