

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Ing. et Ing. Jitka Doležalová**

.....  
**Katedra zahradnictví**

**Možnosti využití rostlinných stimulátorů jako prostředku pro omezení důsledků vláhového deficitu při pěstování zeleniny**

**The possibilities of using growth stimulants as agents for limiting the consequences of water deficit with growing vegetables**

.....  
**autoreferát doktorské disertační práce**

Studijní program: Fytotechnika

Studijní obor: Speciální produkce rostlinná

Školitel: **doc. Ing. Josef Sus, CSc.**

katedra zahradnictví

Konzultant **doc. Ing. Martin Koudela, Ph.D.**

katedra zahradnictví

Oponenti: .....  
.....  
.....

Obhajoba doktorské disertační práce se koná dne: .....  
v .....hod. na: Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU  
v Praze

S doktorskou disertační prací je možno se seznámit na děkanátě FAPPZ ČZU  
v Praze.

**P r a h a 2 0 1 6**

## Obsah

1	Summary .....	2
2	Přehled o současném stavu poznání .....	3
2.1	Brassinosteroidy .....	3
2.2	Fenolické látky.....	4
3	Vědecké hypotézy a cíle práce .....	5
3.1	Cíle práce .....	5
3.2	Vědecké hypotézy .....	5
4	Materiál a metody .....	5
4.1	Klíčení.....	6
4.2	Nádobové pokusy.....	6
4.3	Polní pokusy .....	6
5	Výsledky a diskuse .....	7
5.1	Syntetický brassinolid .....	7
5.1.1	Cibule .....	7
5.1.2	Salát .....	9
5.2	Atonik.....	10
6	Závěry a doporučení pro využití poznatků v praxi nebo pro další rozvoj oboru.....	11
6.1	Syntetický brassinolid .....	11
6.2	Atonik.....	12
7	Seznam použité literatury .....	13
8	Seznam publikací autora k řešené problematice .....	17
8.1	Vědecké publikace s IF.....	17
8.2	Odborné publikace .....	17

# 1 Summary

Water deficit is considered to be among the most severe environmental stresses and the major constraint on plant productivity; losses in crop yield due to water stress probably exceed the loss from all other causes combined.

Field and laboratory experiments were conducted to investigate the influence of a synthetic brassinolide and Atonik on the growth and yield of onion and head lettuce grown at two irrigation levels.

The treatment with brassinolide (1 nM) and Atonik (0.05 %) promoted germination at the beginning of the experiment in the onion (cultivar 'Alice'). The results also showed varietal differences in response to the treatments.

In field trials under conditions with optimal irrigation the influence of the treatments with synthetic brassinolide in the onion (cultivar 'Alice') was proven on the mass of the individual bulbs and yield in 2013. In the case of reduced irrigation, the treatment with a concentration of 1 nM had a statistically significant positive influence on the mass of the individual bulbs (2013) and yield (2012) in the cultivar 'Alice'. With the cultivar 'Lusy', the treatment with a concentration of 1 nM and 0.01 nM significantly increased the marketable yield relative to the control variant (2012).

The results of laboratory experiments showed that treatment of lettuce plants in the initial stage of the development with 1nM solution of synthetic brassinolide can be used to limit the consequences of reduced moisture conditions.

Significant increase of marketable heads was noted after treatment with synthetic brassinolide (1  $\mu$ M) in field experiments (head lettuce - cultivar 'Santoro').

There were no significant differences among the ascorbic acid /nitrates contents of the treated vegetables.

The results confirmed that it was possible to reduce the negative impact of the water deficit in the cultivation of onion and lettuce with growth stimulants. It is, however, necessary to bear in mind which parameter of the plants should be affected and last but not least also the varying sensitivity of the species and cultivars to the treatment.

## 2 Přehled o současném stavu poznání

Z abiotických faktorů, které omezují růst a produktivitu rostlin, stojí nedostatek vody na prvním místě (Gloser et Prášil, 1998; Rajabbeigi et al., 2013). Zeleniny mají většinou vysoký transpirační koeficient, pohybující se v rozmezí 280 – 830, a klesne-li zásoba vody pod 50 % využitelné vodní kapacity, trpí zeleniny vláhovým deficitem (Malý et al., 1998). Nejcitlivější reakce rostlin na nedostatek vody bývá pravidelně zjišťována u dlouhivého růstu buněk postižených orgánů (Gloser et Prášil, 1998). Působením stresových faktorů dochází ke ztrátě turgoru buněk, působí osmotický stres a nakonec dojde i k poškození buněčných membrán (Mahajan et Tuteja, 2005). Při vnějším pohledu se stres suchem na rostlinách projevuje vadnutím listů, inhibicí růstu nadzemní části a kořenů, opadem listů, opadem květních pupat, zasycháním a poškozením květů a redukcí výnosu (Guilioni et al., 2003).

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že vodní deficit je jedním z nejdůležitějších zátěžových faktorů, který nepříznivě ovlivňuje rovněž produktivitu a kvalitu plodin.

Jedním z přístupů, jak zlepšit odolnost rostlin vůči suchu, je použití různých biologicky aktivních látek (Dřimalová, 2005). Cílem aplikace biologicky aktivních látek je zvýšení produkční výkonnosti rostlin a zlepšení kvality produkce, jak uvádí Černý et Javor (2004). Biologicky aktivní látky se používají též jako prostředek zmírnění důsledků stresu vyvolaného vnějšími podmínkami, ovlivňují tvorbu úrody a zlepšují využití genetického potenciálu odrůd (Šanta, 1995). Jednou z kategorií biologicky aktivních látek jsou růstové regulátory rostlin (Dřimalová, 2005), které se dle Macháčkové (1998) dále dělí do dvou kategorií: na rostlinné hormony (fytohormony) a další látky s regulační aktivitou.

V dalším textu jsou zmíněny brassinosteroidy a některé fenolické látky (Atonik), jejichž vliv byl sledován u zeleniny pěstované v podmínkách vláhového deficitu v rámci předkládané práce.

