

DYNAMIKA PRZYCHODU WODY DO POWIERZCHNI GLEBY  
W ŁANACH WYBRANYCH ROŚLIN UPRAWNYCH

Zbigniew Pasierski

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji  
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

DEFINICJE, CEL BADAŃ

Na obszarach użytkowanych rolniczo na plan pierwszy wysuwa się zagadnienie jak najdokładniejszego zbilansowania wielkości przychodu wody pochodzącej z opadów i osadów atmosferycznych i to zarówno w aspekcie ilościowym, jak i czasowo-przestrzennym. W praktyce wykorzystuje się przeważnie materiał obserwacyjny, uzyskany na podstawie pomiarów za pomocą deszczomierzy Hellmanna, umieszczonych na wysokości 1 m nad poziomem gruntu. Materiały tego rodzaju, użyteczne w opracowaniach typu klimatologicznego, nie mogą być jednak przydatne do dokładnego bilansowania obszarów zlewni pokrytych szatą roślinną o zróżnicowanej strukturze. Zastrzeżenie to wynika przede wszystkim z faktu, że opady i osady atmosferyczne docierają do powierzchni gleby w całości jedynie w przypadku, gdy jest ona pozbawiona pokrywy roślinnej, obumarłych szczątków roślinnych lub innych form antropogenicznych. W przypadku gleby porośniętej roślinami uprawnymi należy stwierdzić, że woda pochodząca z opadu, osadu lub deszczowania nie dochodzi w całości do gleby. Pewna jej ilość bowiem jest zatrzymywana lub interceptowana przez nadziemne części roślin, przy czym woda paruje, a także jest pobierana przez zielone części roślin, głównie liście. W przypadku ładu roślinnego mamy do czynienia z niestabilnym w czasie i przestrzeni układem nieregularnych brył o znacznej porowatości powierzchni i zróżnicowanej objętości, stanowiącym populację wzajemnie zacieniających się roślin. Specyfika takiego układu powoduje swoistą transformację opadu trafiającego do szczytowej powierzchni łądów, który do gleby dociera w zmniejszonej ilości i niekiedy z dość znacznym opóźnieniem. Na transformację tę wpływa

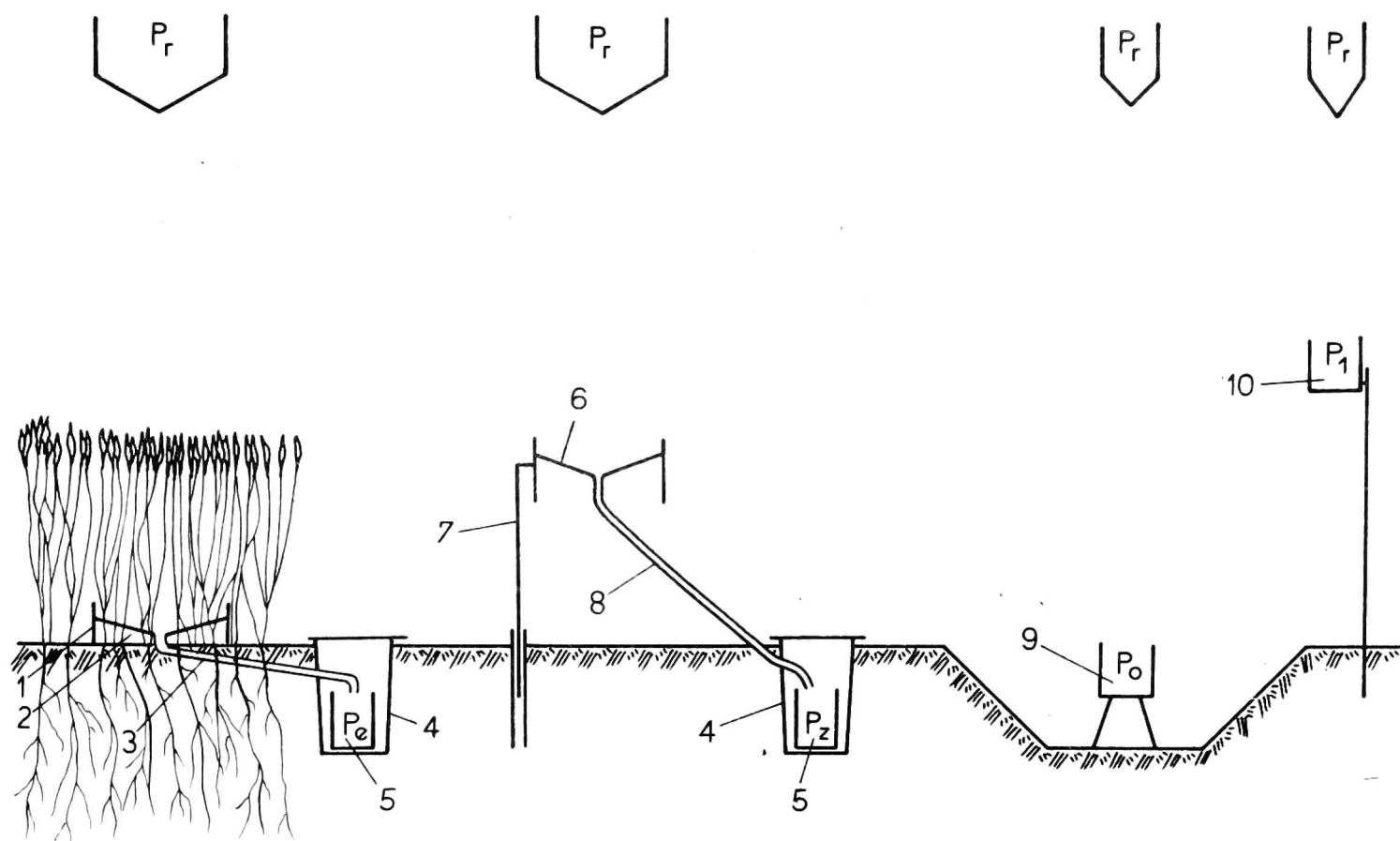
zarówno szeroko pojęty zespół cech charakterystycznych ładu roślin, jak i elementy opisujące opad, a także inne elementy meteorologiczne (np. wiatr). Ruchy turbulencyjne mas powietrza w przyziemnej warstwie atmosfery powodują często poruszanie pojedynczych roślin lub falowanie całego ładu. Implikuje to zróżnicowane warunki docierania opadu do poszczególnych fragmentów powierzchni gleby.

