

ZASTOSOWANIE POMIARU TEMPERATURY RADIACYJNEJ W MODELOWYCH BADANIACH STRESU WODNEGO ROŚLIN

W. Mazurek

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN
20-290 Lublin 27, ul. Doświadczalna 4
e-mail: wmazurek@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie. Praca dotyczy metodyki pomiaru temperatury radiacyjnej naturalnej trawia-
stej pokrywy roślinnej oraz zastosowania tego pomiaru do oceny stresu wodnego roślin. Celem
pracy było zbadanie wpływu stanu energetycznego wody na kształtowanie się temperatury radiacyj-
nej naturalnej pokrywy roślinnej w doświadczeniu laboratoryjnym i polowym. Obiekt badań stano-
wiły dwie maksymalnie zróżnicowane gleby z naturalną roślinną pokrywą łąkową. Do pomiaru
temperatury radiacyjnej stosowano systemy termowizyjne AGA 680 (3-5.5 μm) i AGEMA 880 (8-
13 μm). Różnica między temperaturą radiacyjną badanej pokrywy roślinnej i znajdującej się w
komfortowych warunkach wodnych jest dobrym wskaźnikiem stresu wodnego roślin, determinowa-
nego przez potencjał wody glebowej, jako czynnika fizycznego decydującego o jej dostępności dla
roślin. Różnica temperatur w odniesieniu do warunków komfortu wodnego wzrasta do około 2°C,
gdy wartość potencjału wody w glebie przekracza pF 3,7, co odpowiada zakresowi wody trudno
dostępnej dla roślin, osiągając maksymalne wartości sięgające 7°C przy pF 4,2, co odpowiada
punktowi trwałego więdnienia roślin.

Słowa kluczowe: stres wodny roślin, temperatura radiacyjna, wilgotność gleby, potencjał
wody glebowej.

WSTĘP

Zapewnienie odpowiedniego zaopatrzenia roślin w wodę przy jednoczesnym
oszczędnym jej wykorzystaniu to podstawowy współcześnie problem dyspono-
wania zasobami wodnymi. Instytut Agrofizyki (w ramach projektu sponsorowa-
nego przez FAO oraz działalności statutowej) realizował kilkunastoletni cykl
badań dotyczących określenia stresu wodnego roślin jako czynnika ograniczają-
cego produkcję biomasy oraz ewapotranspiracji rzeczywistej, czyli składowej

bilansu wodnego z wykorzystaniem teledetekcyjnych badań termograficznych [1,2].

Celem tych badań było zbadanie wpływu stanu energetycznego wody, tj. zawartości i potencjału wody glebowej na kształtowanie się temperatury radiacyjnej naturalnej trawiastej pokrywy roślinnej w aspekcie sterowania systemami melioracji wodnych obszarów użytkowanych rolniczo.

MATERIAŁ I METODY

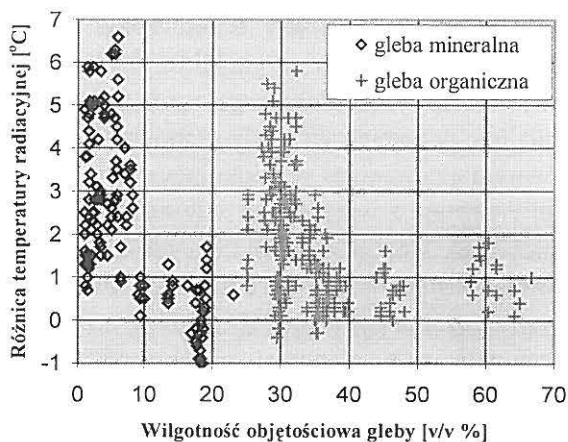
Badania prowadzono w warunkach wazonowych - szklarniowych i lizymetrycznych - polowych przy zastosowaniu kamer AGA 680 SWB oraz AGEMA 880 LWB, pracujących odpowiednio w zakresach 3-5 μm i 8-13 μm . Z uwagi na to, że temperatura powierzchni roślin jest uwarunkowana licznymi parametrami glebowymi i meteorologicznymi, przyjęto metodykę pomiarów różnicowych, tzn. porównywano temperaturę roślin znajdujących się w identycznych warunkach zewnętrznych z wyjątkiem zróżnicowanych warunków wilgotnościowych w glebie [2].

