

# VLIV SPEKTRÁLNÍ KVALITY FAR NA OBSAH ROSTLINNÝCH PIGMENTŮ U JEČMENE

**Zuzana Materová<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě, Chittussiho 10, 710 00, Slezská Ostrava, 724 543 392, p12183@student.osu.cz*

## **Abstrakt**

Pro posouzení dlouhodobého vlivu různé spektrální kvality FAR (fotosynteticky aktivní radiace; 400-700nm) na obsah karotenoidů a chlorofylu *a*, *b* u ječmene jarního (*Hordeum vulgare* L.) byly napěstovány 4 varianty rostlin s označením Blue, Red, FARR a FARB. Varianty Blue, resp. Red představují rostliny rostoucí pouze na modrém (420-480nm), resp. červeném (600-660nm) světle o intenzitě  $240\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . U variant FARR, FARB byly použity kombinace světlo-emitujících diod – modrá:zelená:červená a to v následujících poměrech: FARB ( $120:60:60\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), FARR ( $60:60:120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Měření probíhalo na 8 dní starých rostlinách.

Varianta Blue měla v porovnání s variantou Red vyšší hodnotu poměru čerstvé hmotnosti k ploše listů (f.w./A;  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ), menší výšku, vyšší obsah chlorofylů a karotenoidů na plochu listu a také procentuálně více  $\beta$ -karotenu a pigmentů xantofylového cyklu (violaxantinu, anteraxantinu, zeaxantinu). Varianta Red pak měla procentuálně více Luteinu a Neoxantinu. Mezi variantami FARB a FARR nebyly z hlediska obsahu pigmentů žádné rozdíly (data nejsou uvedena).

***Klíčová slova:*** ječmen jarní; chlorofyly; karotenoidy; fotosynteticky aktivní radiace.

## **Úvod**

Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících existenci rostlin je světlo. Rostliny rozlišují nejenom kvalitu, ale i množství a trvání dopadajícího záření a snaží se jej optimálně využít jako signál ovlivňující jejich růst a vývoj – celý tento proces pak bývá označován jako fotomorfogeneze [1], která je ovlivňována absorpcí světla receptory. Existuje více druhů receptorů, které se dělí podle oblasti spektra, kterou absorbují. Fytochromy mají maxima při 660 a 730nm (absorpce v červené oblasti spektra), kryptochromy 370-450nm (absorpce v modré a UVA oblasti spektra) [1].

Obecně je pak známo, že modrá část spektra indukuje změny spojené s vývojem průduchů, jejich hustotou a otevíráním, zvyšuje plochu listů a snižuje míru syntézy chlorofylů [1]. V některých studiích byl pozorován pozitivní vliv modrého záření na syntézu chlorofylů [2] a karotenoidů u kávy [3]. Červená část spektra pak indukuje syntézu chlorofylů a zvyšuje transkripci jaderných mRNA, zodpovědných za produkci světlosběrných antén PSII [1].

Vliv kvality světla na rostliny je silně druhově závislý. Naším cílem je posoudit efekt různého složení dopadající radiace z oblasti FAR (fotosynteticky aktivní radiace, 400-700nm) na konkrétní rostlinný druh – ječmen a výsledky použít jako základ pro další výzkum.

## **Materiál a metody**

Pro experimenty byl vybrán ječmen (*Hordeum vulgare* L. cv. Bonus), který byl pěstován v růstových komorách Fytoscope FS 130 (PSI, Czech Republic), vybavených světlo emitujícími diodami-modrou (Blue;420-480nm, max.450nm), zelenou (Green;500-590nm, max.535nm),červenou (Red;600-660nm, max.638nm) a infračervenou (IČ, 750nm), při následujících kultivačních podmínkách – 16/8hod; 22/20°C světla/tmy a celkové ozářenosti  $240\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (specifikováno dále).

