



**Vliv alelopatických látek obsažených v biomase  
*Ambrosia artemisiifolia* L. na vybrané rostliny a odhad  
aktuálních rizik pro zemědělskou produkci**  
Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Petr Kalousek, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Bc. Markéta Kašparová, DiS.

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Markéta Kašparová, DiS.**

Studijní program: Fytotechnika

Obor: Fytotechnika

Konzultant: doc. RNDr. Pavel Formánek, Ph.D.

Název tématu: **Vliv alelopatických látek obsažených v biomase *Ambrosia artemisiifolia* L. na vybrané rostliny a odhad aktuálních rizik pro zemědělskou produkci.**

Rozsah práce: 50

Zásady pro vypracování:

1. Literární rešerše dosavadních poznatků v oblast alelopatických látek obsažených v biomase *Ambrosia artemisiifolia* L a následné vytipování vhodných látek pro kultivační pokusy.
2. Monitoring rozšíření *Ambrosia artemisiifolia* L. na vybraných reprezentativních lokalitách v Jihomoravském kraji a získání dostatečného množství klíčivých semen pro následující kultivační pokusy.
3. Pomocí kultivačních pokusů prokázat vliv *Ambrosia artemisiifolia* L. na vybrané rostliny a statistické vyhodnocení získaných dat.
4. Na základě získaných údajů o rozšíření a vlivu *Ambrosia artemisiifolia* L. na okolní vegetaci odhadnout možná rizika pro rostlinnou zemědělskou produkci.

Seznam odborné literatury:

1. JEHLÍK, V. a kol. *Cizí expanzivní plevely České republiky a Slovenské republiky : Alien expansive weeds of the Czech Republic and the Slovak Republic*. 1. vyd. Praha: Academia, 1998. 506 s. ISBN 80-200-0656-7.
2. LHOTSKÁ, M. *Kapesní atlas semen plodů a klíčnicích rostlin.*
3. PYŠEK, P. – TICHÝ, L. *Rostlinné invaze*. 1. vyd. Brno: Rezekvítek, 2001. 40 s. ISBN 80-902954-4-4.
4. Valerie Vranova, Klement Rejsek, Keith R. Skene, Dalibor Janous, and Pavel Formanek: Methods of collection of plant root exudates in relation to plant metabolism. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2013, 176, 175–199

Datum zadání diplomové práce: říjen 2013

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2015

L. S.

  
**Bc. Markéta Kašparová, DiS.**  
Autorka práce



  
**Ing. Petr Kalousek, Ph.D.**  
Vedoucí práce

  
**prof. RNDr. Ladislav Havel, CSc.**  
Vedoucí ústavu

  
**doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.**  
Děkan AF MENDELU

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv alelopatických látek obsažených v biomase *Ambrosia Artemisiifolia* L. na vybrané rostliny a odhad aktuálních rizik pro zemědělskou produkci vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

Na tomto místě bych chtěla poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petrovi Kalouskovi, Ph.D. za cenné rady, vstřícnost a čas věnovaný osobním konzultacím. Dále bych chtěla poděkovat panu Mgr. Samuelu Lvončíkovi za pomoc a spolupráci při kultivačních pokusech a panu doc. RNDr. Pavlovi Formánkovi, Ph.D. za poskytnutí studijních materiálů z oblasti alelopatických látek pro vznik diplomové práce.

## **Abstrakt**

Byl sledován vliv alelopatických látek obsažených v *Ambrosia artemisiifolia* L. na vybrané druhy rostlin. Jako doprovodné rostliny byly vybrány pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) - jarní forma, štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus* L.), jetel luční (*Trifolium pratense* L.), kostřava červená (*Festuca rubra* L.), bojínek luční (*Phleum pratense* L.), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* L.) a jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata* L.). V kultivačních pokusech byly použity extrakty z nadzemní části ambrozie, kořenové extrakty a ambrozie peřenolistá jako rostlina vysetá k doprovodným rostlinám. Ze získaných hodnot v kultivačních pokusech byl vyhodnocen vliv ambrozie peřenolisté na vybrané druhy rostlin a její dopad na zemědělskou produkci.

## **Klíčová slova**

Alelopatie, invazní rostlina, ambrozie, extrakt.

