

ZMENY PRIEDUCHOVEJ REZISTENCIE AKO FAKTOR OVPLYVŇUJÚCI FYTOKLÍMU

František Matejka

Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava

ÚVOD

Jedným z prejavov interakcií medzi rastlinným porastom a okolitým ovzduším je prenos hmoty a energie. Realistický popis prenosových javov si vyžaduje brať do úvahy, okrem iných faktorov, aj rezistenciu porastu ako fyziologicky kontrolovanú zložku celkovej rezistencie povrchu. V súvisi s tým sa hlbšie poznanie zákonitostí, ktorými sa riadia zmeny prieduchovej rezistencie stáva nevyhnutnou podmienkou progresu v matematickom modelovaní prenosových javov. Hoci sa koncepcia týchto modelov založených na parametrizácii rezistencie porastu javí ako príliš zložitá pre široké operatívne použitie, tento prístup vytvára nevyhnutné predpoklady pre rozvoj matematického modelovania vzájomných vzťahov v systéme pôda-porast-atmosféra [9].

Zmeny prieduchovej rezistencie sú významné z viacerých hľadísk, najmä ako fyziologická kontrola transpirácie, a faktor ovplyvňujúci fotosyntézu [2]. Hodnoty rezistencie porastu sú však tesne spojené aj s teplotou jeho povrchu [5], ktorá zase ovplyvňuje teplotu vzduchu v prízemnej vrstve atmosféry nad porastom. Z toho vyplýva, že zmeny rezistencie porastu sú významné aj z mikroklimatického hľadiska. Tejto problematike sa však doteraz venovalo len málo pozornosti. Preto je cieľom predloženého príspevku analyzovať a kvantifikovať úlohu prieduchovej rezistencie v procese tvorby a dynamiky mikroklímy rastlinných porastov.

MATERIÁL A METÓDY

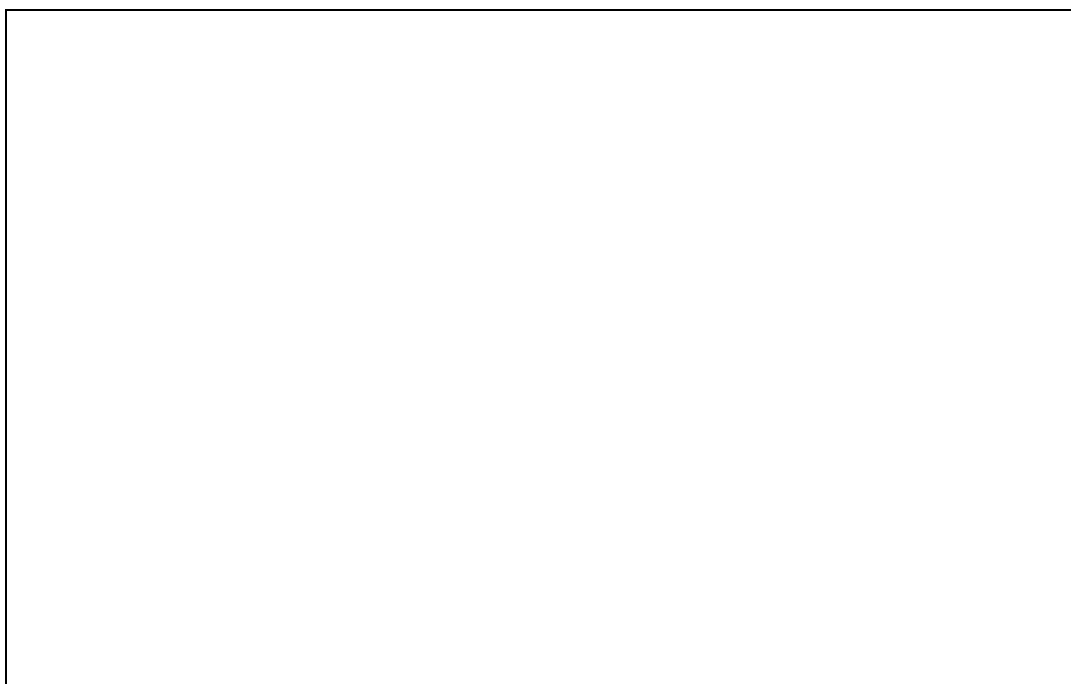
Metodický základ pre riešenie problému, formulovaného v úvodnej časti tohto príspevku, vytvoril matematický model výmeny tepla a vodnej pary v systéme pôda-rastlinný porast-atmosféra, ktorý kombinuje a rozvíja predchádzajúce metodické prístupy [1,3]. Konštrukcia navrhnutého modelu vychádza zo schémy znázornenej na obr.1. Teoretickú bázu modelu predstavuje rovnica energetickej bilancie pre povrch homogénneho rastlinného porastu, rovnica continuity, Penman-Monteithova rovnica pre výpočet evapotranspirácie [3], vzťah popisujúci súvis medzi transpiráciou a vodným potenciálom listov [1] a závislosť rovnovážneho sýtostného doplnku v konvekčívnej hraničnej vrstve atmosféry nad rastlinným porastom od jeho rezistencie [10] doplnená rovnicami popisujúcimi súvis medzi teplotou a vlhkosťou vzduchu na úrovni povrchu porastu a v referenčnej hladine nad ním [6]. Podrobný popis modelu bol už skôr publikovaný spolu s algoritmom jeho činnosti a vymedzením hraníc jeho použiteľnosti [7].