W rozważaniach nad dynamiką przychodu wody do powierzchni gleby należy uwzględnić również skomplikowaną dynamikę samego zjawiska opadu. Ruchy turbulencyjne powietrza towarzyszące opadom warunkują w sposób zasadniczy torę kropeł. Grawitacyjny ruch kropli zostaje bowiem zakłócony przez wiatr, powodujący często ich wirowanie i miotanie. Ważnym zagadnieniem jest więc oszacowanie wielkości rzeczywistego przychodu wody, biorącej udział w kształtowaniu wilgotności gleby. Opad dochodzący do jej powierzchni określany jest w literaturze często jako opad przepuszczony [5, 9, 12, 13]. Inni autorzy określają go jako opad, który przeniknął przez pokrywę roślinną [1, 2, 6, 11, 14]. Opad ten powoduje pewne skutki fizyczne i chemiczne w określonej warstwie gleby, efektywnie oddziałujące na procesy hydrologiczne i biologiczne w układach: gleba - atmosfera i gleba - roślina - atmosfera. Z tych też względów przyjęto w pracy opad ten nazywać opadem efektywnym ( $P_e$ ). W literaturze można znaleźć wiele informacji na temat opadów efektywnych w różnych drzewostanach [5, 6, 8, 9, 12, 13], natomiast niewielka stosunkowo liczba publikacji traktuje o opadzie efektywnym w ładach roślin uprawnych [1-4, 6, 11, 14]. Wynika to głównie z trudności, jakie sprawia technika pomiaru opadu efektywnego, która musi uwzględniać specyfikę ładów roślin.

Większość badań nie ujmuje opadu efektywnego w sposób ciągły podczas całego okresu wegetacji roślin, lecz koncentruje się przede wszystkim na ustaleniu jego wielkości w końcowym okresie. Pilnym zadaniem jest więc ocena ilościowa zjawiska podczas całego okresu rozwoju roślin uprawnych, jak również poznanie zależności opadu efektywnego od takich elementów meteorologicznych, jak opad standardowy w ujęciu ilościowym i jakościowym, wiatr, cechy charakterystyczne ładu roślin (rodzaj uprawy, gęstość i wysokość, powierzchnia organów nadziemnych roślin, stopień zakrycia gleby, okres fazowy). Na tle rysujących się potrzeb powstała więc w Zakładzie Agro- i Hydrometeorologii Akademii Rolniczej we Wrocławiu koncepcja prowadzenia badań nad opadem efektywnym, zmierzająca do oceny jego wielkości od stosunkowo wczesnego okresu wegetacji roślin aż po ich sprzęt.

## METODYKA BADAŃ

Po przeprowadzeniu eksperymentów kilkoma metodami zdecydowano się na wybór metody pozwalającej na stosunkowo dokładną ocenę ilościową badanego zjawiska (rys. 1). W tym celu wykonano dwa rodzaje pierścieni blaszanych o wysokości 10 cm. Pierścienie o powie-



Rys. 1. Schematyczne przedstawienie metody pomiaru opadu efektywnego:  $P_r$  - rzeczywisty przychód wody na jednostkę powierzchni poziomej,  $P_1$  - opad mierzony standardowym deszczomierzem,  $P_o$  - opad mierzony na poziomie gruntu,  $P_z$  - opad mierzony na wysokości łanu roślin,  $P_e$  - opad efektywny, 1 - pierścień z blachy, 2 - impregnowana warstwa piasku, 3 - rurka spływu, 4 - pojemnik z przykrywą, 5 - zbiornik opadu, 6 - deszczomierz do pomiaru opadu  $P_z$ , 7 - wysięgnik, 8 - wężyk spływu, 9 - deszczomierz do pomiaru opadu  $P_o$ , 10 - deszczomierz do pomiaru opadu  $P_1$

rzchni wpadowej  $500 \text{ cm}^2$  zastosowano do badań opadu efektywnego w łanie jęczmienia jarego, a o powierzchni wpadowej  $1275 \text{ cm}^2$  - do badań w łanie buraków cukrowych. W przypadku jęczmienia badana powierzchnia wydaje się dostatecznie reprezentatywnym fragmentem łanu, ponieważ wewnątrz pierścienia przebiegały dwa rzędy roślin. Co się tyczy buraków cukrowych, to powierzchnia w pierścieniu odzwierciedla warunki polowe uprawy roślin w rozstawie  $30 \times 42 \text{ cm}$ . Do badań w łanach zastosowano po 6 pierścieni umieszczonych w losowo wybranych obiektach.

