

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Obor: Agroekologie

Katedra: Biologických disciplín

Adaptace orchideje *Macodes petola* na zastínění

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Doc. RNDr. Hana Čížková, CSc.

Autor:

Jana Sychrová

České Budějovice

Duben 2009

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a použitou literaturu jsem řádně citovala.

V Českých Budějovicích

Podpis

Poděkování:

Děkuji paní Doc. Haně Čížkové, CSc. za odborné vedení, ochotu a trpělivost, za její cenné rady a volný čas, který mi věnovala při zpracování bakalářské práce.

Dále děkuji panu Mgr. Bohumilu Vondrušovi, který pro pokus věnoval substrát pro orchideje.

Anotace

Orchidej *Macodes petola* roste terestricky na Sumatře, Jávě, v Malajsii a na Filipínách ve vlhkých stinných deštných lesích. Zkoumané orchideje vyžadují silné zastínění.

Bakalářská práce se zabývá adaptací orchideje *Macodes petola* na zastínění. Cílem práce bylo srovnat rychlost růstu rostlin pěstovaných v kontrolovaných laboratorních podmínkách při různých ozářeních.

Bylo zjištěno, že *Macodes petola* je schopna růst a dobře prospívat při ozáření $5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (270 luxů), což odpovídá relativní ozáření 0,2 %.

Annotation

The orchid *Macodes petola* grows terrestrially on Sumatra, Java, in Malaysia and on Philippines on the floor of tropical rainforests. The orchid species demands great shadow.

The work is focused on the adaptation of the orchid *Macodes petola* to shading. The aim of the work was to compare the growth rate of plants grown in controlled laboratory conditions at different irradiances.

It was found out that *Macodes petola* is able to grow well at irradiance of $5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (270 lux), which means relative irradiance of 0,2 %.

Obsah:

1. Úvod.....	1
2. Literární přehled.....	2
2.1. Vstavačovité.....	2
2.2. Světová ochrana orchidejí.....	2
2.3. Ekologické nároky orchidejí.....	4
2.3.1. Teplota.....	4
2.3.2. Světlo.....	5
2.3.3. Vlhkost.....	5
2.3.4. Minerální výživa.....	6
2.4. Přírodní podmínky tropů.....	6
2.5. Physurinae.....	7
2.6. Charakteristika rodu <i>Macodes</i>	8
2.7. Druh <i>Macodes petola</i>	8
2.8. Pěstování <i>Macodes petola</i>	9
2.9. Záření jako faktor prostředí.....	10
2.9.1. Oslabování záření atmosférou.....	10
2.9.2. Distribuce záření.....	11
2.9.3. Adaptace rostlin k lokálnímu radiačnímu klimatu.....	12
3. Metodika.....	14
3.1. Růstová analýza.....	14
3.1.1. Základní pojmy.....	14
3.1.2. Metody růstové analýzy.....	16
3.1.3. Specifická rychlost růstu listové plochy (RA), popřípadě jiných orgánů.....	17
3.2. Uspořádání pokusu.....	18
3.3. Měřené veličiny.....	20
3.3. Měřené veličiny.....	21
3.3.1. Měření listové plochy.....	21
3.4. Vyhodnocení dat.....	22
4. Výsledky.....	23

4.4. Celková délka stonku	23
4.5. Počet vytvořených listů	25
4.6. Počet živých listů	27
4.7. Celková listová plocha	29
4.8. Celková sušina listů	31
4.9. Průměrné hodnoty měřených charakteristik na konci pokusu	33
4.10. Rychlost přírůstku listové plochy	34
4.11. Specifická listová plocha	40
5. Diskuse	41
6. Závěr	42
7. Literatura	43
8. Přílohy	44
9. Fotografické přílohy	52

1. Úvod

Orchideje patří mezi vývojově nejpokročilejší rostliny. Jsou tak specializované a přizpůsobené určitému prostředí, že se těžko mohou vyrovnat se změnami prostředí. Jednotlivé druhy proto nemohou pronikat do výrazněji odlišného prostředí, a proto je jejich areál velmi malý. Je-li druh citlivý a populace malá, snadno vymizí při zásahu ovlivňujícím vegetaci. Může to být i málo zřetelná změna mezidruhové konkurence, vodního režimu nebo chemismu půdy.

Sluneční záření je zdrojem tepelné a světelné energie. Tyto složky energie jsou pro život rostlin nezbytné. Každý rostlinný druh má určité požadavky na světlo. Zkoumané orchideje *Macodes petola* patří mezi druhy stínomilné. Využívají stanoviště v šerém podrostu tropických deštných lesů, která jsou pro jiné rostliny nepříznivá pro nedostatek světla. Tropický prales má tak husté korunové patro stromů, že sluneční paprsky neproniknou až na povrch půdy. Proto se rostliny musely adaptovat na zastínění v extrémní míře.

Macodes petola je druh chráněný podle Přílohy II mezinárodní úmluvy CITES, a přesto o ní není k dispozici ani jedna publikace v mezinárodně nejuznávanější databázi vědeckých publikací Web of Science. Abychom dokázali tuto orchidej pěstovat a chránit, je důležité poznat co nejlépe její biologii.

Hlavním cílem mé práce bylo srovnat rychlost růstu u rostlin *Macodes petola* pěstovaných v kontrolovaných laboratorních podmínkách při různé ozáření.

2. Literární přehled

2.1. Vstavačovitě

V rámci říše rostlin byly orchideje (vstavačovitě – *Orchidaceae*) dlouho považovány za druhově nejbohatší čeleď. V současnosti jsou již co do počtu druhů za nejrozsáhlejší čeleď považovány hvězdnicovitě – *Asteraceae* a vstavačovitě jsou řazeny na druhé místo. Odhaduje se, že čeleď vstavačovitě čítá okolo 30 000 druhů. Jinými slovy nejméně každý desátý rostlinný druh na Zemi je orchidej. Je nutné zmínit, že většina orchidejí patří i mezi rostliny nejvíce ohrožené.

Naprostá většina vstavačovitých roste v tropických a subtropických oblastech Ameriky, Asie, Afriky a Austrálie. Těžištěm výskytu pak jsou americké a asijské tropy, kde rostou více než tři čtvrtiny dosud známých druhů orchidejí. Směrem od rovníku k pólům druhové bohatství rychle ubývá, nicméně některé orchideje lze nalézt také až za polárním kruhem (např. *Kalypso bodalis*, *Goodyera repens*, *Pseudorchis albida* atd.). Z oblasti Evropy (včetně severní Afriky, Blízkého východu a evropské části Ruska) je známo téměř 500 druhů. V České republice bylo dosud zaznamenáno 70 druhů a poddruhů orchidejí. Toto číslo však není konečné (Průša, 2005).

2.2. Světová ochrana orchidejí

Orchideje jsou celosvětově velmi ohroženou skupinou rostlin. Jakožto vysoce specializované organismy se zvláště špatně vyrovnávají s radikálními a drastickými zásahy do původní přírody. Důvodem vysokých požadavků na neměnnost ekologických poměrů životního prostředí je symbiotický vztah s houbami a komplikovaný proces klíčení semen orchidejí. Jakákoliv drobná změna v okolí rostlin může poškodit nebo zcela zlikvidovat houbové hyfy, na nichž jsou orchideje existenčně závislé. Orchideje tak mohou vymírat i v relativně nepoškozené a na první pohled zcela „zdravé“ krajině.

Navíc v tropickém pásmu celého světa pokračuje obrovským tempem tvorba tzv. kulturní krajiny – statisíce hektarů deštného pralesa i horského lesa jsou necitlivě káceny a přeměňovány v suchou a erozí sužovanou kulturní polostep nebo, v lepším případě, v monokulturní porosty rychle rostoucích a často nepůvodních dřevin. Společně s celými přirozenými ekosystémy tak nenávratně mizí i původní rostlinná společenstva. Jen malá část orchidejí má šanci uchytit se na druhotných stanovištích např. na ovocných stromech, v parcích, na mezích nebo ve vysázených lesích s umělou, člověkem určenou skladbou dřevin (Ježek, 2003).

Aby byly alespoň částečně zmírněny negativní dopady lidské činnosti na světovou populaci orchidejí, byla celá čeleď vstavačovitých vložena do seznamů CITES. Pod touto zkratkou se skrývá světová úmluva o mezinárodním obchodě s volně žijícími druhy živočichů a rostlin (Ježek, 2003). V případě tropických orchidejí jsou legislativní omezení obchodu nutná pro zachování druhů, poněvadž s nimi se obchoduje především (Buttler, 1996). Vzhledem k vysokému stupni ohrožení byly všechny botanické druhy orchidejí bez výjimky zaneseny do tzv. Přílohy II – což je kategorie rostlinných a živočišných druhů, které „mohou být ohroženy, pokud mezinárodní obchod s nimi nebude přísně regulován“ (Ježek, 2003). Ještě ohroženějšími a mnohem přísněji chráněnými orchidejemi jsou pak druhy vložené do Přílohy I – patří k nim všichni „čistokrevní“ příslušníci rodů *Paphiopedilum* spp. (střevíčník), *Phragmipedium* spp. a dále druhy *Dendrobium cruentum*, *Laelia jongheana* (lélie), *Laelia lobata* (lélie), *Renanthera imschootiana*, *Aerangis elysii* a *Peristeria elata* (www.cizp.cz, 18.3.2008).

V dnešní době je teoreticky nemožné jakékoliv druhy orchidejí v přírodě soukromě nasbírat a transportovat přes hranice. Pokud člověk nezíská příslušná vývozní a dovozní povolení, příp. fytopatologické osvědčení, nesmí být přes hranice transportovány ani rostliny vypěstované v umělých kulturách. I terénní sběry pracovníků botanických zahrad a jiných institucí jsou velmi přísně kontrolovány a k jejich realizaci je potřebná řada povolení (Ježek, 2003).

V současnosti spočívá ekonomické využití orchidejí především v okrasném zahradnictví nebo květinářství. Obchod s uměle vyšlechtěnými kultivary atraktivních tropických druhů dosahuje celosvětově vysokého obratu. Poptávka po exotických rostlinách bohužel podněcuje i nezákonný obchod s planě rostoucími druhy, a tak stále dochází k drancování ohrožených lokalit vzácných a vymírajících druhů (Pruša, 2005).

2.3. Ekologické nároky orchidejí

Dušek a Křístek (1986) uvádějí, že čeleď orchideovitých má několik ekologických charakteristik, které jsou společné všem druhům, do ní patřícím. Jsou to: vazba na houby, s nimiž žijí v mykotrofii, vazba na opylovače, malé nároky na minerální výživu a malá konkurenční schopnost vůči jiným rostlinám.

Nejdůležitějším ekologickým faktorem, který na orchideje působí od jejich vzniku ze semen, jsou houby, s nimiž žijí v mykotrofických vazbách. Je tomu tak i v případech, kdy orchideje v dospělosti přešly plně na autotrofní způsob výživy. Spojení s houbou je, až na nepatrné výjimky, bezpodmínečně nutné pro vyklíčení jejich semen a pro další počáteční fáze ontogeneze. Zde se kombinují ekologické nároky houby s ekologickými nároky orchideje, a proto obvykle v širokém areálu jednotlivých druhů orchidejí se rostliny skutečně vyskytují jen na místech, kde jsou splněny podmínky pro oba organismy.

Nároky tropických orchidejí na hlavní životní faktory – teplotu, světlo, vlhkost a výživu – jsou u jednotlivých skupin různé.

2.3.1. Teplota

Každá vegetační formace, v níž rostou orchideje, má ustálené teplotní poměry. Orchideje tropických deštných lesů a jejich obdoby ve vyšších polohách vyžadují vysokou a vyrovnanou teplotu. Poklesy pod 15 °C mohou být pro ně smrtelné. Druhy tropické zóny rostoucí v horských oblastech vysoké teploty nesnášejí, zato vydrží hodnoty pod 10 °C. Mnohé orchideje vyžadují poklesy teploty podle zákonů stadijního vývoje. Bylo zjištěno, že teplotní výkyvy mají pro růstové rytmy orchidejí větší vliv než světlo, zvláště délka světelného dne. Teplota působí v korelaci se světlem. Nedostatečný světelný požitek krátkých dnů na přelomu roku je možné u kultivovaných orchidejí do jisté míry kompenzovat snížením teplot na nejnižší možnou hranici.

2.3.2. Světlo

Jednotlivé skupiny orchidejí jsou přizpůsobené určitému světelnému příkonu a tomu odpovídá i jejich anatomická stavba. Intenzita slunečního svitu v tropické zóně málo kolísá vzhledem k nevýrazným výkyvům ve slunečních drahách. V tropických oblastech dopadá za bezmračné oblohy na povrch korunového patra zhruba 100 000 luxů (což odpovídá přibližně 1850 $\mu\text{mol fotonů m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). V korunách hlavního patra světla rychle ubývá a na půdu dopadne jen 0,1 % plného slunečního svitu. K představě o světelných nárocích orchidejí poslouží následující údaje: Některé druhy rodů *Oncidium*, *Vanda*, *Renanthera* a *Dendrobium* bez úhony snesou plné oslunění. Dospělé rostliny rodu *Cattleya* snesou 45 000 luxů, *Odontoglossum* a *Cymbidium* 15 000 luxů, *Paphiopedilum* a *Phalaenopsis* jen 7 500 luxů. Největší stín vyžadují podrostní orchideje rodů *Macodes*, *Anoectochillus* apod. Podobně jako ostatní rostliny i orchideje se přizpůsobují světelným poměrům. Druhy rostoucí v zástínu mají větší a tenčí listy, sytě zbarvené vyšším obsahem chlorofylu a na lící straně nemají obvykle anthokyan. Četné orchideje mají schopnost kompenzovat nedostatek světla zintenzívněním mykotrofie. Druhy vystavené vysokému osvětlení mají ztlustlé listy se silnou, často stříbřitou nebo antokyanem zbarvenou pokožkou a ke slunci jsou orientované hranou. Řada těchto adaptací je víceúčelová a zajišťuje rostlině ochranu též před nadměrnou transpirací.

2.3.3. Vlhkost

Voda je často limitujícím faktorem života orchidejí v tropech a subtropích. Platí to zejména o epifytech, které nemohou čerpat půdní vodu. Rostou sice v oblasti s vysokým úhrnem dešťových srážek, ale musí překonávat kratší nebo delší období sucha, zdůrazněné vysokými teplotami a silným osvětlením. Déle trvající sucho, které by vedlo k sesychání pahlíz, jim neprospívá.

2.3.4. Minerální výživa

Orchideje dovedou velice úsporně využívat minerální látky. Geofytní druhy zajišťují svou potřebu minerálních látek kořenovým vlášením a živiny jim dodávají i houby. Epifytní druhy přijímají minerální výživu povrchem všech vegetativních orgánů.

2.4. Přírodní podmínky tropů

Tropická zóna se rozkládá mezi obratníky Raka a Kozoroha. Užší pás kolem rovníku se nazývá rovníková zóna. Podle jiných definic je tropickou zónou pás mezi 10° s.š. a 10° j.š. nebo oblast kolem rovníku, v níž průměrná roční teplota se rovná nebo je větší než +20°C.

Proudění vzduchu na Zemi, akumulace tepla v oceánech a na pevninách i utváření terénu způsobily, že tropická zóna neprobíhá přesně podle rovnoběžek, ale má na některých místech od nich značné odchylky. Dalším faktorem, který ovlivňuje přírodní podmínky uvnitř tropické zóny, je nadmořská výška. V této zóně se proto vyskytují i klimatické podmínky subtropů až velehor s věčným sněhem a ledem. Největší plocha souše náležející tropické zóně je v Jižní Americe, v Africe a v jihovýchodní Asii.

Rozložení tropické zóny na zeměkouli určuje specifické klima. Teplota je v ní celý rok značně vysoká a v průměru dosahuje 25-28°C. Teplotní rozdíly během roku nepřesahují 5-10°C, jsou v ní i místa, kde teplotní kolísání má hodnotu 1-3°C. Teplota je v tropech vyrovnaná i během dne. Teplotní rozdíly mezi dnem a nocí jsou v průměru 6-11°C, přičemž noční teploty většinou neklesají pod 20°C. Přes vysoký příkon slunečního záření v tropické zóně nepřesahuje teplota vzduchu 32-35°C, protože vzduch je v ní ochlazován odpařováním vody.

V tropech spadne nejvíce srážek na zeměkouli. Celkový jejich roční úhrn kolísá od 1 500 mm do 12 888 mm. Srážky jsou tu přívalové a nejvíce jich spadne v době jarní a podzimní rovnodennosti. Na množství srážek má největší vliv moře. Vanou-li

převládající větry od moře, jsou nasycené vodní párou, která se po ochlazení vysráží nad souší. S vysokým úhrnem srážek v tropické zóně a s její vysokou teplotou je spojena i vysoká vlhkost vzduchu, která dosahuje celoročně 80-90%.

Ekologické podmínky tropů, hlavně klima a půda zformovaly skladbu organismů, které je obývají. Druhově nejbohatší ekosystémy na zeměkouli jsou tropické deštné lesy.

