

**SLOVENSKÁ POLNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE**  
**FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV**

2132552

**HODNOTENIE ÚČINKU PRÍPRAVKU S ANTISTRESOVÝM  
PÔSOBNÍM NA OCHRANU LETNIČIEK PRED PÔSOBNÍM  
VYSOKÝCH TEPLÔT V SKLENÍKU**

**Diplomová práca**

**2010**

**Bc. Mária Sumelová**

**SLOVENSKÁ POLNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE**  
**FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV**

**HODNOTENIE ÚČINKU PRÍPRAVKU S ANTISTRESOVÝM  
PÔSOBNÍM NA OCHRANU LETNIČIEK PRED PÔSOBNÍM  
VYSOKÝCH TEPLÔT V SKLENÍKU**

**Diplomová práca**

Študijný program:	Výživa a ochrana rastlín
Študijný odbor:	6.1.5 Rastlinná produkcia
Školiace pracovisko:	Katedra fyziológie rastlín
Školiteľ:	Ing. Marek Živčák, PhD.

**Nitra 2010**

**Bc. Mária Sumelová**

### **Čestné vyhlásenie**

Podpísaná Bc. Mária Sumelová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Hodnotenie účinku prípravku s antistresovým pôsobením na ochranu letničiek pred pôsobením vysokých teplôt v skleníku“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 14. apríl 2010

Mária Sumelová

## **Pod'akovanie**

Touto cestou by som chcela úprimne poďakovať svojmu školiteľovi Ing. Marekovi Živčákovi, PhD. za možnosť vybrať si zaujímavú tému, poskytnutú pomoc a odborné vedenie pri vypracovávaní mojej diplomovej práce. Taktiež ďakujem za ľudský prístup počas písania mojej práce.

## **Abstrakt**

Sumelová, M.: Hodnotenie účinku prípravku s antistresovým pôsobením na ochranu letničiek pred pôsobením vysokých teplôt v skleníku. (Diplomová práca). Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2010. 79 s.

Cieľom nášho experimentu bolo študovať vplyv vysokých teplôt a náhodne sa vyskytujúcich krátkych epizód sucha vyskytujúcich sa v skleníku na rast a obsah asimilačných pigmentov v listoch dvoch vybraných druhov letničiek. Súčasne sme sa snažili v daných podmienkach zhodnotiť účinok postreku prípravkom Atonik® s deklarovaným antistresovým účinkom. Ako biologický materiál sme použili rastliny dahlie (*Dahlia pinnata* CAV.) a Fialy (*Matthiola incana* (L.) W.T. Aiton). Rastliny boli vysiate do debničiek v apríli a pestované v podmienkach skleníka. Rastliny boli rozdelené na dve skupiny: prvá bola umiestnená v skleníku, druhá v chránených priestoroch vo vonkajšom prostredí. Na oboch stanovištiach bol na polovicu rastlín aplikovaný postrek prípravkom Atonik® v koncentrácii 0,5%. Na všetkých rastlinách bol meraná výška, stanovený počet funkčných listov a meraný obsah chlorofylov nepriamo, pomocou chlorofylmetra SPAD (Minolta, Japonsko). Rovnaký postrek a meranie bolo ešte zopakované v auguste a záverečné meranie a hodnotenie bolo realizované na začiatku októbra. Na základe našich meraní sa jednoznačne prejavil vplyv podmienok v skleníku, predovšetkým nepriaznivý vplyv vysokých teplôt presahujúcich bežne teplotu 40°C. Zistili sme, že v prvom hodnotenom období (polovica júla – polovica augusta) mal postrek Atonikom® preukazný vplyv, keď postriekané rastliny viac rástli, mali väčší prírastok počtu listov a vyššie hodnoty SPAD ako neošetrená kontrola. Z našich pozorovaní vyplýva, že okrasné rastliny sú v podmienkach skleníka vystavené stresom z vysokých teplôt postihujúcim ich rast a fyziologické procesy. Nepriaznivý vplyv vysokých teplôt je možné čiastočne eliminovať postrekom prípravku Atonik®, ktorý môže napomôcť prekonávaniu účinkov vysokej teploty vyskytujúcich sa v skleníku.

**Kľúčové slová:** stres z vysokej teploty, rast, obsah chlorofylov, Atonik.

## **Abstract**

Sumelová, M.: Evaluation of antistress-acting preparate effect for protection of annuals against heat stress in greenhouse (diploma thesis). Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, 2010. 79 p.

The aim of diploma thesis was the study of high temperature and coincidentally occurring drought periods on growth and assimilation pigments content in leaves of two species of ornamental annuals. At the same time, we analyzed the effect of application of preparation Atonik® with declared anti-stress effect. As a biological material we used pinnate dahlia (*Dahlia pinnata* CAV.) and hoary stock (*Matthiola incana* (L.) W.T. Aiton). Plants were sown in containers in April and grown in greenhouse conditions. After that, plants were transplanted and divided into two groups: first group were grown greenhouse, the second group was grown out of greenhouse in protected location. In the beginning of July in both environments, the half of plants was treated by spraying of 0.5% Atonik® solution, the second part stayed untreated. In all plants, the plant height, healthy leaf number and indirect chlorophyll content measurement by chlorophyll meter SPAD-502 (Minolta, Japan) was determined. The same treatment and measurements were repeated once again in August and the final measurements were made in first days of October. Our results show clear influence of greenhouse conditions, especially adverse effect of high temperatures over 40°C. We found in first interval (July – August) the significant effect of application of Atonik®, where the treated plant showed better growth, higher leaf number increase and higher SPAD-values compared to non-treated control plants. The conclusions of our experiments are findings that ornamental plants in greenhouse conditions are subjected to heat and occasional drought stress which affects their physiological processes. Unfavorable effects could be eliminated by application of Atonik®, which can help to get over the effects of heat and drought occurring in greenhouses.

**Key words:** heat stress, growth, chlorophyll content, Atonik

# Obsah

<b>Obsah</b> .....	<b>6</b>
<b>Zoznam obrázkov</b> .....	<b>8</b>
<b>Zoznam tabuliek</b> .....	<b>10</b>
<b>Zoznam skratiek a značiek (pre technické a prírodné vedy)</b> .....	<b>11</b>
<b>Úvod</b> .....	<b>12</b>
<b>1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky</b> .....	<b>13</b>
1.1 Rastliny a stres.....	13
1.1.1 Reakcie rastlinného organizmu na nepriaznivé vplyvy .....	15
1.1.2 Všeobecné obranné mechanizmy rastlín na stres.....	16
1.2 Stres z vysokých teplôt.....	18
1.2.1 Teplota prostredia ako životný faktor rastlín .....	18
1.2.2 Účinok vysokých teplôt na fyziologické procesy rastlín .....	22
1.3 Stres z nedostatku vody .....	28
1.3.1 Fyziologické a morfológické zmeny spôsobené deficitom vody.....	28
1.3.2 Kritické obdobia rastlín v nárokoch na vodu .....	29
1.3.3 Vplyv nedostatku vody na produkčnú výkonnosť plodín.....	30
1.3.4 Adaptačné mechanizmy na vodný stres .....	31
1.4 Antistresovo pôsobiace látky.....	32
<b>2 Ciele práce</b> .....	<b>34</b>
<b>3 Metodika práce</b> .....	<b>35</b>
3.1 Biologický materiál .....	35
3.1.1 Dahlia záhradná .....	35
3.1.2 Fiala šedá .....	36
3.2 Realizácia pokusu .....	37
3.2.1 Založenie pokusu a pestovanie pokusných rastlín .....	37
3.2.2 Pokusné varianty .....	37
3.2.3 Realizované merania .....	38
3.3 Charakteristika použitých metód .....	39
3.3.1 Hodnotenie rastových ukazovateľov.....	39
3.3.2 Nepriame meranie obsahu chlorofylu chlorofylmetrom.....	39
3.4 Charakteristika použitých prípravkov .....	41
3.4.1 Atonik .....	41

3.4.2	Harmavit špeciál .....	43
3.5	Matematicko-štatistické spracovanie výsledkov .....	44
<b>4</b>	<b>Výsledky a diskusia .....</b>	<b>45</b>
4.1	Teplotné podmienky v skleníku počas pestovania .....	45
4.2	Výsledky namerané pri dahlii záhradnej .....	46
4.2.1	Meranie rastových parametrov .....	46
4.2.2	Hodnotenie meraní obsahu chlorofylu .....	51
4.3	Výsledky namerané pri fiale sivej .....	53
4.3.1	Meranie rastových parametrov .....	53
4.3.2	Hodnotenie meraní obsahu chlorofylu .....	58
<b>5</b>	<b>Diskusia .....</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>Návrh na využitie výsledkov .....</b>	<b>65</b>
<b>7</b>	<b>Závery .....</b>	<b>66</b>
	<b>Zoznam použitej literatúry .....</b>	<b>67</b>
	<b>Prílohy .....</b>	<b>79</b>



---

## Zoznam obrázkov

<i>Obrázok 1. Vymedzenie kardinálnych bodov vo vzťahu k rýchlosti fyziologických procesov</i>	20
<i>Obrázok 2. Slniečny úpal - príznaky úpalu na liste viniča po slnečnom tepelnom žiarení.</i>	25
<i>Obrázok 3. Chlorofylmeter SPAD-502 pre nedeštrukčné meranie obsahu chlorofylov.</i>	39
<i>Obrázok 4. Spektrálna absorpcia chlorofylov v rámci absorpčného spektra viditeľného žiarenia.</i>	40
<i>Obrázok 5. Znáznornenie využitých vlnových dĺžok pri meraní SPAD.</i>	40
<i>Obrázok 6. Príklad priebehu teplôt v skleníku a vo vonkajšom prostredí začiatkom júla.</i>	45
<i>Obrázok 7. Príklad priebehu teplôt v skleníku a vo vonkajšom prostredí namerané 20. septembra.</i>	46
<i>Obrázok 8. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín dahlie v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variancie.</i>	47
<i>Obrázok 9. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku.</i>	47
<i>Obrázok 10. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach.</i>	48
<i>Obrázok 11. Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín dahlie</i>	48
<i>Obrázok 12. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov dahlie v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variancie.</i>	49
<i>Obrázok 13. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku.</i>	50
<i>Obrázok 14. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov dahlie za intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach.</i>	50
<i>Obrázok 15. Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov dahlie</i>	51
<i>Obrázok 16. Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch dahlie v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variancie.</i>	52
<i>Obrázok 17. Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku.</i>	52
<i>Obrázok 18. Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach.</i>	52
<i>Obrázok 19. Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch dahlie</i>	53
<i>Obrázok 20. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín fialy v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variancie.</i>	54
<i>Obrázok 21. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku.</i>	54
<i>Obrázok 22. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach.</i>	55
<i>Obrázok 23. Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín fialy</i>	55
<i>Obrázok 24. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov fialy v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variancie.</i>	56

---

<i>Obrázok 25. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku.</i>	57
<i>Obrázok 26. Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov fialy za intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach.</i>	57
<i>Obrázok 27. Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov fialy</i>	58
<i>Obrázok 28. Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch fialy v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variancie.</i>	59
<i>Obrázok 29. Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku.</i>	59
<i>Obrázok 30. Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach.</i>	59
<i>Obrázok 31. Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch fialy</i>	60

---

## Zoznam tabuliek

<i>Tabuľka 1. Kardinálne teplotné body pre rast niektorých kultúrnych rastlín</i>	19
<i>Tabuľka 2. Prehľad pokusných variantov a počtu nádob za jednotlivé varianty.</i>	38
<i>Tabuľka 3. Časový rozpis realizovaných meraní a ošetrovaní.</i>	38
<i>Tabuľka 4. Zloženie prípravku Atonik®.</i>	42
<i>Tabuľka 5. Záznam o prípravku Atonik® v Zozname registrovaných prípravkov</i>	42
<i>Tabuľka 6. Zloženie kvapalného hnojiva Harmavit Špeciál.</i>	43

---

## Zoznam skratiek a značiek

ANOVA	analýza variancie (štatisticky)
°C	stupeň Celzia, jednotka teploty
cm	centimeter, jednotka dĺžky, $10^{-2}$ m
LSD	v štatistike najmenší preukazný rozdiel (z angl.)
nm	nanometer, jednotka dĺžky, $10^{-9}$ m
P	pravdepodobnosť vyjadrená v % (v štatistike)
pH	vodíkový exponent, vyjadrenie kyslosti
SPAD	jednotka obsahu chlorofylov, bezrozmerné číslo
$\alpha$	hladina významnosti (v štatistike)

---

## Úvod

Svet rastlín je bohatý a pestrý. Vegetácia udivuje svojou rozmanitosťou a je súčasťou nášho každodenného života. Rastliny však nežijú vždy len v ideálnych podmienkach, ktoré napomáhajú ich priaznivému rozvoju. Prostredie, ktoré ich obklopuje, nie je totiž stabilné. Podlieha mnohým zmenám a výkyvom. A tieto vplyvy okolia majú na rastlinný organizmus mnohokrát nedozerané dôsledky. V prírode sa nachádza veľké množstvo nevyhovujúcich faktorov, stresov, či už biotickej alebo abiotickej povahy. Jedným z najvýznamnejších činiteľov prostredia je teplota. Je absolútne nevyhnutná pre život. Ale na druhej strane, po prekročení jej dolnej či hornej hranice, môže tento život vážne či menej vážne poškodiť alebo celkom zničiť.

Okrasné rastliny sa pestujú v skleníkoch pre krásu a potešenie. Podmienky v ktorých prebieha ich rast a vývoj sa však odlišujú od prirodzených stanovišť. Teplota v skleníkoch je totiž neporovnateľne vyššia v porovnaní s klímou vonkajšieho prostredia. Evidentné je to najmä počas horúcich letných dní, kedy jej hodnoty v chránených priestoroch stúpajú až k extrémne vysokým. A citlivý rastlinný organizmus sa jej nie vždy dokáže prispôbiť a reaguje v niektorých prípadoch až úhynom. Nejedná sa však len o rastlinky pestované v skleníku. Vysoká teplota je v súčasnosti celosvetovým globálnym problémom. Jej neustále zvyšovanie ohrozuje pestovanie a výnosy plodín. Ďalším činiteľom popri vysokej teplote, ktorý obmedzuje životné činnosti rastlín, je nedostatok vody. Často býva jej sprievodným javom a limituje jednotlivé pochody. Preto sa hľadajú rôzne možnosti, ako zmierniť tieto negatívne dopady, ako ich ochrániť a zabezpečiť optimálny zdravý porast aj v prostredí ktoré sa vyznačuje pre rastliny zaťažujúcimi faktormi. Jednou z ciest na ochranu proti stresovým podmienkam sú aj rastové stimulanty. Sú to látky ktoré sa dnes využívajú v širokom rozsahu, na veľké množstvo plodín vrátane okrasných rastlín. V našej práci sme sa preto zamerali na testovanie účinku najčastejšie využívaného antistresového pôsobiaceho prípravku na znižovanie negatívnych následkov vysokých teplôt na dva modelové druhy okrasných rastlín zo skupiny letničiek pri ich pestovaní v skleníku.

---

# 1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

## 1.1 Rastliny a stres

Rastliny sú počas svojho života vystavené veľmi premenlivým podmienkam vonkajšieho prostredia. Tie môžu nielen spomaľovať ich životné funkcie, ale tiež poškodzovať jednotlivé orgány a v krajnom prípade viesť k ich uhynutiu. (PROCHÁZKA et al., 1998). Niektorí autori uvádzajú, že faktory prostredia pôsobia na rastlinu komplexne, pri vzájomnom pôsobení sa ich vplyv zosilňuje alebo oslabuje a jeho prejavy na rastline sú okrem iného ovplyvnené vekovým obdobím, veľkosťou koreňovej sústavy, kondíciou, druhom, odrodou, orgánom na ktorý pôsobia, fenofázou a podobne. Ideálny priebeh faktorov prostredia v priestore a čase prakticky neexistuje súčasne pre všetky rastlinné spoločenstvá (DUNAJSKÝ, 1996).

V podmienkach meniacej sa klímy je predpoklad, že poľnohospodárske plodiny, lesné dreviny aj prírodné ekosystémy budú vo väčšej miere vystavené vysokým teplotám, ale aj iným spolupôsobiacim stresovým faktorom. Zmeny prostredia a zmeny vyvolané v organizmoch je možné členiť podľa rôznych kritérií (ČABOUN, 1996):

- podľa sféry, kde zmena prebehla (vzduch voda pôda organizmy),
- podľa druhu zmeny (fyzikálna chemická biologická),
- podľa dĺžky trvania (krátkodobé, dlhodobé),
- podľa veľkosti zmeny (malé, stredné, veľké),
- podľa rýchlosti priebehu (pomalé, rýchle),
- podľa rozsahu (lokálne, regionálne, globálne),
- podľa opakovania (jednorázové, periodické, neperiodické),
- podľa častosti výskytu (ojedinelé, zriedkavé, časté),
- podľa intenzity (mierne, intenzívne).

Výskyt nežiadúcich činiteľov je bežným javom v ontogenéze rastlín (ŠVIHRA, 1997). Odchýlka od optimálnych podmienok vyvolávajúce prechodné odozvy, trvalé zmeny a poškodenia na rôznych hierarchických úrovniach je stres (KOSTREJ et al., 1998).

LARCHER et al., (2003) uvádza, že stres je každá odchýlka od optimálnych podmienok pre život. LAMBERS et al., (2008) definujú stres ako environmentálne faktory, ktoré znižujú rýchlosť fyziologických procesov pod maximálnu úroveň, ktorú by inak rastliny mohli dosiahnuť. MISTRÍK (1988) považuje stres za komplex zložitých

---

fyziologických, biochemických, fyzikálnych zmien, ktoré v rastlinách, vybavených príslušnou genetickou informáciou prebiehajú pod vplyvom faktorov prostredia a ktoré vedú k indukcii reverzibilného stavu odolnosti. Podľa SELYEHO (1966) stres vyvolá šok, poklesnú fyziologické pochody, prebehne odozva na šok, odvetné reakcie zo zvýšenia fyziologickej aktivity, mobilizáciou obranných mechanizmov a silný signál na regulačný systém. V štádiu rezistencie organizmus odoláva nevhodným podmienkam a pozvoľne sa dostáva na pôvodnú úroveň. Poškodenie vyvolané stresom závisí od jeho intenzity, dĺžky trvania, druhu a vývinového stavu jedinca (KUBOVÁ a DANKO, 1999). Najodolnejšie sú rastliny voči stresom počas dormancie. Najcitlivejšie reagujú rastliny na stresory počas juvenilnej pri vzchádzaní. Postupne odolnosť narastá až po dozrievanie semien (ŠVIHRA, 1990). PRÁŠIL (1989) popisuje existujúcu koncepciu stresu:

- akýkoľvek vonkajší faktor prostredia schopný indukovať potenciálne škodlivý účinok,
- faktor ktorý vedie k zníženiu potenciálnej produkcie,
- súbor regulačných mechanizmov nastupujúcich pri ohrození integrity organizmu.

KOSTREJ et al., (1998) rozoznáva stres vyvolaný:

- priamym poškodením, v tomto prípade môžu byť rastliny usmrtené veľmi krátkym pôsobením stresoru,
- nepriamym poškodením, t. j. pri dlhotrvajúcom pôsobení stresu nastáva spomalenie rastu,
- môže vyvolať určitý deficit, alebo produkciu toxických látok,
- poškodenie sekundárnym stresom – pri dlhšie trvajúcom primárnom strese môže nastať sekundárny stres, ktorý vyvolá buď priame alebo nepriame, poškodenie. Napríklad stres z vysokej teploty vyvolá vodný deficit priamo alebo nepriamo, poškodzuje rastlinu viac ako vysoká teplota.

Štúdium stresu získalo v súčasnosti veľký priestor v biológii, pričom výskum je zameraný na niekoľko oblastí (LARCHER et al., 2003):

- reakcie jednotlivých fyziologických reakcií na podnety,
- všeobecné biochemické a molekulárne zmeny,
- reakcie na úrovni celých rastlín,
- evolučné adaptačné a aklimačné mechanizmy.

---

### 1.1.1 Reakcie rastlinného organizmu na nepriaznivé vplyvy

Rastliny kompenzujú nepriaznivé účinky stresov prostredníctvom mnohých mechanizmov, ktoré fungujú v rôznych časových škálach v závislosti od typu stresu a fyziologického procesu, ktoré zasahujú (LAMBERS et al., 2008). Hlavným strategickým cieľom rastlín je prekonať stresy a udržať pri nich aspoň minimálnu pozitívnu produkčnú bilanciu (SLAVÍK, 1984).

Organizmy sa vyrovnávajú so stresom rôznymi spôsobmi. Pohyblivé organizmy, ale aj niektoré rastliny sa vyhýbajú stresu premiestnením sa na iné miesto, ukončením životného cyklu pred začatím nepriaznivých podmienok. vytvorením bariéry medzi stresormi a metabolicky aktívnymi pletivami. Rastliny sa snažia nepriaznivým podmienkam prispôbiť, adaptovať sa a tak čeliť zmene jedného alebo viac faktorov (ŠVIHRA et al., 1989). S krátkodobým stresom sa organizmus vyrovná a adaptuje sa na zmenené podmienky, po silnejšom a dlhšom pôsobení však dochádza k postupnému narušeniu životných funkcií, vyčerpaniu až smrti. V prípade ak stres pôsobí na nepripravenú rastlinu rýchlo, bezprostredne s prerušením rastu, t.j. bez zapojenia reakcií na úrovni organizmu, vtedy poškodenie závisí od stability všetkých štruktúr - od molekulárnych, subbunkových do anatomicko-morfologických. V prírode sa však častejšie vyskytuje stres postupný - gradujúci, dlho pôsobiaci s nie vysokou silou, v dennom cykle sa často striedajúci s pomerne priaznivými obdobiami pre rast, tak vtedy má základný význam stabilita (odolnosť) funkcií a adaptačné procesy realizujúce sa najmä cestou rastu rastliny (ZIMA et al., 1994).

Reakcia rastlín na rozdielne, hlavne stresové faktory prostredia prebieha na úrovni jednotlivých procesov, organel, buniek a celej rastliny a prejavuje sa v zmene úrovne celého radu znakov, vrátane znaku, ako je úroda v rôznom stupni redukcie jednotlivých úrodovných prvkov (UDOVENKO, 1979). Niektorí autori sa domnievajú, že ten orgán, ktorý najintenzívnejšie rastie v období stresu, alebo ten úrodovný prvok, ktorý sa utvára, je v dynamike tvorby úrody stresom najviac ovplyvnený.

Rastliny sú trvale prispôbené k vykonávaniu všetkých svojich životne dôležitých funkcií za pomerne veľkého kolísania faktorov vonkajšieho prostredia. Keď však toto kolísanie prekročí istú hranicu, dôjde v rastline k poruchám štruktúr a funkcií. Súčasne však dôjde i k aktivácii nápravných procesov na úrovni molekulovej, biochemickej a fyziologickej. Tento mimoriadny stav ktorý voláme stres môže viesť



---

k dosiahnutiu novej homeostázy alebo k uhynutiu postihnutého orgánu či celej rastliny (PROCHÁZKA et al., 1998).

Stres postihuje celú rastlinu, aj v tom prípade ak stresový faktor účinkuje priamo len na konkrétnu časť rastliny. Najčastejšie sa signál o strese v rastline distribuuje prostredníctvom fytohormónov. V rastline tak dochádza k „vyladeniu“ na novú fyziologickú situáciu a zvýšeniu celkovej odolnosti (LARCHER et al., 2003).

