

Skutečná spotřeba vody vybranými kulturními a plevelnými druhy rostlin stanovená v polních podmínkách

Jan Pivec, Václav Brant

Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra agroekologie a biometeorologie,
Kamýcká 957, 165 21 Praha 6 – Suchbátka

Abstrakt

V letech 2005 až 2007 byla v polních podmínkách hodnocena spotřeba vody vybranými kulturními a plevelnými druhy. Hodnoty transpiračního toku byly měřeny 12-ti kanálovým průtokoměrem T4.2 firmy EMS Brno. Záznam hodnot během prováděných měření byl prováděn v 10-ti minutových intervalech. Transpirační tok byl měřen na rostlinách kukuřice seté, laskavce ohnutého, lociky kompasové, pelyňku černobýlu, pcháče rolního, řepky ozimé a turanky kanadské. Průměrné denní hodnoty transpiračního toku se na základě provedených měření pohybovaly v rozmezí od 0,016 do 0,193 kg H₂O den⁻¹. Hodnoty maximálních denních hodnot poté v rozmezí od 0,025 do 0,309 kg H₂O den⁻¹.

Klíčová slova: transpirace, řepka ozimá, plevel, globální radiace, sytostní doplněk.

Úvod

Spotřeba vody rostlinami činí významnou položku vodní bilance krajiny (Merta et al., 2001). Důležitým faktorem ovlivňujícím vodní bilanci porostů na zemědělské půdě a následně krajiny je druhové složení fytoceen. V rámci agrofytoceen se na vodní bilanci porostů podílejí kulturní rostliny a plevel. Znalost intenzity transpirace kulturních rostlin a plevelů jako jednoho z členů rovnice pro výpočet vodní bilance stanoviště či porostu není důležitá pouze pro stanovení celkové transpirace agrofytoceeny, ale i pro posouzení vzájemných konkurenčních vztahů o vodu mezi kulturní rostlinou a plevely.

Dosavadní znalosti o vláhových poměrech rostlinných druhů byly získány především v rámci studia lesních společenstev a hodnoty transpirace jsou známy u dřevin (Čermák et al., 1992, 1995, Schulze et al., 1985, Jech et al., 2003). Informace o vláhových nárocích bylinných druhů, zejména při jejich stanovení v přirozených podmínkách, nejsou relativně na základě literatury tak početné (Bethenod et al., 2000, Merta et al., 2001). Z hlediska stanovení vláhových nároků jedinců lze použít tzv. sapflow metru (průtokoměru), založeném na principu sledování šíření tepla v bylinných či v dřevnatých stoncích (Kučera et al., 1977). Průtok vody ve stonku – transpirační tok – závisí především na evaporačních nárocích přiléhající vrstvy atmosféry reprezentovaných kupř. sytostním doplněkem a dále na příkonu energie daném kupř. energií globálního záření (Woodward, Sheehy, 1983). Ověřováním závislosti mezi transpirací rostlin kukuřice a povětrnostními vlivy stanoviště v polních podmínkách se zabývali např. Pivec a Brant (2006). Z hlediska vláhových nároků kulturních plodin prokázali Brant et al. (2007a) rozdíly ve vláhových nárocích liniové a hybridní odrůdy řepky ozimé. V rámci polních pokusů byly rovněž stanoveny hodnoty transpirace u vybraných plevelných druhů z čeledi *Asteraceae* (Brant et al., 2007b). Cílem práce je na základě dosavadních experimentů provést srovnání vláhových nároků vybraných rostlinných a plevelných druhů stanovených v polních podmínkách

Materiál a metody

Použití metody tepelné bilance je založeno na vztahu (1) mezi vstupujícím množstvím tepla a přírůstkem teploty v definovaném prostoru (Kučera et al., 1977):

$$P = Q \cdot dT \cdot c_w + dT \cdot z, \quad (1)$$

kde P je vstupní tepelná energie (W), Q je transpirační tok (kg s⁻¹), dT je teplotní diference v měřeném prostoru (K), c_w je specifické teplo vody (J kg⁻¹K⁻¹) a z je koeficient tepelných ztrát v měřeném