Tropický deštný les je patrovitý. Horní patro tvoří stromy vysoké 30-50 m, některé až 80 m. Jsou řídkce roztroušené po ploše lesa. Střední stromové patro je patrem hlavním. Tvoří je stromy vysoké 10-30 m s úplným korunovým zápojem. Koruny stromů tohoto patra jsou hustě porostlé epifyty a liánami, které zápoj ještě více zahušťují. To má rozhodující vliv na světelné poměry pod ním. Na půdu v tomto lese proniká jen 1% z plné intenzity slunečního záření, které dopadá na povrch korun hlavního stromového patra. Podrost tvoří řídkké keřové patro doplněné o stínomilné stromy nižšího vzrůstu, o mladé stromy druhů z vyšších pater a byliny, které jsou stínomilné.

Půdy tropických oblastí jsou specifické a výrazný podíl na jejich vzniku má klima. Půdy tropických deštných lesů jsou velmi hluboké, často až 10 m mocné, živinově však velmi chudé. Značný úhrn srážek způsobuje jejich vymývání a živiny jsou splachovány do podzemních vod. Živiny přístupné pro vegetaci jsou v podstatě soustředěny jen do povrchové vrstvy půdy, která je tvořena humusem z organického opadu rostlin, trusu a mrtvých těl živočichů (Křístek, Dušek, 1997).

2.5. *Physurinae*

Tento rozsáhlý subtribus čeledě *Orchideaceae* obsahuje 30 rodů. Zahrnuje formy rostlin s dužnatými, poléhavými nebo vzpřímenými oddenky a stonky a měkkými, často pestře zbarvenými listy. Na různých místech oddenků se vytvářejí kořeny. Květy jsou uspořádány ve vzpřímeném hroznu. Jsou drobné, zpravidla bělavé a střední sepal a petaly tvoří přílbovitý útvar. Všechny druhy rostou terestricky v lesích a štěrbinách skal, vyžadují proto humózní půdy a silné zastínění (Dušek, Křístek, 1986).

2.6. Charakteristika rodu *Macodes*

Rod zahrnuje 10 druhů, které jsou rozšířeny od Malajsie, Sumatry a Jávy po Novou Guineu. Rostou většinou terestricky (Röth, 1983).

V přírodě se rod *Macodes* vyskytuje v Malajsii, Nové Guinei a na Sumatře, kde roste v nížinných deštných lesích ve výšce od 100 do 800 m nad mořem ve vlhkém opadu (www.orchidspng.com, 1.12.2008).

Rostliny rodu *Macodes* mají plazivé oddenky a růžicovitě nebo střídavě uspořádané listy na krátké dužnaté lodyze. Listy jsou sametově zelené nebo bronzové se světlou, stříbrnou nebo nazlátlou nervaturou, ohraničující i různě zbarvená políčka. Zbarvením listů se řadí mezi nejkrásnější rostliny. Květenství nese mnoho drobných květů. Drobné, nevýrazné květy jsou hnědavé s bílými špičkami tepalů (www.orchidspng.com, 1.12.2008).

2.7. Druh *Macodes petola*

Macodes petola je jedním z několika druhů vstavačovitých rostlin, které jsou známy v anglickém jazyce jako „Jewel orchids“, v ruském jako „драгоценные орхидеи“, v německém jako „Juwel Orchideen“ a v českém jako „Klenoty orchidejí“.

Původně ji popsal C. L. Blume jako *Neottia petola* (www.orchidspng.com, 1.12.2008). Röth (1983) uvádí, že ji C. L. Blume našel v roce 1840.

Rostliny druhu *Macodes petola* mají silný dužnatý stonek, dosahující výšky kolem 20 cm, který nese široce oválné, asi 6,5 cm dlouhé listy. Jsou sametově zelené, protkané zlatově lesklými podélnými i příčnými nervy, a bronzově skvrnitě. Květy na 25 cm vysokém stvolu jsou hnědorůžové s bílým pyskem, necelý centimetr velké. Druh roste terestricky na Sumatře, Jávě, v Malajsku a na Filipínách (Haager 1992, Křístek, Dušek, 1997). Dle Rötha (1983) roste ve vlhkých stinných deštných pralesích v nadmořské výšce od 300 do 1 400 m.

2.8. Pěstování *Macodes petola*

Orchideje rodu *Macodes* jsou pěstovány pro své atraktivní listy. Pro úspěšné vypěstování *Macodes petola* v tuzemských podmínkách je nutné, aby noční teplota byla vždy o 4 °C nižší než ve dne. Například, pokud je ve dne + 25 °C, v noci by měla dosahovat + 21 °C (www.orchidee.ru, 1.12.2008). Vzhledem k podmínkám na přirozených stanovištích rostliny *Macodes* ve skutečnosti dávají přednost vyšším teplotám v rozmezí 26 °C až 32 °C ve dne. Noční teploty by neměly klesnout pod 18 °C (www.orchidweb.com, 1.12.2008).

Tento druh orchideje vyžaduje silné stínění. *Macodes petola* potřebuje také vysokou vlhkost vzduchu mezi 80 až 90%. Příliš suchý vzduch se negativně projevuje na růstu i rozvoji (www.orchidee.ru, 1.12.2008). Proto rostliny prospívají pouze v zasklených vitrínách nebo skleněných nádobách, kde se udrží stabilní vysoká vzdušná vlhkost, doplňovaná častým mlžením (Křístek, Dušek, 1997).

K zalévání a rosení se využívá voda měkká nebo filtrovaná. Nesmí se přelít. Nadměrná vlhkost může způsobit problémy jako je kořenová hniloba a infekční bakterie (www.orchidweb.com, 1.12.2008).

Jako substrát se nejlépe osvědčuje směs kůry jehličnatých stromů s rašelinou, hrubozrnným pískem a substrát získaný rozkladem opadaných listů. Pro úspěšné pěstování má být pH substrátu v rozmezí od 5 do 6,5. Při nízkém nebo vyšším pH nejsou kořeny schopny přijímat železo, které je potřeba pro zelenou barvu listů. Je třeba používat hnojiva, která jsou určena pro pěstování orchidejí. Obvyklá hnojiva používaná pro pokojové rostliny mají nevhodné složení a jejich dávkování je pro *Macodes petola* příliš vysoké. Má negativní vliv na kořeny, které černají a odumírají (www.orchidee.ru, 1.12.2008).

V tuzemských podmínkách se množí vegetativně, tj. dělením prýtu na více částí, a řízkováním. Při vegetativním dělení se doporučuje na každou novou rostlinu ponechat nejméně tři výhonky. Řízkování je možné, pokud na prýtu s vyvinutými listy jsou vyvinuty i kořeny. Takovou část rostliny lze odříznout, řez dezinfikovat, nechat zaschnout a poté řízek zasadit (www.orchidee.ru, 1.12.2008).

Rostlina kvete od zimy do jarních měsíců. Tvoří květenství hnědavě bílých trojúhelníkovitých květů o délce 20,32 až 25,4 cm. Květy nemají žádnou vůni. Kvete asi měsíc (www.orchidweb.com, 1.12.2008).

2.9. Záření jako faktor prostředí

2.9.1. Oslabování záření atmosférou

Záření jako faktor prostředí podrobně charakterizovali Slavíková (1983) a Larcher (1988).

Na vnější hranici zemské atmosféry je intenzita záření $1,39 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ (solární konstanta). Z tohoto záření však dosáhne zemského povrchu průměrně pouze 47 %. Více než polovina záření je ztracena. Odráží se bezprostředně zpět do vesmíru v důsledku refrakce a difrakce v horních vrstvách atmosféry a především v důsledku odrazu od oblaků, nebo je rozptylováno nebo pohlcováno oblaky a částicemi rozptýlenými ve vzduchu. Ze záření, které dosáhne půdního povrchu nebo rostlinného pokryvu, asi polovina prochází atmosférou přímo, zatímco zbytek je rozptylován vzduchem a oblaky. Podle zeměpisné šířky místa, jeho nadmořské výšky, povahy terénu a hustoty oblaků nastávají velké oblastní a místní rozdíly v hodnotách záření.

Tropické oblasti s vysokým tlakem vzduchu a s malou oblačností dostávají slunečního záření více, než činí jeho průměrné množství. Místo průměrných 47 % z dopadajícího záření proniká jasným obalem vzduchu nad suchými oblastmi 70 % záření.

Množství záření dopadající v oblasti Jihovýchodní Asie je přibližně $700 \text{ GJ}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{rok}$. V oblasti mírného pásma, kde se nachází naše republika, dopadá na povrch přibližně poloviční množství záření, než v tropické oblasti, a to $300 - 400 \text{ GJ}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{rok}$.

2.9.2. Distribuce záření

V rostlinných porostech probíhá fotosyntéza v listech rozložených patrovitě nad sebou, které se částečně překrývají a vzájemně zastiňují. Dopadající světlo je postupně absorbováno při průchodu těmito mnohými patry a větší jeho část je zužitkována.

Larcher (1988) uvádí příklady oslabování slunečního záření při průchodu různými typy porostů. V boreálním smíšeném lese smrku a břízy se z dopadajícího fotosynteticky účinného záření 10 % odráží od povrchu porostu, 79 % záření je absorbováno vrstvou, v níž je listoví nejhustší, 7 % záření se odráží od keřového patra a 2 % záření dopadají na bylinné a mechové patro. V borovém lese se od povrchu porostu odráží 12 % záření, stromové patro absorbuje 58 % záření, 28 % záření dopadá na bylinné patro a 2% záření na mechové patro. Na slunečnicovém poli se od povrchu porostu odráží 6 % záření, a porost postupně absorbuje 75 % záření, na půdu dopadá 19 % záření. Na kukuřičném poli porost odráží 7 % z dopadajícího záření, postupně je absorbováno 86 % záření a 7 % záření dopadá na půdu.

Pro usnadnění popisu úrovně osvětlení uvnitř nebo pod rostlinnými porosty zavedl (Wiesner 1907 in Larcher 1988) pojem relativní světelný požitek, který vyjádřil průměrným procentem z vnějšího světla nad porostem. V opadavých lesích a řídkých porostech jehličnanů mírného pásma dosahuje bylinného patra během vegetačního období v průměru 10 – 20 % z dopadajícího záření. Když jsou stromy holé, jeho průnik vzrůstá až na 50 – 70 %. V hustých jehličnatých lesích a v druhově bohatých tropických lesích klesá relativní ozářenost na povrchu půdy až na několik procent, nebo dokonce na méně než 1 %. Hranice pro život cévnatých rostlin leží obvykle v tomto rozmezí.

Úbytek záření v porostu závisí hlavně na hustotě listoví a na uspořádání listů. Hustota listoví může být kvantitativně vyjádřena jako pokryvnost listoví LAI (Watson 1947 in Larcher 1988). Kumulativní LAI udává celkovou listovou plochu nad určitou plochou půdy:

$$LAI = \frac{\text{Celková listová plocha}}{\text{Plocha půdního povrchu}}$$

Jednotky používané pro listovou plochu a pro plochu půdního povrchu jsou obvykle stejné (m^2), takže LAI je vlastně bezrozměrnou mírou hustoty rostlinného pokryvu.

2.9.3. Adaptace rostlin k lokálnímu radiačnímu klimatu

Vývoj a morfogeneze rostlin zahrnují z hlediska metabolismu několik typů adaptací k převládající kvantitě a kvalitě záření. Jsou to adaptace dané prostředím (modulační a modifikační) a adaptace genetické (evoluční) (Larcher, 1988).

Modulační adaptace probíhají rychle a jsou dočasné. Když se vrátí původní situace, vrací se i původní chování.

Modifikační adaptace rostlin probíhají během jejich vegetačního období. Strukturní znaky rostlin se uchovávají. Rostliny adaptované ke stínu vytvářejí velké listové povrchy a mají vysokou koncentraci chlorofylu a přídatných pigmentů v chloroplastech. V důsledku strukturních adaptací a aktivních metabolických procesů vytvářejí rostliny adaptované na intenzivní světlo větší množství sušiny s bohatším energetickým obsahem a jejich plodnost je vyšší. Rostliny přizpůsobené slabší intenzitě osvětlení se naopak vyznačují sníženou produkcí sušiny, účinnou syntézou bílkovin a malou respirací i oběhem vody. Tyto charakteristické vlastnosti způsobují, že se jim daří na stanovištích, kde je k dispozici jen malé množství energie.

Evoluční adaptace k záření mají svůj základ v genotypických změnách. Druhy rostoucí při světle o nižší intenzitě a ve stínu (sciofyty) a druhy rostoucí na slunci (heliofyty) a při intenzivním osvětlení (otevřená stanoviště vysokých hor, pouště a mořské pobřeží) vystihují genotypické rozdíly v nárocích na světlo a v odolnosti vůči intenzivnímu ozáření. Světlomilné rostliny se mohou přizpůsobit k zastínění, nikoli však stejnou měrou jako rostliny stínomilné, které se chovají analogicky.

Modulační, modifikační a evoluční adaptace umožňují citlivé přizpůsobení rostlin, které zaručuje nejvyšší možné využití dostupného záření. Je-li prostor vyplněn rostlinami hustě, což je charakteristický případ tropického lesa, pak je světla plně

využíváno právě proto, že různé životní formy a rostlinné druhy mají geneticky dané různé nároky na světlo a různou schopnost adaptace.

3. Metodika

3.1. Růstová analýza

Směr, který studuje produkci rostlin, a především jejich porostů, se dnes zpravidla nazývá produkční ekologií. Její principy i užití podrobně popisují např. Šesták a Čatský (Šesták, Čatský 1965) a Květ et al. (1971). Růstová analýza je soubor takových metod v produkční ekologii, jimiž se snažíme zachytit a pochopit jednotlivé součásti produkčního procesu. V užším slova smyslu se obvykle pod růstovou analýzou rozumějí metody ke zjišťování přírůstků rostlinné hmoty pomocí postupných jejích odběrů v několikadenních až několikátýdenních intervalech.

Výhodou růstové analýzy je to, že jejím východiskem jsou snadno zjistitelné hodnoty čisté produkce (tj. např. váha sušiny) a rozměrů asimilačního ústrojí (tj. obvykle listová plocha). Z uvedených hodnot a jejich časových změn se vypočítávají hodnoty charakterizující blíže produkční proces v závislosti na vnějších a vnitřních vlivech.

3.1.1. Základní pojmy

Produkcí se rozumí syntetická práce asimilující rostliny nebo porostu a lze ji vyjádřit množstvím vytvořené celkové sušiny nebo její definované části.

Produktivita čili výkon ve vytváření sušiny je přírůstek produkce za jisté období. Stanoví se u rostlinných porostů a společenstev a musí být vztažena na jednotku plochy porostu.

Hrubá produkce (brutto produkce) je dána teoreticky celkovou produkcí sušiny, včetně té, která byla za stejnou dobu prodýchána nebo jinak vydána, a té, která byla ztracena odumřením a opadem částí rostlinných orgánů.

Čistá produkce (netto produkce) je tvořena oním množstvím sušiny, které zůstává z hrubé produkce po odečtení podílů, které byly rostlinou ztraceny podýcháním a jiným výdejem i opadem odumřelých částí. Někdy se i zde (nejen u metod výměny plynů) používá termínu čistá asimilace (net assimilation).

Primární produkce je rovna hrubé produkci, zmenšené o podíl, který se ve stejné době prodýchal. Tento pojem se zavádí tam, kde lépe odpovídá povaze procesu tvorby sušiny, jako např. v pracích hydrobiologických. Může ho však být – tak, jak je zde definován – používáno ve všech případech růstové analýzy, kde jsou pro to předpoklady a nemusíme uvažovat jiné ztráty. U některých autorů se však pojem primární produkce kryje s čistou produkcí.

Müller (1962) in Šesták, Čatský (1965) uvádí, že zachováme-li pojem *produkce sušiny* jako nejobecnější, je mezi výše uvedenými pojmy tento vztah:

Primární produkce = hrubá produkce minus přímé ztráty sušiny dýcháním.

Čistá produkce = primární produkce minus ztráty sušiny opadem odumřelých částí rostliny.

Pro praktické účely růstové analýzy u suchozemských rostlin zavádějí někteří pracovníci termíny celková produkce, nadzemní produkce a podzemní produkce. Mezi těmito pojmy je možno vyjádřit jejich vzájemný vztah rovnicí:

Celková produkce = nadzemní produkce plus podzemní produkce.

Poměr obou složek celkové produkce je důležitým ukazatelem stavu rostliny.

Význam studia a analýzy čisté produkce sušiny rostlin je dán důležitostí této hodnoty pro život kulturních i planě rostoucích rostlin a jejich porostů a hospodářskou cenou těch rostlin, které jsou pěstovány pro určitý směr rostlinné produkce.

Pojem produkce v sobě vždy zahrnuje časový faktor, i když – na rozdíl od produktivity – blíže nedefinovaný (stejná produkce může některý porost dosáhnout za dobu podstatně odlišnou než jiný porost). Pro růstovou analýzu je důležité znát váhu sušiny živých částí rostlin v dané chvíli. Tento okamžitý stav tvoří větší nebo menší část čisté produkce a nazývá se zpravidla biomasa anebo prostě váha sušiny (na rostlinu nebo jednotku plochy).