### 1.1.2 Všeobecné obranné mechanizmy rastlín na stres

Napriek tomu, že rastliny nemajú imunitný systém podobný živočíchom a možnosť fyzického úniku, vyvinulo sa u nich široké spektrum efektívnych kompenzačných a obranných mechanizmov. Existuje veľké množstvo aklimatizačných zmien v bunkách, ale napriek tomu sa nájdu procesy, ktoré sa opakujú i pri pôsobení veľmi odlišných stresov. K nim patria zmeny v množstve a typoch vylučovaných proteínov, zahrňujúcich i tvorbu špecifických stresových proteínov s ochrannou funkciou, ďalej tvorba stresových fytohormónov, aktívnych foriem kyslíka a osmoregulačných zlúčenín (PROCHÁZKA et al., 1998).

V závislosti od konkrétneho stresového faktora indikujúceho syntézu proteínov rozoznávame u rastlín syntézu viacerých produktov, napríklad:

- proteínov indukovaných vysokou teplotou (hsp, *heat shock proteins*),
- bielkoviny indukované chladom alebo nízkou teplotou (cs, *cold* alebo *chilling stress proteins*),
- proteíny indukované suchom (dehydríny),
- proteíny indukované nedostatkom kyslíka (asp, *anaerobic stress proteins*).

Bunka vplyvom stresu syntetizuje 3 skupiny proteínov:

- chaperony, bielkoviny stabilizujúce konformáciu pôvodných bielkovín, ktorá zabezpečuje ich funkčný stav,
- ubikvitíny, bielkoviny označujúce poškodené bielkoviny, ktoré chaperony nestihli stabilizovať (bielkoviny – markery),
- proteázy, bielkoviny rozkladajúce označené poškodené bielkoviny.

Proteíny indukované zvýšenou teplotou patria k evolučne najstarším. Sú v bunkách prítomné stále, ale v neaktívnom stave. K ich aktivácii dochádza po náhlom

---

zvýšení teploty. Medzi približne 30 proteínov ktorých tvorba je stimulovaná zvýšenou teplotou sa v hojnej miere vyskytujú už vyššie spomenuté chaperony, proteázy a ubikvitín. Nepochybne prispievajú aj ďalšie k zvýšeniu termostability citlivých proteínov nielen v cytosole, ale aj v organelách. Príkladom sú dva z nich HSP21 a HSP24, ktoré sú transportované do chloroplastov, kde chránia pred poškodením mimoriadne citlivé proteíny fotosystému dva v tylakoidnej membráne. Proteíny indukované dehydratáciou ich významná funkcia pre zachovanie funkčnosti membrán bola a stabilizácie štruktúry proteínov bola už veľakrát dokázaná. Dehydratácia vyvolá predovšetkým tvorbu enzýmov nevyhnutných pre zvýšenie syntézy osmoticky aktívnych látok. Zvláštnu skupinu asi dvadsiatich stresových proteínov, ktoré sa vytvárajú pri nedostatku vody v bunkách, sú dehydríny. Biologické funkcie týchto proteínov sú veľmi rozmanité a detailne zatiaľ nepreskúmané. Boli však dokázané ich vzťahy nielen s radom enzýmov v cytosole, ale napríklad aj s chromatinom a cytoskeletom. Tvorba dehydrínov je závislá na zvýšenej koncentrácii kyseliny abscisovej a pre prežitie silnej dehydratácie sú úplne nevyhnutné (PROCHÁZKA et al., 1998). V kukurici sa v mitochondriách tiež pozorovali stresové proteíny (MANSFIELD et al., 1988). Tvorba špecifických proteínov sa považuje za univerzálnu odpoveď na stres z vysokej teploty i keď ešte nie je úplne známa ich funkcia (ČIAMPOROVÁ a MISTRÍK, 1991; MANSFIELD a KEY, 1987; SCHLESINGER, 1986). Ich zastúpenie a vzájomné pomery sú špecifické pre určitý rastlinný druh. Tvorba špecifických proteínov bola pozorovaná aj pri iných druhoch stresu (vodný stres, zasolenie).

Syntézu osmoregulačných zlúčenín, ku ktorým patria cukry, niektoré aminokyseliny (prolín, glycín) a polyalkoholy, môžeme pozorovať v prípade stresových faktorov, ktoré primárne (sucho) alebo sekundárne vyvolávajú stres z nedostatku vody. Syntéza stresových hormónov patrí tiež k jedným z častých spoločných reakcií rastliny na viaceré stresové faktory. Príkladom je syntéza kyseliny abscisovej, ktorá nielen redukuje negatívny vplyv nedostatku vody pri strese suchom (zatváranie prieduchov, zvýšenie hydraulickej vodivosti koreňov a pod) ale aj ďalších stresových faktorov vyvolávajúcich nedostatok vody v bunke, ako sú vysoké teploty, nízke teploty a zasolenie (MASAROVÍČOVÁ a REPČÁK, 2002).

---

## 1.2 Stres z vysokých teplôt

### 1.2.1 Teplota prostredia ako životný faktor rastlín

Jedným z významných a z rozhodujúcich faktorov, ovplyvňujúcich pochody rastlinného organizmu, je teplota. Na to aby rastliny mohli žiť, musí sa pohybovať v určitých hraniciach. Predstavuje vonkajší faktor, ktorý cestou enzymatického systému rastliny kontroluje rýchlosť fyzikálnych, biochemických aj fyziologických procesov. Napríklad od teploty závisí rýchlosť difúzie plynov a kvapalín. Závislosť fyziologických reakcií od teploty je ešte výraznejšia (ZIMA et al., 1999). Na teplote závisia všetky pochody premeny a obehu látok v rastlinnom tele i v obklopujúcom prostredí (PEVNÁ et al., 1984). Je hlavným indikátorom rastu a vývoja rastlín (ČERVENKA, 2006). Sezónna aktivita rastlín je na ich prirodzenom stanovišti kontrolovaná najmä teplotnými pomermi (BERRY a BJÖRKMAN, 1980). Ako základná charakteristika energetickej zložky prostredia podmieňuje také životné funkcie rastlín, ako sú fotosyntéza, dýchanie, príjem živín, transpirácia a iné, teda tie, ktoré rozhodujú o produkcii organickej hmoty – úrody (REPA a ŠPÁNIK, 1996).

S predpokladaným nárastom globálnej teploty na zemi indukovanej skleníkovým efektom, reakcie rastlín na narastajúce teploty sa stali významným objektom výskumu (GUNDERSON et al., 2000; RUSTAD et al., 2001). Vysoké teploty listov totiž redukujú rast rastlín a limitujú úrody plodín. V celosvetovom meradle sa predpokladá, že nárast teploty v pestovateľských sezónach o 1°C bude predstavovať pokles úrod o 17 % (LOBELL a ASNER 2003). Globálna teplota vzrástla od roku 1990 do roku 2000 o 0,6°C a predpokladá sa ďalší nárast o 1,4 až 5°C do roku 2100 (IPCC 2001). Navyše, sucho spôsobí aj slabšie ochladzovanie listov transpiráciou, čo bude viesť k prehrievaniu listov a tak nižšej fotosyntéze a produktivite rastlín, čo bolo dokázané pri viacerých plodinách (LU et al. 1997).

Rôzny stupeň teploty rozhoduje o tom, ako sa bude dariť rastlinám v rôznych štádiách ich vývoja (NEMEC a PASTÝRIK, 1963). Na základe rozsahu tolerancie k vonkajším teplotným podmienkam rozlišujeme rastliny so širokou amplitúdou – eurýtermné a s nízkou amplitúdou – stenotermné. Stenotermné rastliny podľa toho, kde vegetujú, delíme na (ŠEBÁNEK et al., 1983):

- kryofilné, nachádzame ich len v pásme trvalého snehu
- mikrotermné, ktoré rastú v chladnom pásme

- mezotermné, ktoré nachádzame v miernom pásme
- megatermné, ktoré rastú v teplom pásme.

Podľa mnohých autorov priebeh rastu je pri rozličných teplotách rozlične rýchly. Rast začína pri určitej nízkej teplote, nazývanej minimum. Znížením pod túto hranicu jeho prejavy prestanú. Stúpaním teploty sa rast postupne zvyšuje. Ale iba po teplotu pri ktorej rastlina najrýchlejšie rastie, optimum. Ak sa teplota zvyšuje aj naďalej, rast sa postupne spomaľuje. A pri istej hraničnej najvyššej teplote prestane, maximum. Od teploty závisí rast všetkých rastlín, ale špecifické teplotné body môže mať každý druh vlastné (Tabuľka 1).

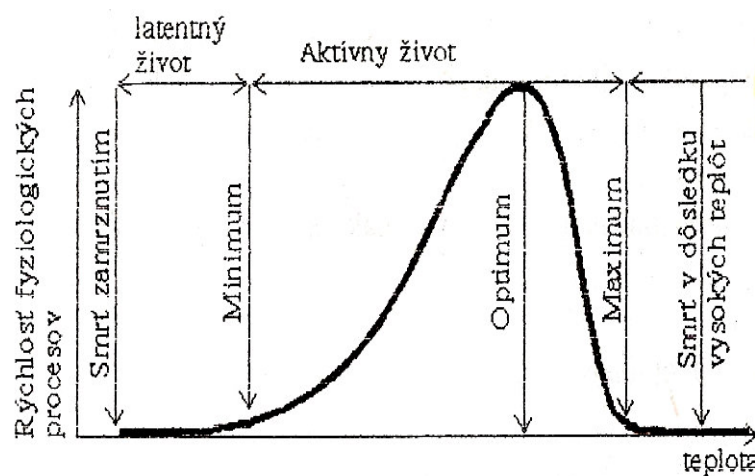
**Tabuľka 1.** Kardinálne teplotné body pre rast niektorých kultúrnych rastlín (ČVANČARA,1962).

Druh rastliny	Teplotné minimum (°C)	Teplotné optimum (°C)	Teplotné maximum (°C)
Raž siata f. ozimná	0-5	25-30	30-37
Pšenica letná f. ozimná	0-5	25-30	30-37
Jačmeň jarný	5	25-30	30-37
Ovos siaty	5	25-30	30-37
Kukurica siata	8-10	32-35	40-45
Proso siate	8-10	32-35	40-45
Hrach siaty	1-5	25-31	31-38

Kardinálne body teploty (Obrázok 1) minimum optimum a maximum sú pre rast veľmi dôležité. Nie sú to konštanty, menia sa so starnutím rastliny. Tieto body sú odlišné pre rôzne druhy plodín, aj pre rôzne fyziologické a biochemické procesy: fotosyntéza, dýchanie, rast, vodný režim, minerálna výživa rastlín a porastu (KOSTREJ et al., 1998).

Podľa PASTÍRIKA (1979) sú rastliny, ktoré sú schopné prežiť maximálnu teplotu až 80°C stupňov, ale existujú aj také, ktoré majú maximálny teplotný bod rastu veľmi nízky, na úrovni 16°C, iné majú vysokú minimálnu teplotu rastu okolo 30°C a maximálnu 41°C. Pre všetky rastliny platí, že teplotné hranice prežitia ďaleko presahujú hranice teplôt vyžadovaných pre rast.

Okrem fyziologického optima (teplota, pri ktorej je rýchlosť rastu maximálna) poznáme aj tzv. harmonické teplotné optimum, ktoré je zväčša nižšie než základný interval optimálnych teplôt. Rastliny sa pri ňom vyvíjajú rovnomernejšie, nadmerne sa nevyťahujú, lepšie využívajú predýchavaný substrát, vytvárajú pevnejšie pletivá a lepšie odolávajú vonkajším nepriaznivým vplyvom (KUPKA,1982). Harmonické optimum je stav prostredia, pri ktorom sú všetky faktory prostredia v optime, vtedy pôsobia najpriaznivejšie. Pre celkový úspešný vývin rastliny je najvýhodnejšia teplota málo pod optimom rastu. Kritické teploty predstavujú takú úroveň nízkej a vysokej teploty, pri ktorých rastliny alebo ich časti odumierajú (PASTÍRIK, 1979).



**Obrázok 1.** Vymedzenie kardinálnych bodov vo vzťahu k rýchlosti fyziologických procesov prebiehajúcim v rastlinách (KOSTREJ et al., 1998).

Suma teplôt je integrálom rozdielu priemerných denných teplôt vzduchu a teplotného prahu počas vegetačného obdobia a možno ním charakterizovať intenzitu rastu rastlín. Spolu s dĺžkou vegetačného obdobia dáva predpoklady pre pestovanie rastlín. Suma teplôt sa zvýši so zvýšením priemernej teploty vzduchu, čo urýchli ontogézu rastlín (NOVÁK, 1994).

Nároky na teplo sa menia aj podľa stupňa vývoja rastliny. Napríklad mladé rastliny a čerstvo presadené vyžadujú viac tepla (MARTIŠOVÁ et al., 1988). Ovocné dreviny vyžadujú behom vegetačného obdobia určité teploty, aby mohli dobre plniť svoje funkcie (PEVNÁ et al., 1984). V každej fáze rastu i v jednotlivých orgánoch je závislosť od teploty rozličná. Vývin, kvitnutie a tvorba plodov jednorokých rastlín, ktoré rastú v jarnom období, prebieha do konca jesenného obdobia. Na tieto rastliny má teplota vplyv najmä pri zakladaní reprodukčných orgánov (HUDÁK et al., 1989). Jej

---

účinky sa prejavia nielen na raste objemovom, ale i bunkovom delení. Často určitý tepelný režim indukuje nástup ďalšej fázy v životnom cykle rastlín: klíčenie semien, iniciáciu kvitnutia a vyvolanie či ukončenie dormancie (PROCHÁZKA et al., 1998). Taktiež sa uplatňuje pri klíčení podobne ako pri raste. Záleží tu predovšetkým na fylogenetickom prispôbení toho ktorého druhu a rozlišujeme tu teplotné minimum optimum a maximum. Na minimum pri klíčení závisí doba siatia, ktorá je rôzna podľa prehriatia pôdy. Teplotné optimum a maximum klíčenia leží spravidla o niečo nižšie než optimum a maximum rastu. Z toho vyplýva obvykle požiadavka rastlín na nižšiu teplotu v počiatočných rastových fázach oproti neskorším etapám (ŠVIHRA et al., 1989). Teplotné nároky, ktoré kladú jednotlivé druhy pri klíčení, výrazne ukazujú význam teplotného optima pre jednotlivé typy rastlín, lebo teplotné optimum pri klíčení zodpovedá vonkajším podmienka, ktoré sú pre vývoj daného druhu vyžadované. (HESS, 1983). Semená rozličných rastlín majú rôzne nároky na teplotu. Naše rastliny vyžadujú teplotu od 25 do 30°C. V skleníkoch sa vytvára pre tropické rastliny teplota až 35°C (ŠVIHROVÁ a VOZABOVÁ, 1989). Optimálna teplota pre klíčenie hrachu je 25 – 30°C (KOSTREJ et al., 1998). Klíčenie semien väčšiny zeleninových druhov prebieha už pri teplote 8-10°C. Semená teplomilných druhov zeleniny začínajú klíčiť až pri 12-15°C. Optimálne teploty sú vyššie, a to 20-28°C, v závislosti od druhov. Vhodná teplota pre klíčenie zeleninových semien sa podieľa na dobe klíčenia, rastovej dynamike a vyrovnanosti vyklíčených rastliniek. Pre klíčenie sú vhodnejšie vyššie teploty z uvedenej škály, pri ktorých sa lepšie využijú zásobné látky semena a skôr sa vytvoria vegetatívne orgány rastliny (ČERVENKA, 2006).

Letničky sú v nárokoch na teplo skupinou najnáročnejšou. Rozličné nároky na teplotu sa prejavujú predovšetkým v spôsobe ich predpestovania. Väčšina pestovaných letničiek má optimálne teploty na klíčenie semien od 16 do 25°C, teda všeobecne vyššie ako pre obdobia neskoršieho rastu. Odchýlky od optimálneho teplotného rozhrania, tak v smere zvýšenia, ako aj v smere zníženia spôsobujú zníženie rýchlosti klíčenia (VOLF et al., 1981)

Teplota vzduchu je významným faktorom fotosyntézy, najmä jej tmavej fázy. Narastajúca vonkajšia teplota mení aj teplotnú závislosť rýchlosti fotosyntézy, čo nazývame teplotná aklimácia fotosyntézy. Pri mnohých druhoch sa optimálna teplota fotosyntézy zvyšuje s teplotou, pri ktorých rastliny rastú (HIKOSAKI et al., 2006). Vplyv teploty na priebeh fotosyntézy sa vyjadruje teplotným koeficientom fotosyntézy,

---

ktorý udáva, koľkokrát sa zvýši fotosyntéza zvýšením fotosyntézy o 10°C stupňov. Teplotnú závislosť vyjadruje teplotná krivka fotosyntézy. Pri nízkych teplotách je rýchlosť fotosyntézy relatívne malá. Zvyšovaním teploty rýchlosť fotosyntézy rastie až po hranicu optima, a ďalším zvyšovaním sa zastavuje. Počas fylogenetického vývoja sa rastliny adaptovali aj fotosyntetickou aktivitou na teplotné podmienky zemepisných pásiem, v ktorých sa vyvíjali. Optimálna teplota pre rastliny mierneho pásma je približne 20 až 25°C, pre teplomilné rastliny niekedy až 35 až 40°C (SEKERKA a MÚDRY, 2005).

### 1.2.2 Účinok vysokých teplôt na fyziologické procesy rastlín

Podľa LARCHERA (2003) dostatočná, ale nie nadmerná teplota je základným predpokladom života. Rozličné rastové fázy, rozličné životné pochody i rozličné orgány rastliny majú rozličné požiadavky na teplotu (VOLF et al., 1981).

MASAROVICHOVÁ A REPČÁK (2002) konštatujú, že teplotné podmienky, pri ktorých prebieha rast a vývin rôznych druhov rastlín v ich prirodzenom stanovišti sú rôzne. Každý rastlinný druh však rastie iba v určitom rozsahu teplôt charakterizovaným minimálnou a maximálnou teplotou. Teploty, ktoré presahujú maximálnu hodnotu môžu v rastline vyvolať stres vysokou teplotou, stres z chladu a stres z mrazu.

V priebehu evolúcie sa rastliny rozdelili do troch skupín (BLÁHA et al., 2003):

- rastlinné druhy, ktoré citlivo reagujú na vyššie teploty. Patria tu rastliny poškodzované teplotou medzi 30 až 40 °C. Tieto rastliny môžu osídľovať také stanovištia, na ktorých nie sú vystavované prehriatiu,
- rastlinné druhy, ktoré relatívne znášajú vysokú teplotu, kde hranica je medzi 60 až 70°C. Sú to rastliny slnečných a suchých stanovišť,
- tretiu skupinu tvoria organizmy s prokaryotickou bunkou, ktoré sa už nezaradujú medzi rastliny. Patria tam termofylné prokaryotické druhy, ktoré môžu znášať vysoké teploty baktérie a sinice.

Teplota pri ktorej je rast najrýchlejší sa nazýva optimálna teplota. Tak ako existuje optimálna teplota na rast, existujú optimálne teploty na jednotlivé fyziologické a biochemické procesy, ktoré sa môžu lišit od optimálnej teploty rastu. Podobne sa líšia aj nároky na teplotu počas ontogenetického vývinu rastlinného organizmu, pričom najmä začiatkové vývinové štádiá sú značne citlivé na zmeny teploty (KOLEK a KOZINKA, 1988).

---

Väčšina vyšších rastlín patrí do skupiny mezofytov, ktoré rastú a vyvíjajú sa v rozmedzí teplôt 10 až 30°C. Pre ich rast a vývin sú letálne teploty v rozmedzí od 42 do 55°C. Celkový stupeň poškodenia rastliny je daný teplotou a dĺžkou jej pôsobenia. Submikroskopické zmeny rastlinných buniek v rozmedzí od 35 do 45 °C postihujú štruktúru jadierka, chloroplastov, cytoplazmy. V podmienkach stresu z vysokej teploty dochádza prakticky okamžite k represii normálnych proteínov a indukciu syntézy nových stresových proteínov (MASAROVICHOVÁ a REPČÁK, 2002).

Vysoké teploty vyvolávajú prehriatie rastlín, ktoré vo všeobecnosti zrýchľuje aktivitu životných procesov, urýchľuje klíčenie, rast, vývoj rastlín. Na druhej strane sa prejavuje reverzibilnými zmenami, napr. zastavenie rastu, ale aj nezvratnými zmenami štruktúry a látkového metabolizmu vedúceho až k úhynu (REPKA a JAVOR, 1982).

Neexistuje fyziologický proces, ktorý by vysokou teplotou nebol ovplyvnený (FERUS, 2010). Vysoká teplota nie je priaznivá životným funkciám a ohraničuje výskyt druhu podľa toho, ako intenzívne pôsobí, ako dlho trvá a ako je premenlivá (LARCHER, 1988).

Citlivosť rastlínstva k vysokým teplotám a vysokému slnečnému žiareniu je veľmi premenlivá, často závisí od druhu rastliny. Niektoré rastliny môžu byť poškodené priamo, alebo môže byť poškodená ich reprodukčná schopnosť. V iných prípadoch nie je priamo ovplyvňovaný rast, ale mení sa vzhľad a stavbu rastliny takým spôsobom, že handicapuje rastlinu v súťaži s inými rastlinami. Môže sa zmenšiť listová plocha, zvýšiť viditeľné poškodenie listov, zmena zloženia alebo rozmiestnenia asimilátov, pokles úrod. Jednotlivé rastlinné orgány sú rôzne tolerantné voči teplotným stresom. Generatívne orgány sú vo všeobecnosti viac poškodzované extrémnymi teplotami než orgány vegetatívne (BLÁHA et al., 2003).

Akonáhle teplota prostredia dosiahne teplotné maximum alebo minimum, rastlina ešte neodumrie, ale dostáva sa do stavu latencie, kedy nerastie. Pokiaľ teplota stúpne o niekoľko stupňov nad maximum, dostaví sa u rastlín po krátkej dobe smrť. Príčinou smrti pri vyššej teplote a prehriatí môže byť koagulácia, strata štruktúry a rozrušenie labilných zlúčenín lipoproteínu a fosfolipidov, prostoplastov a membrán. Hynutie rastlín už pri teplote 40°C, keď bielkoviny ešte nekoagulujú, spôsobujú poruchy metabolizmu a hromadenie toxických látok, ktoré majú toxický účinok na protoplast. V rastline predtým prevláda dýchanie nad fotosyntézou a rastlina začne hladovať (ŠVIHRA a REPKA, 1986).



---

Celkový stupeň poškodenia buniek je daný súčinom aktuálnej teploty a doby jej pôsobenia. Pri teplotách 50 až 55°C i krátkodobé pôsobenie trvajúce niekoľko desiatok minút spôsobuje u väčšiny druhov nevratné poškodenie exponovaného orgánu a jeho odumretie (PROCHÁZKA et al., 1998).

Dužinaté bylinné časti rastlín extrémnymi teplotami trpia oveľa viac ako časti obsahujúce málo vody alebo dehydrované. Vňať bôbu (*Faba vulgaris*) hynie už pri 35°C, raž pri 44°C. Pri teplote nad 50°C hynú zväčša aj tropické rastliny. Väčšina vyšších rastlín hynie pri teplote 50°C už v priebehu niekoľkých minút (NEMEC a PASTÝRIK, 1963). Maximálna teplota, ktorú hrach ešte znáša, je 35°C, pri vyšších teplotách zastavuje rast. Zvlášť citlivo reaguje hrach na teploty v období kvitnutia a dozrievania, keď vysoké teploty nad 25°C nie sú príliš priaznivé (ŠINSKÝ et al., 1985). Vysoké teploty môžu u sóje spôsobiť opadávanie kvetov (FÁBRY et al., 1990).

