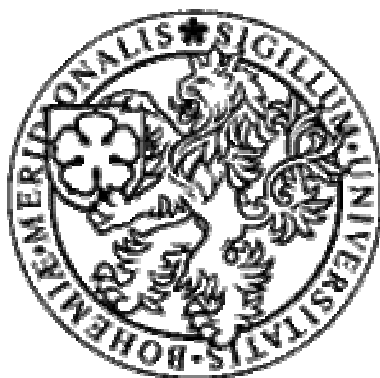


**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**



České Budějovice

2007

JIHOČESKÁ UNIVERZITA ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

České Budějovice

Studijní program: B 4131 ZEMĚDĚLSTVÍ

Obor: AGROEKOLOGIE

Katedra: AGROEKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Vodní režim ve skleníku se solárními rastry

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

Konzultant: Ing. Jakub Brom, Ing. Vladimír Jirka, CSc.

Autor: Alžběta Stará

České Budějovice

2007

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra agroekologie
Akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Alžběta STARÁ**

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

Studijní obor: **Agroekologie**

Název tématu: **Vodní režim ve skleníku se solárními rastry**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Bakalářská práce navazuje na projekt VaV/300/05/03 - Modulární skleník s vysokou účinností přeměny sluneční energie a recyklací vody využívající optické rastry. V návaznosti na měření mikroklimatických a světelných parametrů solárního skleníku budou prováděna dílčí měření a srovnání fotosyntetických a produkčních ukazatelů modelových rostlin, zejména měření fotosyntetické bilance CO₂ v souvislosti s primární produkcí nadzemní příp. podzemní biomasy, měření a srovnání stavby, rozvoje a mohutnosti asimilačního aparátu apod. Dále měření a srovnání charakteristik vodního režimu - např. intenzity transpirace, transpiračního koeficientu, vodní bilance apod., případně rozdíly v příjmu, akumulaci a využití základních živin.

Postup prací:

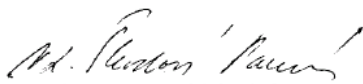
1. Vypracovat literární rešerši problematiky.
2. Měření a srovnání charakteristik vodního režimu v opakovaných variantách u experimentálních skupin rostlin.
3. Experimentální stanovení příjmu a akumulace základních živin.
4. Provést srovnání s měřením primární produkce modelových skupin rostlin.

Rozsah práce: 40 stran textu včetně tabulek
Rozsah příloh: mapová, graf., fotogr. příloha
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

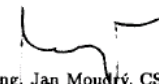
Jirka, V. (ed.) Sluneční energie - Využití ve skleníku s optickými rastry.
Dykyjová, D. a kol. (1989) Metody studia ekosystémů. Academia Praha.
Pokorný, J. Ekofyziologie rostlin - materiály k přednášce na PřF UK.
<http://botany.natur.cuni.cz/cz/studium/ekofyziologie.php>
Materiály firmy ENKI o.p.s. k projektu VaV - Skleník s solárními rastry.

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.
Katedra agroekologie
Konzultant bakalářské práce: Ing. Jakub Brom
Laboratoř aplikované ekologie
Ostatní konzultanti: Ing. Vladimír Jirka, CSc.
Ústav fyzikální biologie
Datum zadání bakalářské práce: 17. února 2006
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2006

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.
děkanka

L.S.


prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 17. února 2006

Abstrakt:

V průběhu sezóny 2006 byly ve dvou cyklech studovány růstové charakteristiky fazole obecné (*Phaseolus vulgaris* L.) v závislosti na odlišných optických podmínkách prostředí. Pěstební pokus probíhal v modulárním skleníku s optickými rastry. Rostliny byly pěstovány před různě barevnými plochami, modrou, oranžovou, červenou a bílou. Práce byla zaměřena na charakter odraženého záření od různě barevných ploch na různé růstové reakce rostlin. Vliv odlišných optických podmínek prostředí na skupiny se nám statisticky lišil u barevných skupin rostlin při zpracování výsledků z týdenních měření pro růstové charakteristiky rostlin. Při měření intenzity transpirace mezi jednotlivými skupinami byl jako statisticky průkazný zjištěn vliv záření. U dat získaných destruktivní analýzou se neprokázal vliv barevně odlišného prostředí rostlin na velikost listové plochy, množství nadzemní biomasy, sušiny a chemické složení.

Abstract:

Growth characteristic of bean plant (*Phaseolus vulgaris* L.) were studied in two cycles according of different optical conditions of environment during the season 2006. Plant experiment proceeded in modular glasshouse with optical rasters. Plants were cultivated front of the different colored areas, blue, orange, red and white. This work was addressed on character reflected radiance from different colored areas and differences in growth reactions of cultivate plants. Influence of different colored wall on plant growth characteristic was statistically conclusive. The observation was made weakly. Effect of radiation was statistically conclusive during measuring of transpiration intesity between individual groups. Dates given with destructive method did not prove influence of color different background on leaf area, neither overground biomass, nor on dry matter and chemical composition of plants.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vodní režim ve skleníku se solárními rastry“ vypracovala samostatně na základě vlastních experimentálních výsledků a literárních pramenů uvedených v seznamu literatury.

Ve Strunkovicích nad Blanicí

20. dubna 2007

.....

Alžběta Stará

Poděkování:

Děkuji všem, kteří mi při zpracování této bakalářské práce pomohli. Za vedení doc. RNDr. Emilii Pecharové CSc., zvláště pak Ing. Jakubovi Bromovi za všestrannou pomoc při zpracování tématu bakalářské práce. Svě mamince a rodině za trpělivost, velký objem věnovaného času a mnoho praktických zkušeností.

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	3
2.1. VODNÍ REŽIM ROSTLINY	3
2.1.1. PŘÍJEM VODY	3
2.1.2. VEDENÍ VODY	3
2.1.2.1. Kořenový vztlak.....	4
2.1.2.2. Transpirační proud	4
2.1.3. VÝDEJ VODY	4
2.1.3.1. Gutace	4
2.1.3.2. Transpirace	5
2.1.4. VODNÍ BILANCE ROSTLINY.....	6
2.2. PŘÍJEM A AKUMULACE ZÁKLADNÍCH ŽIVIN.....	7
2.2.1. OBSAH MINERÁLNÍCH LÁTEK V ROSTLINÁCH.....	7
2.2.2. PŘÍJEM MINERÁLNÍCH LÁTEK.....	8
2.2.3. VÝZNAM PRVKŮ VE VÝŽIVĚ ROSTLIN	8
2.3. PRIMÁRNÍ PRODUKCE ROSTLIN.....	11
2.3.1. BIOMASA	11
2.3.2. PRIMÁRNÍ PRODUKCE.....	11
2.3.3. PRODUKCE SUŠINY	12
2.3.4. VÝNOS	13
2.3.5. LISTOVÁ POKRYVNOST LAI	13
2.4. PĚSTITELSKÉ VLASTNOSTI LUSKOVIN	14
2.5. POPIS LOKALITY.....	15
3. MATERIÁL A METODY	16
4. VÝSLEDKY	18
4.1. INTENZITA TRANSPIRACE	18
4.2. CHEMICKÉ SLOŽENÍ ROSTLIN	19
4.3. BIOMASA	20
4.4. SUŠINA	22
4.5. VELIKOST LISTOVÉ PLOCHY.....	23

4.6. RŮSTOVÉ CHARAKTERISTIKY ROSTLIN.....	25
5. DISKUZE.....	30
6. ZÁVĚR.....	34
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	35
8. PŘÍLOHY	37

1. ÚVOD

Nezastupitelnost zelených rostlin tkví v jejich schopnosti syntetizovat organické látky ze základních surovin, CO₂, H₂O, za využití sluneční energie.

Tok energie a koloběh chemických látek v ekosystému jsou paralelní procesy, ale liší se od sebe tím, že chemické prvky a sloučeniny přecházejí z jedné trofické úrovně na druhou a vracejí se zpět, prostřednictvím dekompozičních procesů. Energie však končí úplným rozptýlením neúžitkového tepla do prostoru; pro další funkci ekosystému je proto důležitý stálý příkon energie ze slunečního zdroje. Narůstání primární biomasy je ovšem závislé nejen na příkonu energie, ale i dalších složek nezbytných k tvorbě organické hmoty, tj. oxidu uhličitého, vody, dusíkatých sloučenin a ostatních minerálních živin (Dykyjová 1989).

Předpokladem toho, aby určitá látka absorbovala světelnou energii, je její barevnost. Barevnost zodpovídá též za specifický spektrální projev odraženého záření (Gates 2003). Pro proces fotosyntetických procesů v zelených rostlinách se využívá radiační energie vlnové délky mezi 380 a 710 nm. Toto fotosynteticky účinné záření (PARo) je důležitou veličinou v rostlinné ekologii. Fotoreceptory působící při fotosyntéze jsou tvořeny chlorofyly s maximální absorpcí v červené a modré části spektra a přídatnými plastidovými pigmenty, které absorbují v modré a UV oblasti (Haspelová 1981, Larcher 1988).

Tato práce je hlavně zaměřena na studii vlivu odraženého světla o různé spektrální charakteristice na růst rostlin. Pěstební pokus byl v průběhu sezóny 2006 ve dvou cyklech uskutečněn v modulárním skleníku s optickými rastry. Zde byla studována reakce fazole obecné (*Phaseolus vulgaris* L.) v závislosti na různých optických podmínkách prostředí. Rostliny byly pěstovány před různě barevnými plochami – červenou, modrou, oranžovou a bílou. V práci předpokládáme různou růstovou reakci rostlin v závislosti na odlišně zbarvených plochách zdí. Jako hlavní sledované vlastnosti pokusných rostlin byly pro tuto práci sledovány: růstová dynamika, produkce biomasy rostlin, jejich orgánů a čistá primární produkce, chemické složení biomasy, velikost listové plochy při sklizni a intenzita transpirace rostlin.

CÍLE PRÁCE

Pro tuto práci byl předpoklad, že jsou rostliny před různě barevnými plochami odlišně ovlivněny odraženým zářením od okolních ploch, a to různě v závislosti na různém charakteru spektrálního složení odraženého světla.

Na základě tohoto předpokladu byly stanoveny následující cíle a hypotézy, že v závislosti na odlišnosti prostředí u jednotlivých modelových skupin rostlin je různá:

- 1, intenzita transpirace
- 2, chemické složení biomasy
- 3, velikost listové plochy
- 4, množství nadzemní biomasy v čerstvém stavu
- 5, hmotnost sušiny
- 6, průměrné týdenní přírůstky rostlin.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. VODNÍ REŽIM ROSTLINY

Z kvantitativního hlediska je voda v rostlinném organismu nejrozšířenější sloučeninou. Hodnoty obsahu vody se pohybují v průměru mezi 60 až 90 %. Obsah vody v protoplazmě je nezbytný pro normální průběh životních funkcí buňky. Voda poskytuje prostředí, ve kterém probíhají biochemické reakce. Je tedy rozpouštědlem různých látek a jednak slouží k transportu látek v těle rostliny. Chemicky nevázaná voda hydratuje pletiva a umožňuje tlakový potenciál buněk a inhibuje protoplast a membrány. Chemicky vázaná voda se využívá ve fotosyntéze k syntéze organických látek. Je donorem vodíku při fosforylaci a zdrojem volného kyslíku, který při fotosyntéze vzniká (Romanovský a kol. 1985, Šebánek a kol. 1983).

2.1.1. Příjem vody

Vyšší suchozemské rostliny přijímají vodu kořenovým systémem. Nejfrekventovanějším vstupem pro vodu jsou mladé části kořene (zóna kořenového vlášení).

Motorem pohybu vody v rostlině je rozdíl v chemickém potenciálu vody, který je charakterizován chemickou aktivitou vody, tj. volné energie nutné pro transport vody z jednoho místa na druhé. Nejvyšší potenciál vody má čistá volná voda, voda v roztoku a voda vázaná fyzikálně nebo chemicky na částice má potenciál nižší (negativní).