3.1.2. Metody růstové analýzy

Jak uvádí Šesták a Čatský (1965), čistá produkce sušiny, jako projev aktivní látkové bilance rostlin, se projeví růstem v sušině u celé rostliny nebo jen u některých jejích částí, a to buď současně růstem objemovým i váhovým (roste počet a velikost buněk i jejich obsah), nebo pouze růstem váhovým (neroste počet a velikost buněk, ale sušina se ukládá v buňkách a mezibuněčných prostorech), nebereme-li v úvahu změny vyvolané rozdíly v příjmu a výdeji vody. Rozložení růstu podle jednotlivých orgánů je určeno stavem vývinu rostliny v daných podmínkách. Celkový růst rostliny nebo jednotlivých jejích orgánů je charakterizován popisem dynamiky růstových procesů pomocí hodnot, které byly pro tento účel navrženy jako nejvhodnější.

V růstové analýze jsou pro popis morfogenetického stavu rostlin nebo porostů nejčastěji potřebné tyto údaje pro každý vzorek:

- 1) Hmotnost sušiny a čerstvá váha jednotlivých orgánů (listy stonky, kořeny, rozmnožovací orgány atd.).
- 2) Podíly hmotností sušiny jednotlivých orgánů k celkové váze sušiny.
- 3) Počet, tvar a prostorové rozložení jednotlivých orgánů.
- 4) Rozměr asimilačního ústrojí, nejčastěji vyjádřený jako listová plocha, a jeho prostorové rozložení.
- 5) Poměr celkové asimilační plochy, popřípadě jiných hodnot, charakterizujících rozměry asimilačních orgánů (sušiny, obsahu bílkovin nebo celkového dusíku, chlorofylu) k celkové váze sušiny rostliny nebo porostu.
- 6) Poměr listové plochy ku hmotnosti listů.

K popisu růstových procesů se nejčastěji užívá těchto hodnot:

1) *Průměrná specifická (relativní) rychlost růstu (relativní přírůstek)* celé rostliny nebo jednotlivých jejích částí pro daný časový interval (*relative growth rate – R, RGR*), vyjádřená váhovým přírůstkem sušiny vztaženým na váhovou jednotku sušiny.

2) *Čistý výkon asimilace (net assimilation rate, unit leaf rate – E, NAR)*, což je průměrný přírůstek celkové hmotnosti sušiny (nebo jejích frakcí), vztažený obvykle

na jednotku asimilační plochy (listů) a méně často na jednotku hmotnosti listů, čerstvé nebo v sušině, na jednotku obsahu dusíku v listech, a to celkového nebo bílkovinného, popřípadě na jednotku obsahu chlorofylu, pro daný časový interval.

3) *Produktivita* čili *přírůstek produkce-C*, tak jak je definována (viz základní pojmy). Á význam především u porostů; zjišťujeme-li přírůstek *biomasy*, tj. hmotnosti sušiny živých částí rostlin v porostu, volíme pro *C* výraz *rychlost růstu porostu* (*crop grow rate* – odtud symbol *C*).

R vyjadřuje průměrný přírůstek hmotnosti sušiny za časovou jednotku, vztažený na jednotku váhy sušiny rostliny nebo porostu na počátku dostatečně krátkého časového intervalu mezi dvěma měřeními. Je měřítkem výkonu celé rostliny v čisté produkci sušiny v celém organismu (*vytváření biologického výnosu*) nebo v hospodářsky významných orgánech (*vytváření hospodářského výnosu*). *E (NAR)* je měřítkem čistého výkonu fotosyntetického aparátu za daný časový úsek v listech anebo v celé rostlině, zavedeme-li korekce i na účast ostatních orgánů rostliny ve fotosyntéze.

3.1.3. Specifická rychlost růstu listové plochy (RA), popřípadě jiných orgánů

Tato růstová charakteristika udává, jak rychle se rozvine listová plocha (popřípadě jiný orgán) vzhledem k maximální listové ploše (popřípadě velikosti příslušného orgánu). Počítá se podle vzorce:

$$R_A \% = \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1} * 100$$

Poměr specifické rychlosti růstu celé rostliny a specifické rychlosti růstu listové plochy $\left(\frac{R_A}{R}\right)$ rozhoduje o časových změnách v závislosti $\left(\frac{A}{W}\right)$, důležité pro výpočet *E* (Šesták a Čatský, 1965).

3.2. Uspořádání pokusu

Sazenice byly přesázeny 30.1. 2008 do vlhkého substrátu do květináčů o průměru 10 cm. Byly přiklopeny PET poklopem pro zachování dostatečné vlhkosti a ponechány při pokojové teplotě 20°C, aby zakořenily. Substrát s perlitem, určený k pěstování mladých rostlin orchidejí, byl vyroben firmou Slingerland (Hortimea groep – Holandsko).

Pro měření jsem vybrala patnáct rostlin, které jsem roztrídila podle velikosti a počtu listů. Jednotlivé rostliny byly popsány číslem od 1 do 15 od největší po nejmenší. Pak byly rozděleny do pěti trojic rostlin, kdy v každé trojici byly rostliny podobné velikosti. Z každé trojice jsem pak náhodně přiřadila po jedné rostlině do jedné ze tří experimentálních variant. Varianty byly pojmenovány s vysokou (dále jen označení V), se střední (S) a nízkou ozářeností (N).

Varianty pokusu se lišily rozdílnou úrovní osvětlení. Různých hladin ozářenosti jsem dosáhla pomocí hliníkové fólie a plátna, ze kterého jsem ušila povlaky na PET poklopy. Na poklopy varianty N jsem natáhla dvě vrstvy povlaků z plátna a poté je zcela obalila hliníkovou fólií, aby se zamezilo co nejmenšímu pronikání světla. Poklopy varianty S měly jen jednu vrstvu plátna a byly částečně obaleny hliníkovou fólií. Variantu V jsem přikryla jen PET poklopem pro úplnou ozářenost.

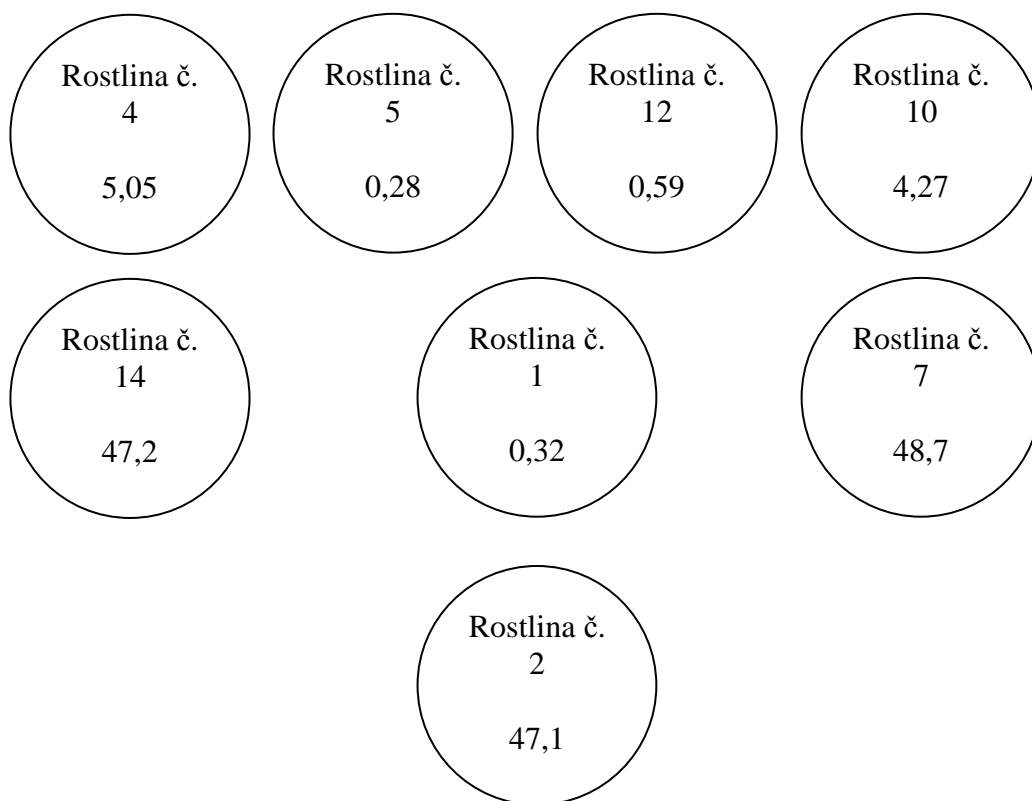
Dne 21.2.2008 byly rostliny umístěny do klimaboxu od firmy SANYO (model MLR – 351H) s nastavenou vlhkostí 50% a teplotou 25 °C. Ozářenost rostlin v klimaboxu je uvedena v datové příloze č. 1 a v tabulce č. 1. Byla měřena přístrojem LI – 250 A (LICOR, USA).

Tabulka č. 1: Průměrná ozářenost rostlin v klimaboxu během pokusu (průměr ± směrodatná odchylka)

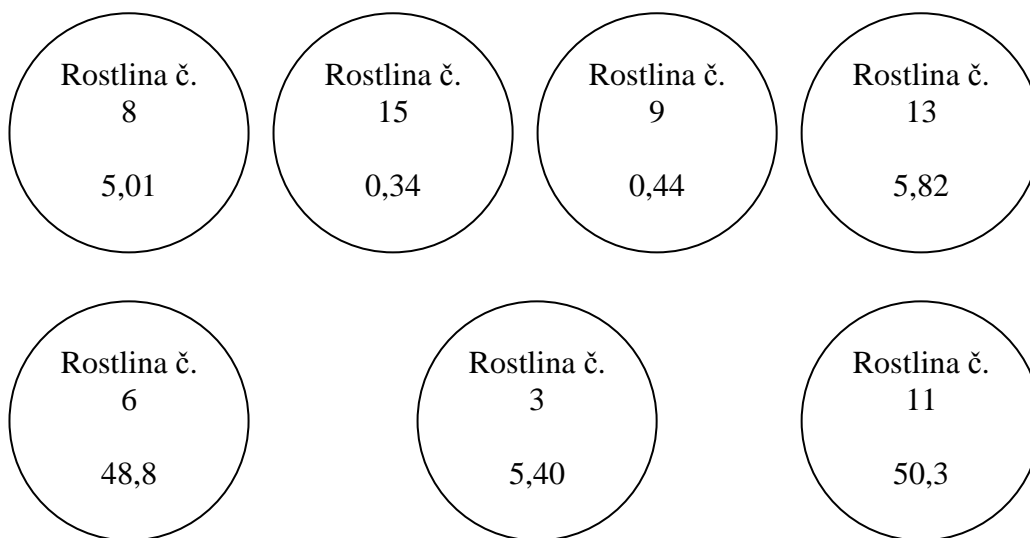
Název varianty	Ozářenost ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Rostlina č.
V (vysoká ozářenost)	48,42 ± 1,32	2, 6, 7, 11, 14
S (střední ozářenost)	5,11 ± 0,57	3, 4, 8, 10, 13
N (nízká ozářenost)	0,394 ± 0,12	1, 5, 9, 12, 15

Obr. č. 1.: Ozářenost jednotlivých nádob s rostlinami klimaboxu ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)

Horní police



Dolní police



3.3. Měřené veličiny

Rostliny jsem měřila v časovém rozmezí od 21.2.2008 do 22.10.2008 ve tří až čtyř týdenních intervalech. K měření jsem použila pravítko. Na každé rostlině jsem změřila délku stonku, šířku a délku listu, šířku a délku nerozvinutého listu. Hodnoty jsem zapsala do tabulek, které jsem následně přepsala do programu EXCEL.

3.3.1. Měření listové plochy

Po ukončení pokusu jsem změřila specifickou listovou plochu. Náhodně jsem vybrala z každé rostliny jeden list, ustříhla a změřila jeho šířku a délku. Listovou plochu jsem u varianty V určila váhovou metodou a u varianty S a N metodou scannerem.

U váhové metody jsem vystříhla z tenkého papíru čtverec o velikosti 10 x 10 cm a zvážila ho. Na stejný papír jsem obkreslila listy, vystříhla je a zvážila. Poté jsem spočítala pomocí trojčlenky skutečnou velikost listové plochy.

Při metodě scannerem jsem listy oskenovala do počítače pomocí programu ImageEditor ze skupiny ImagePals2Go a získané obrazové soubory převedla do jednobitové (černobílé) stupnice. Listovou plochu jsem pak stanovila v programu ScionImage z poměru černých pixelů k celkovému počtu pixelů obrazu.

Změřené listy jsem poté vysušila v sušárně při 85°C do konstantní hmotnosti. Specifickou listovou plochu jsem spočítala podle vzorce:

$$SLA = A/W$$

kde A – listová plocha, W – sušina listu.

3.4. Vyhodnocení dat

V programu EXCEL jsem dopočítala pro jednotlivé rostliny celkový počet stonků (ks), celkovou délku stonků (mm), celkový počet vytvořených listů (ks), celkový počet živých listů (ks), celkovou listovou plochu (cm²) a celkovou sušinu listů (mg). Na základě těchto údajů jsem vytvořila grafy – obrázek č. 2 – 6, které jsou uvedeny v kapitole 4.

4. Výsledky

Studované rostliny byly rozděleny do tří variant (varianta V, varianta S, varianta N). Každá varianta obsahovala 5 rostlin s odlišnou výškou stonku a různou ozářeností. Přehledy rostlin *Macodes petola* jsou uvedeny v příloze č. 2 – 4.

4.4. Celková délka stonku

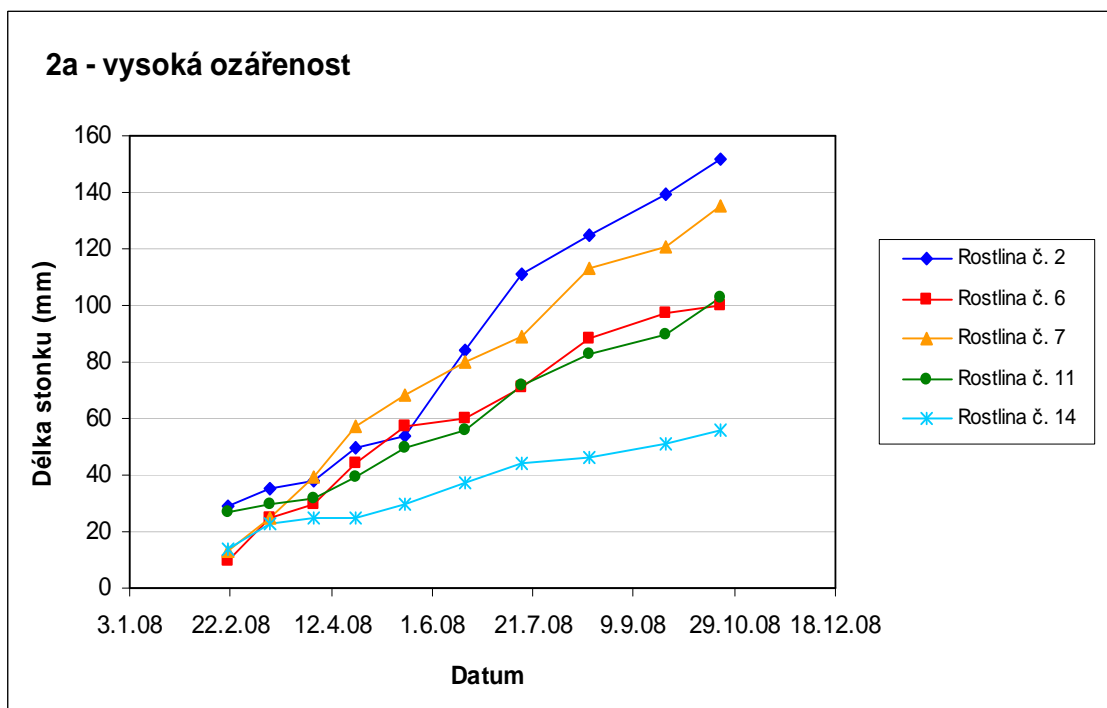
Obrázek č. 2 znázorňuje růst stonků rostlin *Macodes petola* při různé ozářenosti za období od 21.2.2008 do 22.10.2008. Z obrázku je patrné, že většina rostlin přirůstala po celou dobu pokusu. Růstové rychlosti se lišily v rámci variant, ale také mezi variantami.

Varianta s vysokou ozářeností: Nejvyššího vzrůstu dosáhla rostlina č. 2 (celková výška stonku 152 mm, dále jen číslo), č. 6 (100 mm) a č. 7 (135 mm). Nejnižšího vzrůstu dosáhla rostlina č. 11 (103 mm) a č. 14 (56 mm). Rostlina č. 2 vyrostla o 123 mm, č. 6 o 90 mm, č. 7 o 122 mm, č. 11 o 76 mm a č. 14 o 42 mm.