### 2.1 Brassinosteroidy

Brassinosteroidy jsou skupina rostlinných steroidů s růstově regulačními vlastnostmi. První steroid s regulačním účinkem byl izolován v roce 1979 z pylu řepky. Dnes je známo okolo dvaceti typů brassinosteroidů. Brassinosteroidy se nacházejí v nadzemních částech rostlin (např. v klasech a latách trav). Můžeme se s nimi setkat také v kořenech, kde pozitivně ovlivňují jejich růst a vývoj (Pavlová et Fischer, 2011). Účinné koncentrace brassinosteroidů se pohybují v rozmezí 0,01 až 10 nM (Macháčková, 1998). Brassinosteroidy významně aktivují dlouhivý růst a dělení buněk (Mandava, 1988). Brassinosteroidy nejenom podporují

růst (Müssig, 2005), ale také zvyšují výnos a zlepšují jeho kvalitu. Po jejich aplikaci byl zaznamenán vyšší výnos u důležitých polních plodin, jako je např. pšenice, brambory, rýže, fazole či hořčice (Ramraj et al., 1997; Khripach et al., 2000; Zullo et Adam, 2002; a další). Z hlediska zvýšení kvality produkce byl prokázán kladný vliv brassinosteroidů na podzemnici olejnou (Vardhini et Rao, 1998), mučenku jedlou (Gomes et al., 2006), endivii (Serna et al., 2013) i řepu cukrovou (Hradecká et al., 2009).

Macháčková (1998) upozorňuje, že brassinosteroidy rovněž významně zvyšují odolnost rostlin vůči stresům - po jejich aplikaci překonávají rostliny stres s menšími ztrátami. Zvláště zahradní plodiny jsou citlivé k „sub-optimálním“ podmínkám prostředí a právě aplikace brassinosteroidů u nich slibuje do budoucna zvýšení produkce (Kang et Guo, 2011). Jager et al. (2008) a další autoři (Behnamnia et al., 2009; Mousavi et al., 2009) uvádí, že vnější aplikace brassinosteroidů vede také ke zlepšení různých aspektů růstu rostlin v podmínkách vodního stresu.

## 2.2 Fenolické látky

Fenolické látky reprezentují rozsáhlou skupinu sekundárních metabolitů. Do této kategorie se řadí jednoduché deriváty benzenu, kyseliny benzoové a skořicové, dále flavonoidy, antokyany a kumariny, ale i látky složité jako jsou třísloviny a lignin. Některé z těchto látek mají růstově regulační vlastnosti (Macháčková, 1998).

Při regulaci pěstebního procesu řady plodin (jako je např. cukrová řepa, kukuřice, len, řepka, rajče, paprika, ovocné ale i léčivé rostliny), jsou často využívanými účinnými látkami nitrofenoláty (Pulkrábek et al., 1999; Černý et Ondrišík, 2003; Djanaguiraman et al., 2004b ; Serrano et al., 2010).

Jak uvádí Kovár et Černý (2008), zatím není dostatek detailních poznatků o reakci rostlinné buňky na nitrofenoláty v rámci regulace stresu. Je však zřejmé, že nitrosloučeniny minimalizují oxidativní poškození prostřednictvím zvýšené aktivity antioxidantních enzymů, což se v konečném důsledku projeví na úrovni celé rostliny její lepší produkční výkonností (Grassmann et al., 2002). Jedním z přípravků, který využívá principů fungování aromatických nitrosločenin, je Atonik (AT). Při exogenním použití AT zvyšuje aktivitu auxinů, stimuluje proces kvetení, umožňuje rychlou adaptaci na nepříznivé environmentální podmínky a zvyšuje výnos (Zahradníček et Pulkrábek, 2001; aj.)

## 3 Vědecké hypotézy a cíle práce

### 3.1 Cíle práce

Cílem práce bylo ověřit účinek vybraných rostlinných stimulantů (Atonik a syntetický brassinolid), jako prostředků omezujících důsledky vláhového deficitu při pěstování vybraných druhů zeleniny (cibule, salát) v různých vláhových podmínkách (optimálních a deficitních).

Dílčím cílem bylo sledovat vliv Atoniku a syntetického brassinolidu na klíčení a vzcházení rostlin a následně otestovat vzcházení osiva v nádobovém a v polním pokusu.

U salátu bylo dílčím cílem posoudit vliv těchto stimulantů na klíčení a na rychlost následného růstu rostlin a tedy na možnost zkrácení doby předpěstování sadby.

Cílem bylo také ekonomicky zhodnotit reálnou efektivitu použití uvedených stimulantů při polním pěstování v zelinářské praxi.

### 3.2 Vědecké hypotézy

Rostlinné stimulanty (syntetický brassinolid 2  $\alpha$ , 3  $\alpha$ , 17  $\beta$ -trihydroxy-5  $\alpha$ -androstan-6-on) a přípravek Atonik, který je tvořen směsí dvou nitrofenolátů a nitroguajakolátu), použité v různých vláhových podmínkách:

- ovlivní průkazně růst nadzemní části cibule kuchyňské *Allium cepa* L. při pěstování z jarních výsevů
- ovlivní průkazně růst rostlin salátu hlávkového *Lactuca sativa* L. var. *capitata* při pěstování sadby
- ovlivní průkazně růst nadzemní části salátu hlávkového *Lactuca sativa* L. var. *capitata* pěstovaného na poli ze sadby
- povedou ke zvýšení výnosu a zlepšení jeho jakosti u obou testovaných druhů plodin

## 4 Materiál a metody

Pro pokus byly vybrány tyto plodiny – cibule kuchyňská *Allium cepa* L. – dlouhodobí kultivary 'Alice' a 'Lusy' a salát hlávkový *Lactuca sativa* L. var. *capitata* – odrůdy 'Maršálus', 'Mars' a 'Santoro'.

## 4.1 Klíčení

V laboratoři katedry zahradnictví ČZU byly v roce 2012 provedeny pokusy, jejichž cílem bylo sledovat vliv ošetření syntetickým brassinolidem a Atonikem na klíčivost osiva cibule kuchyňské v optimálních a deficitních vlhkostních podmínkách. Ošetření osiva obou druhů bylo provedeno namočením semen po dobu 20 minut do 100 ml vodného roztoku syntetického brassinolidu v těchto koncentracích: 10  $\mu$ M; 100 nM, 1 nM a 0,01 nM. V případě Atoniku byly použity roztoky o těchto koncentracích: 0,025 %; 0,05 %; 0,1 % a 0,2 %. Kontrolní ošetření byla dvě: „suchá“ kontrola (S), kdy byl proveden výsev suchého neošetřeného osiva a „mokrý“ kontrola (M), která spočívala v namočení osiva do destilované vody. Testy klíčivosti byly založeny dle metodiky pro zkoušení osiv (Trnka, 2004). Pokus byl založen ve 4 opakováních vždy po 100 semenech. Zakryté pokusné nádoby byly umístěny do růstové komory Binder KWB 400 a udržovány ve tmě při konstantní teplotě 20 °C. Klíčení bylo hodnoceno každých 24 hodin po dobu 19 dní.