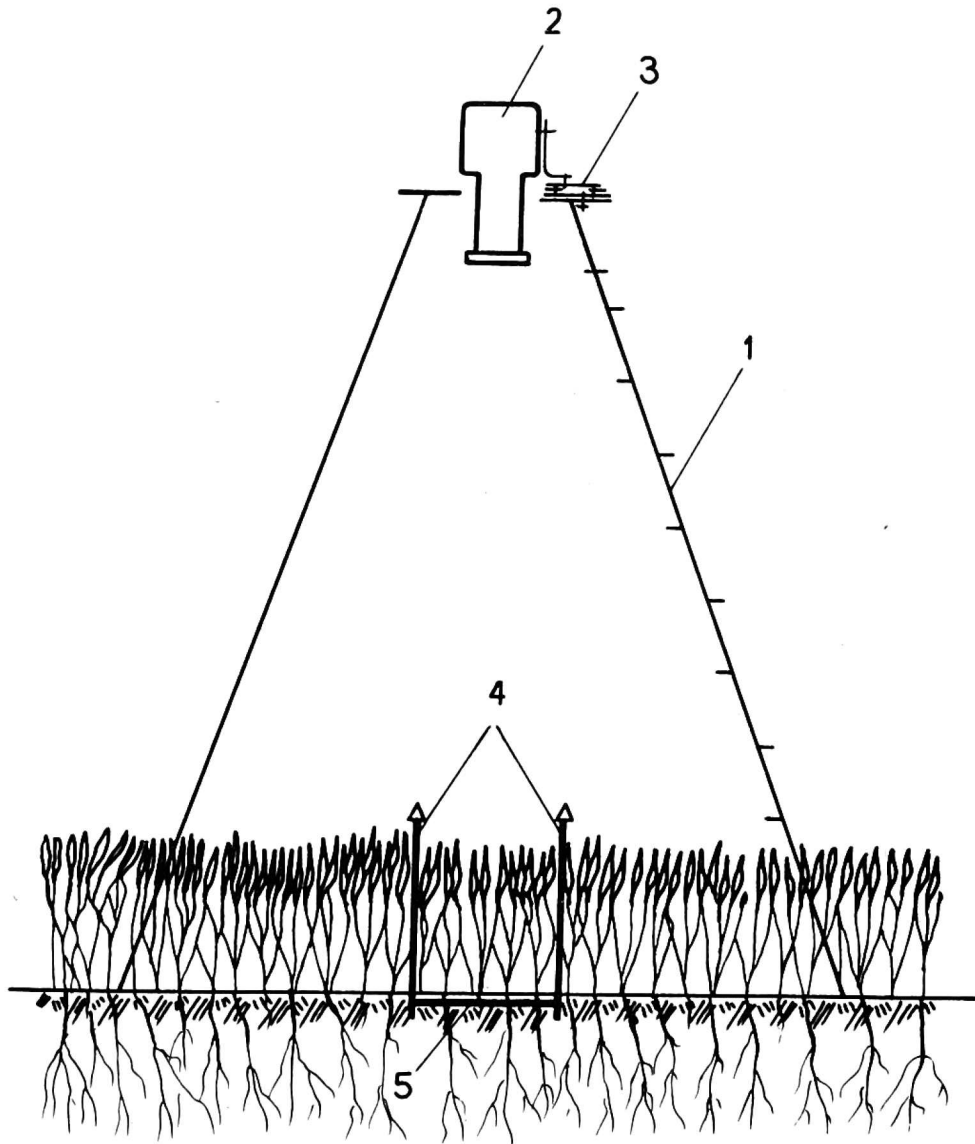
Liczbę roślin wewnątrz pierścieni wyrównano do obsady roślin na polu, występującej w okresie instalowania przyrządów. Wewnątrz pierścienia formowano stożek z piasku, którego tworzące skierowane były ku dołowi. W najniższym punkcie powierzchni stożka obsadzono wlot rurki odpływowej, którą prowadzono ze spadem do zbiornika opadu umieszczonego w pojemniku zaopatrzonym w pokrywę. Tak przygotowaną powierzchnię zwilżano po wierzchu, a następnie pokrywano płynnym lateksem niskoamoniakalnym. Zabieg ten przeprowadzano 2-3-krotnie w celu otrzymania jednolitej, gładkiej i szczelnej warstwy impregnowanej. W ten sposób wykonano swoisty rodzaj deszczomierza, umożliwiający pomiar opadu efektywnego ( $P_e$ ), w tym opadu, który dochodzi do gleby bezpośrednio, oraz pomiar tej ilości wody, która spływa oraz kapie z nadziemnych części roślin.

W celu porównania  $P_e$  z opadami standardowymi prowadzono równoległe pomiary opadów  $P_1$  deszczomierzem Hellmanna o powierzchni wpadowej  $200 \text{ cm}^2$ , który umieszczono na poziomie 1 m ponad powierzchnią gruntu, oraz pomiary opadów ( $P_0$ ) deszczomierzem Hellmanna o powierzchni  $200 \text{ cm}^2$ , umieszczonym w wykopie, którego powierzchnia wpadowa znajdowała się na poziomie gruntu. Dodatkowo mierzono również opady na wysokości szczytowej łanów roślin ( $P_z$ ).

Odbiorniki deszczomierzy, połączone elastycznymi węzami ze zbiornikami opadów, zostały umieszczone na regulowanych wysięgnikach, pozwalających na płynną regulację wysokości ustawienia powierzchni wpadowej odbiorników stosownie do aktualnej wysokości łanu. Opady w szczytowej powierzchni łanu jęczmienia mierzono deszczomierzem o powierzchni wpadowej  $500 \text{ cm}^2$ , a w szczytowej powierzchni buraków - deszczomierzem o powierzchni wpadowej  $1275 \text{ cm}^2$ . Pomiary opadów prowadzono codziennie w II i IV terminie klimatologicznym. Uchwycenie dynamiki dobowej opadów efektywnych zapewniały typowe pluwiografy, przekonstruowane w sposób umożliwiający rejestrację opadów zbieranych przez omówione odbiorniki deszczomierzy do pomiaru opadu  $P_e$  w łanie jęczmienia i buraków. Tak przekonstruowanymi pluwiografami, połączonymi węzami elastycznymi z przesuwanymi w pionie odbiornikami, prowadzono również rejestrację opadów na powierzchni szczytowej łanu jęczmienia i buraków ( $P_z$ ).

Niezależnie od omówionych czterech pluwiografów w Obserwatorium rejestrowano opady standardowym pluwiografem o powierzchni wpadowej  $200 \text{ cm}^2$  oraz pluwiografem przekonstruowanym podobnie jak do pomiaru opadu w łanach roślin, rejestrującym opad zbierany przez odbiornik o powierzchni wpadowej  $200 \text{ cm}^2$  na poziomie gruntu.

