

WYKORZYSTANIE POMIARÓW PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO
W PROCESIE NAWADNIANIA POMIDORA
UPRAWIANEGO W TUNELACH FOLIOWYCH

Jacek Dysko, Stanisław Kaniszewski

Instytut Warzywnictwa, Skierniewice

1. Wstęp

Termin określania nawadniania roślin uprawianych pod osłonami w naszych warunkach oparty jest na obserwacji zachowania się rośliny i wzrokowej ocenie wilgotności podłoża.

Okresowe niedobory wody jak i jej nadmiary są często przyczyną uzyskiwania zbyt niskich plonów oraz pogarszania się ich jakości handlowej i konsumpcyjne.

Do badania zmian wilgotności gleby służy wiele metod i przyrządów pomiarowych (5). Najstarszym, a zarazem najdokładniejszym sposobem określania ilości wody w glebie jest metoda grawimetryczna. Metoda ta jest pracochłonna, a wyniki są opóźnione w stosunku do aktualnego uwilgotnienia gleby.

Z innych metod pomiarowych na szczególną uwagę zasługuje metoda tensjometryczna i elektrometryczna. Metoda tensjometryczna jest stosunkowo dokładna, pozwala określić od 50 do 90% wody dostępnej dla roślin w zależności od rodzaju gleby. Mankamentem tej metody jest zmienność wskazań w zależności od temperatury, oraz duża bezwładność czasowa.

Metody elektrometryczne, aczkolwiek proste w użyciu, obarczone są znacznymi błędami; za najważniejsze uważa się zależność wyników pomiarów od stężenia jonów w roztworze glebowym oraz zależność od temperatury.

W ostatnich latach, w związku z wprowadzeniem nowych metod uprawy oraz nowych rozwiązań precyzyjnych systemów nawadniających prowadzi się intensywne badania nad zastosowaniem ja-

ko wskaźnika regulacji wilgotności gleby, warunków klimatycznych lub stanu fizjologicznego rośliny (2, 6).

Według De Graafa i Van den Ende (3) zużycie wody przez rośliny jest ściśle uzależnione od dostarczonej energii. Boztek (1) uważa, że energia słoneczna jest najważniejszym czynnikiem, według którego należy określać potrzeby wodne roślin uprawianych w szklarni. Hartmann i Zengerle'a (4) twierdzą, że 5% energii wykorzystywane jest przez rośliny w procesie fotosyntezy, a pozostała część w procesie transpiracji. Istnieje więc możliwość regulowania nawadniania warzyw w oparciu o wyniki pomiarów promieniowania słonecznego. Według tych autorów optymalna dawka wody dla większości warzyw wynosiła $1 \text{ mm} \times 419 \text{ J} \times \text{cm}^{-2}$ niezależnie od pory roku i położenia geograficznego.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie kilku metod określania terminów nawodnień w celu optymalizacji procesu nawadniania pomidora.

2. Metodyka

a) Założenia ogólne

W latach 1990-1992 przeprowadzono badania nad porównaniem kilku metod określania terminu nawodnień w uprawie pomidora odmiany Modena uprawianego w tunelach foliowych.

Doświadczenie założono jako jednoczynnikowe w układzie losowanych bloków, w czterech powtórzeniach.

Czynnikiem badanym były metody określania terminu nawodnień:

1. metoda tensjometryczna,
 2. metoda ewaporometryczna,
 3. metoda energetyczna $1 \text{ mm H}_2\text{O} \times 400 \text{ J}^{-1} \times \text{cm}^{-2}$,
 4. metoda energetyczna $1 \text{ mm H}_2\text{O} \times 600 \text{ J}^{-1} \times \text{cm}^{-2}$,
 5. metoda energetyczna $1 \text{ mm H}_2\text{O} \times 800 \text{ J}^{-1} \times \text{cm}^{-2}$,
- wielkość poletka $12,6 \text{ m}^2$, rozstawa $40 \times 50 \text{ cm}$,
- termin założenia doświadczenia - ostatnie dni kwietnia,