## 4.2 Nádobové pokusy

V letech 2012 a 2013 byly provedeny pokusy s mladými rostlinami salátu hlávkového. Osivo bylo vyseto do sadbovačů do profesionálního výsevního substrátu společnosti Agro CS. Sadbovače byly umístěny do růstové komory Binder s nastavením teploty 20 °C a s periodou noc / den 12 hodin. Rostliny byly pěstovány ve dvou úrovních závlivky. Pro varianty s optimální závlahou (OPT) tvořila celková závlahová dávka 39 mm, varianty s redukovanou závlahou (STR) byly zavlaženy celkovým množstvím 28 mm za dobu trvání pokusu, která činila 28 dní. Byl zkoumán vliv ošetření roztokem syntetického brassinolidu na délku nadzemní části rostlin, na délku kořenů a průměr krčku a na obsah sušiny nadzemní části a kořenů. V případě syntetického brassinolidu byly použity roztoky o koncentraci 0,01 nM, 1nM, 100 nM. Jako kontrolní varianta byly rostliny ponechány bez postřiku (0 nM). Pokus byl založen ve čtyřech opakováních. Sazenice byly hodnoceny 21. a 28. den – ve fázi BBCH 12-13. Mladé rostliny byly očištěny a změřeny (délka a hmotnost nadzemní části a kořenů; průměr krčku). Byl stanoven obsah sušiny nadzemní části a kořenů dle Javorského (1987).

## 4.3 Polní pokusy

Pokusy byly založeny na pozemku v Demonstrační a pokusné stanici v Praze - Troji. Způsob předseťové přípravy půdy byl zvolen tak, aby zajistil standardní homogenní vlastnosti pokusného pozemku.

V rámci polních pokusů v letech 2012 a 2013 byla v případě **cibule kuchyňské** použita technologie pěstování z přímého jarního výsevu. Výsev byl proveden do dvouřádků (80 semen.m<sup>-2</sup>). Každá z variant byla vyseta ve čtyřech opakováních a to jak v podmínkách s optimální (VVK 70 %), tak v podmínkách s redukovanou (VVK 50 %) závlahou. Během vegetační doby cibule byla prováděna agrotechnická opatření v souladu s doporučeními Petříkové et al. (2006). Rostliny ve fázi BBCH 13-14 byly ošetřeny syntetickým brassinolidem (koncentrace 0 M; 0,01 nM, 1nM, 100 nM). O dva týdny později byla změřena výška rostlin a průměr krčku. V polovině srpna byla provedena ruční jednorázová sklizeň, stanoven výnos a určeny další sledované charakteristiky.

Polní pokusy se **salátem hlávkovým** ('Santoro') byly provedeny v letech 2009 a 2011. Pěstební technologie byla zvolena dle doporučení Petříkové et al. (2006). Výsadba sazenic byla provedena vždy v srpnovém termínu, optimální úroveň závlahy byla udržována na VVK 80 % a redukována na 50 % VVK. Rostliny byly ihned po výsadbě ošetřeny 1μM roztokem syntetického brassinolidu. Za 14 dní byl postřik u části výsadby zopakován.

Obsah kyseliny askorbové a obsah dusičnanů u sledovaných plodin byla stanoven metodou reflektometrickou - systém Reflectoquant od firmy Merck.

## 5 Výsledky a diskuse

### 5.1 Syntetický brassinolid

#### 5.1.1 Cibule

Při pokusech s osivem ošetřeným syntetickým brassinolidem ve vlhkostně deficitních podmínkách (STR) byl - při počítání 6. den (Tab. 1) podle metodiky Trnky (2004) - prokázán statisticky významný rozdíl v procentu klíčivosti u odrůdy 'Alice' při použití koncentrace 1 nM a 0,01 nM v porovnání s kontrolní variantou (S). Ošetření roztokem o koncentraci 1 nM bylo statisticky významně lepší i v porovnání s osivem ošetřeným čistou vodou (M). Na kladný vliv ošetření osiva pouze vodou upozorňují i např. Luštinec et Žárský (2003).

Tab. 1: Klíčivost 6. den v závislosti na ošetření syntetickým brassinolidem (%) – statistické vyjádření. \*

závlaha	odrůda	10 μM	100 nM	1 nM	0,01 nM	S	M
OPT	Alice	0,5 <sup>a</sup>	44,5 <sup>c</sup>	52,5 <sup>d</sup>	56,0 <sup>d</sup>	58,0 <sup>d</sup>	49,0 <sup>c d</sup>
STR	Alice	0,5 <sup>a</sup>	78,5 <sup>e f g</sup>	85,0 <sup>g h i</sup>	82,0 <sup>f g h</sup>	73,0 <sup>e</sup>	75,0 <sup>e f</sup>
OPT	Lusy	15,0 <sup>b</sup>	88,5 <sup>h i j</sup>	90,5 <sup>i j k</sup>	92,5 <sup>j k</sup>	94,0 <sup>j k</sup>	98,0 <sup>k</sup>
STR	Lusy	53,0 <sup>d</sup>	96,3 <sup>k</sup>	94,5 <sup>j k</sup>	91,5 <sup>i j k</sup>	99,0 <sup>k</sup>	98,0 <sup>k</sup>

\*) Hodnoty klíčivosti, které jsou označeny v řádcích různými písmeny, jsou statisticky významně odlišné dle LSD testu ( $\alpha = 0,05$ ).



Při polních experimentech byl zjištěn v roce 2012 v případě optimální závlahy statisticky významný pozitivní vliv ošetření o koncentraci 1 nM na výšku a průměr krčku rostlin odrůdy 'Alice' (Tab. 2). V následujícím roce byly opět naměřeny u ošetření roztokem o koncentraci 1 nM hodnoty větší než u varianty kontrolní, avšak tyto údaje nebyly statisticky průkazné. U odrůdy 'Lusy' nemělo ošetření syntetickým brassinolidem průkazný vliv na tyto hodnoty. O pozitivním vlivu brassinolidu na výšku rostlin nebo na počet listů hovoří řada autorů. Například Arora et al. (2008) potvrdili vliv koncentrace 1 nM roztoku 28-homobrassinolidu na velikost prýtu u kukuřice. Ke stejným výsledkům došli i Vardhini et Rao (1998), kteří pro postřik rostlin *Arachis hypogaea* použili roztok 24-epibrassinolidu o koncentraci 1  $\mu$ M.

Ošetření syntetickým brassinolidem pozitivně ovlivnilo průměrnou hmotnost jedné cibule. V roce 2013 se tak stalo u všech variant ošetření odrůdy 'Alice' v optimálních vláhových podmínkách. V případě redukované závlahy (Tab. 3) byly průkazné výsledky zjištěny u odrůdy 'Alice', ošetření 100 nM (rok 2012) a 1 nM (rok 2013). U odrůdy 'Lusy' tyto pozitivní výsledky zaznamenány nebyly.