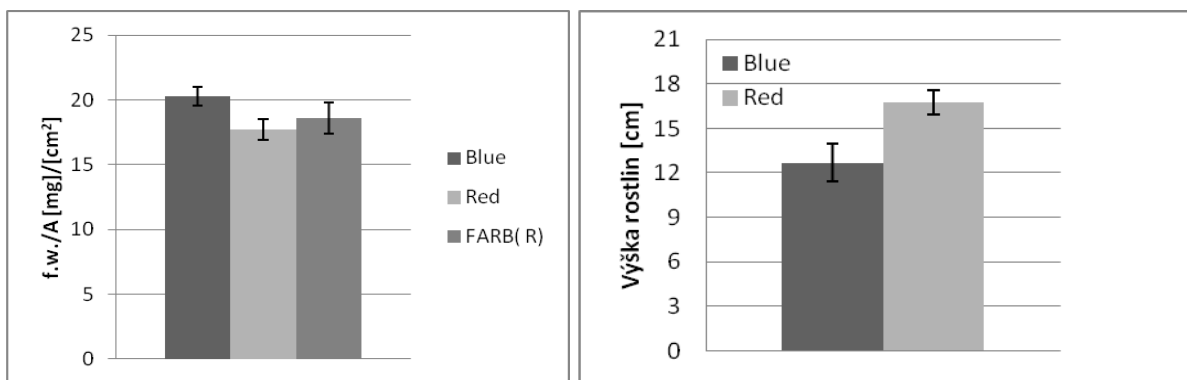
Za účelem srovnání vlivu spektrální kvality světla na ječmen byly vypěstovány 4 varianty rostlin. Rostliny s označením Blue, resp.Red rostly pouze na jedné “barvě”(modré, resp.červené) světla o intenzitě

$240\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Kombinace použitých diod je značena FARB(R) a představuje poměry modré:zelené:červené ( $120:60:60\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  pro FARB a  $60:60:120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  pro FARR). U var.FARB (R) bylo po celou dobu zapnuto IČ světlo.

Pro měření byly odebírány (po osmi dnech vývoje) střední segmenty prvních listů ječmene – (střed segmentu – 3,5cm od špičky listu). Množství pigmentů bylo stanoveno spektrofotometricky (UV/VIS 550, Unicam, UK) a chromatograficky (Agilent 1200, USA). Pro obě metodiky bylo použito vždy 100mg listů (f.w.). Extrakty byly připraveny ve 100% acetonu, centrifugovány 3min. při 6000ot/min (EBA 20, Germany), naředěny destilovanou vodou na 80% aceton a přefiltrovány přes 0,2 $\mu\text{m}$  filtr. Spektrofotometrické stanovení chl *a*, chl *b*, chl (*a+b*) a car (*x+c*) a HPLC stanovení obsahu pigmentů bylo provedeno dle mé diplomové práce[4]. Pro rozdělení pigmentů bylo použito dvou mobilních fází- A,B (A: 261ml acetonitrilu, 30ml metanolu, 9 ml trisu; B: 240ml metanolu, 60ml n-hexanu) a kolony 250/4 RP 18 (Lichrocart, Německo) s reverzní fází.

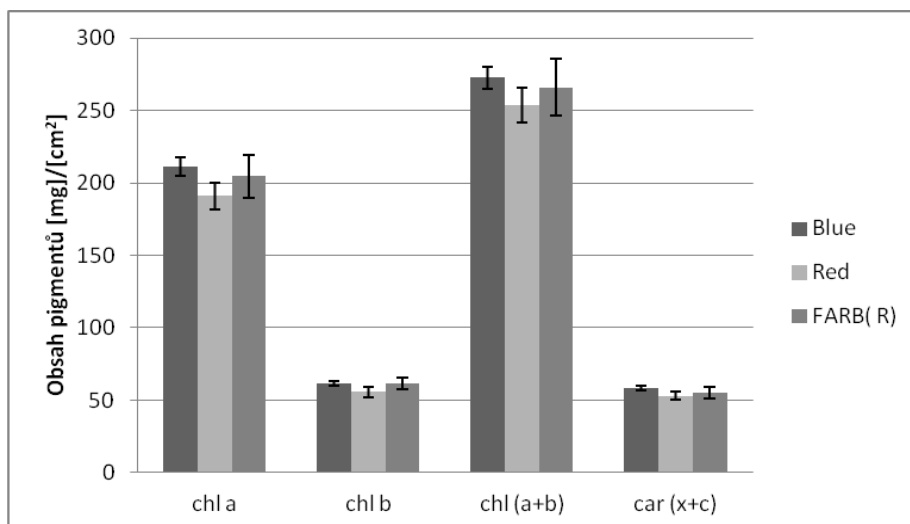
## Výsledky a diskuse

Rostliny rostoucí pouze na modrém světle se od rostlin rostoucích na světle červeném lišily jednak v poměru čerstvé hmotnosti (f.w., mg) ku projekční ploše segmentu listu (A,  $\text{cm}^2$ ) (obr.1, vlevo), ale také ve své výšce (obr.1, vpravo). Můžeme říci, že rostliny rostoucí pouze na modrém světle dosahovaly v průměru nižší výšky, byly širší a zároveň hrubší (hutnější).