prostoru ($W K^{-1}$). V našich pokusech probíhajících v letech 2005 až 2007 byly hodnoceny hodnoty transpiračního toku u vybraných kulturních a plevelných rostlin v polních podmínkách. Hodnoty Q byly měřeny 12-ti kanálovým průtokoměrem T4.2 pro průměr stvolu od 6 do 20 mm firmy EMS Brno. Záznam hodnot během prováděných měření byl prováděn v 10-ti minutových intervalech po celou dobu jednotlivých měření. Měřiště se vždy nacházelo na bázi rostliny nebo lodyhy (měřeny byly vybrané lodyhy na rostlinách pelyňku černobýlu a pcháče rolního). Tabulka 1 dokumentuje hodnocené rostlinné druhy, lokalitu a dobu, po kterou měření probíhala. Měření transpiračního toku probíhalo na rostlinách řepky ozimé v rozmezí vývojových fázích BBCH 65 – 89 (fáze kvetení až zrání). V letech 2005 a 2007 bylo měření prováděno na rostlinách řepky ozimé odrůdy Navajo, v roce 2006 na odrůdách Jesper a Spirit. Hodnocené plevelné druhy se v době měření nacházely ve fázi začátku kvetení až počátku zrání semen. Jako doplňující meteorologické charakteristiky byly sledovány: teplota (t) a vlhkost vzduchu (r) – z nichž byl stanovován sytostní doplněk (d), globální radiace (R_g) a srážky (S), .

Tabulka 1: Specifikace lokality, termínu měření a druhů, u nichž byl měřen transpirační tok (n = počet měřených rostlin nebo lodyh).

Rostlinný druh	Termín měření	n	Lokalita	Poznámka
Kukuřice setá ^K (<i>Zea mays</i>)	2.8. – 8.8. 2005	1	Červený Újezd	měřeno v porostu kukuřice
Laskavec ohnutý ^P (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	2.8. – 27.8. 2006	2	Praha – Suchdol	měřeno na soliterních rostlinách
Locika kompasová ^P (<i>Lactuca serriola</i>)	2.8. – 27.8. 2006 19.7. – 17.8. 2007	9 8	Praha – Suchdol	měřeno na soliterních rostlinách
Pelyněk černobýl ^P (<i>Artemisia vulgaris</i>)	2.8. – 27.8. 2006 19.7. – 17.8. 2007	7* 7*	Praha – Suchdol ol	měřeno na soliterních rostlinách
Pcháč rolní ^P (<i>Cirsium arvense</i>)	2.8. – 8.8. 2005	1*	Červený Újezd	měřeno v porostu kukuřice
Řepka ozimá ^K (<i>Brassica napus</i>)	9.6. – 22.7. 2005 5.6. – 25.7. 2006 26.4. – 29.6. 2007	6 6 24	Červený Újezd	měřeno v porostu řepky ozimé
Turanka kanadská ^P (<i>Conyza canadensis</i>)	2.8. – 27.8. 2006 19.7. – 17.8. 2007	6 9	Praha – Suchdol	měřeno na soliterních rostlinách

Vysvětlivky: *K* – kulturní rostlina, *P* – plevelná rostlina, n = počet měřených rostlin nebo lodyh*

Pro aproximaci průběhu transpirace (záznamy v 10-ti minutových intervalech a průměrné denní hodnoty) pomocí globální radiace a sytostního doplnku byla použita lineární (aritmetická řada) a nelineární (geometrická řada) závislost, vyjádřená vztahem (2) – Kučera (ústní sdělení):

$$Y = aX_1 / (X_1 + b) \cdot X_2 / (X_2 + c), \quad (2)$$

kde a , b , c jsou parametry, Y průtok vody rostlinou – transpirace, X_1 globální radiace, X_2 sytostní doplněk. Pomocí této aproximace lze exaktně stanovit jednoznačně fenologickou fázi BBCH, odpovídající ukončení růstové fáze druhu. Zde se průběh skutečně měřené hodnoty transpirace protne s aproximovaným, určeným pouze vstupními hodnotami globální radiace a sytostního doplnku.