Tab. 2: Parametry rostlin cibule kuchyňské po ošetření syntetickým brassinolidem při optimální závlaze, polní pokusy realizované v letech 2012 a 2013. \*

Odrůda	Ošetření	Výška rostliny (mm)		Průměr krčku (mm)		Hmotnost 1 cibule (g)		Výnos (t/ha)		Kys. askorbová (mg/kg)		Sušina (g/kg)	
		2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Alice	0 nM	392,8 <sup>cde</sup>	339,1 <sup>ab</sup>	8,754 <sup>ab</sup>	8,489 <sup>a</sup>	95,91 <sup>fg</sup>	70,96 <sup>abd</sup>	27,7 <sup>fg</sup>	21,1 <sup>a</sup>	71,1 <sup>abcde</sup>	65,6 <sup>abc</sup>	118,12 <sup>b</sup>	109,96 <sup>ab</sup>
	100 nM	360,2 <sup>bcd</sup>	342,8 <sup>ab</sup>	8,955 <sup>abc</sup>	8,631 <sup>a</sup>	92,24 <sup>efg</sup>	87,42 <sup>ef</sup>	21,2 <sup>ac</sup>	25,2 <sup>abcdef</sup>	80,8 <sup>e</sup>	66,4 <sup>abcd</sup>	109,86 <sup>ab</sup>	104,36 <sup>ab</sup>
	1 nM	439,5 <sup>f</sup>	348,5 <sup>abc</sup>	10,663 <sup>f</sup>	9,128 <sup>abcde</sup>	102,01 <sup>g</sup>	85,65 <sup>ef</sup>	27,2 <sup>ef</sup>	25,7 <sup>bcdef</sup>	78,0 <sup>de</sup>	62,9 <sup>a</sup>	110,70 <sup>ab</sup>	108,45 <sup>ab</sup>
	0,01 nM	429,5 <sup>ef</sup>	348,9 <sup>abc</sup>	10,128 <sup>bcd</sup>	8,863 <sup>abcd</sup>	103,85 <sup>g</sup>	85,13 <sup>ef</sup>	25,5 <sup>bdef</sup>	27,2 <sup>bdefg</sup>	75,8 <sup>cde</sup>	63,3 <sup>ab</sup>	100,15 <sup>a</sup>	109,92 <sup>ab</sup>
Lusy	0 nM	408,6 <sup>ef</sup>	310,3 <sup>a</sup>	10,302 <sup>def</sup>	9,449 <sup>abcdef</sup>	92,97 <sup>fg</sup>	75,49 <sup>abcd</sup>	31,4 <sup>g</sup>	22,5 <sup>abc</sup>	72,4 <sup>abcde</sup>	67,5 <sup>abcd</sup>	111,02 <sup>ab</sup>	112,61 <sup>ab</sup>
	100 nM	406,6 <sup>ef</sup>	329,9 <sup>ab</sup>	10,637 <sup>f</sup>	9,666 <sup>abcde</sup>	81,65 <sup>ce</sup>	70,05 <sup>ab</sup>	26,5 <sup>def</sup>	22,8 <sup>abcde</sup>	75,3 <sup>bcde</sup>	71,3 <sup>abcde</sup>	111,60 <sup>ab</sup>	107,67 <sup>ab</sup>
	1 nM	388,6 <sup>cde</sup>	315,2 <sup>ab</sup>	9,783 <sup>abcde</sup>	9,092 <sup>abcde</sup>	84,98 <sup>cdef</sup>	73,35 <sup>abcd</sup>	27,7 <sup>fg</sup>	23,0 <sup>abcd</sup>	78,7 <sup>de</sup>	68,9 <sup>abcde</sup>	111,35 <sup>ab</sup>	111,44 <sup>ab</sup>
	0,01 nM	404,3 <sup>def</sup>	341,7 <sup>ab</sup>	10,221 <sup>cdef</sup>	10,402 <sup>ef</sup>	80,36 <sup>bde</sup>	68,91 <sup>a</sup>	28,4 <sup>fg</sup>	22,7 <sup>abcd</sup>	72,1 <sup>abcde</sup>	69,9 <sup>abcde</sup>	108,74 <sup>ab</sup>	109,03 <sup>ab</sup>

\*) Hodnoty, které jsou označeny ve sloupcích různými písmeny, jsou statisticky významně odlišné dle LSD testu ( $\alpha = 0,05$ ).

Ošetření syntetickým brassinolidem neovlivnilo obsah kyseliny askorbové, i když jsou v literatuře k dispozici poznatky o zlepšení kvality produkce po použití brassinosteroidů. Publikovány byly například informace o zvýšení cukernatosti u mučenky jedné (Gomes et al., 2006), o nárůstu obsahu škrobu, cukrů a celkového obsahu olejů u podzemnice olejné (Vardhini et Rao, 1998) či zvýšení celkové antioxidační aktivity u šterbáku (Serna et al., 2013). Naproti tomu Serna et al. (2012b) uvádí, že použití brassinolidu nevedlo ke statisticky průkaznému zvýšení obsahu kyseliny askorbové při pokusech s paprikou zeleninovou.

Z hlediska pěstitelů je jedním z nejvýznamnějších ukazatelů výnos. Proto je podstatné zdůraznit statisticky významné zvýšení výnosu při použití koncentrací 1 nM ('Alice', optimální závlaha, rok 2013 a redukovaná závlaha, rok 2012; 'Lusy' redukovaná závlaha, rok 2012) a 0,01 nM ('Alice', optimální závlaha, rok 2013; 'Lusy' redukovaná závlaha, rok 2012). Tyto výsledky jsou v souladu s poznatky o zvýšení výnosu po aplikaci brassinosteroidů zveřejněnými v literatuře - ať už se jedná o pšenici (Sharma et al., 2015), salát (Serna et al., 2012a), mučenku (Gomes et al., 2006) či rýži (Thussaganpanit et al., 2015).