Vstupnými údajmi modelu sú hodnoty radiačnej bilancie porastu, vertikálnych profilov rýchlosti vetra, teploty a vlhkosti vzduchu nad porastom, pôdnej vlhkosti v koreňovej zóne a indexu listovej pokrývnosti. Model pracuje s hodinovým krokom a

je schopný simulovať denné chody vodného potenciálu listov, rezistencie porastu, turbulentného toku tepla, toku tepla spotrebovaného na výpar, teploty a vlhkosti vzduchu na úrovni povrchu porastu a v referenčnej hladine nad ním.

Spomenutý model bol v posledných piatich rokoch opakovane verifikovaný pre viaceré poľné plodiny pestované v rôznych pôdnych a klimatických podmienkach, a to pri simulácii evapotranspirácie [6], mikroklímy rastlinných porastov [7] a charakteristík ich vodného režimu [8].

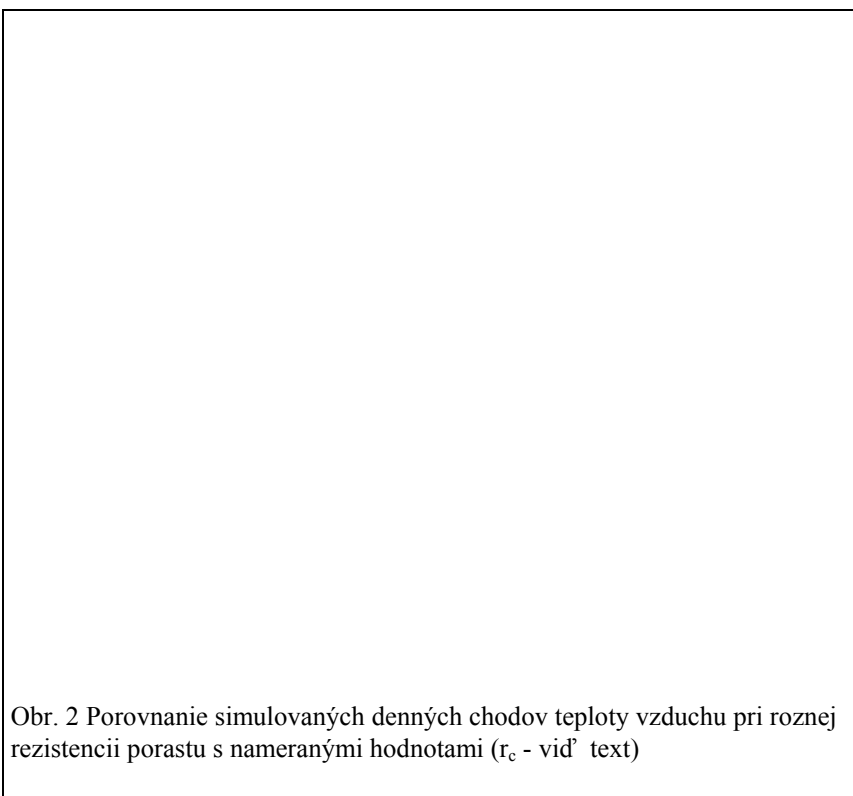
Experimentálne údaje použité v tomto príspevku sa vzťahujú k porastu ozimnej pšenice a boli získané v objekte Agroekologického observatória v Mihostove (48 40'05" s.š., 21 43'56" z.d., 105 m n.m.) ako výsledky automatizovaných meraní radiačnej bilancie, vertikálnych profilov rýchlosti vetra, teploty a vlhkosti vzduchu doplnené gravimetrickým stanovením pôdnej vlhkosti v koreňovej zóne.