Výsledky a diskuse

Průměrné denní hodnoty transpiračního toku stanovené v našich pokusech včetně denních průměrů přijaté energie a sumy srážek za sledované období dokumentuje tabulka 2. Z hlediska vláhových nároků rostliny je zajímavé i stanovení maxim denních hodnot transpiračního toku jako nejvyšších hraničních hodnot intervalu, ve kterém se hodnoty Q nacházely. Spodní hranice tohoto intervalu je samozřejmě určována téměř nulovou hodnotou, která byla zaznamenána při vysoké oblačnosti a srážkové aktivitě. Pozitivní závislost mezi hodnotami transpiračního toku rostliny a energetickým

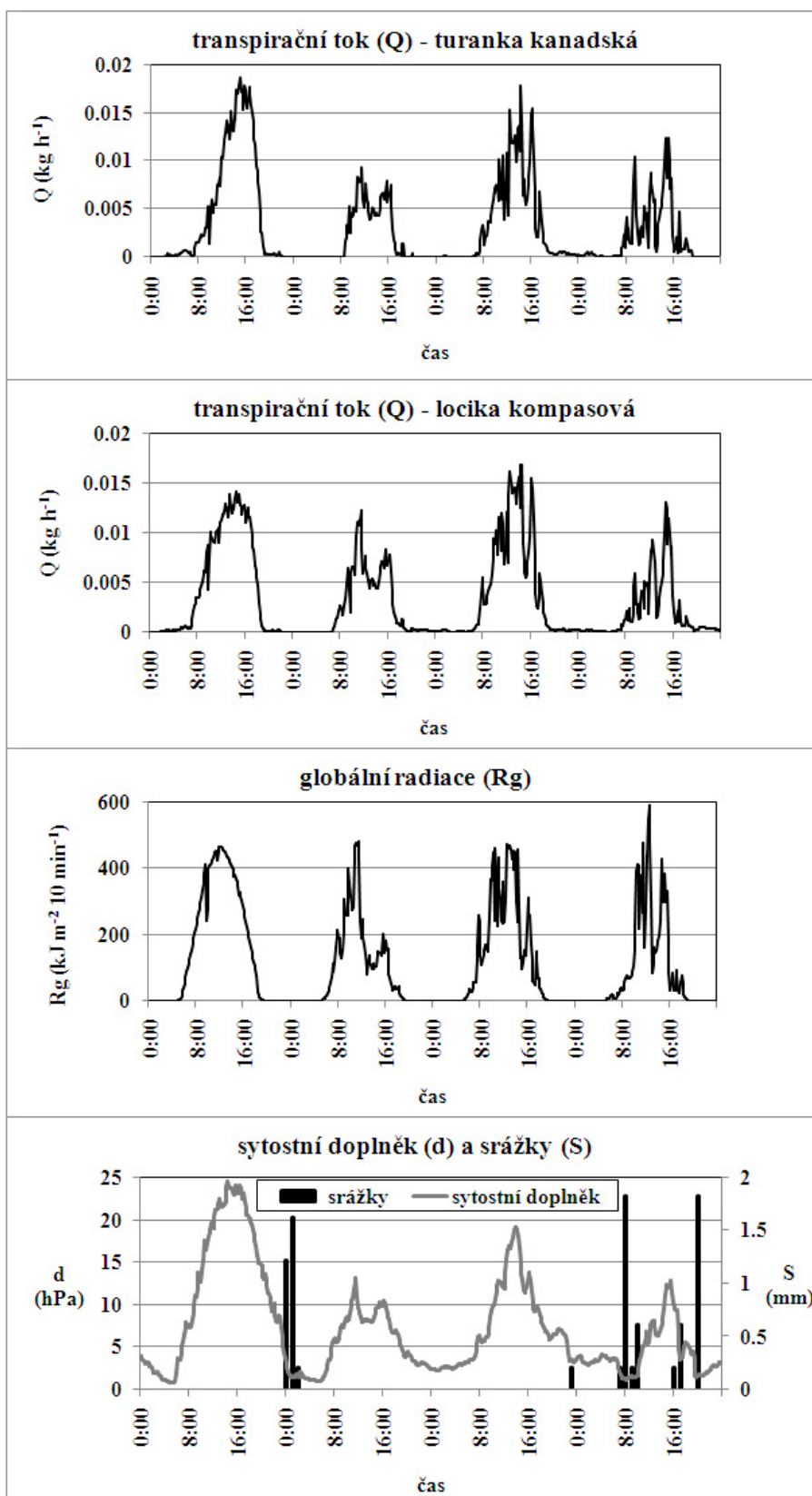
vstupem vyjádřeným pomocí globální radiace je na základě podobnosti průběhu výše uvedených veličin dokumentována obr. 1 a 2. Přijatá energie slunečního záření však není jediným faktorem řídícím transpiraci. Spolu s dostupností vody v půdě (nebyla měřena), aerodynamickými podmínkami (nebyly měřeny) a evaporačními nároky atmosféry v zóně aktivního povrchu vegetace, vyjádřenými kupř. sytostním doplňkem (obr. 1), je rozhodujícím abiotickým faktorem prostředí procesu výparu vody z ekosystému do atmosféry (Kučera et al., 1977, Pivec, Brant, 2006).