Na příjmu vody a vedení vody v rostlině se podílejí tyto pochody: difúze, osmóza a hydratace buněčných koloidů (Romanovský a kol. 1985).

2.1.2. Vedení vody

Po celém rostlinném těle se voda pohybuje po spádu vodního potenciálu mezi vlhkou půdou a sušším atmosférickým prostředím. Spád vodního potenciálu umožňuje pohyb a vedení vody v rostlinném těle nejen všemi směry, ale i laterální vedení u poškozených cévních svazků v podzemním a v nadzemním systému rostliny.

Z hlediska lokalizace bývá vedení vody v rostlinném organismu rozdělováno:

1. vedení vody od rizodermis do cévního svazku kořene, stonku, listu;
2. vedení vody z cévního svazku do intercelulár a epidermálních buněk listu;

3. vedení vody z cévních svazků kořenového a nadzemního systému do buněk a pletiv systémů základních a krycích, zejména stonku a kořene;

4. vedení vody systémem vodivých pletiv (cévními svazky) v kořenu, stonku a listech.

První až třetí část bývá označována jako vedení vody na krátké vzdálenosti, zatímco čtvrtá část bývá označována jako vedení vody na dlouhé vzdálenosti (Penka 1985).

2.1.2.1. Kořenový vztlak je aktivní mechanismus vyžadující metabolickou energii vytlačující vodu a v ní rozpuštěné látky z kořenů do nadzemních částí rostliny. Hodnoty kořenového vztlaku jsou různé, podle druhu rostliny, kolísají však i u jedné rostliny v závislosti na denní a roční době. Kořenový vztlak se pohybuje v rozmezí mezi 0,1 až 0,25 MPa.

2.1.2.2. Transpirační proud

Na základě efektu transpirace se vytváří v rostlinném těle gradient vodního potenciálu mezi kořenem a listy, což umožňuje difúzní pohyb vody a v ní rozpuštěných látek. Tento proud směřuje od kořenů nahoru k listům, květům a vegetačním vrcholům. Pohyb probíhá bez spotřeby metabolické energie (Penka 1985, Hejnák 2005).

V xylémových svazcích vzniká negativní hydrostatický tlak, který je udržován kohézními silami vody a adhézními silami k povrchu vodivých pletiv. Je-li systém zcela zavodněn, jsou cévy (mikrokapiláry) schopny udržet vodu proti zemské tíži i při silném výparu. Za sucha se vlivem velkého podtlaku mohou sloupce vody přetrhnout, vznikají bublinky (kavity). Přeruší se tak souvislé hydraulické síly a zastaví se zásobení vodou částí rostlin nad vzniklou kavitou (Hejnák 2005).

2.1.3. Výdej vody

Suchozemské rostliny vydávají vodu do atmosféry hlavně ve formě vodní páry – transpirací, někdy i ve formě kapalné – gutací.

2.1.3.1. Gutace Gutací se nazývá výdej vody v kapalném skupenství způsobený kořenovým vztlakem. Při vysokém kořenovém vztlaku proniká voda v kapalném skupenství strukturami, zvanými hydatomy, až na povrch rostliny a na konci nebo okraji

listů tvoří kapky. Voda může obsahovat i značné množství solí, které krystalizují na povrchu listů (Pavlová 2005).

2.1.3.2. Transpirace

Transpirace je výdej vody ve formě vodní páry vně listů do okolní atmosféry. Je hnací silou příjmu vody a jejího pohybu v rostlině (transpirační proud) (Hejnák 2005). Transpirace je též procesem sloužícím k regulaci teploty asimilační plochy (Lambers a kol. 1998).

Po příjmu živin rozpuštěných ve vodném roztoku z půdy dochází k transpiraci cestou: rizodermis → kořenová kůra → endodermis → dřevní parenchym → xylém (tracheje a tracheidy) se voda dostává v konečné fázi do mezofylových buněk listů. Houbový parenchym s mnoha mezibuněčnými prostory poskytuje ideální podmínky pro výpar vody z buněčných povrchů. Do intercelulár ústí průduchy (stomata), kterými jsou odváděny vodní páry transpirací do vnějšího prostředí (stomatární transpirace). Vyšší suchozemské rostliny nesou průduchy hlavně na spodní listové pokožce a na bylinných stoncích.

Pokožka listu mimo průduchy je většinou pro vodní páru nepropustná (impregnace buněčných stěn kutinem). U mladých rostlin s nedostatečně vyvinutou kutikulou může docházet i ke kutikulární transpiraci. Obecně dosahuje hodnot nižších než 10 % celkového výparu. Kutikulární transpirace se uplatňuje hlavně za velkého sucha, kdy jsou průduchy uzavřeny (Romanovský a kol. 1985).

Intenzita transpirace, faktory ovlivňující transpiraci

Tj. množství vydané vody jednotkou listové plochy za jednotku času, se mění během dne a během vegetačního období. V noci převládá příjem vody, ve dne transpirace. Proces transpirace závisí na různých podmínkách, ať již vnitřních tak vnějších. Velký vliv na transpiraci má obsah vody v buňkách a obsah vodních par v intercelulárách. Poranění rostlin transpiraci zvyšuje. Odříznuté rostlinné části v prvních minutách zvyšují transpiraci, ale ta se pak snižuje, což souvisí s uzavřením průduchů.

Intenzita výdeje vody průduchy závisí na velikosti štěrbin a nikoliv na počtu. Šířka štěrbin je vždy v lineární závislosti s intenzitou transpirace. U většiny rostlin je možné pozorovat denní rytmus otvírání průduchů (ráno po rozednění se otvírají a k večeru se zavírají). Regulace je způsobena změnou tlakového potencionálu (turgoru)

svěracích buněk. Průduchy jsou hydroaktivní a fotoaktivní. Deficit vody působí na průduchy silněji než světlo. Při nedostatku vody se uzavrou i na světle. Trvalá tma vyvolá jejich otevření, vysoká intenzita osvětlení jejich uzavření. Vlhkost vzduchu – vzduch obklopující rostlinu nebývá obvykle úplně nasycen vodními parami, a proto odebírá vodu ve formě vodní páry rostlinám. Transpirace je tím větší, čím menší je relativní vzdušná vlhkost a čím větší je deficit vodní páry. Teplota – zvýšením teploty stoupne výpar, a tím i transpirace. Zvláště rostliny s většími povrchy listů a tmavším zbarvením se mohou rychleji oteplovat, což působí na zvýšení intenzity transpirace (Šebánek J. a kol. 1983).

Transpirační koeficient

Vypočtená hodnota množství vytranspirované vody (g) v přepočtu na gram produkované sušiny se nazývá transpirační koeficient. Tato hodnota je důležitá pro praxi, protože udává pro jednotlivé rostlinné druhy a kultivary potřebu závlahy. Růst a vývoj každé rostliny je závislý nejen na vnitřních, ale i na vnějších podmínkách. Proto je transpirační koeficient každého druhu, odrůdy i každého rostlinného jedince rozdílný (Penka 1972).

2.1.4. Vodní bilance rostliny

Rozdíl mezi současným příjmem a výdejem vody označujeme jako vodní bilanci rostliny. Vodní bilance tedy představuje přírůstek (nadbytek) nebo úbytek (nedostatek) vody, který můžeme vyjádřit v procentech čerstvé váhy nebo obsahu vody za jednotku času (minutu). V časovém rozmezí např. v průběhu dne za nepříliš intenzivní transpirace a při dostatečné zásobě fyziologicky přístupné vody v půdě, se tento poměr rovná jedné. Rostlina tedy přijímá tolik vody kolik jí vypařuje. Optimální vodní bilance nastává, když je rostlina optimálně nasycena vodou, netrpí nedostatkem, ani nadbytkem vody, a když intenzity vodního provozu dosahuje maxima (tj. kořenový vztlak i transpirace jsou maximální). Při kladné (aktivní) vodní bilanci dochází k dosycování vodou, kdežto při pasivní (negativní) vodní bilanci vzniká vodní deficit /nedostatek vody v rostlině, jejím orgánu nebo buňce/. Vodní deficit lze vyjadřovat hodnotou vodního sytostního deficitu (Penka 1972).

2.2. PŘÍJEM A AKUMULACE ZÁKLADNÍCH ŽIVIN

Veškerá hmota rostlin je tvořená asimilací jednoduchých anorganických látek, které jsou přijímány z vnějšího prostředí. S využitím energie slunečního záření jsou pak z některých látek vytvářeny složité a energeticky bohaté organické sloučeniny, zatímco jiné jsou využity jako součásti struktur (např. Mg v chlorofylu) nebo pro zabezpečení metabolických procesů. Tyto látky jsou přijímány ze vzduchu (především CO_2 a O_2) nebo z půdního roztoku (voda a v ní rozpuštěné soli, tedy všechny složky minerální výživy rostlin kromě uhlíku a částečně i kyslíku).

Mimořádně významný je vztah příjmu a transportu minerálních látek k příjmu a transportu vody (viz. výše). Neopomenutelný je samozřejmě i vztah mezi fotosyntézou a minerální výživou, protože produkty fotosyntézy jsou jako zdroj energie nezbytné pro příjem živin a současně minerální živiny tvoří nezbytnou složku fotosyntetických struktur. V obdobném smyslu můžeme charakterizovat i vztah výživy a dýchání, které poskytuje jak energii (ATP), tak i redukční ekvivalenty (NADH) a skelety uhlíku.

Význam minerální výživy pro vývoj rostliny je dán zejména tím, že asimilace iontů – jejich přeměna ve struktury a účast v procesech rostliny – je nezbytným předpokladem všech vývojových procesů (Procházka a kol. 1998).

2.2.1. Obsah minerálních látek v rostlinách

Obsah minerálních látek v rostlinách kvalitativně odpovídá výskytu v kořenovém substrátu. Je evidentní, že nepřítomnost prvku v půdě a okolní atmosféře znamená i jeho nepřístupnost v rostlině. Obdobně pak se prvky vyskytující se v dosahu kořenů nebo listů rostlin nacházejí i v jejich strukturách. Ovšem kvantitativní zastoupení jednotlivých prvků v rostlině a v půdě může být naprosto rozdílné. Rozdělení prvků podílejících se na výživě rostlin si lze představit podle různých kritérií, např. podle jejich chemické povahy, převažující funkce v metabolismu apod. obecně platí, že zvýšení obsahu živin v půdě se projeví i zvýšením jejich obsahu v rostlinách (tj. podstata hnojení). Obsah prvků v rostlinách je však kontrolován také geneticky. Je například známo, že trávy obsahují nižší obsah vápníku než luskoviny. Kromě existence odrůdových rozdílů jsou významné i rozdíly v obsahu prvků mezi jednotlivými orgány a pletivy a v průběhu ontogeneze rostlin (Procházka a kol. 1998).

2.2.2. Příjem minerálních živin

Živiny pronikají do buňky ve dvou etapách. První etapa příjmu apoplastickou cestou (pasivní transport) je velmi krátká, není závislá na metabolismu, voda a v ní rozpuštěné živiny pronikají pouze buněčnými stěnami a volnými mezibuněčnými prostory, bez spotřeby energie. Je rychlejší než aktivní způsob. Druhá etapa symplastickou cestou (aktivní transport) je naopak úzce spjata s metabolismem a probíhá velmi malou rychlostí. Při ní dochází k pohybu iontů do buňky na úkor metabolicky uvolněné energie. Živiny se dostávají z buňky do buňky přes membrány a cytoplazmu velmi malou rychlostí. (Šebánek a kol. 1983).

2.2.3. Význam prvků ve výživě rostlin

V přirozených podmínkách přijímají rostliny při fotosyntéze uhlík listy ze vzduchu jako CO_2 a používají ho k syntéze veškeré organické hmoty. Také kyslík přijímají rostliny při dýchání ze vzduchu ve formě molekulárního O_2 pro oxidaci vodíku, odštěpovaného z redukovaných organických sloučenin. Je to jediný prvek, který rostliny přijímají v molekulární podobě. Všechny ostatní prvky přijímají ve formě rozpustných sloučenin. Vodík získávají rostliny při fotosyntéze fotolýzou z vody a vodu přijímají kořeny z půdy. Tyto tři prvky C, O, H jsou základem všech organických látek (Jeník a kol. 1965).