W celu określenia stopnia zakrycia gleby przez łan roślin fotografowano okresowo łany ze statywu aparatem fotograficznym wielkoobrazkowym z teleobiektywem (rys. 2). Aparat mocowano na wysokości około 520 cm, zachowując precyzyjne ustawienie celowej apa-



Rys. 2. Schemat metody pomiaru stopnia zakrycia gleby przez łan roślin: 1 - statyw ze stolikiem, 2 - aparat fotograficzny z teleobiektywem, 3 - spodarka ze śrubami poziomującym, 4 - repery do fotointerpretacji zdjęć, 5 - interpretowany fragment łanu roślin

ratu prostopadle do poziomemu. W celu zwiększenia kontrastowości, przed każdym wykonaniem zdjęć wyczerniano za pomocą sadzy technicznej powierzchnię gleby na fotografowanym fragmencie łanu roślin. Stopień zakrycia gleby w łanie jęczmienia i buraków określano na trzech losowo wybranych obiektach w każdej uprawie. W narożach wszystkich obiektów wyznaczono stałe punkty, pozwalające na ustawienie statywu zawsze w tym samym położeniu. Stałe punkty oparcia statywu oraz możliwość precyzyjnego ustawienia aparatu w płaszczyźnie poziomej pozwoliły na fotografowanie z dużą dokładnością stale tych samych fragmentów łanu. Wykonane negatywy zdjęć

interpretowano za pomocą komputerowego analizatora obrazu Quantimet 720, pozwalającego na precyzyjne określenie stosunku powierzchni gleby nie zasłoniętej roślinami do powierzchni całkowitej analizowanego wycinka łąnu. Interpretowano jedynie środkowy fragment zdjęcia o wymiarach 17 x 17, reprezentujący dość wiernie rzut ortogonalny fragmentu łąnu roślin o powierzchni około 1156 cm<sup>2</sup>. Niezależnie od tego określano również w terminach dekadowych wysokość średnią i obsadę roślin (źdźbeł) na 1 m<sup>2</sup> oraz, począwszy od 1979 r., całkowitą powierzchnię organów nadziemnych jęczmienia przypadającą na 1 m<sup>2</sup> (odrębnie określano powierzchnię liści, źdźbeł, kłosów oraz ości).

### WYNIKI BADAŃ

Pomiary w łąnie jęczmienia jarego odmiany Aramir rozpoczynano w międzyfazie krzewienie-strzelanie w źdźbło, natomiast w łąnie buraków cukrowych odmiany PN-Mono 1 - w początkowym okresie międzyfazy: początek grubienia korzenia-początek żółknięcia liści zewnętrznych. Wcześniejsze zainstalowanie deszczomierzy przy przyjętej technice pomiaru opadu efektywnego nie było możliwe, gdyż niższa niż 10-11 cm wysokość roślin wykluczała przygotowanie powierzchni stożka wewnątrz pierścienia. Na podstawie pomiarów terminowych obliczono sumy dobowe, dekadowe i za okresy międzyfazowe dla poszczególnych deszczomierzy. Wartości terminowe  $P_e$  i  $P_z$  obliczano przez wyznaczenie dla każdego deszczomierza poprawki na zwilżanie, przy czym wzięto pod uwagę możliwość kilkakrotnego zwilżania i wysychania deszczomierza w przypadku opadów przelotnych.

Sporadycznie zdarzały się sytuacje, że zmierzona wielkość opadu  $P_e$  przewyższała wielkość opadu  $P_z$ . Takie wartości eliminowano. Prawdopodobnym wytłumaczeniem przyczyn tego faktu jest, nie dający się bliżej określić w warunkach opisanej techniki badań, wpływ usytuowania przestrzennego nadziemnych części roślin wewnątrz i na zewnątrz deszczomierza. W pewnych sytuacjach możliwe było takie ułożenie liści i kłosów roślin rosnących wewnątrz deszczomierza, że wystawały one poza jego obręb i opadały jednocześnie w kierunku powierzchni stożkowej, pełniąc rolę „rynien”, tworzących bliżej nie określoną powierzchnię wpadową, kierującą cały zebrany opad do deszczomierza.

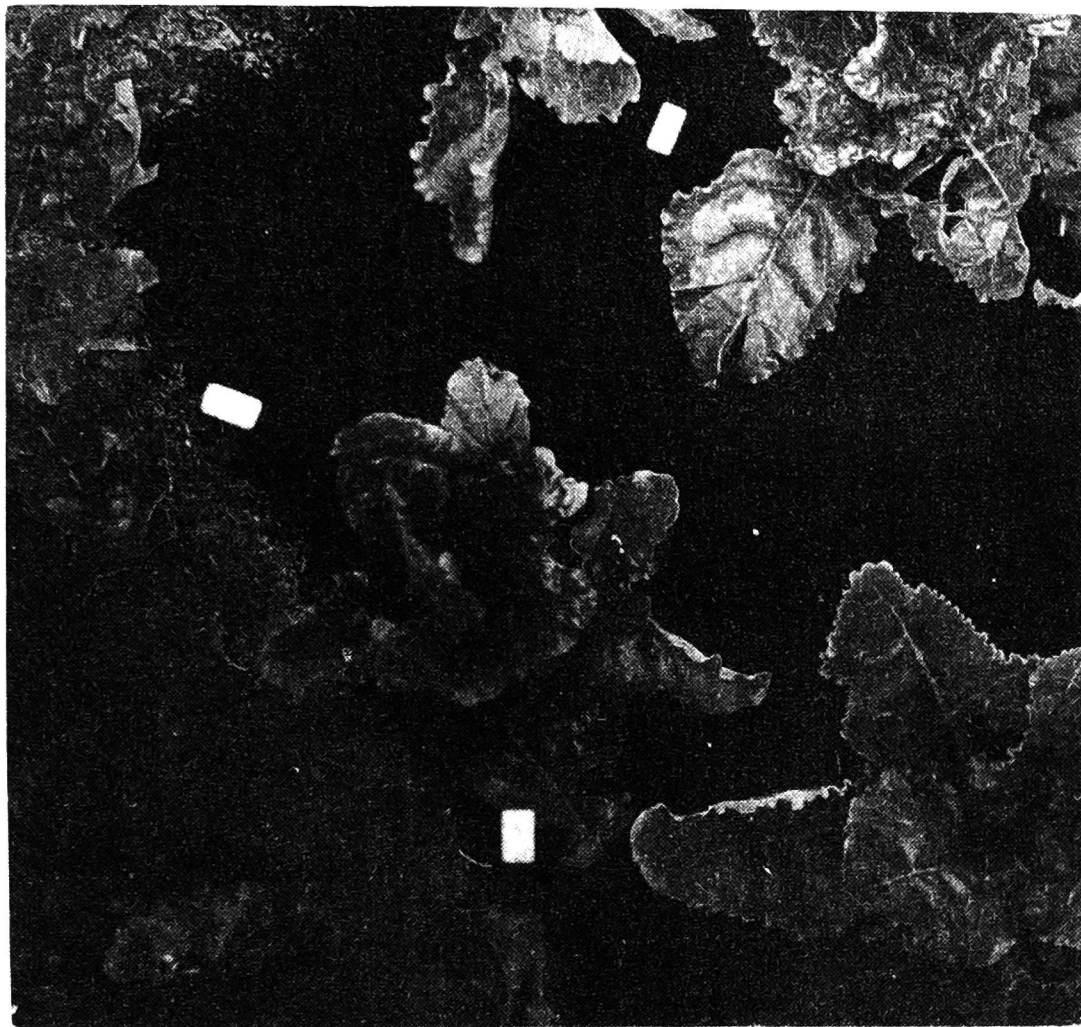
Analiza wartości charakteryzujących poszczególne okresy międzyfazowe dowodzi, że w okresie dojrzałości woskowej-sprzętu je-