Průměrné denní hodnoty transpiračního toku se na základě provedených měření pohybovaly v rozmezí od 0,016 do 0,193 kg H₂O den⁻¹. Hodnoty maximálních denních hodnot poté v rozmezí od 0,025 do 0,309 kg H₂O den⁻¹. Z hlediska stanovení vláhových nároků porostu je však potřebné určení hodnoty transpiračního toku na jednotku plochy porostu. Tato hodnota je jednak dána počtem jedinců kulturní rostliny na jednotku plochy a vychází z požadavků na optimální strukturu porostu a dále pak intenzitou zaplevelení, tj. abundancí plevelů a jejich druhovým spektrem, včetně produkce biomasy.

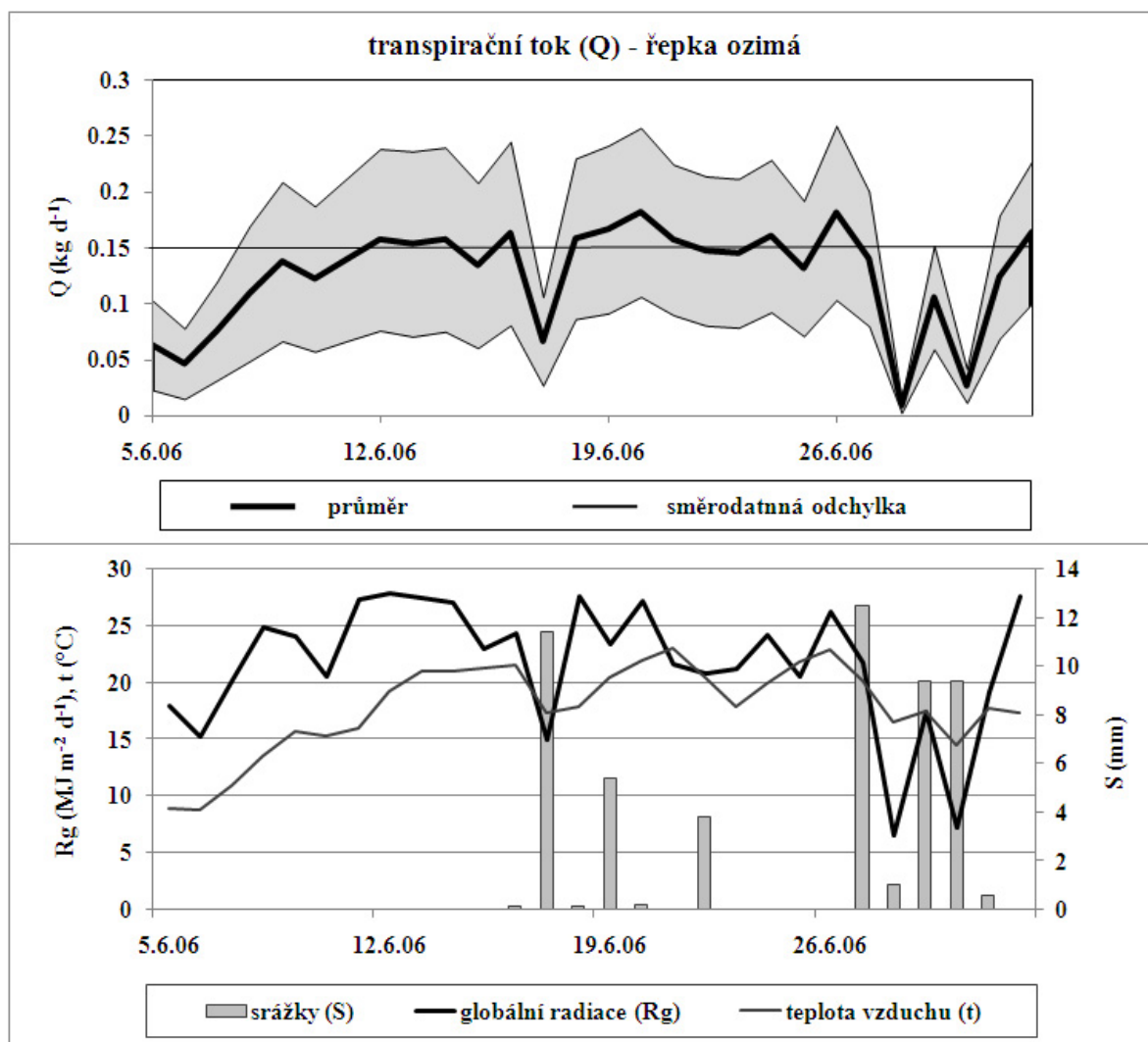
Jestliže se v našich pokusech počet rostlin řepky ozimé pohyboval v rozmezí od 30 do 50 rostlin na m², pak lze na základě odhadu transpiračních nároků porostu vycházejícího z průměrné denní hodnoty $Q = 0,055 \text{ kg H}_2\text{O den}^{-1} \text{ rostlinu}^{-1}$ (průměrná hodnota z provedených měření za období 2005 – 2007) stanovit, že průměrná denní spotřeba vody porostem se může pohybovat v rozmezí 1,650 až 2,750 kg H₂O den⁻¹ m⁻². To platí v případě, že do daného odhadu nejsou započteny hodnoty transpiračního toku plevelů. Z hlediska transpiračních nároků plevelů se však nejedná pouze o ovlivnění vláhových nároků porostu, ale také o kompetiční vztahy mezi kulturními a plevelnými rostlinami o vodu. Srovnáme-li například transpirační nároky rostlin ozimé řepky a lociky kompasové, která může porosty ozimé řepky zaplevelovat, zjistíme, že jsou obdobné. Poté můžeme vyslovit domněnku, že výskyt jedné rostliny lociky kompasové na jednotku plochy porostu řepky ozimé má stejný vliv na transpirační nároky porostu a kompetiční vztahy o vodu, jako zvýšení počtu jedinců řepky ozimé na danou jednotku plochy o jednu rostlinu. Výraznější ovlivnění transpiračních nároků porostu a kompetice o vodu nastane, budeme-li hodnotit vliv výskytu rostlin pelyňku černobýlu v porostech řepky ozimé. Dosahovala-li denní průměrná hodnota transpiračního toku 0,077 až 0,084 kg H₂O na jednu lodyhu, pak při průměrném počtu lodyh, který se v řepce ozimé může pohybovat od 3 do 7, jsou vláhové nároky tohoto plevele ve srovnání s rostlinou řepky značně vyšší.

