

ZUŻYCIE I PRODUKCYJNE WYKORZYSTANIE WODY PRZEZ ROŚLINY UPRAWNE
W RÓŻNYCH WARUNKACH GLEBOWO-WODNYCH I NAWOZOWYCH

Mieczysław Trybała

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji AR, Wrocław

Głównym celem podjętej syntezy jest opracowanie wskaźników polowego zużycia i produktywnego wykorzystania wody przez podstawowe rośliny uprawne w różnych warunkach glebowo-wodnych i nawozowych. Materiałem wyjściowym do opracowania były dane o plonach i polowym zużyciu wody, pochodzące ze ścisłych doświadczeń polowych, wykonanych w latach 1962-1975 w RZD w Swojcu i Samotworze koło Wrocławia. Dane dla innych miejsc doświadczalnych w kraju zebrano na podstawie materiałów z sympozjów naukowych, poświęconych nawadnianiu roślin, które odbyły się w latach 1966-1978 we Wrocławiu [1, 2] oraz na podstawie syntezy krajowych badań nad polowym zużyciem wodnym roślin uprawnych na polach ustalonych, prowadzonych w latach 1950-1963 i opracowanych przez Cz. Somorowskiego, S. Marcilonka i H. Mitośka [3].

Podane w pracy wielkości polowego zużycia wody dotyczą okresu od siewu lub początku wegetacji do zbioru poszczególnych roślin. Wilgotność gleby była oznaczana co dekadę lub co miesiąc metodą suszarkowo-wagową. Polowe zużycie wody w danym okresie obliczano ogólnie stosowaną metodą profesora S. Baca, seniora. Miąższość warstwy bilansowej wahała się od 60 do 100 cm, zależnie od miejsca i okresu, z jakiego pochodzą badania. Podane plony roślin są średnimi ważonymi z różnych poziomów nawożenia. Produktywność 1 m^3 wody obliczano, dzieląc całkowity plon suchej masy (plon główny + plon uboczny) przez sumę polowego zużycia wody w okresie wegetacji danej rośliny.

Dane dotyczące polowego zużycia wody, wielkości plonów i produktywności 1 m³ wody, wyrażonej w kg suchej masy, obejmują po kilka gatunków roślin warzywnych, okopowych, pastewnych i zbożowych (tab. 1-10). Pochodzący z trzech rejonów kraju i różnych lat materiał doświadczalny został pogrupowany według gleb (lekkie, średnie, ciężkie) oraz według wielkości sum opadów w okresie kwiecień-wrzesień (lata suche - opad do 300 mm, średnie - opad do 400 mm, wilgotne - opad powyżej 400 mm). Dane dotyczące polowego zużycia wody i plonu są wartościami średnimi z wielolecia, różnej ilości doświadczeń, 2-4 różnych poziomów nawożenia i 3-4 powtórzeń.

W miarę możliwości jednolicie opracowany materiał liczbowy, dotyczący badanych cech, jest najliczniejszy w odniesieniu do gleb lekkich i średnich, położonych w rejonie Dolnego Śląska (IIa). O wiele mniej danych pochodzi z gleb ciężkich i z innych rejonów klimatyczno-hydrograficznych (tab. 1-3). Z danych zawartych w tych tabelach wynika, że polowe zużycie wody przez badane rośliny wzrastało na obiektach nie nawadnianych w kierunku od lat suchych do wilgotnych i od gleb lekkich do ciężkich. Nawadnianie zwiększało polowe zużycie wody najwięcej w latach suchych, mniej w latach średnich i najmniej w latach wilgotnych, niezależnie od zwięzłości gleb. Wynikało to z ilości nawodnień, których w latach suchych i średnich było przeważnie więcej niż w latach wilgotnych. Najwięcej wody zużyły rośliny okopowe, szczególnie buraki cukrowe i pastewne oraz ziemniaki, następnie warzywa, w tym głównie kapusta głowiasta biała, dalej rośliny pastewne - lucerna, koniczyna czerwona i kupkówka. Natomiast najmniejsze zużycie wody notowano u zbóż i u pozostałych gatunków roślin.