Dynamika opadów atmosferycznych w wybranych okresach międzyfazowych na tle cech charakterystycznych łąnów badanych roślin. Dane z Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Okresy międzyfazowe	Cechy charakterystyczne łąnu										Sumy [mm]			Stosunki [%]		
	Długość trwania [dni]	wysokość roślin [cm]	liczba źdźbeł roślin [szt/m <sup>2</sup> ]	powierzchnia organów nadziemnych [m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	stopień zakrycia	opad standardowy, P <sub>0</sub>	opad efektywny, P <sub>1</sub>	opad na poziomie gruntu, P <sub>2</sub>	opad zmierzony na wysokości łąnu roślin, X	wartości ekstrapolowane	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	X	P <sub>0</sub> /P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> /P <sub>0</sub>
Krzewienie-strzelanie w źdźbło	13	10	20	2,07 <sup>x</sup>	-	14,9	15,4	16,8	-	97	89	-	-	-	-	-
Strzelanie w źdźbło-kłoszenie	20	20	54	4,94 <sup>x</sup>	-	45,0	52,1	57,9	54,1	86	78	83	-	-	-	-
Kłoszenie-dojrzałość woskowa	36	54	69	6,60 <sup>x</sup>	-	85,1	161,6	172,8	163,1	53	49	52	-	-	-	-
Dojrzałość woskowa-sprzęt	22	69	60	6,50 <sup>x</sup>	-	49,8	126,6	133,3	120,3	39	37	41	-	-	-	-
Buraki cukrowe odmiany PN-Mono 1 (1978)																
Wschody-pocz. grubienia korzenia 19 V-19 VI	32	-	-	8	45	29	VI	42,0 <sup>x</sup>	42,4	45,5	99 <sup>x</sup>	92 <sup>x</sup>	-	-	-	-
Pocz. grubienia korzenia-pocz. zółkn. liści zewn. 20 VI-04 VIII	46	-	-	8	64	14	VII	76,0	94,0	105,9	106,2	81	72	72	-	-
Pocz. zółkn. liści zewn. sprzęt 05 VIII-30 X	88	-	-	8	73	31	X	126,5	253,9	265,6	260,6	50	48	49	-	-

Objaśnienia: P<sub>0</sub> - opad standardowy, P<sub>1</sub> - opad efektywny, P<sub>2</sub> - opad na poziomie gruntu, P<sub>2</sub> - opad zmierzony na wysokości łąnu roślin, X - wartości ekstrapolowane.

a



b



Rys. 3. Łan buraków cukrowych: a - w dniu 29 VI 1978 r., stopień zakrycia 45%, b - w dniu 28 X 1978 r., stopień zakrycia - 73%



dynie 39% sumy opadu standardowego można przyjąć za wielkość opadu efektywnego w łanie jęczmienia jarego (tab. 1). W okresach wcześniejszych znacznie większa ilość opadu standardowego dociera do dna łanu jako opad efektywny. O ilości opadu docierającego do dna łanu roślin decyduje rozwijająca się roślinność, stopniowo zwiększająca prawie 7-krotnie swą wysokość oraz powierzchnię organów nadziemnych (ponad 3-krotnie). W przypadku łanu buraków cukrowych wartość stosunku  $P_e/P_1$  w ostatnim okresie międzyfazowym wyraża się wielkością 50%. Natomiast w okresach wcześniejszych prawie cały opad standardowy przenika do powierzchni gleby. Taki układ wartości wynika z bardzo intensywnego rozwoju buraków, szczególnie w okresie: początek grubienia korzenia-początek żółknięcia liści zewnętrznych (rys. 3). Co się tyczy docierania opadu do powierzchni gleby w poszczególnych dekadach, to najniższe wartości stosunku  $P_e/P_1$  w łanie jęczmienia przypadają na II dekadę lipca, a nieco wyższe na III dekadę tego miesiąca, kiedy to kłosa pochylają się stopniowo ku dołowi, co stwarza lepsze warunki do skapywania i ściekania wody z kłosów i ości (tab. 2). Najniższe wartości dekadowe stosunku  $P_e/P_1$  w przypadku buraków cukrowych przypadają na II dekadę września i cały październik. Począwszy od II dekady sierpnia przyjęto w łanie jęczmienia wartość  $P_e/P_1$  na podstawie ekstrapolacji na poziomie 100%. Założenie to jest słuszne tylko w warunkach wzorowej agrotechniki, pozwalającej na wykonanie określonych prac natychmiast po sprzęcie jęczmienia. Gdy pole po sprzęcie jęczmienia pozostaje w postaci ścierniska, przyjęte założenie nie jest słuszne, gdyż z całą pewnością ściernisko, resztki słomy oraz występujące zachwaszczenie mają również określone zdolności interceptowania opadów atmosferycznych.

