

POTENCJALNE ZUŻYCIE WODY PRZEZ BURAKI PASTEWNE  
W ŚWIETLE BADAŃ NA POLACH  
USTALONYCH W LASKOWICACH OŁAWSKICH  
W LATACH 1957—1965

POTENTIALER WASSERVERBRAUCH VON FUTTERRÜBEN  
IN DEN FELDVERSUCHEN IN LASKOWICE OŁAWSKIE IN DEN JAHREN  
1957—1965

ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ  
В РЕЗУЛЬТАТЕ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПОЛЯХ  
В ЛЯСКОВИЦАХ ОЛАВСКИХ В 1957—1965 ГГ.

STANISŁAW MARCILONEK

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych WSR Wrocław

Kierownik: doc. mgr Maria Trzebińska

Zużycie wody jest ważnym wskaźnikiem agro- i hydrometeorologicznym określającym warunki rozwoju roślin. W początkowym okresie rozwoju roślin główną część rozchodową bilansu wodnego stanowi parowanie z gleby i w miarę postępu wegetacji wzrasta udział transpiracji roślin. Obok wymienionego ubytku wody (ewapotranspiracji) okresowo mogą wystąpić w warunkach naturalnych przesiąki w głąb i odpływ powierzchniowy części opadów. Na polach ustalonych IUNG w Laskowicach Oł. określano bilans wodny jednometrowej warstwy gleby (piasek gliniasty mocny pylasty) obliczając tzw. polowe zużycie wody według formuły:

$$S = P - \Delta R$$

gdzie:  $S$  — polowe zużycie wody w mm,

$P$  — opad,

$\Delta R = W_k - W_p$  — różnica między początkowym i końcowym zapasem wody w glebie w okresie bilansowania.

Stosunki glebowo-wodne, agrotechniczne, metodykę badań i określenie polowego zużycia wody przedstawiliśmy w osobnej publikacji (4). Średnie plony buraków w latach 1957—1965 wynosiły — 656 q/ha (bez 1959 r. — 700 q/ha).

Dysponując dziewięcioletnim okresem badań, w pracy tej pragnę przedstawić próbę oszacowania potencjalnego zużycia wody przez buraki pastewne, które zachodzi w warunkach dostatecznego uwilgotnienia gleby. W tym celu, po obliczeniu z równania bilansu wodnego miesięcznych wartości polowego zużycia wody (w okresie od kwietnia do września włącznie) opracowano związek zużycia wody z niedosytem i temperaturą powietrza notowanych na stacji meteorologicznej na wysokości 2 m. Związek ten przedstawiono w postaci:

$$\frac{S}{\Sigma d} = a (W_p + P) - b; \quad \frac{S}{\Sigma t} = a (W_p + P) - b;$$

gdzie:  $S$  — miesięczne zużycie wody w mm,

$\Sigma d$ ,  $\Sigma t$  — suma dobowych niedosytów w mb i temperatur powietrza w °C w danym miesiącu,

$a$ ,  $b$  — współczynniki liczbowe równania regresji,

$W_p + P$  — początkowy zapas wody w glebie + opad w danym miesiącu.

Uzyskano następujące równania regresji i wskaźniki ścisłości związku:

$$\frac{S}{\Sigma d} = 0,0025 (W_p + P) - 0,151; \quad \frac{S}{\Sigma t} = 0,000375 (W_p + P) - 0,018;$$

Wsp. korelacji — 0,78;

Wsp. korelacji — 0,75;

Śr. błąd równ. regresji  $\pm 0,106$

Śr. błąd równ. regresji  $\pm 0,034$ ;

Do obliczenia miesięcznych wartości polowego zużycia wody (na podstawie zapasów wilgoci gleby i rozpatrywanych danych meteorologicznych) zastosowano wzór:

$$S = \alpha \cdot A \cdot \Sigma d$$

gdzie:  $A = a (W_p + P) - b$ ,

$\alpha$  — współczynnik korygujący obliczone wartości polowego zużycia wody w stosunku do pomierzonych, który w poszczególnych miesiącach kształtował się następująco:

m-c	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$\alpha$	0,98	0,98	0,99	0,99	1,04	0,90

W tabeli 1 zestawiliśmy podstawowe dane meteorologiczne z okresu badań zużycia wody (1957—1965 r.) i wielolecia (opad — stacja Laskowice Oł., niedosyt — Laskowice Oł., Wrocław, temperatura — st. Wrocław). Przytoczono również wskaźnik bilansu radiacji dla Wrocławia obliczony metodą Matula (5, 8).

