

## Posudek

na magisterskou diplomovou práci **Bc. Jany Tomšíčkové** z Biologické fakulty Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích na téma **Vliv difusivity atmosférických složek na vývoj průduchů a listu a výměnu plynů mezi listem a atmosférou**

Magisterská diplomová práce Bc. Jany Tomšíčkové o rozsahu 39 stran a v příloze 10 obrázků a mikrofotografií má všechny předepsané části, tj. kapitoly obsah, cíle práce, přehled literatury, materiál a metody, výsledky, diskuse, závěr, seznam použité literatury a navíc obrázkové přílohy. Práce se týká anatomie a fyziologie průduchů. Autorka studovala vliv tří koncentrací  $\text{CO}_2$  (180, 400 a  $800 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ), dvou koncentrací vodní páry (RH 5 % a 95 %) a uměle namíchané atmosféry se zvýšenou difusivitou (výměna dusíku za helium) na vývoj a prostorové uspořádání průduchů a rychlost výměny plynů mezi rostlinou a atmosférou. Jako pokusný materiál použila děložní a pravé listy řeřichy seté (*Lepidium sativum*) pěstované v *in vitro* podmínkách. Autorka zjistila, že dlouhodobě zvýšená difusivita plyných složek použité umělé atmosféry způsobila poruchy ve vývoji průduchového aparátu, vznikaly shluky (klastry) průduchů. Hustota průduchů se zvětšovala se zvyšující se vlhkostí a klesající koncentrací  $\text{CO}_2$  v atmosféře. Při dlouhodobě zvýšené difusivitě klesala rychlost čisté fotosyntézy a rychlost akumulace biomasy (růstu rostliny) a zvyšovala se rychlost transpirace a rychlost temnotního dýchání.

Cíle práce formuluje autorka stručně a jasně. V přehledu literatury seznamuje čtenáře s relevantní odbornou literaturou, kterou prostudovala. Uspořádání kapitoly je přehledné. Hned v úvodu si však nemohu odpustit jednu obecnou poznámku, která se týká terminologie průduchů. Prof. B. Němec zavedl a např. prof. Z. Černožský, prof. J. Pazourek používali v české terminologii svěrací buňky průduchu, vedlejší buňky průduchu, které se liší tvarem od epidermálních buněk, ale patří do stomatálního komplexu a pomáhají svěracím buňkám při zavírání a otevírání průduchové štěrbin, a sousední buňky průduchů, které sousedí s průduchem nebo průduchovým komplexem, ale neliší se nijak tvarem od epidermálních buněk a nemají žádnou funkci při otevírání/zavírání průduchu. V učebnici Procházka, S. et al. (1998) se místo zavedeného a dlouho používaného termínu vedlejší buňky objevil místo toho termín podpurné buňky, což je podle mého názoru zbytečné a matoucí pro

studenty. V předložené MDP se oba termíny pro totéž objevují v jedné větě na str. 2 a vedlejším a podpůrným buňkám se připisují různé funkce!

Autorka zvládla si osvojit širokou škálu metodik, které použila ve své práci: pěstování pokusných rostlin při různém složení experimentální atmosféry, metody studia listové epidermis i listového mezofylu (otiskové preparáty i příčné řezy listem), struktury chloroplastů (EM), měření rychlosti čisté fotosyntézy, rychlosti temnotního dýchání a rychlosti transpirace, a hmotnostní analýzy zastoupení isotopu  $^{13}\text{C}$  v rostlinném materiálu. V kapitole Materiál a metody jsem postrádala popis výpočtu průduchového indexu, který je uveden až ve výsledcích, ale patří do metodiky. Správné znění vzorce viz text – je to poměr hustoty průduchů ku hustotě všech epidermálních buněk včetně průduchů. Na konci metodiky jsem postrádala stat' o použitých statistických metodách. Byla hodnocena statistická významnost rozdílů mezi jednotlivými pokusnými variantami? Nebo jen průměr a směrodatné odchytky?