Životné funkcie viniča sú determinované predovšetkým teplotou okolitého prostredia. Prekročením optimálnej teploty bývajú často porušené životné pochody viniča a môže dôjsť k poškodeniu až hynutiu častí orgánov. Spravidla teploty vzduchu 35-37°C, pri ktorej sa zvýši teplota bobule až na 40-50°C bývajú nebezpečné pre pletivá viniča, pri ktorých môže nastať poškodenie slnečným úpalom. Časti listov zasychajú, pletivo hnedne a odumiera. Listy po náhlom odumieraní sa spravidla točia smerom hore. Cez tropické obdobia v minulých rokoch sa zistili na viacerých miestach pomerne značné poškodenie strapcov a bobúľ viniča úpalom (**Obrázok 2**). Pri slnečnom úpale bobule hnednú, scvrkávajú sa - odumierajú (VANEK a REPKA, 2007).

Slnečnica má najväčšie nároky na teplotu v období generatívnych orgánov, teda v priebehu kvitnutia a tvorby nažiek. V období tvorby úboru má väčšie nároky na teplo, 15-18°C, niektoré hybridy až 20 – 25°C. Pri teplotách nad 30°C slnečnica vädne a pri teplote nad 40°C končí prerastanie peľových zŕn (KRAUSKO, 1995).

Z produkčného hľadiska je významné, v ktorom období ontogenézy rastlina podlieha vysokej teplote. Fáza dozrievania obilnín postihnutá teplotným stresom vyvoláva zahorenie rastlín (REPKA A JAVOR, 1982).

Kvetné orgány sú veľmi citlivé na teplotu. Neznášajú výrazný pokles teploty pod 0°C. Pri vysokých teplotách zase nastávajú u nich poruchy pri kvitnutí a oplodňovaní, najmä pri rýchlom rajčiakov a papriky (ČERVENKA, 2006).



**Obrázok 2.** Slniečny úpal - príznaky úpalu na liste viniča po slnečnom tepelnom žiarení.

Bolo dokázané, že optimálne priemerné teploty pri tvorbe zrna ozimnej pšenice sa pohybuje okolo 15 – 20 C. Pri vyšších priemerných teplotách sa rast zrna zhoršoval a taktiež klesala tvorba úrod.

KAČERJAKOVÁ (1990) vo svojej diplomovej práci zistila, že ak hmotnosť klasu bola ovplyvnená teplotným stresom v období nalievania zŕn, prejavilo sa to v poklese hmotnosti klasu. Pri dlhšom pôsobení môže byť redukovaná i celkové množstvo produkovanej sušiny, a tým i transport asimilátov. V rámci klasu rastú zrná horných kláskov pomalšie ako v spodných. Keď sa zásobenie asimilátmi zníži, je rast zŕn v týchto kláskoch silne redukovaný. Ak semená rastlín dozrievajú počas nepriaznivých podmienok a ovplyvňujú ich horúčavy, má to za následok ich zhoršenie a nižšiu kvalitu. Vysoké teploty môžu u obilnín vyvolať skrátenie stonkových internodií, intenzívnejšie odnožovanie a skoršiu senescenciu (WAHID et al., 2007)

Vysoké teploty ovplyvňujú rastliny a pozmeňujú ich vodný režim. Turgor buniek klesá, pričom je spomalení výmena látok. Pokles turgoru je vždy doprevádzaný dočasným vädnutím rastlín a pri tom sa znižuje fotosyntetická asimilácia. Rastliny spomaľujú a zastavujú rast, trvale vednú a odumierajú (PENKA, 1985).

Rast koreňa začína pri určitej minimálnej teplote okolitého prostredia, Zväčšuje sa so stúpajúcim prívodom tepla k optimálnej hranici danej predovšetkým druhom rastliny, po prekročení opäť klesá. Pri dosiahnutí teplotného maxima a jeho prekročení podzemné orgány už nerastú alebo sú dokonca trvalo poškodzované. Na vysoké teploty reagujú korene všetkých plodín citlivejšie ako ich nadzemné orgány (KOSTREJ et al., 1998). Korene *Lepidium sativum* začali rásť pri 0°C, najrýchlejšie rástli pri teplote 27 až

---

28°C, pri teplotách málo nad 40°C rast prestal a koreň následne zahynul (NEMEC a PASTÝRIK, 1963). Podľa SAYED (1995) na stresovú teplotu reagoval koreňový systém citlivo, a jeho slabší rast sa odrazil vo zväčšení rozdielov pomeru sušiny nadzemnej a podzemnej biomasy. Extrémna teplota pôdy v koreňovej zóne sa teda prejavuje nielen vo výraznej redukcii rastu samotného koreňa, ale má výrazný účinok aj na rast nadzemnej časti

Vysoká teplota spôsobuje odumieranie poškodenie membrán a predovšetkým denaturácia bielkovín. I v prípade, že iba niektoré, zvlášť termolabilné enzýmy strácajú svoju aktivitu, môžu bunky nakoniec odumrieť. Rozpustné dusíkaté zlúčeniny sa potom hromadia v takej vysokej koncentrácii, že unikajú z bunky, okrem toho sa tvoria toxické produkty rozkladu, ktoré už nemôžu byť zneškodňované metabolickými procesmi (LARCHCER, 2003).

#### 1.2.2.1 Účinok vysokých teplôt na dýchanie rastlín

Extrémne teploty negatívne zasahujú aj respiračný proces (FERUS, 2010). Podobne ako pri iných procesoch sa dýchanie rastlín zintenzívňuje so zvyšovaním teploty až po hranicu, ktorá začína poškodzovať a umíťvovať protoplast. Za touto hranicou sa dýchanie znižuje. Maximálne teploty, pri ktorých môžu rastlinné pletivá dýchať, sa blížia k teplote 45 až 55°C. Vyššia teplota už pôsobí na bielkoviny protoplastu, porušuje ich štruktúru, vyvoláva denaturáciu a koaguláciu (ŠVIHRA et al., 1989). Krátkodobé zvýšenie teploty nad 35 až 40°C podstatne urýchli intenzitu dýchania, pôsobí však vysoká teplota dlhšiu dobu, klesá intenzita dýchania neobyčajne rýchlo (PEVNÁ et al., 1984). Vplyv teploty na rýchlosť dýchania treba posudzovať nielen podľa výšky teploty, ale tiež podľa rýchlosti zmeny teplotných podmienok a dĺžky pôsobenia. Pri krátkodobom účinku je maximálna intenzita dýchania pri vyššej teplote skôr než pri dlhodobom pôsobení. Príčinou je skutočnosť, že krátkodobým pôsobením vysokej teploty dochádza k poruchám dýchacích systémov, dôsledkom čoho sa pri začiatočnom vzostupe prejaví depresia útlmu dýchania. Za optimálnu teplotu preto treba pokladať také rozpätie, pri ktorom si rastlina zachováva po dlhý čas vysokú rýchlosť dýchania. Zvýšením dýchaním sa spotrebúvajú zásobné látky vo väčšom množstve, čo je nežiadúce (ŠVIHRA et al., 1989)

---

### 1.2.2.2 Účinok vysokých teplôt na fotosyntézu rastlín

Teplota je druhým najvýznamnejším abiotickým faktorom ktorý ovplyvňuje rýchlosť fotosyntetickej asimilácie. Ovplyvňuje fotosyntézu prostredníctvom aktívnych enzýmov. Rýchlosť biochemických procesov fotosyntézy sa s teplotou zvyšuje, až po hodnotu asi 40 °C, keď už začína denaturácia enzýmov a ostatných bielkovín. Rýchlosť je inhibovaná vodným deficitom, pričom inhibícia je sprevádzaná zatvorením prieduchov a poklesom aktivity fotosyntetického aparátu (MASAROVÍČOVÁ a REPČÁK, 2002).

Fotochemická fáza fotosyntézy nezávisí od teploty, ale biochemická fáza, riadená aktivitou enzýmov, je na teplotu veľmi citlivá. Zvyšovanie teploty vyvoláva zrýchľovanie fotosyntézy, ak iné faktory nie sú limitujúce. Supraoptimálne teploty pôsobia na aktivitu enzýmov rušivo, preto inaktivácia enzýmov sa pokladá za hlavnú príčinu inhibície fotosyntézy pri vysokých teplotách. Vysoké teploty však pôsobia rušivo alebo deštruktívne na celý systém bunky, čo môže mať za následok uhynutie celej bunky alebo jej organel. Faktorom je aj trvanie vysokej teploty, rastliny môžu krátky čas znášať vyššie teploty, ale dlhšie pôsobenie ich poškodzuje (PASTÍRIK, 1977).

Narušenie fotosyntézy teplom môže trvať dlhšie než skutočne trvá. Ak sú poškodené štruktúry thylakoidov, ktoré sú zvlášť citlivé na teplo, znižuje sa necyklická fosforylácia a funkcia fotosystému II na tak dlho, kým, sa štruktúry nevrátia do pôvodného stavu a neobnoví sa ich pôvodný systém. V závislosti do druhu rastliny a miery teploty môže toto obnovenie trvať od niekoľko dní do niekoľko týždňov (LARCHCER, 2003). Vysoká teplota ako stresor ovplyvňuje zloženie a obsah proteínov, stavbu a aktivitu thylakoidných membrán v protoplastoch, aktivitu enzýmov a celý rad pre život dôležitých funkcií (BLÁHA et al., 2003).

Maximálna intenzita fotosyntézy zemiakov je pri teplote pletív 31°C, rajčiak má maximum pri 35°C, uhorka pri 37°C. Pri teplotách pletív prevyšujúcich maximum, intenzita fotosyntézy prudko klesá. Teplota, pri ktorej je intenzita fotosyntézy toho istého rastlinného druhu maximálna, závisí na teplotách prostredia v ktorom rastlina vegetovala. To znamená, že rastlina rastúca v relatívne chladnejších podmienkach má maximum pri nižších teplotách ako rastlina naadaptovaná na vyššie teploty. Porušenie buniek zemiakov môže nastať pri teplotách vyšších ako 42°C, pre teplomilné rastliny z púštného prostredia sa bunky neporušia ani pri teplote pletív 52°C (JONES, 1983).

---

## 1.3 Stres z nedostatku vody

### 1.3.1 Fyziologické a morfológické zmeny spôsobené deficitom vody

Suchom označujeme prenikavý nedostatok vody ktorá je nevyhnutná a aj potrebná k životu rastlín. Je najčastejším prirodzeným environmentálnym limitom, vyvolávajúc vnútorný vodný deficit, resp. vodný stres. Kontroluje produktivitu rastlín a determinuje distribúciu druhov (BRESTIČ, 2001). Vodný stres vzniká, ak požiadavka rastlín na vodu presahuje jej fyziologicky prístupný obsah v rastline. Deficit fyziologicky prístupnej vody v pôde vedie k deficitu vody v rastline, ktorý vyvoláva vodný stres (OLŠOVSKÁ et al., 2008). V podmienkach vodného deficitu sa znižuje biologická aktivita rastlín na rôznych úrovniach organizácie metabolizmu, rastu, expresie génov (OLŠOVSKÁ a BRESTIČ, 2001). Nech by sa objavilo sucho kedykoľvek, v okamihu klíčenia semien, v čase vegetačného rastu, pri kvitnutí alebo dozrievaní, vždy je pre rastliny neželateľné, neprijateľné a nebezpečné (JEMELJANOV, 1977). Fyziologické zmeny v rastline, v dôsledku nedostatočného zásobenia vodou, môžu byť také hlboké, že vyvolávajú v rastline nepriaznivé stavy, ktoré trvajú i v dobe, kedy rastliny prechádzajú do podmienok optimálneho zásobenia vodou (KUPKA, 1982).

Taktiež sa mení morfológia a anatómia rastlín. (ČIAMPOROVÁ a MISTRÍK, 1989) uvádzajú, že prvým vizuálnym prejavom rastlín vystavených prakticky všetkým typov stresov je spomalenie alebo úplné zastavenie rastu a zmena habitu rastliny. Výsledky HOLEJ et al. (2007) poskytli informácie o tom, že sucho negatívne ovplyvňuje i vývoj a celkovú morfológiu pokusných rastlín. Veľkosť rastlín vystavených 10 dňovej perióde bez zalievania sa oproti kontrolným rastlinám znížila približne o 60% a tieto rastliny mali v priemere vyvinuté iba štyri plne vyvinuté listy oproti kontrolným piatym. Tento trend sa udržoval po celú dobu následného pestovania a ani po 14 dňoch normálneho zalievania rastliny pôvodne stresované suchom nedokázali dosiahnuť výšku rovnakú ako u rovnako starých rastlín kontrolných. Nedostatok vody v prvej časti vegetácie spôsobuje u hrachu nízky vzrast rastlín, čo nie je žiadúce, najmä pri hrachoch zrnového typu. (KRIVOSUDSKÁ et al., 2007)

Vodný deficit vyvoláva urýchlenie alebo oneskorenie kvitnutia v závislosti od druhov rastliny (MISTRÍK a SLOVÁKOVÁ, 2007). Vodný deficit má nepriaznivý vplyv na priebeh radov fyziologických procesov v chmeľovej rastline, z nich najcitlivejšie reaguje rast. V konečnom dôsledku pri dlhšie trvajúcim vodnom deficite

---

ovplyvnená úroda chmeľových hlávok (HNILIČKOVÁ et al., 2005). Celovegetačné sucho má vplyv na zväčšenie hĺbky prenikania koreňov do pôdy, korene po predĺžení privádzajú vodu i do vyššie položených vetiev (BLÁHA a ZÁMEČNÍK, 2005). Kapusta repková pravá reaguje na sucho tým, že rastliny rýchlo odkvitajú (KRAUSKO, 1995). Pri ovocných drevinách sa zistilo, že v suchších rokoch je podstatne menšia veľkosť plodov, zhoršená kvalita a tvar, poškodzujú sa listy a dostatočne nenasadia plodové puky pre ďalší rok (NOVOTNÝ, 1981).

### 1.3.2 Kritické obdobia rastlín v nárokoch na vodu

V rámci individuálneho rastu a vývinu každého druhu, existujú obdobia, kedy sú rastliny veľmi náročné v požiadavkách na vodu (KOSTREJ et al., 1998) Tieto obdobia vegetácie sa nazývajú kritickými obdobiami a faktory, ktoré ich spôsobujú kritickými faktormi. Ide v podstate o pôdne suchu vysokú teplotu a pod. Kritické obdobia jednotlivých plodín na vodu podľa (ŠEBÁNEK et al., 1983) sú:

- ✓ kukurica - kvitnutie až mliečna zrelosť
- ✓ strukoviny - kvitnutie, nalievanie semien
- ✓ zemiaky - kvitnutie, tvorba hľuz
- ✓ rajčiaky - kvitnutie, formovanie plodov
- ✓ ovocné stromy - rast výhonkov, začiatok rastu plodov

Podľa BRESTIČA A OLŠOVSKÉJ (2001) obilniny prejavujú zvýšenú citlivosť na deficit vody období:

- ✓ determinovania počtu zŕn
- ✓ kvitnutia a oplodnenia
- ✓ nalievania zŕn

Okrem zhoršeného vzchádzania za sucha má nedostatok vody v začiatočných etapách vývoja obilnín negatívny vplyv na štruktúru porastu, vytvára sa menší počet odnoží, a neskôr dochádza k ich nadmernej redukcii. S postupnou diferenciáciou klasu dochádza pri nedostatku vody k založeniu menšieho počtu kláskov a zŕn. Kritická fáza je kvitnutie, kedy nedostatok vody má horší dopad než v hocijakej inej fáze. Ďalším kritickým obdobím je začiatok tvorby zŕn, keď sa rozhoduje o počte buniek v endosperme. Vo fáze nalievania zŕn vodný stres narúša celý proces syntézy ukladania škrobu a bielkovín (HABERLE et al., 2008).

---

KOSTREJ et al. (1998) konštatujú, že nedostatok vody v kritických obdobiach u strukovín blokuje tvorbu a transport asimilátov, inhibuje aktivitu rizóbiei, ovplyvňuje vývin semien a ich predčasné dozrievanie. ŠVIHRA et al. (1990) vo svojej záverečnej práci zistil, že zníženie vody od fázy kvitnutia ako aj fázy zelených strukov inhibovalo počet strukov a počet semien na rastlinách. Krátkodobý vodný stres spôsobil pokles celkovej vody v listoch z pôvodných 85 na 41 %. To sa rozdielne prejavilo na rastline, pričom po 7 dňoch trvajúcom strese spadli listy a zostali len zelené struky

Sľečnica je najcitlivejšia na nedostatok vlhky v období od tvorby pukov do kvitnutia. Nedostatok vody v tomto období sa prejaví tvorbou malých úborov. Do utvorenia základu súboru spotrebuje približne 23% celkového množstva potrebnej vody, od založenia úboru do opelenia 60% a od kvitnutia do zberu 17%. Nedostatok vody spôsobuje sterilitu centra kvietkov úboru a narušuje i tvorbu oleja v nažkách (KRAUSKO, 1995).

Nedostatok vody v kritickom období je nebezpečný aj tým, že veľmi poškodzuje peľ. Znižuje sa jeho biologická hodnota, alebo sa stáva celkom sterilným. Okrem toho sa veľmi znižuje jeho množstvo. Zlý peľ je buď neschopný na opelenie, alebo menej často, narúša normálny priebeh tohto dôležitého procesu. (JEMEJANOV, 1977).

### **1.3.3 Vplyv nedostatku vody na produkčnú výkonnosť plodín**

Zásobovanie vodou sa nepriaznivo odráža na produktivnosti rastlín. Vždy spôsobuje jej zníženie, a to v rozličnej miere, podľa stupňa dehydratácie, alebo sa nemusí dosiahnuť žiadna úroda (SZABÓ, 1994) vo svojej diplomovej práci zistil, že nedostatok vody v VII. etape organogenézy na celkovú úrodu zrna pôsobí značne negatívne. Úroda zrna rastlín pri deficite vody v porovnaní s kontrolou u každej sledovanej odrody poklesla HUNKOVÁ et al. (2005) z dosiahnutých výsledkov usudzujú, že umelo vyvolaný vodný stres počas fenofázy kvitnutia veľmi negatívne ovplyvnil najdôležitejšie úrodotvorné charakteristiky u všetkých štyroch odrôd pšenice letnej, forma ozimná. CANDRÁKOVÁ (2007) zistila z pokusov pestovaných strukovín, hrachu siateho a sóje fazuľovej, v roku 2005 a 2006, že abiotické stresové faktory (voda a teplota), majú veľký vplyv na produkčný proces obidvoch plodín, najmä v období kvitnutia a nalievania semien. Potvrdilo sa to najmä v roku 2006, keď ich vyrovnanejší priebeh vo vegetačnom období hrachu siateho (apríl – júl) pôsobil, že

---

úroda tejto plodiny bola vyššia ( $5,11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) ako v predchádzajúcom roku ( $3,91 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Naopak, pri sóji fazuľovej, ktorej vegetačné obdobie je posunuté (apríl – október), vplyvom nepriaznivých teplotných a vlhkových pomerov v mesiaci júl a august, došlo v porovnaní s rokom 2005 ( $4,16 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), k zníženiu úrody semena v roku 2006 na  $3,40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . PEPICOVÁ (1992) sa vo svojej diplomovej práci presvedčila o tom, že množstvo sušiny celej vegetačnej hmoty je vodnou zásobenosťou značne ovplyvnené. Pri nedostatku vody sa zaznamenala depresia na hmotnosti zrna u všetkých odrôd.

Vodný stres sa pri dozrievaní semien prejavuje najviac zrýchlením starnutím a opadom listov. Zníženie tvorby asimilátov s tým spojené a ďalej zhoršenie podmienok pre transport asimilátov vedie k spomaleniu rastu plodov semien a pod (MARTINKOVÁ et al., 2007).

#### **1.3.4 Adaptačné mechanizmy na vodný stres**

V Pri dlhotrvajúcom a opakujúcom sa suchu pri rôznych druhoch rastlín sa vyvinuli rôzne typy mechanizmov, ktoré minimalizujú poškodenie zapríčinené suchom (KOSTREJ et al., 1998):

1. predchádzanie suchu je mechanizmus, ktorý sa vyvinul u rastlín tak, že sa vyhýbajú nedostatku vody rýchlym fenologickým vývinom, vývinovou plasticitou alebo predĺžením dormancie.
2. tolerancia k suchu, mechanizmus, pomocou ktorého sú rastliny schopné udržať turgor normálny pre priebeh funkcií aj pri veľmi nízkom vodnom potenciáli pôdy, ( $-1,5 \text{ MPa}$ ) resp keď pri iných rastlinách nastáva trvalé vädnutie.
3. vyhýbanie sa suchu je mechanizmus, ktorý sa vyvinul u rastlín v podmienkach neadekvátneho alebo nepravidelného zásobovania vodou. Pri tomto mechanizme rozlišujeme dve skupiny rastlín a to so stratégiou :
  - a) redukcie strát vody: zahŕňa mechanizmy, ktoré sa vyvinuli najmä v nadzemných častiach rastlín . Väčšinou tieto plodiny redukujú straty vody z listov zmenšovaním povrchovej plochy výparu. Mnohé rastliny zhadzujú časť listov. Iné rastliny stáčajú listy (kukurica) a zmenšujú tak aktuálnu plochu výparu. Známe sú rastliny, ktoré sa bránia prehrievaniu listov a zvýšenej transpirácii zmenou orientácie listov proti slnku, rozptyľovaním



---

termálnej energie pomocou trichómov, alebo tvorbou lesklých voskových povlakov na listoch.

- b) udržanie zásob vody: zahrňuje mechanizmy šetrenia rastliny vodou, resp využitia zdrojov vody, ktoré pred nástupom sucha neboli rastlinám k dispozícii (podzemná voda).

#### **1.4 Antistresovo pôsobiace látky**

Vývin a funkcie mnohobunkového organizmu závisia od účinnosti komunikácie medzi obrovským počtom buniek, ktoré ho tvoria. Riadenie a koordináciu metabolizmu, rastu a morfogénzy umožňujú hormóny (tiež fytohormóny, regulátory rastu alebo rastové látky). Tvorja sa vo veľmi malých množstvách v jednej časti rastliny, odkiaľ prúdia do inej časti jej tela (PROCHÁZKA et., al, 1998)

Rastové regulátory, ktoré vo fyziologických koncentráciách rast povzbudzujú, označujeme ako stimulatory alebo látky rastové. Tie rastové regulátory rastu, ktoré si rastlina sama tvorí k regulácii svojho rastu, nazývame endogénne alebo rastlinné hormóny. Okrem toho však poznáme syntetické regulátory rastu, rôzne zlúčeniny, ktoré pri vonkajšej exogénnej aplikácii preukazujú silnú rastovú aktivitu, či už v zmysle povzbudenja rastu alebo jeho útlmu (ŠEBÁNEK et al., 1983).

Štúdium funkčnej účinnosti, mechanizmu účinku, chemickej štruktúry, ako aj dynamiky endogénnych hormónov v orgánoch celistvých rastlín viedlo k syntézam mnohých analógov hormonálnych látok resp k štúdiu mnohých chemických látok u ktorých sa potvrdili stimulačné alebo retardačné účinky. Syntetické analógy hormonálnych látok majú rozsiahle uplatnenie najmä preto, lebo majú dlhšiu dobu účinku, keďže rastlina nemá enzymatický systém, ktorým by ich metabolizovala. V mnohých štátoch sú v súčasnosti súčasťou pestovateľských technológií najrôznejších kultúr, najmä okopanín, obilovín, priadnych rastlín, zeleniny, ovocných a okrasných drevín, trávnych porastov. (KOSTREJ et al., 1992).