W tabeli 3 zamieszczono wyniki badań uwidaczniające związek między dynamiką opadów efektywnych a gęstością łanów roślin. Na dynamikę opadów efektywnych wpływa również wielkość i natężenie opadu standardowego. Analiza materiału zamieszczonego w tabeli 4 prowadzi do wniosku, że w każdym okresie międzyfazowym wielkość opadu efektywnego zwiększa się wraz ze wzrostem wielkości opadu standardowego. Wyraźnie niższe wartości stosunku  $P_e/P_1$  obserwuje się przy opadach do 5 mm.

W celu prześledzenia dynamiki pojedynczych opadów opracowano zebrany w 1978 r. materiał pluwiograficzny z samopisów rejestrujących opad efektywny w łanie jęczmienia jarego oraz buraków cukrowych. Materiał z rejestracji opadów na powierzchnię szczytową

Dekadowe wartości opadu efektywnego ( $P_e$ ), opadu standardowego roślin ( $P_z$ ) w mm oraz stosunki opadu efektywnego do opadu stan sokości łanu roślin ( $P_e/P_z$ ) [w %]. Dane z Obserwatorium

Elementy badane	Maj			Czerwiec			Lipiec		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Jęczmień jary								
$P_e$	36,2 <sup>x</sup>	5,8 <sup>x</sup>	14,7 <sup>x</sup>	12,4	15,5	10,0	23,6	5,6	8,2
$P_1$	36,0	6,0	15,4	14,4	18,8	15,6	44,2	13,4	14,6
$P_0$	36,1	6,3	17,0	15,7	21,4	16,2	46,3	14,9	15,8
$P_z$	-	-	-	14,0	20,1	15,9	43,4	13,4	14,3
$P_e/P_1$	100 <sup>x</sup>	97 <sup>x</sup>	95 <sup>x</sup>	86	82	64	53	42	56
$P_e/P_0$	100	92	86	79	72	62	51	38	52
$P_e/P_z$	-	-	-	88	77	63	54	42	56
	Buraki cu								
$P_e$	67,3 <sup>x</sup>	10,1 <sup>x</sup>	23,8 <sup>x</sup>	15,8 <sup>x</sup>	0,9 <sup>x</sup>	17,1	54,1	15,6	0,7
$P_1$	67,3	10,1	24,3	16,5	1,0	18,8	62,9	19,7	1,0
$P_0$	66,4	10,6	26,0	17,7	1,0	18,8	62,9	21,0	1,5
$P_z$	-	-	-	-	-	19,3	63,2	20,9	1,3
$P_e/P_1$	100 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	98 <sup>x</sup>	96 <sup>x</sup>	94 <sup>x</sup>	91	86	79	73
$P_e/P_0$	101	95	92	89	90	91	86	74	47
$P_e/P_z$	-	-	-	-	-	89	86	75	54

Objaśnienia jak w tabeli 1.

T a b e l a 2

( $P_1$ ), opadu na powierzchni gruntu ( $P_0$ ) i opadu na wysokości łanu dardowego ( $P_e/P_1$ ), opadu na poziomie gruntu ( $P_e/P_0$ ) i opadu na wy-

Agro- i Hydrometeorologii Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Sierpień			Wrzesień			Październik		
1	2	3	1	2	3	1	2	3
(1978-1979)								
8,3	30,6 <sup>x</sup>	16,8 <sup>x</sup>	27,2 <sup>x</sup>	8,1 <sup>x</sup>	64,4 <sup>x</sup>	7,4 <sup>x</sup>	8,2 <sup>x</sup>	15,0 <sup>x</sup>
28,4	30,6	16,8	27,2	8,1	64,4	7,4	8,2	15,0
31,6	30,6	18,8	29,2	9,3	68,7	8,2	9,2	16,2
26,8	-	-	-	-	-	-	-	-
29	100 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>
26	43	89	93	87	94	90	89	92
31	-	-	-	-	-	-	-	-
krowe (1978)								
37,9	38,6	7,0	24,0	7,7	20,0	6,1	3,2	8,7
55,7	61,2	12,0	44,4	15,1	41,7	13,3	7,4	20,3
61,1	61,3	12,5	47,1	17,1	43,2	14,7	7,8	22,1
40,9	61,0	11,8	46,4	17,0	40,9	14,8	7,9	21,4
68	63	58	54	51	48	46	44	43
62	63	56	51	45	46	41	41	39
93	63	59	52	45	49	41	40	41

T a b e l a 3

Procentowe wielkości dekadowe stosunku opadów efektywnych ( $P_e$ ) do opadów mierzonych na wysokości łanu jęczmienia jarego ( $P_z$ ) przy zróżnicowanej jego gęstości, lata 1977-1979. Dane z Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Lata	Lipiec			Sierpień			Liczba roślin przy wscho- dach [szt/m <sup>2</sup> ]	Średnia liczba źdźbeł [szt/m <sup>2</sup> ]
	1	2	3	1	2	3		
1977	89	84	80	78	100 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	270	900
1978	54	47	43	42	42	100 <sup>x</sup>	320	1340
1979	65	60	56	54	100 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	486	1343

Objaśnienia jak w tabeli 1.