Dále k nim přistupuje **dusík**. Přestože je v atmosféře 78 % dusíku, nejsou rostliny schopny jej v této molekulární formě asimilovat. Vyšší rostliny jej přijímají z půdy kořeny buď ve formě roztoků dusičnanů jako anion NO_3^- , nebo z roztoků solí amonných jako kation NH_4^+ . Rostlinou mohou být asimilovány obě tyto formy dusíku a použity jako aminoskupiny – NH_2 k tvorbě aminokyselin, které jsou základem bílkovin. Dusík je také jedním ze základních komponentů chlorofylu, jako základní složka protoplazmy a enzymů.

Příjem dusíku je řízen v souladu s „potřebami“ rostliny, určenými rychlostí jejich růstu. Místa hromadění dusíku jsou mladé prýty, listy, pupeny, semena a zásobní orgány. Při nedostatku dusíku jsou rostliny zakrslého nebo trpasličího vzrůstu, mají vřetenovitý tvar, poměr nadzemních prýtů ke kořenům je posunut ve prospěch kořenů, listy předčasně žloutnou a rostliny někdy červenají.

Fosfor přijímají rostliny ve formě anionů H_2PO_4^- a HPO_4^{2-} . Podílí se na všech důležitých metabolických procesech a syntéze (fosforylaci). V rostlinách se nachází ve formě organických i anorganických sloučenin. Je dobře transportovatelný, především v organických sloučeninách. Optimální obsah fosforu v nadzemní hmotě rostlin se pohybuje od 0,1 do 0,5 % v přepočtu na sušinu rostliny. Fosfor je součástí nukleových kyselin, sloučenin ATP a ADP, fosfolipidů, fosforylovaných sacharidů, fyтину a bílkovin. Podílí se na přeměně energie světelného záření na energii chemickou při fotosyntéze, účastní se při transportu cukrů v rostlinách, podporuje nasazení květů. Až 50 % fosforu přijatého rostlinami může být uloženo v semenech. Nedostatek fosforu se projevuje již v ranných stádiích vývoje. Rostliny jsou slabé, listy od báze červenají, prodlužují se a mají špatně vyvinutou žilnatinu. U starších rostlin listy od špiček hnědnou a zasychají. U dospělých rostlin se při nedostatku fosforu projevují poruchy reprodukčních procesů (zpožděné kvetení a méně nasazených květů), (Larcher 1988, Hejtník 2005).

Draslík je přijímán rostlinami velmi dobře a to ve formě kationu K^+ . Dobře se pohybuje v rostlině apoplastem i symplastem, xylémem i floémem. Rychle je transportován přes membrány. Vysoká mobilita K^+ umožňuje jeho úplnou extrakci z rostlinných pletiv vodním výluhem. Dlouhodobé deště mohou vyvolat symptomy nedostatku draslíku. Optimální hodnoty obsahu draslíku v sušině rostlin přesahují 1%, v některých případech v závislosti na rostlinné části a fázi ontogeneze mohou dosahovat až 5%. Se stárnutím dané rostlinné části obsah draslíku v sušině klesá. Viditelné symptomy nedostatku se projevují na rostlinách při obsahu pod 1%.

Funkce draslíku je spojována s regulací vodního provozu a ovlivňuje také odolnost rostlin vůči nízkým teplotám. Patří mezi nejvýznamnější osmotika v rostlinách a má klíčový význam při otevírání průduchů. Ovlivňuje prodlužování růstu buněk. Pomáhá při udržování iontové rovnováhy v rostlině a elektroneutrality v kompartmentech buňky. Draslík je asociován s více než 60 enzymy. Podílí se na tvorbě cukrů, škrobu, bílkovin. Význam má také pro biocenózu chlorofylu vitamínů. V přítomnosti draslíku využívají rostliny při biosyntéze chlorofylu mnohem efektivněji železo. Jeho funkce ve fotosyntéze souvisí s ovlivňováním syntézy bílkovin. Nedostatek draslíku především při poruchách vodní bilance se projevuje zasycháním vrcholků a na starších listech, které se krouží a zasychají od okrajů a mezi žilnatinou listů se šíří hnědnutí, kořenová hniloba.

Vápník se vyskytuje v rostlinách v iontové formě a ve formě slabě disociovaných uhličitánů, fosforečnanů, ale i vázaný na kyseliny. Je kofaktorem řady enzymů, fosfatázy, α -amylázy a ATP-ázy. Podílí se na udržení integrity buněčné stěny a biologických membrán. Jeho optimální koncentrace v sušině rostlin se pohybuje v rozmezí od 0,5 do 1%, v některých případech až 3%. Koncentrace pod 0,2% se pokládá ze deficit. Příjem vápníku je komplikovaný. Snadno sice proniká do volných prostorů buněk v kořenech, ale jeho aktivní transport membránami je omezený.

Významnou úlohu při vstupu vápníku do rostliny má oblast kořenové špičky, kde se iont Ca^{2+} snadněji dostane apoplastickou cestou do vnitřních částí kořene a odtud je dále transportován transpiračním proudem v xylému do dalších částí rostliny. Většina vápníku je lokalizována v buněčných stěnách. Podmiňuje správnou funkci membrán. Vápník má mimořádnou roli v předávání signálů. Velmi málo vápníku je transportováno ve floému, a proto je nízký obsah v zásobních orgánech rostlin. Ve starších buňkách a pletivech se hromadí ve formě oxalátu či jiných těžko rozpustných solí.

Viditelné symptomy nedostatku vápníku jsou poruchy vegetačního vrcholu lodyhy, deformace listů, zbržděný prodlužování růst kořenů a omezená tvorba kořenového vlášení (Hejnák 2005).

Hořčík je přijímán rostlinami jako kation Mg^{2+} . V jeho příjmu má velký význam antagonismus ostatních kationů a je proto obecně méně přijímán než Ca^{2+} nebo K^+ . optimální koncentrace Mg^{2+} v sušině rostlinných pletiv je asi 0,5 až 0,6%. Snížení obsahu pod 0,2% se hodnotí jako deficit. V rostlině je hořčík transportován především xylémem, transport floémem je pomalý. Nejvíce hořčíku obsahují plastidy, poté mitochondrie a buněčné stěny.

Význam hořčíku v rostlině je spojen s fotosyntézou, nejen proto, že je centrálním atomem a tedy nezbytnou součástí molekuly chlorofylu, ale také pro jeho podíl na utváření gran a světlosběrných pigmentů v chloroplastech, kde je lokalizováno až 20% veškerého hořčíku v rostlině. Při ozáření listů je hořčík z lumenu thylakoidů transportován do stromatu, kde se podílí na aktivaci enzymu Rubisko.

Při nedostatku hořčíku se snižuje v listech obsah fotosynteticky aktivních pigmentů, zejména chlorofylu, ale také karotenoidů. Viditelnými symptomy nedostatku jsou zakrslý vzrůst a soustředění chlorofylu mezi žilnatinou u starších listů (Hejnák 2005, Larcher 1988).

2.3. PRIMÁRNÍ PRODUKCE ROSTLIN

Nezastupitelnost zelených rostlin tkví v jejich schopnosti syntetizovat organické látky ze základních surovin, CO_2 , H_2O , a za využití sluneční energie.

2.3.1. Biomasa je nejčastěji definována jako hmotnost sušiny živých organismů v daném čase na určité jednotce zemského povrchu – tedy na jednotce plochy půdy. V rostlinné ekologii bývají do pojmu biomasa zahrnovány všechny živé i neživé části rostlin, spolu s opadem i stařinou. Rostlinou biomasu lze zajišťovat vcelku (porost) nebo zvlášť (podle druhů, orgánů apod.). Biomasu vyjadřujeme v jednotkách sušiny, v jednotkách nepopelní organické hmoty, množstvím uhlíku, množstvím přijatého CO_2 , množstvím přijatého CO_2 , obsahem vázané energie. V přepočtu 1 g sušiny biomasy je roven 1 g organické hmoty včetně popelovin, 0,4 g uhlíku, 1,5 g přijatého CO_2 , 1,7 g vydaného O_2 , a 17,6 kJ vázané energie (Dykyjová a kol. 1989).

2.3.2. Primární produkce je vytvořené množství sušiny (nadzemní i podzemní) porostů, rostliny nebo její části za jisté časové období (den, týden, rok), vztažené na jednotku plochy porostu. Vyjadřujeme ji v tunách organické sušiny na hektar ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) nebo v gramech sušiny na m^2 půdy pokryté vegetací. Produkce je tím vyšší, čím je rychlost asimilace CO_2 rostlin, tvořících porost, čím dokonaleji rozsáhlý systém asimilačních povrchů rostlin (pokryvnost listoví LAI) přijímá dopadající světlo a čím delší je doba, po kterou mohou rostliny udržet kladnou bilanci výměny plynů (délka vegetační doby). Rychlost produkce, tj. přírůstek za jednotku času, můžeme pro společenstva stanovovat jako pro jednotlivé rostliny. U homogenních porostů s malým opadem v daném intervalu se tato rychlost nazývá rychlost růstu (Larcher 1988).

Hrubá (brutto) produkce je teoretická hodnota, kterou v přírodě při jednorázovém stanovení nezjistíme. Zahrnuje v sobě kromě zjištěné biomasy i ztráty dýcháním, odumřením, opadem, okusem zvířat apod. Čistá (netto) produkce (ČP) je přírůstek sušiny rostliny nebo porostu po odečtení ztrát dýcháním, ale po přičtení ztrát vzniklých opadem, odumřelých nadzemních částí i kořenů, požitky zvířat, úbytky na konto parazitů, symbiontů. Hodnoty ČP je možno v určitých případech odhadovat: u porostů bez vlivu člověka a bez vlivu sekundárních producentů se velikost maximální biomasy násobí koeficientem 1,0 až 1,5; u porostů narušovaných člověkem, kosených a spásaných se

užívá koeficient 2,0 až 5,0 (na rok). Celková produkce je součet hodnot nadzemních a podzemních částí. Čistá produkce ekosystému je celková produkce biomasy nebo energie (na všech trofických hladinách ekosystému) po odečtení respiračních ztrát. Je-li tato hodnota přibližně rovna nule, ekosystém „neroste“, tzn. Nemění se pozitivně kvantitativně. Je to teoretický pojem, konkrétní hodnota se těžko stanovuje (Dykyjová a kol. 1989).

2.3.3. Produkce sušiny

Zvětšování biomasy rostlin způsobené hromaděním produktů asimilace se nazývá produkce sušiny. Podílí se na ní asimilovaný uhlík, který není prodýchán, (tj. výtěžek hospodaření s CO₂) zvyšuje hmotnost sušiny rostliny a může být použit pro růst nebo vytváření zásob. Akumulace uhlíku se tedy projevuje zvyšováním hmotnosti rostlin, kterou můžeme přímo měřit vážením sklizených a usušených rostlin.

Rychlost produkce (PR), vyjadřuje přírůstek sušiny na jednotku času (den, týden) v produkčním období. Rychlost produkce jednotlivých rostlin se vyjadřuje pomocí čistého výkonu asimilace (NAR) nebo měrné rychlosti růstu (RGR).

Čistý výkon asimilace, je přírůstek sušiny dW v časovém okamžiku dt, vztažený na asimilační plochu A, jejíž fotosyntetická aktivita přírůstek způsobila:

$$PR \text{ jako } NAR = dW/dt * 1/A$$

NAR se udává v gramech nebo miligramech sušiny nebo uhlíku na m² listové plochy rostliny za den nebo týden. Uvedený vzorec vyjadřuje okamžitou rychlost asimilace za předpokladu, že listová plocha zůstává během akumulace hmoty konstantní. Ve skutečnosti však celková listová plocha neustále vzrůstá. Pro zvětšující se listovou plochu je průměrný čistý výkon asimilace:

$$NAR = (W_2 - W_1) / (A_2 - A_1) * \ln(A_2/A_1) / (t_2 - t_1)$$

Kde W₁ je hmotnost sušiny a A₁ je listová plocha celé rostliny v čase t₁. W₂ a A₂ jsou hmotnost sušiny, resp. listová plocha, v pozdějším čase t₂. Logaritmická funkce ln se používá pro vyhodnocení růstového integrálu.