Obr. 1 Bloková schéma vzťahov v systéme podá-porast-atmosféra

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Parciálne závislosti charakteristík mikroklímy porastu od zmien jeho prieduchovej rezistencie nemožno analyzovať štatistickým vyhodnotením nameraných údajov, pretože fytoklímu okrem rezistencie porastu ovplyvňujú aj iné faktory, ktorých hodnoty nemožno v poľných podmienkach udržiavať na konštantnej úrovni. Preto bol pre riešenie problému formulovaného v úvode využitý matematický model stručne popísaný v predchádzajúcej časti tohto príspevku.



Pre získanie názornej predstavy o vplyve zmien rezistencie porastu na hodnoty teploty vzduchu v prízemnej vrstve atmosféry boli simulované denné chody teploty a vlhkosti vzduchu nad rastlinným porastom, pričom vstupné údaje pre modelovú simuláciu sa vzťahujú k ozimnej pšenici pestovanej na výskumnej ploche Agroekologického observatória

v Milhostove. Na obr.2 sú graficky znázornené výsledky jednej z takýchto simulácií denného chodu teploty vzduchu pre jasný deň 31.5.1983. Plnou čiarou je v tomto grafe vyznačený simulovaný priebeh denného chodu teploty vzduchu v hladine 2 m nad efektívnou výškou porastu. Hviezdičky znamenajú výsledky meraní teploty vzduchu nad porastom v tej istej hladine získané pomocou tienového odporového teplomeru.

Pôdna vlhkosť poklesla v tomto dni na 21.1 7 obj., čím sa dost' tesne priblížila k bodu trvalého vädnutia, ktorý sa v tomto prípade (nivná pôda glejová) pohybuje okolo 18,5 obj. V súvisi s tým možno hovoriť o podmienkach vodného stresu, čo indikuje aj vysoká rezistencia porastu. Jej priemerná hodnota v čase medzi 8 a 16 hodinou, označena na obr.2 symbolom r_c s pruhom, dosiahla 5.8 s/cm.

Pre porovnanie bola vykonaná simulácia pre pôdnu vlhkosť zvýšenú na 41 % obj., čo malo za následok pokles rezistencie porastu na hodnotu 1.0 s/cm (prerušovaná čiara na obr.2). Ostatné vstupné údaje zostali nezmenené. Z grafu zreteľne vidieť, že pokles rezistencie porastu mal za následok dost' výrazný pokles teploty vzduchu nad porastom, ktorý sa najzreteľnejšie prejavil v čase výskytu denného maxima, kedy bola teplota vzduchu nad stresovaným porastom o takmer 5 stupňov Celsia vyššia v porovnaní s prípadom porastu dobre zásobeného vodou.

S cieľom pokúsiť sa o čiastočné zovšeobecnenie získaných poznatkov o mikroklimatických účinkoch zmien rezistencie porastu boli vykonané simulačné výpočty denných chodov teploty vzduchu a sýtostného doplnku nad porastom ozimnej pšenice pre ďalších 16 dní s anticyklonálnou situáciou z obdobia apríl-jún rokov 1983 a 1984.

Výsledky simulačných výpočtov sú znázornené na obr.3, pričom priemerná hodnota rezistencie porastu v dňoch s anticyklonálnou situáciou z uvažovaného obdobia mala hodnotu 1.18 s/cm. Na horizontálnej osi grafov na obr.3 sú zakreslené percentuálne odchýlky od tejto priemernej hodnoty.