## **Abstract**

The effect of the allelopathic substances contained in *Ambrosia artemisiifolia* L. was monitored on selected plant species. As an accompanying plants Common wheat (*Triticum aestivum* L.) - spring form, Common Bird's-foot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.), Red Clover (*Trifolium pratense* L.), Red Fescue (*Festuca rubra* L.), Timothy grass (*Phleum pratense* L.), Tall oat-grass (*Arrhenatherum elatius* L.) and Ribwort (*Plantago lanceolata* L.) were selected. In cultivation experiments were used extracts from the aerial parts of common ragweed, root extracts and common ragweed plant sown to the tested plants. From the values obtained in cultivation experiments the influence of common ragweed on selected plant species and its impact on agricultural production was evaluated.

## **Keywords**

Allelopathy, invasive plant, common ragweed, extract.

## OBSAH

1	ÚVOD A CÍLE STUDIE .....	10
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	12
2.1	Systematické zařazení <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.....	12
2.2	Biologie <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. ....	12
2.3	Výskyt .....	15
2.4	Hospodářský význam .....	17
2.5	Původ plevelných rostlin.....	18
2.6	Rostlinné invaze .....	19
2.7	Migrační cesty .....	21
2.8	Rozšiřování diaspor.....	22
2.9	Vztahy mezi rostlinami .....	24
2.10	Alelopatické látky.....	26
2.11	Sekundární metabolity.....	27
2.11.1	Fenolické sloučeniny .....	28
2.11.1.1	Kyselina skořicová .....	30
2.11.1.2	Kyselina ferulová.....	30
2.11.1.3	Kyselina kávová .....	31
2.11.1.4	Kyselina p-kumarová.....	32
2.11.1.5	Kyselina 3-hydroxybenzoová.....	32
2.11.2	Terpeny .....	32
3	METODIKA .....	35
3.1	Monitoring invazních rostlin.....	35
3.2	Vliv alelopatických látek <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. na vybrané druhy rostlin.....	37
3.2.1	Rostlinný materiál.....	37
3.2.2	Vliv ambrosie peřenolisté na růst vybraných druhů rostlin ve skleníku ..	39

3.2.3	Vliv extraktů z ambrozie na růst a klíčení vybraných druhů rostlin.....	41
3.2.3.1	Tvorba extraktů .....	41
3.2.3.2	Vliv extraktů na růst vybraných druhů rostlin v klimaboxu.....	42
3.2.3.3	Stanovení sušiny testovaných rostlin v klimaboxu .....	44
3.2.3.4	Vliv extraktů na klíčení semen/plodů vybraných druhů rostlin .....	44
3.2.4	Statistické vyhodnocení dat .....	46
4	VÝSLEDKY .....	47
4.1	Monitoring ambrozie peřenolisté .....	47
4.2	Vliv ambrozie peřenolisté na růst vybraných druhů rostlin ve skleníku.....	48
4.2.1	Kultivační pokus s pšenicí setou.....	48
4.2.2	Kultivační pokus ostatních doprovodných rostlin .....	49
4.3	Vliv extraktů na růst vybraných druhů rostlin v klimaboxu .....	58
4.3.1	Pšenice setá .....	58
4.3.2	Štírovník růžkatý.....	60
4.3.3	Jetel luční .....	62
4.4	Stanovení sušiny testovaných rostlin v klimaboxu .....	64
4.4.1	Pšenice setá .....	64
4.4.2	Štírovník růžkatý.....	64
4.4.3	Jetel luční .....	65
4.5	Vliv extraktů z ambrozie na klíčení semen/plodů vybraných druhů rostlin ....	66
4.5.1	Aplikace vodných extraktů .....	66
4.5.2	Aplikace etanolových extraktů .....	68
5	DISKUZE .....	71
5.1	Vyhodnocení kultivačního pokusu ve skleníku .....	71
5.2	Vyhodnocení kultivačního pokusu v klimaboxu.....	72
5.3	Vyhodnocení testu klíčivosti vybraných druhů rostlin .....	73
5.4	Vliv ambrozie peřenolisté na hospodářskou produkci .....	74



6	ZÁVĚR .....	75
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	77
8	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	84
9	SEZNAM TABULEK .....	85
10	SEZNAM GRAFŮ .....	85
11	PŘÍLOHY .....	87
11.1	Příloha 1: Tabulky zdrojových dat kultivačních pokusů .....	87
11.1.1	Kultivační pokus pšenice seté ve skleníku .....	87
11.1.2	Kultivační pokus ostatních doprovodných druhů rostlin ve skleníku.....	88
11.1.3	Kultivační pokus vybraných druhů rostlin v klimaboxu .....	95
11.1.4	Tabulky pro stanovení sušiny testovaných druhů rostlin v klimaboxu ....	99