Regulátory rastu sa v posledných rokoch stávajú veľmi dôležitým intenzifikačným faktorom rastlinnej výroby. Uplatňujú sa totiž pri stimulácii produkcie, v štádiu regulácie transportu látok v rastlinách, podporujú zakoreňovanie a prezimovanie rastlín. Rovnako urýchľujú postresovú regeneráciu rastlín a tým

---

ovplyvňujú tvorbu úrody a kvality rastlinnej produkcie (ČERNÝ et al., 2008). Podľa ZUBALA (2000) vývoj nových regulátorov rastu má význam pre tieto procesy:

- ovplyvňovanie anatomickej a morfolologickej štruktúry, zvýšenie zberového indexu, zlepšenie pomeru nadzemnej hmoty ku koreňovému systému.
- ovplyvňovanie dĺžky trvania jednotlivých stupňov rastu, klíčenia, odnožovania, tvorby výhonkov, kvitnutia a dozrievania.
- ovplyvňovanie fotosyntézy a metabolizmu
- ovplyvňovanie rezistencie rastlín na enviromentálne stresy a infekcie
- ovplyvňovanie dozrievania a dormancie

Viacerí autori (napr. FECENKO a ŠOLTÝSOVÁ, 2000; ŠIMURKOVÁ, 1999) odporúča aplikáciu biologicky aktívnych látok a listových hnojív, prostredníctvom ktorých dochádza k regulácii vzťahov na úrovni výživy porastu, pôdneho prostredia a činnosti pôdných mikroorganizmov.

Aplikácia rastových regulačných látok môže v daných ekologických podmienkach pri zvýšení tolerancie k stresovým faktorom, prispieť k plnšej realizácii genetického potenciálu a tým k zvýšeniu množstva a kvality produkcie. V súčasnosti môžeme rastové regulátory z hľadiska aplikácie využiť na rôzne účely. Možné je využitie napríklad na zakoreňovanie a rozmnožovanie rastlín, klíčenie a dormanciu, kvitnutie, nasadzovanie plodov a ich vývoj, opadávanie plodov, veľkosť rastliny a individuálnych orgánov, odnožovanie, rezistencia k chorobám a škodcom, tvar rastliny, príjem živín, reguláciu metabolizmu, senescenciu, ochranu proti poškodeniu herbicídmi a taktiež na prekonávanie stresov (KOSTREJ et al., 1992).

---

## 2 Ciele práce

Hlavným cieľom našej práce bolo determinovať pôsobenie pestovateľského prostredia - skleníka charakteristického vysokými teplotami a vonkajšieho prostredia - na životné prejavy rastlín zo skupiny letničiek pestovaných v nádobách. Súčasne bolo hodnotené ochranné pôsobenie postreku prípravkom Atonik proti nepriaznivému pôsobeniu vysokých teplôt a prechodného nedostatku vody. Čiastkové ciele práce boli:

- sústrediť literárne poznatky o teplotnom a vodnom strese rastlín a o obranných mechanizmoch ktorými rastliny bojujú proti extrémom prostredia,
- sledovať a vyhodnotiť vplyv pestovateľského prostredia na rastové ukazovatele sledovaných druhov letničiek,
- sledovať a vyhodnotiť vplyv pestovateľského prostredia na obsah chlorofylov v listoch sledovaných druhov letničiek,
- sledovať a vyhodnotiť účinok prípravku Atonik® na hodnoty sledovaných znakov pri rastlinách letničiek v oboch hodnotených prostrediach a zhodnotiť efektívnosť využitia prípravku.

---

## 3 Metodika práce

### 3.1 Biologický materiál

Ako biologický materiál boli použité dva druhy letničiek: dahlia záhradná (*Dahlia pinnata* CAV.) a fiala šedá (*Matthiola incana* (L.) W.T.Aiton). Vo všeobecnosti, letničky patria medzi terafyty. Sú to životné formy rastlín, ktoré prekonávajú nepriaznivé ročné obdobia v podobe semien (RYBKOVÁ a HAAGER, 2002). Vyvinuli sa na miestach s extrémnymi klimatickými podmienkami, aké sú v oblasti s krátkym a nepravidelným obdobím jarných dažďov, ktoré vystrieda dlhotrvajúce horúce a suché leto. Tu sa ich vegetačný cyklus sformoval tak, že dokážu pri krátkom vegetačnom období vyklíčiť zo semena a vyrásť, začiatkom letného obdobia rozkvitnúť a ešte pred príchodom sucha dozrieť. Letničky pochádzajúce zo suchých oblastí si v záhradnej kultúre rýchlo navyknú na upravené podmienky, uchovávajú si vak svoje typické vlastnosti, predovšetkým nároky na slnko a v prvom období svojho vývinu aj na vodu (BOHM et al., 1985).

#### 3.1.1 Dahlia záhradná

##### a) biologický popis

Dahlia záhradná (*Dahlia pinnata* CAV.) patrí do čelade *Asteraceae* – Astrovité. Sú to byliny aj 100 – 200 cm vysoké. Koreňové hľuzy vytvára polodlhé, obvykle silne dužinaté. Vyznačujú sa bohatou zásobou inulínu. Tvar je často charakteristický pre jednotlivé kultivary. Stonka je dutá, na báze drevnatejúca. Listy má dahlia stopkaté, tuhé, čepeľ v obrysoch vajcovitá, 1-2 krát perovito zložená, 9- 20 cm dlhé, 5-15 cm široké, úkrojky vajcovité až kopijovité, na okraji vrúbkované až zubaté, na líci sýto zelené, na rube šedozeleňé, stopka 3- 12 cm dlhá. Úbor u divorastúcich foriem je iba 5 až 8 cm v priemere, zákrov miskovitý, vonkajšie zákrovné listene vajcovité až 8 mm široké. Okrajové jazykovité kvety samičie, v počte 8, s ligulou vajcovitou, bielou ružovou alebo červenou, kvety terča rúrkovité, žlté. Nažky 8- 13 mm dlhé, 3 – 4 mm široké, na vrchole uťaté, niekedy s dvomi drobnými zúbkami, hnedkasté až načervenalé (SLAVÍK et al., 2004).

##### b) spôsob pestovania a využitie

Dahlie, typické hluznaté kvetiny, dovezené koncom 18. storočia z Mexika, patria medzi letničky iba okrajovo. Ich forma Mingon tzv. miňonky, ktorá kvitne

---

jednoduchými úbormi a je nízkeho vzrastu, má agrotechniku zhodnú s letničkami množnými semenom. Tvorí síce podzemné koreňové hľuzy, ktorými sa môže množiť, ľahšie a s väčším množiteľským koeficientom sa pestuje zo semena. (KASPAROVÁ a VANEK, 1978). Skupina Mingon označuje rastliny vysoké iba 30 – 40 cm, vykvitajúce už za tri mesiace po výseve a kvitnúce v rôznych pestrých i pastelových farbách (biele, žlté, ružové, oranžové, červené a fialové v mnohých odtieňoch). Majú striedavé pérovito zložené listy a kvety na konci stoniek. Kvitnú od júna do jesene. Ešte nižšie ako miňonky sú dahlie zo skupiny Sunny, ktoré sú vysoké len 20 – 30 cm. Sú to F1 hybridy, skoro kvitnúce a v sýtych farbách. Používame ich do zmiešaných letničkových záhonov, do nádob i pre rezanie (PASEČNÝ a PETR, 2004).

Ich pomerne veľké ploché semená sa vysieva koncom marca až v apríli, rozsadené sadenice sa vysádzajú koncom mája na vzdialenosti 50 cm. Začínajú kvitnúť počas júla a kvitnú do mrazov. Rastliny vypestované z hľúz kvitnú skôr, ale porast nie je vyrovnaný vo vzhľade. Sú veľmi citlivé na mráz na jar i na jeseň. Vyhovuje im humózná pôda a slnečné stanovište (KASPAROVÁ A VANEK, 1978).

### 3.1.2 Fiala šedá

#### a) biologický popis

Fiala šedá (*Matthiola incana* (L.) W.T.Aiton). – patrí do čeľade *Brassicaceae* – kapustovité. Pochádza zo stredomoria. Pestuje sa v európskych záhradách už niekoľko storočí. Šľachtením vzniklo mnoho nových kultivarov. Je to 40 – 50 cm vysoká rastlina s šedo plstnatými listami. Pôvodne jednoduché štvorpočetné kvety vyrastajú v riedkych strapcoch. Dnes sa pestujú hlavne plnokveté odrody. Všetky voňajú (VOLF et al., 1981).

#### b) spôsob pestovania a využitie

Fialy vyžadujú výslnnú a piesočnatú pôdu so zásaditou reakciou. Semená vysievame od februára do apríla, pri skoršej sejbe do debničiek v skleníku, pri neskoršej sejbe do poloteplého pareniska. Mladé rastlinky sú citlivé na hubové choroby preto pre sejbú vyberáme vzdušnú, vyzretú zeminu. Klíči pri teplote 18 – 20°C. Po vzídení dostatočne vetráme a opatrne zalievame. Rastliny zo skoršej sejby rozsádzujeme alebo balíčkovujeme, pri neskoršej sejbe ich rozsádzať nemusíme. Otužilé sadenice sadíme od začiatku mája na vzdialenosť 0,15- 0,25m na záhon alebo do nádob. Letné fialy

---

používame do voľných záhonov, vonku, na rezanie a na pestovanie pod sklom. Kvety sa režu nerozkvitnuté, pretože predčasne zberané vo váze nerozkvitnú (VOLF et al., 1981).

## **3.2 Realizácia pokusu**

### **3.2.1 Založenie pokusu a pestovanie pokusných rastlín**

Pokusy sme realizovali ako štandardné nádobové pokusy v skleníku Katedry fyziológie rastlín. Rastliny boli v apríli vysiate do debničiek, do ktorých sme dávali pôdno-rašelinový substrát pripravený tak, že sme zmiešali orniciu (kvalitnú úrodnú ílovito-hlinitú fluvizem) s rašelinovým substrátom s pH 6,5 v pomere 4:1. Do takto pripravenej pôdy sme vysiali naše rastlinky. Keď mali 3-5 listov rozsádzali sme ich po jednej do nádob so štandardným zahradníckym substrátom (pH 6,5, zásoba živín na 6 týždňov). Následne boli ponechané v chránených priestoroch skleníka asi mesiac, aby zregenerovali, zakorenili a naplno sa obnovil rast. Rastliny boli pravidelne (v trojtýždňových intervaloch) prihnojované prípravkom Harmavit Špeciál s obsahom všetkých základných živín a stopových prvkov. Hnojivo bolo pridávané do vody pri zálievke, pričom všetky rastliny v pokuse dostali rovnakú dávku hnojiva. Hnojivo bolo pritom dávkované v odporúčanej koncentrácii do 0,5%. Zálievka vodou bola realizovaná podľa potreby, pri slnečnom počasí denne, vždy v ranných hodinách. Bola realizovaná aj chemická ochrana proti skleníkovým škodcom, vďaka čomu počas celého trvania pokusu nebolo pozorované významnejšie pôsobenie živočíšnych škodcov, rovnako sme nepozorovali ani pôsobenie chorôb, proti ktorým nebol realizovaný chemický zásah.

### **3.2.2 Pokusné varianty**

Na začiatku júla boli rastliny v nádobách rozdelené na dve skupiny: prvá bola umiestnená v skleníku, druhá v chránených priestoroch vo vonkajšom prostredí. Na oboch stanovištiach bol na polovicu rastlín (4 z každého druhu) aplikovaný postrek prípravkom Atonik® v koncentrácii 0,5% s prídavkom zmáčadla (detergentu), na 32 nádob bolo aplikované približne 0,5 litra roztoku prípravku. Rastliny boli naďalej pravidelne zavlažované podľa potreby, pravidelne prihnojované rovnakou dávkou kvapalného hnojiva Harmavit Špeciál v zálievke (vždy po meraní a následne každé dva týždne). Prehľad pokusných variantov uvádza Tabuľka 2.

**Tabuľka 2.** Prehľad pokusných variantov a počtu nádob za jednotlivé varianty.

Druh	Prostredie	Ošetrovanie	Počet nádob
Dahlia záhradná	Skleník	Atonik	4
		Neošetrená kontrola	4
	Vonkajšie	Atonik	4
		Neošetrená kontrola	4
Fiala šedá	Skleník	Atonik	4
		Neošetrená kontrola	4
	Vonkajšie	Atonik	4
		Neošetrená kontrola	4

### 3.2.3 Realizované merania

Na všetkých rastlinách bol meraná výška, stanovený počet funkčných listov a meraný obsah chlorofylov nepriamo, pomocou chlorofylmetra SPAD (Minolta, Japonsko). Rovnaký postrek a meranie bolo ešte zopakované v auguste a záverečné meranie a hodnotenie bolo realizované na začiatku októbra. Časový rozpis jednotlivých realizovaných meraní a ošetrovaní v období merania uvádza Tabuľka 3.

**Tabuľka 3.** Časový rozpis realizovaných meraní a ošetrovaní.

Pracovný úkon	15. júl	10. august	2. október
Stanovenie počtu listov	✓	✓	✓
Meranie výšky rastliny	✓	✓	✓
Meranie SPAD	✗	✓	✓
Postrek Atonik	✓	✓	✗
Prihnojenie	✓	✓	✗

---

### 3.3 Charakteristika použitých metód

#### 3.3.1 Hodnotenie rastových ukazovateľov

Pre malý počet dostupných rastlín boli realizované iba nedeštrukčné spôsoby merania. Základným meraným parametrom bola výška rastliny, meraná od povrchu substrátu po vrchol rastliny. Na základe prírastku výšky rastliny za sledované obdobie bol vypočítaný priemerný denný prírastok výšky ( $\text{cm}\cdot\text{deň}^{-1}$ ) podľa vzťahu:

$$\text{prírastok} = \frac{\text{výška(koniec)} - \text{výška(úvod)}}{\text{trvanie intervalu (dni)}}$$

Ako doplnujúci ukazovateľ sme hodnotili počet plne vyvinutých, zdravých listov ako parameter **Prírastok počtu listov**.

Meranie listovej plochy nebolo realizované pre technickú obtiažnosť merania veľkého počtu zložených listov nedeštrukčnou metódou.

#### 3.3.2 Nepriame meranie obsahu chlorofylu chlorofylmetrom

##### 3.3.2.1 Popis prístroja a princíp merania

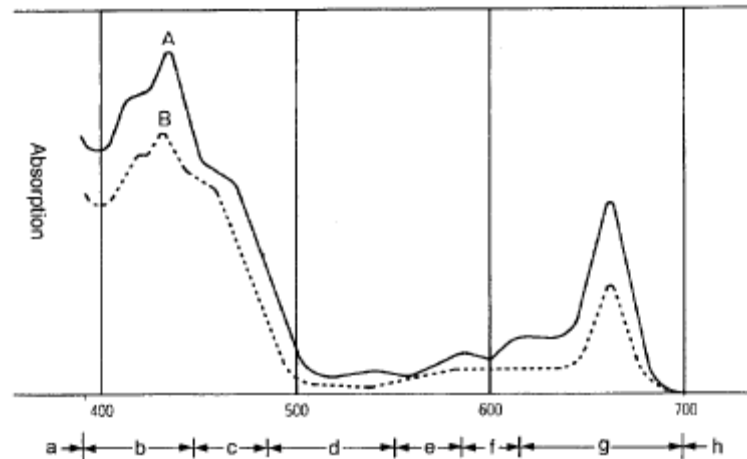
Pre stanovenie obsahu chlorofylu boli využité nedeštrukčné merania pomocou chlorofylmetra SPAD-502 (Minolta, Japonsko, Obrázok 3).



**Obrázok 3.** Chlorofylmeter SPAD-502 pre nedeštrukčné meranie obsahu chlorofylov.

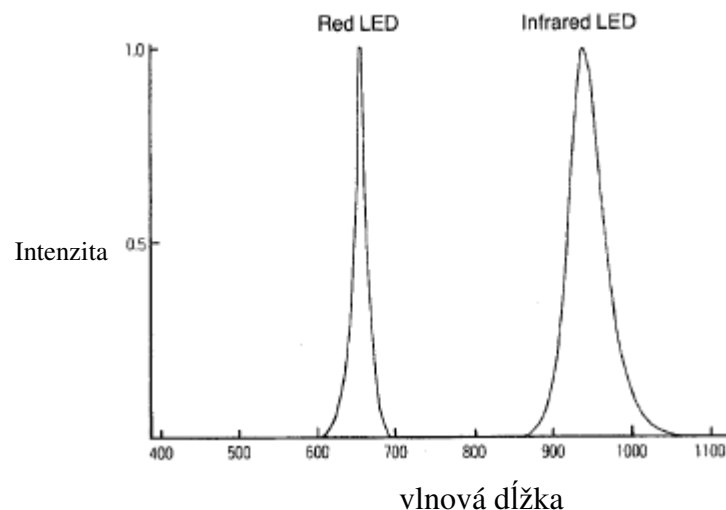


Meranie chlorofylmetrom SPAD-502 korešponduje s obsahom chlorofylov v listoch rastlín. Hodnoty sú vypočítavané na základe kvantity svetla tansmitovaného listom v dvoch vlnových dĺžkach, v ktorých je absorpcia chlorofylov rozdielna Obrázok 4.



**Obrázok 4.** Spektrálna absorpcia chlorofylov v rámci absorpčného spektra viditeľného žiarenia. a – ultrafialová, b – fialová, c – modrá, d - zelená, e – žltá, f- oranžová, g – červená, h – infračervená.

Obrázok 4 ukazuje spektrálnu absorbanciu chlorofylov dvoch listov (A a B) v 80% acetóne. Obsah chlorofylu v liste B je nižší ako v liste A. Vrcholy absorbancie sú v zóne červenej a modrej. Na základe toho je pre SPAD-merania využívaná vlnová dĺžka v červenej oblasti (kde je absorbanca vysoká, no neovplyvnená karoténmi) a v infračervenej oblasti, kde je absorbanca extrémne nízka.



**Obrázok 5.** Znáznornenie využitých vlnových dĺžok pri meraní SPAD.

---

Dve svetlo emitujúce diódy: červená (vrchol pri 650 nm) a infračervená (vrchol pri 940 nm) poskytujú osvetlenie potrebné pre meranie SPAD (Obrázok 5). Svetlo prechádza cez vzorku smerom k snímaču, ktorý konvertuje svetelný signál na elektrický prúd. Mikroprocesor potom prepočíta výsledný signál na hodnoty SPAD, ktoré sa zobrazia na displeji a sú automaticky uložené do pamäte. Výslednými hodnotami sú tzv. SPAD-hodnoty, teda relatívny obsah celkových chlorofylov vyjadrený ako bezrozmerné číslo.

### **3.4 Charakteristika použitých prípravkov**

#### **3.4.1 Atonik**

Prípravok Atonik® je komerčný produkt aplikáciou ktorého dochádza k regulácii vzťahov na úrovni fyziologických a biochemických procesov v rastline (ČERNÝ et al., 2008). Je to syntetický rastlinný stimulátor zo špecifickým účinkom. Úspešne ho možno používať pri pestovaní obilnín, strukovín, repy, tabaku, zelenín, ovocných stromov a kvetín. Je šetrný k životnému prostrediu, pretože prakticky nezanecháva v rastlinnom materiály reziduá (KOUPIĽ, 1996).

Podľa komerčných údajov (<http://www.arystalifescience.sk/atonik.php>), Atonik® podporuje rast, odolnosť rastlín k abiotickým činiteľom, prúdenie bunkovej cytoplazmy, príjem živín a transport látok. Mimo týchto bioregulačných vlastností stimuluje aj ostatné biochemické a fyziologické procesy. Atonik® zaisťuje:

- ✓ rýchlejšie a rovnomernejšie klíčenie,
- ✓ lepšie zakoreňovanie a mohutnejší vzrast,
- ✓ lepší vývoj kvetných pukov,
- ✓ u chmeľu vyšší obsah alfa horkých látok,
- ✓ predĺženie vegetačnej doby,
- ✓ vyššie výnosy a lepšiu kvalitu a skladovateľnosť.

Atonik obmedzuje®:

- ✓ predčasný opad plodov,
- ✓ poškodenie plodín chorobami a škodcami,
- ✓ nepriaznivé rastové podmienky ( vysoké teploty, sucho chlad a pod.).

Zložky prípravku Atonik® a ich uvádzaná koncentrácia obsahuje Tabuľka 4 .

**Tabuľka 4.** Zloženie prípravku Atonik®.

Názov	Obsah (hm. %)
<i>p</i> -nitrofenolát sodný (PNP)	0,3
<i>o</i> -nitrofenolát sodný (ONP)	0,2
5-nitroguajakolát sodný (5NG)	0,1
voda - rozpúšťadlo	94

Oficiálne povolené využitie prípravku Atonik® podľa Zoznamu povolených prípravkov na ochranu rastlín publikovanom ÚKSUP-om uvádza Tabuľka 5.

Významným účinkom Atoniku® je výrazné zvýšenie príjmu minerálov z pôdy rastlinou a ukladania produktov fotosyntézy v rastlinných orgánoch. Atonik podporuje lepšiu využiteľnosť živín pre rastlinu aj z priemyselných hnojív aplikovaných do pôdy. Súčasne pôsobí pozitívne na rozmnožovanie pôdnych mikroorganizmov, čím urýchľuje rozklad organických látok v pôde a tým nepriamo zvyšuje jej úrodnosť. Všetky tieto aspekty majú za následok priaznivý vplyv na rast a vývin rastlín (VILLÁR, 1999).

**Tabuľka 5.** Záznam o prípravku Atonik® v Zozname registrovaných prípravkov na ochranu rastlín (2009).

plodina	Spôsob pôsobenia	dávka	Ochranná doba	poznámka
Cukrová repa	Stimulácia úrody	0,25l+0,6l+1,5l	AT	DA
repka	Stimulácia úrody	0,6l(2x)	AT	DA
slničnica	Stimulácia úrody	1l(2x)	AT	DA
chmeľ	Stimulácia úrody	0,4l+0,6l +0,6l+0,4l	AT	DA
vinič	Stimulácia úrody	1l(2x)	AT	DA
pšenica	Stimulácia úrody	0,6l+0,6l	AT	DA
Paprika poľná	Stimulácia úrody	2l 0,5l(3x)	AT AT	DA
Paprika koreninová	Stimulácia úrody	0,5l(3x)	10	DA
Rajčiak	Stimulácia úrody	2l 0,5l(3x)	AT AT	DA
klinčeky	Stimulácia zakoreňovania	0,33%	AT	
Semená kvetín a zeleniny	Stimulácia úrody	0,025-0,05 %	AT	
Jačmeň jarný	Stimulácia úrody	0,6+0,6l	AT	DA

Základný mechanizmus účinku Atoniku® je založený na zrýchlenom pohybe bunkových štiav. Prípravok je vhodný k namáčaniu semien i vo foliárnej aplikácii, v rámci ktorej pozitívne ovplyvňuje fázu rastu vegetatívnu i generatívnu, čím sa

---

vytvárajú priaznivé podmienky pre zvýšenie kvality dopestovaných plodín, i priebehu skladovania. Umožňuje lepšie prekonávať negatívne vplyvy vznikajúce účinkom stresových podmienok na rastlinu (dlhotrvajúce sucho, vysoké teploty). Taktiež pozitívne vplyva na činnosť imunitného systému rastlín (ČERNÝ, 2000). Je možné ho aplikovať počas celého vegetačného obdobia a ľahko sa vstrebáva do rastlinných pletív (PULKKRÁBEK a URBAN, 2007).