Kapitola výsledky má 9 stran a obsahuje 14 obrázků. Text kapitoly je stručný, přehledný, drobné navrhované úpravy jsou naznačeny v textu. U obr. 1, 2, 3 a 4 by při porovnávání hodnot bylo názornější, kdyby všechny obrázky měly stejné dělení osy y. U prvních tří obrázků je rozměr osy y (hustoty klastrů nebo hustoty průduchů)  $\text{mm}^{-2}$ , je to počet vztahený na jednotku listového povrchu, listové plochy. Liter není SI jednotka, má být  $\text{dm}^3$  (str. 18). U obr. 6 nelze v legendě odkázat na legendu obr. 5, protože na obr. 6 jsou jen dvě koncentrace  $\text{CO}_2$  a pod písmenem **b** je koncentrace  $800 \mu\text{mol mol}^{-1}$  a nikoliv  $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$  jako na obr. 5. Je třeba opravit, doplnit legendu obr. 6. U obr. 14 by legenda k obrázku měla odpovídat i rozměru koncentrace  $\text{CO}_2$  na obrázku ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ). Diskuse (9 stran) je vyčerpávající, dobře napsaná. Návrhy na drobné úpravy jsou poznačeny v textu. Ten sink similitů mě docela pobavil, prosím opravte (str. 31). K závěru nemám připomínky, je to výstižný a dobře formulovaný text. Líbí se mi, že se autorka dokonce pokusila na základě svých výsledků formulovat pracovní hypotézu pro případné doktorandské studium v budoucnosti. Nakonec ještě jedna připomínka k příloze: domnívám se, že na obr. 4b je v legendě chybně uvedena varianta HelOx a že to má být správně NitOx. U všech obrázků 3 až 6 v příloze je měřítko, zvětšení tak malé, že je naprosto nečitelné!

K formální stránce práce mám celou řadu připomínek. Kromě překlepů v textu práce a chybného řazení jednotlivých citací v seznamu použité literatury podle abecedy jsou to především časté nesrovnalosti v uvádění citací v textu a v seznamu literatury (rozdílné letopočty, i chybějící letopočet např. u DeLucia et al.), takže mohu jen těžko posoudit, zda všechny citace v textu jsou také uvedeny v seznamu literatury a naopak, kolik citací ze

seznamu literatury „přebývá“, tj. není citováno v textu. U citace Wei, N. je třeba uvést všechny autory v seznamu literatury, ne pouze et al. V citacích je třeba dodržet striktně jednotné psaní názvů časopisů (velká a malá písmena). V celém textu práce je třeba zvolit jednu formu českého pravopisu (i když pravidla povolují dvě varianty) a nestřídat např. libovolně mesofyl a mezofyl, difusivita a difuzivita apod. Je třeba se vyhýbat přemíře pasivních vazeb a anglikanismů, nepoužívat slova jako dochází, vede, vykazuje, provádět a tzv. vatová slova (dále, pak, potom). Místo ztlustění buněčných stěn doporučuji spíše termín ztloustnutí. V publikacích je běžné označovat ilustrační materiál jako obrázky a nerozlišovat grafy a obrázky, toto řešení bych doporučovala i pro diplomové práce. Všechny opravy i další návrhy na vylepšení jsem vyznačila v textu práce. Doporučuji, aby autorka opravila alespoň překlepy, chyby v citacích a jiné evidentní chyby než bude práce uložena v knihovně.

Práce a celý její přístup je velmi originální a přináší nové poznatky o vlivu vytvořené umělé atmosféry na stavbu listové epidermis, především průduchů. I když je práce zatížena různými formálními nedostatky pramenícími z nedostatku zkušeností a zřejmě i časového stresu při dokončování práce, prokázala diplomantka, že je schopna samostatně zpracovat zadané vědecké téma, zvládnout široké spektrum pracovních metodik od rostlinné anatomie a mikroskopie přes fyziologii rostlin (fotosyntéza, dýchání a transpirace) až k hmotnostní analýze zastoupení isotopu  $^{13}\text{C}$  v rostlinném materiálu. Získala zajímavé výsledky, které velmi dobře a podrobně interpretuje. Proto doporučuji magisterskou diplomovou práci Bc. Jany Tomšíčkové k obhajobě a navrhuji klasifikaci výborně.

V Praze dne 24. května 2006.

*J. Tichá*

Doc. RNDr. Ingrid Tichá, CSc.

## Posudek

magisterské diplomové práce Bc. Jany Tomšíčkové

“Vliv difusivity atmosférických složek na vývoj průduchů a listu a výměnu plynů mezi listem a atmosférou“.

Tato diplomová práce je věnována problematice, jejíž studium není ve světové literatuře příliš zastoupeno. Rostlinná fyziologie si zatím nevšimla možných vlivů kvantitativně nejhojnější složky naší atmosféry – dusíku na výměnu oxidu uhličitého, kyslíku a vodní páry mezi listy a obklopujícím je vzduchem. Přitom vstup  $\text{CO}_2$  do listu při fotosyntéze a výstup vodní páry do vzduchu patří mezi základní procesy rozhodující doslova o bytí či nebytí rostlin v daných ekologických podmínkách. Kromě toho je práce řešena velmi moderními metodickými postupy, které spojují technickou náročnost s myšlenkovou invencí. Ocenění zaslouží také kombinace studia struktur a jimi ovlivňovaných procesů. Takto koncipovaná diplomová práce je nepochybně aktuální a slibuje doslova nové informace.