Jak widzimy opad, niedosyt wilgotności i temperatura powietrza w niektórych miesiącach z okresu badań nieznacznie się różnią od wartości przeciętnych. Z tych względów do uzyskania normalnego przebiegu zużycia wody w poszczególnych miesiącach okresu wegetacji oraz do obliczenia potencjalnego zużycia wody wykorzystano dane meteorologiczne z wielolecia. Wartość zużycia wody ( $S$ ) z lat 1957—1965 jest niższa o 20 mm w stosunku do zużycia w wieloleciu.

Potencjalne zużycie wody (pojęcie zbliżone do parowania potencjalnego) może odbywać się w warunkach dostatecznego uwilgotnienia gleby

Tabela 1

Potencjalne zużycie wody przez buraki pastewne i współczynniki zużycia wody w zależności od elementów meteorologicznych

Potential-Wasserverbrauch von Futterrüben und der Wasserverbrauchkoeffizient in Abhängigkeit von meteorologischen Elementen

Потенциальное водопотребление кормовой свеклы и коэффициенты водопотребления в зависимости от метеорологических факторов

Wyszczególnienie	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV—IX
1. Opad (P) 1957—1965	38	82	68	86	78	38	391
Opad (P) 1891—1930	41	60	62	84	65	46	358
2. Niedosyt wilgotności powietrza w bm (d):							
1957—1965	114	139	187	195	169	133	937
1949—1965	113	151	192	206	186	139	987
3. Suma temperatur powietrza (t):							
1957—1965	254	393	510	557	528	407	2649
1881—1930	246	427	506	583	549	426	2737
4. Wskaźnik energetyczny $\frac{(R)}{L}$							
1950—1963	73,9	117,9	131,8	128,3	93,8	56,7	602,4
5. Polowe zużycie wody w mm (S):							
a) 1957—1965	59	86	100	98	80	42	465
b) wielolecie: wyczerpanie wilg. 97 mm	60	80	94	96	76	39	445
6. Potencjalne zużycie wody ( $S_p$ ):							
a) wyczerp. wilg. 70 mm	60	80	94	109	96	48	487
b) wyczerp. wilg. 47 mm	60	80	114	132	121	58	565

c. d. tab. 1

Wyszczególnienie	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV—IX
------------------	----	---	----	-----	------	----	-------

7. Współczynnik zużycia wody:

$\frac{S}{\Sigma d}$	$\frac{0,53}{0,53}$	$\frac{0,53}{0,53}$	$\frac{0,49}{0,59}$	$\frac{0,53}{0,64}$	$\frac{0,52}{0,65}$	$\frac{0,35}{0,42}$	$\frac{0,49}{0,57}$
$\frac{S}{\Sigma t}$	$\frac{0,244}{0,244}$	$\frac{0,188}{0,188}$	$\frac{0,186}{0,225}$	$\frac{0,187}{0,226}$	$\frac{0,175}{0,220}$	$\frac{0,113}{0,136}$	$\frac{0,178}{0,206}$
$\frac{S}{R}$	$\frac{0,81}{0,81}$	$\frac{0,68}{0,68}$	$\frac{0,71}{0,87}$	$\frac{0,85}{1,03}$	$\frac{1,02}{1,30}$	$\frac{0,85}{1,02}$	$\frac{0,81}{0,94}$
$\frac{L}{L}$							