### 3.4.2 Harmavit špeciál

Kvapalné listové hnojivo Harmavit špeciál je univerzálne hnojivo určené hlavne na listovú aplikáciu, ale aj na zálievku rastlín. Stopové prvky sú viazané vo forme chelátu EDTA. Hnojivo neobsahuje chloridy. Používa sa v zeleninárstve, ovocinárstve, vinohradníctve, okrasnom záhradníctve, pri pestovaní obilnín a pod. Môže sa používať spolu s prípravkami na ochranu rastlín. Svojím vyváženým zložením základných a stopových prvkov poskytuje rastlinám optimálnu výživu. Okrem toho obsahuje účinný rastový stimulátor – heteroauxín. Pri aplikácii postrekom na list sa odporúča aplikovať v 0,2 až 0,3 % koncentrácii, pri zálievke odporúčame zvýšiť koncentráciu o dvojnásobok. Splňa zákonom stanovené limity pre obsah ťažkých kovov (kadmium v mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ostatné v mg/kg hnojiva): kadmium 50, olovo 15, ortuť 1,0, arzén 10, chróm 150. Zloženie hnojiva Harmavit špeciál uvádza Tabuľka 6.

**Tabuľka 6.** Zloženie kvapalného hnojiva Harmavit Špeciál.

Prvok	Forma	Obsah
N		10%
P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9%
K	K <sub>2</sub> O	10, 5 %
Cu	EDTA	5 mg/kg
Zn	EDTA	5 mg/kg
Mn	EDTA	23 mg/kg
B		5 mg/kg
Mo	EDTA	10 mg/kg
Fe	EDTA	150 mg/kg

---

### 3.5 Matematicko-štatistické spracovanie výsledkov

Základné nazbierané údaje zo všetkých realizovaných analýz boli sústredené do komplexných databáz v rámci programu Microsoft Excel, kde bol následne realizovaný výpočet aritmetických priemerov, triedenie dát ako aj vytváranie základných tabuľkových a grafických výstupov.

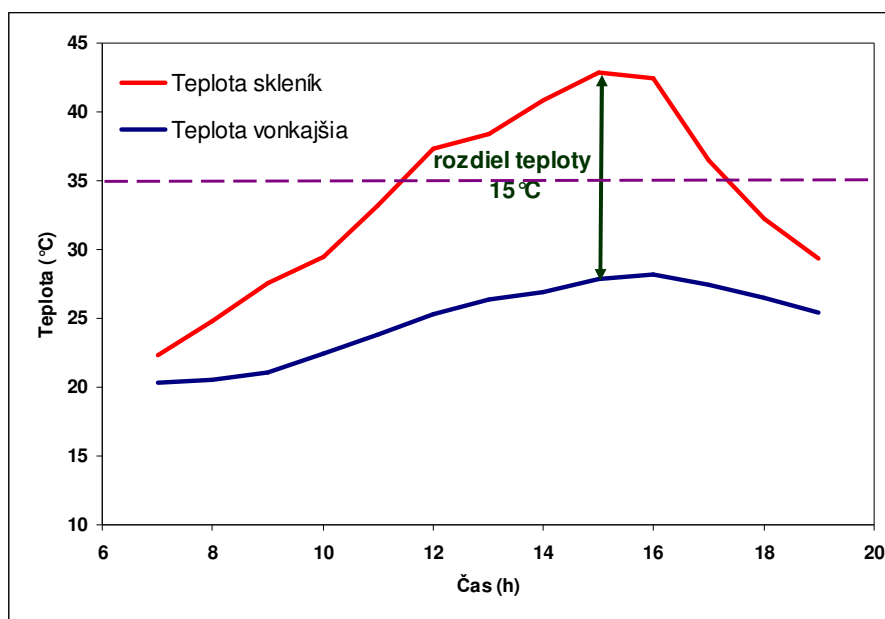
Pri hodnotení vplyvu sledovaných faktorov na parametre rastu a obsah chlorofylov bola preukaznosť účinku faktorov hodnotená pomocou multifaktorovej analýzy variancie (ANOVA) s následným testovaním rozdielov medzi jednotlivými sledovanými variantmi metódou minimálnych preukazných rozdielov (LSD) na hladine významnosti  $\alpha=0,05$ . Pre každý hodnotený faktor bola stanovená hodnota P (probability = pravdepodobnosť) pričom platí, že ak  $P < 0,05$ , považujeme vplyv skúmaného faktora na hodnoty parametra za štatisticky preukazný. Testovanie bolo realizované pomocou programu R-statistics. Grafické výstupy boli vytvorené programom Microsoft Excel.

---

## 4 Výsledky a diskusia

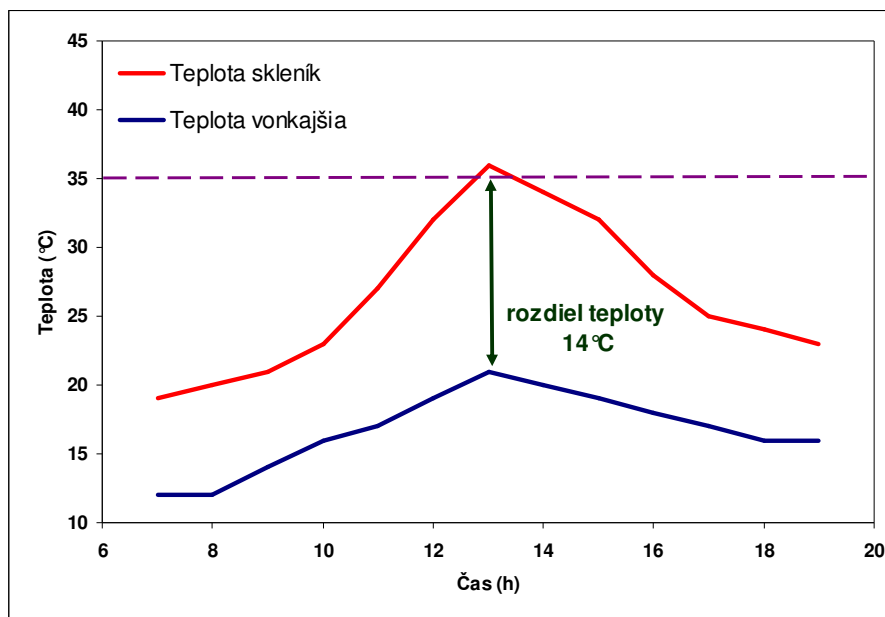
### 4.1 Teplotné podmienky v skleníku počas pestovania

Pri pestovaní v skleníku boli napriek automaticky spúšťanému vetraciemu systému teploty podstatne prevyšujúce teploty vo vonkajšom prostredí. Vzhľadom na technickú náročnosť realizácie záznamov teploty počas celej doby meraní, realizovali sme iba dve merania v júli a septembri pri porovnaní teplôt v skleníku a vo vonkajšom prostredí. Priebeh teplôt počas dňa nameraných začiatkom júla ukazuje Obrázok 6.



**Obrázok 6.** Príklad priebehu teplôt v skleníku a vo vonkajšom prostredí začiatkom júla. Merania boli realizované v hodinových intervaloch bežným teplomerom.

Meranie ukázalo, že kým v ranných hodinách boli teploty v skleníku vyššie približne o 3°C, v priebehu dňa sa rozdiel teplôt dostal až na úroveň 15°C, keď vo vonkajšom prostredí dosahovala teplota 28°C, kým v skleníku až 43°C. Jednalo sa pritom o deň charakteristický úplne jasným počasím a len malou rýchlosťou vetra. Ak budeme za prah škodlivosti považovať teplotu 35°C, teplota sa udržala nad touto hodnotou až 6 hodín. Treba však podotknúť, že pri oblačnom až zamračenom počasí a silnejšom vetre nedochádzalo k takému výraznému prehrievaniu vzduchu v skleníku. Priebeh teplôt v druhej polovici septembra zobrazuje Obrázok 7.



**Obrázok 7.** Príklad priebehu teplôt v skleníku a vo vonkajšom prostredí namerané 20. septembra. Merania boli realizované v hodinových intervaloch bežným teplomerom.

Meranie ukázalo, že teplotný rozdiel uprostred dňa zostal prakticky nezmenený, no vzhľadom na nižšie vonkajšie teploty nepresiahli teploty v skleníku výrazne kritickú hodnotu 35°C. Taktiež za významné možno považovať udržanie vyšších teplôt počas noci, keď ráno bol rozdiel medzi teplotou vonku a v skleníku až 8°C.

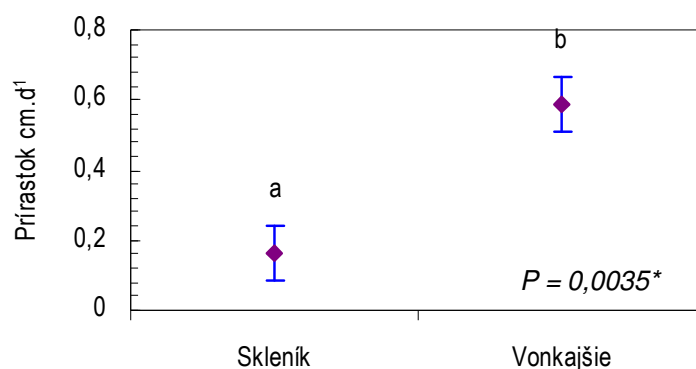
## 4.2 Výsledky namerané pri dahlii záhradnej

### 4.2.1 Meranie rastových parametrov

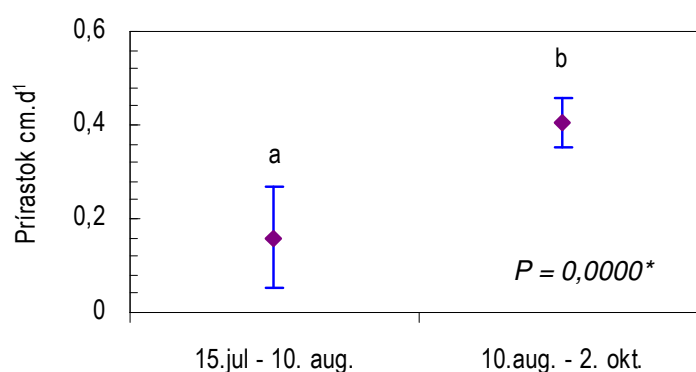
#### 4.2.1.1 Hodnotenie prírastku výšky

Pri hodnotení vypočítaných hodnôt prírastku výšky analýzou variancie sme hodnotili vplyv pestovateľského prostredia Obrázok 8. Pokusy boli realizované v skleníku a vo vonkajšom prostredí. Pri porovnávaní týchto dvoch variant sme zistili, že rast prebiehal intenzívnejšie vo vonkajších podmienkach s prírastkom na úrovni 0,6 cm.d<sup>-1</sup>, kým v skleníku bol rast iba tretinový. Rozdiel rastu medzi prostrediami sa ukázal ako štatisticky preukazný.

Porovnanie prírastku rastlín pestovaných v skleníku počas dvoch sledovaných časových intervalov ukazuje štatisticky preukazne vyšší prírastok v druhom intervale charakteristickom nižšími teplotami (Obrázok 9).



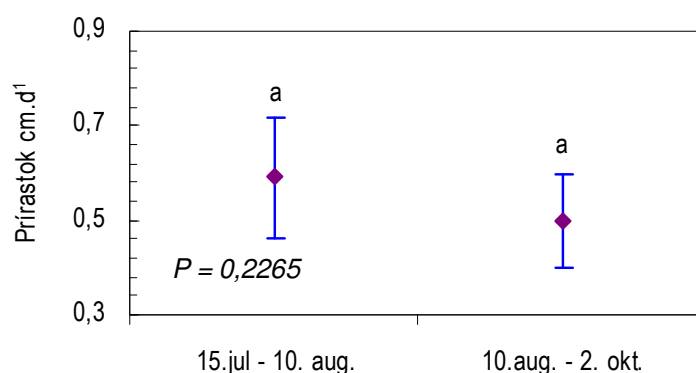
**Obrázok 8.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín dahlie v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variancie. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA s hviezdičkou signalizujúcou štatistickú preukaznosť na hladine  $\alpha=0,05$ . Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rôzne písmená znamenajú štatisticky preukazný rozdiel medzi hodnotami).



**Obrázok 9.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA s hviezdičkou signalizujúcou štatistickú preukaznosť na hladine  $\alpha=0,05$ . Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rôzne písmená znamenajú štatisticky preukazný rozdiel medzi hodnotami).

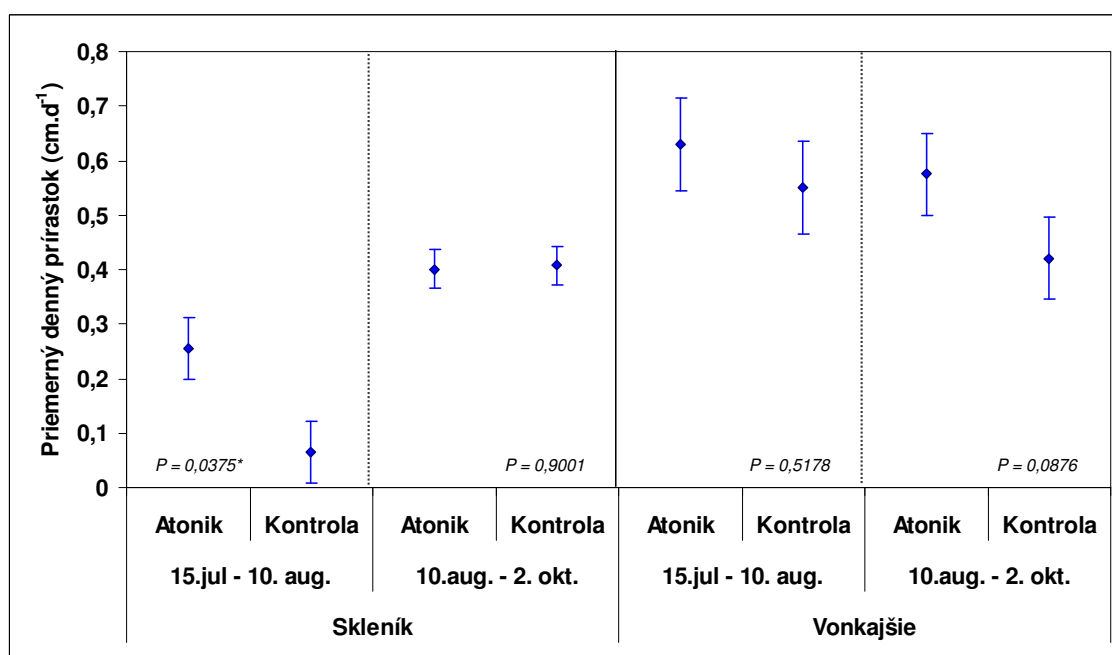
Porovnanie prírastku rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach ukazuje naopak mierne vyšší rast v prvom intervale, i keď rozdiely sú nepreukazné (Obrázok 10).





**Obrázok 10.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA. Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rovnaké písmená znamenajú štatisticky nepreukazný rozdiel medzi hodnotami).

Sumárne hodnotenie účinku prípravku Atonik® v oboch prostrediach a časových intervaloch ukazuje Obrázok 11.



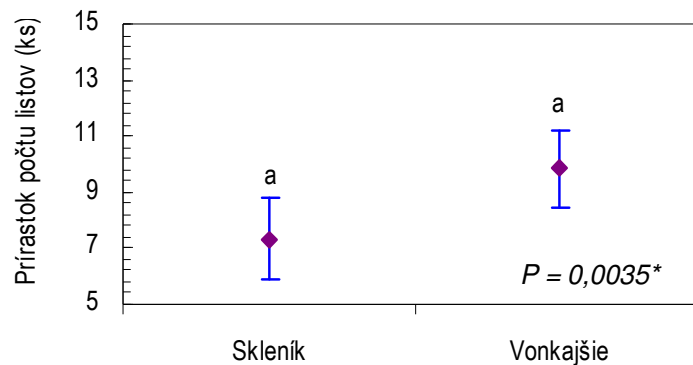
**Obrázok 11.** Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach a v skleníku v závislosti od ošetrenia prípravkom Atonik. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD)).

---

Priemerný denný prírastok v skleníku v období od 15. júla do 10. augusta prípravok Atonik zvýšil v porovnaní s kontrolou, pričom rozdiel bol preukazný. V druhom intervale sme už pozitívny vplyv Atoniku nepozorovali, výsledky ošetreného i neošetreného intervalu boli identické. Porovnávanie účinku Atoniku u rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach priniesol len nepreukazné rozdiely, i keď v priemere bol trend pri Atoniku skôr pozitívny.

#### 4.2.1.2 Hodnotenie prírastku počtu listov

Pri hodnotení vypočítaných hodnôt prírastku počtu listov analýzou variancie sme tiež hodnotili vplyv pestovateľského prostredia (Obrázok 12).

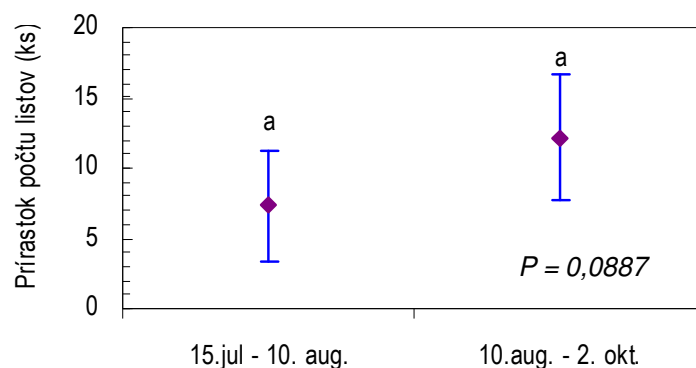


**Obrázok 12.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov dahlie v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variancie. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA. Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rovnaké písmená znamenajú štatisticky nepreukazný rozdiel medzi hodnotami).

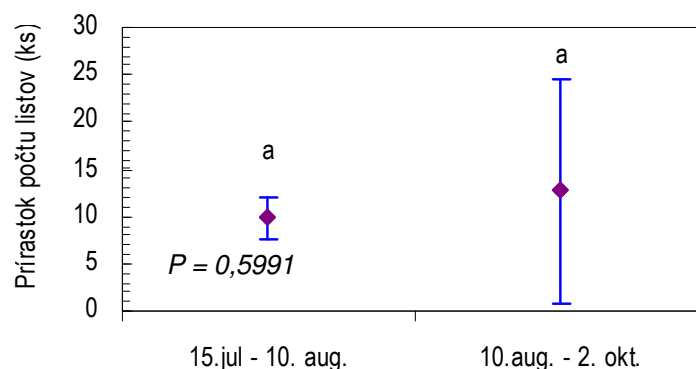
Pokusy boli realizované v skleníku a vo vonkajšom prostredí. Pri porovnávaní týchto dvoch variant sme zistili, že rast listov prebiehal intenzívnejšie vo vonkajších podmienkach, pričom rozdiel rastu medzi prostrediami bol štatisticky preukazný.

Porovnanie prírastku rastlín pestovaných v skleníku počas dvoch sledovaných časových intervalov ukazuje vyšší prírastok počtu listov v druhom intervale charakteristickom nižšími teplotami, rozdiely však neboli štatisticky preukazné (Obrázok 13).

Porovnanie prírastku rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach ukazuje nepreukazné rozdiely (Obrázok 14).



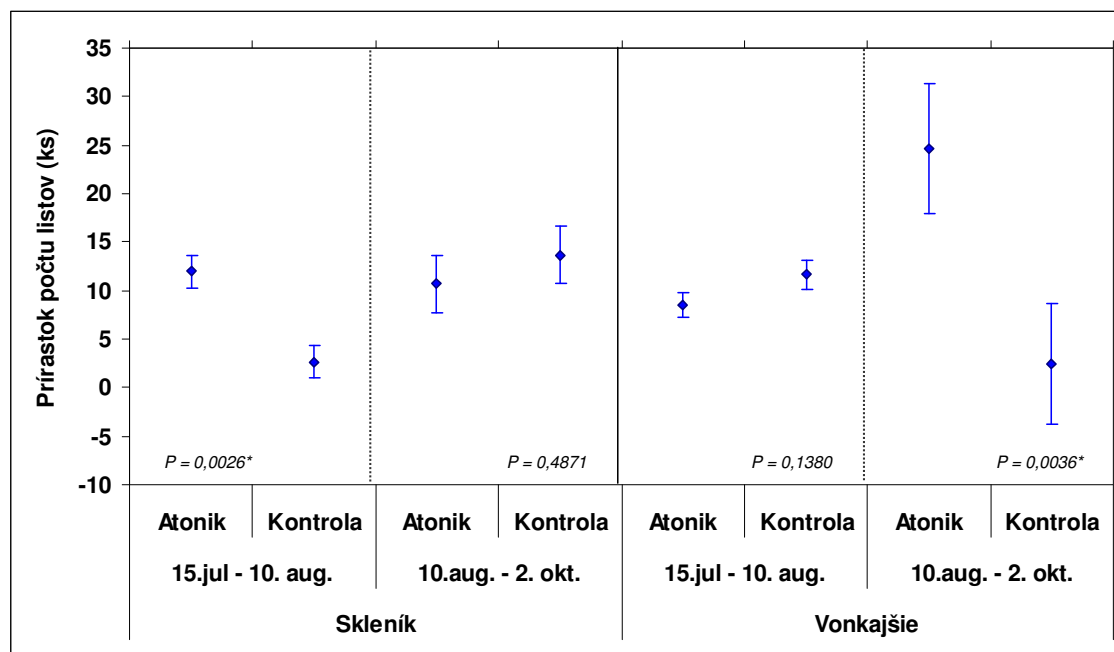
**Obrázok 13.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA. Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rovnaké písmená znamenajú štatisticky nepreukazný rozdiel medzi hodnotami).



**Obrázok 14.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov dahlie za intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA. Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rovnaké písmená znamenajú štatisticky nepreukazný rozdiel medzi hodnotami).

Sumárne hodnotenie účinku prípravku Atonik® v oboch prostrediach a časových intervaloch ukazuje (Obrázok 15). Priemerný prírastok listov v skleníku v období od 15. júla do 10. augusta prípravok Atonik zvýšil v porovnaní s kontrolou, pričom rozdiel bol preukazný. V druhom intervale sme už pozitívny vplyv Atoniku nepozorovali, výsledky ošetrovaného i neošetrovaného intervalu boli identické.

Porovnávanie účinku Atoniku u rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach priniesol preukazné rozdiely iba v prvom intervale (júl až august).



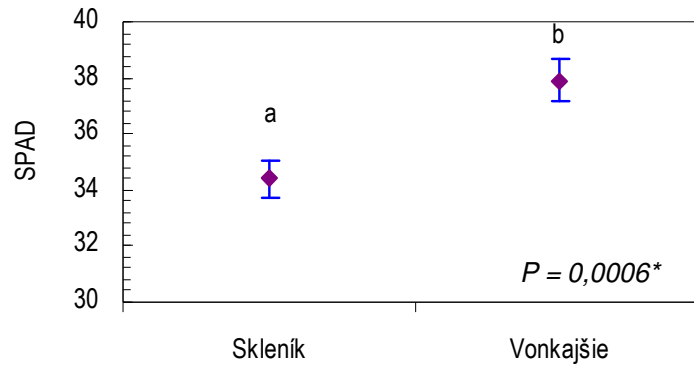
**Obrázok 15.** Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach a v skleníku v závislosti od ošetrenia prípravkom Atonik. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA s hviezdikou signalizujúcou štatistickú preukaznosť na hladine  $\alpha=0,05$ ).