Moje následující hodnocení respektuje řazení kapitol, které odpovídá obvyklým zvyklostem.

Úvodní formulace cílů je dostatečně konkrétní, i když dávám přednost formulaci experimentálně testovatelné hypotézy.

V 2. kapitole, Úvod, je přehled literatury. V rozporu s nadějností tématu a metod mě tato kapitola zklamala. Nepostihl jsem žádnou sjednocující koncepci literárního přehledu. To může být moje chyba. Ale struktura a obsah některých podkapitol jsou zcela nepostačující (např. 2.2 Funkce průduchů, 2.3. Přenos signálu). Název kapitoly 2.9.2 je zkratkovitě nesprávný, apod. A také následujícími příklady chci doložit, proč je tento literární přehled nedostatečný. Moje připomínky se týkají vesměs drobností, ale je jich, bohužel, neúnosně mnoho.

- (1) Protože ústředním tématem jsou struktury a částečně i funkce průduchů, očekával bych aspoň krátký odstavec věnovaný prvním objevitelům těchto struktur a krátký nástin historie jejich zkoumání. Prostudování a citace nejvýznamnějších autorů, kteří připravili cestu stávajícímu poznání, je nanejvýš potřebné.
- (2) Nepovažuji za vhodné v takto specializovaném přehledu tolikrát citovat učebnici (Procházka a kol.). Přitom Procházka, 1998 (str. 2, ř. 4) není v seznamu nebo je zde pravděpodobně špatná citace.
- (3) Str. 4, ř. 4 zdola: „další látky jako  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ ...“ je nesprávné.
- (4) Kapit. 2.3 o přenosech signálů: bylo by žádoucí specifikovat ty signály.
- (5) Str. 7, ř. 7 zdola: „*vitrea* = sklo lat.“ V latinském slovníku jsem našel sklo = vitrum.
- (6) Str. 7, ř. 2 zdola: v podmínkách *in vitro* „Rychlost transpirace se zvyšuje oproti rostlinám kontrolním“. Je to pravděpodobné, když současně (ř. 5 zdola) „V těchto podmínkách dochází ke zvyšování koncentrace vodní páry“? Je škoda, že třeba i v této souvislosti se diplomantka neseznámila s některými pracemi I. Tiché a jejích studentů z naší katedry. Také jen jediná citace

z Ústavu experimentální botaniky AV (Pospíšilová et al.) nesvědčí o dobré znalosti literatury a českých pracovišť.

(7) Str. 8. Lze s obecnou platností tvrdit, že „Rostliny vyrostlé v *in vitro* podmínkách nepřežívají obvykle přemístění do podmínek *ex vitro*“? Neodporuje to mimo jiné zkušenostem s množením mnoha rostlin, regeneracím transgenních rostlin apod.?

(8) Str. 8. Autoři Apostolo et al. 2000 v seznamu literatury chybějí nebo má být 2005.

(9) Na počátku kapit. 2.7 postrádám vysvětlení pojmu „hraniční vrstva“. V níže uvedeném vzorci její tloušťky chybějí u jednotlivých parametrů rozměry.

(10) Str. 9: hustota průduchů jistě nemá rozměr  $m^2$ .

(11) Lze ze vzorce vodivosti odvodit tvrzení, že při velkém počtu průduchů se závislost vodivosti na počtu průduchů (tedy jen změnou parametru  $f_s$  v čitateli) mění z lineární na hyperbolickou?

(12) Str. 10 nebo jinde. Doporučoval bych definovat pojem „difusivita“.

(13) Str. 11: Zde je pro vodivost používán rozměr  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , ale na str. 9 se explicitně uvádí (starší) rozměr  $\text{m s}^{-1}$ .

(14) Str. 12: indexy v obou vzorcích by měly být shodné.

Přehled literatury má asi 12 stran. Není dostatečně podrobný a přesný. Pro uvedení do tématiky by měl být obsáhlejší a také promyšleněji sestaven. Moje výše uvedené připomínky mohou vypadat hnidopišsky. Ale diplomová práce je i určitým obrazem zvládnutí vědeckého řemesla. Proto je ve svém posudku uvádím jako dokreslení svého hodnocení této kapitoly.