Měrná (relativní) rychlost růstu vyjadřuje přirůstání sušiny v čase ve vztahu ke hmotnosti sušiny W rostliny:

$$PR \text{ jako } RGR = dW/dt * 1/W.$$

Hmotnost sušiny, použitá v rovnici, je hmotnost organické hmoty rostliny. Hodnoty zjištěné vážením suché rostliny nejsou přesné, zahrnují nejen sloučeniny uhlíku, ale také minerální látky (v průměru 3 až 10 % celkové hmotnosti sušiny).

Nejvyšší i průměrné hodnoty rychlostí čisté asimilace rostlin závisí v první řadě na morfologické a fyziologické povaze rostlin. Nejrychleji se zvětšuje biomasa bylin, zhruba desetkrát pomaleji se zvětšuje biomasa dřevin a nejpomaleji narůstá biomasa CAM rostlin. Na produkci sušiny působí také faktory prostředí, které řídí výměnu CO a bilanci uhlíku: produkce sušiny se zvyšuje s rostoucím množstvím dopadajícího záření; podobně jako fotosyntéza má i produkce sušiny teplotní optimum, a nedostatek vody a nedostatečná nebo nevyrovnaná minerální výživa ji snižují. Je samozřejmé, že růst není řízen pouze příjmem uhlíku; velmi podstatné jsou také procesy asimilátů a hormonálně ovládaná růstová aktivita jednotlivých orgánů rostliny. Na tyto procesy působí faktory prostředí podobně jako na výměnu CO₂, ale často odlišnou měrou. Proto nebývá obvykle kolísání rychlosti výměny plynů a rychlosti produkce úplně shodné (Larcher 1988).

2.3.4. Výnos je část nadzemní nebo podzemní produkce, pro kterou byl daný druh nebo porost pěstován, či obhospodařován (Dykyjová a kol. 1989).

2.3.5. Listová pokrývnost LAI

Rostliny mají listy uspořádané na stonku v genetické spirále pod různým úhlem. Úhel, který každá čepel nebo část čepele tvoří s horizontem, kolísá podle druhu a stavu ontogeneze. Například ráno a večer dopadá v porostu světlo téměř šikmo na vrchní listy, kdežto v poledne na spodní listy. To je velmi důležité z hlediska fytiobiologických procesů listů a má to velký význam při tvorbě indexu listové plochy (LAI), tj. plochy listů na 1 m² půdy.

Ideální typ rozložení listů na rostlině představuje model, kde listy vrchních horizontů jsou postaveny vertikálně a spodní listy jsou umístěny horizontálně. Takový typ rostliny využívá v období ontogeneze maximální množství sluneční energie a lépe využije životní prostor v porostu. Porosty různých druhů rostlin mají velmi rozdílné ukazatele koeficientů absorpce fotosynteticky aktivní radiace (FAR), což závisí nejen na druhové specifičnosti, ale i na ploše listů porostu. Zvětšování plochy listů znamená také značné zvýšení koeficientu absorpce světelné energie.

Ze sledování porostů různých kulturních rostlin je patrné, že přínos listů porostu je ideální, když v první fázi všechny listy pozitivně ovlivňují zvyšování celkové hmotnosti sušiny přes maximální čistý výkon asimilace (NAR), spodní listy třeba i menší hodnotou, když ve druhé fázi se zvyšuje listová plocha nad optimum, až se dosáhne maximálního indexu listové pokryvnosti (LAI), a když ve třetí fázi vývoj listů pokračuje tak, že se dosahuje nejvyšší možné tvorby sušiny.

Z uvedeného je možno vyvodit, že vysoká produktivita porostů jako složitých systémů je možná: a) jestliže se vytvoří optimální fotosyntetický aparát a zabezpečí jeho dlouhá funkční činnost,

b) jestliže se zabezpečí jeho vysoká intenzita a kvalitativně se usměrní jeho činnost v období ontogeneze,

c) jestliže se zajistí co nejefektivnější a co nejméně ztrátové využití produktů fotosyntézy pro celkový metabolismus, růst a vývoj a na konečné procesy tvorby výnosu (Šebánek a kol. 1983).

2.4. PĚSTITELSKÉ VLASTNOSTI LUSKOVIN

Luskoviny jsou jednoleté botanické druhy z čeledi bobovitých. Specifickými znaky luskovin jsou vysoký obsah bílkovin a symbióza s hlízkovými bakteriemi, umožňující biologickou fixaci dusíku.

Mezi negativní pěstitelské vlastnosti luskovin se řadí náchylnost k chorobám a škůdcům, malá odolnost vůči chladu (fazol náleží k teplomilným luskovinám), nesnášenlivost v pěstování po sobě. Luskoviny reagují citlivě i na přebytek i nedostatek vláhy. Všechny druhy vyžadují přiměřený dostatek vláhy v období klíčení a vzcházení. V dalších obdobích se nároky na vláhu odlišují. Nejmenší potřeba vláhy vyhovuje fazolu. Nároky na vláhu korespondují s dynamikou tvorby sušiny. Největší potřeba nastává proto v období kvetení a tvorby plodů a semen (Zimolka a kol. 2000, Šnobl, Pulkrábek a kol. 2005).

Pro tvorbu výnosu je předpokladem vysoké úrovně procesů u luskovin optimálně rozvinutý fotosyntetický aparát. Důležitá je optimální velikost listové plochy. Při vyšší pokryvnosti stoupá vzájemné zastínění listů, zhoršuje se prosvětlení a klesá čistý výkon asimilace a produktivita porostu. Tvorba výnosu je závislá i na kvalitě osiva a předset'ové přípravě půdy (Šnobl, Pulkrábek a kol. 2005).

2.5. MODULÁRNÍ SKLENÍK V TŘEBONI



Pro pěstební pokus sloužilo pokusné pracoviště - modulární skleník ENKI, o.p.s., ENVI, s.r.o.a Zemědělské fakulty Jihočeské University v Českých Budějovicích. Skleník dále složí jednak pro vývoj a proměření optických a fyzikálních parametrů těchto modulů a také k výuce, laboratorním cvičením a měřením.

Zařízení se skládá celkem ze šesti čtyřmetrových stavebních modulů. Od západu tvoří stavbu dva moduly věžové, kdy první z nich je zasklen pasivními odraznými rastry a druhý je osazen fasádovými kolektory SOLARGLAS SFl, pracujícími jako světelné a tepelné žaluzie. Třetí čtyřmetrový modul je technologický. Jeho střecha je pokryta vakuovými kolektory HELIOST AR 400V a jako jediný není pěstební, ale je pod ním umístěna veškerá technologie: akumulční nádrže, vzduchotechnická vytápěcí jednotka, čerpadla, armatury, řídicí jednotka atd. Následují tři pěstební moduly střešní, první z nich je s koncentračním kolektorem s lineární čočkou a s fototermálními absorbéry, druhý hybridní s vodou, chlazenými fotovoltaickými absorbéry z monokrystalického křemíku a poslední pasivní s odraznými rastry. Zasklívací i nosné konstrukce jsou shodné a proto se po dokončení experimentů mohou moduly osadit a provozovat vybavené nejefektivnější z odzkoušených a odměřených technologií.

Skleník je koncipován jako asymetrický se sedlovou střechou. Střecha má sklon v klasické střešové variantě 35° a ve věžové variantě 15° vždy s orientací hřebene západ-východ. Jižní střecha nebo stěna je zasklena izolačními dvojskly se skleněnými rastry, které tvoří vnější sklo dvojskla s orientací rastru dovnitř.

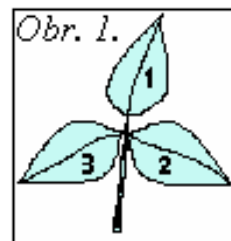
3. MATERIÁL A METODY

Pěstební pokus byl vykonán v solárním skleníku v Třeboni, spadající pod projekt VaV/300/05/03 ve spolupráci se Zemědělskou fakultou v Českých Budějovicích a firmou ENKI.

K pěstebním pokusům byla použita pnoucí forma fazolu obecného (*Phaseolus vulgaris* L.). V prvním pěstebním cyklu se žlutými lusky a v druhém cyklu s melírovanými. Rostliny byly umístěny do skleníku před stěnu, která byla natřena ve čtyřech svislých pruzích na červenou, modrou, oranžovou a bílou barvou. Rostliny byly pravidelně sledovány v týdenních intervalech od fáze semenáčku do fáze prvních zralých lusků. Po dozrání prvních lusků byla provedena destruktivní analýza asimilační plochy, vážení nadzemní biomasy u všech sledovaných rostlin.

V prvním pěstebním cyklu byly rostliny uspořádány do dvou řad před stěnu ve sponu 30 x 30 cm a vyvedeny na jednom motouzu po dvou rostlinách. Celkový počet rostlin byl 33 párů.

Během pokusu byla v týdenních intervalech sledována délka a šířka třetího listu, následně i u plně vyvinutého pátého listu. Listy pokusných fazolí byly trojčetné, hodnoty byly měřeny pro každý lístek zvlášť. Na Obr. 1. jsou očíslované lístky, v jakém pořadí byly týdně měřeny z vrchní strany. Dále byla měřena výška rostlin a celkový počet vyvinutých listů. Pro destruktivní analýzu byly rostliny rozděleny na úseky po 0,5 m, každý úsek byl následně hodnocen zvlášť. Ve výsledném porovnávání byly užity i celkové hodnoty rostlin. Pro jednotlivé plochy rostlin byla měřena a hodnocena velikost listové plochy pomocí skeneru a software ScionImage for Windows. Vážením na analytických vahách byla zjištěna nadzemní biomasa rostliny v čerstvém stavu. U náhodně vybraných rostlin z každé skupiny pro 3. a 5. úsek byl proveden chemický rozbor listové biomasy. Z technických důvodů nebylo bohužel možné stanovit sušinu studovaných rostlin.



Délka prvního pokusného cyklu trvala od 6.4. do 23.6.2006.

Ve druhém pěstebním cyklu byly rostliny rozmístěny do třech řad po jedné rostlině na motouzu, pro snadnější přístup a rozlišení jednotlivých rostlin. Celkový počet rostlin byl 60 kusů.

Následně i v druhém pokusném cyklu byly sledovány rostliny v týdenních intervalech. Vzrůst rostlin, počet listů a vývoj velikosti listů (šířka a délka). Na každé rostlině po dosažení vzrůstu nad 1m byl označen první vyvinutý list v této výšce pro měření velikosti listu, následně byly označovány a měřeny i listy po dosažení výšky 2m rostlin. Pro destruktivní analýzu byla opět každá rostlina rozdělena na části po 0,5 m, rostlina byla hodnocena jako celek i každý její úsek zvlášť. Vážením byla zjištěna nadzemní biomasa v čerstvém stavu. U náhodně vybraných rostlin z každé skupiny byla stanovena sušina pro jednotlivé úseky a pro 3. a 5. úsek byl proveden chemický rozbor listové biomasy. V termínu 8.listopadu 2006 bylo provedeno měření intenzity transpirace pomocí pyrometru Li 6400 Systém (Libor, Nebraska USA).

Druhý pokusný cyklus trval v době od 7.9. do 1.12.2006.

Vzorky sušiny byly následovně zpracovávány v laboratoři Zemědělské fakulty v Českých Budějovicích v Laboratoři aplikované ekologie. Zde byly vzorky dosoušeny v laboratorní sušárně při teplotě 85°C po dobu 12 hodin. Vysušené vzorky byly váženy na laboratorních předvážkách s přesností na 0,1 gramu. Byla vážena hmotnost stonků, listů a lusků jednotlivých úseků do kterých byly rostliny při sklizni rozděleny.