Tab. 3: Parametry rostlin cibule kuchyňské po ošetření syntetickým brassinolidem při redukované závlaze, polní pokusy realizované v letech 2012 a 2013. \*

Odrůda	Ošetření	Výška rostliny (mm)		Průměr krčku (mm)		Hmotnost 1 cibule (g)		Výnos (t/ha)		Kys. askorbová (mg/kg)		Sušina (g/kg)	
		2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Alice	0 nM	302,1 <sup>abcde</sup>	308,1 <sup>abcde</sup>	7,048 <sup>ab</sup>	6,933 <sup>ab</sup>	65,95 <sup>h</sup>	55,16 <sup>ef</sup>	19,2 <sup>g</sup>	19,0 <sup>fg</sup>	78,2 <sup>abc</sup>	76,0 <sup>ab</sup>	118,34 <sup>bcd</sup>	111,12 <sup>abc</sup>
	100 nM	315,0 <sup>bcde</sup>	302,0 <sup>abcde</sup>	7,332 <sup>abc</sup>	7,419 <sup>abc</sup>	76,15 <sup>i</sup>	51,44 <sup>de</sup>	18,6 <sup>efg</sup>	16,8 <sup>def</sup>	77,0 <sup>abc</sup>	78,4 <sup>abc</sup>	115,30 <sup>abcd</sup>	114,81 <sup>abcd</sup>
	1 nM	330,8 <sup>de</sup>	340,9 <sup>e</sup>	8,116 <sup>c</sup>	8,155 <sup>c</sup>	63,01 <sup>gh</sup>	64,61 <sup>gh</sup>	21,7 <sup>h</sup>	19,0 <sup>fg</sup>	86,0 <sup>cd</sup>	75,6 <sup>ab</sup>	125,87 <sup>d</sup>	116,69 <sup>bcd</sup>
	0,01 nM	316,9 <sup>bcde</sup>	288,9 <sup>abc</sup>	7,258 <sup>abc</sup>	6,618 <sup>a</sup>	59,13 <sup>fg</sup>	55,14 <sup>ef</sup>	20,3 <sup>gh</sup>	16,3 <sup>cde</sup>	79,4 <sup>abc</sup>	70,8 <sup>a</sup>	124,81 <sup>d</sup>	103,59 <sup>a</sup>
Lusy	0 nM	311,6 <sup>bcde</sup>	307,7 <sup>abcde</sup>	7,499 <sup>abc</sup>	7,423 <sup>abc</sup>	47,43 <sup>cd</sup>	40,63 <sup>ab</sup>	12,7 <sup>a</sup>	14,3 <sup>abc</sup>	83,6 <sup>bcd</sup>	78,1 <sup>abc</sup>	118,31 <sup>bcd</sup>	120,53 <sup>cd</sup>
	100 nM	280,1 <sup>ab</sup>	313,1 <sup>abcde</sup>	6,750 <sup>a</sup>	7,737 <sup>bc</sup>	45,79 <sup>bcd</sup>	43,16 <sup>bc</sup>	13,5 <sup>ab</sup>	14,3 <sup>abc</sup>	84,5 <sup>bcd</sup>	79,2 <sup>abc</sup>	117,86 <sup>bcd</sup>	111,54 <sup>abc</sup>
	1 nM	273,7 <sup>a</sup>	300,8 <sup>abcd</sup>	7,72 <sup>abc</sup>	7,447 <sup>abc</sup>	34,70 <sup>a</sup>	42,76 <sup>abc</sup>	15,1 <sup>bcd</sup>	15,7 <sup>bcd</sup>	90,1 <sup>d</sup>	76,8 <sup>abc</sup>	125,59 <sup>d</sup>	122,59 <sup>cd</sup>
	0,01 nM	314,7 <sup>bcde</sup>	318,4 <sup>cde</sup>	7,381 <sup>abc</sup>	7,397 <sup>abc</sup>	40,05 <sup>abc</sup>	41,35 <sup>abc</sup>	15,9 <sup>cd</sup>	12,1 <sup>a</sup>	86,1 <sup>cd</sup>	77,8 <sup>abc</sup>	117,29 <sup>bcd</sup>	107,22 <sup>ab</sup>

\*) Hodnoty, které jsou označeny ve sloupcích různými písmeny, jsou statisticky významně odlišné dle LSD testu ( $\alpha = 0,05$ ).

Podobně jako u experimentů s klíčením osiva, i v případě polních pokusů se ukázala rozdílná reakce odrůd na ošetření. Předkládané výsledky rovněž potvrzují zjištění Holé et al. (2010), která upozorňuje na odlišnosti v reakci různých genotypů na ošetření brassinosteroidy.

Z literatury (Vardhini et Rao, 2003; Kang et al., 2007; Shahbaz et al., 2008;) vyplývá, že použití brassinosteroidů pomáhá rostlinám, které jsou vystaveny nepříznivým vlivům prostředí. Toto tvrzení potvrzují i zde prezentované výsledky.

### 5.1.2 Salát

Při nádobových pokusech (při měření provedeném 28. den) v podmínkách s redukovanou závlahou byl prokázán kladný vliv ošetření 1 nM na délku nadzemních částí a kořenů u obou odrůd, navíc u odrůdy 'Maršálus' byla rovněž pozitivně ovlivněna hmotnost čerstvé nadzemní části i kořenů. Přetrvával též pozitivní vliv ošetření 0,01 nM (délka nadzemní části, hmotnost nadzemní části i kořenů; odrůda 'Maršálus'), který byl zaznamenán již při měření provedeném 21. den. Změna velikosti rostliny může být přímo důsledkem brassinosteroidů, jak prokázal Nakaya et al. (2002) při pokusech s *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. Zjistili, že mutanti *A. thaliana* se známou poruchou v biosyntéze brassinosteroidů

tvoří malé lístky. Ošetřením brassinosteroidy došlo u mutantů k obnovení růstového potenciálu jako u původního typu rostlin. Podobně i další autoři (Kim et al., 2008, Oh et al., 2011) prokázali, že brassinosteroidy hrají duální roli v regulaci buněčné expanze a proliferaci buněk v listu.

Při pěstování salátu hlávkového odrůdy 'Santoro' v polních podmínkách (v letech 2009 a 2011) byl prokázán statisticky významný vliv ošetření brassinolidem formou postřiku (koncentrace 1  $\mu\text{M}$ ) na zvýšení počtu tržních hlávek u variant pěstovaných s optimální závlahou. Při společném vyhodnocení obou pěstitelských roků (2009 a 2011) podíl tržních hlávek narostl v průměru o 9,2 resp. 12,21 procentních bodů u varianty s dvojitou aplikací brassinolidu. Tím došlo pochopitelně i k celkovému navýšení tržního výnosu z 1 hektaru. U variant s redukovanou závlahou tento trend nebyl zaznamenán. Zvýšení hmotnosti jednotlivé hlávky nebylo prokázáno. Na druhou stranu Serna et al. (2012a) prokázali nárůst výnosu salátu při použití analogu syntetického brassinolidu, avšak ve svých pokusech používali brassinolid společně s hnojivem Tomex Amin. Jelikož salát je dodáván na trh na kusy, může zvýšení podílu jakostních hlávek přinést ekonomický zisk, i když výnos z hektaru v tunách nebude ošetřením ovlivněn.