Tabulka 2: Průměry denních hodnot transpiračního toku (Q , kg H₂O den⁻¹), jejich maxim (Q_{\max} , kg H₂O den⁻¹) a směrodatné odchytky $Sd.Q_{\max}$ (Sd. Q_{\max}) u hodnocených rostlinných druhů a průměrné denní sumy globální radiace (R_g , MJ m⁻²den⁻¹) a sumy srážek (S , mm) za sledované období.

Rostlinný druh	Termín měření	Q	Q_{\max}	Sd. Q_{\max}	R_g	S
Kukuřice setá (<i>Zea mays</i>)	2.8. – 8.8. 2005	0,193	0,309		14,801	20,6
Laskavec ohnutý (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	2.8. – 27.8. 2006	0,018	0,080		14,104	99,0
Locika kompasová (<i>Lactuca serriola</i>)	2.8. – 27.8. 2006 19.7. – 17.8. 2007	0,068 0,025	0,153 0,093	0,102 0,041	14,104 17,777	99,0 79,0
Pelyněk černobýl (<i>Artemisia vulgaris</i>)	2.8. – 27.8. 2006 19.7. – 17.8. 2007	0,077 0,084	0,150 0,157	0,062 0,092	14,104 17,777	99,0 79,0
Pcháč rolní (<i>Cirsium arvense</i>)	2.8. – 8.8. 2005	0,016	0,025		14,801	20,6
Řepka ozimá (<i>Brassica napus</i>)	9.6. – 22.7. 2005 5.6. – 25.7. 2006 26.4. – 29.6. 2007	0,044 0,092 0,030	0,121 0,187 0,079	0,033 0,074 0,055	17,077 22,342 19,548	174,8 65,1 195,9
Turanka kanadská (<i>Conyza canadensis</i>)	2.8. – 27.8. 2006 19.7. – 17.8. 2007	0,046 0,078	0,116 0,174	0,043 0,051	14,104 17,777	99,0 79,0



Obr. 1: Průměrné denní průběhy hodnot transpiračního toku (Q , kg h^{-1}) u turanky kanadské (průměr ze 6 rostlin) a lociky kompasové (průměr z 9 rostlin) za období 19.8. až 22.8. 2006 a denní průběhy hodnot globální radiace (R_g , $\text{kJ m}^{-2} 10 \text{ min}^{-1}$), sytostního doplněku (d , hPa) a 10-min sumy srážek (S , mm) za téže období.