T a b e l a 4

Przepuszczalność opadów atmosferycznych do dna łanu wyrażona stosunkiem  $P_e/P_z$  [%] w poszczególnych klasach opadowych i wybranych okresach międzyfazowych jęczmienia jarego. Średnie z lat 1978-1979. Dane z Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii Akademii Rolniczej we Wrocławiu

	Przedziały wielkości opadów [mm]				
	≤ 1,0	1,1-5,0	5,1-10,0	10,1-20,0	20 <
Krzewienie - strzelanie w źdźbło	54	74	-	96 <sup>x</sup>	-
Strzelanie w źdźbło - kłoszenie	54	63	70	72	-
Kłoszenie - dojrzałość woskowa	34	58	58	49 <sup>x</sup>	61 <sup>x</sup>
Dojrzałość woskowa - sprzęt	12	40	-	-	47

Objaśnienia jak w tabeli 1.

T a b e l a 5

Godzinne wartości wysokości, czasu trwania i natężenia opadu długotrwałego w wybranych okresach międzyfazowych łanu jęczmienia i buraków cukrowych w dniach 8 i 9 VIII 1978 r.

Dane z Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Godziny trwania opadu	Elementy badane											
	$P_1$	$t_1$	$N_1$	$P_{ej}$	$t_{ej}$	$N_{ej}$	$P_{ej}/P_1$	$P_{eb}$	$t_{eb}$	$N_{eb}$	$P_{eb}/P_1$	
1	0,3	50	0,4	.	.	-	-	.	.	-	-	
2	2,0	60	2,0	0,6	57	0,6	30	0,1	13	0,4	33	
3	2,3	60	2,3	1,6	60	1,6	70	0,8	60	0,8	40	
4	2,9	60	2,9	1,5	60	1,5	52	0,9	60	0,9	39	
5	0,9	60	0,9	0,5	32	1,0	56	1,1	60	1,1	38	
6	0,6	51	0,7	0,2	60	0,2	33	0,3	60	0,3	33	
7	0,1	25	0,2	0,0	60	0,0	0	0,3	60	0,3	50	
8	2,2	60	2,2	3,4	33	6,7	154	0,0	60	0,0	0	
9	2,5	60	2,5	3,1	35	6,1	124	-	-	-	-	
10	5,9	60	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	1,7	60	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	0,7	60	0,7	0,9	60	0,9	128	-	-	-	-	
13	1,5	60	1,5	1,8	60	1,8	120	-	-	-	-	
14	1,9	60	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	1,6	60	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	2,5	60	2,5	2,2	60	2,2	88	-	-	-	-	
17	1,3	60	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	1,0	60	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	1,3	60	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	1,0	60	1,0	0,7	60	0,7	70	-	-	-	-	
21	2,7	60	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	2,2	60	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	1,3	60	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	0,1	42	0,1	0,1	60	0,1	100	-	-	-	-	
Okresy międzyfazowe	dojrzałość woskowa - dojrzałość pełna						początek grubienia koczzenia - pocz. zółkn. liści zewnętrznych					
Średnia wysokość łanu [cm]	73						-					

Objaśnienia:  $P_1$  - opad standardowy,  $P_{ej}$  - opad efektywny w łanie jęczmienia,  $P_{eb}$  - opad efektywny w łanie buraków (wyrażone w mm),  $t_1$  - czas trwania opadu standardowego,  $t_{ej}$  - czas trwania opadu efektywnego w łanie jęczmienia,  $t_{eb}$  - czas trwania opadu efektywnego w łanie buraków [min],  $N_1$  - natężenie opadu standardowego,  $N_{ej}$  - natężenie opadu efektywnego w łanie jęczmienia,  $N_{eb}$  - natężenie opadu efektywnego w łanie buraków [mm/h],  $P_{ej}/P_1$  i  $P_{eb}/P_1$  - stosunek opadu efektywnego do opadu standardowego w łanie jęczmienia i buraków [%].

łanów roślin okazał się fragmentaryczny, dlatego też do analizy wykorzystano dane z pluwiografu standardowego zainstalowanego w Obserwatorium. W tabeli 5 podano przebieg sumy opadów godzinnych, czasu trwania oraz natężenia opadów uzyskanych z zapisu pluwiografu standardowego -  $P_1$ , pluwiografu zainstalowanego w jęczmieniu -  $P_{ej}$  i burakach -  $P_{eb}$ . Obliczono również wartości godzinne stosunków  $P_{ej}/P_1$  i  $P_{eb}/P_1$ . Przedstawiony materiał reprezentuje opady ciągle podane w całości lub tylko ich część początkową.

### WNIOSKI I PODSUMOWANIE

Z przedstawionego materiału, obejmującego deszcze ciągle trwające przez dwie godziny i więcej kolejnych godzin, wynikają następujące wnioski:

1. Wzrost wielkości godzinnej opadu  $P_1$  w stosunku do godziny poprzedniej, przy jednoczesnym wzroście jego natężenia, powoduje odpowiednie zwiększenie sumy godzinnej opadu  $P_{ej}$  (np. opad 1 VII, 1 i 2 godzina), chociaż w pewnych sytuacjach wzrostowi sumy godzinnej opadu i jego natężenia  $P_1$  towarzyszy spadek sumy opadu (np. opad 27 VI, 2 i 3 godzina).
2. Wzrost samej tylko wielkości godzinnej opadu  $P_1$  przy zmniejszeniu się jego natężenia nie powoduje zwiększenia sumy godzinnej opadu  $P_{ej}$  (np. opad 10 VI, 1 i 2 godzina).
3. Zmniejszenie wielkości godzinnej opadu  $P_1$  w stosunku do godziny poprzedniej przy jednoczesnym zmniejszeniu się jego natężenia powoduje również zmniejszenie się wartości  $P_{ej}$  (np. opad 27 VI, 1 i 2 godzina).
4. Zarówno zmniejszanie, jak i zwiększanie się sumy godzinnej opadu  $P_1$  i  $P_e$  jest z reguły nieproporcjonalne, jak np. w dniu 27 VI za pierwszą godzinę suma opadu  $P_1$  wyniosła 6,1 mm, w drugiej 0,1 mm ( $\Delta = 6,0$ ); dla  $P_{ej}$  sumy te wynosiły odpowiednio 1,8 i 0,2 mm ( $\Delta = 1,6$ ).
5. Transformacji opadu  $P_1$  przez łan roślin ulega nie tylko wielkość godzinna opadu, ale też czas jego trwania, przy czym zarówno opad  $P_{ej}$ , jak i  $P_{eb}$  rozpoczynał się zawsze z pewnym opóźnieniem w stosunku do opadu  $P_1$  (np. opad 4 VII).
6. Z chwilą przekroczenia pojemności magazynowania wody przez łan roślinny godzinne wielkości  $P_{ej}$  przewyższają odpowiednie wartości  $P_1$  (np. opad 8/9 VIII, 7 i 8 godzina). Obliczona z pluwi-