Chemický rozbor vzorků z prvního i druhého pěstebního pokusu byl analyzován firmou AGRO-LA spol. s.r.o., Jindřichův Hradec.

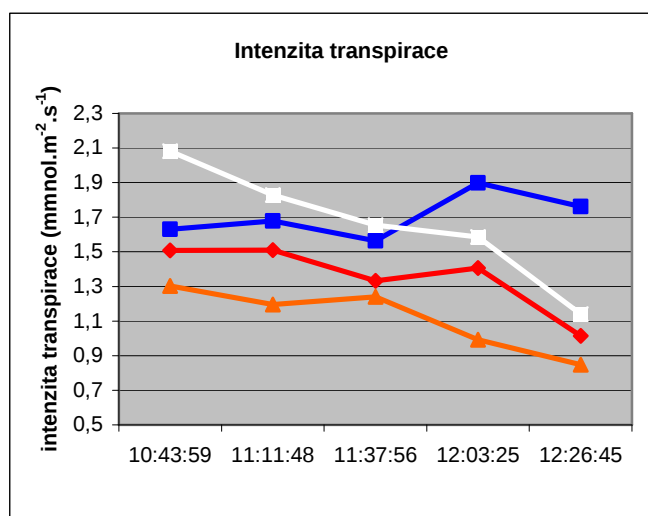
Jako podpůrné charakteristiky byly sledovány faktory prostředí, tj. intenzita dopadajícího záření na plochu stěny, globální záření ve venkovním prostoru, teploty exteriéru (v horní i dolní části skleníku), dále jednotlivé teploty barevně natřených ploch, vlhkosti vzduchu a půdy.

Statistické hodnocení dat bylo provedeno pomocí statistického balíku STATISTICA 6.0 CZ (StatSoft, Inc. 2001). Pro hodnocení rozdílů mezi sledovanými skupinami byla použita analýza variance (ANOVA). V případě sledovaných růstových vlastností byla použita ANOVA pro opakovaná měření bez užití faktorů (pouze 1 stupeň volnosti) a následně byl použit Tukeyův HSD post-hoc test. Pro statistické porovnání výsledků destruktivního odběru biomasy (hmotnost biomasy analyzovaných částí rostlin, listová plocha) byla použita jednocestná ANOVA. Pro vyhodnocení měření intenzity transpirace a faktorů na ní působících byla použita analýza kovariance (ANCOVA). Všechny statistické testy byly hodnoceny na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

4. VÝSLEDKY

4.1. Intenzita transpirace

Naměřené průměrné hodnoty intenzity transpirace ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) pro jednotlivé barevné skupiny rostlin v závislosti na čase jsou vyjádřené v Obr. 2. Měření bylo pětikrát opakováno po 30 minutových intervalech. V poledních časech nám intenzita transpirace klesala u rostlin před červenou, oranžovou a bílou plochou. Před modrou zdí intenzita transpirace v posledních dvou měřeních oproti ostatním skupinám kolísá.



Obr. 2. Průběh intenzity transpirace ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) barevných skupin rostlin v závislosti na čase.

Výsledky statistického zhodnocení vztahu transpirace k vybraným měřeným faktorům z vnitřního prostředí skleníku (konduktivita, vodní sytostní doplněk, teplota listu a vzduchu, záření a vliv barev) jsou uvedeny v Tab. 1. Podle statistické analýzy ANCOVA se intenzita transpirace statisticky významně neliší. Faktory prostředí zde působí jen v interakci, při jejich započtení do analýzy jako váhy (odstranění efektu faktoru) se transpirace statisticky neliší (vážená jednocestná ANOVA, data nejsou uvedena). Byl zjištěn statisticky významný vliv faktoru PARo a barev na intenzitu transpirace.

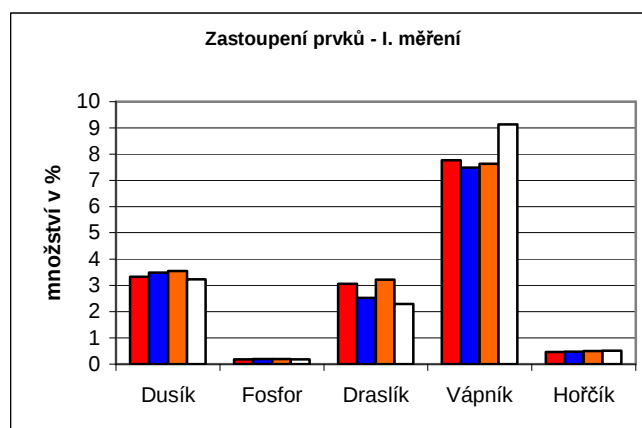
Tab. 1. Statistické zhodnocení vztahu transpirace ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) k vybraným měřeným faktorům z vnitřního prostředí skleníku z druhého pokusného měření:

ANCOVA				
	sv	n	F	p
Transpirace	3	20	7,123	0,003
Cond	1	20	2,236	0,166
VpdL	1	20	2,720	0,130
Tair	1	20	2,608	0,136
Tleaf	1	20	1,052	0,329
PARo	1	20	10,936	0,008
barvy	3	20	3,603	0,054

sv – stupeň volnosti, n – počet porovnávaných dat, F – statistika, p – hodnota pravděpodobnosti, Cond – konduktivita ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), VpdL – vodní sytostní doplněk (Kpa), Tair – teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$), Tleaf – teplota listu ($^{\circ}\text{C}$), PARo – radiační bilance (%).

4.2. Chemické složení rostlin

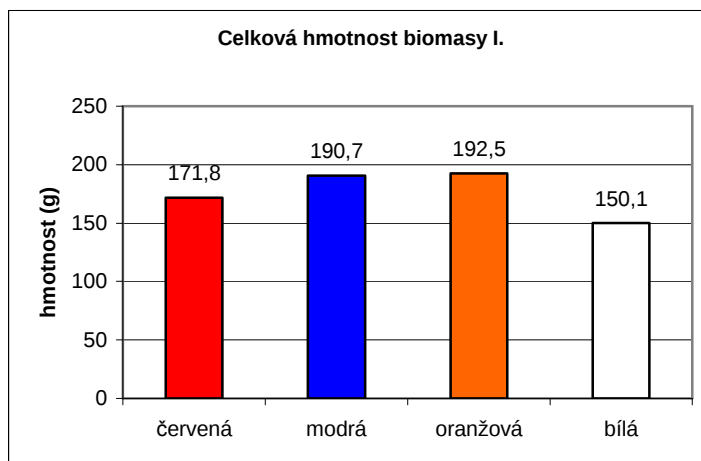
Procentické zastoupení prvků u náhodně vybraných jedinců rostlin z každé skupiny barev z prvního pěstebního cyklu je vyjádřeno na Obr. 3. Výraznější rozdíl zastoupených prvků v jednotlivých skupinách rostlin je pouze v množství draslíku a vápníku. Zhruba 88 ~ 93 % připadá na sušinu rostlin.



Obr. 3. Chemické složení rostlin v (%). Barvy v grafu odpovídají skupinám rostlin rozdělených podle barevného prostředí.

4.3. Biomasa

Celkové hmotnosti čerstvé nadzemní biomasy z prvního pokusného cyklu jsou zobrazeny v Obr. 4. V obrázku jsou vyjádřené průměrné hmotnosti čerstvé biomasy rostlin dle barevných skupin. Největší hmotnost biomasy vykazují rostliny před oranžovou plochou, nejmenší hmotnosti dosáhli rostliny před bílou zdí.



Obr. 4. Celková hmotnost (g) čerstvé nadzemní biomasy z prvního pěstebního cyklu. Barvy v obrázku odpovídají barvám prostředí skupin rostlin před které byly vysazeny.

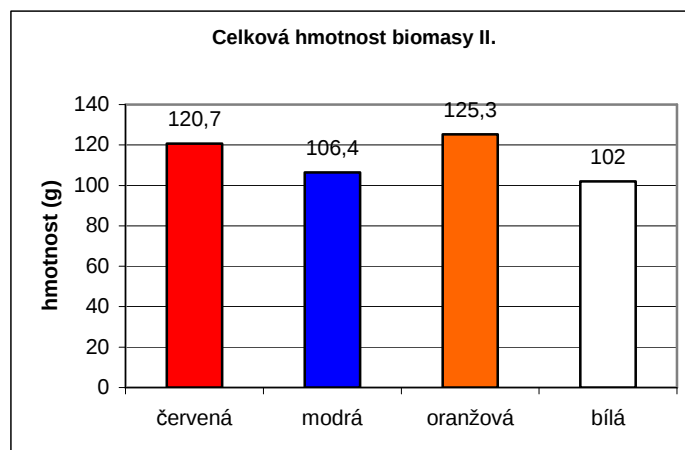
Výsledná data ze statického testu ANOVA (jednocestná) pro náhodně vybrané jedince z každé skupiny barev jsou uvedena v Tab. 2. V testu se nám jednotlivé skupiny barev rostlin nelišily, výsledné hodnoty jsou statisticky neprůkazné.

Tab. 2. Statistické zhodnocení množství nadzemní biomasy (g) jednotlivých částí rostlin pro barevné skupiny z prvního pěstebního cyklu:

Biomasa I. – ANOVA (jednocestná)				
	sv	n	F	p
stonek	3	8	2,165	0,114
listy	3	8	0,723	0,547
lusky	3	8	2,886	0,053
celé rostliny	3	8	0,444	0,723

sv – stupeň volnosti, n – počet porovnávaných dat, F – statistika, p – hodnota pravděpodobnosti.

Celkové hmotnosti čerstvé nadzemní biomasy z druhého pokusného cyklu jsou graficky vyjádřené v Obr. 5. V kterém jsou graficky vyneseny průměrné hmotnosti čerstvé biomasy rostlin dle barevných skupin. Největší hmotnost biomasy vykazují rostliny před oranžovou plochou, nejmenší hmotnosti dosáhli rostliny před bílou zdí.



Obr. 5. Celková hmotnost (g) čerstvé nadzemní biomasy z druhého pěstebního cyklu. Barvy v obrázku odpovídají barvám prostředí skupin rostlin před které byly vysazeny.

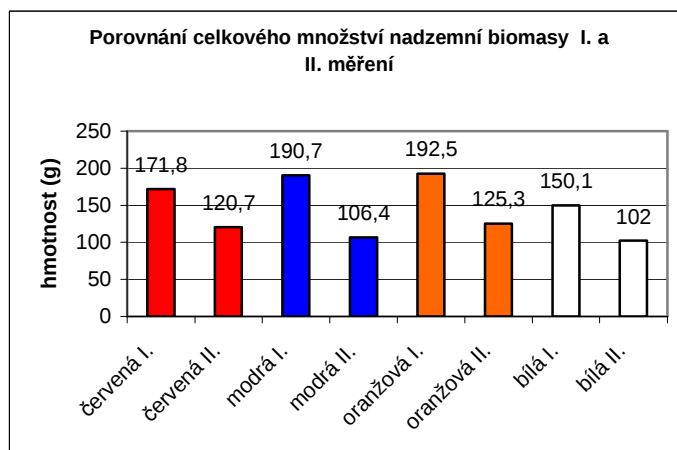
Výsledná data ze statického testu ANOVA (jednocestná) pro náhodně vybrané jedince z každé skupiny barev z druhého pokusného měření obsahuje Tab. 3. V testu se nám jednotlivé skupiny barev rostlin nelišily, výsledné hodnoty jsou statisticky neprůkazné.

Tab. 3. Statistické zhodnocení množství nadzemní biomasy (g) jednotlivých částí rostlin pro barevné skupiny z druhého pěstebního cyklu:

Biomasa II. - ANOVA (jednocestná)				
	sv	n	F	p
stonek	3	8	0,272	0,845
listy	3	8	0,231	0,874
lusky	3	8	1,033	0,393
celé rostliny	3	8	0,758	0,527

sv – stupeň volnosti, n – počet porovnávaných dat, F – statistika, p – hodnota pravděpodobnosti.