- pomidory prowadzono na 5 gron.
- system nawadniania kropłowego (emitery labiryntowe) z urządzeniami kontrolno-pomiarowymi.

b) Pomiary i obserwacje w czasie trwania doświadczenia:

- pomiar promieniowania słonecznego wewnątrz tunelu foliowego solarymetrem firmy Kipp and Zonen; nawadnianie przy wartości promieniowania całkowitego:
 - a) $400 \text{ J} \times \text{cm}^{-2}$,
 - b) $600 \text{ J} \times \text{cm}^{-2}$,
 - c) $800 \text{ J} \times \text{cm}^{-2}$ (zliczenia z poprzedniego dnia).
- codzienna kontrola wilgotności gleby (odczyty z tensjometrów), rozpoczynanie nawadniania przy potencjale wodnym gleby 20 kPa,
- codzienny pomiar ewaporacji (nawadnianie przy ewaporacji 10 mm),
- codzienny pomiar transpiracji roślin,
- pomiar potencjału wodnego liści urządzeniem firmy Wescor-typ C-52,
- zużycie wody mierzone za pomocą wodomierzy,
- jednorazowa dawka wody 10 mm,
- zbiory owoców przeprowadzono 2 razy w tygodniu,
- wyniki dotyczące plonowania opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji.

3. Omówienie wyników

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że metody określania terminu nawodnień wpływają istotnie na plonowanie pomidorów (tab. 1). We wszystkich trzech latach badań najwyższy plon ogólny uzyskano przy metodzie energetycznej w kombinacji 1 mm wody na każde 400 J energii słonecznej padającej na 1 cm^2 oraz metodzie tensjometrycznej. Istotnie niższy plon we wszystkich trzech latach badań uzyskano przy metodzie energetycznej w kombinacji 1 mm wody na

Tabela 1.

Plonowanie pomidorów

Skierniewice 1990-1992

Metody określania terminów nawodnień	Plon ogólny		
	1990	1991	1992
1. tensjometryczna	11.32	11.23	9.56
2. ewaporometryczna	10.52	10.76	8.82
3. energetyczna 1 mm H ₂ O x 400 J ⁻¹ x cm ⁻²	12.07	11.46	10.56
4. energetyczna 1 mm H ₂ O x 600 J ⁻¹ x cm ⁻²	10.43	10.45	9.05
5. energetyczna 1 mm H ₂ O x 800 J ⁻¹ x cm ⁻²	9.77	9.11	7.04
NIR $\alpha = 0.05$	1.42	1.07	1.02

każde 800 J energii słonecznej padającej na 1 cm².

Plon pomidorów przy metodzie ewaporometrycznej był zbliżony do plonu uzyskanego przy metodzie energetycznej w kombinacji gdzie 1 mm wody przypadał na każde 600 J¹ energii słonecznej padającej na 1 cm².

Duże różnice zaobserwowano w ilości zużytej wody przy porównywanych systemach nawadniania (rys. 1). Największą ilość wody zużyto przy metodzie tensjometrycznej 330 l/m², natomiast najmniejszą przy metodzie energetycznej w kombinacji 1 mm H₂O x 800 J⁻¹ x cm⁻². Na podstawie pomiarów potencjału wodnego gleby stwierdzono największą wilgotność gleby przy metodzie energetycznej 1 mm H₂O x 400 J⁻¹ x cm⁻² (tab. 2). Średni poziom potencjału wodnego przy tej metodzie wynosił 13,2 kPa, natomiast przy metodzie energetycznej 1 mm H₂O x 800 J⁻¹ x cm⁻² odpowiednio 46 kPa. Wilgotność gleby przy metodzie tensjometrycznej, ewaporometrycznej i energetycznej 1 mm x 600 J⁻¹ x cm⁻² była zbliżona.

