

Jihočeská universita  
Přírodovědecká fakulta



**Fotosyntetická ozáření a růstová teplota mění  $^{13}\text{C}$   
diskriminaci a tím pádem pravděpodobně i úniky  $\text{CO}_2$  z  
pochev cévních svazků u  $\text{C}_4$  trav i dvouděložných rostlin**

Rigorózní práce

Mgr. Jiří Kubásek

Školitel:

Doc. Ing. Jiří Šantrůček, CSc.

University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice &  
Biology Centre AVCR, Institute of Plant Molecular Biology, České Budějovice

České Budějovice

2010

**Základem předložené práce je publikace:**

**Kubásek J, Šetlík J, Dwyer S, Šantrůček J.** 2007. Light and growth temperature alter carbon isotope discrimination and estimated bundle sheath leakiness in C<sub>4</sub> grasses and dicot. *Photosynthesis Research* **91**: 47-58.  
Impact Factor: 2.681 (2008)

**Annotation:**

The aims of current study are: 1. Measurement of carbon isotope discrimination and leakage of carbon dioxide from bundle sheath as a tool to quantify efficiency of C<sub>4</sub> carbon concentrating mechanism. Discrimination and leakage was determined a/ from isotope composition of plant dry matter, b/ by *on-line* measurement of <sup>13</sup>C discrimination during photosynthetic carbon dioxide assimilation. 2. To refer about carbon isotopes measurement as an useful tool in C<sub>4</sub> plants studies.

**Anotace:**

Mým záměrem bylo: 1. Změřit diskriminaci uhlíku <sup>13</sup>C při fotosyntéze C<sub>4</sub> rostlin a z ní vypočíst podíl CO<sub>2</sub> unikajícího z pochev cévních svazků, jako významné hodnotítko účinnosti C<sub>4</sub> koncentračního mechanismu CO<sub>2</sub>. Diskriminaci jsem hodnotil a/ podle izotopového složení sušiny rostlin, b/ *on-line* měřením obsahu <sup>13</sup>C ve vzduchu během fotosyntézy rostlin. 2. Informovat o možnostech využití technik stabilních izotopů uhlíku při různých směrech výzkumu C<sub>4</sub> rostlin.

Souhlasím, aby tato práce byla zpracovávána a zveřejňována v souladu s paragrafem 47b, zákona č. 552/2005 Sb.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vyhotovil sám, pouze s použitím citované literatury a s pomocí uvedených osob.

**Jiří Kubásek**

**V Praze**

**13.1.2010**

**Prohlášení o spoluúčasti autorů:**

Jméno autora:

Podíl:

podpis:

**Jiří Kubásek**

**prvoautor, majoritní**

.....

**Jiří Šantrůček**

**školitel, také majoritní**



Doc. Ing. Jiří Šantrůček, CSc. (supervisor)

**Jiří Šetlík**

**odborná spolupráce na  
izotopových měřeních**

**NEDOSTUPNÝ**  
.....

**Simon Dwyer**

**odborná spolupráce na statistickém  
zpracování, interpretaci a jazykové  
revizi**

**NEDOSTUPNÝ**  
.....

# Fotosyntetická ozáření a růstová teplota mění $^{13}\text{C}$ diskriminaci a tím pádem pravděpodobně i úniky $\text{CO}_2$ z pochev cévních svazků u $\text{C}_4$ trav i dvouděložných rostlin

Jiří Kubásek, Jiří Šetlík, Simon Dwyer, Jiří Šantrůček

## Abstrakt

Měřili jsme fotosyntetickou frakcionaci uhlíku  $^{13}\text{C}$  1/ během fotosyntézy v procházejícím vzduchu („on-line“) a 2/ v dlouhodobém horizontu (listové biomase) u 6ti  $\text{C}_4$  druhů; a pomocí těchto metod vyčíslili procento primárně fixovaného oxidu uhličitého, který opouští pochvy cévních svazků (dále jen úniky) jako funkci stáří listu, růstové teploty a okamžité ozáření. Obě metody přinesly velmi podobné výsledky u 5ti druhů z 6ti ( $P > 0.05$ ). Pouze *Setaria macrostachya* jevila mnohem větší úniky  $\text{CO}_2$  podle biomasy. Stáří listu se neprojevovalo statisticky průkazně. Při nejvyšší růstové teplotě ( $36^\circ\text{C}$ ) docházelo systematicky k průkazně nižším únikům než při dvou zbývajících teplotách ( $16^\circ\text{C}$  a  $26^\circ\text{C}$ ), které se mezi sebou ve statistické průkaznosti již nelišily. Vyšší ozáření vedlo v souladu s teorií k nižším únikům u 3 druhů, zatímco u zbývajících tří nebyl efekt průkazný (největší rozdíl byl pozorován u obou NAD-ME druhů rodu *Amaranthus* – cca 30% vs. 50% při ozáření 1600 vs. 300  $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Lehce opačný trend – nižší úniky při nižší ozáření – u druhů *Sorghum nigrum* a *Boerhavia coccinea* (NADP-ME) zasluhuje zmínku. Takováto „inverze“ se objevila i v některých dřívějších pracích, ale díky statistické neprůkaznosti nebyla většinou komentována a byla toliko považována za chybu měření. Dále jsme potvrdili tendenci vybraných NADP-ME druhů k nižším únikům, než je tomu u druhů NAD-ME (při stejných podmínkách). Celkový závěr potvrzuje, že prostředí, které obecně považujeme za „ $\text{C}_4$  zvýhodňující“, tj. vysoká teplota a vysoká ozáření vede ke snížení úniků  $\text{CO}_2$  z pochev cévních svazků, což může vést ke kompetičnímu zvýhodnění  $\text{C}_4$  druhů.

# Light and growth temperature alter carbon isotope discrimination and estimated bundle sheath leakiness in C<sub>4</sub> grasses and dicot

Jiří Kubásek, Jiří Šetlík, Simon Dwyer, Jiří Šantrůček

Received: 18 January 2006 / Accepted: 12 January 2007 / Published online: 27 February 2007  
Springer Science+Business Media B.V. 2007

## Abstract

We combined measurements of short-term (during gas exchange) and long-term (from plant dry matter) carbon isotope discrimination to estimate CO<sub>2</sub> leakiness from bundle sheath cells in six C<sub>4</sub> species (three grasses and three dicots) as a function of leaf insertion level, growth temperature and short-term irradiance. The two methods for determining leakiness yielded similar results ( $P > 0.05$ ) for all species except *Setaria macrostachya*, which may be explained by the leaf of this species not being accommodating to gas exchange. Leaf insertion level had no effect on leakiness. At the highest growth temperature (36 °C) leakiness was lower than at the two lower growth temperatures (16 °C and 26 °C), between which no differences in leakiness were apparent. Higher irradiance decreased leakiness in three species, while it had no significant effect on the others (there was an opposite trend in two species). The inverse response to increasing irradiance was most marked in the two NAD-ME dicots (both *Amaranthus* species), which both showed almost 50% leakiness at low light (300 μmol quanta m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) compared to about 30% at high light (1,600 μmol quanta m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). NADP-ME subtype grasses had lower leakiness than NAD-ME dicots. Although there were exceptions, particularly in the effect of irradiance on leakiness in *Sorghum* and *Boerhavia*, we conclude that conditions favourable to C<sub>4</sub> photosynthesis (high temperature and high light) lead to a reduction in leakiness.

**Keywords** Bundle sheath leakiness \_ Carbon isotope discrimination \_ C<sub>4</sub> plants \_ Environmental factors \_ Optimisation of C<sub>4</sub> photosynthesis \_ Carbon concentration mechanism