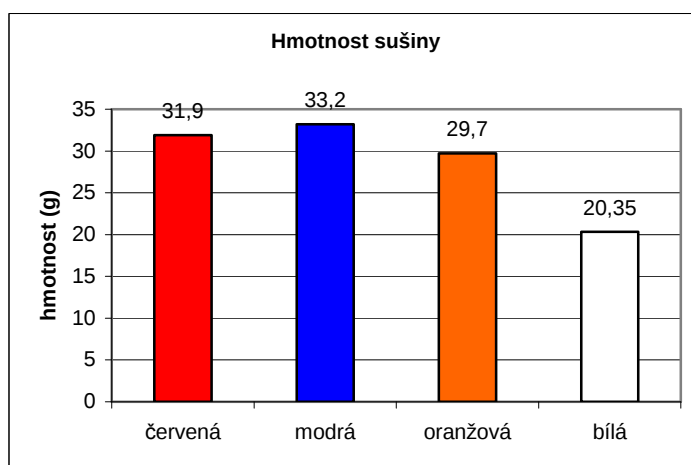
Na Obr. 6. je znázorněn pro porovnání celkový přehled získaného množství čerstvé nadzemní biomasy pro jednotlivé barevnostní skupiny, z prvního a druhého pěstebního cyklu. Rostliny z prvního pokusného cyklu dosahovaly vyšších hmotností než rostliny z druhého pokusu.



Obr. 6. Porovnání celkového množství čerstvé nadzemní biomasy rostlin barevných skupin z prvního a druhého pokusného měření.

4.4. Sušina

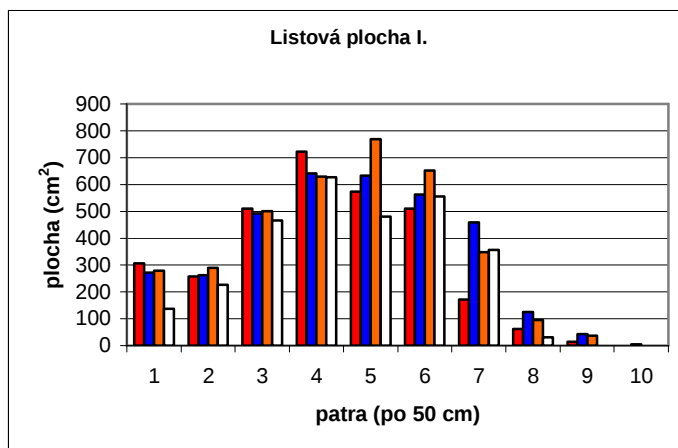
Získaná průměrná hmotnost sušiny odpovídající hmotnosti celé rostliny z každé skupiny barev je graficky znázorněna v Obr. 7. Sušina byla stanovena pouze z druhého pěstebního pokusu. Největší hmotnosti sušiny dosahují rostliny před modrou barvou 33,2 gramu na rostlinu a nejmenší hmotnosti mají rostliny před bílou zdí pouze 20,35 g/ks.



Obr. 7. Průměrné hmotnosti sušiny (g) celých rostlin pro barevné skupiny.

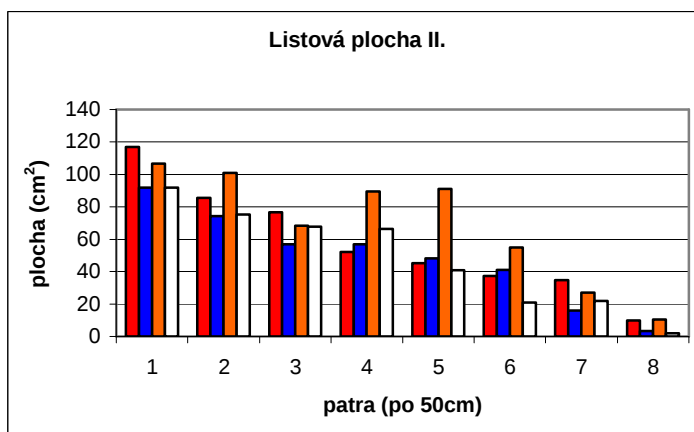
4.5. Velikost listové plochy

Velikost listové plochy (cm^2) z prvního pěstebního cyklu v období od 6.4. až 23.6.2006 je graficky znázorněna na Obr. 8. Z jednotlivých pater je zřejmé, že největší rozlohu vykazovaly rostliny všech skupin v 4 až 6 patře, což odpovídá dvou až tří metrové výšce rostlin. Zároveň jsou patrné i rozdíly mezi jednotlivými skupinami.



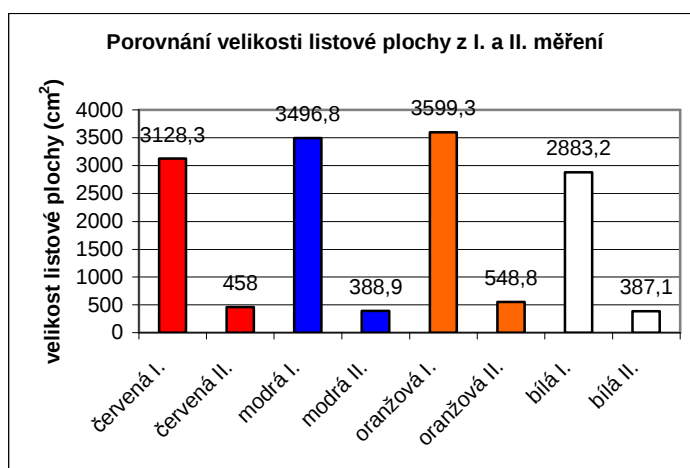
Obr. 8. Velikost listové plochy (cm^2) v patrech pro skupiny rostlin závislých na barevném prostředí z I. pěstebního cyklu.

Velikost listové plochy (cm^2) z druhého pokusného cyklu v období od 7.9.-1.12.2006 je graficky znázorněna na Obr. 9. Největší rozloha listů, byla v nadzemní části rostlin. U skupiny s oranžovou zdí byla výrazná rozloha listů i ve 4. a 5. patře ve srovnání s ostatními skupinami.



Obr. 9. Velikost listové plochy (cm^2) v patrech pro skupiny rostlin závislých na barevném prostředí z II. pěstebního cyklu.

Porovnávaly jsme velikosti listové plochy (cm^2) z obou pěstebních měření. Z Obr.10. je zřejmý výrazný rozdíl v naměřeném množství. Během prvního pěstebního pokusu bylo soustředěno nejvíce listové plochy ve střední části rostlin. Přičemž u druhého cyklu v nadzemní části rostlin. Zároveň v obou pokusech převažovala velikost listové plochy ve skupině před oranžovou zdí a nejméně v obou případech před bílou plochou.



Obr. 10. Porovnání celkových průměrů zjištěné velikosti listové plochy (cm^2) z I. a II. pěstebního cyklu pro skupiny rostlin vypěstovaných v odlišných optických podmínkách.

Výsledky ze statistické metody ANOVA pro první a druhý pěstební pokus jsou znázorněny v Tab. 4. V testu se nám skupiny rostlin v pěstebních cyklech nelišily, výsledné hodnoty jsou statisticky neprůkazné.

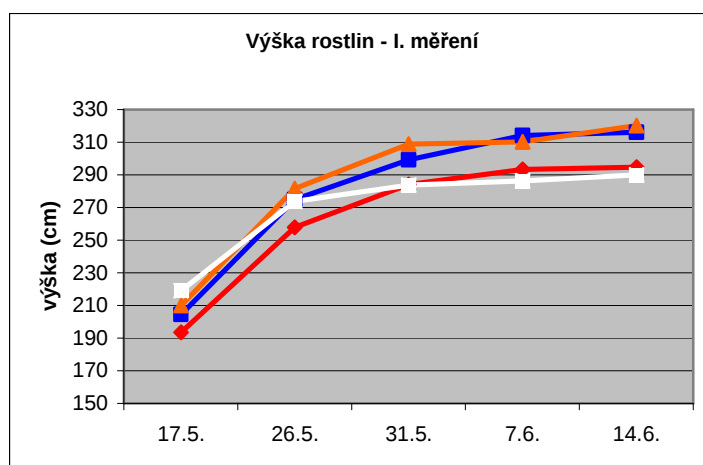
Tab. 4. Statistické zhodnocení velikosti listové plochy (cm^2) pro barevné skupiny z I. a II. pěstebního cyklu:

Listová plocha I. a II. měření - ANOVA				
	sv	n	F	p
I.	3	8	0,241	0,867
II.	3	9	1,783	0,170

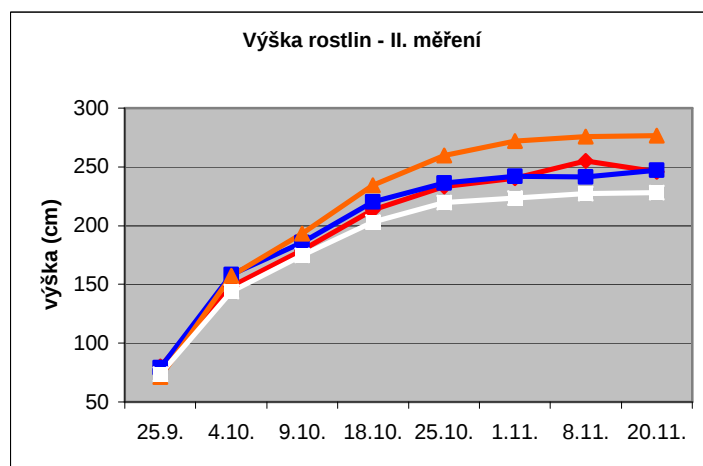
sv – stupeň volnosti, n – počet porovnávaných dat, F – statistika, p – hodnota pravděpodobnosti, I. – první pěstební pokus, II. – pěstební pokus.

4.6. Růstové charakteristiky rostlin

Týdenní přírůstky výšek rostlin (cm) z I. a II. pěstebního pokusu pro jednotlivé skupiny barev před kterými byly rostliny vysazeny jsou vyjádřené v Obr. 11. a 12. Nejnižší vzrůst v obou pěstebních cyklech je z obrázku zřejmý u skupiny rostlin před bílou zdí. Nejvyšší vzrůst v obou pěstebních cyklech je v grafickém znázornění u rostlin před oranžovou plochou.



Obr. 11. Výška rostlin (cm) v týdenních intervalech měření z prvního pokusného cyklu. Barvy v grafu odpovídají barvám prostředí v kterém skupiny rostlin vyrůstaly.



Obr. 12. Výška rostlin (cm) v týdenních intervalech měření z druhého pokusného cyklu. Barvy v grafu odpovídají barvám prostředí v kterém skupiny rostlin vyrůstaly.

Statistické vyhodnocení dat z druhého pěstebního cyklu pro růstové charakteristiky rostlin:

Porovnání růstových parametrů rostlin v pokusných skupinách v průběhu sledování II. pěstebního cyklu. Pro růstové parametry byly použity statistické soubory ANOVA pro opakované měření bez interakcí.

Výsledky statistického zhodnocení výšky (cm) rostlin, pro skupiny barev před kterými byly rostliny vysazeny jsou uvedeny v Tab. 5. Statisticky významné se jeví na dosaženou výšku rostliny před bílou zdí k ostatním plochám.

Tab. 5. Výsledky statistického zhodnocení růstových charakteristik pro výšku rostlin:

ANOVA pro opakovaná měření (bez interakce)					Tukey HSD test			
	sv	n	F	p		M	O	B
výška rostlin	3.00	8	16.07	0.00	C	0.716	0.074	0.002
(cm)					M		0.008	0.021
					O			0.000

sv – stupeň volnosti, n – počet porovnávaných dat, F – statistika, p – hodnota pravděpodobnosti, C – skupina rostlin před červenou zdí, M – skupina rostlin před modrou zdí, O – skupina rostlin před oranžovou zdí, B – skupina rostlin před bílou zdí.