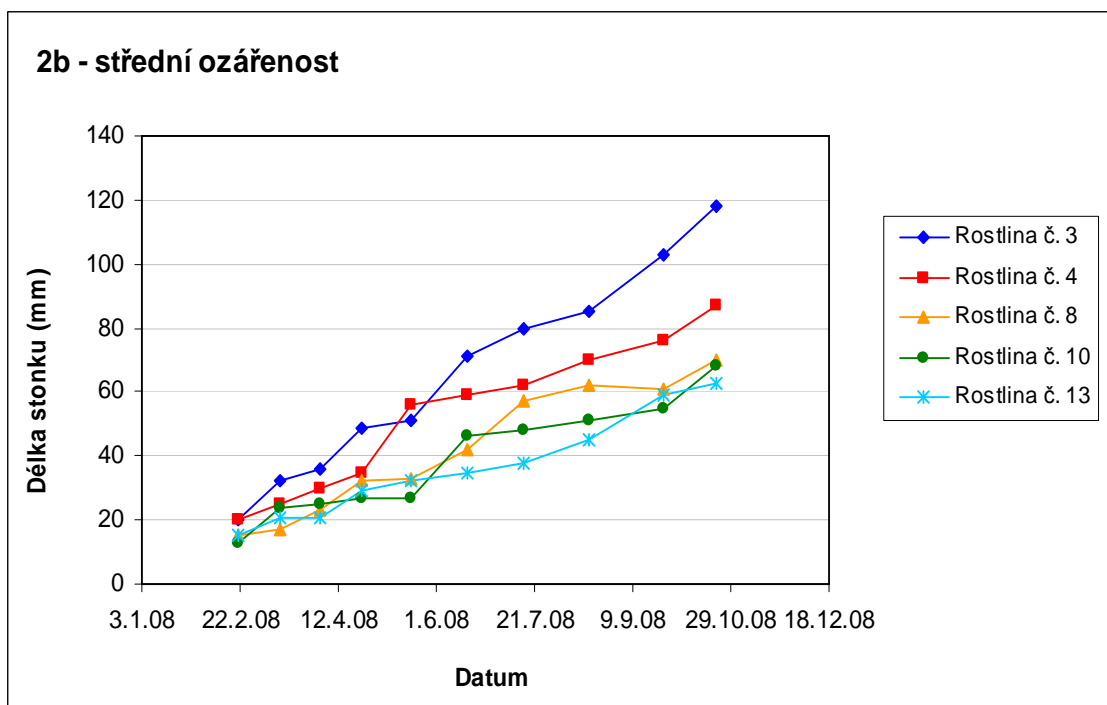
Varianta se střední ozářeností: Nejvíce vyrostla rostlina č. 3 (118 mm) a č. 4 (87 mm). Rostliny č. 8 (70 mm), č. 10 (68 mm) a č. 13 (63 mm) vyrostly téměř stejně. Rostlina č. 3 vyrostla o 98 mm, č. 4 o 67 mm, č. 8 o 55 mm, č. 10 o 55 mm a č. 13 o 48 mm.

Varianta s nízkou ozářeností: Rostliny č. 1 (76 mm), č. 5 (60 mm) a č. 9 (52 mm) dosáhly nejvyššího vzrůstu a nejnižší vzrůst měly rostliny č. 12 (31 mm) a č. 15 (32 mm). Rostlina č. 1 povyrostla o 51 mm, č. 5 o 42 mm, č. 9 o 29 mm, č. 12 o 9 mm a č. 15 o 12 mm.

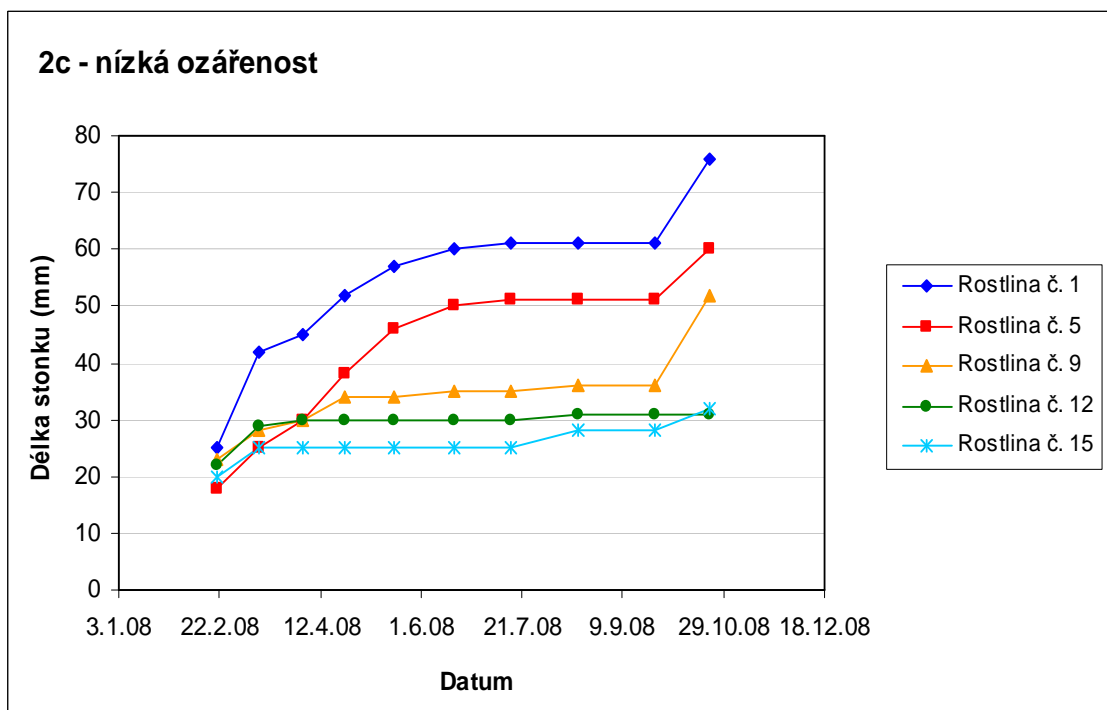
Obrázek č. 2a – Přírůstek stonků rostlin *Macodes petola* pěstovaných při vysoké ozáření



Obrázek č. 2b – Přírůstek stonků rostlin *Macodes petola* pěstovaných při střední ozáření



Obrázek č. 2c – Přírůstek stonků rostlin *Macodes petola* pěstovaných při nízké ozáření



4.5. Počet vytvořených listů

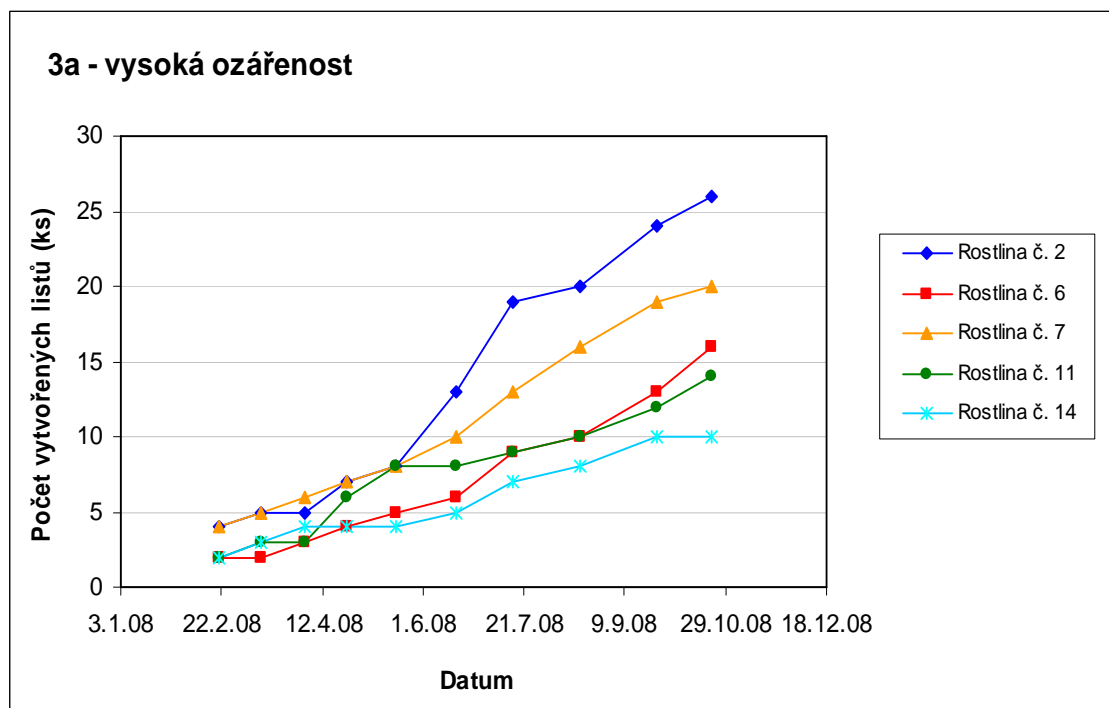
Z obrázku č. 3 vyčteme, kolik listů každá rostlina vytvořila během měřeného období. Rostlinám u všech variant listy dorůstaly, jen u rostliny č. 15 zůstal počet listů stejný po celou dobu pokusu.

Varianta s vysokou ozáření: Rostlině č. 2 přirostlo 22 listů, č. 6 14 listů, č. 7 16 listů, č. 11 12 listů a č. 14 8 listů.

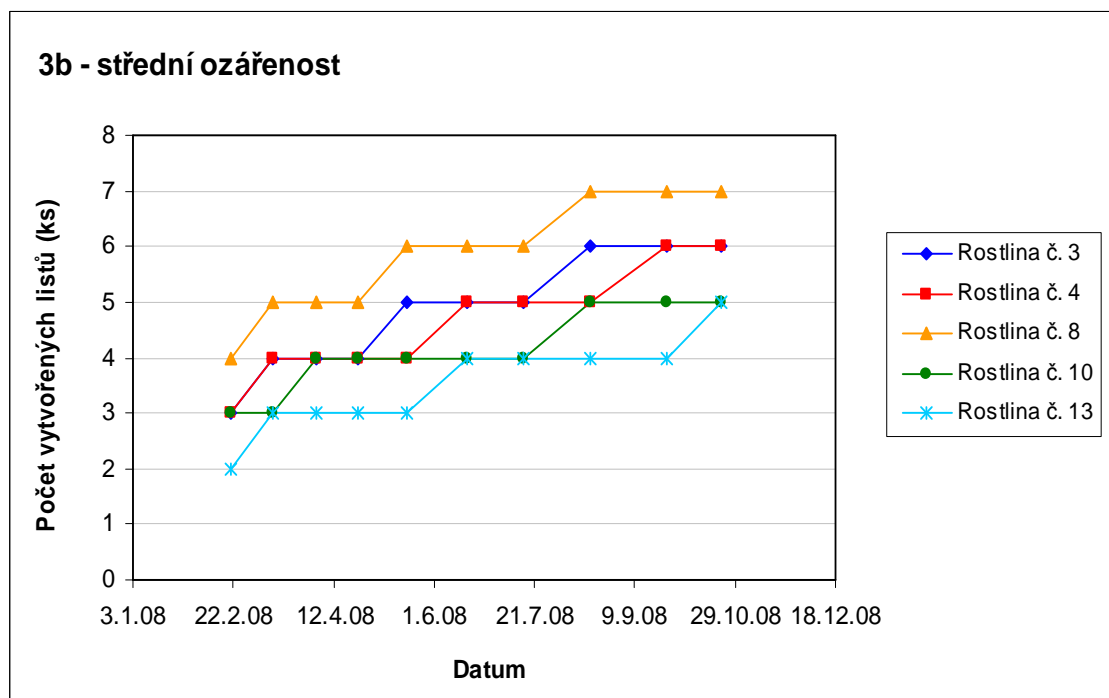
Varianta se střední ozáření: Rostlině č. 3, č. 4 a č. 13 přirostly 3 listy. Rostlině č. 8 narostly 3 listy. Rostlině č. 10 přirostly 2 listy.

Varianta s nízkou ozáření: Rostlině č. 1 přirostly 2 listy. Rostlinám č. 5 a č. 12 přirostl 1 list. Rostlině č. 9 přirostl 1 list. Rostlina č. 15 měla stejný počet listů po celou dobu měřeného období.

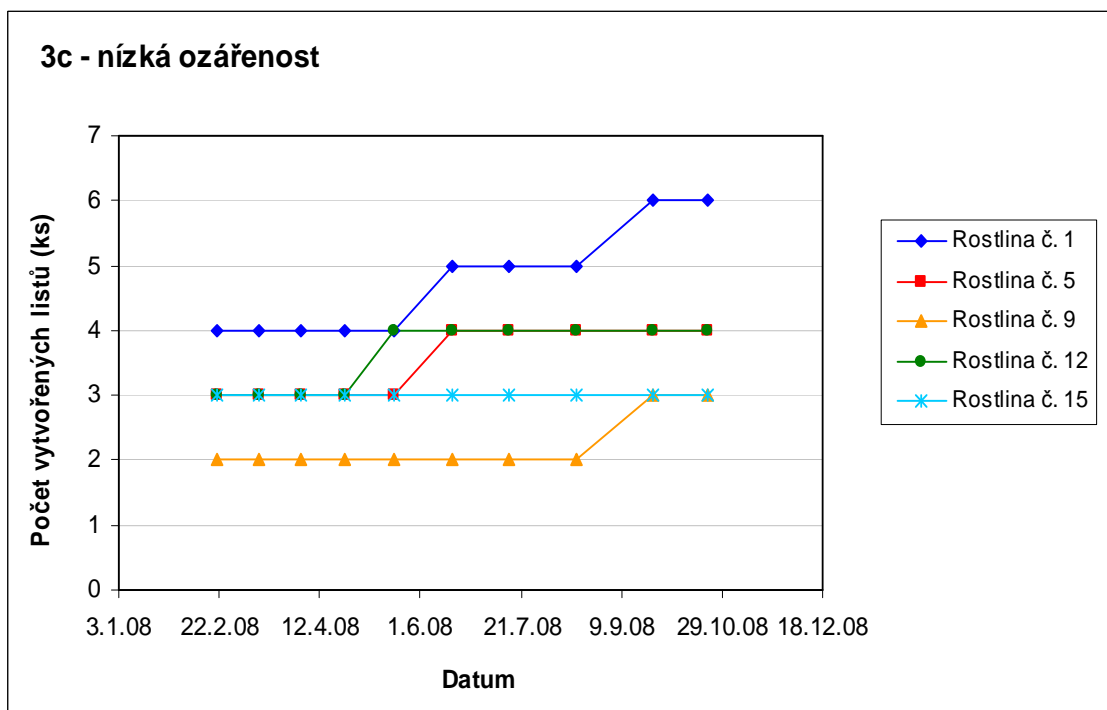
Obrázek č. 3a – Počet vytvořených listů rostlin *Macodes petola* pěstovaných při vysoké ozářenosti



Obrázek č. 3b – Počet vytvořených listů rostlin *Macodes petola* pěstovaných při střední ozářenosti



Obrázek č. 3b – Počet vytvořených listů rostlin *Macodes petola* pěstovaných při nízké ozáření



4.6. Počet živých listů

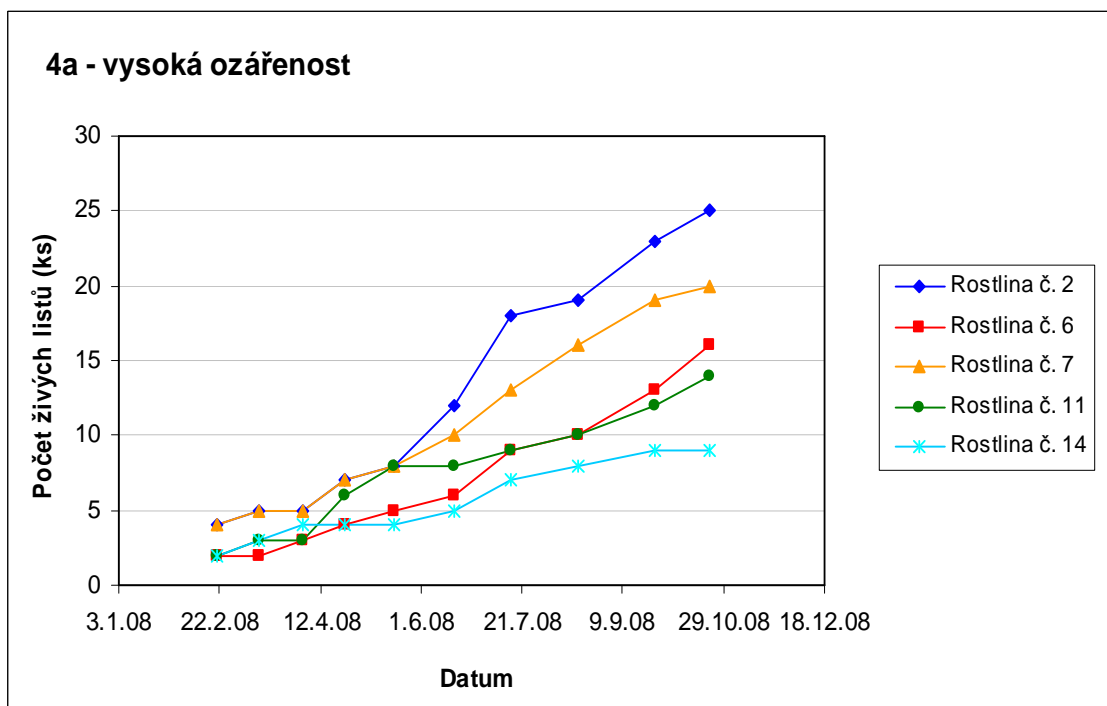
Obrázek č. 4 znázorňuje, kolik živých listů rostliny měly v průběhu pokusu. Počet živých listů je určen rozdílem mezi počtem všech vytvořených listů a počtem odumřelých listů. Rozdíly oproti obr. č. 3 jsou dány tedy počtem listů, které během pokusu rostlinám odpadly.