Tabela 2

Średni potencjał wodny gleby

Metody określania terminów nawodnień	Potencjał wodny gleby
1. tensjometryczna	- 19.5 kPa
2. ewaporometryczna	- 20.6 kPa
3. energetyczna 1 mm H ₂ O x 400 J ⁻¹ x cm ⁻²	- 13.2 kPa
4. energetyczna 1 mm H ₂ O x 600 J ⁻¹ x cm ⁻²	- 22.2 kPa
5. energetyczna 1 mm H ₂ O x 800 J ⁻¹ x cm ⁻²	- 46.0 kPa

Na rys. 2 przedstawiono warunki solarne w tunelu foliowym. Natężenie promieniowania słonecznego ma charakter zmienny; ilość energii promienistej może wynieść w ciągu majowego lub czerwcowego dnia prawie 2000 J x cm⁻², a już następnego dnia tylko 200 J x cm⁻². Wzrost promieniowania

słonecznego powoduje zwiększoną ewaporację oraz transpirację (rys. 3).

Zależność ewaporacji od całkowitego promieniowania słonecznego ma charakter prostoliniowy, a wartość współczynnika korelacji wynosi 0,61 i jest on istotny przy poziomie $\alpha = 0,05$.

Również zależność transpiracji od globalnej radiacji można opisać za pomocą funkcji prostoliniowej:

$$y = a + bx$$

gdzie:

y - dzienna transpiracja w l/roślinę,

x - dzienna suma promieniowania całkowitego docierająca do tunelu foliowego w $J \times cm^{-2}$,

a, b - współczynniki regresji.

Zależność transpiracji od promieniowania słonecznego była istotna przy poziomie $\alpha = 0,05$, a współczynnik korelacji wynosił 0,60.

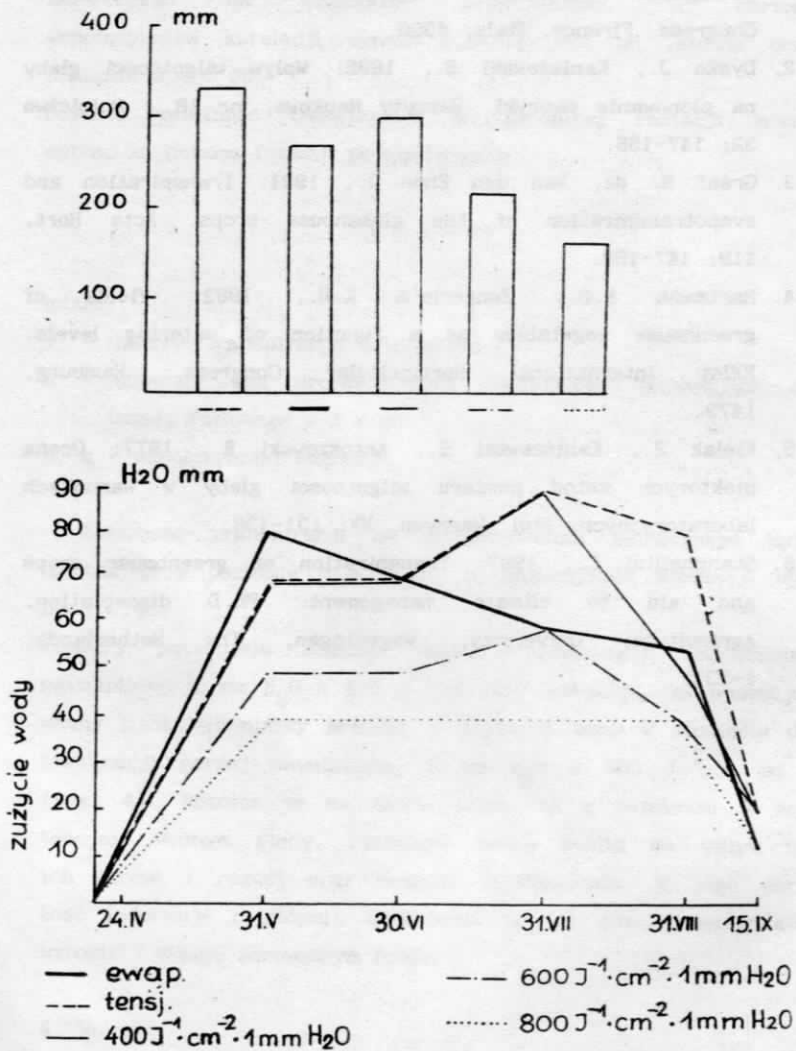
Pomiary potencjału wodnego liści w kombinacji najczęściej nawadnianej $1 \text{ mm H}_2\text{O} \times 400 \text{ J}^{-1} \times \text{cm}^{-2}$ wskazują, że potencjał wodny liści był niższy średnio o około -3 bary w stosunku do kombinacji gorzej nawadnianej $1 \text{ mm H}_2\text{O} \times 800 \text{ J}^{-1} \times \text{cm}^{-2}$ (rys. 4). Różnice te są ściśle powiązane z różnicami w potencjale wodnym gleby. Potencjał wodny roślin ma wpływ na ich wzrost i rozwój oraz reakcje fizjologiczne, a jego wartość informuje o stopniu uwodnienia tkanek oraz o warunkach wzrostu i stanie zdrowotnym roślin.