Stejně jako v případě pokusů provedených na dvou odrůdách cibule, i v případě salátu se ukázaly rozdílné reakce na ošetření u různých kultivarů. Tato zjištění potvrzují i práce dalších autorů (Pipattanawong et al., 1996; Hnilička et al., 2007; Janeczko et Swaczynová, 2010), kteří sledovali vliv exogenní aplikace brassinosteroidů na více genotypů rostlin stejného druhu a zjistili, že se reakce jednotlivých genotypů mohou výrazně lišit.

## 5.2 Atonik

Třetí den po založení pokusu byl zaznamenán kladný vliv ošetření roztokem o koncentraci 0,05 % u odrůdy 'Alice' v optimálních vlhkostních podmínkách vůči osivu neošetřenému. Nicméně tento efekt nebyl průkazný vůči osivu ošetřenému pouze vodou. Výsledky měření provedeného poslední (16.) den pokusu u odrůdy 'Alice' potvrzují, že nejvyšší klíčivosti bylo dosaženo u obou vlhkostních variant při použití koncentrace 0,05 % (86,5 % resp. 90,0 %). V případě optimálních podmínek se jednalo o hodnotu statisticky významně se lišící od průměrné klíčivosti dosažené při ošetření osiva pouze vodou. Dosažené výsledky tedy jen částečně potvrzují zjištění autorů Kovár et al. (2015) o stimulačním účinku Atoniku na klíčení. Z výsledků rovněž není zcela zřejmé, že by účinky Atoniku byly mnohem výraznější v situaci, kdy jsou rostliny vystaveny stresovým podmínkám, jak uvádí ve své práci Przybysz et al. (2014).

## 6 Závěry a doporučení pro využití poznatků v praxi nebo pro další rozvoj oboru

Z výsledků provedených polních a laboratorních experimentů a analýz lze v souladu se stanovenými cíli a hypotézami práce vyvodit následující závěry:

### 6.1 Syntetický brassinolid

- V případě klíčení osiva cibule ve vlhkostně deficitních podmínkách byl potvrzen pozitivní vliv ošetření syntetickým brassinolidem o koncentraci 1 nM v prvních dnech klíčení u odrůdy 'Alice'. V případě odrůdy 'Lusy' tento vliv nebyl statisticky průkazný.
- Byl potvrzen statisticky významný pozitivní vliv ošetření o koncentraci 1 nM na růst nadzemní části cibule kuchyňské odrůdy 'Alice' (optimální závlaha, rok 2012). U odrůdy 'Lusy' nemělo ošetření syntetickým brassinolidem statisticky významný vliv na tyto hodnoty.
- Průměrná hmotnost jedné cibule byla pozitivně ovlivněna ošetřením syntetickým brassinolidem u odrůdy 'Alice' (optimální závlaha, rok 2013, všechny varianty ošetření). V případě redukované závlahy byly potvrzeny kladné výsledky u odrůdy 'Alice', ošetření 100 nM (rok 2012) a 1 nM (rok 2013). U odrůdy 'Lusy' tyto pozitivní výsledky zaznamenány nebyly.
- Obsah kys. askorbové v cibulích nebyl ošetřením statisticky významně ovlivněn.
- Snížení obsahu sušiny bylo potvrzeno při použití koncentrace 0,01 nM (odrůda 'Alice', optimální závlaha, rok 2012) a u odrůdy 'Lusy' v redukované závlaze (rok 2013).
- Významné zvýšení výnosu bylo potvrzeno při použití koncentrace 1 nM ('Alice', optimální závlaha, rok 2013 a redukovaná závlaha, rok 2012; 'Lusy' redukovaná závlaha, rok 2012) a 0,01 nM ('Alice', optimální závlaha, rok 2013; 'Lusy' redukovaná závlaha, rok 2012). Maximální zvýšení výnosu, o více jak 28 %, bylo zaznamenáno v roce 2013 u odrůdy 'Alice' při použití koncentrace 0,01 nM v optimálních závlahových podmínkách.
- U salátu byl potvrzen kladný vliv ošetření 1 nM na růst rostlin - na délku nadzemních částí a kořenů u obou odrůd, navíc u odrůdy 'Maršálus' byla rovněž

pozitivně ovlivněna hmotnost čerstvé nadzemní části i kořenů (redukovaná závlaha, měření provedené 28. den).

- Při společném hodnocení let (2009 a 2011) byl potvrzen statisticky významný vliv ošetření postřikem syntetickým brassinolidem (koncentrace 1  $\mu\text{M}$ ) na zvýšení podílu tržních hlávek salátu u variant pěstovaných s optimální závlahou.
- Vliv ošetření na zvýšení hmotnosti jednotlivých hlávek asi na obsah kyseliny askorbové a dusičnanů nebyl potvrzen.

## 6.2 Atonik

- V počátku klíčení osiva cibule (3. den pokusu) byl potvrzen kladný vliv ošetření Atonikem o koncentraci 0,05 % u odrůdy 'Alice' v optimálních vlhkostních podmínkách vůči osivu suchému.
- Byl potvrzen vliv ošetření o koncentraci 0,05 % na klíčivost u odrůdy 'Alice' (měřeno poslední 16. den pokusu, obě vlhkostní varianty) oproti ošetření provedenému pouze vodou.

Výsledky potvrdily, že použití rostlinných stimulátorů pomáhá rostlinám, které jsou vystaveny nepříznivým vlivům prostředí. Je však třeba vzít v úvahu, jaký parametr rostliny má být aplikací stimulátorů ovlivněn a v neposlední řadě i to, že reakce různých odrůd na ošetření je rozdílná. To se potvrdilo jak u experimentů s klíčením osiva, tak i v případě nádobových a polních pokusů. Při zohlednění všech výše uvedených faktorů se ošetření těmito látkami může stát účinným agroenvironmentálně šetrným pěstitelským opatřením v zelinářské produkci.