Varianta s vysokou ozáření: Rostlině č. 2 a č. 14 odpadl jeden list. Rostlinám č. 6, č. 7 a č. 11 neodpadl žádný list.

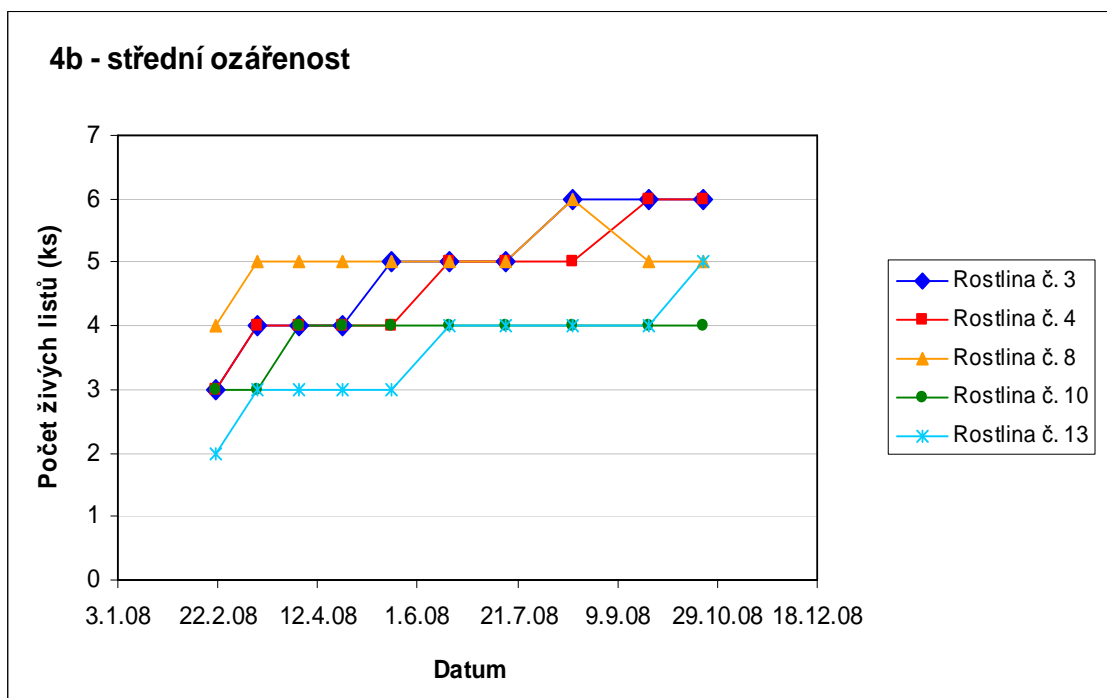
Varianta se střední ozáření: Rostlině č. 3, č. 4 a č. 13 žádný list neodpadl. Rostlině č. 8 odpadly 2 listy. Rostlině č. 10 odpadl 1 list.

Varianta s nízkou ozáření: Rostlině č. 1 odpadly 2 listy. Rostlinám č. 5 a č. 12 odpadl 1 list. Rostlinám č. 9 a č. 15 neodpadl žádný list.

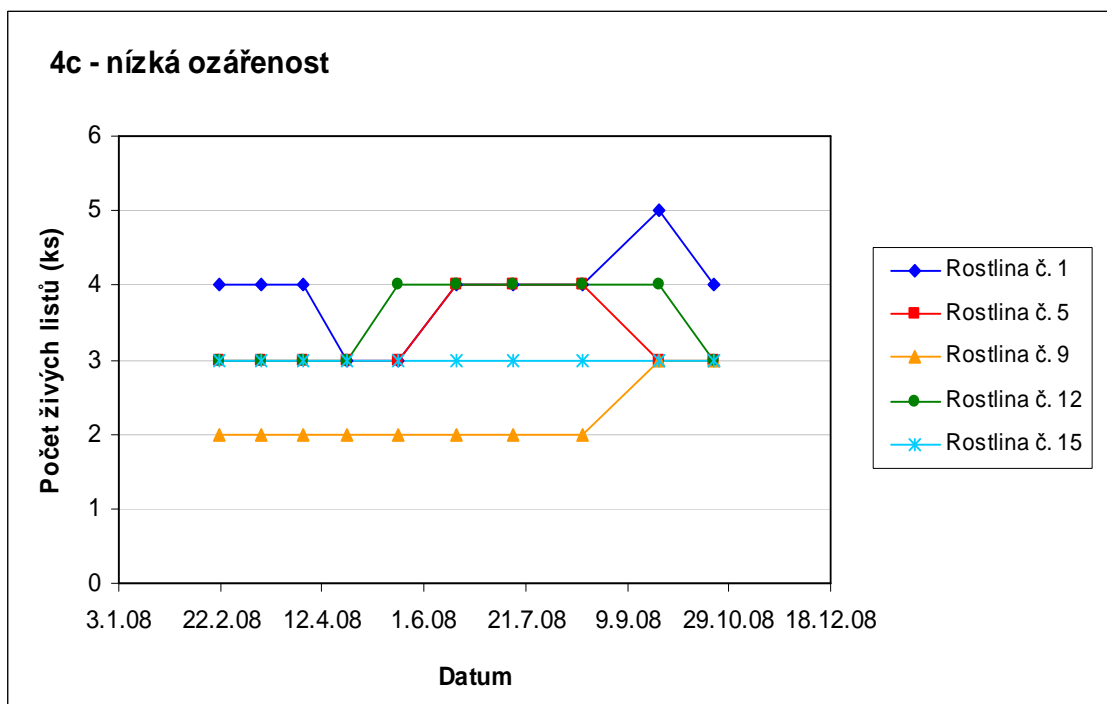
Obrázek č. 4a – Počet živých listů rostlin *Macodes petola* pěstovaných při vysoké ozářenosti



Obrázek č. 4b – Počet živých listů rostlin *Macodes petola* pěstovaných při střední ozářenosti



Obrázek č. 4c – Počet živých listů rostlin *Macodes petola* pěstovaných při nízké ozáření



4.7. Celková listová plocha

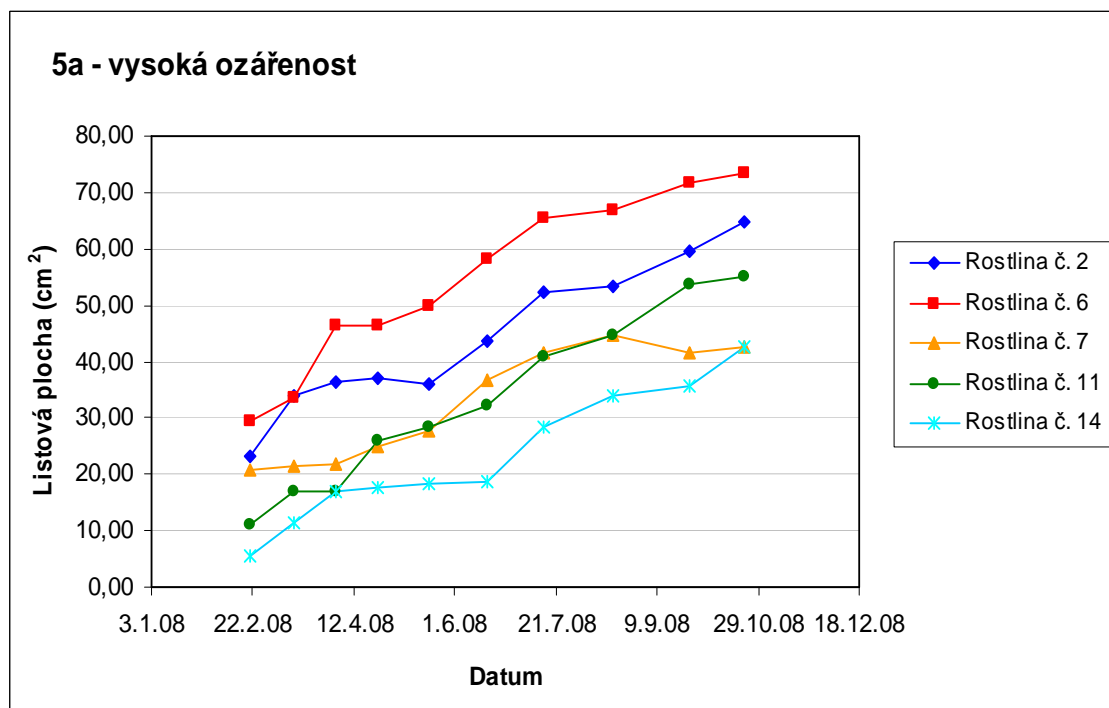
Obrázek č. 5 znázorňuje, jak se měnila listová plocha během měřeného období.

Varianta s vysokou ozáření: Listová plocha se nejvíce zvětšila u rostliny č. 2 o 41,6 cm², u rostliny č. 6 o 43,82 cm² a u rostliny č. 11 o 44,19 cm². U rostliny č. 7 se zvětšila o 22,08 cm² a u rostliny č. 14 o 37,16 cm².

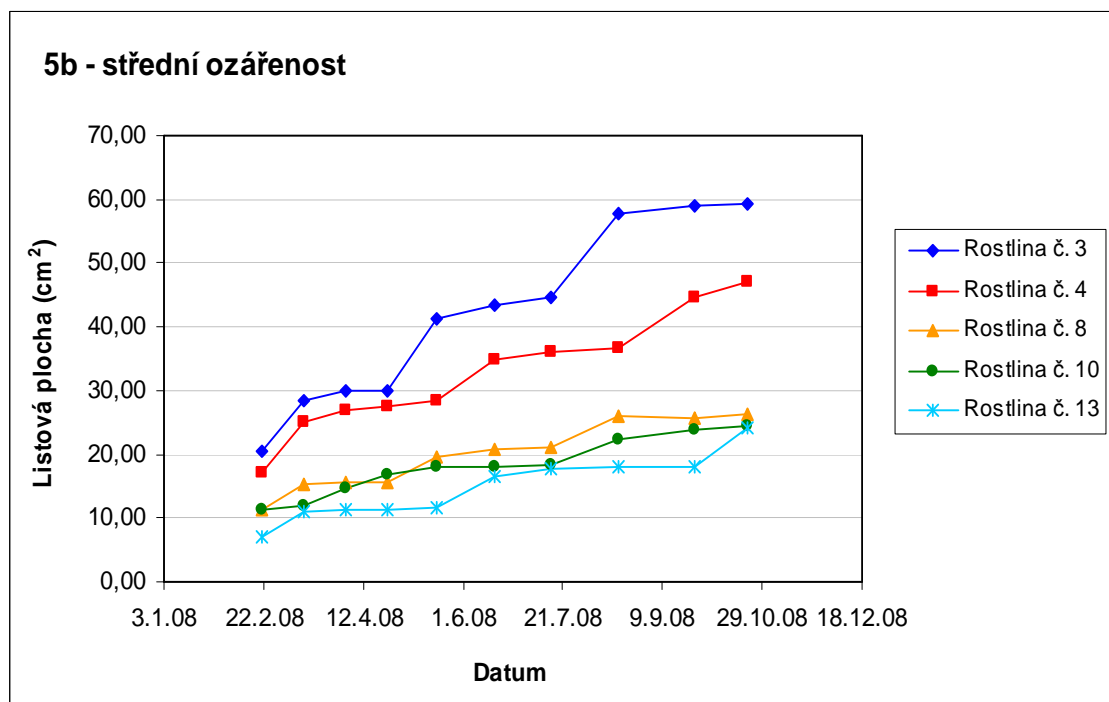
Varianta se střední ozáření: Listová plocha se nejvíce zvětšila u rostliny č. 3 o 38,88 cm² a u rostliny č. 4 o 29,8 cm². U rostliny č. 8 se zvětšila o 14,91 cm², rostliny č. 10 o 13,12 cm² a u rostliny č. 13 o 17,07 cm².

Varianta s nízkou ozáření: Listová plocha se zvětšila u rostliny č. 5 o 1,4 cm² a u rostliny č. 9. o 3,85 cm². U rostliny č. 15 se zvětšila pouze o 0,11 cm². U rostliny č. 1 se listová plocha zmenšila o 1,65 cm² a u rostliny č. 12 o 1,33 cm².

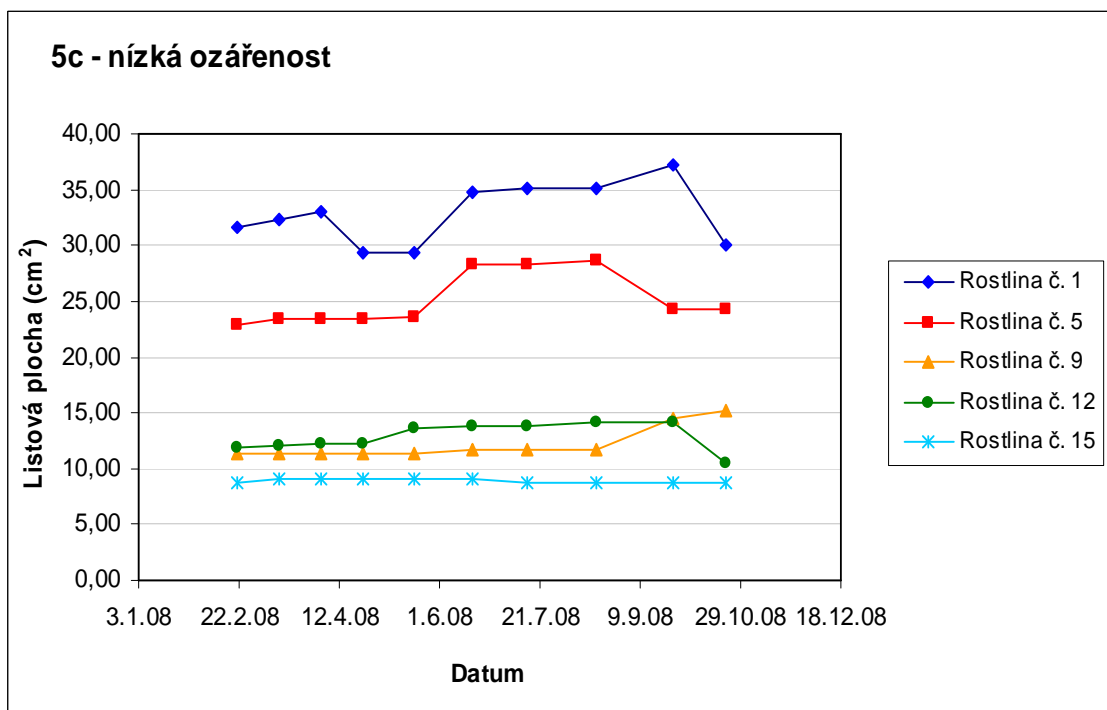
Obrázek č. 5a – Celková listová plocha rostlin *Macodes petola* pěstovaných při vysoké ozáření



Obrázek č. 5b – Celková listová plocha rostlin *Macodes petola* pěstovaných při střední ozáření



Obrázek č. 5c – Celková listová plocha rostlin *Macodes petola* pěstovaných při nízké ozáření



4.8. Celková sušina listů

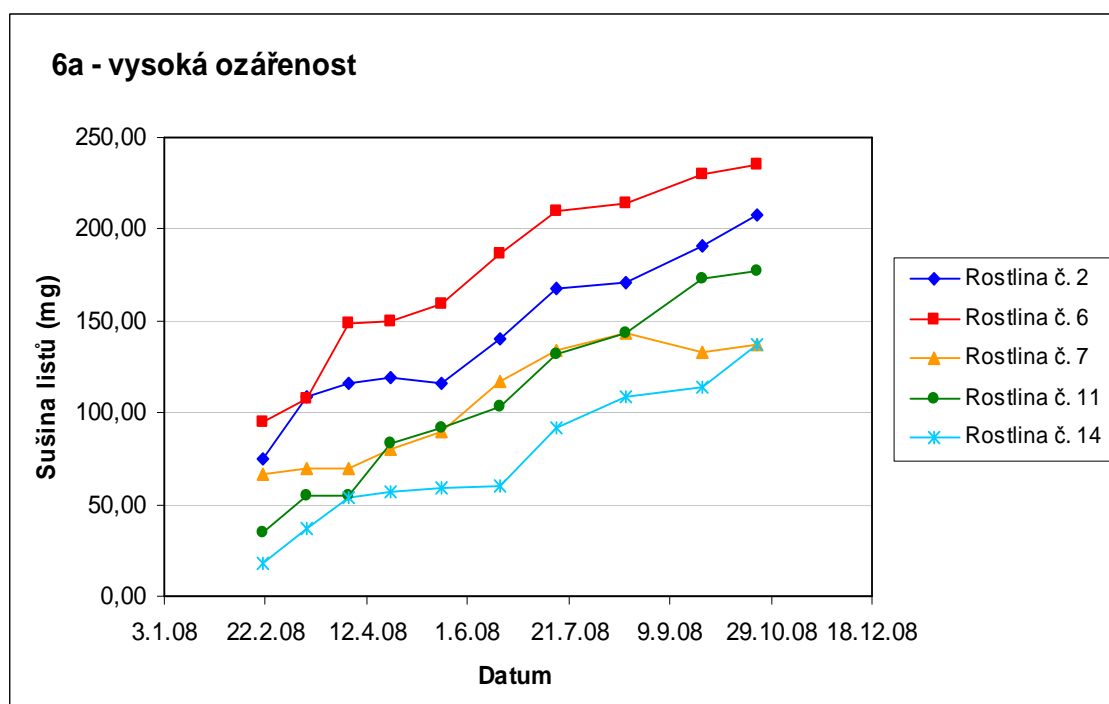
Obrázek č. 6 znázorňuje nárůst nebo pokles sušiny listů.