#### 4.2.2 Hodnotenie meraní obsahu chlorofylu

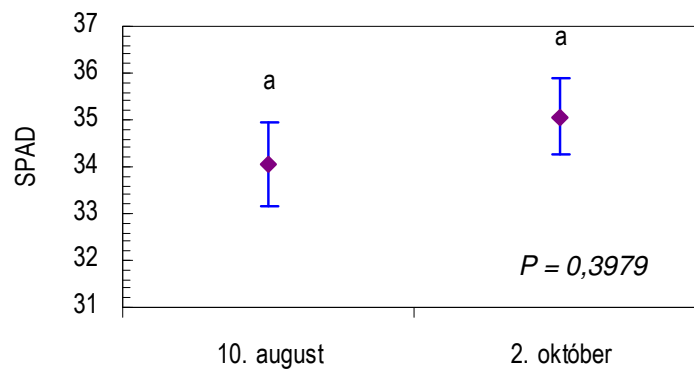
Pri hodnotení nameraných hodnôt SPAD analýzou variancie sme hodnotili vplyv pestovateľského prostredia (Obrázok 16). Pokusy boli realizované v skleníku a vo vonkajšom prostredí. Pri porovnávaní týchto dvoch variant sme zistili, že hodnoty obsahu chlorofylu vyjadrené relatívne ako SPAD-hodnoty boli vo vonkajších podmienkach preukazne vyššie v porovnaní s hodnotami nameranými v skleníku.

Porovnanie nameraných hodnôt SPAD v listoch rastlín dahlie pestovaných v skleníku počas dvoch sledovaných časových intervalov ukazuje štatisticky nepreukazné rozdiely (Obrázok 17).

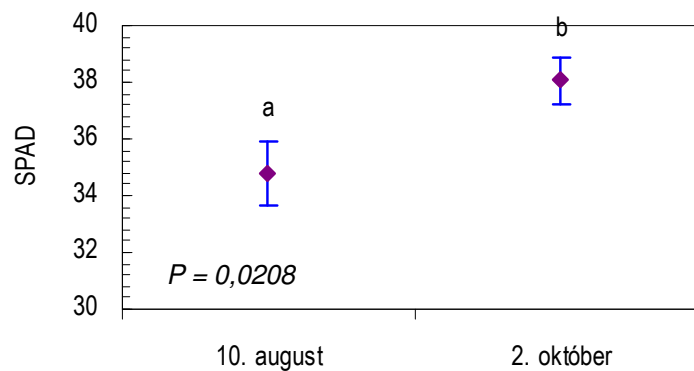
Porovnanie hodnôt obsahu chlorofylu v listoch rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach ukazuje preukazne vyššie hodnoty v druhom, septembrovom, intervale (Obrázok 18).



**Obrázok 16.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch dahlie v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variácie. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA s hviezdíčkou signalizujúcou štatistickú preukaznosť na hladine  $\alpha=0,05$ . Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rôzne písmená znamenajú štatisticky preukazný rozdiel medzi hodnotami).

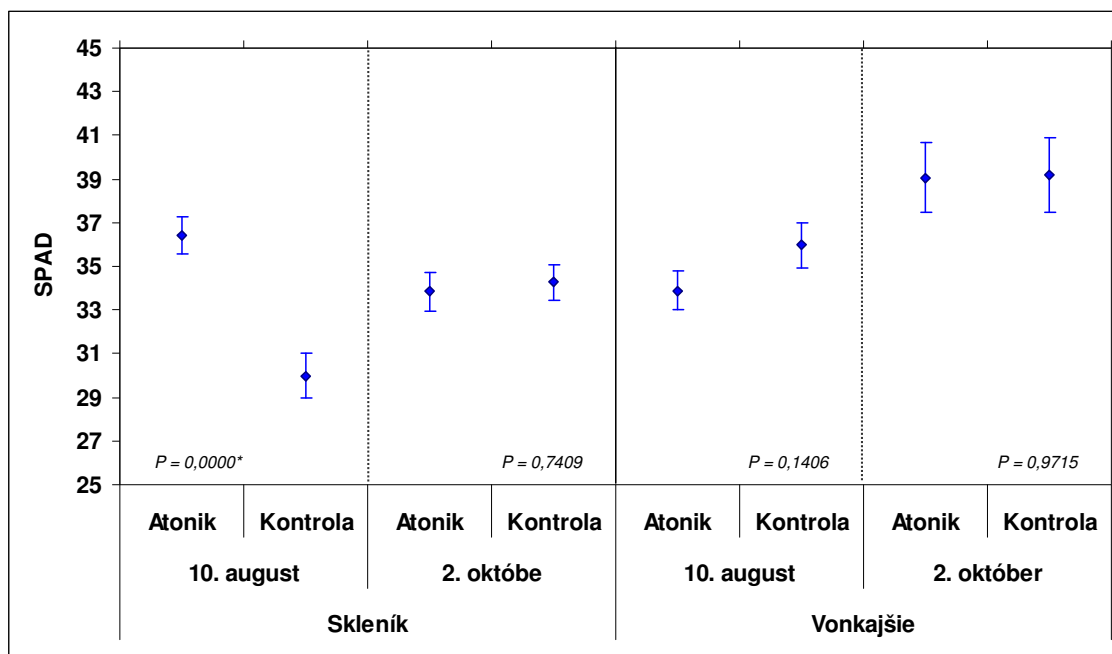


**Obrázok 17.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku.



**Obrázok 18.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach.

Sumárne hodnotenie účinku prípravku Atonik® v oboch prostrediach a časových intervaloch na namerané hodnoty SPAD ukazuje Obrázok 19.



**Obrázok 19.** Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch dahlie za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach a v skleníku v závislosti od ošetrenia prípravkom Atonik. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA s hviezdíčkou signalizujúcou štatistickú preukaznosť na hladine  $\alpha=0,05$ ).

Priemerné namerané hodnoty chlorofylov (SPAD) v skleníku namerané 10. augusta prípravok Atonik zvýšil v porovnaní s kontrolou, pričom rozdiel bol preukazný. V druhom intervale sme už pozitívny vplyv Atoniku nepozorovali, výsledky ošetreného i neošetreného intervalu boli identické. Porovnávanie účinku Atoniku u rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach neprinesol preukazné rozdiely.

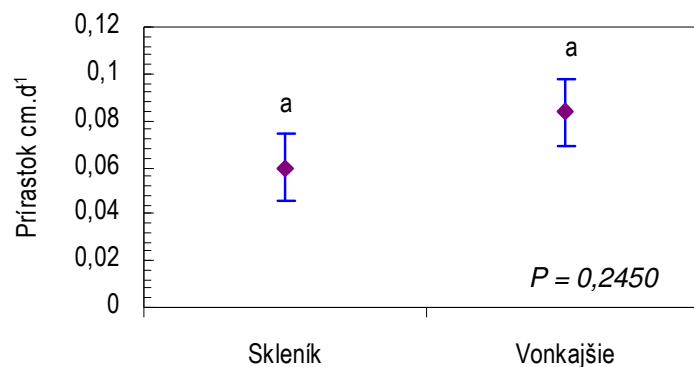
## 4.3 Výsledky namerané pri fiale sivej

### 4.3.1 Meranie rastových parametrov

#### 4.3.1.1 Hodnotenie prírastku výšky

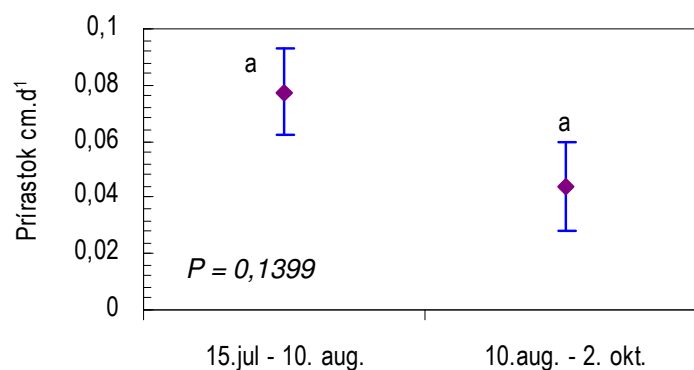
Pri hodnotení vypočítaných hodnôt prírastku výšky analýzou variancie sme hodnotili vplyv pestovateľského prostredia. Pokusy boli realizované v skleníku a vo vonkajšom prostredí. Pri porovnávaní týchto dvoch variant sme zistili, že rast prebiehal

intenzívnejšie vo vonkajších podmienkach, i keď rozdiel rastu medzi prostrediami sa neukázal ako štatisticky preukazný (Obrázok 20).



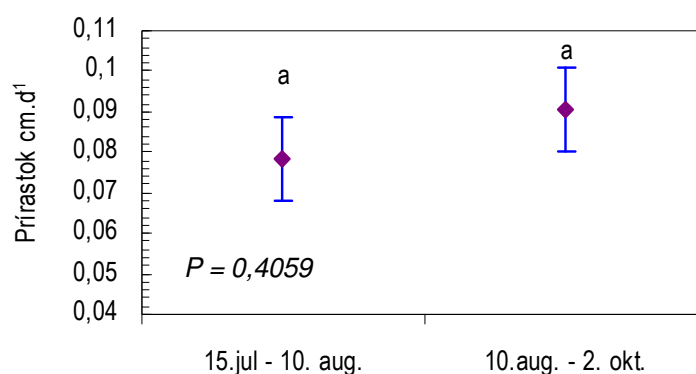
**Obrázok 20.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín fialy v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variancie. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA s hviezdičkou signalizujúcou štatistickú preukaznosť na hladine  $\alpha=0,05$ . Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rôzne písmená znamenajú štatisticky preukazný rozdiel medzi hodnotami).

Porovnanie prírastku rastlín pestovaných v skleníku počas dvoch sledovaných časových intervalov ukazuje štatisticky nepreukazne vyšší prírastok v prvom intervale charakteristickom vyššími teplotami (Obrázok 21).



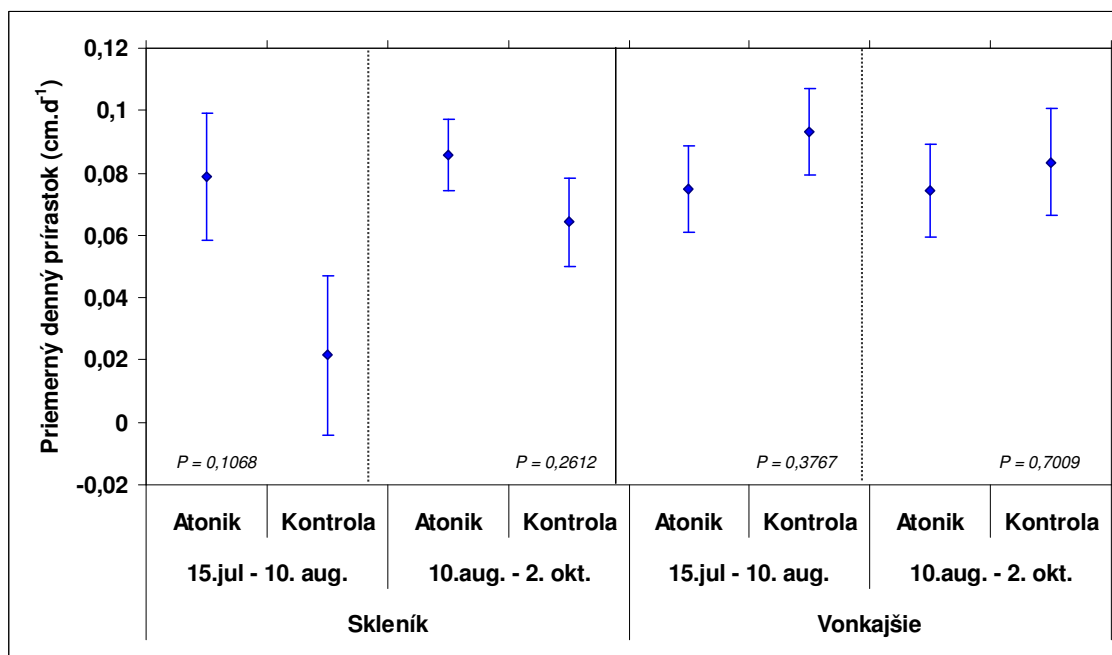
**Obrázok 21.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA s hviezdičkou signalizujúcou štatistickú preukaznosť na hladine  $\alpha=0,05$ . Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín).

Porovnanie prírastku rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach ukazuje nepatrne vyšší rast v druhom intervale, rozdiely sú nepreukazné (Obrázok 22).



**Obrázok 22.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA).

Sumárne hodnotenie účinku prípravku Atonik® v oboch prostrediach a časových intervaloch ukazuje Obrázok 23.



**Obrázok 23.** Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt prírastku výšky rastlín fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach a v skleníku v závislosti od ošetrenia prípravkom Atonik. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD)).

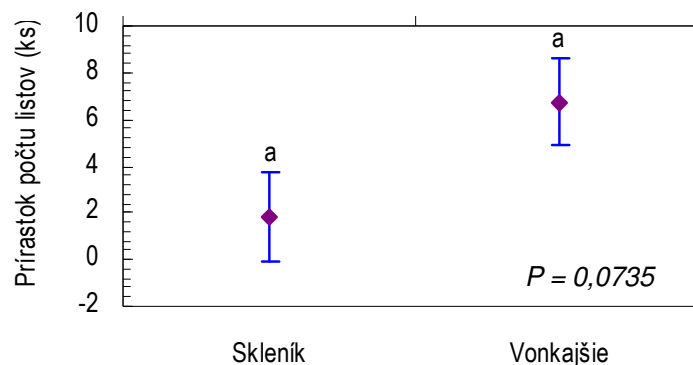


---

Priemerný denný prírastok v skleníku v období od 15. júla do 10. augusta prípravok Atonik zvýšil v porovnaní s kontrolou, pričom rozdiel bol preukazný, podobne ako tomu bolo pri dahlii. V druhom intervale sme už preukazný vplyv Atoniku nepozorovali. Porovnávanie účinku Atoniku u rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach priniesol len nepreukazné rozdiely.

#### 4.3.1.2 Hodnotenie prírastku počtu listov

Pri hodnotení vypočítaných hodnôt prírastku počtu listov analýzou variancie sme tiež hodnotili vplyv pestovateľského prostredia (Obrázok 24).

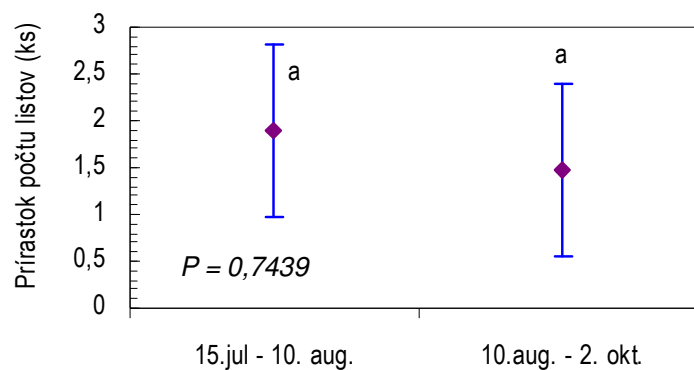


**Obrázok 24.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov fialy v závislosti od miesta pestovania vyhodnotené analýzou variancie. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA. Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rovnaké písmená znamenajú štatisticky nepreukazný rozdiel medzi hodnotami).

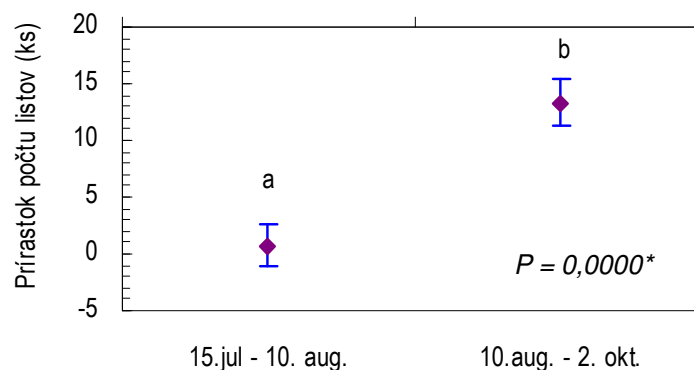
Pokusy boli realizované v skleníku a vo vonkajšom prostredí. Pri porovnávaní týchto dvoch variant sme zistili, že rast listov prebiehal intenzívnejšie vo vonkajších podmienkach, no rozdiel rastu medzi prostrediami nebol štatisticky preukazný.

Porovnanie prírastku počtu listov pestovaných v skleníku počas dvoch sledovaných časových intervalov ukazuje nepreukazné rozdiely počtu listov medzi intervalmi charakteristickým rôznymi teplotami (Obrázok 25).

Porovnanie prírastku počtu listov rastlín fialy pestovaných vo vonkajších podmienkach ukazuje preukazne vyšší počet nasadených nových listov v druhom období. Obzvlášť prvé obdobie bolo charakteristické stagnáciou rastu, čo sa prejavilo pri niektorých rastlinách dokonca k poklesu počtu funkčných listov fialy (Obrázok 26).



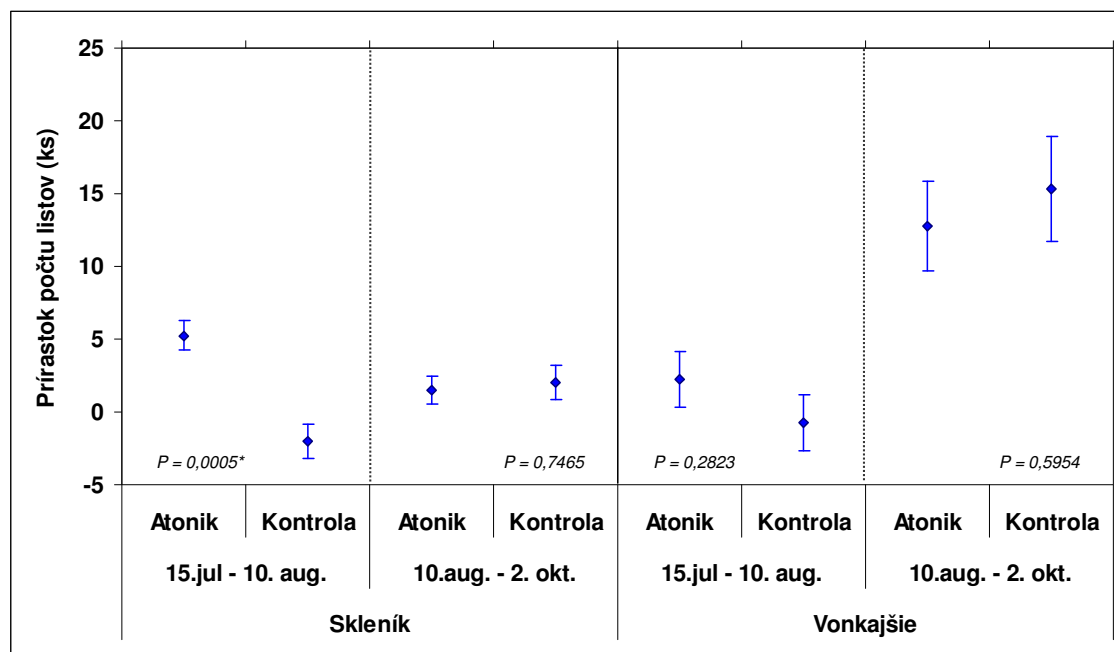
**Obrázok 25.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA. Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rovnaké písmená znamenajú štatisticky nepreukazný rozdiel medzi hodnotami).



**Obrázok 26.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov fialy za intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA. Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rovnaké písmená znamenajú štatisticky nepreukazný rozdiel medzi hodnotami).

Sumárne hodnotenie účinku prípravku Atonik® v oboch prostrediach a časových intervaloch ukazuje (Obrázok 27). Priemerný prírastok počtu listov v skleníku v období od 15. júla do 10. augusta prípravok Atonik preukazne zvýšil v porovnaní s kontrolou, kde sme dokonca zaznamenali v priemere úbytok počtu zdravých listov. V druhom intervale sme už pozitívny vplyv Atoniku nepozorovali, výsledky ošetreného i neošetreného intervalu boli identické. Porovnávanie účinku

Atoniku u rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach neprinesol preukazné rozdiely, účinok postreku Atonikom tu nebol badateľný.



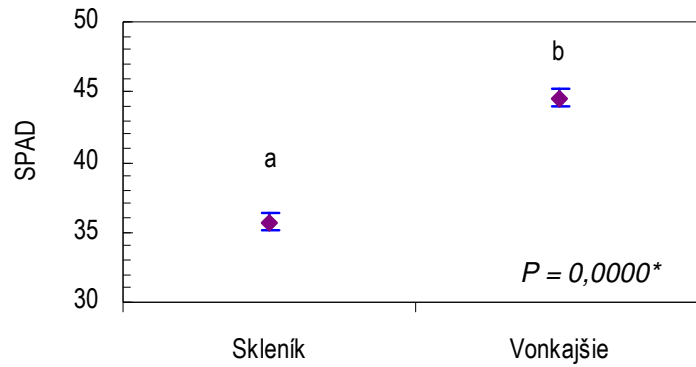
**Obrázok 27.** Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt prírastku počtu listov fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach a v skleníku v závislosti od ošetrenia prípravkom Atonik. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA s hviezdíčkou signalizujúcou štatistickú preukaznosť na hladine  $\alpha=0,05$ ).

#### 4.3.2 Hodnotenie meraní obsahu chlorofylu

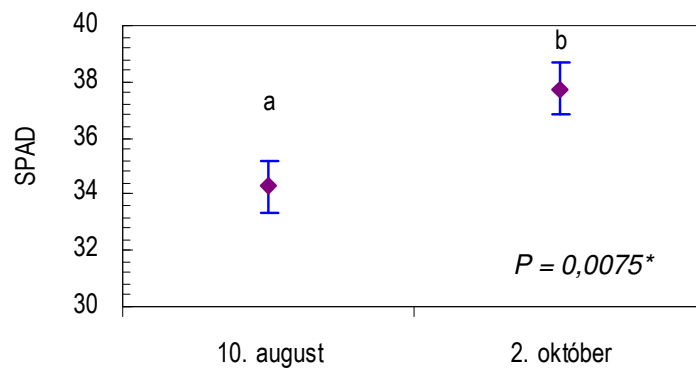
Pri hodnotení nameraných hodnôt SPAD analýzou variancie sme hodnotili vplyv pestovateľského prostredia (Obrázok 28). Pokusy boli realizované v skleníku a vo vonkajšom prostredí. Pri porovnávaní týchto dvoch variant sme zistili, že hodnoty obsahu chlorofylu vyjadrené relatívne ako SPAD-hodnoty boli vo vonkajších podmienkach preukazne vyššie (až o 30%) v porovnaní s hodnotami nameranými v skleníku.

Porovnanie nameraných hodnôt SPAD v listoch rastlín fialy pestovaných v skleníku počas dvoch sledovaných časových intervalov ukazuje štatisticky preukazne vyššie hodnoty v októbri v porovnaní s augustom (Obrázok 29).

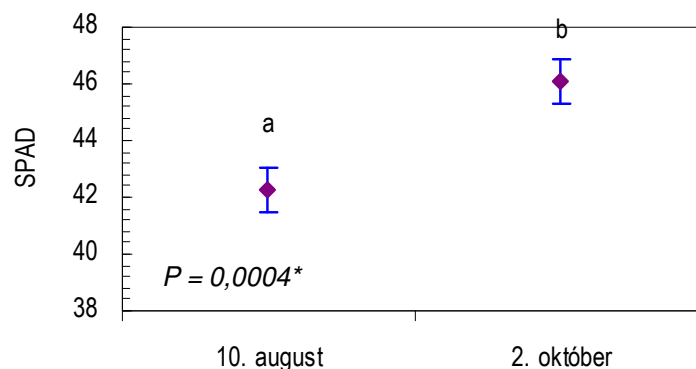
Porovnanie hodnôt obsahu chlorofylu v listoch rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach taktiež ukazuje preukazne vyššie hodnoty v druhom, októbrovom, intervale (Obrázok 30).