4. Wnioski

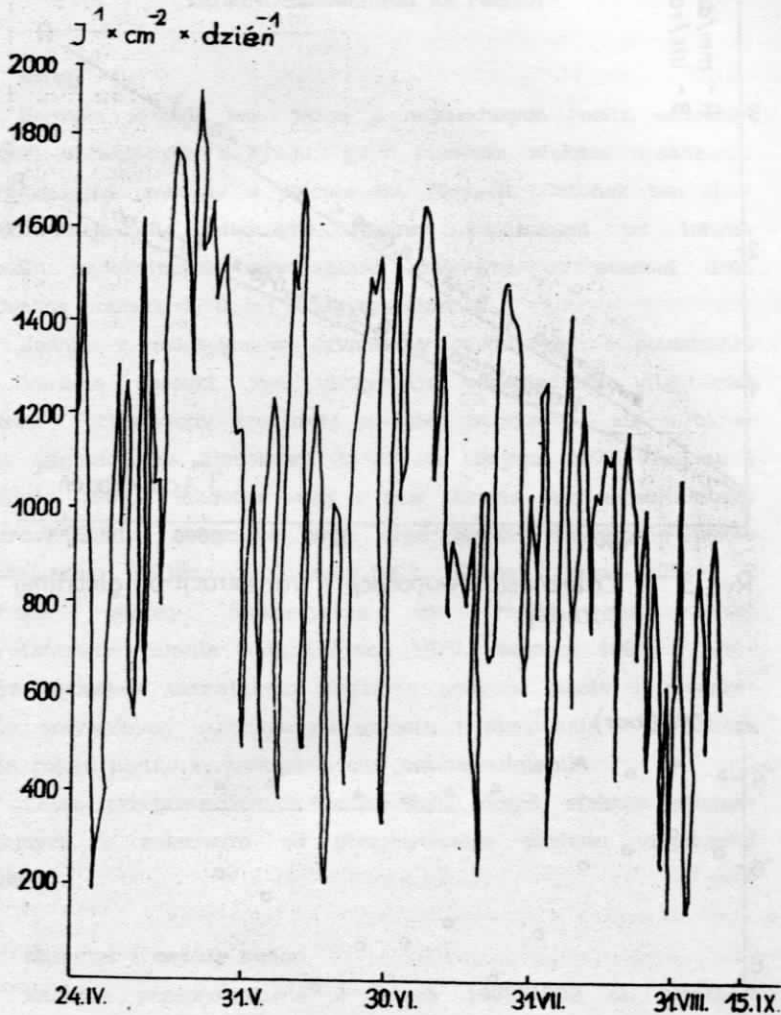
1. Najwyższy plon pomidorów uzyskano przy metodzie energetycznej w kombinacji 1 mm wody na każde 400 J energii słonecznej padającej na 1 cm^2 .
2. Promieniowanie słoneczne może być wykorzystywane przy ustalaniu terminu nawodnień w uprawie pomidora.