Varianta s vysokou ozáření: Sušina listů se nejvíce zvětšila u rostliny č. 2 o 133,51 mg, u rostliny č. 6 o 140,65 mg, u rostliny č. 11 o 141,82 mg. U rostliny č. 14 se zvětšila o 119,23 mg a u rostliny č. 7 pouze o 70,85 mg.

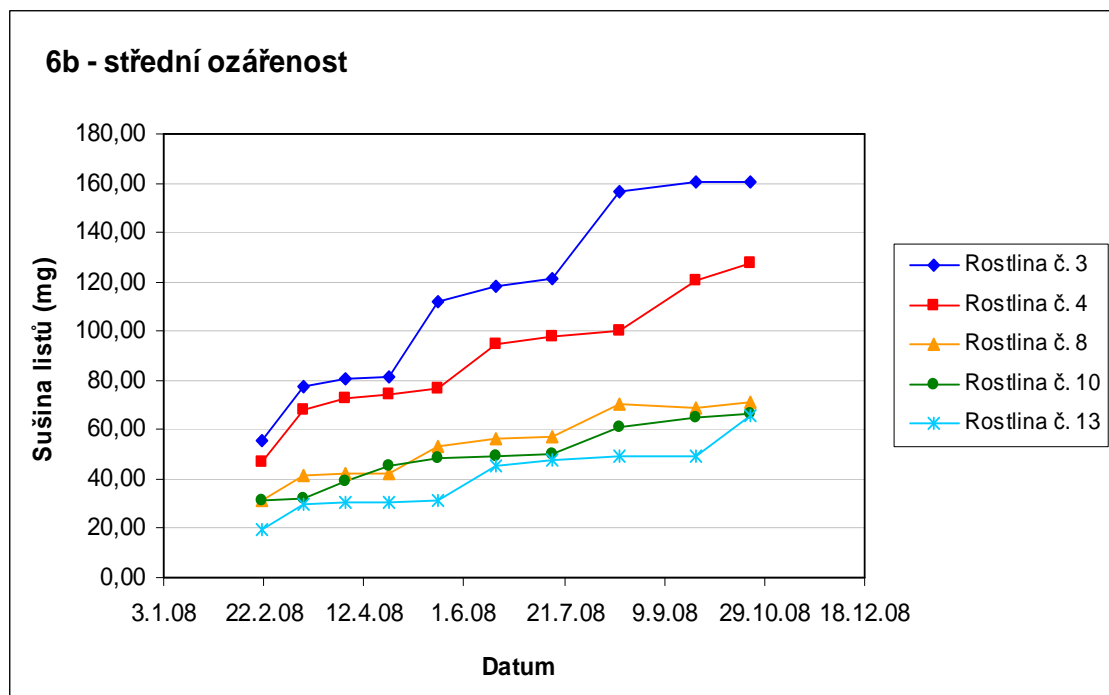
Varianta se střední ozáření: Sušina listů se nejvíce zvětšila u rostliny č. 3 o 105,42 mg a u rostliny č. 4 o 80,79 mg. Rostlině č. 8 se zvýšila o 40,44 mg, rostlině č. 10 o 35,58 mg a rostlině č. 13 o 46,28 mg.

Varianta s nízkou ozáření: Sušina listů se výrazně zvýšila u rostliny č. 9 o 7,18 mg. U rostliny č. 5 se zvětšila o 2,59 mg a u rostliny č. 15 o 0,2 mg. U rostliny č. 1. se sušina zmenšila o 3,09 mg a u rostliny č. 12 o 2,47 mg.

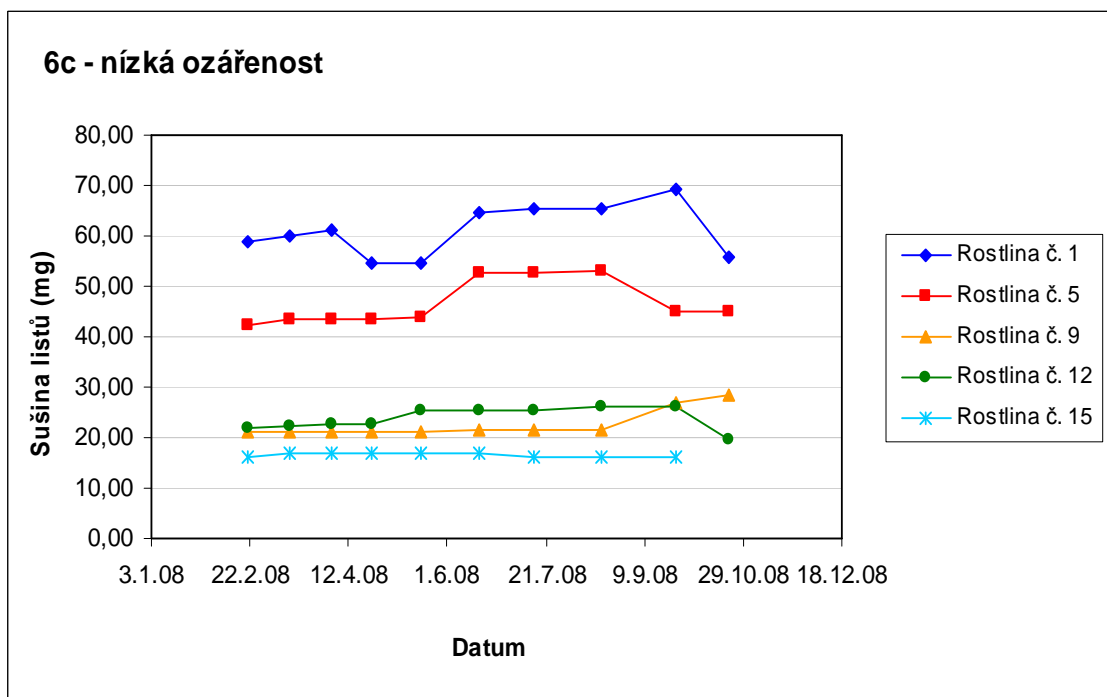
Obrázek č. 6a – Celková sušina listů rostlin *Macodes petola* pěstovaných při vysoké ozářenosti



Obrázek č. 6b – Celková sušina listů rostlin *Macodes petola* pěstovaných při střední ozářenosti



Obrázek č. 6c – Celková sušina listů rostlin *Macodes petola* pěstovaných při nízké ozáření



4.9. Průměrné hodnoty měřených charakteristik na konci pokusu

Z tabulky č. 2 jsou patrné rozdíly mezi různými variantami.

Největší počet stonků měla varianta s vysokou ozáření. Počet stonků u varianty se střední a nízkou ozáření byl stejný. Celková délka stonků u varianty s vysokou ozáření byla nejvyšší a u varianty s nízkou ozáření nejnižší. Varianta s vysokou ozáření tvořila největší počet listů a varianta s nízkou ozáření nejnižší počet listů. Z toho vyplývá, že největší listovou plochu a sušinu listů měla varianta s vysokou ozáření a nejmenší hodnoty těchto charakteristik měla varianta s nízkou ozáření. Hodnoty měřených charakteristik u střední ozáření se pohybovaly mezi hodnotami s vysokou a nízkou ozáření.

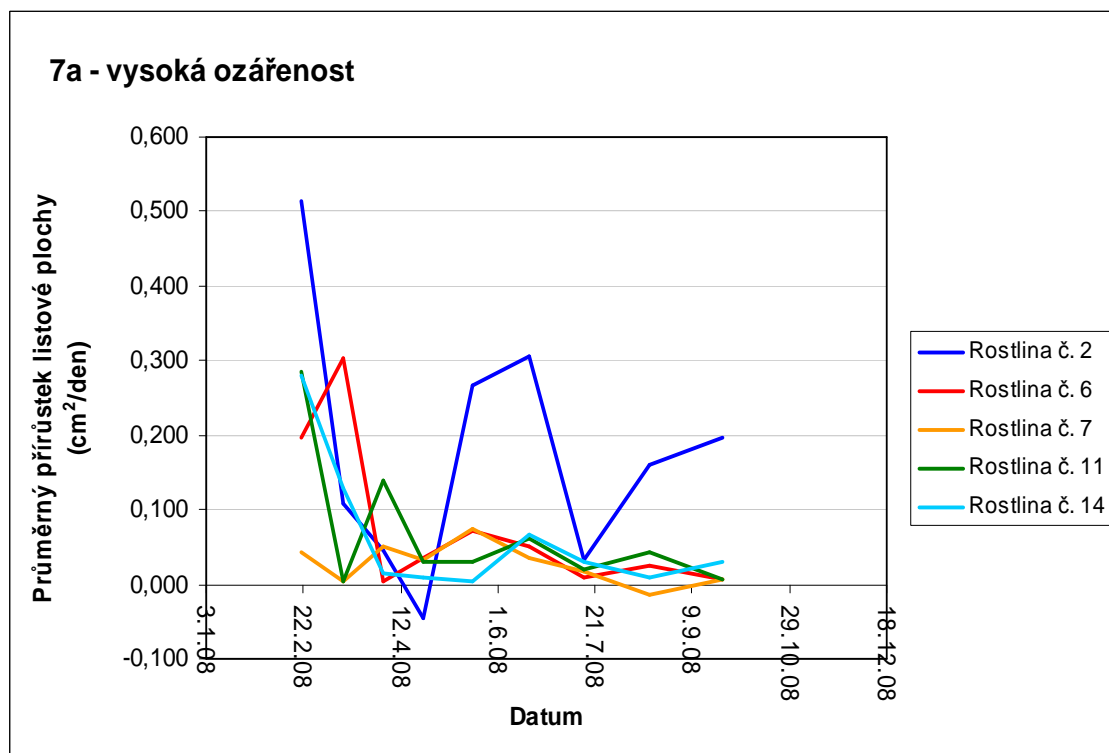
Tabulka č. 2 – Přehled průměrných hodnot měřených charakteristik rostlin *Macodes petola* na konci pokusu (SD – směrodatná odchylka, V – vysoká ozáření, S – střední ozáření, N – nízká ozáření).

Varianta		Počet stonků (ks)	Celková délka stonků (mm)	Počet vytvořených listů (ks)	Počet živých listů (ks)	Celková plocha listů (cm ²)	Celková sušina listů (mg)
V	průměr	4,8	109,2	17,2	16,8	55,71	178,79
	SD	1,92	36,91	6,10	6,06	13,51	43,37
S	průměr	1	81,2	5,8	5,2	36,26	98,32
	SD	0	22,47	0,84	0,84	16,02	43,43
N	průměr	1	50,2	4	3,2	17,77	33,06
	SD	0	19,14	1,22	0,45	9,11	16,96

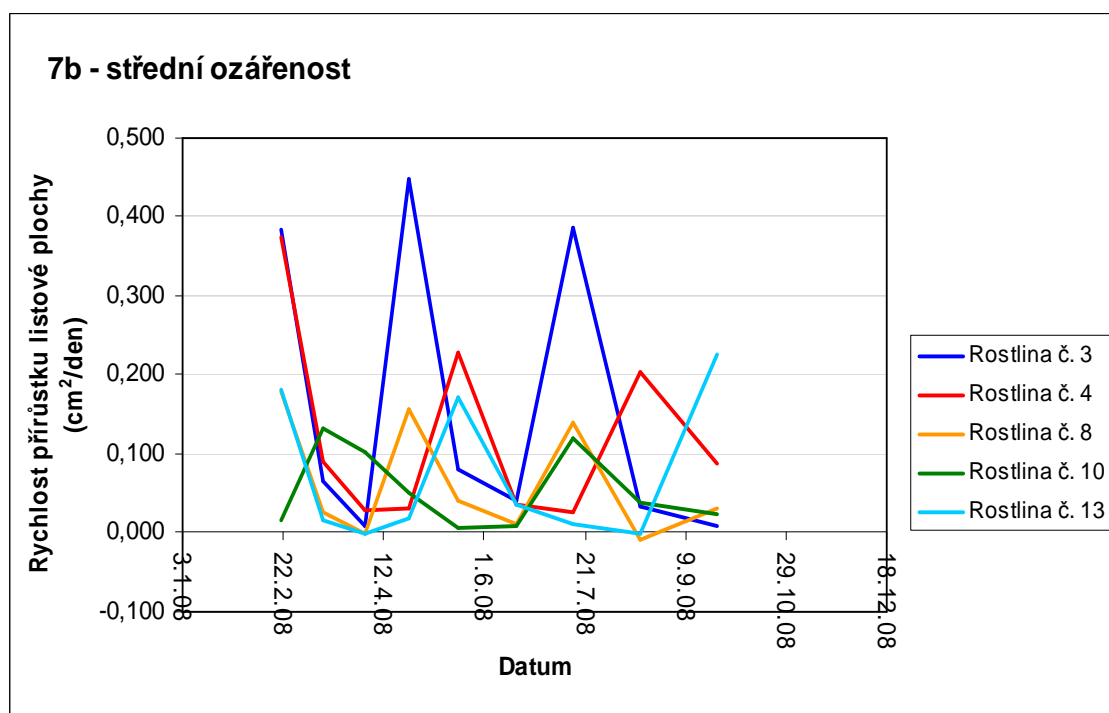
4.10. Rychlost přírůstku listové plochy

Rychlost přírůstku listové plochy a její průměrné hodnoty u rostlin *Macodes petola* s různou ozáření uvádí příloha č. 5 – 7. a obrázek č. 7. Ve všech variantách docházelo k výkyvům v rychlosti přírůstku. Tyto výkyvy byly způsobeny postupným přirůstáním nových listů a opadem starých. U varianty s vysokou ozáření je také nápadný klesající trend během pokusu. Tento trend nebyl pozorován u variant se střední a nízkou ozáření.

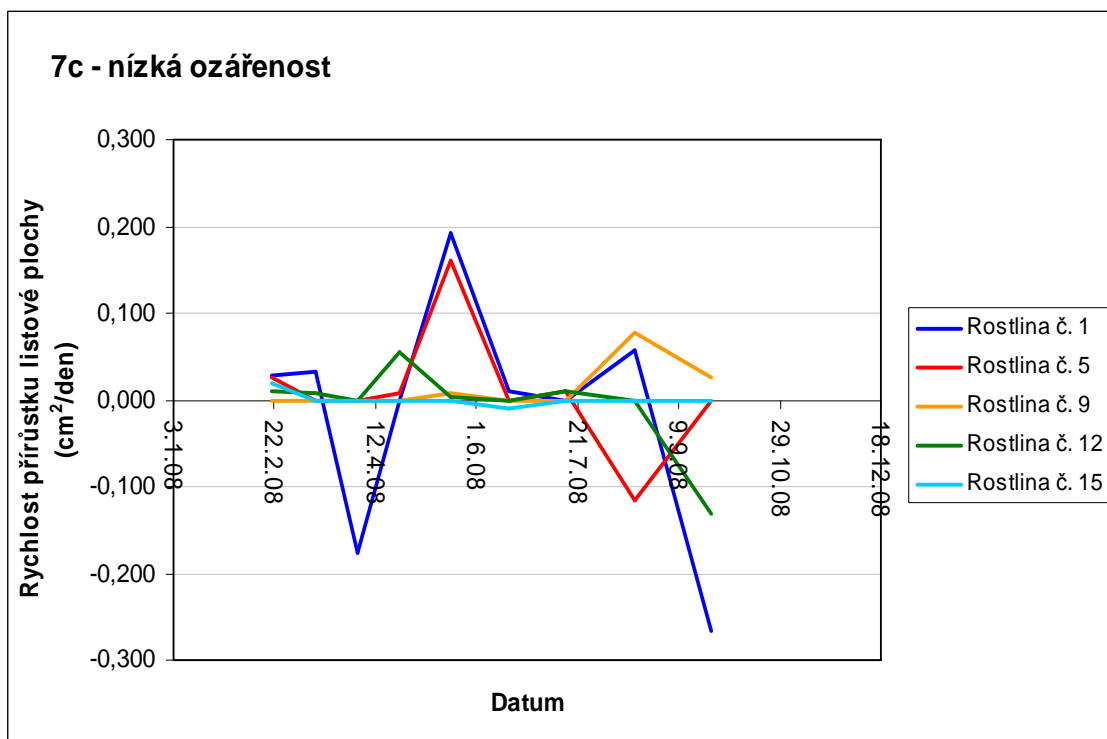
Obrázek č. 7a – Rychlost přírůstek listové plochy u rostlin *Macodes petola* s vysokou ozářeností



Obrázek č. 7b – Rychlost přírůstek listové plochy u rostlin *Macodes petola* se střední ozářeností



Obrázek č. 7c – Rychlost přírůstku listové plochy u rostlin *Macodes petola* s nízkou ozářeností



Z tabulky č. 3 je patrné, že průměrná rychlost růstu listové plochy při vysoké ozáření byla nejvyšší u rostliny č. 2 a nejnižší u rostliny č. 7. U varianty se střední ozáření byla průměrná rychlost růstu listové plochy nejvyšší u rostliny č. 3 a nejnižší u rostliny č. 10. Průměrná rychlost růstu listové plochy při nízké ozáření byla nejvyšší u rostliny č. 9 a nejnižší u rostliny č. 1. Ze všech variant přirůstala nejrychleji varianta S – se střední ozáření (0,095 cm²/den), o něco pomaleji varianta V – s vysokou ozáření (0,083 cm²/den) a nejpomaleji přirůstaly rostliny ve variantě N – s nízkou ozáření (0,001 cm²/den).