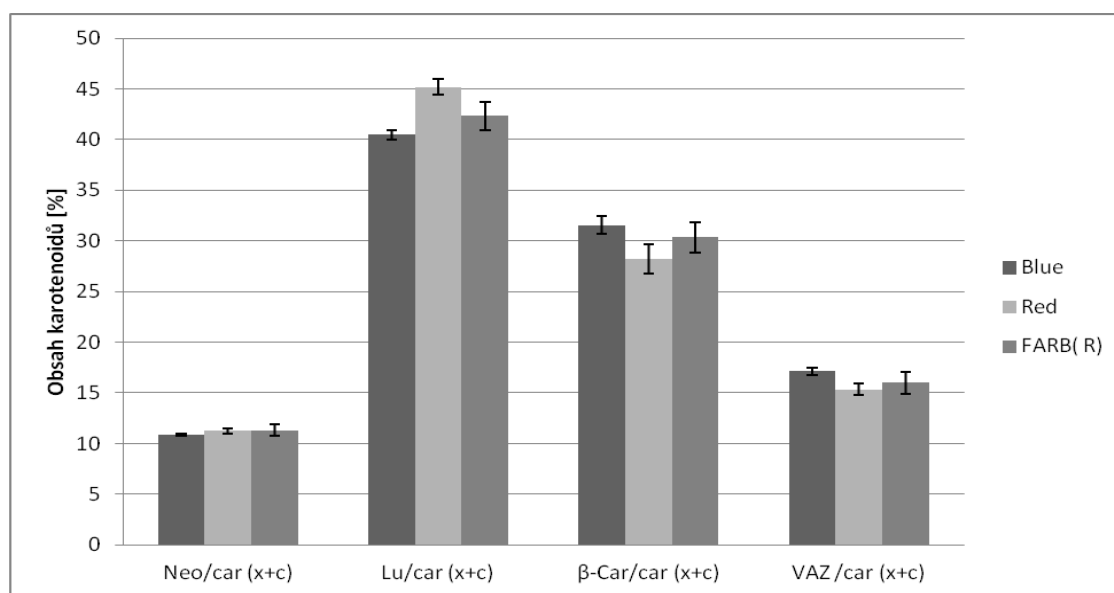


**Obrázek 1.** Poměr čerstvé hmotnosti f.w.(mg) k projekční ploše listu A( $\text{cm}^2$ ) (vlevo), průměrná výška rostlin (vpravo). Světelné podmínky viz Materiál a metody.  $n=5-6\pm\text{SD}$  (vlevo),  $n=10\pm\text{SD}$  (vpravo).

Při vztažení obsahu pigmentů na plochu listu můžeme pozorovat pozitivní vliv modrého (Blue) světla na syntézu chlorofylů a celkového obsahu karotenoidů (car  $x+c$ ) oproti červenému (Red) světle (obr.2). Pokud vztáhneme obsah pigmentů na sušinu, rozdíl se obrátí z důvodu vyššího obsahu sušiny u rostlin kultivovaných při modrém světle (data nejsou uvedena). Množství pigmentů se u variant FARB (R) pohybuje (z hlediska obsahu pigmentů) mezi variantami Red a Blue (obr.2,3). Obr.3 znázorňuje procentuální obsah Neoxantinu, Luteinu,  $\beta$ -karotenu a pigmentů xantofylového cyklu vztažených k celkovému obsahu karotenoidů. Rostliny rostoucí na modrém světle mají vyšší obsah  $\beta$ -karotenu a VAZu, což by, při vysokých intenzitách dopadající radiace, vypovídalo o vyšší potřebě ochrany fotosyntetického aparátu proti poškození. Když však vezmeme v potaz námi použité intenzity světla ( $240\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), nejspíše bude mít pozorovaný rozdíl mezi variantami Red a Blue jinou podstatu. Zároveň také má varianta Blue nižší obsah Luteinu. Při porovnání variant Blue a Red se neprokázalo nabudování světlo-sběrných antén u varianty Blue, jelikož nedošlo ke změnám v poměru chl *a*/chl *b* (data nejsou uvedena).