## 7 Seznam použité literatury

- Arora, N., Bhardwaj, R., Sharma, P., Arora, H. K. 2008. Effect of 28-homobrassinolide on growth, lipid peroxidation and antioxidative enzyme activities in seedlings of *Zea mays* L. under salinity stress. *Acta Physiologiae Plantarum*. 30 (6). 833-839.
- Behnamnia, M., Kalantari, K. M., Ziaie, J. 2009. The effects of brassinosteroid on the induction of biochemical changes in *Lycopersicon esculentum* under drought stress. *Turkish Journal of Botany*. 33 (6). 417-428.
- Černý, I., Javor, D. 2004. Variety – an important intensification factor of Chicory (*Cichorium intybus* L.) growing. *Naše pole*. 5 (6). 22-25.
- Černý, I., Ondříšek, P. 2003. Influence of year and Atonik application on variability of sugar beet root yield and digestion. *Journal of Central European Agriculture*. 4 (4). 411-418.
- Djanaguiraman, M., Devi, D. D., Shanker, A. K., Sheeba, J. A., Bangarusamy, U. 2004. The role of nitrophenol on delaying abscission of tomato flowers and fruits. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2 (2). 183-186.
- Dřimalová, D. 2005. Růstové regulátory v řasách. *Czech Phycology*. 5 (1). 101-112.
- Gloser, J., Prášil, I. 1998. Fyziologie stresu. In: Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J. Gloser, J., Havel, L., Nátr, L., Prášil, I., Sladká, Z., Šantrůček, J., Tesařová, M., Vyskot, B. *Fyziologie rostlin*. Academia. Praha. s. 412-430. ISBN: 8020005862
- Gomes, M. M. A., Campostrini, E., Leal, N. R., Viana, A. P., Ferraz, T. M., Siqueira, L. N., Rosa, R. C. C., Netto, A. T., Núñez-Vázquez, M. 2006. Brassinosteroid analogue effects on the yield of yellow passion fruit plants (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Scientia Horticulturae*. 110 (3). 235-240.
- Grassmann, J., Hippeli, S., Elstner, E. F. 2002. Plant's defence and its benefits for animals and medicine: role of phenolics and terpenoids in avoiding oxygen stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 40 (6-8). 471-478.
- Guilioni, L., Wery, J., Lecoer, J. 2003. High temperature and water deficit may reduce seed number in field pea purely by decreasing plant growth rate. *Functional Plant Biology*. 30 (11). 1151-1164.
- Hnilička, F., Hniličková, H., Martinková, J., Bláha, L. 2007. The influence of drought and the application of 24-epibrassinolide on the formation of dry matter and yield in wheat. *Cereal Research Communications*. 35 (2). 457-460.
- Holá, D., Rothová, O., Kočová, M., Kohout, L., Kvasnica, M. 2010. The effect of brassinosteroids on the morphology, development and yield of field-grown maize. *Plant Growth Regulation*. 61 (1). 29-43.

- Hradecká, D., Urban, J., Kohout, L., Pulkrábek, J., Hnilička, R. 2009. Využití brassinosteroidů k regulaci stresu během růstu a tvorby výnosu řepy cukrové. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 125 (9 – 10). 271-273.
- Jager, C. E., Symons, G. M., Ross, J. J., Reid, J. B. 2008. Do brassinosteroids mediate the water stress response? *Physiologia Plantarum*. 113 (2). 417-425.
- Janeczko, A., Swaczynová J. 2010. Endogenous brassinosteroids in wheat treated with 24-epibrassinolid. *Biologia Plantarum*. 54 (3). 477-482.
- Javorský, P. 1987. *Chemické rozborý v zemědělských laboratořích, Díl 1. Výstavnictví zemědělství a výživy. České Budějovice*. 397 s.
- Kang, Y. Y., Guo, S. R. 2011. Role of brassinosteroids on horticultural crops. In: Hayat, S., Ahmad, A. (eds.). *Brassinosteroids: A Class of Plant Hormone*. Springer. New York. p. 269-288. ISBN: 9789400701892.
- Kang, Y., Guo S., Li J., Duan J. 2007. Effects of 24-epibrassinolide on antioxidant system in cucumber seedling roots under hypoxia stress. *Agricultural Science in China*. 6 (3). 281–289.
- Khripach, V., Zhabinskii, V., De Groot, A. 2000. Twenty years of brassinosteroids: Steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century. *Annals of Botany*. 86 (3). 441-447.
- Kim, S. L., Lee, Y., Lee, S. H., Kim, S. H., Han, T. J., Kim, S. K. 2008. Brassinolide influences the regeneration of adventitious shoots from cultured leaf discs of tobacco. *Journal of Plant Biology*. 51 (3). 221-226.
- Kovár, M., Černý, I. 2008. Možnosti regulácie rastovo-produkčného procesu plodín nitrofenolátmi : mechanizmus a fyziologické dôsledky. In: Vavrišínová, K., Vavříková, I. (eds.). *Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe. Zborník recenzovaných príspevkov z XII. ročníka medzinárodného vedeckého seminára. SPU. Nitra*. s. 92-103. ISBN: 9788055201511.
- Kovár, P., Vozár, L., Jančovič, J., Hric, P. 2015. Využitie podporných prípravkov pre zlepšenie klíčenia zrn vybraných druhov krmných tráv. In: Pazderů, K. (ed.). *Osivo a sadba, XII. Odborný a vědecký seminář 5. února 2015. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha*. s. 175-180. ISBN: 9788021325449.
- Luštinec, J., Žárský, V. 2003. *Úvod do fyziologie vyšších rostlin. Karolinum. Praha*. 261 s. ISBN: 8024605635.
- Mahajan, S., Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 444 (2). 139-158.
- Macháčková, I. 1998. Růst a vývoj: Růstové regulátory. In: Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J., Gloser, J., Havel, L., Nátr, L., Prášil, I., Sladká, Z., Šantrůček, J., Tesařová, M., Vyskot, B. *Fyziologie rostlin. Academia. Praha*. s. 226-284. ISBN: 8020005862
- Malý, I., Bartoš, J., Hlušek J., Kopec, K., Petříková, K., Rod, J., Spitz, P. 1998. *Polní zelinářství. Agrospoj. Praha*. 196 s. ISBN: 8023942328.