Podobny kierunek zmian wykazywały również plony badanych roślin (tab. 4-6). Wzrastały one bez nawodnień przeważnie w kierunku od gleb lekkich do ciężkich i od lat suchych do średnich. W latach wilgotnych większość roślin plonowała gorzej niż w latach o średnich opadach. Nawadnianie zwiększało plony, szczególnie w latach suchych i średnich, przy czym wzrost ten był przeważnie większy od analogicznego wzrostu zużycia wody i wahał się w granicach od 20 do 100%, podczas gdy wzrost zużycia wody w tych warunkach wynosił 20-70%. W latach wilgotnych, wskutek niewielkich nawodnień przyrost plonów i wzrost zużycia wody był mniejszy i wynosił kilkanaście procent. Pod wpływem nawadniania największe przyrosty plonów stwierdzono u buraków pastewnych (100%) i pszenicy ozimej (80%) na glebach lekkich i w latach suchych w rejonie IIa (tab. 4).

Polowe zużycie wody w mm

Rejon	Roślina	Na- wad- nia- nie	Gleby														
			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń	lekkie			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń	średnie			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń	ciężkie					
			a	b	c		a	b	c		a	b	c		a	b	c
Żyto		O	7	315	390	420	17										
Pszenica ozima		O	24	275	325	340	13	270	315	315	5	355	380	380			
		W		380	420	420		460	500	500							
Pszenica jara		O	18	240	360	360											
		W		380	420	500											
Jęczmień jary		O	2		265		17	255	280	280	5	290	300	315			
		W			340												
Ziemniaki wczesne		O	3	200	234	245	3	244	276	290							
		W		250	276	280		293	306	300							
Ziemniaki późne		O	21	250	335	360											
		W		320	420	470											
Buraki cukrowe		O	28	352	410	456	16	355	400	450	5	393	407	443			
		W		470	510	520		446	480	536							
Buraki pastewne		O	7	390	410	420											
		W		520	480	490											

a - opad do 300 mm, O - nie nawadniane,

b - opad do 400 mm, W - nawadniane.

c - opad powyżej 400 mm,

Polowe zużycie wody w mm

Rejon	Roślina	Na- wad- nia- nie	Gleby																				
			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń			lekkie			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń			średnie			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń								
			a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c						
Koniczyna czerwona	O		2	300	400	440																	
	W			490	500	515			2	270	460	500											
Lucerna	O																						
	W								4	335	370	540											
Bobik	O																						
	W									380	440	565											
IIa	Kukurydza na silos	O		300	320																		
		W		420	420																		
Kapusta biała gło- wiasta	O		6	315	435	448			1	330		420											
	W			410	525	460				460		510											
Pory	O																						
	W									294	439	488											
Selery	O																						
	W									224	506	512											
Kupkówka	O									380	500	550											
	W									480	550	590											

Oznaczenia jak w tabeli 1.

Polowe zużycie wody w mm

Rejon	Rośliny	Gleby																							
		liczba rocznych wiad- czeń			lekkie			liczba rocznych wiad- czeń			średnie			liczba rocznych wiad- czeń			ciężkie								
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c						
I Ib	Pszenica ozima	O			13	270	320	315																	
		W				460	500	490																	
I Ib	Jęczmień jary	O																							
		W																							
I Ib	Ziemniaki późne	O																							
		W																							
I Ib	Buraki cukrowe	O			16	315	400	450																	
		W				450	535	480																	
III b	Buraki cukrowe	O																							
		W																							
III b	Kapusta biała głowiasta	O			4	280		290																	
		W				320		330																	
III b	Pomidory	O			2	200	300																		
		W				240	360																		

Oznaczenia jak w tabeli 1.

Plony w t/ha

Gleby

Rejon	Roślina	Na- wad- nia- nie	liczba						średnie									
			rocz- nych doś- wiad- czeń	a	b	c	liczba rocz- nych doś- wiad- czeń	a	b	c	liczba rocz- nych doś- wiad- czeń	a	b	c				
	Żyto	O	7	2,8	3,1	3,0												
	Pszenica ozima	O	24	1,8	2,6	2,4	13	2,6	3,0	2,2	5	3,4	2,8	3,3				
		W		3,3	3,8	3,2		4,8	5,2	3,5								
	Pszenica jara	O	18	2,2	3,0	2,2												
		W		2,5	3,6	3,3												
	Jęczmień jary	O	2		3,2		17	2,6	2,5	2,6	5	3,3	3,6	3,3				
	Ziemniaki wczesne	O	3	14	19	19	3	22	20	20								
		W		19	33	26		31	24	23								
	Ziemniaki późne	O	21	23	21	23					9	14	20	18				
		W		28	27	29												
	Buraki cukrowe	O	28	33	36	32	16	36	39	39	5	34	39	34				
		W		49	51	41		54	55	50								
	Buraki pastewne	O	7	46	73	79												
		W		97	96	99												

Oznaczenia jak w tabeli 1.

Plony w t/ha

Gleby

Rejon	Roślina	Na- wad- nia- nie	liczba rocz- nych wiad- czeń		lekkie			średnie			ciężkie		
			a	b	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Koniczyna czerwona	O		2	30	40	44							
	W			49	50	51							
Lucerna	O						2	46					
	W							49					
Bobik	O						4	2,6	3,0	2,0			
	W							2,7	3,2	2,1			
Kukurydza na silos	O		4	29	39								
	W			46	45								
Kapusta biała gło- wiasta	O		6	40	39	62	1	42		45			
	W			63	54	71		49		50			
Pory	O							18		19			
	W							33		34			
Selery	O							11		15			
	W							17		19			
Kupkówka	O						3	37	47	46			
	W							43	50	54			

Oznaczenia jak w tabeli 1.

Plony w t/ha

Rejon	Roślina	Na- wad- nia- nie	Gleby									
			lekkie		średnie		ciężkie					
			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń	a	b	o	liczba rocz- nych doś- wiad- czeń	a	b	c		
IIb	Pszenica ozima	O	13	2,6	3,0	2,2						
		W		4,8	5,3	3,5						
	Jęczmień jary	O							2	14	20	18
	Ziemniaki późne	O										
Buraki cukrowe	O	16	39	38	39							
	W		54	55	50							
IIIb	Pszenica ozima	O							5	3,4	2,8	3,3
		W							3	3,3	3,6	3,3
	Buraki cukrowe	O							5	34	39	34
	Kapusta biała głowiasta	O									45	
		W	4	42	49	53						
Pomidory	O											

Oznaczenia jak w tabeli 1.

Produktivność 1 m³ wody w kg s.m. plonu

Rejon	Roślina	Nawadnianie	Gleby											
			liczba rocznych wiadczeń	lekkie			liczba rocznych wiadczeń	średnie			liczba rocznych wiadczeń	ciężkie		
			a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
	Żyto	O	7	0,7	0,8	0,7								
	Pszenica ozima	O	24	1,8	2,2	2,0	13	2,5	2,1	2,1	2,1	5	2,1	1,9
		W			2,0	2,2	2,1		2,8	2,2	1,6			
	Pszenica jara	O	18	2,2	1,8	1,9								
		W			1,8	1,9	1,8							
	Jęczmień jary	O	2		2,0		17	2,5	2,1	2,2	2,2	5	2,7	2,8
		W				2,3								
IIa	Ziemniaki wczesne	O	3	1,5	1,5	1,8	3	1,6	1,0	1,9	1,9			
		W		1,7	2,2	2,1		2,4	0,9	2,2	2,2			
	Ziemniaki późne	O	21	1,7	1,2	1,2						9	0,8	1,2
		W		1,6	1,2	1,1								
	Buraki cukrowe	O	28	2,5	2,3	1,8	16	3,5	3,6	2,1	2,1	5	2,4	2,8
		W		2,8	2,6	2,1		3,8	3,9	2,6	2,6			
	Buraki pastewne	O	7	2,4	3,0	2,9								
		W		2,8	3,2	2,9								

Oznaczenia jak w tabeli 1.

Produktywność 1 m³ wody w kg s.m. plonu

Rejon	Roślina	Na- wad- nia- nie	Gleby							
			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń	lekkie			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń	średnie		
				a	b	c		a	b	c
			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń			liczba rocz- nych doś- wiad- czeń				
Koniczyna czerwona	O		2	1,0	2,3	1,7				
	W			1,5	2,2	1,8				
Lucerna	O									
	W									
Bobik	O									
	W									
Kukurydza na silos	O		4	2,8	3,6					
	W			3,0	3,3					
Kapusta biała gło- wista	O		6	1,1	0,8	1,2	1	1,3		1,0
	W			1,3	0,8	1,3		1,3		1,3
Pory	O									
Selery	O									
Kupkówka	O									

Oznaczenia jak w tabeli 1.

Produktywność 1 m³ wody w kg s.m. plonu

Gleby

Rejon	Roślina	Na- wad- nia- nie	liczba			liczba			liczba				
			rocz- nych doś- wiad- czeń	a	b	c	lekkie	średnie	ciężkie	rocz- nych doś- wiad- czeń	a	b	c
IIb	Pszenvca ozima	O					2,5	2,1	2,1				
		W					3,3	2,2	2,1				
	Jęczmień jary	O								2	0,8	1,2	
	Ziemniaki późne	O										1,1	
Buraki cukrowe	O					3,5	3,4	3,3					
	W					3,8	3,9	3,7					
IIIb	Pszenvca ozima	O											
		W								5	2,1	1,9	2,6
	Jęczmień jary	O											
	Buraki cukrowe	O								3	2,7	2,8	2,4
	Kapusta biała głowiasta	O					1,3		1,0				
		W					1,3		1,3				
Pomidory	O												

Oznaczenia jak w tabeli 1.

T a b e l a 10

Przyrost plonów i wzrost zużycia wody pod wpływem nawadniania oraz produktywność 1 m³ wody w kg suchej masy plonu - średnie z gleb lekkich i średnich (doświadczenia krajowe z lat 1950-1975)

Roślina	Opad w mm	Liczba rocznych doświadczeń	Przyrost plonu s.m.		Wzrost zużycia wody		Produktywność wody w kg s.m./m ³		
			t/ha	%	mm	%	nie nawadniane	nawadniane	wzrost %
Pszenica ozima	do 300	16	3,4	36	108	28	2,1	2,5	19
	do 400	40	3,2	32	135	29	2,1	2,2	5
	pow. 400	28	1,7	21	115	25	2,2	1,9	-16
Pszenica jara	do 300	10	1,4	21	139	37	1,5	1,8	20
	do 400	21	1,6	20	63	15	1,3	1,9	46
	pow. 400	20	2,4	28	184	37	1,3	1,8	38
Jęczmień	do 400	21	2,4	31	75	22	2,3	2,3	0
Ziemniak wczesny	do 300	2	1,3	39	33	16	1,6	2,1	31
	do 400	3	1,5	42	86	28	1,3	1,6	23
	pow. 400	2	0,9	25	18	9	1,9	2,2	16
Ziemniak późny	do 300	14	0,9	21	68	27	1,3	1,6	23
	do 400	24	0,9	22	85	25	1,2	1,2	0
	pow. 400	23	0,9	21	109	30	1,2	1,1	-9
Burak cukrowy	do 300	17	4,3	43	119	36	2,8	3,3	18
	do 400	49	3,0	35	128	32	2,3	2,3	0
	pow. 400	23	2,7	30	37	8	2,0	2,4	20
Burak pastewny	do 300	5	5,2	56	120	33	2,4	2,8	17
	do 400	3	3,2	26	69	17	3,0	3,2	7
	pow. 400	5	1,3	11	38	9	2,9	2,9	0
Koniczyna czerwona	do 300	1	4,4	59	190	39	1,0	1,5	50
	do 400	2	1,9	17	100	20	2,3	2,2	-5
	pow. 400	1	1,5	16	73	14	1,7	1,8	6
Kukurydza na silos	do 300	1	4,1	32	117	28	2,8	3,0	7
	do 400	4	0,9	7	58	15	3,6	3,3	-9
Kapusta głowiasta biała	do 300	4	1,1	31	67	23	1,2	1,3	8
	do 400	6	1,0	29	88	20	1,0	1,0	0
	pow. 400	6	0,9	24	30	9	1,1	1,3	18

W kapuście uwzględniono tylko główki, a w ziemniakach bulwy.

Wskaźnik produktywności 1 m^3 wody, wyrażony w kg suchej masy plonu, przeważnie wzrastał pod wpływem nawadniania (tab. 7-9). Największą produktywność wody stwierdzono u nawadnianych buraków cukrowych na glebach średnich w rejonie IIa i IIb.