Jako obiekt badań wybrano dwie maksymalnie różniące się pod względem fizycznym, chemicznym i biologicznym gleby z porastającą je naturalną roślinnością łąkową. Pierwsza to gleba mineralna, czarna ziemia o płytkim poziomie warstwy próchnicznej i niskim poziomie wody gruntowej. Druga natomiast to gleba torfowo-murszowa o średnim stopniu zmurszenia wytworzona z torfu turzycowego średnio rozłożonego, podścielanego torfem szuwarowym. Porastająca obie gleby ruń łąkowa miała bardzo podobny skład botaniczny.

Porównywano temperaturę radiacyjną roślin przy zmiennych warunkach wilgotnościowych gleby z roślinami, które miały zapewniony komfort wodny, tzn. warunki wilgotnościowe nie ograniczały dostępności wody glebowej.

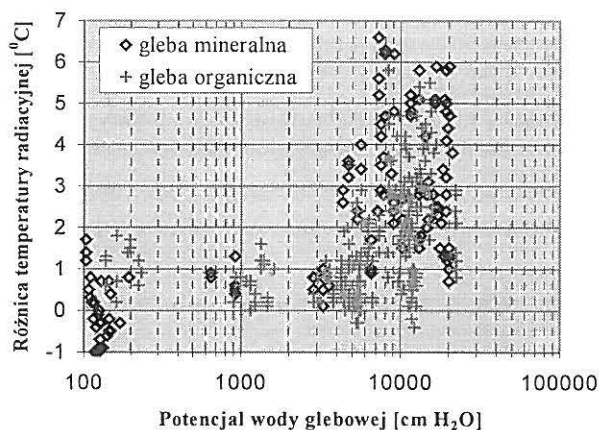
WYNIKI I DYSKUSJA

Pomiary były przeprowadzane w zróżnicowanych warunkach meteorologicznych. Stwierdzono, że dla wartości wilgotności względnej powietrza powyżej 75% oraz temperatury powietrza poniżej 15°C różnice temperatury radiacyjnej roślin znajdujących się w zróżnicowanych warunkach dostępności wody glebowej są bliskie zera [3]. Jednocześnie dla wysokich wartości temperatury powietrza oraz przy niskiej wilgotności względnej powietrza różnice osiągały nawet 7°C w warunkach polowych.



Rys. 1a. Zależność różnic temperatury radiacyjnej naturalnej łąkowej pokrywy roślinnej od wilgotności objętościowej gleby

Fig. 1a. Relation between radiation temperature of natural meadow plant cover and volumetric soil water content



Rys. 1b. Zależność różnic temperatury radiacyjnej naturalnej łąkowej pokrywy roślinnej od potencjału wody glebowej dla gleby mineralnej i organicznej

Fig. 1b. Relation between radiation temperature of natural meadow plant cover and soil water potential for mineral and organic soils

Stwierdzono, że pomiar różnicy temperatury radiacyjnej (badany obiekt - obiekt w warunkach komfortu wodnego) nie może być stosowany do okre-

ślania ilości wody zmagazynowanej w glebie, a jedynie do wyznaczenia wartości wilgotności odpowiadającej ograniczeniu dostępności wody dla roślin. Wartości tych wilgotności są charakterystyczne dla poszczególnych gleb (gleba mineralna ok. 10%, gleba organiczna ok. 40% - Rys. 1a).

Odpowiadają one potencjałowi wody glebowej ok. 15 000 cm H₂O. Wykazano, że głównym czynnikiem warunkującym temperaturę radiacyjną pokrywy roślinnej związaną z warunkami wilgotnościowymi w glebie jest potencjał wody glebowej, którego wartości decydują o ograniczonej lub całkowitej zahamowanej dostępności wody dla roślin (Rys. 1b).

Powodem ograniczenia poboru wody może być zbyt wysoka bezwzględna wartość potencjału wody glebowej lub zbyt niska dyfuzyjność wody w danych warunkach w glebie, bądź oba te czynniki równocześnie. W celu oszacowania wpływu dyfuzji wody w glebie na ograniczenie jej strumienia dopływającego do strefy korzeniowej, dokonywano pomiarów potencjału w próbkach glebowych i w roślinie. Gdyby dyfuzja dominowała jako czynnik ograniczający, wówczas powinniśmy stwierdzić wzrost temperatury radiacyjnej przy potencjale wody odpowiadającym wodzie dostępnej. Tylko w najbliższym otoczeniu korzeni potencjał byłby wyższy i w tym obszarze występowałby opór ograniczający przepływ wody do korzeni. Pomiarów potencjału wody dokonywano aparatem Wescor, dla próbek glebowych i pobranych w tym samym czasie liści traw. W granicach błędu metody nie stwierdzono sytuacji, gdy wzrost temperatury radiacyjnej pokrywy roślinnej występował przy niższych co do wartości bezwzględnych potencjałach termodynamicznych wody w glebie niż wartości odpowiadające punktom ograniczenia lub całkowitego zahamowania wzrostu roślin. Wskazuje to, że inne czynniki, np. dyfuzyjność, nie powodują ograniczenia zaopatrzenia roślin w wodę w sytuacji, gdy potencjał termodynamiczny wody nie ogranicza jej dostępności.