Výsledky statistického zhodnocení počtu listů skupin rostlin podle barevného prostředí v kterém byly sledovány jsou uvedeny v Tab. 6. Ze statického porovnání nám vyšli průkazné rozdíly u skupin rostlin v oranžovém prostředí k ostatním barvám.

Tab. 6. Výsledky statického zhodnocení růstových charakteristik pro počet listů:

ANOVA pro opakovaná měření (bez interakce)					Tukey HSD test			
	sv	n	F	p		M	O	B
počet listů	3.00	8	11.72	0.00	C	0.062	0.036	0.503
(ks)					M		0.000	0.592
					O			0.002

sv – stupeň volnosti, n – počet porovnávaných dat, F – statistika, p – hodnota pravděpodobnosti, C – skupina rostlin před červenou zdí, M – skupina rostlin před modrou zdí, O – skupina rostlin před oranžovou zdí, B – skupina rostlin před bílou zdí.

Výsledky statistického zhodnocení pro růst děložního listu jsou uvedeny v Tab. 7. Statisticky se nám lišili barevné skupiny rostlin pro růst řapíku u bílé a oranžové barvy. Pro délku listu se nám statisticky nelišily modrá skupina s rostlinami v červené skupině. Výsledné hodnoty pro šířku listu nám vyšli statisticky neprůkazné u skupin rostlin v bílém a modrém prostředí.

Tab. 7. Výsledky statického zhodnocení růstových charakteristik pro růst dělohy:

ANOVA pro opakovaná měření (bez interakce)					Tukey HSD test			
	sv	n	F	p		M	O	B
délka řapíku	3,00	8	4,13	0,02	C	0,999	0,134	0,672
(cm)					M		0,126	0,692
					O			0,013
délka listu	3,00	8	13,09	0,00	C	0,895	0,001	0,001
(cm)					M		0,004	0,003
					O			0,997
Šířka listu	3,00	8	13,52	0,00	C	0,020	0,000	0,025
(cm)					M		0,023	0,999
					O			0,018

sv – stupeň volnosti, n – počet porovnávaných dat, F – statistika, p – hodnota pravděpodobnosti, C – skupina rostlin před červenou zdí, M – skupina rostlin před modrou zdí, O – skupina rostlin před oranžovou zdí, B – skupina rostlin před bílou zdí.

Výsledky statistického zhodnocení růstu listu 3. patra jsou uvedeny v Tab. 8. Statisticky průkazné nám vyšli hodnoty pro všechny skupiny v růstu řapíku. Pro délku listu jsou statisticky průkazné rozdíly mezi skupinou rostlin v oranžovém prostředí s rostlinami před červenou plochou a skupiny rostlin v bílém a modrém prostředí. Pro délku 1. lístku nám vyšly statisticky neprůkazné hodnoty skupin rostlin v bílém prostředí s modrým. V šířce 1. lístku jsou statisticky neprůkazné hodnoty skupin rostlin v modrém prostředí s červeným a pro bílé prostředí s oranžovým. V délce 2. lístku jsou statisticky průkazné data pouze mezi rostlinami před oranžovou a červenou zdí. V šířce 2. lístku a délce 3. lístku jsou statisticky průkazné hodnoty mezi rostlinami v červené skupině s rostlinami v oranžovém a bílém prostředí. Rozdíly v šířce 3. lístku jsou statisticky neprůkazné u rostlin před modrou zdí s rostlinami před červenou plochou a u skupin v bílém a oranžovém prostředí.

Tab. 8. Výsledky statického zhodnocení růstových charakteristik listu 3. patra:

ANOVA pro opakovaná měření (bez interakce)					Tukey HSD test			
	sv	n	F	p		M	O	B
délka řapíku	3,00	8	77,27	0,00	C	0,000	0,045	0,000
(cm)					M		0,000	0,000
					O			0,025
délka listu	3,00	8	6,21	0,00	C	0,053	0,032	0,996
(cm)					M		0,994	0,033
					O			0,020
délka 1. lístku	3,00	8	20,26	0,00	C	0,004	0,000	0,024
(cm)					M		0,008	0,827
					O			0,001
šířka 1. lístku	3,00	8	10,87	0,00	C	0,101	0,000	0,005
(cm)					M		0,034	0,480
					O			0,422
délka 2. lístku	3,00	8	3,20	0,05	C	0,648	0,031	0,447
(cm)					M		0,267	0,986
					O			0,431
šířka 2. lístku	3,00	8	10,94	0,00	C	0,099	0,001	0,001
(cm)					M		0,123	0,096
					O			0,999
délka 3. lístku	3,00	8	8,61	0,00	C	0,066	0,001	0,032
(cm)					M		0,122	0,984
					O			0,224
šířka 3. lístku	3,00	8	15,19	0,00	C	0,127	0,000	0,000
(cm)					M		0,010	0,040
					O			0,897

sv – stupeň volnosti, n – počet porovnávaných dat, F – statistika, p – hodnota pravděpodobnosti, C – skupina rostlin před červenou zdí, M – skupina rostlin před modrou zdí, O – skupina rostlin před oranžovou zdí, B – skupina rostlin před bílou zdí.

V Tab. 9. jsou uvedeny výsledky statistického testu pro růstové charakteristiky listů 5. patra. Statisticky neprůkazné se nám jeví výsledky z porovnání délky řapíku u rostlin modré skupiny s červenou a oranžovou skupinou rostlin a skupiny rostlin před oranžovou a červenou zdí. Statisticky neprůkazné jsou i hodnoty délky a šířky 3. čepele pro skupiny rostlin v modrém prostředí s červeným. Ostatní získané hodnoty jsou pro všechny skupiny rostlin statisticky průkazné.

Tab. 9. Výsledky statického zhodnocení růstových charakteristik listu 5. patra:

ANOVA pro opakovaná měření (bez interakce)					Tukey HSD test			
	sv	n	F	p		M	O	B
délka řapíku	3,00	5	34,57	0,00	C	0,666	0,038	0,000
(cm)					M		0,005	0,001
					O			0,000
délka listu	3,00	5	49,85	0,00	C	0,024	0,022	0,000
(cm)					M		0,000	0,002
					O			0,000
délka 1. lístku	3,00	5	47,77	0,00	C	0,010	0,019	0,000
(cm)					M		0,000	0,010
					O			0,000
šířka 1. lístku	3,00	5	48,53	0,00	C	0,024	0,015	0,000
(cm)					M		0,000	0,004
					O			0,000
délka 2. lístku	3,00	5	52,23	0,00	C	0,025	0,003	0,000
(cm)					M		0,000	0,007
					O			0,000
šířka 2. lístku	3,00	5	55,07	0,00	C	0,020	0,002	0,000
(cm)					M		0,000	0,007
					O			0,000
délka 3. lístku	3,00	5	48,74	0,00	C	0,131	0,001	0,000
(cm)					M		0,000	0,011
					O			0,000
šířka 3. lístku	3,00	5	52,63	0,00	C	0,085	0,001	0,000
(cm)					M		0,000	0,006
					O			0,000

sv – stupeň volnosti, n – počet porovnávaných dat, F – kritická hodnota pro pravděpodobnost, zda se liší, p – hodnota pravděpodobnosti, C – skupina rostlin před červenou zdí, M – skupina rostlin před modrou zdí, O – skupina rostlin před oranžovou zdí, B – skupina rostlin před bílou zdí.

5. DISKUZE

Intenzita transpirace

Hodnoty získané během měření intenzity transpirace a faktorů působících na transpiraci se nám ze statistického hlediska výrazně nelišily mezi skupinami rostlin. Největší vliv na transpiraci měl vliv faktoru PARo – záření a vliv barevnosti prostředí. Podle Penky (1985) ovlivňují transpiraci vnější faktory (např. sluneční záření, teplota, vlhkost vzduchu) a vnitřní faktory (stáří rostliny, obsah vody, struktura a tvar listu, orientace, plocha a zabarvení listu, poměr asimilační a transpirační plochy k ploše nasávacího systému, regulační schopnost průduchů atd.).

V porovnání průběhu intenzity transpirace mezi barevnými skupinami, se nám transpirace u všech skupin k poledním hodinám snižovala. Rozdíly transpirace skupin rostlin mezi barevnými plochami nebyly příliš výrazné, až na skupinu rostlin před modrou zdí, která měla kolísavé výkyvy. Rozdíly byly pravděpodobně způsobené nepřesným měřením. Larcher (1988) uvádí, že u dvouděložných bylin pokud mají dostatečnou dodávku vody z půdy, jsou schopny transpirovat některé dvouděložné rostliny bez omezení po celý den rychlostí, která odpovídá fyzikálním podmínkám okolního ovzduší. Některé druhy bylin jsou však schopné snižovat rychlost transpirace v poledne nebo dokonce omezit dobu maximálního otevření průduchů jen na časné ráno a pozdní večer. Neomezeně však mohou transpirovat pouze ty rostlinné druhy, které buď mohou vydatně čerpat z bohaté zásoby vody v půdě pomocí rozsáhlého kořenového systému, nebo snášejí vysoký stupeň vysušení.

Chemické složení rostlin

Z grafického znázornění (Obr. 3) chemického rozboru rostlin z prvního pěstebního cyklu jsme zjistily kolísavé rozdíly u rostlin ve skupině před bílou plochou. Kdy rostliny před bílou zdí obsahovaly malé množství draslíku oproti ostatním skupinám rostlin, ale i značně vyšší obsah vápníku než ostatní skupiny. Procházka a kol. (1998) uvádí, že množství živin v rostlině je závislé na prostředí, poněvadž veškerá hmota rostlin je tvořena asimilací jednoduchých anorganických látek přijímaných ze vzduchu nebo z půdního roztoku. A v jednotlivých částech rostlin je také různý obsah zastoupených prvků. Lze tedy říci, že chemické složení rostlin je závislé na transpiraci, velikosti listové plochy a hmotnosti biomasy. Domníváme se tedy, že tyto faktory jsou

nejvíce ovlivňovány se získaných výsledků pro skupinu rostlin před bílou zdí a právě proto rostliny v bílém prostředí vykazují největší rozdíly i v chemickém složení.

Je důležité i konstatovat, že rostliny nebyly v průběhu růstu přihnojovány, pouze při zakládání substrátu skleníku byl uležen hnůj pod skrývkou ornice.

Chemický rozbor vzorků z druhého pěstebního pokusu není bohužel zpracován, poněvadž firma AGRO-LA spol. s.r.o., Jindřichův Hradec nám nezaslala výsledky analýzy.

Biomasa

Statistické zpracování hmotností čerstvé nadzemní biomasy získané destruktivní metodou z prvního pokusného měření u náhodně vybraných jedinců nám nepřineslo výrazné rozdíly mezi barevným prostředím rostlin na jejich růst. Ani v druhém pěstebním cyklu se nám neprojevil při statistickém vyhodnocování vliv růstu rostlin na okolní prostředí. Pouze při grafickém porovnání průměrných hmotností čerstvé nadzemní biomasy se nám projevíly nepatrné rozdíly mezi skupinami.

Průkazné rozdíly v množství čerstvé biomasy se nám prokázaly pouze při porovnání celkové biomasy prvního pěstebního cyklu s druhým pěstebním cyklem. Kdy během prvního cyklu 6.4. – 23.6. 2006 nám rostliny vyprodukovaly značně více čerstvé nadzemní biomasy než rostliny pěstované v době 7.9.- 1.12. 2006. Jedním z hlavních důvodů je vzrůst rostlin, kdy během prvního pěstebního cyklu dorostly rostliny v průměru o 1 m vyšších výšek než rostliny z druhém cyklu. Příčinou mohou být odlišné podmínky během průběhu pokusů v interiéru skleníku, kdy například až během druhého cyklu byly ve skleníku zabudovány absorbéry na pohlcování záření. Dále i roční období, vyšlechtění odrůd a vliv snášenlivosti pěstování luštěnin po sobě. Kdy, mezi prvním a druhým cyklem byla na místo fazolů vyseta další luštěnina – hrách. Během druhého cyklu došlo i k přemnožení škůdců, na které bylo použito chemických a biologických prostředků.