Obr. 2: Průměrné denní hodnoty transpiračního toku (Q , kg h⁻¹) u řepky ozimé (průměr 6 rostlin) v období od 5.6. do 2.7. 2006 a denní průběhy hodnot globální radiace (R_g , MJ m⁻² d⁻¹), teploty vzduchu ve 2 m (t , °C) a denní sumy srážek (S , mm) za téže období.

Závěry

Naměřené hodnoty a z nich vyplývající úvahy naznačily, jak významnou složku vodní bilance v agroindustriální krajině spotřeba vody zemědělskými plodinami i plevele představuje. Některé plevelné druhy (pcháč rolní) transpirují minimálně, méně než 0,1 l H₂O denně, jiné díky rozvětvenému systému lodyh na jedince (pelyněk černobýl) a srovnatelné hodnotě průtoku vody lodyhou s hlavní hospodářskou plodinou představují výraznou konkurenci o vodu v agroekosystémech jako významných proměnlivých krajinotvorných prvcích. Uvážíme-li že se jedná o desítky tun vody z hektaru plochy denně, potom je toto množství srovnatelné ve vegetační periodě s porosty lesními, které však transpirují i mimo hlavní vegetační období.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl v rámci výzkumného záměru MŠM 6046070901.

Literatura

- Bethenod, O., Katerji, N., Goujet, R., Bertolini, J. M., Rana, G. (2000): Determination and validation of corn crop transpiration by sap flow measurement under field conditions. *Theor. Appl. Climatol.*, 3 – 4, 153 – 160.
- Brant, V., Pivec, J., Bečka, D. (2007a): Transpirace liniové a hybridní odrůdy řepky ozimé v závislosti na vybraných abiotických faktorech prostředí. Sborník z konference, Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin, ČZU v Praze, Praha, 123 – 126.
- Brant, V., Pivec, J., Neckář, K., Venclová, V. (2007b): Actual water consumption by the chosen weeds of Asteraceae family on the mature stage of development depending on environmental conditions. XIV. European Weed Research Society Symposium, Hamar, Norway, Oslo, 171.
- Čermák, J., Cienciala, E., Kučera, J., Hällgren, J.E. (1992): Radial velocity profiles of water flow in trunks of Norway spruce and oak and the response of spruce to severing. *Tree Physiology*. 10, 376 – 380.
- Čermák, J., Cienciala, E., Kučera, J., Lindroth, A., Bednářová, E. (1995): Individual variation of sap-flow rate in large pine and spruce trees and stand transpiration: a pilot study at the central NOPEX site. *J. Hydrol.*, 168, 17 – 27.
- Jech, D., Havlíčková, K., Weger, J. (2003): Funkce porostů rychle rostoucích dřevin v krajině. In: Weger, J. (ed.) *Biomasa – obnovitelný zdroj energie v krajině*. VÚKOZ Průhonice.
- Kučera, J., Čermák, J., Penka, M. (1977): Improved thermal method of continual recording the transpiration flow rate dynamics. *Biol. Plant.*, 19, 413 – 420.
- Merta, M., Sambale, C., Seidler, C., Peschke, G. (2001): Suitability of plant physiological methods to estimate the transpiration of agricultural crops. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 1, 43 – 48.
- Pivec, J., Brant, V. (2006): Porovnání závislosti průběhu transpirace kukuřice na povětrnostních vlivech stanoviště. Sborník referátů z konference: „Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2006“, ČZU v Praze, Praha, 279 – 283.
- Schulze, E. D., Čermák, J., Matyssek, R., Penka, M., Zimmernann, R., Vašíček, F. (1985): Canopy transpiration and water fluxes in the xylem of the trunk of *Larix* and *Picea* trees – a comparison of xylem flow, porometer and cuvette measurements. *Oecologia*. 66, 475 – 483.
- Woodward, F. I., Sheehy, J. E. (1983): *Principles and measurements in environmental biology.*, Butterworth & Co, Ltd., London.