Varianta s vysokou ozáření: Průměrná rychlost růstu listové plochy byla u rostliny č. 2 0,176 cm²/den, u rostliny č. 6 0,078 cm²/den, u rostliny č. 7 0,027 cm²/den, u rostliny č. 11 0,069 cm²/den a u rostliny č. 14 0,063 cm²/den.

Varianta se střední ozáření: Průměrná rychlost růstu listové plochy byla u rostliny č. 3 0,162 cm²/den, u rostliny č. 4 0,123 cm²/den, u rostliny č. 8 0,064 cm²/den, u rostliny č. 10 0,055 cm²/den a u rostliny č. 13 0,073 cm²/den.

Varianta s nízkou ozáření: Průměrná rychlost růstu listové plochy byla u rostliny č. 1 -0,014 cm²/den, u rostliny č. 5 0,010 cm²/den, u rostliny č. 9 0,012 cm²/den, u rostliny č. 12 -0,005 cm²/den a u rostliny č. 15 0,001 cm²/den.

Rychlostem růstu listové plochy odpovídá také relativní rychlost přírůstu sušiny listů (RGR) a z ní odvozená doba zdvojení (Tabulka č. 4). Nejkratší dobu zdvojení (153,95 dní) měly rostliny s vysokou ozáření. Rostliny se střední ozáření měly dobu zdvojení poněkud delší (177,68 dní). Doba zdvojení u varianty s nízkou ozáření nabývala extrémně vysokých hodnot pro rostliny s kladnou RGR. Rostliny č. 1 a č. 12. měly zápornou RGR i dobu zdvojení, což znamená, že listová plocha i sušina listu se během pokusu zmenšily.

Tabulka č. 3 - Rychlost růstu listové plochy rostlin *Macodes petola* pěstovaných při různých ozářeních. Hodnoty udávají průměr ± směrodatnou odchylku za celou dobu pokusu (SD – směrodatná odchylka, V – vysoká ozáření, S – střední ozáření, N – nízká ozáření)

Varianta	Rostlina č.	Průměr (cm ² /den)	SD	Průměr celé varianty (cm ² /den)
V	2	0,176	0,170	0,083
V	6	0,078	0,103	
V	7	0,027	0,028	
V	11	0,069	0,091	
V	14	0,063	0,090	
S	3	0,162	0,186	0,095
S	4	0,123	0,121	
S	8	0,064	0,073	
S	10	0,055	0,049	
S	13	0,073	0,091	
N	1	-0,014	0,134	0,001
N	5	0,010	0,070	
N	9	0,012	0,026	
N	12	-0,005	0,050	
N	15	0,001	0,008	

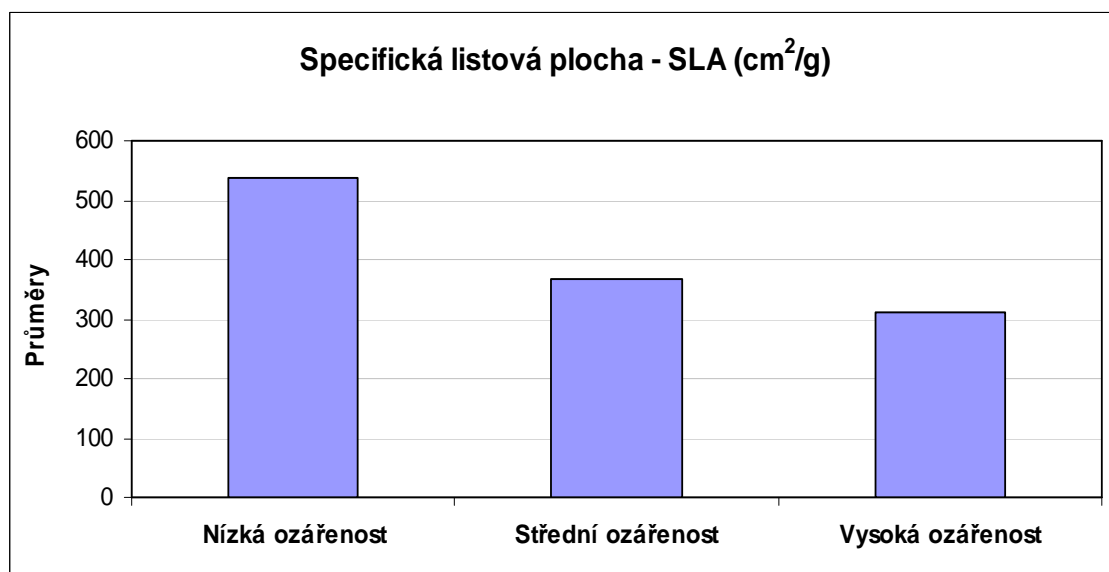
Tabulka č. 4 - Relativní rychlost růstu sušiny rostlin *Macodes petola* pěstovaných při různých ozářenítech pro období mezi posledními dvěma odběry (RGR - průměrná specifická rychlost růstu, T2 – doba zdvojení)

Varianta	Rostlina č.	RGR (mg.mg ⁻¹ .den ⁻¹)	T2 (den)	Průměr T2 (den)
V	2	0,00421	164,59	153,95
V	6	0,00374	185,52	
V	7	0,00298	232,53	
V	11	0,00663	104,51	
V	14	0,00839	82,59	
S	3	0,00437	158,53	177,68
S	4	0,00412	168,12	
S	8	0,00342	202,73	
S	10	0,00313	221,13	
S	13	0,00503	137,92	
N	1	-0,00022	-3150,34	
N	5	0,00024	2856,86	
N	9	0,00119	580,34	
N	12	-0,00049	-1422,06	
N	15	0,00005	13517,98	

4.11. Specifická listová plocha

Průměrnou specifickou listovou plochu náhodně vybraných listů *Macodes petola* pěstovaných ve třech hladinách ozáření znázorňuje obrázek č. 8 a příloha č. 8. Největší specifická listová plocha byla zjištěna u varianty s nízkou ozářeností. Dosahovala hodnoty 537,45 cm²/g. U rostlin se střední ozářeností měla specifická listová plocha hodnotu 368,75 cm²/g. Nejnižší specifickou listovou plochu měly rostliny při vysoké ozářenosti, kde hodnota dosahovala 311,61 cm²/g.

Obrázek č. 8 – Průměrná specifická listová plocha u rostlin *Macodes petola* pěstovaných při různých ozářenostech



5. Diskuse

Orchideje jsou přizpůsobené různým světelným podmínkám a tomu odpovídá i jejich anatomická stavba. Intenzita ozáření patří k významným faktorům, které určují jak rychlost růstu rostlin, tak také jejich morfologické utváření, zejména jako např. tloušťku a velikost listů (Slavíková 1983, Crawford 1989). Stínomilné rostliny mají větší specifickou listovou plochu a tenčí listy. To se potvrdilo i pro rostliny *Macodes petola* v pokuse.

Larcher (1988) a Slavíková (1983) uvádějí, že rostliny *Macodes petola* patří mezi typické sciofyty (viz též literární přehled kapitola 2.9.3.). Vlastností sciofytů je to, že jejich horní hranice relativního záření je vždy pod 100 %. Minimum leží různě hluboko. Např. věsenka nachová roste při relativním záření 10 až 5 % a lecha jarní při relativním záření 33 až 20 %. Pokus ukázal, že *Macodes petola* je schopna růst a dobře prospívat při ozářenosti $5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (270 luxů), což odpovídá relativní ozářenosti 0,2 %. Tato hodnota je pro zelené kvetoucí rostliny extrémně nízká. Podle Slavíkové (1983) leží minimální požadavek na relativní záření sciofyt kolem 1 až 2%, přes kapradiny, mechy (1 až 0,5 %) k řasám (0,2 až 0,1 %). Nízké nároky na záření mají samozřejmě také saprofyty a ostatní nezelené rostliny včetně parazitů.

Balounová a Rajchard. (2001) studovali anatomickou stavbu listů orchideje *Macodes petola*. Zjistili, že stavba listového parenchymu je specificky adaptována na extrémní světelné podmínky. Listový parenchym je uspořádán tak, aby rostlina mohla využít nízkou intenzitu světla pro fotosyntézu. Povrch listů tohoto druhu je tvořen vypouklým tvarem pokožkových buněk, tzv. papilami. Konkávní tvar těchto buněk funguje zřejmě jako čočka. Paprsky jsou soustředovány k chloroplastům, které jsou uspořádány na vnitřních stěnách kuželovitých buněk palisádového parenchymu.

Pozorování Balounové a Rajcharda (2001) vysvětluje modifikační (strukturní) adaptace podmiňující výraznou stínomilnost rostlin *Macodes petola*, kterou jsem pozorovala v pokuse.

6. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit růst rostlin *Macodes petola* při různých ozářenostech.

Při vysoké ozářenosti (cca $50 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) rostliny tvořily velký počet stonků o velké celkové délce s vysokým počtem listů a velkou listovou plochou. Rostliny během pokusu ztrácely typicky zelené zbarvení na světle žlutou. Příčinou bylo příliš vysoké ozáření rostlin.

Při střední ozářenosti (cca $5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) se rostliny chovaly nejpřirozeněji. Po celou dobu pokusu přirůstaly, netvořily nadměrný počet stonků a neměnily barvu jako varianta s vysokou ozářeností.

Při nízké ozářenosti (cca $0,4 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) rostliny přirůstaly nejpomaleji. Měly nejnižší celkovou délku stonků, počet listů, listovou plochu a sušinu listů. Nízká ozářenost způsobila rostlinám malý vzrůst.

Bylo zjištěno, že rostliny *Macodes petola* nejlépe prospívaly při střední ozářenosti.

7. Literatura

- BALOUNOVÁ Z., RAJCHARD J. (2001): *Macodes petola* (Bl.) Lindl., Ekologie a kultivace. Sborník referátů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- BUTTNER P. K. (1996): *Orchideen*. München, Mosaik Verlag GmbH
- CRAWFORD, R.M.M. *Studies in plant survival. Ecological case histories of plant adaptation to adversity*. Blackwell, Oxford.
- DUŠEK J., KRŽÍSTEK J. (1986): *Orchideje*. Praha, Academia.
- JEŽEK Z. (2003): *Encyklopedie orchidejí*. Praha, Granit.
- KRŽÍSTEK J., DUŠEK J. (1997): *Tropy v bytě*. Praha, Květ.
- KVĚT J., NEČAS J., ONDOK J. P. (1971): *Metody růstové analýzy*. Praha, Československá akademie zemědělská.
- LARCHER W. (1988): *Fyziologická ekologie rostlin*. Praha, Academia.
- PRŮŠA D. (2005): *Orchideje České republiky*. Brno, Computer Press.
- RÖTH J. (1983): *Orchideen*. Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- SLAVÍKOVÁ J. (1983): *Ekologie rostlin*. Univerzita Karlova, Praha. Skriptum.
- ŠESTÁK Z., ČATSKÝ J. (1965): *Metody studia fotosyntetické produkce rostlin*. Praha, Academia.

Internetové zdroje

www.cizp.cz

www.orchidspng.com

www.orchidee.ru

www.orchidweb.com

8. Přílohy

Příloha č. 1 Průměrná ozářenost rostlin *Macodes petola* v klimaboxu během pokusu
(průměr \pm směrodatná odchylka)



Příloha č. 2 - Varianta V - přehled rostlin *Macodes petola* s vysokou ozářeností

Rostlina č.	Datum	Počet stonků (ks)	Celková délka stonků (mm)	Počet vytvořených listů (ks)	Počet živých listů (ks)	Celková plocha listů (cm ²)	Celková sušina listů (mg)
2	21.2.08	1	29	4	4	23,19	74,41
2	13.3.08	1	35	5	5	33,96	108,99
2	3.4.08	1	38	5	5	36,25	116,33
2	24.4.08	3	50	7	7	37,19	119,35
2	19.5.08	3	54	8	8	36,05	115,69
2	17.6.08	6	84	13	12	43,77	140,47
2	15.7.08	7	111	19	18	52,34	167,96
2	18.8.08	7	125	20	19	53,41	171,39
2	25.9.08	8	139	24	23	59,50	190,94
2	22.10.08	8	152	26	25	64,79	207,92
6	21.2.08	1	10	2	2	29,45	94,50
6	13.3.08	1	25	2	2	33,57	107,73
6	3.4.08	1	30	3	3	46,26	148,46
6	24.4.08	2	44	4	4	46,54	149,35
6	19.5.08	2	57	5	5	49,71	159,51
6	17.6.08	2	60	6	6	58,08	186,39
6	15.7.08	3	71	9	9	65,34	209,68
6	18.8.08	4	88	10	10	66,81	214,39
6	25.9.08	4	97	13	13	71,77	230,34
6	22.10.08	5	100	16	16	73,27	235,15
7	21.2.08	1	13	4	4	20,64	66,24
7	13.3.08	1	25	5	5	21,53	69,11
7	3.4.08	2	39	6	5	21,71	69,67
7	24.4.08	3	57	7	7	24,92	79,99
7	19.5.08	3	68	8	8	27,80	89,23
7	17.6.08	3	80	10	10	36,59	117,43
7	15.7.08	3	89	13	13	41,66	133,69
7	18.8.08	4	113	16	16	44,58	143,06
7	25.9.08	4	121	19	19	41,42	132,92
7	22.10.08	4	135	20	20	42,72	137,09
11	21.2.08	1	27	2	2	10,93	35,07
11	13.3.08	1	30	3	3	16,94	54,37
11	3.4.08	1	32	3	3	17,12	54,93
11	24.4.08	3	39	6	6	25,83	82,88
11	19.5.08	3	50	8	8	28,55	91,63
11	17.6.08	3	56	8	8	32,20	103,33
11	15.7.08	3	72	9	9	40,92	131,33
11	18.8.08	3	83	10	10	44,57	143,03
11	25.9.08	3	90	12	12	53,76	172,52
11	22.10.08	4	103	14	14	55,12	176,89
14	21.2.08	1	14	2	2	5,50	17,66
14	13.3.08	1	23	3	3	11,36	36,45
14	3.4.08	1	25	4	4	16,80	53,90
14	24.4.08	1	25	4	4	17,67	56,72
14	19.5.08	1	30	4	4	18,51	59,41
14	17.6.08	2	37	5	5	18,86	60,53
14	15.7.08	2	44	7	7	28,56	91,66
14	18.8.08	2	46	8	8	33,82	108,53
14	25.9.08	3	51	10	9	35,62	114,31
14	22.10.08	3	56	10	9	42,66	136,89

Příloha č. 3 - Varianta S - přehled rostlin *Macodes petola* se střední ozářeností