gramu maksymalna pojemność magazynowania wody lub maksymalna zdolność intercepcji opadu [13] przez łan jęczmienia wyrażałaby się w tej sytuacji wielkością 4,7 mm.

Z przedstawionego materiału wynika, że uwzględnienie całej sumy opadu występującego na obszarze pokrytym szatą roślinną jest nieuzasadnione. Opad na otwartym terenie przenikając w łan roślin ulega transformacji i jedynie jego część daje opad efektywny. Transformacja ta wynika z wzajemnego oddziaływania takich elementów, jak: szeroko pojęty zespół cech charakterystycznych łanu, opad, wiatr i inne. W rezultacie spełniona jest nierówność  $P_e < P$ , która po przekroczeniu maksymalnej pojemności magazynowania wody przez łan roślin przybiera postać  $P_e \geq P$ .

#### LITERATURA

1. Bulavko A. G.: Eksperymentalnoje izučeniye zadierżanija atmosferynych osadkov rastitelnyim pokrovom. Vopr. Choz. Bielorusi, Izd. Nauka i Technika, Mińsk 1965.
2. Bulavko A. G.: Proniknovanije atmosferynych osadkov skroż pokrov selskochozjajstviennyh rastieni. Meteor. i Gidrol., 12, 1968.
3. Burgy R. H., Pomeroy C. R.: Interception losses in grassy vegetation. Trans. Am. Geophys. Univ., 39, 1958: 1095-1100.
4. Crouse R. P., Corbett E. S., Segrist D. W.: Methods of measuring and analysing rainfall interception by grass. Bull. Int. Ass. Sc. Hydrol. 1966.
5. Czarnowski M. S., Olszewski J. L.: Number and spacing of rainfall - gauges in a deciduous forest stand. Gikos, 21, 1970: 48-51.
6. Kaleśnik P. U., Tkačenko K. D.: K voprosu učeta osadkov dostigajuščich povierchnosti počvy pod rastitelnyim pokrovom. Vod. Choz., vyp. 5, 1966: 43-49.
7. Kontorščikov A. S., Jeremina K. A.: Zadierżanije osadkov rastieniami jarovoj pszenicy za period vegetacii. Tr. C.I.Pa, 131, 1963: 42-52.
8. Miller D. M.: In: Forest Hydrology (W. E. Sopper and H.W. Lull, eds). Pergamon Press, Oxford 1967: 201-211.
9. Olszewski J. L.: Relation between the amount of rainfall over a mixed deciduous forest. Phytocoenosis 5, 2, Warszawa-Białowieża 1976: 127-156.
10. Rutter A. J.: The hydrological cycle in vegetation. Vegetation and the atmosphere. 1, Principles, ed. J. L. Monteith, 1975: 113-123.
11. Štangiej A. J., Špak J. S.: Zadierżanije vłagi pokrovom selskochozjajstviennyh kultur pri doždovanji. Meteor. i Gidrol., 10, 1976: 81-88.
12. Tomanek J.: Badania pluwiometryczne w borze iglastym BPN. Rocz. Nauk leś., 175, 1958.
13. Tomanek J.: Wpływ podrostu i podszytu na wielkość intercepcji

- opadu w borze mieszanym (Pineto-Quercetum Kozł.). Zesz. nauk. SGGW, Leś., 7, 1965.
14. Vinogradov W. M.: O metodikie učeta osadkov pri nabludienijach nad isporenijem a selskochozjajstviennych polej. Tr. GGI, 92, 1964: 91-103.

Збигнев Пасерски

ДИНАМИКА ВОДОПОДЪЕМА К ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ  
В ПОЛЕ ВЫБРАННЫХ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Р е з ю м е

В статье рассматриваются результаты исследований по величине эффективных осадков в поле ярового ячменя и сахарной свеклы. Исследования проводились в 1978-1979 гг. в Агро- и гидрометеорологической обсерватории Вроцлавской сельскохозяйственной академии. Результаты указывают на наличие специфичного преобразования стандартного осадка под влиянием комплекта признаков поля с возделываемыми культурами (вид растительности, фазовый период, высота и густота стояния растений, площадь надземных органов растений), а также величины и качества осадков, что указывало бы на худшее качество осадков достигающих дна поля. Только величина т. наз. эффективного осадка связана с известными физико-химическими последствиями в определенном слое почвы.

Zbigniew Pasierski

DYNAMICS OF WATER RISE TO THE SOIL SURFACE IN  
FIELDS OF CHOSEN CROPS

S u m m a r y

The results of investigations on the value of an efficient atmospheric precipitation in the field of summer barley and sugar beets are presented in the paper. The investigations were carried out in 1978-1979 by the Agro- and Hydrometeorological Obser-



---

vatory, Wrocław Agricultural University. The results prove the existence of a specific transformation of standard precipitation under the effect of a complex of features of the field with cultivated crops (vegetation kind, phasic period, height and density of plants and area of their aboveground parts) as well as of the amount and quality of precipitations. The interaction of the above elements leads to interception of a certain precipitation amount, what implies a lower quality of precipitations reaching the field bottom. Only the value of the so-called efficient precipitation causes definite physico-chemical consequences in the given soil layer.