# 1 ÚVOD A CÍLE STUDIE

Ambrozie peřenolistá patří mezi cizí expanzivní plevely, které se na území České republiky začínají hojně vyskytovat. Cizí expanzivní plevely jsou podle naší definice rostliny cizího původu, které jsou k nám soustavně a opětovně zavlekány a které mají schopnost trvalé samoreprodukce (Jehlík *et al.*, 1998).

Dlouhodobá pozorování šíření cizích expanzivních plevelů i dalších adventivních rostlin na území České republiky jednoznačně potvrzují také vliv globálního oteplování klimatu na zrychlení postupného rozšiřování většiny teplobytných cizích expanzivních plevelů do relativně chladnějších a vlhčích poloh nejen horizontálně, ale i vertikálně (Jehlík *et al.*, 1998).

*Ambrosia artemisiifolia* L. se v posledních desetiletích úspěšně rozšiřuje v polních kulturách, zejména okopanin a zelenin v teplé klimatické oblasti. Další šíření můžeme předpokládat v kukuřičném typu s pronikáním na navazující území řepařského typu. Na jižní Moravě lze očekávat expanzi na půdách kukuřičného výrobního typu a eventuální invazi na lokality v Pomoraví.

Ambrozie patří mezi rostliny s bohatou produkcí pylu, který má alergenní účinky. Její pyl obsahuje proteiny, které jsou nebezpečné a mají nepříjemný dopad na zdravotní stav mnoha lidí. Tím, že kvete až od srpna do října, šíří svůj pyl v období, kdy většina stromů i travin již odkvetla a u mnoha lidí tak prodlužuje období alergické rýmy. Je ale také využívána jako léčivka. Obsahuje látky, které mají antibakteriální a antivirové účinky. Extrakt z kvetoucí rostliny bývá používán k zástavě lokálního krvácení (Jehlík *et al.*, 1998).

V současnosti u ambrozie peřenolisté neustále převažuje význam negativní. Patří mezi silně konkurenční rostliny, které ostatním rostlinám odebírají prostor, živiny, sluneční záření a půdní vlhkost. Obsahuje negativně působící chemické látky (alelochemikálie), které uvolňuje do svého okolí. Těmito látkami omezuje klíčení nebo vývoj rostlin, které se vyskytují v dosahu jejího růstu.

Mezi alelopatické látky, které byly zjištěny v ambrozii peřenolisté patří kyselina ferulová, kávová a p-kumarová ze skupiny fenolických kyselin. Jedná se o deriváty kyseliny skořicové.

## Cíle studie

Cílem této diplomové práce bylo prokázat vliv alelopatických látek obsažených v biomase *Ambrosia artemisiifolia* L. na vybrané druhy rostlin a na základě zjištěných poznatků odhadnout rizika pro zemědělskou produkci.

V první části pokusu byly provedeny kultivační pokusy ve skleníku, kde byl sledován růst doprovodných rostlin v květináčích za přítomnosti vyseté ambrozie peřenolisté a v klimaboxu, kde byl za umělých podmínek sledován růst jetele lučního, štírovníku růžkatého a pšenice seté (jarní formy). Rostliny v klimaboxu byly zalévány extraktem z nadzemních a kořenových částí ambrozie.

V druhé části byl zkoumán vliv extraktů z nadzemních částí a z kořenových částí ambrozie na klíčivost bojínku lučního, pšenice seté, jetele lučního, jitrocele kopinatého a štírovníku růžkatého.

Dalším dílčím úkolem diplomové práce bylo provést monitoring této invazní rostliny v okolí Brna.

Diplomová práce by měla posloužit jako zdroj informací, které by mohly lépe objasnit problematiku invazních rostlin, jejich šíření a vztahy mezi okolními rostlinami a cizími expanzivními plevely.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Systematické zařazení *Ambrosia artemisiifolia* L.