Rostlina č.	Datum	Počet stonků (ks)	Celková délka stonků (mm)	Počet vytvořených listů (ks)	Počet živých listů (ks)	Celková plocha listů (cm ²)	Celková sušina listů (mg)
3	21.2.08	1	20	3	3	20,39	55,30
3	13.3.08	1	32	4	4	28,43	77,10
3	3.4.08	1	36	4	4	29,81	80,84
3	24.4.08	1	49	4	4	30,00	81,35
3	19.5.08	1	51	5	5	41,21	111,76
3	17.6.08	1	71	5	5	43,53	118,04
3	15.7.08	1	80	5	5	44,64	121,05
3	18.8.08	1	85	6	6	57,78	156,68
3	25.9.08	1	103	6	6	59,03	160,07
3	22.10.08	1	118	6	6	59,27	160,72
4	21.2.08	1	20	3	3	17,17	46,57
4	13.3.08	1	25	4	4	25,05	67,94
4	3.4.08	1	30	4	4	26,93	73,04
4	24.4.08	1	35	4	4	27,54	74,68
4	19.5.08	1	56	4	4	28,33	76,82
4	17.6.08	1	59	5	5	34,95	94,79
4	15.7.08	1	62	5	5	35,94	97,45
4	18.8.08	1	70	5	5	36,81	99,84
4	25.9.08	1	76	6	6	44,58	120,89
4	22.10.08	1	87	6	6	46,97	127,36
8	21.2.08	1	15	4	4	11,45	31,04
8	13.3.08	1	17	5	5	15,21	41,24
8	3.4.08	1	23	5	5	15,73	42,65
8	24.4.08	1	32	5	5	15,73	42,65
8	19.5.08	1	33	6	5	19,62	53,21
8	17.6.08	1	42	6	5	20,82	56,46
8	15.7.08	1	57	6	5	21,16	57,39
8	18.8.08	1	62	7	6	25,89	70,22
8	25.9.08	1	61	7	5	25,53	69,25
8	22.10.08	1	70	7	5	26,36	71,48
10	21.2.08	1	13	3	3	11,42	30,97
10	13.3.08	1	24	3	3	11,77	31,93
10	3.4.08	1	25	4	4	14,52	39,39
10	24.4.08	1	27	4	4	16,69	45,26
10	19.5.08	1	27	4	4	17,97	48,73
10	17.6.08	1	46	4	4	18,13	49,16
10	15.7.08	1	48	4	4	18,37	49,82
10	18.8.08	1	51	5	4	22,43	60,82
10	25.9.08	1	55	5	4	23,89	64,79
10	22.10.08	1	68	5	4	24,54	66,55
13	21.2.08	1	15	2	2	7,08	19,21
13	13.3.08	1	21	3	3	10,88	29,51
13	3.4.08	1	21	3	3	11,20	30,38
13	24.4.08	1	29	3	3	11,20	30,38
13	19.5.08	1	32	3	3	11,67	31,65
13	17.6.08	1	35	4	4	16,65	45,17
13	15.7.08	1	38	4	4	17,65	47,86
13	18.8.08	1	45	4	4	18,05	48,94
13	25.9.08	1	59	4	4	18,05	48,94
13	22.10.08	1	63	5	5	24,15	65,49

Příloha č. 4 - Varianta N - přehled rostlin *Macodes petola* s nízkou ozářeností

Rostlina č.	Datum	Počet stonků (ks)	Celková délka stonků (mm)	Počet vytvořených listů (ks)	Počet živých listů (ks)	Celková plocha listů (cm ²)	Celková sušina listů (mg)
1	21.2.08	1	25	4	4	31,70	58,99
1	13.3.08	1	42	4	4	32,29	60,09
1	3.4.08	1	45	4	4	32,96	61,33
1	24.4.08	1	52	4	3	29,27	54,46
1	19.5.08	1	57	4	3	29,27	54,46
1	17.6.08	1	60	5	4	34,82	64,79
1	15.7.08	1	61	5	4	35,09	65,28
1	18.8.08	1	61	5	4	35,09	65,28
1	25.9.08	1	61	6	5	37,26	69,34
1	22.10.08	1	76	6	5	30,05	55,90
5	21.2.08	1	18	3	3	22,83	42,49
5	13.3.08	1	25	3	3	23,39	43,51
5	3.4.08	1	30	3	3	23,39	43,51
5	24.4.08	1	38	3	3	23,39	43,51
5	19.5.08	1	46	3	3	23,60	43,92
5	17.6.08	1	50	4	4	28,27	52,60
5	15.7.08	1	51	4	4	28,27	52,60
5	18.8.08	1	51	4	4	28,58	53,18
5	25.9.08	1	51	4	3	24,23	45,08
5	22.10.08	1	60	4	3	24,23	45,08
9	21.2.08	1	23	2	2	11,41	21,22
9	13.3.08	1	28	2	2	11,41	21,22
9	3.4.08	1	30	2	2	11,41	21,22
9	24.4.08	1	34	2	2	11,41	21,22
9	19.5.08	1	34	2	2	11,41	21,22
9	17.6.08	1	35	2	2	11,62	21,63
9	15.7.08	1	35	2	2	11,62	21,63
9	18.8.08	1	36	2	2	11,62	21,63
9	25.9.08	1	36	3	3	14,56	27,10
9	22.10.08	1	52	3	3	15,26	28,40
12	21.2.08	1	22	3	3	11,86	22,07
12	13.3.08	1	29	3	3	12,09	22,49
12	3.4.08	1	30	3	3	12,24	22,77
12	24.4.08	1	30	3	3	12,24	22,77
12	19.5.08	1	30	4	4	13,61	25,32
12	17.6.08	1	30	4	4	13,73	25,55
12	15.7.08	1	30	4	4	13,73	25,55
12	18.8.08	1	31	4	4	14,08	26,20
12	25.9.08	1	31	4	4	14,08	26,20
12	22.10.08	1	31	4	3	10,53	19,60
15	21.2.08	1	20	3	3	8,65	16,10
15	13.3.08	1	25	3	3	9,06	16,85
15	3.4.08	1	25	3	3	9,06	16,85
15	24.4.08	1	25	3	3	9,06	16,85
15	19.5.08	1	25	3	3	9,06	16,85
15	17.6.08	1	25	3	3	9,06	16,85
15	15.7.08	1	25	3	3	8,76	16,30
15	18.8.08	1	28	3	3	8,76	16,30
15	25.9.08	1	28	3	3	8,76	16,30
15	22.10.08	1	32	3	3	8,76	16,30

Příloha č. 5 – Rychlost přírůstu listové plochy *Macodes petola* s vysokou ozářeností

Rostlina č.	Datum	Den č.	Celková plocha listů (cm ²)	Počet dní mezi odběry	Rozdíl listové plochy (cm ²)	Přírůstek listové plochy (cm ² /den)
průměr						0,176
2	21.2.2008	0	23,2	21	10,78	0,513
2	13.3.2008	21	34,0	21	2,29	0,109
2	3.4.2008	42	36,3	21	0,94	0,045
2	24.4.2008	63	37,2	25	-1,14	-0,046
2	19.5.2008	88	36,1	29	7,72	0,266
2	17.6.2008	117	43,8	28	8,57	0,306
2	15.7.2008	145	52,3	34	1,07	0,031
2	18.8.2008	179	53,4	38	6,09	0,160
2	25.9.2008	217	59,5	27	5,29	0,196
2	22.10.2008	244	64,8			
průměr						0,078
6	21.2.2008	0	29,4	21	4,12	0,196
6	13.3.2008	21	33,6	42	12,69	0,302
6	3.4.2008	42	46,3	63	0,28	0,004
6	24.4.2008	63	46,5	88	3,17	0,036
6	19.5.2008	88	49,7	117	8,37	0,072
6	17.6.2008	117	58,1	145	7,26	0,050
6	15.7.2008	145	65,3	179	1,47	0,008
6	18.8.2008	179	66,8	207	4,97	0,024
6	25.9.2008	217	71,8	234	1,50	0,006
6	22.10.2008	244	73,3			
průměr						0,027
7	21.2.2008	0	20,6	21	0,89	0,043
7	13.3.2008	21	21,5	42	0,18	0,004
7	3.4.2008	42	21,7	63	3,21	0,051
7	24.4.2008	63	24,9	88	2,88	0,033
7	19.5.2008	88	27,8	117	8,79	0,075
7	17.6.2008	117	36,6	145	5,06	0,035
7	15.7.2008	145	41,7	179	2,92	0,016
7	18.8.2008	179	44,6	207	-3,16	-0,015
7	25.9.2008	217	41,4	234	1,30	0,006
7	22.10.2008	244	42,7			
průměr						0,069
11	21.2.2008	0	10,9	21	6,01	0,286
11	13.3.2008	21	16,9	42	0,18	0,004
11	3.4.2008	42	17,1	63	8,71	0,138
11	24.4.2008	63	25,8	88	2,73	0,031
11	19.5.2008	88	28,6	117	3,64	0,031
11	17.6.2008	117	32,2	145	8,73	0,060
11	15.7.2008	145	40,9	179	3,64	0,020
11	18.8.2008	179	44,6	207	9,19	0,044
11	25.9.2008	217	53,8	234	1,36	0,006
11	22.10.2008	244	55,1			
průměr						0,063
14	21.2.2008	0	5,5	21	5,85	0,279
14	13.3.2008	21	11,4	42	5,44	0,130
14	3.4.2008	42	16,8	63	0,88	0,014
14	24.4.2008	63	17,7	88	0,84	0,010
14	19.5.2008	88	18,5	117	0,35	0,003
14	17.6.2008	117	18,9	145	9,70	0,067
14	15.7.2008	145	28,6	179	5,26	0,029
14	18.8.2008	179	33,8	207	1,80	0,009
14	25.9.2008	217	35,6	234	7,03	0,030
14	22.10.2008	244	42,7			

Příloha č. 6 – Rychlost přírůstku listové plochy *Macodes petola* se střední ozářeností

Rostlina č.	Datum	Den č.	Celková plocha listů (cm ²)	Počet dní mezi odběry	Rozdíl listové plochy (cm ²)	Přírůstek listové plochy (cm ² /den)
Průměr						0,162
3	21.2.2008	0	20,39	21	8,04	0,383
3	13.3.2008	21	28,43	21	1,38	0,066
3	3.4.2008	42	29,81	21	0,19	0,009
3	24.4.2008	63	30,00	25	11,21	0,449
3	19.5.2008	88	41,21	29	2,31	0,080
3	17.6.2008	117	43,53	28	1,11	0,040
3	15.7.2008	145	44,64	34	13,14	0,386
3	18.8.2008	179	57,78	38	1,25	0,033
3	25.9.2008	217	59,03	27	0,24	0,009
3	22.10.2008	244	59,27			
Průměr						0,123
4	21.2.2008	0	17,17	21	7,88	0,375
4	13.3.2008	21	25,05	21	1,88	0,090
4	3.4.2008	42	26,93	21	0,60	0,029
4	24.4.2008	63	27,54	25	0,79	0,032
4	19.5.2008	88	28,33	29	6,63	0,228
4	17.6.2008	117	34,95	28	0,98	0,035
4	15.7.2008	145	35,94	34	0,88	0,026
4	18.8.2008	179	36,81	38	7,76	0,204
4	25.9.2008	217	44,58	27	2,39	0,088
4	22.10.2008	244	46,97			
Průměr						0,064
8	21.2.2008	0	11,45	21	3,76	0,179
8	13.3.2008	21	15,21	21	0,52	0,025
8	3.4.2008	42	15,73	21	0,00	0,000
8	24.4.2008	63	15,73	25	3,90	0,156
8	19.5.2008	88	19,62	29	1,20	0,041
8	17.6.2008	117	20,82	28	0,34	0,012
8	15.7.2008	145	21,16	34	4,73	0,139
8	18.8.2008	179	25,89	38	-0,36	-0,009
8	25.9.2008	217	25,53	27	0,82	0,031
8	22.10.2008	244	26,36			
Průměr						0,055
10	21.2.2008	0	11,42	21	0,35	0,017
10	13.3.2008	21	11,77	21	2,75	0,131
10	3.4.2008	42	14,52	21	2,17	0,103
10	24.4.2008	63	16,69	25	1,28	0,051
10	19.5.2008	88	17,97	29	0,16	0,005
10	17.6.2008	117	18,13	28	0,24	0,009
10	15.7.2008	145	18,37	34	4,06	0,119
10	18.8.2008	179	22,43	38	1,47	0,039
10	25.9.2008	217	23,89	27	0,65	0,024
10	22.10.2008	244	24,54			
Průměr						0,073
13	21.2.2008	0	7,08	21	3,80	0,181
13	13.3.2008	21	10,88	21	0,32	0,015
13	3.4.2008	42	11,20	21	0,00	0,000
13	24.4.2008	63	11,20	25	0,47	0,019
13	19.5.2008	88	11,67	29	4,98	0,172
13	17.6.2008	117	16,65	28	1,00	0,036
13	15.7.2008	145	17,65	34	0,40	0,012
13	18.8.2008	179	18,05	38	0,00	0,000
13	25.9.2008	217	18,05	27	6,10	0,226
13	22.10.2008	244	24,15			

Příloha č. 7 - Rychlost přírůstku listové plochy *Macodes petola* s nízkou ozářeností

Rostlina č.	Datum	Den č.	Celková plocha listů (cm ²)	Počet dní mezi odběry	Rozdíl listové plochy (cm ²)	Přírůstek listové plochy (cm ² /den)
Průměr						-0,014
1	21.2.2008	0	31,70	21	0,59	0,028
1	13.3.2008	21	32,29	21	0,67	0,032
1	3.4.2008	42	32,96	21	-3,70	-0,176
1	24.4.2008	63	29,27	25	0,00	0,000
1	19.5.2008	88	29,27	29	5,55	0,192
1	17.6.2008	117	34,82	28	0,26	0,009
1	15.7.2008	145	35,09	34	0,00	0,000
1	18.8.2008	179	35,09	38	2,18	0,057
1	25.9.2008	217	37,26	27	-7,22	-0,267
1	22.10.2008	244	30,05			
Průměr						0,010
5	21.2.2008	0	22,83	21	0,55	0,026
5	13.3.2008	21	23,39	21	0,00	0,000
5	3.4.2008	42	23,39	21	0,00	0,000
5	24.4.2008	63	23,39	25	0,22	0,009
5	19.5.2008	88	23,60	29	4,67	0,161
5	17.6.2008	117	28,27	28	0,00	0,000
5	15.7.2008	145	28,27	34	0,31	0,009
5	18.8.2008	179	28,58	38	-4,36	-0,115
5	25.9.2008	217	24,23	27	0,00	0,000
5	22.10.2008	244	24,23			
Průměr						0,012
9	21.2.2008	0	11,41	21	0,00	0,000
9	13.3.2008	21	11,41	21	0,00	0,000
9	3.4.2008	42	11,41	21	0,00	0,000
9	24.4.2008	63	11,41	25	0,00	0,000
9	19.5.2008	88	11,41	29	0,22	0,008
9	17.6.2008	117	11,62	28	0,00	0,000
9	15.7.2008	145	11,62	34	0,00	0,000
9	18.8.2008	179	11,62	38	2,94	0,077
9	25.9.2008	217	14,56	27	0,70	0,026
9	22.10.2008	244	15,26			
Průměr						-0,005
12	21.2.2008	0	11,86	21	0,23	0,011
12	13.3.2008	21	12,09	21	0,15	0,007
12	3.4.2008	42	12,24	21	0,00	0,000
12	24.4.2008	63	12,24	25	1,37	0,055
12	19.5.2008	88	13,61	29	0,12	0,004
12	17.6.2008	117	13,73	28	0,00	0,000
12	15.7.2008	145	13,73	34	0,35	0,010
12	18.8.2008	179	14,08	38	0,00	0,000
12	25.9.2008	217	14,08	27	-3,55	-0,131
12	22.10.2008	244	10,53			
Průměr						0,001
15	21.2.2008	0	8,65	21	0,40	0,019
15	13.3.2008	21	9,06	21	0,00	0,000
15	3.4.2008	42	9,06	21	0,00	0,000
15	24.4.2008	63	9,06	25	0,00	0,000
15	19.5.2008	88	9,06	29	0,00	0,000
15	17.6.2008	117	9,06	28	-0,30	-0,011
15	15.7.2008	145	8,76	34	0,00	0,000
15	18.8.2008	179	8,76	38	0,00	0,000
15	25.9.2008	217	8,76	27	0,00	0,000
15	22.10.2008	244	8,76			

Příloha č. 8 – Specifická listová plocha (SLA) náhodně vybraných listů *Macodes petola* pěstovaných ve třech hladinách ozáření. V – vysoká ozáření, S – střední ozáření, N – nízká ozáření.

Varianta	Rostlina č.	List č.	Sušina měřeného g	Plocha listu cm ²	Specifická listová plocha=SLA cm ² /g	
N	1	3	0,0153	6,908393106	451,5289612	
N	5	3	0,0199	9,662414682	485,5484765	
N	9	1	0,0118	7,484092531	634,2451297	
N	12	2	0,0097	4,901224839	505,2809112	
N	15	2	0,0053	3,236364338	610,6347808	
Průměr N						537,4477
S	3	5	0,0527	15,02398259	285,0850586	
S	4	4	0,0357	11,1153042	311,3530588	
S	8	4	0,0051	2,387958209	468,2270998	
S	10	3	0,0134	5,130140398	382,8462984	
S	13	4	0,0164	6,498177837	396,2303559	
Průměr S						368,7484
V	2	6	0,0212	6,125479804	288,9377266	
V	6	3	0,0458	13,12033109	286,4701111	
V	7	2	0,0205	5,93405856	289,4662712	
V	11	2	0,0178	6,787478273	381,3190041	
V	14	5	0,0333	10,38460248	311,8499243	
Průměr V						311,6086

9. Fotografické přílohy

Varianta V (vysoká ozářenost) – Rostlina č. 6 ve dnech 13.3.2008 (nahore), 17.6.2008 (uprostřed) a 29.10.2008 (dole).



Varianta S (střední ozáření) – Rostlina č. 3 ve dnech 13.3.2008 (nahore), 17.6.2008 (uprostřed) a 29.10.2008 (dole).



Varianta N (nízká ozáření) – Rostlina č. 5 ve dnech 13.3.2008 (nahore), 17.6.2008 (uprostřed) a 29.10.2008 (dole).