**Obrázok 28.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch fialy v závislosti od miesta pestovania vyhodnotených analýzou variácie. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA s hviezdičkou signalizujúcou štatistickú preukaznosť na hladine  $\alpha=0,05$ . Písmená nad symbolmi slúžia na odlíšenie štatisticky homogénnych skupín – rôzne písmená znamenajú štatisticky preukazný rozdiel medzi hodnotami).

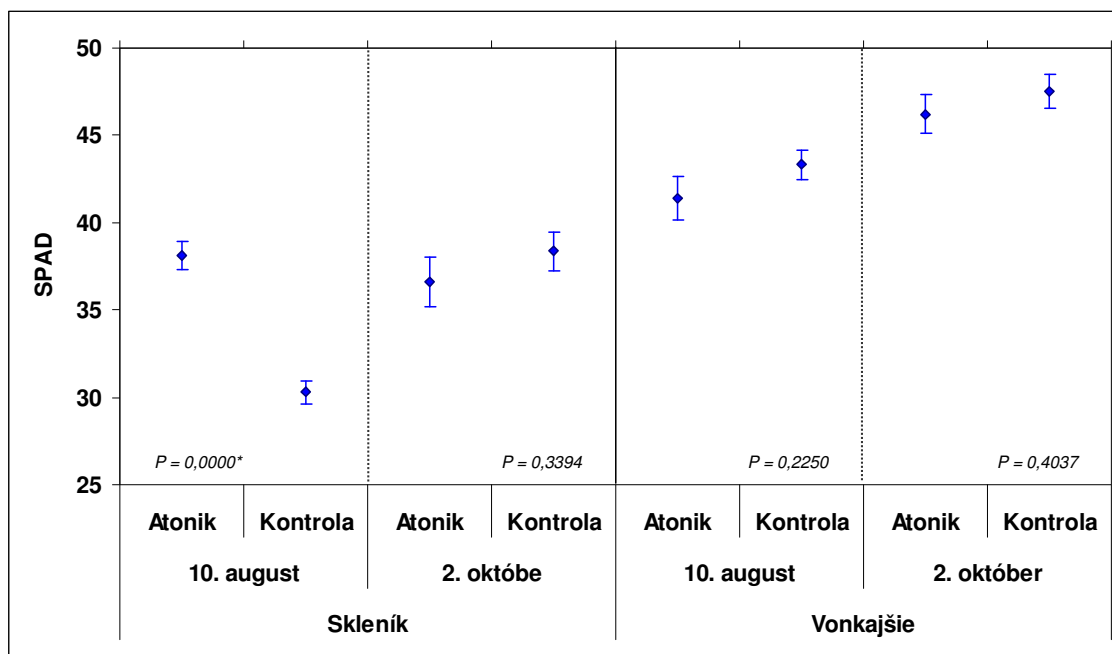


**Obrázok 29.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných v skleníku.



**Obrázok 30.** Grafické znázornenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach.

Sumárne hodnotenie účinku prípravku Atonik® v oboch prostrediach a časových intervaloch na namerané hodnoty SPAD ukazuje Obrázok 31.



**Obrázok 31.** Sumárne vyhodnotenie priemerných hodnôt SPAD nameraných na listoch fialy za dva intervaly hodnotenia rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach a v skleníku v závislosti od ošetrenia prípravkom Atonik. (Chybové úsečky predstavujú intervaly pre najmenší preukazný rozdiel (95 % LSD). Vnútri grafu je uvedená hodnota P z testu ANOVA s hviezdíčkou signalizujúcou štatistickú preukaznosť na hladine  $\alpha=0,05$ ).

Na priemerné namerané hodnoty chlorofylov (SPAD) v skleníku namerané 10. augusta mal prípravok Atonik preukazne pozitívny vplyv v porovnaní s kontrolou. V druhom intervale sme už pozitívny vplyv Atoniku nepozorovali, výsledky ošetreného i neošetreného intervalu boli identické. Porovnávanie účinku Atoniku u rastlín pestovaných vo vonkajších podmienkach, tak ako pri iných parametroch, nepriniesol preukazné rozdiely.

---

## 5 Diskusia

Fyziologický prejav rastlín je súčiniteľom ich geneticky podmienených vlastností a pôsobenia vonkajšieho prostredia, na ktorom sú závislé a ktoré na nich vplýva (LARCHER et al., 2003). Pestovanie okrasných rastlín je do značnej miery viazané na skleníky, kde v období s intenzívnym slnečným žiarením trvajúcim od apríla do septembra, no hlavne v letnom období, je veľkým problémom ich prehrievanie, ktorému sa často nedarí zabrániť ani pri kvalitnej konštrukcii skleníka, ventilačnom systéme, najmä ak nie sú využívané nákladné systémy nepretržitej kontroly a úpravy mikroklímy prídavnými zariadeniami (OMER, 2009). Vysoká teplota, ale aj prostredie ochladené aktívnou ventiláciou pritom často vedie k nadmernej transpirácii a vzniku vodného stresu u pestovaných rastlín (KITTAŠ et al., 2003).

V našich podmienkach bol skleník riešený s pasívnou ventiláciou s automatickým otváraním a zatváraním strešných okien vytvárajúcich komínový efekt, ktorý by mal viesť k dostatočnej ventilácii a ochladeniu priestoru skleníka aj v teplých dňoch. Navyše, celkové kvantum dopadajúceho tepla bolo znížené náterom z vonkajšej strany skiel. Naše pozorovania však ukázali, že ventilácia ani náter nechránili skleník dostatočne pred prehrievaním, keď počas slnečných dní presahovala teplota v skleníku 40°C (Obrázok 6). Negatívny efekt bol značne závislý od vonkajších podmienok, keď napríklad už v septembri môžeme považovať priebeh teplôt za priaznivý (Obrázok 7). Dané merania však ukazujú, že v skleníku v priebehu našich meraní boli nepravidelne sa vyskytujúce teploty potenciálne stresujúce pre pestované rastliny. Pri veľkosti použitých nádob a absencii zálievky počas víkendov bol navyše pravdepodobný aj výskyt krátkych, nepravidelných períód sucha, ktoré však nemáme zdokumentované.

Najdôležitejším obranným mechanizmom chrániacim pred negatívnym účinkom vysokých teplôt na fyziologické procesy v rastlinách je transpirácia, ktorá umožňuje zníženie teplôt listov, pri intenzívnej transpirácii sa dosahuje teplota listov aj o niekoľko stupňov nižšia než je teplota prostredia. Prieduchy tak zohrávajú rozhodujúcu úlohu v udržiavaní optimálnej teploty listov (JONES, 1998), keď napríklad zvýšenie teploty z 20°C na 30°C zvýšilo hodnoty difúznej vodivosti dvojnásobne (BUNCE, 2000). Vyššia teplota prostredia vedie k zníženiu rozdielu medzi teplotou listu a teplotou prostredia, na druhej strane však vedie aj k urýchleniu strát vody (ŽIVČÁK, 2010).

Pôsobenie stresových faktorov nám dokazujú aj naše merania rastových parametrov (napr. Obrázok 8, Obrázok 24) a obsahu chlorofylu (Obrázok 16, Obrázok

---

28), kde sa ukázalo, že rastliny v skleníku mali preukazne slabší rast, prírastok počtu listov, či obsah chlorofylu ako rastliny rastúce vo vonkajšom prostredí. Podobne nám vyšlo aj porovnanie dvoch období, kde rastliny rastúce v skleníku mali priaznivejšie výsledky fyziologických ukazovateľov v chladnejšom období, keď sa teploty v skleníku viac približovali k optimu pre hodnotené druhy. FANELLI a DOLE (2006) uvádzajú pre pestovanie kvalitných kvetov dahlie ako optimálnu dennú teplotu 20 až 24°C, Pre fialu býva uvádzaná optimálna teplota 20-25°C, v noci okolo 15°C. Pre oba druhy býva horná hranica ešte priaznivá pre pestovanie uvádzaná na úrovni 32°C. Navyše, VOLF et al. (1981) uvádza, že po vzídení semenáčikov fialy je treba znížiť. Pestovanie semenáčikov pri vyššej teplote odd'ľuje kvitnutie fiál.

Rast rastlín je štandardne hodnotený metódami rastovej analýzy založenej na meraní listovej plochy a sušiny rastlín (OLŠOVSKÁ et al., 2008). V mnohých prípadoch ale táto deštrukčná analýza nie je vhodná, keďže je náročná na dostatok rastlinného materiálu. Preto sme sa aj v našom prípade zamerali na nedeštrukčné meranie rastových ukazovateľov, ktorými boli prírastok dĺžky a nárast počtu listov. Obdobne, koncentrácia chlorofylu v listoch je zvyčajne stanovovaná spektrofotometricky pomocou extraktov z listových vzoriek. Tento spôsob merania je však pomalý, nákladný, navyše deštrukčný a preto nie vždy vhodný pre všetky aplikácie. Okrem toho však existujú aj rýchle metódy pre stanovenie obsahu chlorofylu nedeštrukčne. Využívajú sa pri tom optické vlastnosti listov a sú založené na reflektancii alebo absorbancii žiarenia chlorofylmi (UDDLING et al., 2007). Bolo publikovaných mnoho prác, ktoré ukazujú lineárnu závislosť medzi meranými relatívnymi hodnotami SPAD a obsahom chlorofylov v listoch pri širokom spektre rastlín, napríklad BERG a PERKINS (2004) pri listoch javora, SAMDUR et al. (2000) a ARUNYANARK et al. (2008) pri podzemnici, CIGANDA et al. (2008) pri kukurici, KUMAGAI et al. (2009) pri ryži, PINKARD et al. (2006) pri listoch eukalyptu, KAPOTIS et al. (2003) pri rastlinách rodu *Amaranthus*, NETTO et al. (2005) pri listoch kávovníka, HAWKINS et al. (2009) pri ohrozených druhoch rastlín. Ukazuje to, že daný vzťah spoľahlivo funguje pri všetkých skupinách rastlín, vrátane opadavých a stálezelených drevín ale aj bylín s bez ohľadu na to, či disponujú C3 alebo C4 typom metabolizmu. V našich pokusoch sa priemerné hodnoty SPAD pohybovali v rozpätí 30-45, čo predstavuje skôr nižšie až stredné hodnoty. Koncentrácia chlorofylov vyjadrená v jednotkách SPAD bola silno ovplyvnená prostredím (skleník či vonkajšie prostredie). Hodnoty SPAD sú pritom pomerne spoľahlivým vyjadrením fyziologického stavu,

---

odzrkadľujú celkový stav rastliny, podľa niektorých autorov dobre koreľujú s rýchlosťou fotosyntézy (KAPOTIS et al., 2003; KUMAGAI et al., 2009), sú schopné zachytiť vplyv stresov (GOVENDER et al., 2010), napríklad stres zo sucha (ARUNYANARK et al., 2008). Okrem toho, hodnoty merané chlorofylmetrami sú frekventovane využité vo vzťahu k obsahu dusíka a často aj k dosahovaným úrodám, pričom viacerí autori našli spoľahlivú priamo úmernú závislosť medzi nameranými hodnotami SPAD, obsahom dusíka a dosahovanou produktivitou rastlín, napríklad SWAIDER a MOORE (2002) pri tekvici, SCHARF et al., 2006 pri kukurici a mnohí ďalší. Samozrejme, merania chlorofylmetrom nesú aj mnohé úskalía, najmä vo vzťahu k obsahu dusíka a produktivite rastlín. PINKARD et al., 2006 uvádza, že vzťah medzi nameranými hodnotami SPAD a obsahom chlorofylov môže byť aj pri tom istom druhu ovplyvnený vekom listov, fyziologickým stavom, podmienkami pestovania, hrúbkou listov a podobne. ZHANG et al. 2008 poukazuje na nie dokonalú schopnosť zachytiť menej výrazné deficity dusíka v neskoršom období vegetácie kukurice. HOEL a SOLHAUG (1998) uvádzajú, že na namerané hodnoty SPAD má vplyv aj vonkajšie svetlo, pri ktorom je SPAD merané, keďže chloroplasty sú schopné meniť svoju pozíciu. Je preto potrebné dbať na rovnaké podmienky merania. Hodnoty SPAD ale aj napriek tomu môžeme považovať za cenný ukazovateľ fyziologického stavu a celkovej vitality sledovaných druhov vo vzťahu k prostrediu a ostatným faktorom.

Významnou časťou našej práce bolo aj hodnotenie účinku prípravku Atonik® na sledované ukazovatele rastu a obsahu chlorofylov. Naše pozorovania pri oboch sledovaných druhoch a prakticky všetkých ukazovateľoch zhodne akcentujú jeho pozitívny efekt pri použití v skleníku v intervale júl až august (obrázky 11, 15, 19, 23, 27 a 31). Potvrdilo sa nám tak jeho podporný účinok, ktorý je frekventovane využívaný vo výskume aj poľnohospodárskej praxi pri pestovaní mnohých plodín, napríklad pri hrachu (ŠÁRIKOVÁ, 1995), sóji fazuľovej (GULLUOGLU et al., 2006), sladovníckeho jačmeňa (ČERNÝ a VAŠÁK 2003), ale aj harmančeku (KOUPIĽ, 1996), rajčiat a petržlena (PEZA, 2002), jabloní (2005). KUPČÁK (2001) hľadal nové možnosti v zlepšení pestovania kaktusov a sukulentov. Začal uvažovať nad stimulátormi rastu a jeho pokusy z experimentu poukazujú pozitívny účinok Atoniku na rýchlosť klíčenia semien. Taktiež percento klíčencov bolo o niečo vyššie, než u kontrolného výsevu, kde semená klíčili o poznanie neskoršie. Semená *Trichocereus pasacana*, máčané 8 hodín v roztoku Atoniku a destilovanej vody klíčili už druhým dňom po výseve, kontrolní kvetináčik s neošetrenými semenami začal klíčiť 5 deň po výseve. Taktiež podporil



---

zakoreňovanie platana javorolistého a bránil vädnutiu zmnoženého materiálu (ŠMOLÍK a HNILIČKA (2007)).

Viacero autorov publikovalo pozitívny efekt na výšku úrody alebo na dosahované kvalitatívne parametre pri repe cukrovej (PULKRÁBEK et al., 1999; ČERNÝ, 2003; ZÁHRADNÍČEK et al., 2004). Na základe našich meraní a publikovaných prác môžeme preto predpokladať, že ošetrovanie Atonikom®, najlepšie v postreku v rámci ošetrovania proti iným škodlivým činiteľom, môže prispieť aj k úspešnému pestovaniu okrasných rastlín v krytých priestoroch.

---

## 6 Návrh na využitie výsledkov

Skleníky sú zariadenia, ktoré slúžia na rýchlené pestovanie plodín, či už úžitkových alebo okrasných. Podmienky v nich sa však často veľmi odlišujú od podmienok prirodzených stanovíšť, či už prírodných alebo človekom ovplyvnených. I keď cieľom využitia skleníkov je vytvoriť optimálne prostredie pre rastliny, pôsobia tu rôzne nepriaznivé rušivé činitele. Predovšetkým, v skleníkoch je zvyčajne oveľa vyššia teplota ako vo vonkajšom prostredí. A tá sa pre rastliny môže stať stresovým faktorom číslo jedna. Narúša ich stabilitu, rastliny trpia, obmedzujú a narúšajú sa ich jednotlivé životné pochody. V našich pokusoch sa tiež potvrdili jej negatívne účinky. V dôsledku prehriatia extrémnymi teplotami pestované letničky vykazovali nižšiu rast, nasadzovali menší počet listov a v listoch bol znížený obsah chlorofylu. Ďalším nežiaducim javom, ktorý sprevádza vysokú teplotu, je vodný deficit. Tento spolupôsobiaci faktor taktiež výrazne ovplyvňuje stav rastlinného organizmu. Skleník je umelo vytvorené, neprirodzené prostredie, ktoré v niektorých prípadoch nemá vyhovujúce podmienky pre plný rozvoj rastlín. Ani neustála snaha zlepšovať tieto podmienky nedokáže nikdy zabrániť poškodeniam alebo prípadným úhynom. Rastliny pestované v skleníkoch musia pri stresoch vynakladať veľké množstvo energie na obranné mechanizmy, kvôli zachovaniu svojej existencie. Môže sa to však odraziť na ich celkovom vzhľade alebo produktívnosti. V snahe uľahčiť takto pestovaným rastlinám ich rast a vývoj sa stále hľadajú cesty možnosti zmiernenia stresových dopadov. Ako jedna z možností sa ukazuje použitie rastových stimulátorov. Sú to látky ktoré v pozitívnom zmysle podporujú rast rastlín a chránia ich pred škodlivými javmi s ktorými sa rastliny stretávajú počas života. V našom pokuse sme použili rastový stimulátor Atonik®. Podľa výsledkov mnohých autorov dokáže zmierniť stres plodín a tak zlepšuje prežité a rast. Na naše pokusné rastliny mal tiež Atonik pozitívny účinok najmä v čase najväčších extrémov teploty. I keď naše pokusy svojim rozsahom nedovoľujú vytvárať definitívne závery, ukazuje sa, že prípravok Atonik® môže napomôcť lepšiemu a harmonickejšiemu vývinu okrasných rastlín pestovaných v skleníku.

---

## 7 Závěry

Na základe meraní rastových ukazovateľov a obsahu chlorofylov v rastlinách dahlie záhradnej a fialy sivej pestovaných v nádobách v podmienkach skleníka a vo vonkajšom prostredí a hodnotení protektívnych účinkov aplikácie prípravku Atonik môžeme zhrnúť nasledovné závery:

- Naše merania ukázali jednoznačný vplyv podmienok prostredia v skleníku, predovšetkým nepriaznivý vplyv vysokých teplôt presahujúcich bežne teplotu 40°C.
- Pozorovali sme výrazne oslabený rast a menší prírastok počtu listov pri rastlinách pestovaných v skleníku oproti rastlinám pestovaných vo vonkajšom prostredí.
- Rastliny pestované v skleníku mali nižší obsah chlorofylu v porovnaní s rastlinami pestovanými vo vonkajších podmienkach.
- V prvom hodnotenom období (polovica júla – polovica augusta) charakteristickom vysokými teplotami, mal postrek Atonikom preukazný vplyv, keď postriekané rastliny viac rástli, mali väčší prírastok počtu listov a vyššie hodnoty SPAD ako neošetrená kontrola.
- V druhom sledovanom intervale (koniec augusta a september) už účinok prípravku Atonik nebol tak výrazný, no znížili sa aj rozdiely medzi rastlinami v skleníku a vo vonkajšom prostredí.
- Výsledky boli veľmi podobné u oboch sledovaných druhov, pričom výraznejší negatívny vplyv vysokých teplôt bol pozorovaný pri fiale než pri dahlíi.

Na základe našich pozorovaní a v kontexte literárnych poznatkov môžeme zhrnúť, že okrasné rastliny sú v podmienkach skleníka vystavené stresom z vysokých teplôt, ktoré výrazne postihujú ich rast a fyziologické procesy. Nepriaznivý vplyv vysokých teplôt je možné čiastočne eliminovať postrekom prípravku Atonik, ktorý môže napomôcť prekonávaniu aj náhodne sa vyskytujúcich epizód vysokej teploty, ktoré sa v skleníku môžu vyskytnúť aj pri dobrom riadení a regulácii vetrania.

---

## Zoznam použitej literatúry

1. ARUNYANARK, A. – JOGLOY, S. – AKKASAENG, C. – VORASOOT, N. – KESMALA, T. – NAGESVARA RAO, R. C. – WRIGHT, G. C. – PATANOTHAI, A. 2008. Chlorophyll Stability is an Indicator of Drought Tolerance in Peanut. In: J. Agronomy & Crop Science 2008, 1pp.13- 125. ISSN 0931-2250
2. BERG, A. K. - PERKINS, T. D. 2004. Evaluation of a portable chlorophyll meter to estimate chlorophyll and nitrogen contents in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) leaves. In: Forest Ecology and Management 200: 2004,1, pp. 113–117.
3. BERRY, J. A. – BJÖRKMAN, O. 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. In: Annual Review in Plant Physiology, 31, 1980, s. 491–543.
4. BLÁHA, L. - ZÁMEČNÍK, J. 2005. Změna růstu kořenů pšenice po nástupu sucha v na počátku sloupkování a její význam pro výnos rostlin. In: *Vliv biotických a abiotických stresorů na vlastnosti rostlin*. Praha Ruzyne : Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2005, s. 55 -60. ISBN 80-86555-59-3.
5. BLÁHA, L. a i. 2003. *Rastlina a stres*. Praha: Výskumný ústav rastlinnej výroby, 2003. 156 s. ISBN 80-86555-32-1.
6. BOHM, Č. a i. 1985. *Zahradkárská encyklopédia*. Praha: Příroda, 1985. 445 s.
7. BRESTIC, M. – OLŠOVSKÁ, K. 2001. *Vodný stres rastlín, príčiny, dôsledky, perspektívy*. Nitra : 2001. 146 s.
8. BRESTIČ, M. 2001. Determinácia citlivých miest fotosyntézy počas dlhodobej dehydratácie rastlín. In: Journal of Central European Agriculture, Volume 2 , 2001, No. 3-4.
9. BUNCE, J. A. 2000. Responses of stomatal conductance to light, humidity and temperature in winter wheat and barley grown at three concentrations of carbon dioxide in the field. In: Global Change Biology, 2000, 6, s. 371–382.

- 
10. CANDRÁKOVÁ, E. 2007. Reakcia vybraných druhov strukovín na priebeh súčasných podmienok pestovania. In: *Vliv biotických a abiotických stresorů na vlastnosti rostlin*. Praha Ruzyne : Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2007, s. 136 – 142. SBN: 978-80-87011-00-3.
  11. CIGANDA, V.- GITELSON, A.- SCHEPERS, J. 2008. Non-destructive determination of maize leaf and canopy chlorophyll content In: *Journal of Plant Physiology*, 2008, pp. 1-11.
  12. ČABOUN, V. 1996. Analýza vplyvov klimatických zmien na ekosystémovej úrovni. In: *Bioklimatológia a zmeny klímy. II. Fytobioklimatológia*. Nitra, 1996. s. 188. ISBN 80-7148-013- 4.
  13. ČERNÝ, I. 2000. Možnosti použitia Atoniku pri pestovaní repy cukrovej. In: *Naše pole*, 2000, č. 4, s. 2.
  14. ČERNÝ, I. a i. 2008. Vplyv aplikácie biologicky aktívnych látok na vybrané produkčno kvalitatívne parametre repy cukrovej. In : *I. vedecké agronomické dni*. [Zborník na CD ROM]. Nitra : SPU, 2008, s. 114- 117. ISBN 978- 80-552-0125-2.
  15. ČERNÝ, L. – VAŠÁK, J. 2004. Prínos regulatoru rastu u jarného ječmene v roce 2003. In : *Řepařství & sladovnícký ječmen. Sborník s konference, 2004*, s.211 -213.
  16. ČIAMPOROVÁ, M. – MISTRÍK, I. 1989. Rostlinná bunka v nepriaznivých podmienkach. In: *V. dny rostlinné fyziologie*. Brno, 1989, s. 145 – 149.
  17. ČIAMPOROVÁ, M. - MISTRÍK, I. 1991. *Rostlinná bunka v nepriaznivých podmienkach*. Bratislava: Veda, 1991. 140s.
  18. ČVANČARA, F. 1962. *Zemедelská výroba v číslech*. SZN, 1962.
  19. DUNAJSKÝ, E.. 1996. Trvanie fenofázových intervalov a meteorologické prvky. In: *Bioklimatológia a zmeny klímy. II. Fytobioklimatológia*. Nitra, 1996. s.188s. ISBN 80-7148-013- 4 .