1. Niederschlag

1. Осадки

2. Luftsättigungsdefizit

2. Дефицит влажности

3. Summen der Lufttemperaturen

3. Сумма температур воздуха

4. Energetischer Index

4. Энергетический параметр

5. Feldwasserverbrauch

5. Водопотребление

6. Potential-Wasserverbrauch

6. Потенциальное водопотребление

a. Feuchtigkeitsausnutzug 70 mm

a. использование влаги 70 мм

b. Feuchtigkeitsausnutzug 47 mm

b. использование влаги 47 мм

7. Wasserverbrauch Koeffizient

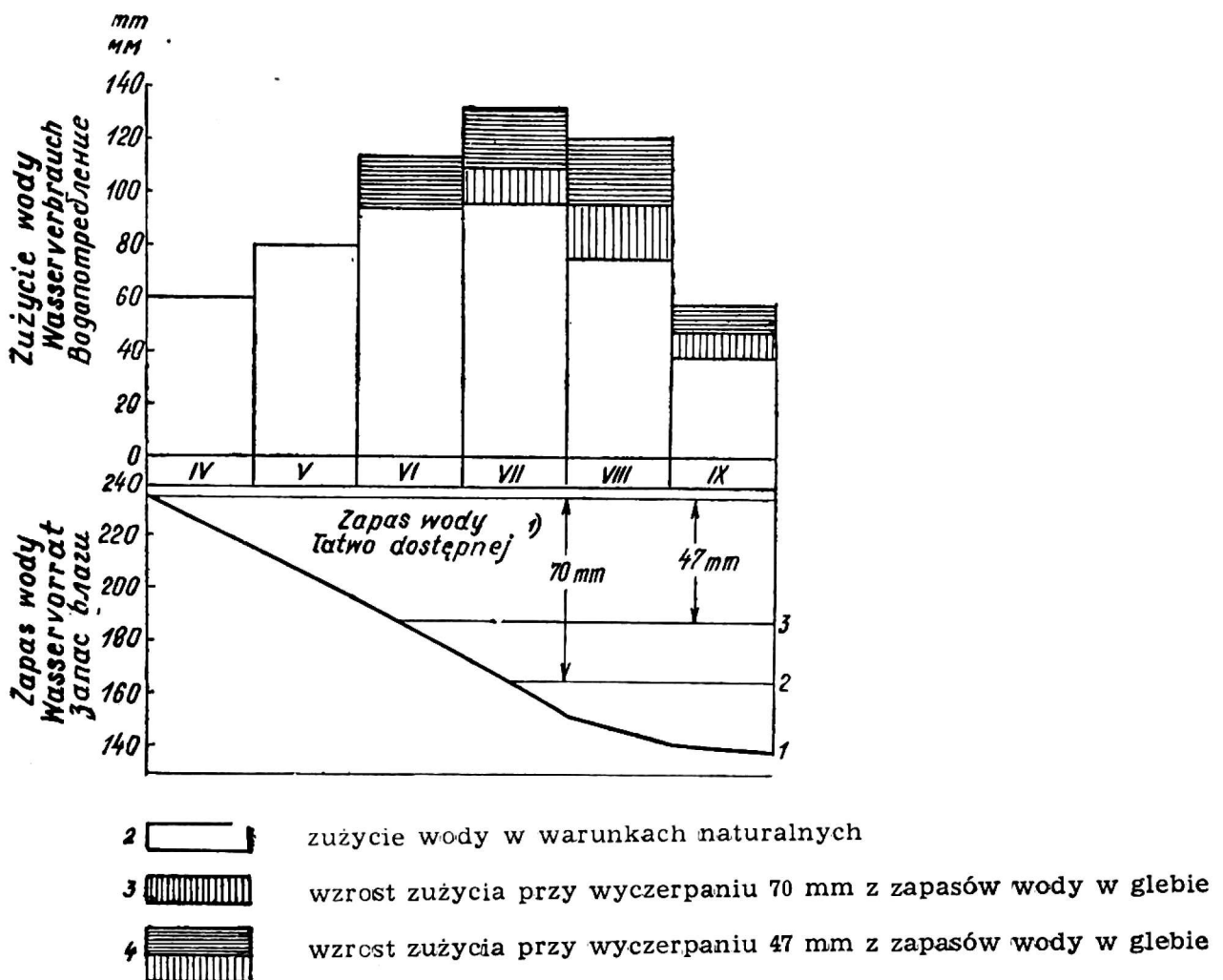
7. Коэффициент водопотребления

do pokrycia potrzeb ewapotranspiracji bujnie rozwijającej się roślinności. W naszym przypadku zapas wody w jednometrowej warstwie gleby (obserwowany w okresie wczesno-wiosennym, po wysokich opadach w okresie wegetacji) wynosił przeciętnie 235 mm. Jako minimalny dopuszczalny zapas wilgoci przyjęto  $0,7 \times 235 = 165$  mm oraz  $0,8 \times 235 = 188$  mm. Założyliśmy dwa poziomy wyczerpania wilgoci:

$$235 - 165 = 70 \text{ mm oraz } 235 - 188 = 47 \text{ mm.}$$

Korzystając z opracowanego związku  $S = \alpha \cdot A \cdot \Sigma d$ , biorąc pod uwagę opady i niedosyty z wielolecia oraz w. w. dwa minimalne dopuszczalne zapasy wody, obliczono potencjalne możliwości zużycia wody ( $S_p$ ) w warunkach nawodnienia uzupełniającego (tab. 1, rys. 1).