**Obrázek 2.** Obsah chlorofylu *a* (chl *a*), chlorofylu *b* (chl *b*) a celkový obsah chlorofylů (chl (*a+b*)) a karotenoidů (car (*x+c*)) vztažený k projekční ploše listů (mg/cm<sup>2</sup>) u ječmene kultivovaného za rozdílných radiačních podmínek. n=5-6±SD.



**Obrázek 3.** Procentuální obsah neoxantinu (Neo), luteinu (Lu), β-karotenu (β-Car) a pigmentů xantofylového cyklu (VAZ; violaxantin+anteraxantin+zeaxantin) vztažený k celkovému obsahu karotenoidů (car (*x+c*)). Kultivováno při různých radiačních podmínkách. n=4-6±SD.

## Závěr

Cílem našeho experimentu bylo porovnat vliv kvality záření z oblasti FAR na obsah pigmentů u rostlin ječmene jarního. Zjistili jsme, že rostliny rostoucí pouze na modrém světle mají, v porovnání s rostlinami z červeného světla, vyšší obsah sušiny, vyšší poměry f.w./A a menší vzrůst. Z této skutečnosti můžeme soudit, že u varianty Blue probíhala fotosyntéza rychleji a rostliny pak byly schopny většího nárůstu v biomase. Tato skutečnost je podložena i faktem, že rostliny varianty Blue měly i vyšší obsah chlorofylů i karotenoidů ve vztahu k celkovému obsahu karotenoidů (car *x+c*).

## Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce, panu Mgr. Michalu Štrochovi Ph.D, za vstřícné a motivační vedení. Dále pak Mgr. Jakubu Nezvalovi a laborantce, paní Běle Piskořové, za pomoc a rady při práci v laboratořích.

Experiment byl podpořen Ostravskou univerzitou v Ostravě prostřednictvím grantu SGS20/PřF/2013 a také Institutem environmentálních technologií (CZ.1.05/2.1.00/03.0100).

## Literatura

- [1.] RAMALHO, J. C., MARQUES, N.C., SEMEDO, J.N., MATOS, M.C., QUARTIN, V.L. *Photosynthetic Performance and Pigment Composition of Leaves from two Tropical Species is Determined by Light Quality*. Plant Biology, 2002, roč. 4, č. 1, s. 112-120.
- [2.] SAMUOLIENÉ, G., SIRTAUTAS, R., BRAZAITYTÉ, A., DUCHOVSKIS, P. *The impact of red and blue light-emitting diode illumination on radish physiological indices*. Central European Journal of Biology, 2011, roč. 6, č. 5, s. 821-828.
- [3.] LI, Q., KUBOTA, CH. *Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce*. Environmental and Experimental Botany, 2009, roč. 67, č. 1, s. 59-64.
- [4.] MATEROVÁ, Z. *Využití fluorescence chlorofylu a při studiu změn UV stínění u vybraných druhů vyšších rostlin v důsledku rozdílných radiačních podmínek*, 2012, Diplomová práce, Ostravská univerzita v Ostravě.

## Abstract

For assessment of the long-term effect of different spectral quality of PAR (photosynthetically active radiation) to carotenoids and chlorophyll *a,b* content we used four variants of spring barley plants (*Hordeum vulgare L.*) named Blue, Red, FARR and FARB. Variants Blue, resp. Red were grown only at blue (420-480nm), resp. red (600-660nm) light at intensity of  $240\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Variants FARR, FARB were grown at combinations of three light emitting diodes – blue:green:red with the following ratios: FARB (120:60:60 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), FARR (60:60:120 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ). For measurements we used eight days old barley plants.

In comparison with the Red variant, the Blue variant had a higher ratio of fresh weight to leaf area (f.w./A;  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ), lower height, higher chlorophyll and carotenoids contents, and higher content of  $\beta$ -carotene and xanthophyll cycle pigments (violaxanthin, antheraxanthin, zeaxanthin) (relative to total carotenoids). The Red variant had more lutein and neoxanthin (in percent) in comparison with the Blue variant. There was no difference in pigments content between FARB and FARR variants (data not shown).