WNIOSKI

Różnica między temperaturą radiacyjną badanej pokrywy roślinnej i znajdującej się w komfortowych warunkach wodnych jest dobrym wskaźnikiem stresu wodnego roślin, determinowanego przez potencjał wody glebowej, jako czynnika fizycznego decydującego o jej dostępności dla roślin.

Różnica temperatur w odniesieniu do warunków komfortu wodnego wzrasta, gdy wartość potencjału wody w glebie przekracza pF 3,7 (ok. 5

barów), co odpowiada zakresowi wody trudno dostępnej dla roślin, osiągając maksymalne wartości przy pF 4,2 (ok. 15 barów), co odpowiada punktowi trwałego więdnienia roślin.

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że zobrazowania termalne pokrywy roślinnej lotnicze i satelitarne nie mogą być wykorzystywane do oceny zasobów zretencjonowanej w glebie wody. Mogą natomiast być wykorzystywane do stwierdzenia zbliżającego się lub trwającego stresu wodnego roślin, a ocena ta może być precyzyjna jedynie wtedy, gdy w objętym projekcją obszarze znajdują się punkty reperowe o znanych, komfortowych warunkach wodnych. W przypadku dużych obszarów użytków zielonych punkty te mogą być łatwo zdefiniowane jako znajdujące się w pobliżu cieków lub zbiorników wodnych, co nie wymaga żadnych obserwacji naziemnych.

Jak wynika z badań, wystąpienie różnic temperatury radiacyjnej przewyższających wartość 2°C między punktem reperowym a wybranymi obszarami odwzorowanymi na obrazie termalnym lotniczym lub satelitarnym, mogą być traktowane jako wynik pomiaru świadczący o zagrożeniu wejścia lub znajdowania się w stanie stresu wodnego roślin.

Obserwacje lotnicze i satelitarne prowadzące do oceny zagrożenia lub trwania stresu wodnego, w praktyce rolniczej dla dużych obszarów, mogą być wykorzystywane do oceny potrzeb i sterowania nawodnieniami, np. regulując poziom wody w rowach melioracyjnych.

LITERATURA

1. **Baranowski P., Mazurek W., Walczak R.T.:** Zastosowanie termografii do badania stresu wodnego roślin i ewapotranspiracji rzeczywistej. *Acta Agrophysica*, 21, 1999.
2. **Mazurek W.:** Temperatura radiacyjna jako wskaźnik stresu wodnego roślin. Praca doktorska wykonana w IA PAN Lublin, 1998.
3. **Mazurek W., Baranowski P., Walczak R.T., Sobczuk H.:** Zastosowanie pomiaru temperatury radiacyjnej do oceny stresu wodnego roślinności łąkowej. Doświadczenie wazonowe. Materiały III Ogólnopolskiej Konferencji Termografii i Termometrii w Podczerniewi, ODKT RS NOT, Warszawa 27-29 listopada 1996, str. 219-224.

APPLICATION OF RADIATION TEMPERATURE MEASUREMENTS IN MODEL INVESTIGATIONS OF PLANT WATER STRESS

The Institute of Agrophysics PAS
20-290 Lublin 27, ul. Doświadczalna 4

Summary. The study concerns the method of radiation temperature measurements of natural meadow plants and the application of these measurements to estimate the water stress of plants. The aim of this study was to investigate the influence of the water energy state on radiation temperature in laboratory and lysimetric experiments. The investigations were performed on two extremely differentiated soils with natural meadow plant cover. The radiation temperature measurements were performed with the use of AGA 680 Thermovision system (3-5,5 μm) and AGEMA 880 System (8-13 μm). The radiation temperature difference between the investigated plant cover and the one in comfort water conditions is a good indicator of water stress of plants, which is determined by soil water potential, as a decisive physical factor of its accessibility for plants. The temperature differences referring to water comfort conditions increase to 2°C when the value of soil water potential exceeds pF 3,7, which corresponds to the range of unavailable water for plants, having the maximum value of 7°C with pF 4,2, which corresponds to the plant wilting point.

Key words. plant water stress, radiation temperature, water content of the soil, soil water potential.