Použitá metodika je dobře popsána. Vtipná a účelná je kultivace rostlin. Ocenění zaslouží sledování strukturních (průduchy) i funkčních ( $\delta^{13}\text{C}$ , výměna plynů) parametrů. Jen jsem nikde nenašel (nebo přehlédl) informaci o počtu exikátorů v jedné pokusné sérii a o tom, kolikrát a s jakými případnými rozdíly byl celý pokus opakován. Domnívám se, že několik exikátorů pro každou pokusnou variantu je zcela nezbytný předpoklad věrohodnosti získaných výsledků. Proto si myslím, že výsledky analýzy zastoupení izotopu  $^{13}\text{C}$ , kde je zmiňováno jen jediné měření (str. 17), nelze v podstatě brát v úvahu. To zpochybňuje věrohodnost výsledků uvedených pak v grafech 8, 9 a 10.

Výsledky jsou doprovodným textem dobře komentovány. Samotné grafy jsou pečlivě sestaveny. Jakkoliv jsou někdy dosti komplexní (např. graf 9), jejich popis je přesný. Rozdíly v strukturní charakteristice jsou významné. Přesto se nepochybně předpokládá podrobná kvantitativní analýza, která například v případě struktury tylakoidů v chloroplastech bude velmi přínosná. Odvodit z obr. 6 tvrzení o rozdílu ve vývinu tylakoidů (str. 22 nahore) je sporné. Měření výměny plynů se omezilo jen na sledování vlivu krátkodobé záměny obou směsí s rozdílnou difusivitou.

Diskuse je napsána dobře, avšak obsahuje příliš velké množství spekulací. I ty, samozřejmě, do diskuse patří. Ale měly by převažovat argumentace vztahující se k vlastním výsledkům a jejich konfrontaci s publikovanými údaji. Ale i tak oceňuji, že se diplomantka pokusila většinu svých výsledků myšlenkově zhodnotit. Několik konkrétních poznámek:

(1) Není mi jasná argumentace o možném vlivu nedostatku minerálních živin (str. 31, kpt. 5.3), když v metodice je uvedena jen zálivka destilovanou vodou (str. 15). Měly tedy kořeny rostlin vůbec nějaké živiny k dispozici?

(2) Není mi také jasné tvrzení (str. 31, poslední řádek) o vztahu vnější a vnitřní koncentrace  $\text{CO}_2$  při různé otevřenosti průduchů.

(3) Omezení rychlosti fotosyntézy při dlouhodobé kultivaci rostlin v atmosféře s vyšší koncentrací  $\text{CO}_2$  se vesměs prokazuje při skutečně dlouhodobé kultivaci. Existují údaje, podle nichž lze usuzovat na obdobný jev i při několikadenní kultivaci mladých rostlin?

(4) Komentář (str. 33) k neobvyklému výsledku (graf 11), kdy bylo zjištěno zvýšení rychlosti fotosyntézy při přenosu mezi oběma plynnými směsmi, mohl být podnětnější. Je to nečekaný výsledek. A pokud to není jen jediná pokusná série, mohl by to být vynikající podnět k podrobnému studiu.

(5) Obdobně jsem nepochopil tvrzení v závěru stránky 34. Domnívám se, že pokud je rychlost čisté fotosyntézy kladná (list pohlcuje  $\text{CO}_2$  ze vzduchu), tak je vždy reasimilován veškerý  $\text{CO}_2$  uvolňovaný při fotorespiraci. Prosím o komentář.

(6) Teprve v závěrech jsem si všiml zmínky naznačující, že měřená rychlost transpirace mohla být ovlivněna také výparem. Existují naměřené hodnoty obou těchto procesů?

Závěry výstižně charakterizují obsah diplomové práce. Jen musím znovu připomenout, že jejich platnost je do značné míry podmíněna věrohodností výsledků. Tím samozřejmě nepodezírám korektnost měření a hodnocení, ale jen upozorňuji na nezbytnost dostatečných opakování.

Tématicky je to velmi podnětná práce. Některé její výsledky jsou patrně již teď publikovatelné, byť s nemalou obezřetností. V každém případě však naznačují řadu dalších podnětných a potřebných pokusů, které posunou naše poznání o výměně plynů kvalitativně dál. Kvalitu samotné diplomové práce tak výrazně snižuje řada formálních nedostatků (jak může například v textu zůstat citace „Santruckova“ str. 31?), možný nedostatek opakování a řada nepřesných konstatování. Přesto doporučuji, aby byla práce k obhajobě přijata.

Navrhuji hodnocení známkou „dobře“.

V Praze 20. 5. 2006.

Prof. RNDr. Lubomír Nátr, DrSc.