- 
20. FERUS, P. 2010. Termoprezervácia rastlinnej produkcie. In : SúčasnÉ možnosti fyziologie a zemÉdÉlského výskumu prÍspet k produkcii rostlin.(VybranÉ kapitoly). Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2010, s. 195. ISBN. 978-80-7427-023-9.
  21. FÁBRY, A. a i.1990. *Jarní olejniny*. České Budejovice : MZ a V ČR, 1990. 241 s. ISBN 80-7084-026-9
  22. FECENKO, J. – ŠOLTÝSOVÁ, B. 2000. Interakčné vzťahy Elorisanu s priemyselnými hnojivami. In: Agrochémia , 2000.
  23. GOVENDER, M. - DYE, P. J. - WEIERSBYE, IM. – WITKOWSKI, ETF. - AHMED, F. 2009. Review of commonly used remote sensing and ground-based technologies to measure plant water stress Introduction. In: Water SA Vol. 35, 2009, No. 5 , pp. 741 – 751.
  24. GULLUOGLU, L. – ARIOGLU, H.- ARSLAN, M. 2006. Effects of some plant growth regulators and nutrient complexes on pod shattering and yield losses of soybean under hot and dry conditions. In : Asian Jour. plant Sci. Vol.. 5, 2006, No 2, p. 368-372.
  25. GUNDERSON , C. A. – NORBY, R. J. – WULLSCHLEGER, S. D. 2000. Acclimation of photosynthesis and respiration to simulated climatic warming in northern and southern populations of *Acer saccharum*: laboratory and field evidence. In: Tree Physiology 20, 2000, s. 87–95.
  26. HABERLE, J. - TRČKOVÁ, M. – RUŽEK, P. 2008. *Příčiny nepříznivého působení sucha a dalších abiotických faktorů na příjem a využití živin obilninami a možnosti jeho omezení*. In: *Vliv biotických a abiotických stresorů na vlastnosti rostlin*. Praha Ruzyne : Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2008, s. 7 – 8. ISBN 978-80- 87011-45-4.
  27. HAWKINS, T. S. - GARDINER, E. S. – COMER, G. S. 2009. Modeling the relationship between extractable chlorophyll and SPAD-502 readings for endangered plant species research. In : Journal for Nature Conservation 17,2009, pp.123—127.

- 
28. HESS, S. 1983. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1983. 341s.
  29. HNILIČKOVÁ, H. - HNILICKA, E. - HEJNÁK, V. - KOREN, J. 2005. Vliv vodního deficitu na rychlost fotosyntézy a transpirace chmele. In: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin*. Praha Ruzyne: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2005, s. 122 – 127. ISBN: 80-86555-63-1.
  30. HOEL, B. O. – SOLHAUG, K. A. 1998. Effect of Irradiance on Chlorophyll Estimation with the Minolta SPAD-502 Leaf Chlorophyll Meter. In: *Annals of Botany* 82:, 1998, pp.389-392.
  31. HOLÁ, a i. 2007. Změny fyziologických a morfologických znaků u tří generací kukuřice v důsledku vodního deficitu. In: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin* Praha Ruzyne: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2007. s. 294 -299. ISBN 978-80-87011-00-3.
  32. HUDÁK, J. a i. 1989. *Biologie rastlín*. Bratislava : SPN, 1989. 391 s. ISBN 80-08-00065-1.
  33. HUNKOVÁ, E. - BRESTIČ, M. - ŽIVČÁK, M. - FERENCOVÁ, J. 2005. Vplyv vodného stresu na úrodovtné prvky vybraných odrôd pšenice letnej, forma ozimná. In: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin* Praha Ruzyne: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2005, s. 145 – 149. I SBN 80-86555-63-1.
  34. IPCC, 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T.,Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge: In : Cambridge University Press, 2001, 881s.
  35. HAWKINS, J. A. - SAWYER, E. - BARKER, D. W. - LUNDVALL, J. P. 2007. Using Relative Chlorophyll Meter Values to Determine Nitrogen Application Rates for Corn. In: *AGRONOMY JOURNAL*, VOL. 99, 2007, pp.1034-1040.
  36. JEMELJANOV, L. 1977. *Rastliny a voda*. Bratislava: Příroda, 1977. 180 s.
-

- 
37. JIFON, J. 2005. Growth environment and leaf anatomy affect nondestructive estimates of chlorophyll and nitrogen in citrus leaves. In: J. Amer. Soc. Hort. Sci. 130 (2): 2005, pp.152-158.
  38. JONES, H. G. 1998. Stomatal control of photosynthesis and transpiration. In: Journal of Experimental Botany, 1998, 49, s. 387–398.
  39. JONES, H.G. 1983. Plants and microclimate. Cambridge, 1983, Cambridge Univ. Press.
  40. KAČERJAKOVÁ, E. 1990. *Vplyv teplotného stresu počas dozrievania na produkčné ukazovatele vybraných odrôd ozimnej pšenice*. Nitra: SPU, 1990. 43 s.
  41. KANG, J. G. - IERSEL, M. W. 2002. Nutrient Solution Concentration Affects Growth of Subirrigated Bedding Plants. In: Journal of Plant Nutrition, 25(2), 2002, pp. 387–403.
  42. KAPOTIS, G.- ZERVOUDAKIS, G. - VELTSISTAS, T.- SALAHAS, G. 2003. Comparison of Chlorophyll Meter Readings with Leaf Chlorophyll Concentration in *Amaranthus vlitus*: Correlation with Physiological Processes. In: *Russian Journal of Plant Physiology*, Vol. 50, 2003, No. 3, pp. 395–397.
  43. KASPAROVÁ, H. – VANEK, V. 1978. *Letničky a dvouletky*. Praha: Štát. zem. naklad. 1978. 283 s.
  44. KITTAS, C. - BARTZANAS, T. - JAFFRIN, A. 2003. Temperature gradients in a partially shaded large greenhouse equipped with evaporative cooling pads. In: *Biosystems Engineering*, 85 (1), s.87–94.
  45. KOLEK, J. - KOZINKA, V. 1988. *Fyziológia koreňového systému rastlín*. Bratislava: SAV, 1988. 381 s.
  46. KOSTREJ, A. 1992. *Fyziológia porastu poľných plodín*. Nitra: VŠP, 1992. 134 s. ISBN 80-7137-028-2.
  47. KOSTREJ, A. 1998. *Ekofyziológia produkčného porastu plodín*. Nitra: SPU, 1998, 179 s.



- 
48. KOUPIL, S. 1996. Atonik, specifický rostlinný stimulator. In :Záhradníctvo. Roč. 21,1996, č. 1-12,
  49. KRAUSKO, A. 1995. *Špeciálna rastlinná výroba*. Nitra: VŠP, 1995. 154 s. ISBN 80- 7137-192- 0.
  50. KRIVOSUDSKÁ, E. – HUNKOVÁ, E. – FERENCOVÁ, J. – ANTALÍKOVÁ, G.. 2007. Účínok postupnej dehydratácie na vybrané fyziologické parametre hrachu siateho. In : *Nové poznatky z genetiky aš šľachtenia poľnohospodárskych plodín*. Zborník zo 14. vedeckej konferenci. Nitra: Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu, 2007, s. 150-151, ISBN 978-80-88872-65-8.
  51. KUBOVÁ, A. – DANKO, J. 1999. *Základy biológie I* . Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 1999. 113 s. ISBN 80-7137-573-X.
  52. KUPKA, J. 1982. *Fyziologie rastlín*. Praha: Inštitút výchovy, 1982. 90 s.
  53. LAMBERS, H. – CHAPIN, E. - STUART, P.- THIJIS, L. 2008. *Plant physiological ecology* New York : Springer, 2008, s. 540 . ISBN 978-0-387-78340-6.
  54. LARCHER, W. 1988. *Fyziologická ekologie rostlin*. Praha : Academia, 1988. 361 s.
  55. LARCHER, W. 2003. *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. New York: In : Springer, 2003, s. 513. ISBN 978-3-540-43516-7.
  56. LOBELL, D.B. - ASNER, G.P. 2003. *Climate and management contributions to recent trends in U.S.* In : *Agricultural yields*. Science 299, 2003, s. 1032.
  57. LU, Z. M. - CHEN, J.W. - PERCY, R.G.- ZEIGER, E. 1997. *Photosynthetic rate, stomatal conductance and leaf area in two cotton species (Gossypium barbadense and Gossypium hirsutum) and their relation with heat resistance and yield.*In : *Australian Journal of Plant Physiology* 24, 1997, s. 693–700.
  58. MANSFIELD, M.A. - KEY, J.L. 1987. *Synthesis of the low molecular weight heat shock proteins in plants*. In : *Plant Physiol*, 84, 1987, s. 1007-1017.

- 
59. MANSFIELD, M.A. - LINGLE, W.L. - KEY, J.L..1988. The effect of lethal heat shock on nonadapted and thermotolerant root cells of *Glycine max.*. J. Ultrastruct. Molecul. Struct. In : . Res, 99, 1988, s. 96-105.
60. MARTINKOVÁ, J. a i. 2007. Vplyv vodného deficitu na zmenu obsahu energie a hmotnosti obilek v klase u vybraných odrud jarného ječmene. In: *Vliv abiotických a biotických stresoru na vlastnosti rastlin* Praha Ruzyně: Výzkumný ústav rostlinné výroby. 2007, s. 339 – 344. ISBN: 978-80-87011-03-4.
61. MARTIŠOVÁ, M. 1988. *Kvety moja záľuba*. Bratislava: Príroda, 1988. 234 s.
62. MASAROVICHOVÁ, E. – REPČÁK, M. 2002. *Fyziológia rastlín*. Bratislava: UK, 2002. 303 s. ISBN:80-223-1675-6.
63. MCDONALD1, G.. K. - PAULSEN, G. M.. 1997. High temperature effects on photosynthesis and water relations of grain legumes. In : *Plant and Soil* 196, 1997, pp. 47–58.
64. MISTRÍK, I. 1988. Koreň v nepriaznivých podmienkach. In : Kolek, J.-Kozinka, V. (eds.), *Fyziológia koreňového systému rastlín*. Bratislava: Veda, 1988. 328-353 s.
65. NEMEC , B. – PASTÝRIK, L. 1963. *Všeobecná botanika*. Bratislava: SAV,1963. 861 s.
66. NETTO, A. T. a i. 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. In : *Scientia Horticulturae* 104,2005, pp. 199–209.
67. NOVÁK, J. 1994. Môžu očakávané globálne zmeny ovplyvniť poľnohospodárstvo aj pozitívne? In : *Klimatická zmena a zemedelství*. Sborník referátu. Brno: 1994, s. 8 – 10.
68. NOVOTNÝ, M. 1981. *Zavlažujeme v záhradkách*. Bratislava: Príroda, 1981. 156 s.
69. OLŠOVSKÁ, K. - BRESTIČ, M. - ŽIVCÁK, M.. - KMET, J. 2008. *Fyziológia a ekofyziológia rastlín. systematický výkladový slovník*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2008. 161 s. ISBN 978-80-552-0089-7.
-

- 
70. OMER, M. 2009. Constructions, applications and the environment of greenhouses. In: African Journal of Biotechnology, 8, 25, s. 7205-7227.
  71. PASEČNÝ, P. 2004. *Letničky a dvouletky pro zahrady a skalky*. Praha: Grada Publishing, 2004. 100s.
  72. PASTÝRIK, Ľ. 1979. *Fyziológia rastlín*. Bratislava: Slov. pedagog. nakl, 1979. 310 s.
  73. PENKA, M. 1985. *Transpirace a spotřeba vody rostlinami*. Praha : Academia, 1985. 250 s.
  74. PEPICOVÁ, A. 1992. Odrodová variabilita jarného jačmeňa v reakcii na vodný stres a aplikáciu regulátorov rastu. Nitra: VŠP, 1992. 62 s.
  75. PEVNÁ, V. a i. 1984. *Zahradníctvo*. Bratislava: Príroda, 1984. 541 s.
  76. PRASAD, P. V. V.- PISIPATI, S. R. - MUTAVA,R. N. – TUINSTRA, M. R. 2008. Sensitivity of Grain Sorghum to High Temperature Stress during Reproductive Development. In: CROP SCIENCE, VOL. 48, 2008, pp. 47-57.
  77. PRÁŠIL, I. 1989. Koncepcie stresu u rostlin. In: Sborník referátu „ V. dni rostlinné fyziologie“. Brno: 1989, 174.s.
  78. PROCHÁZKA, S. et al. 1998. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998. 488 s. ISBN: 80-200-0586-2..
  79. PULKRÁBEK, J. - SVOLLER, J. - ZAHRADNÍČEK., J. 1999. Vplyv regulátorov rastu na množstvo a kvalitu produkcie cukrovej repy. In :*Tretia vedecká celoslovenská repárska konferencia (s medzinárodnou účasťou)*. Nitra : Agrotár, 1999, s.214. ISBN 80-88943-03.
  80. PULKRÁBEK, J. – URBAN, J. 2007. Vplyv biologicky aktívnych látok na produkčné ukazovatele cukrovky. In : *Úroda*, roč. 55, 2007, č. 5. s . 52 -55.
  81. REPA, Š. - ŠPÁNIK, F. 1996. Zmena teplotnej zabezpečnosti rastlinnej výroby na Slovensku do roku 2005. In: *Bioklimatológia a zmeny klímy. II. Fytobioklimatológia*. Nitra, 1996. s.188. ISBN 80-7148-013- 4.

- 
82. REPKA, J. - JAVOR, A. 1982 .*Biológia poľnohospodárskych rastlín*. Bratislava : Príroda, 1982. 218 s.
83. RISTIC, Z.- BUKOVNIK, U. - PRASAD, P. V. V. 2007. Correlation between Heat Stability of Thylakoid Membranes and Loss of Chlorophyll in Winter Wheat under Heat Stress. In: in *Crop Sci.* 47: 2007, 2pp. 067–2073 .
84. RUSTAD, L. E. - CAMPBELL, J.- MARION, G. M. – NORBY, R. J. - MITCHELL, M. J. – HARTLEY, A. E.. - CORNELISSEN , J.H. C. - GUREVITCH , J. 2001. A meta-analysis of the response of soil respiration, net N mineralization, and above-ground plant growth to experimental ecosystem warming. In : *Oecologia* 126, 2001, s. 543–562.
85. RYBKOVÁ, R. – HAAGER, J. 2002. *Najkrajšie letničky našich záhrad*. Praha: 2002. 221 s. ISBN: 80-7181-540-3.
86. SAMDUR, M. Y. et al. 2000. Field evaluation of chlorophyll meter or screening groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes tolerant to iron-deficiency chlorosis. In : *CURRENT SCIENCE*, VOL. 79, 2000, NO. 2, pp.211 -219 .
87. SAYED, O. H. 1995. Effects of temperature on growth, morphology, and photosynthesis in wheat. In : *Biologia Plantarum*, 37(1), 1995, s. 49-55.
88. SEKERKA, V. - Múdry, P. *Všeobecná botanika*. Bratislava: Veda, 2005. 296s.
89. SELYE, H. 1966. *Život a stres*. Bratislava: Obzor, 1966. 460 s. 65-093-66
90. SCHARF, P. C. - BROUDER, S. M.-AND HOEFT, R. G.2006. Chlorophyll Meter Readings Can Predict Nitrogen Need and Yield Response of Corn in the North-Central USA. In : *Agron. J.*, 2006, pp.655 - 665
91. SCHLESINGER, M. J. 1986. Heat shock proteins. The search for functions. In : *J. Cell. Biol.* 103, 1986, s. 321-325.
92. SLAVÍK, B.1984. Round table discussion. Moderator : L. Natr. In : *Membrane transport in plants*. W John Cramel al Eds. Praha: Academia, 1984. 577 s.
-

- 
93. SLAVÍK, B. 2004. *Květena České republiky*. Praha: Academia, 2004. 767 s. ISBN 80-200-1161-7
  94. SLOVÁKOVÁ, Ľ. – MISTRÍK, I. 2007. *Fyziologické procesy rastlín v podmienkach stresu*. Bratislava : UK, 2007. 240 s. ISBN 978 – 80 – 223 – 2322- 2.
  95. SWIADER, J. - MOORE, A. 2002. Spad-Chlorophyll Response to Nitrogen Fertilization and evaluation of nitrogen status in dryland and irrigated pumpkins . In: Journal of plant nutrition 25(5),2002, pp.1089–1100.
  96. SZABÓ, L. 1994. Vplyv nedostatku vody v kritických obdobiach na produkčný proces jarného jačmeňa. Nitra: SPU, 1994,101s.
  97. ŠÁRIKOVÁ, D. 1995. Aplikácia rastových regulátorov u hrachu siateho. In: Agrochémia, roč. 35, 1995, č. 5-6, s.95 – 97.
  98. ŠEBÁNEK, J. a i. 1983. *Fyziologie rostlín*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1983. 558 s.
  99. ŠIMURKOVÁ, J.: Atonik – stimulator rastu do repy cukrovej. In: . Nitra: Tretia vedecká celoslovenská repárska konferencia (s medzinárodnou účasťou). Agrodrogár, 1999, s.100 .
  100. ŠINSKÝ, T. a i. 1985. *Strukoviny*. Bratislava: Príroda, 1985. 157 s.
  101. ŠVIHRA, J. – REPKA , J. 1986. *Fyziológia rastlín*. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska, 1986. 263 s.
  102. ŠVIHRA, J. a i. 1989. *Fyziológia rastlín*. Bratislava: Príroda, 1989. 354 s. ISBN 80-07-00049-6.
  103. ŠVIHRA, J. a i. 1990. *Stresové poruchy integrity rastlín vo vzťahoch k ich produktívnosti*. Nitra : VŠP, 1990. 72 s.
  104. ŠVIHRA, J. 1997. *Fyziológia záhradníckych rastlín*. Nitra: 1997, 102 s. ISBN : 80- 7137-372-9.
  105. ŠVIHROVÁ, A.. - VOZABOVÁ, K.1989. *Biológia*. Bratislava: Príroda., 1989. 198 s.
-

- 
106. ŠMOLÍK, J. – HNILIČKA, F. 2007. Vplyv stimulátoru rastu na zakořeňovanie vybraného druhu drevín. In: *Vplyv abiotických a biotických stresoru na vlastnosti rastlín. Sborník príspevku*. Praha Ruzyne : 2007, s. 534 – 538. ISBN 978- 80-87011-00-3.
107. UDDLING, J.- GELANG, E. J.—ALFREDSSON, E. K. -PIIKKI , E – PLEIJEL, H. 2007. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings In: *Photosynth Res* 91, 2007, pp.37–46.
108. UDOVENKO, G. U. 1979. Fyziologičeskije mechanizmy adaptacie rastenij k rozličnym extremal'nym uslovijam. In : *Truchy po prikladoj. gen. i selekcii*, 64, 3, 1979. s. 5 -22.
109. VILLÁR, G.: Atonik – prínos pre efektívne pestovanie repy cukrovej. In: *Tretia vedecká celoslovenská repárska konferencia (s medzinárodnou účasťou)*. Nitra : Agrodrogár, 1999, s.100. ISBN: 80- 88943-03-5.
110. VOLF, M . a i. 1981. *Kvetinárstvo*. Bratislava: Príroda, 1981, 443 s. ISBN 80-07-00239-1.
111. WAHID, A. et al. 2007. Heat tolerance in plants. In : *An overwier. Enviromental and Experimental Botany*, 61, 2007, s.199- 223.
112. WANG,, O. -CHEN, J.- LI, Y. 2004. Nondestructive and Rapid Estimation of Leaf Chlorophyll and Nitrogen Status of Peace Lily Using a Chlorophyll Meter. In: *Journal Of Plant Nutrition Vol. 27, 2004, No. 3*, pp. 557–569.
113. ZAHRADNÍČEK, J. . – SOUKUP, J. – KOTYK, A. – JARÝ, J. 2004. Vplyv regulátorov rastu na množstvo a kvalitu produkcie cukrovej repy. In :*Tretia vedecká celoslovenská repárska konferencia (s medzinárodnou účasťou)*. Nitra: Agrodrotár, 1999, s. 214. ISBN: 80- 88943-03-5.
114. ZAHARIEVA, M. - GAULIN, E.- HAVAUX, M.- ACEVEDO, E.. -. MONNEVEUX, P. 2001. Drought and Heat Responses in the Wild Wheat Relative *Aegilops geniculata* Roth: Potential Interest for Wheat Improvement. In: *Crop Sci.* 41:12001, pp. 321–1329
-

- 
115. ZHANG, J. - BLACKMER, A. M. - ELLSWORTH, J. W. - KOEHLER, K. J. 2008. Sensitivity of Chlorophyll Meters for Diagnosing Nitrogen Deficiencies of Corn in Production Agriculture. In : Agronomy Journal, Volume 100, 2008, Issue 3, pp.543 -549 .
116. ZIMA, M. et al. 1999. Fyziológia rastlín. 2. vyd. Nitra: SPU, 1999. 152 s.
117. ZIMA, M. a i. 1994. Fyziologické kritéria odolnosti rastlín voči vodným a teplotným stresom. In : Klimatická zmena a zemedelství. Sborník referátů. Brno: 1994, s. 80 – 83.
118. ZOZNAM REGISTROVANÝCH PRÍPRAVKOV NA OCHRANU RASTLÍN A INÝCH PRÍPRAVKOV. Bratislava, ÚKSÚP, 2009, s.216.
119. ZUBALA, P. 2000. Syntetické regulátory rastu rastlín a príspevok domáceho výskumného a vývojového potenciálu na ich príprave a využití. In : Poľnohospodárstvo, roč. 46, 2000, č. 11, s. 843 – 855. ISBN 0551 – 3677.
120. ŽIVČÁK, M. 2010. Účinok vysokých teplôt, prejavy aklimačných mechanizmov a ich detekcia na úrovni fotosyntetického aparátu bylín a drevín. In: Současné možnosti fyziologie a zemědělského výzkumu přispět k produkci rostlin. Praha: VÚRV, 2010. s. 155-173. ISBN 978-80-7427-023-9.

<http://www.cact.cz/noviny/2001/05/stimulatory.htm>

[http://www.agroporadenstvo.sk/rv/okopaniny/bal\\_repa.htm](http://www.agroporadenstvo.sk/rv/okopaniny/bal_repa.htm)

[http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/zelinarska-vyroba/Teplota-a-jej-vyznam-pri-pestovani-zeleniny\\_\\_s512x43865.html](http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/zelinarska-vyroba/Teplota-a-jej-vyznam-pri-pestovani-zeleniny__s512x43865.html)

[http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/zelinarska-vyroba/Stimulatory-rustu-znovu-aktualni\\_\\_s512x40597.html](http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/zelinarska-vyroba/Stimulatory-rustu-znovu-aktualni__s512x40597.html)

[http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/ovocnarska-vyroba/Produkce-kvalitnich-jablek-vyzaduje-komplexni-system-ochrany-a-vyzivy\\_\\_s513x43325.html](http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/ovocnarska-vyroba/Produkce-kvalitnich-jablek-vyzaduje-komplexni-system-ochrany-a-vyzivy__s513x43325.html)

---

## **Prílohy**

Fotografická príloha 1: Fotografie z pokusného skleníka

Fotografická príloha 2: Fotografie pokusných rastlín

Fotografická príloha 3: Ilustračné fotografie sledovaných druhov