Říše: rostliny (*Plantae*)

Oddělení: krytosemenné rostliny (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné rostliny (*Rosopsida*)

Řád: hvězdnicotvaré (*Asterales*)

Čeleď: hvězdnicovité - ambrosiovité (*Asteraceae - Ambrosiaceae*)

Rod: ambrozie (*Ambrosia*)

Druh: ambrozie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

### 2.2 Biologie *Ambrosia artemisiifolia* L.

Česká synonyma: Ambrózie pelyňkolistá

Slovenský název: Ambrózia palinolistá

Anglický název: Common ragweed

Německý název: Beifußblättrige Ambrosie

Jednoletá, šedo zelená bylina s bohatě rozvětveným kúlovým kořenem. Lodyha přímá, větvená, 20-100(-140) cm dlouhá, oblá až tupě čtyřhranná, rýhovaná, řídce až hustě šikmo odstále chlupatá vícebuněčnými chlupy, zelená, většinou nachově naběhlá (Bělohávková, 2004).

Listy dolní vstřícné, horní střídavé, všechny listy řapíkaté, s řapíkem až 6 cm dlouhým, mělce žlábkovitým a s čepelí na obou stranách drsně chlupatou, šedo zelenou. Čepel listů v obrysu vejčitá až široce vejčitá, 25 cm dlouhá a 14 cm široká, 1-3x peřenosečná s kopinatými, špičatými úkrojky (Bělohávková, 2004).

Rostliny jsou jednodomé s jednopohlavnými úbory. Samčí úbory na vrcholu úžlabních nebo vrcholových hroznů četné, nicí, o průměru 4-5 mm, květů 10-100, světle žlutých, s úzce zvonkovitou hyalinní pětilaločnou korunou a tyčinkami (ČZU, 2013). Samičí úbory jednokvěté, jednotlivé nebo počtu 2-3 v klubíčkách v úžlabí listenů v dolní části hroznů. Zákrov v horní části se 4-8(-12) špičatými výrůstky (Bělohávková, 2004).

Plody jsou nažky obalené ztvrdlými srostlými listeny zákrovu, slámově žluté až hnědé, olysalé nebo chlupaté, až 3,5 mm dlouhé a 2,5 mm široké, obvejcovité, na vrcholu s kuželovitým, až 2 mm dlouhým zobanem, pod nímž je rozloženo v jedné nebo několika řadách 4–12 ostnitých, občas jen rudimentárních výrůstků (ČZU, 2013).



Obrázek 1: Ambrosie peřenolistá



Obrázek 2: Dozrávající nažky v samičích úborech (Internetový zdroj 1)

Reprodukce:

Rozmnožuje se výhradně generativně. Kvete od srpna do října. Na jedné rostlině se vytvoří 2-3 tisíce semen s poměrně dobrou klíčivostí a s výraznou dobou dormance. Klíčí z hloubky do 8 cm. Klíčící rostliny se objevují od jara do začátku léta (VÚRV, 2009).

Nažky zrají většinou až od konce září a setrvávají dlouho po dozrání na mateřských rostlinách a do půdy se dostávají až během zimy nebo v časném jaře. Po dozrání mají výrazný klíčící odpočinek a neklíčí vůbec, nebo jen na nízké procento a značně rozvlekle. Klíčící odpočinek se přerušuje při několikaměsíčním suchém skladování nebo uložení v chladných vlhkých podmínkách. Nažky, které vyšly z klíčícího odpočinku, klíčí v širším rozmezí střídavých a stálých teplot, přičemž optimum pro klíčení je při teplotách 10-15/20-30°C. Vzchází od poloviny dubna. Životnost nažek je dlouhodobá (Jehlík *et al.*, 1998).

Nažky mohou být za určitých okolností šířeny větrem a vodou, avšak hlavní zásluhu na šíření má člověk svou činností (zavlékání americkým osivem jetelovin, kanadským obilím, sójovými boby nebo chlévskou mrvou). Dostanou-li se nažky náhodně do zaživačích ústrojí živočichů, mohou být šířeny též endozoochorně. Bylo zjištěno, že ani v tak agresivním zaživačím ústrojí, jakým je ústrojí skotu, nejsou usmrcovány všechny nažky. V trusu skotu bylo zjištěno 9,4% živých nažek ambrosie (Jehlík *et al.*, 1998).

Klíční odpočinek a dlouhodobější uchování klíčivosti nažek spolu s bohatou plodností v některých vegetačních obdobích napomáhají *A. artemisiifolia* při zdomácnování v našich klimatických podmínkách (Jehlík *et al.*, 1998).