Výsledky vykonaných simulácií svedčia o tom, že teplota a vlhkosť vzduchu v prízemnej vrstve atmosféry nad rastlinným porastom citlvo reaguje na zmeny jeho rezistencie. Toto konštatovanie môže nadobudnúť zvláštny význam v súvisi s možným dopadom predpokladanej klimatickej zmeny na vodný režim a mikroklimu rastlinných porastov. Na tomto mieste sa žiada pripomenúť, že doterajšie experimenty i teoretické štúdie ukázali, že prieduchová rezistencia porastov sa výrazne zvyšuje s rastom koncentrácie oxidu uhličitého v atmosfére [4].

Záverom možno konštatovať, že zmeny prieduchovej rezistencie porastu sú významné nielen z fyziologického a hydrologického hľadiska, ale hrajú dôležitú úlohu aj v procese vytvárania a zmien mikrolímy.

Obr. 3 Zmeny denných maxím teploty vzduchu ΔT_m a sýtosťného doplnku ΔD_m v závislosti od zmien rezistencie porastu Δr_c

LITERATÚRA

- [1] BICHELE, Z., MOLDAU, H., ROSS, J.: *Matematiceskoe modelirovanije transpiracii i fotosinteza rastenij pri nedostatke počvennoj vlagi*. Gidrometeoizdat, Leningrad 1980, 222 s.
- [2] GATES, D.M.: *Biophysical ecology*. New York, Springer Verlag, 1980, 611 s.
- [3] CHOUDHURY, B. J., MONTEITH, J. L.: *A four-layer model*

- for the heat budget of homogeneous land surface. *J. Roz. Meteorol. Soc.*, 114, 1988, s. 373-398.
- [4] IDSO, K.E., IDSO, S.B.: Plant responses to atmospheric CO₂ enrichment in the face of environmental constraints: a review of the past 10 years' research. *Agric. and Forest Meteorol.*, 69, 1994, s. 153-204.
- [5] JACKSON, R.D.: Canopy temperature and crop water stress. *Adv. in Irrig.*, 1, 1982, s. 43-85.
- [6] MATEJKA, F.: Vplyv meteorologických činiteľov na evapotranspiráciu. *Meteorol. zprávy*, 48, 1995, č. 3, s. 87-90.
- [7] MATEJKA, F.: Interrelation between plant canopies and atmosphere. Contributions of the Geophysical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Series of Meteorology 14, 1994, s. 21-30.
- [8] MATEJKA, F., HUZULÁK J.: Analysis of relationships between winter wheat leaf water potential and atmospheric factors. *Biologia* 50, 1, 1995, s. 105-114.
- [9] WALLACE, J. S., LLOYD, C. R., SHUTTLEWORD, W. J.: A comparison of methods for estimating aerodynamic resistance of Heather (*Calluna vulgaris* (L) Hull) in the field. *Agric. and Forest Meteorol.*, 32, 1984, s. 289-305.
- [10] WYNGAARD, J. C.: Lectures on the planetary boundary layer. In: *Mesoscale meteorology - theories, observations and models*, eds. D.K.Lilly, T.Gal-Chen, Dordrecht, Reidel Publ. Comp. 1983, s. 607-650.

Autor ďakuje Vedeckej grantovej agentúre (grant č. 5305/417 /96 a grant č. 2/1069/96) za čiastočnú finančnú podporu.

SUMMARY

CHANGES IN THE STOMATAL RESISTANCE AS A FACTOR AFFECTING THE PHYTOCLIMATE

Interrelations between plant canopies and the atmosphere are described by means of a mathematical model, which was experimentally tested for various field crops. This model provides a possibility to quantify the role of stomatal resistances in the process of the creation and dynamics of the phytoclimate. Results of model simulations showed that the physiological regulations of the stomatal resistances is an important factor affecting not only the transpiration but also the structure of the surface energy balance and surface temperature and consequently the air temperature and humidity in the surface layer of the atmosphere above the canopy.

Anglický preklad textov k obrázkom:

Fig.1 The block diagram of relationships in the soil-vegetation-atmosphere system.

Fig.2 A comparison of simulated daily courses of air temperature with measured values for different canopy resistances.

Fig.3 Changes in the air temperature daily maximum T_m and vapour pressure deficit D_m in dependence on changes in canopy resistances r_c .