- Mandava, N. B. 1988. Plant growth-promoting brassinosteroids. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 39. 23-52.
- Mousavi, E. A., Kalantari, K. M., Jafari, S. R. 2009. Change of Some Osmolytes Accumulation in Water- stresses Colza (*Brassica napus* L.) as Affected by 24 – Epibrassinolid. *Iranian Journal of Science and Technology Transaction A – Science*. 33 (A1). 1-11.
- Müssig, C. 2005. Brassinosteroid - promoted growth. *Plant Biology*. 7 (2). 110-117.
- Nakaya, M., Tsukawa, H., Murakami, N., Kato, M. 2002. Brassinosteroids control the proliferation of leaf cells of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiology*. 43 (2). 239-244.
- Oh, M. H., Sun, J., Oh, D. H., Zielinski, R. E., Clouse, S. D., Huber, S. C. 2011. Enhancing *Arabidopsis* leaf growth by engineering the BRASSINOSTEROID INSENSITIVE1 receptor kinase. *Plant Physiology*. 157 (1). 120-131.
- Pavlová, L., Fischer, L. 2011. *Růst a vývoj rostlin*. Karolinum. Praha. 325 s. ISBN: 9788024619132.
- Petříková, K., Jánký, J., Malý, I., Peza, Z., Poláčková, J., Rod, J. 2006. *Zelenina - pěstování ekonomika, prodej*. Profi Press. Praha. 240 s. ISBN: 8086726207.
- Pipattanawong, N., Fujishige, N., Yamane, K. 1996. Effects of brassinosteroid on vegetative and reproductive growth in two day-neutral strawberries. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 65 (3). 651-654.
- Przybysz, A., Gawrońska, H., Gajc-Wolska, J. 2014. Biological mode of action of a nitrophenolates-based biostimulant: case study. *Frontiers in Plant Science*. 5 (713). 1-15.
- Pulkrábek, J., Šroller, J., Zahradníček, J. 1999. The effect of growth regulators on the yield and quality of sugar beet roots. *Rostlinná výroba*. 45 (8). 379-386.
- Rajabbeigi, E., Eichholz, I., Beesk, N., Ulrichs, C., Kroh, L.W., Rohn, S., Huyskens-Keil, S. 2013. Interaction of drought stress and UV-B radiation - impact on biomass production and flavonoid metabolism in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 86. 190- 97.
- Ramraj, V. M., Vyas, B. N., Godrej, N. B., Mistry, K. B., Swami, B. N., Singh, N. 1997. Effects of 28-homobrassinolide on yields of wheat, rice, groundnut, mustard, potato and cotton. *Journal of Agricultural Science*. 128 (4). 405–413.
- Serrano, M., Zapata, P. J., Castillo, S., Fabián Guillén, F., Martínez-Romero, D., Valero, D. 2010. Antioxidant and nutritive constituents during sweet pepper development and ripening are enhanced by nitrophenolate treatments. *Food Chemistry*. 118 (3). 497-503.
- Serna M., Hernández F., Coll F., Amóros A. 2012a. Brassinosteroid analogues effect on yield and quality parameters of field-grown lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Scientia Horticulturae*. 143. 29-37.
- Serna M., Hernández F., Coll F., Coll Y., Amóros A. 2012b. Brassinosteroid analogues effects on the yield and quality parameters of greenhouse-grown pepper (*Capsicum annum* L.). *Plant Growth Regulation*. 68 (3). 333-342.



- Serna, M., Hernández, F., Coll, F., Coll, Y., Amóros, A. 2013. Effects of brassinosteroid analogues on total phenols, antioxidant activity, sugars, organic acids and yield of field grown endive (*Cichorium endivia* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93 (7). 1765-1771.
- Shahbaz, M., Ashraf, M., Athar, H. R. 2008. Does exogenous application of 24-epibrassinolide ameliorate salt induced growth inhibition in wheat (*Triticum aestivum* J.)? *Plant Growth Regulation*. 55 (1). 51-64.
- Sharma, K. M., Asarey, R., Verma, H. 2015. Response of wheat (*Triticum aestivum* L.) to the foliar applied brassinosteroid and thiourea with recommended fertilization practice on farmer's fields. *Plant Archives*. 15 (2). 729-732.
- Šanta, I. 1995. Využitie regulátora rastu Rastim 30 DKV v podmienkach východoslovenskej nížiny. *Agrochémia*. 35 (5-6). 93-94.
- Thussagunpanit, J., Jutamane, K., Sonjaroon, W., Kaveeta, L., Chai-Arree, W., Pankean, P., Suksamrarn, A. 2015. Effects of brassinosteroid and brassinosteroid mimic on photosynthetic efficiency and rice yield under heat stress. *Photosynthetica*. 53 (2). 312-320.
- Trnka, Z. 2004. Metodika zkoušení osiva a sadby. MZe. *Věstník MZe*, částka 3, vydáno 13. 9. 2004 [cit. 2011-12-19]. Dostupné z <<http://www.ukzuz.cz/Uploads/5718-7-Metodika+zkouseni+osivapdf.aspx>>.
- Vardhini, B. V., Rao, S. S. R. 1998. Effect of brassinosteroids on growth, metabolite content and yield of *Arachis hypogaea*. *Phytochemistry*. 48 (6). 927-930.
- Vardhini, B. V., Rao, S. S. R. 2003. Amelioration of osmotic stress by brassinosteroids on seed germination and seedling growth of three varieties of sorghum. *Plant Growth Regulation*. 41 (1). 25-31.
- Zahradníček, J., Pulkrábek, J. 2001. Technologická jakost cukrovky a možnosti jejího zlepšování. *Farmář*. 7 (11). 26-27.
- Zullo, M. A. T., Adam, G. 2002. Brassinosteroid phytohormones: structure, bioactivity and applications. *Brasilian Journal of Plant Physiology*. 14 (3). 83-121.

## 8 Seznam publikací autora k řešené problematice

### 8.1 Vědecké publikace s IF

**Doležalová, J.**, Koudela, M., Dubský, M. 2016. Brassinosteroide analogue effect on lettuce grown at different moisture levels. *Journal of Applied Horticulture*. (v tisku)

**Doležalová, J.**, Koudela, M., Sus, J., Ptáček, V. 2016. Effects of synthetic brassinolide on the yield of onion grown at two irrigation levels. *Scientia Horticulturae*. 202. 125-132.

### 8.2 Odborné publikace

**Doležalová, J.**, Koudela, M. 2013. Klíčení osiva cibule kuchyňské po aplikaci brassinolidu při optimální a při snížené vlhkosti. In: Pazderů, K. (ed.). *Osivo a sadba, XI. Odborný a vědecký seminář 7. února 2013. Česká zemědělská univerzita v Praze*. Praha. s. 159-165. ISBN: 9788021323582.

**Doležalová, J.**, Koudela, M., Sus, J. 2014. Evaluation of the effect of synthetic brassinolide on the seedlings of lettuce in different moisture conditions. In: Polák, O., Cerkal, R., Škarpa, P. (eds.). *MendelNet 2014 - Proceedings of International PhD Students Conference*. Mendel University in Brno. Brno. p. 28-32. ISBN: 9788075091741.

**Doležalová, J.**, Koudela, M., Sus, J., Ptáček, V. 2015. Klíčení osiva cibule kuchyňské po aplikaci Atoniku při optimální a při snížené vlhkosti. In: Pazderů, K. (ed.). *Osivo a sadba, XII. Odborný a vědecký seminář 5. února 2015. Česká zemědělská univerzita v Praze*. Praha. s. 57-63. ISBN: 9788021325449.

Koudela, M., Hnilička, F., Martinková, J., Svozilová, L., **Doležalová, J.** 2012. Yield and quality of head lettuce after 24-epibrassinolide application under optimal and reduced irrigation. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 60 (3). 93-100.