Šnobl a Pulkrábek (2005) uvádí jako zásadní negativní pěstitelské vlastnosti luskovin - náchylnost k chorobám a škůdcům; malou odolnost vůči chladu, zvláště při vzcházení; náročnost na optimální vláhové podmínky hlavně v období klíčení a zrání plodů; nesnášenlivost pěstování luskovin po sobě. Domníváme se, že pravděpodobně tyto nároky luskovin nám snížily výnos během druhého cyklu.

Sušina

Hmotnost sušiny rostlin byla stanovena jen z druhého pěstebního cyklu pro barevné skupiny rostlin. Zjistily jsme, že podle grafického znázornění (Obr. 7.) je nejnižší hmotnost sušiny u rostlin před bílou plochou oproti ostatním skupinám, kdy rozdíly nejsou tak výrazné. Jak uvádí Šebánek a kol. (1983), množství sušiny je závislé na dosaženém množství velikosti listové plochy asimilačních orgánů. Pravděpodobně ze stejných důvodů jak již uvádíme u chemického složení rostlin (viz. výše) je právě opět ve vztahu k ostatním charakteristikám nejnižší hmotnost sušiny u rostlin před bílou zdí.

Velikost listové plochy

V porovnání se listové plochy I. a II. měření statisticky nelišily. Hlavním důvodem byl nedostatek získaných dat pro statistické zhodnocení, výsledky hodnot pravděpodobnosti jsou neprůkazné pro hladinu významnosti $> 0,05$.

Rozdíl je znatelný pouze u grafického rozmístění velikosti listové plochy mezi I. a II. pěstebním cyklem. Rostliny z prvního pokusu dosahovaly vyšších výšek a rozloha listů byla nejrozsáhlejší v polovině výšky rostlin. Zatímco během druhého cyklu byl větší počet drobnějších listů soustředěných hlavně v přízemní části rostlin.

Domníváme se, že možnými příčinami mohou být odlišné podmínky během průběhu pokusů v interiéru skleníku, kdy například až během druhého cyklu byly ve skleníku zabudovány absorbery na pohlcování záření. Jak uvádí Šebánek a kol. (1983) je důležité neefektivnější využití produktů fotosyntézy pro celkový metabolismus, růst a vývoj rostlin. Dále jak uvádí Šnobl a Pulkrábek (2005) i roční období a vyšlechtění odrůd, přemnožení škůdců atd.

Růstové charakteristiky rostlin

V grafech (Obr. 11. a 12.) jsou vyjádřené týdenní přírůstky výšky rostlin z I. a II. pěstebního pokusu pro jednotlivé skupiny barev před kterými byli rostliny vysazeny. Se získaných hodnot jsme z grafického znázornění zjistili nejnižší vzrůst u skupin rostlin před bílou zdí v obou cyklech měření. Nejvyšší vzrůst v obou pěstebních cyklech se nám prokázal u rostlin před oranžovou zdí.

V prvním pokusném cyklu se začalo s měřením až v šestém týdnu od zasetí, a provedlo se pouze 5 měření v týdenních intervalech. U druhého pěstebního cyklu se

začalo s měřením výšek již po třetím týdnu od zasetí. Rostliny vykazují u obou pěstebních cyklů lineární růst s kolísavými rozdíly v jednotlivých skupinách barev. V prvním pokusném cyklu dosáhly rostliny vyšších výšek ve všech skupinách oproti druhému měření. Obě měření trvala průměrně stejný počet dnů (± 80 dní). Příčinou menšího vzrůstu rostlin během II. pěstebního cyklu mohou být odlišné podmínky během průběhu pokusů v interiéru skleníku, kdy například až během druhého cyklu byly ve skleníku zabudovány absorbéry na pohlcování záření. Byly značné problémy se škůdci a chorobami, kdy bylo použito chemické i biologické ochrany rostlin během druhého cyklu. Dále i roční období a vyšlechtění odrůd.

Mezi skupinami rostlin rozdělených podle různých barev zdi, před kterou byly vysazeny jsme z II. pěstebního cyklu 7.9.-1.12. 2006 získaly průkazné statistické rozdíly růstových charakteristik rostlin. V testu jsme zjistily ze získaných dat, že jednotlivé skupiny barev rostlin se nám statisticky liší ve všech růstových charakteristikách (výška rostlin, počet listů, délky a šířky lístků).

Z dat získaných týdenním měřením jsme statisticky zjistily, že odlišné barevné prostředí má vliv na růst rostlin a jejich částí. Tyto předpoklady, odlišné barevné prostředí skupin rostlin, jsme měly i u statistického zhodnocení intenzity transpirace, čerstvé nadzemní biomasy a velikosti listové plochy. Bohužel, pravděpodobně pro malé množství získaných dat nám vyšli statisticky neprůkazné podmínky prostředí na výše uvedené charakteristiky rostlin.

6. ZÁVĚR

V práci se nám neprokázal zásadní vliv odraženého záření od různě barevných stěn na intenzitu transpirace, množství vyprodukované nadzemní biomasy, velikosti listové plochy.

Pro prokázání vlivu odraženého světla o různém spektrálním složení na růst rostlin a pochody probíhající v rostlinách by bylo třeba provést více pěstebních pokusů. Získalo by se více objektivních dat vztahující se k růstu rostlin a jejich prostředí.

Vliv odraženého záření v závislosti na různém spektrálním složení se nám potvrdil u naměřených průměrných týdenních přírůstků rostlin. Kdy byly zjištěny statistické rozdíly skupin rostlin rozdělených dle barevného prostředí. Vliv různě barevného prostředí mezi skupinami se nám prokázal ze získaných měření pro výšku rostlin, počet listů, děložní list, list z 3. a 5. patra.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Dykyjová D. a kol. (1989): Metody studia ekosystémů. - Academia Praha, s. 692.

Gates, D. M. (2003): Biophysical ecology. Dover Publications, Inc., Mineola, New York. 611 p.

Haspelová – Horvatovičová A. (1981): Asimilačné farbivá v zdravej a chorej rastline. – VEDA vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied Bratislava, s. 308.

Hejnák V a kolektiv (2005): Fyziologie rostlin. – Skripta, Zemědělská univerzita v Praze, s. 159

Jeník J., Pazourek J., Roubal J., Střihavková H. a Šmídová M. (1965): Botanika. – Státní pedagogické nakladatelství Praha, s. 284.

Lambers H., Chapin III F. S., Pons T. L. (eds.) 1998: Plant physiological ecology. Springer-Verlag, New York. 540 p.

Larcher W. (1988): Fyziologická ekologie rostlin. - Academia Praha, s. 368.

Lepš Jan (1996): Biostatistika. – Skripta JU BF, České Budějovice, s. 166.

Pavlová Libuše (2005): Fyziologie rostlin. – Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství KAROLINUM., s. 253.

Penka M. (1972): Biologické základy meliorací (Úvod do fyziologie zavlažovaných rostlin). – Skripta, Vysoká škola zemědělská v Brně, s. 260.

Penka M. (1985): Transpirace a spotřeba vody rostlinami. - Academia Praha, s. 256.

Procházka S., Macháčková I., Krekule J., Šebánek J. a kolektiv (1998): Fyziologie rostlin. - Academia Praha, s. 484.

Romanovský A. a kolektiv (1985): Obecná biologie. – Státní pedagogické nakladatelství Praha, s. 696.

StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA Cz [Software for data analyses], version 6. Tulsa

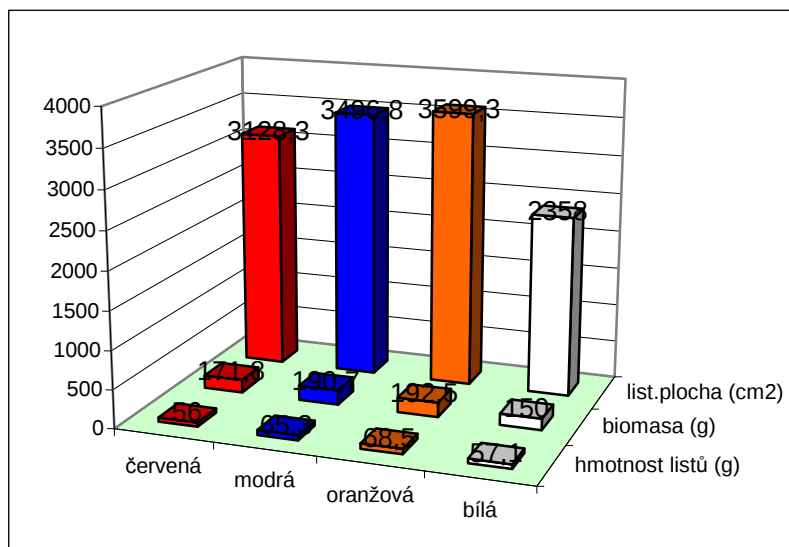
Šebánek J. a kol. (1983): Fyziologie rostlin. – Státní zemědělské nakladatelství Praha, s. 560.

Šnobl J., Pulkrábek J. a kolektiv (2005): Základy rostlinné produkce. – Skripta, Česká zemědělská univerzita v Praze, s. 172.

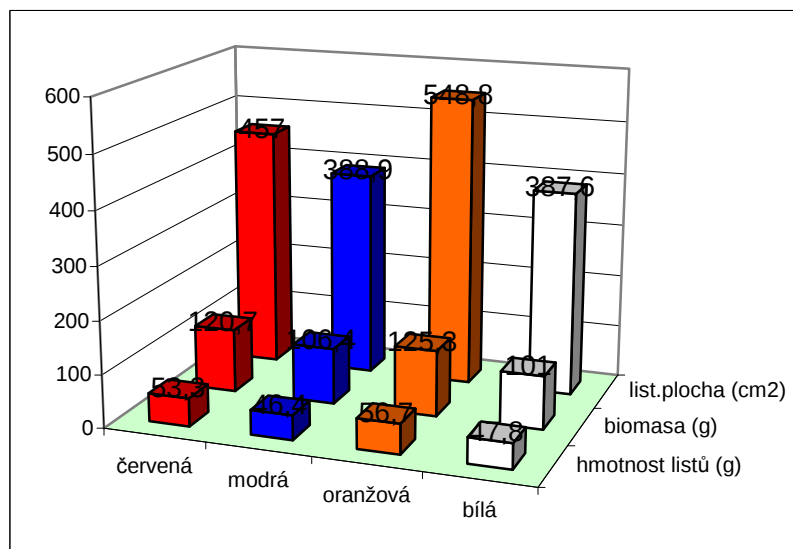
Zimolka J. a kolektiv (2000): Speciální produkce rostlinná – rostlinná výroba. – Skripta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, s. 245.

8. PŘÍLOHY

V prvním pěstebním cyklu měly rostliny značně větší listovou plochu k podílu hmotnosti čerstvé biomasy, jak je uvedeno na Obr. 12. Z Obr. 13. je patrné větší množství čerstvé biomasy k velikosti listů, kdy během II. pěstebního cyklu dosahovaly rostliny menších výšek oproti I. pokusnému cyklu.



Obr.12. V obrázku jsou znázorněny průměrné hmotnosti listů, celkové hmotnosti biomasy k velikosti listové plochy pro jednotlivé barevné skupiny rostlin z prvního pěstebního cyklu.



Obr. 13. V obrázku jsou znázorněny průměrné hmotnosti listů, celkové hmotnosti biomasy k velikosti listové plochy pro jednotlivé barevné skupiny rostlin z druhého pěstebního cyklu.

Pohled na fazole z II. pěstebního cyklu - 3. týden po zasetí a záběr z týdenního měření:



Záběry z destruktivního odběru biomasy z I. pěstebního cyklu:



náhled na velikost fazolí z I. a II. pokusného cyklu před destruktivní sklizní:

