

POLOWE ZUŻYCIE WODY PRZEZ NIEKTÓRE ROŚLINY UPRAWNE NA GLEBACH O RÓŻNEJ POJEMNOŚCI WODNEJ *

Stanisław Marcilonek

Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych AR, Wrocław

WSTĘP

Z inicjatywy prof. S. Baca, w byłej Katedrze Melioracji Rolnych i Leśnych WSR we Wrocławiu, w wyniku życzliwej pomocy kierownictwa i pracowników Zakładów Doświadczalnych IUNG w Laskowicach Oławskich i Dobrogostowie, w latach 1957-1969 zostały przeprowadzone badania terenowe nad polowym zużyciem wody.

Uzyskane wyniki badań mogą być przedmiotem uzasadnionego zainteresowania, bowiem uzyskano je na glebach mineralnych o różnej pojemności wodnej, a zlokalizowanych w tych samych warunkach meteorologicznych (Laskowice Oł.). Są one reprezentatywne dla warunków Nizy Śląskiego — gleb lekkich i średnich położonych w zlewni rzeki Widawy i gleb zwięzłych w zlewni rzeki Oławy. Istotnym walorem poznawczym tych badań jest wieloletni ciąg pomiarów elementów bilansu wodnego pól, na których stosowano stałe nawożenie i normalne zabiegi uprawowe zalecane w produkcji pod rośliny wchodzące w skład odpowiednio dobranych płodozmianów. Szczególnie ważnym elementem poznawczym jest ustalenie wielkości zużycia wody na polach pod poszczególnymi roślinami, obejmujące straty wody na ewapotranspirację oraz na okresowo pojawiający się odpływ z warstwy bilansowania, a więc rzeczywiste straty wody w okresie wegetacji, które determinują kształtowanie się zapasów wody w profilu glebowym, a tym samym warunki wzrostu i rozwoju roślin. Metodyka i warunki siedliskowe na wymienionych stacjach doświadczalnych zostały podane we wcześniejszych publikacjach [2, 3], w których omówiono wstępne wyniki badań.

CHARAKTERYSTYKA STOSUNKÓW GLEBOWYCH I METEOROLOGICZNYCH

Laskowice Oławskie położone są na wschód od Wrocławia w Nadodrzańskim regionie pluwiotermicznym, najcieplejszym i najsuchszym

* Badania były częściowo finansowane przez Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych PAN.

w woj. wrocławskim. Dobrogostów leży na południe od Wrocławia, sięgając do strefy oddziaływania przedgórze Sudeckiego, charakteryzującego się wyższymi opadami i niższymi temperaturami powietrza.

W Laskowicach Oławskich, na łagodnym skłonie południowym 135 m n.p.m. została zlokalizowana stacja meteorologiczna, obok której wydzielono kompleksy glebowe pod trzy płodozmiany, a mianowicie:

— 7-polowy na utworach wytworzonych z piasku gliniastego mocnego,

— 6-polowy, na utworach pyłowych zwykłych, zalegających na piasku gliniastym lekkim,

— 4-polowy, na utworach wytworzonych z piasku słabogliniastego.

Poziom wody gruntowej w piasku luźnym układał się na głębokości 4-5 m od powierzchni terenu na polach z płodozmiianem 7- i 6-polowym i 2-3 m z 4-polowym.

W Dobrogostowie, leżącym na wysokości 170 m n.p.m., pole doświadczalne z płodozmiianem 8-polowym zlokalizowane było na łagodnym skłonie południowo-wschodnim, na utworach wytworzonych z gliny średniej pylastej, na glinie lekkiej bądź ciężkiej. Zwierciadło wody gruntowej w okresie wiosennym zelegało w tych glebach ok. 1 m od powierzchni terenu a nawet płycej, obniżając się w okresie wegetacji do ok. 2 m.

Miesięczne wartości podstawowych elementów meteorologicznych: opadów i niedosytów wilgotności powietrza z różnych okresów zamieszczono w tabeli 1. Przebieg miesięcznych sum opadów w Laskowicach Oławskich w okresie prowadzonych badań (1957-1969) był zbliżony do 20-lecia 1950-1969. Opady w Dobrogostowie były w okresie badań o 70 mm wyższe od opadów z 20-lecia (wg notowań stacji Strzelin odległej o ok. 3 km). Niedosyty wilgotności powietrza w Laskowicach Oławskich były stale wyższe niż w Dobrogostowie.

Tabela 1

Miesięczne sumy opadów i niedosytów wilgotności powietrza w Laskowicach Oławskich i Dobrogostowie

Badany element	Okres	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Opad w mm								
Laskowice Oławskie	1950—1969	37	69	59	86	66	41	358
	1957—1969	36	77	69	82	76	38	378
	1961—1969	38	89	71	70	77	38	383
Strzelin	1950—1969	40	66	63	96	78	38	381
Dobrogostów	1959—1968	43	87	82	92	102	45	451
Niedosyt wilgotności powietrza w mb.								
Laskowice Oławskie	1957—1969	111	147	187	195	171	129	940
	1961—1969	118	141	190	199	177	131	956
Dobrogostów	1959—1968	116	134	171	180	164	140	905

POLOWE ZUŻYCIE WODY PRZEZ ROŚLINY UPRAWNE

Polowe zużycie wody przez różne rośliny uprawne, które pokrywały powierzchnię 10 a, określano z równania bilansu wodnego 1-metrowej warstwy gleby:

$$Z_p + P + H_d = E + H_o + Z_k$$

gdzie:

Z_p, Z_k — zapas wody w 1 m warstwie gleby na początku i końcu okresu bilansowania,

P — opad,

E — parowanie terenowe,

H_d, H_o — dopływ wody obcej do warstwy bilansowania oraz odpływ wody obcej lub opadowej z warstwy bilansowania w danym okresie.

Ponieważ elementami mierzonymi były tylko

$$\Delta R = Z_k - Z_p \text{ oraz } P,$$

po uporządkowaniu

$$E + H_o - H_d = P + Z_k - Z_p$$

równanie bilansu wodnego można uprościć do postaci:

$$S = P - \Delta R \text{ w mm:}$$

gdzie:

S — polowe zużycie wody. W przypadku gdy $H_d - H_o = 0$, $S = E$.

Pozycja polowego zużycia wody S obejmuje w naszych warunkach klimatycznych głównie parowanie terenowe oraz ubytki wody na odpływ powierzchniowy i wglębny (w warunkach płytkiego zalegania wody gruntowej pozycja ta może być skażona niekontrolowanym podsiękiem wody do strefy bilansowania).

Wynika z tego, że w warunkach zasilania siedliska glebowego wyłącznie przez opad atmosferyczny, a zwłaszcza gdy E , w dowolnym przedziale czasu, pokrywane jest z zasobów P i ΔR , wielkość polowego zużycia wody będzie zbliżona do wielkości parowania terenowego. Ze względu na zmienność opadów w czasie, do oceny polowego zużycia wody należy zazwyczaj prowadzić badania wieloletnie. Poza dobozem sprzyjających do badania bilansu wodnego pola warunków glebowo-wodnych należy pamiętać, że w wyniku zmian termicznych, w naturalnych warunkach glebowych, odbywa się wymiana wody między warstwą bilansowania i podłożem [7]. Przemieszczenia w okresie wiosny zmierzają do podglebia, a w jesieni — do wierzchniej warstwy gleby. Pomiar polowych elementów uproszczonego bilansu wodnego umożliwia więc rejestrowanie względnego zużycia wody w danym siedlisku i rzeczywistych stanów retencji w czynnej warstwie gleby, decydującej o

warunkach wzrostu i rozwoju roślin. Kontrola tych elementów, zwłaszcza przy stosowaniu nawodnienia, umożliwia ustalenie rzeczywistych potrzeb wodnych roślin [4].

Z przedstawionych charakterystyk glebowo-wodnych na polach ustalonych wynika, że warunki do badań polowego zużycia wody w Laskowicach Oławskich były korzystniejsze niż w Dobrogostowie.

Na polach doświadczalnych poziom nawożenia był stosunkowo niski — oprócz dawek obornika pod okopowe dawano nawozy mineralne w ilości 200 lub 300 q/ha. w poszczególnych płodozmianach dawki NPK w czystym składniku wynosiły średnio w kg/ha: w 4-polowym — 122,9, w 7-polowym — 112,8, w 6-polowym — 115,9, w 8-polowym — 152,2.

Analizując zużycie wody (tab. 2) w poszczególnych miesiącach w okresie wegetacji można stwierdzić duży wpływ rodzaju rośliny na przebieg tego zużycia. W pewnych miesiącach, a zarazem w określonych fenofazach rozwoju roślin, jeżeli tylko ilość wody w glebie była dostateczna, zużycie wody było duże. I tak, zgodnie zresztą z dotychczasowymi poglądami, wysokie wskaźniki zużycia wody uzyskano pod roślinami:

ozimymi	— w maju i czerwcu,
jarymi	— w czerwcu, maju i lipcu,
okopowymi	— w lipcu, czerwcu i sierpniu,
motylkowymi	— w maju, czerwcu, lipcu i sierpniu,
poplonami	— w lipcu, sierpniu

Stwierdzono również, że na polach ze zbożami z wsiewką lub poplonem zużycie wody jest nieznacznie większe (20-40 mm) niż na polach z samymi zbożami. Jest to wynik zastąpienia ewaporacji z gleby po sprzecie zboża przez transpirację przez rozwijające się poplony lub wsiewki motylkowe.

Sumaryczne wartości zużycia wody w okresie od kwietnia do września włącznie są największe na polach z motylkowymi, okopowymi oraz zbożami z wsiewkami lub poplonami. Wynika z tego, że intensywne płodozmiany o dużym udziale roślin zajmujących pola przez cały okres wegetacji, przyczyniają się do wzrostu zużycia wody.

Przebieg, a przede wszystkim wielkość zużycia wody zależy od pojemności wodnej gleb. W miarę wzrostu pojemności wodnej wzrastają miesięczne i sumaryczne wartości polowego zużycia wody. Przy pojemnościach wodnych w okresie wiosennym Z_p równych 119, 233, 256 i 317 mm, uzyskano odpowiednio następujące wartości zużycia wody (średnie z płodozmianów) S: 408, 431, 455 i 494 mm.

Na przykładzie płodozmianów w Laskowicach Oławskich, o tych samych warunkach meteorologicznych i zbliżonych poziomach nawożenia, uwidatniło się duże znaczenie żyzności naturalnej, a tym samym pojemności wodnej gleby. Na piasku słabo gliniastym, wskutek małej retencji glebowej, często w okresie wegetacji roślin występowały deficyty wody.

Tabela 2

Polowe zużycie wody, w mm

Roślina	Z _p	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX	Plon q/ha
Płodozmian 4-polowy w Laskowicach Oławskich, 1961-1969									
Ziemniaki	115	51	76	92	80	70	42	411	161
Owies	114	48	88	87	74	61	41	399	11,9
Żyto ozime + poplon ścierniskowy	121	56	84	94	72	66	46	418	17,0
Łubin	124	48	86	91	78	65	37	405	7,0
Średnie	119	51	83	91	76	66	41	408	
Płodozmian 7-polowy w Laskowicach Oławskich, 1957-1969									
Buraki pastewne	235	53	74	93	96	80	47	443	704
Jęczmień jary z wsiewką lucerny	233	53	87	91	81	70	45	427	27,5
Lucerna 1-rocza	237	60	82	87	89	77	46	441	71
Lucerna 2-rocza	229	59	85	93	82	71	45	435	80
Ziemniaki	232	55	73	89	93	73	39	422	218
Pszenica ozima	226	59	83	103	72	55	36	408	22,9
Żyto ozime + poplon ścierniskowy	242	67	84	89	80	75	49	444	25,3
Średnie	233	58	81	92	85	72	44	431	
Płodozmian 6-polowy w Laskowicach Oławskich, 1957-1969									
Ziemniaki	251	58	74	86	101	77	44	440	239
Owies z wsiewką koniczyny	254	61	94	104	87	70	45	461	27,5
Koniczyna czerwona	254	66	101	108	85	74	48	482	74
Pszenica jara	261	69	97	114	84	57	33	454	20,7
Seradela	255	61	84	113	91	64	33	446	11,2
Żyto ozime + poplon ścierniskowy	264	69	92	88	82	71	46	448	26,3
Średnie	256	64	90	102	88	69	41	455	
Płodozmian 8-polowy w Dobrogostowie, 1959-1968									
Buraki cukrowe	321	59	82	103	94	104	65	507	304
Jęczmień jary + wsiewka lucerny	324	61	90	104	96	90	60	502	30,1
Lucerna 1-rocza	307	71	86	101	95	96	57	506	289
Lucerna 2-rocza	317	69	92	97	87	83	57	484	329
Rzepak ozimy	303	66	93	109	88	85	49	491	18,1
Pszenica ozima	306	59	93	100	89	81	49	471	29,9
Mieszanka ozima + kukurydza	316	65	85	91	86	100	60	487	217 406
Pszenica jara	339	66	99	110	95	84	51	505	27,9
Średnie	317	64	90	102	91	91	56	494	

Z_p — zapas wody na początku okresu bilansowania.

Stąd też na glebie piaszczystej, w płodozmianie 4-polowym średnie plony ziemniaków wynosiły 161 q/ha, podczas gdy na glebach bardziej zwęższych w płodozmianie 7- i 6-polowym, 218 i 239 q/ha, żyta ozimego — odpowiednio 17,0 oraz 25,3 i 26,3 q/ha oraz zbóż jarych — 11,9 i 27,5 q/ha. Z przytoczonych wartości wyraźnie widać jak duży wpływ na dość wysokie plony żyta ozimego na glebach lekkich wywiera retencja pozimowa oraz jak duże jest ryzyko uprawy okopowych i zbóż jarych. Plony tych ostatnich roślin tylko w nielicznych latach przekropanych, o korzystnym rozkładzie opadów w okresie wegetacji, nieznacznie odbiegały od plonów zbieranych na glebach zwęższych.

OBLICZENIE MIESIĘCZNEGO I OKRESOWEGO POLOWEGO ZUŻYCIA WODY
NA PODSTAWIE HIGROMETRYCZNYCH WSPÓLCZYNNIKÓW ZUŻYCIA

Wieloletnie pomiary polowego zużycia wody przez rośliny uprawne, pozwoliły ustalić przebieg tego zużycia zbliżony do rzeczywistego, a więc ukształtowanego dynamiką wegetacji danych roślin oraz warunków meteorologicznych. Uzyskane wyniki mają jednak znaczenie tylko regionalne.

Po obliczeniu higrometrycznych współczynników polowego zużycia wody β przez rośliny uprawne z relacji:

$$\beta = \frac{S}{\Sigma d} \text{ w mm/1 mb,}$$

ogólną postać równania do obliczenia średniego miesięcznego zużycia wody ustalono w formie [6]:

$$S = K \cdot \beta \cdot \Sigma d \text{ w mm,}$$

gdzie:

- S — średnie miesięczne zużycie wody w mm,
- K — współczynnik zużycia wody w danym miesiącu,
- β — średni higrometryczny współczynnik polowego zużycia wody dla okresu wegetacji,
- Σd — suma miesięczna niedosytów wilgotności powietrza w mb.

Obliczone dla poszczególnych płodozmianów wartości współczynników β i K zestawiono w tabeli 3. Współczynniki w płodozmianie 4-polowym obliczono wyłączając dane z 1965 r. w płodozmianie 7- i 6-polowym bez wartości z lat 1958 i 1965. Decyzję tę podjęto z powodu wyraźnego odchylenia współrzędnych zależności β od wysokości plonów. W latach tych bowiem wystąpiły skoncentrowane w krótkim przedziale czasu duże opady atmosferyczne.

Korzystając z przytoczonych w tabeli 3 współczynników dla poszczególnych roślin, na podstawie niedosytów wilgotności powietrza dla zbli-

Tabela 3
Średnie higrometryczne β oraz miesięczne K współczynniki połowego zużycia wody

Roślina	β	Współczynniki K					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Płodozmian 4-polowy w Laskowicach Oławskich							
Ziemniaki	0,413	1,046	1,153	1,122	0,879	0,982	0,806
Owies	0,426	0,954	1,323	1,014	0,770	—	—
Żyto ozime + poplon ścierniskowy	0,443	1,033	1,227	1,058	0,777	—	—
Łubin	0,408	1,011	1,349	1,060	0,904	0,951	0,703
Płodozmian 7-polowy w Laskowicach Oławskich							
Buraki pastewne	0,441	0,964	1,082	1,045	1,025	1,003	0,832
Jęczmień jary z wsiewką lucerny	0,448	0,973	1,250	0,993	0,835	—	—
Lucerna 1-roczna	0,440	1,116	1,219	0,946	0,951	0,988	0,810
Lucerna 2-roczna	0,435	1,129	1,264	1,077	0,859	0,906	0,800
Ziemniaki	0,423	1,062	1,111	1,059	1,040	0,974	0,703
Pszemica ozima	0,455	1,080	1,136	1,087	0,766	—	—
Żyto ozime + poplon ścierniskowy	0,464	1,223	1,185	0,931	0,794	—	—
Płodozmian 6-polowy w Laskowicach Oławskich							
Ziemniaki	0,435	1,032	1,049	0,958	1,068	1,041	0,819
Owies z wsiewką ko- niczyną	0,499	1,002	1,209	1,043	0,799	—	—
Koniczyna czerwona	0,456	1,245	1,331	1,153	0,853	0,825	0,816
Pszemica jara	0,524	1,052	1,166	1,084	0,772	—	—
Serafela	0,441	1,172	1,234	1,275	1,324	0,773	0,573
Żyto ozime + po- plon ścierniskowy	0,487	1,183	1,212	0,940	0,809	—	—
Płodozmian 8-polowy w Dobrogostowie							
Buraki cukrowe	0,559	0,911	1,091	1,082	0,927	1,131	0,827
Jęczmień jary z wsiewką lucerny	0,554	0,941	1,215	1,099	0,965	0,994	0,775
Lucerna 1-roczna	0,558	1,089	1,152	1,059	0,942	1,049	0,725
Lucerna 2-roczna	0,534	1,103	1,276	1,059	0,907	0,949	0,758
Rzepak ozimy	0,592	0,959	1,175	1,076	0,824	—	—
Pszemica ozima	0,565 [*]	0,892	1,223	1,036	0,869	—	—
Mieszanka ozima + + kukurydza	0,538	1,040	1,175	0,992	0,890	1,137	0,798
Pszemica jara	0,616	0,924	1,203	1,044	0,856	—	—

zonych warunków glebowo-wodnych i meteorologicznych, można obliczyć polowe zużycie wody. Ustalone w ten sposób wartości polowego zużycia wody dają podstawę do oceny niedoborów opadu i niedoborów wodnych roślin. Należy przy tym podkreślić, że uzyskane wyniki badań dotyczą naturalnej gospodarki wodnej, w niektórych bowiem latach notowano znaczne niedobory wody w glebie, które nie pozwalały na pełne zaspokojenie potrzeb roślin. Stąd też przy planowaniu nawodnień tych upraw na glebach lekkich, należałoby raczej przyjmować współczynniki K i β z gleb o wyższej pojemności wodnej, gdzie deficyt wody występował rzadziej. Z tych również względów celowe są badania polowego zużycia wody przez rośliny, z zastosowaniem nawodnień deszczowniowych, uzupełniających w sposób sterowany niedobory wody w glebie [4].

WNIOSKI

1. Badania na polach ustalonych, przeprowadzone w latach 1957-1969, potwierdziły wyraźny wpływ przebiegu wzrostu i rozwoju roślin na wielkość miesięcznych wartości polowego zużycia wody.
2. Wsiewki roślin motylkowych oraz poplony ścierniskowe po sprzęcie zbóż wpływały na wzrost polowego zużycia wody o ok. 20-40 mm.
3. Stwierdzono, że w miarę wzrostu zwięzłości i pojemności wodnej gleb, plony roślin są odpowiednio wyższe, przy stosunkowo nieznacznym wzroście polowego zużycia wody.
4. Na podstawie obliczonych higrometrycznych β oraz miesięcznych K współczynników polowego zużycia wody mogą być podjęte próby obliczania miesięcznych wartości polowego zużycia wody przez rośliny uprawne w zbliżonych do występujących w Laskowicach Oławskich i Dobrogostowie warunkach glebowo-wodnych i klimatycznych.

LITERATURA

1. Bac. S.: Polowe zużycie wodne roślin uprawnych. Roczn. Nauk rol. Ser. A t. 74: 1957 z. 4.
2. Marcilonek S., Mitosek H., Somorowski C.: Polowe zużycie wody przez niektóre rośliny uprawne w Polsce, Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1968 z. 82.
3. Marcilonek S.: Zużycie i niedobory wodne roślin uprawnych. Pr. Komit. Gosp. Wod. t. 7: 1965 cz. 1.
4. Marcilonek S., Nyc K.: Wpływ nawożenia i deszczowania na plonowanie roślin i zużycie wody. Wiad. melior. 1968 nr 11.
5. Ostromecki J.: Udział podsiąku z poziomu wody gruntowej w pokrywaniu niedoborów między parowaniem a opadem. Roczn. Nauk rol. Ser. F t. 77: 1969 z. 2.
6. Ostromecki J.: Wstęp do melioracji rolnych. Warszawa 1962.
7. Sładniow A.F.: Metody izuczenija balansa gruntowych wod. Taszkient 1961.

С. Марцилёнек

ПОЛЕВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ВОДЫ НЕКОТОРЫМИ КУЛЬТУРАМИ
НА ПОЧВАХ С РАЗЛИЧНОЙ ВЛАГОЁМКОСТЬЮ

Резюме

На опытных полях со стабилизированными условиями среды в местностях Лясковице Олавске и Доброгостув, локализованных на минеральных почвах с различной влагоёмкостью, в период 1957-1969 гг проводились измерения полевого потребления воды культурными растениями. С этой целью полях с 4 различными севооборотами расположенных вблизи метеорологических станций проводились еженедельные измерения запасов влаги в 1-метровом слое почвы под отдельными культурами. Полевое потребление воды S исчисляли на основании уравнения:

$$S = P - \Delta R,$$

где:

P — осадки в мм,

ΔR — изменения запасов влаги в почве в период составления баланса.

Исследования позволили определить характерный ход месячных величин полевого потребления воды для отдельных культур, а также определить влияние связности почвы на урожай растений и повышение потребления воды. На основании результатов исследований были разработаны соответствующие показатели (β и K), при помощи которых можно исчислить месячное полевое потребление воды культурными растениями на полях со сходными почвенными, водными и климатическими условиями как на стабилизированных полях в Лясковицах Олавских и Доброгостове.

S. Marcilonek

FIELD WATER CONSUMPTION BY SOME CROPS ON SOILS WITH DIFFERENT
WATER CAPACITY

Summary

In the period 1957-1969, on the experimental fields with stabilized habitat conditions at Laskowice Oławskie and Dobrogostów, located on mineral soil with different water capacity, the measurements of field water consumption by crops were carried out. For this purpose on the fields with 4 different crop rotations, situated near meteorological stations, every-week measurements of water reserves in the 1 m thick soil layer under particular crops were conducted. Field water consumption S has been calculated from the equation:

$$S = P - \Delta R,$$

where:

P — rainfall in mm,

ΔR — water reserve changes in soil in the balance setting period.

The investigations enabled to determine characteristic course of monthly values of field water consumption for particular crops and to establish the effect of soil compactness on crop yields and water consumption increase. On the basis of the investigation results adequate indices (β and K) have been developed, by means of which monthly field water consumption by crops on the fields with similar soil, water and climatic conditions to those on stabilized fields at Laskowice Oławskie and Dobrogostów can be determined.