Obrázek 3: Nažky ambrosie peřenolisté  
(Internetový zdroj 2)



Obrázek 4: Samčí prašnikové úbory  
(Internetový zdroj 3)

Ambrosie peřenolistá patří mezi významné pylové alergeny. Je též potencionální plevel pro polní kultury. V 70. letech 20. stol. byl tento druh u nás zařazen mezi karanténní plevele (Bělohávková, 2004).

Regulace:

Mimo polní kultury lze doporučit likvidaci primárních ohnisek výskytu opakovaným kosením porostů ještě před kvetením nebo ručním pletím v časnějších fázích růstu (Jehlík *et al.*, 1998).

Na orné půdě lze rostlinu potlačit pravidelným zpracováním půdy, střídáním plodin nebo používáním vhodných herbicidů. Na nezemědělské půdě lze aplikovat totální herbicidy (VÚRV, 2009).

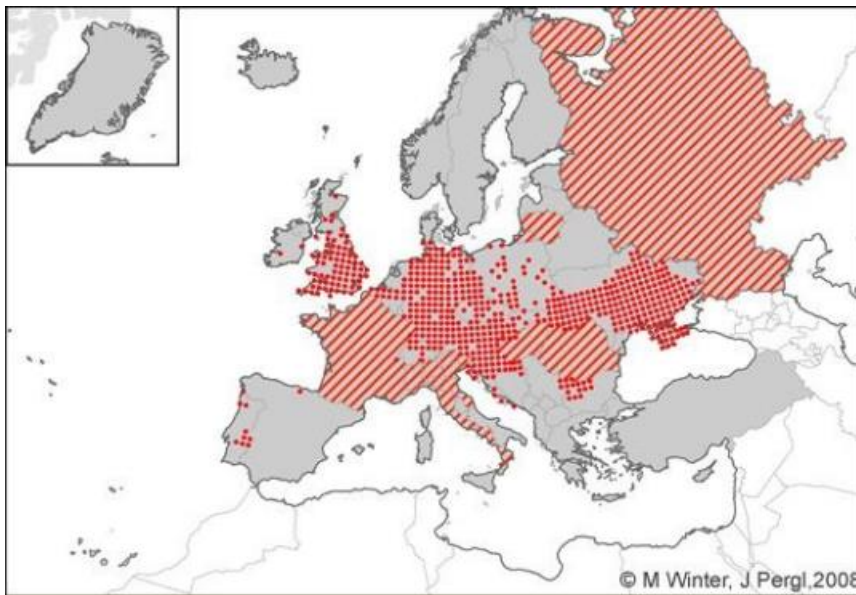
Podobné druhy:

- *Ambrosia psilostachya*
- *Ambrosia trifida* (SRS, 2013)

## 2.3 Výskyt

Ambrozie peřenolistá patří mezi u nás nepůvodní druhy. Pochází ze Severní Ameriky (USA, jih Kanady), kde tvoří významnou součást vegetace sušších oblastí. Odtud se postupně rozšířila do Jižní Ameriky, Asie, Austrálie a Evropy (Květena ČR, 2010).

Do Evropy byla zavlečena ve druhé polovině 19. století, především osivem či dováženým obilím. V některých částech Evropy se intenzivně šíří a v některých zemích je již zdomácnělá (Květena ČR, 2010).