5. Literatura

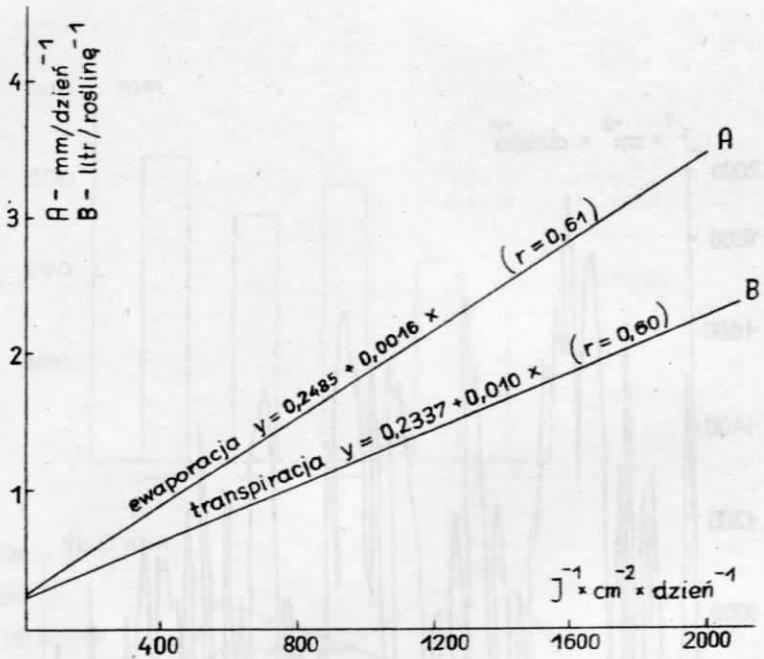
1. Boztok K., 1990: The effects of different watering levels on productivity and quality of some aubergine (*Solanum melongena*) varieties. XXIII International Horticultural Congress. Firenze, Italy, 4380.
2. Dysko J., Kaniszewski S., 1992: Wpływ wilgotności gleby na plonowanie papryki. Zeszyty Naukowe, nr 18 - Rolnictwo 32; 147-155.
3. Graaf R. de, Van den Ende J., 1981: Transpiration and evapotranspiration of the glasshouse crops. Acta Hort. 119; 147-158.
4. Hartmann H.D., Zengerle'a K.H., 1982: Yields of greenhouse vegetables as a function of watering levels. XXIst International Horticultural Congress. Hamburg, 1473.
5. Kielak Z., Kaniszewski S., Antoszewski R., 1977: Ocena niektórych metod pomiaru wilgotności gleby w warunkach laboratoryjnych. Biul. Warzywn. XX; 131-138.
6. Stanghellini C., 1987: Transpiration of greenhouse crops and aid to climate management. Ph.D dissertation, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands; 1-131.



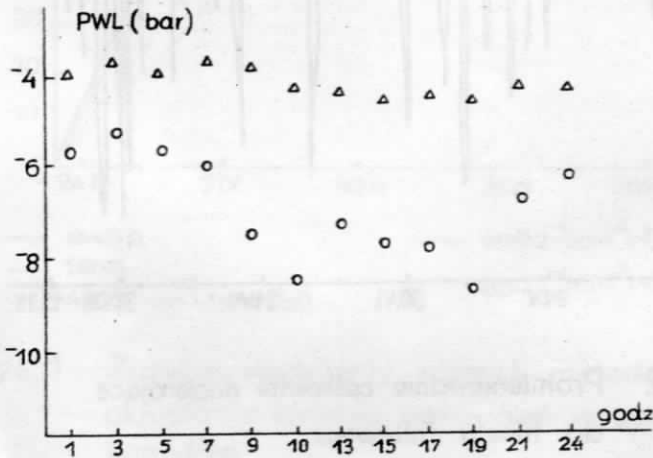
Rys.1 Zużycie wody przy różnych metodach określania terminu nawodnień w uprawie pomidora



Rys.2 Promieniowanie całkowite docierające do tunelu foliowego



Rys. 3 Zależność ewaporacji i transpiracji od globalnej radiacji



Rys. 4 Potencjał wodny liści pomidorów

$\Delta - 1 \text{ mm H}_2\text{O} \times 400 J^{-1} \times \text{cm}^{-2}$
 $\circ - 1 \text{ mm H}_2\text{O} \times 800 J^{-1} \times \text{cm}^{-2}$