W rozpatrywanych warunkach meteorologiczno-klimatycznych przeciętna wysokość opadów i zmagazynowana wilgoć glebowa, przy niższej dolnej granicy uwilgotnienia (165 mm), była wystarczająca w kwietniu, maju i czerwcu. Przy wyższej dolnej granicy (188 mm) już od czerwca do końca września zaznaczyły się niedobory zapasów wilgoci w glebie. W pierwszym przypadku deficyt wody wynosił 61 mm, a wzrost zużycia wody 42 mm, natomiast w drugim — łączny deficyt wody osiągnął war-



Rys. 1. Potencjalne zużycie wody przez buraki pastewne w warunkach uzupełniania zapasów wody w jednometrowej warstwie gleby

Abb. 1. Potentialer Wasserverbrauch von Futterrüben bei Vermehrung des Wasservorrats in 1,0 m dicken Bodenschicht

Рис. 1. Потенциальное водопотребление кормовой свеклы в условиях регулируемой влажности в однометровом слое почвы

Objaśnienia — Erläuterung — Обозначение

1. Leicht einzunehmender Wasservorrat  
Легкодоступные влагозапасы
2. Wasserverbrauch beim naturellen Niederschlag  
Водопотребление под влиянием осадков
3. Steigerung des Wasserverbrauchs bei Ausnutzung von 70 mm des Wasservorrats in Boden  
Повышение водопотребления при использовании 70 мм из влагозапасов почвы
4. Steigerung des Wasserverbrauchs bei Ausnutzung von 47 mm des Wasservorrats in Boden  
Повышение водопотребления при использовании 47 мм из влагозапасов почвы

tość 149 mm, a wzrost zużycia — 120 mm w stosunku do zużycia w warunkach naturalnej gospodarki wodnej. Powyższe wyniki obliczeń wskazują, że niedobory wodne wynikają nie tylko ze wzrostu zużycia wody (ewapotranspiracji), lecz również z konieczności utrzymania na odpowiednim poziomie uwilgotnienia gleby.

Obliczone wartości potencjalnego zużycia wody ( $S_p$ ) dla dwóch poziomów uwilgotnienia mogą stanowić podstawę określenia współczynników:

higrometrycznego  $\left(\frac{S_p}{\Sigma d}\right)$ , termicznego  $\left(\frac{S_p}{\Sigma t}\right)$  oraz energetycznego  $\left(\frac{S_p}{R/L}\right)$ .

Jak wynika z tabeli 1, średnie okresowe wartości tych współczynników (nad kreską minimalne uwilgotnienie 165 pod kreską 188 mm) ustalono w następującej wysokości:

$$\frac{S_p}{\Sigma d} = 0,49 - 0,57 \text{ mm na 1 mb niedosytu,}$$

$$\frac{S_p}{\Sigma t} = 0,178 - 0,206 \text{ mm na } 1^\circ\text{C,}$$

$$\frac{S_p}{R/L} = 0,81 - 0,94 \text{ mm na jednostkę wskaźnika radiacyjno-wodnego.}$$

Uzyskane przeciętne współczynniki potencjalnego zużycia wody potwierdzają wskaźniki parowania potencjalnego lub parowania terenowego przytaczane przez Alpatiewa, Ostromeckiego, Szarowa, Matula (1, 5, 6, 7). Pomiar zużycia wody w naturalnych warunkach glebowych wykazywał specyficzny przebieg zużycia w okresie wegetacji. W kwietniu i maju, wskutek przenikania części wilgoci w głąb, wartości zużycia wody być może nieznacznie przekraczały wysokość parowania terenowego, natomiast we wrześniu były za niskie w wyniku niekontrolowanych przychodów wilgoci w glebie.

Ponieważ zużycie wody w warunkach dostatecznego uwilgotnienia gleby prawie nie zależy od zwięzłości gleby, opracowane wskaźniki jednostkowego zużycia wody mogą stanowić podstawę obliczania zapotrzebowania wody do nawodnienia buraków pastewnych według następującego równania:

$$Z = S_p - P - R$$

gdzie:  $Z$  — zapotrzebowanie wody w mm,

$S_p$  — potencjalne zużycie wody w mm,

$P$  — opad w mm,

$R$  — dopuszczalne wyczerpanie wilgoci w glebie w mm.

W najbliższej perspektywie należy przyjmować niższe współczynniki jednostkowego zużycia wody. Wymienione współczynniki z poszczególnych miesięcy mogą służyć do kontroli przebiegu zapasów wody w glebie (na podstawie początkowego zapasu wody w glebie, opadów oraz niedosytów bądź temperatur powietrza), a tym samym do ustalania terminów nawodnienia deszczownianego.