Synteza wieloletnich pomiarów polowego zużycia wody, wykonana na podstawie badań w kilku rejonach kraju, ujęta zależnie od zwięzłości gleb i wielkości opadów w okresie wegetacyjnym, pozwala stwierdzić, że na polach nie nawadnianych polowe zużycie wody zwiększało się w kierunku od gleb lekkich do zwięzłych i od lat suchych do wilgotnych. Plony badanych roślin wzrastały dość regularnie od lat suchych do średnich, natomiast w latach wilgotnych nie u wszystkich gatunków roślin stwierdzono plony najwyższe, dotyczy to zwłaszcza roślin o średnich wymaganiach wodnych i dużych wymaganiach cieplnych, takich jak zboża i ziemniaki. Łącznie na glebach lekkich i średnich nawadnianie zwiększało polowe zużycie wody o 10 do 40%, zależnie od lat i zwięzłości gleb. Jednocześnie zwiększała się w tych warunkach produktywność wody, wyrażona w kg całkowitego plonu suchej masy, przypadającego na 1 m^3 wody (tab. 10).

WNIOSKI

1. Synteza dwudziestopięcioletnich (1950-1975) pomiarów polowego zużycia wody, wykonana na podstawie badań w kilku rejonach kraju, pozwala stwierdzić, że na polach nie nawadnianych polowe zużycie wody zwiększało się w kierunku od gleb luźnych do zwięzłych i od lat suchych do wilgotnych (tab. 1-3).

2. Nawadnianie zwiększało polowe zużycie wody w latach suchych i średnich o 20 do 70%.

3. Plony badanych roślin wzrastały w latach suchych i średnich o 20 do 100% (tab. 4-6).

4. Nawadnianie przeważnie zwiększało wskaźnik produktywności 1 m^3 wody w granicach od kilku do kilkudziesięciu procent (tab. 10).

LITERATURA

1. Bruździak M., Dzieżyc J., Milewska J.: Bibliografia polskiego piśmiennictwa z zakresu gospodarki wodnej roślin i nawadniania za lata 1945-1970, PWN Warszawa 1972.

2. Prace zbiorowe: Zesz. probl. Post. Nauk rol. nr 86, 88, PWRiL Warszawa, nr 110, 140, 181, 199, 236, PWN Warszawa, lata 1969-1979.
3. Somorowski Cz., Marcilonek S., Mitosek H.: Polowe zużycie wody przez niektóre rośliny uprawne w Polsce, Zesz. probl. Post. Nauk rol. nr 82, PWRiL Warszawa, 1968.

M. Trybała

ИЗРАСХОДОВАНИЕ И ПРОДУКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ
КУЛЬТУРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ В РАЗНЫХ ПОЧВЕННО-ВОДНЫХ
И УДОБРИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Р е з ю м е

Синтез двадцатипятилетних (1950-1975) измерений полевого использования воды, проведенный на основании исследований в нескольких районах страны, позволяет сделать заключение, что на неорошаемых полях, полевое использование воды увеличивалось по направлению от легких почв к тяжелым и от сухих лет к влажным (табл. 1-3). Орошение увеличивало полевое использование воды в сухих и средних годах на 20 до 100% (табл. 4-6). Орошение преимущественно увеличивало показатель продуктивности 1 м^3 воды в пределах от нескольких до нескольких десятков процентов (табл. 10).

M. Trybała

CONSUMPTION AND PRODUCTIVE USE OF WATER BY PLANTS
CULTIVATED IN DIFFERENT SOIL-WATER AND FERTILIZING CONDITIONS

S u m m a r y

Synthesis of twenty-five-years' (1950-1975) measurements of field water consumption, on the grounds of researches carried out in several regions of Poland, has pointed out that in non-irrigated fields the field water consumption was increasing from light to heavy soils

and from dry to wet years (Tab. 1-3). Irrigation increased field water consumption in dry and semi-wet years by 20 to 70%, while at the same time the crops increased by 20 to 100% (Tab. 4-6). Irrigation mostly increased the productiveness index of a cubic meter of water in the range from a few to some tens per cent (Tab. 10).