## LITERATURA

1. Ałpatiew A.: Włagooborot kulturnych rastienii. Leningrad (1954).
2. Bac S.: Roczniki Nauk roln., t. 74-A-4, s. 742—790 (1957).
3. Bierhuizen J. F., de Voss N. M.: The effect of soil moisture content on the growth and yield of some vegetable crops. Conference on Supplemental Irrigation, Copenhagen (1958).
4. Marcilonek S.: Zużycie i niedobory wodne roślin uprawnych. WSR Wrocław (1964).
5. Matul K.: Gospodarka Wodna, nr 9, s. 399—400 (1960).
6. Ostromęcki J.: Roczniki Nauk roln., t. 73-F-3, s. 528—530 (1959).
7. Szarow I. A.: Eksploatacja gidromelioratiwnych system. Moskwa (1952).
8. Polowe zużycie wody w okresie wegetacji niektórych roślin uprawnych w Polsce (maszynopis). Synteza Komitetu Melioracji Łąkarstwa i Torfoznawstwa. Wyd. V PAN (1966).

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Wasserverbrauch ist ein wichtiger agro- und hydrometeorologischer Hinweis, der die Entwicklungsbedingungen der Pflanzen bezeichnet.

Um den sog. Feldverbrauch an Wasser durch Kulturpflanzen zu bestimmen, wurden ab 1957 systematische Messungen des Wasservorrates verschiedener Böden 1 m tief geführt.

Wasserverbrauch ( $S$ ) bestimmte man auf Grund der Gleichung:  $S = P - \Delta R$ , worin  $P$  — Niederschlag in mm,  $\Delta R$  — Änderungen des Wasservorrates im Boden während der Bilanzperiode, Nachdem man den Zusammenhang von Wasserverbrauch und Wasservorrat im Boden ( $W_p$ ), Niederschlag ( $P$ ), Luft feuchtigkeitsdefizit ( $d$ ), Temperatur ( $t$ ) bearbeitet hatte, bestimmte man den potentialen Wasserverbrauch ( $S_p$ ) von Futterrüben in optimalen Feuchtigkeitsbedingungen des Boden während der Vegetationsperiode. Periodische Koeffizienten des Wasserverbrauchs je nach dem Niveau der unteren Grenze der Anfeuchtung wurden wie folgt erhalten:

$\frac{S_p}{\Sigma d} = 0,49 - 57$  mm auf 1 mb Luft feuchtigkeitsdefizit, und  $\frac{S_p}{\Sigma t} = 0,178 - 0,206$  mm auf 1°C der Luft.

## РЕЗЮМЕ

Водопотребление является важным агро- и гидрометеорологическим показателем, определяющим условия развития растений. Для определения водопотребления сельскохозяйственных растений с 1957 г. производятся систематические измерения запасов влаги в слое 1 м. Расход влаги ( $S$ ) установлен по формуле:  $S = P - \Delta R$ , в которой  $P$  — осадки в мм,  $\Delta R$  — изменения запасов влаги в почве в мм.

После определения связи между водопотреблением и запасом влаги в почве ( $W_p$ ), осадками ( $P$ ), дефицитом влажности ( $d$ ), температурой воздуха ( $t$ ) установлено потенциальное водопотребление ( $S_p$ ) кормовой свеклы в условиях оптимального увлажнения почвы в период вегетации. В зависимости от уровня увлажнения почвы получены следующие коэффициенты водопотребления:  $\frac{S_p}{\Sigma d} = 0,49 - 0,57$  мм на 1 мб дефицита влажности;  $\frac{S_p}{\Sigma t} = 0,178 - 0,206$  мм на  $1^\circ\text{C}$  температуры воздуха.

### STRESZCZENIE

Zużycie wody jest ważnym wskaźnikiem agro- i hydrometeorologicznym określającym warunki rozwoju roślin.

Celem określenia tzw. polowego zużycia wody przez rośliny uprawne, od 1957 r. prowadzone są systematycznie pomiary zapasów wody różnych gleb w warstwie 1 m.

Zużycie wody ( $S$ ) określano na podstawie równania:

$S = P - \Delta R$ , w którym  $P$  — opad w mm,  $\Delta R$  — zmiany zapasów wody w glebie w okresie bilansowania. Po opracowaniu związku zużycia wody z zapasem wody w glebie ( $W_p$ ), opadem ( $P$ ), niedosytem wilgotności ( $d$ ), temperaturą powietrza ( $t$ ) określono potencjalne zużycie wody ( $S_p$ ) przez buraki pastewne w warunkach optymalnego uwilgotnienia gleby w okresie wegetacji. Uzyskano następujące okresowe współczynniki zużycia wody w zależności od poziomu dolnej granicy uwilgotnienia:  $\frac{S_p}{\Sigma d} = 0,49 - 0,57$  mm na 1 mb niedosytu oraz  $\frac{S_p}{\Sigma t} = 0,178 - 0,206$  mm na  $1^\circ\text{C}$  temperatury powietrza.