Obrázek 5: Rozšíření ambrozie peřenolisté v Evropě

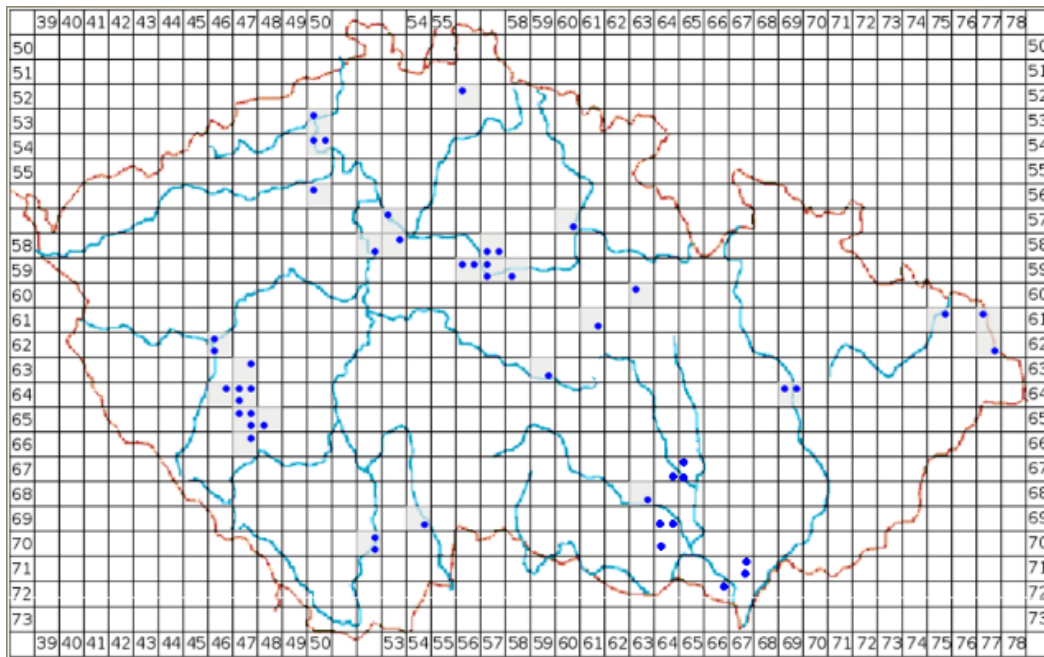
V sousedním Slovensku se intenzivně šíří, hlavně jako plevel širokořádkových plodin kukuřice a slunečnice (Holec a Soukup, 2003).

Na našem území byla ambrozie peřenolistá poprvé zaznamenána v roce 1883 v jetelišti u Třeboně a na poli v Doudlevcích u Plzně (Bělohlávková, 2004). Na Moravě se objevila až ve 40. letech 20. století u Uherského Ostrohu (Květena ČR, 2010).

V 2. polovině 20. století proběhla druhá etapa zavlékání, a to nejen ze Severní Ameriky (sójové boby, kanadské obilí), ale i z východu (ukrajinské obilí, železná ruda) (Bělohlávková, 2004). Na území našeho státu se dostala tzv. labskou cestou (lokality v Polabí) s dováženými sójovými boby a sójovým odpadem (Jehlík *et al.*, 1998). Postupně se ambrozie rozšířila do teplejších oblastí státu. V současné době se vytvořila tři ohniska výskytu - Polabí, Ostravsko a Jižní Morava. Mimo tato území se vyskytuje většinou jen přechodně (Květena ČR, 2010).

Stanoviště výskytu:

Železniční stanice, kolejisti, přistavy, okolí zemědělských objektů, skladů a závodů na zpracování zemědělských surovin, rumišť, vzácně i okraje polí, zvláště na písčitéch půdách. Je častější v teplých klimatických oblastech, kde semena dozrávají. Nesnáší zastínění, roste i na sušších půdách, středně bohatých na živiny, někdy s vyšším obsahem solí (Bělohlávková, 2004).



Obrázek 6: Výskyt ambrosie peřenolisté v ČR (Bělohlávková, 2004)



## 2.4 Hospodářský význam

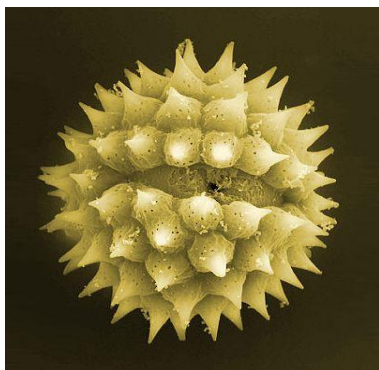
Ambrozie peřenolistá je konkurenčně silná rostlina, která zastiňuje okolní rostliny, odčerpává velké množství vody a živin z půdy (Jehlík *et al.*, 1998). Bylo prokázáno, že obsahuje alelopatické látky, které mohou inhibovat klíčení a růst jiných kulturních plodin a plevelů (Takács *et al.*, 2004).

Patří mezi významné pylové alergeny. Je původcem velkého množství pylu. Mezi nejškodlivější alergeny patří její pyl už v Maďarsku a zvyšuje se počet případů osob senzitivních k pylu ambrózie v Rakousku i na Slovensku (Holec a Soukup, 2003).

Nebezpečí pro alergiky spočívá ve vlastnostech pylových zrn. Druh má natolik malá a lehká pylová zrna, že mohou být unášena větrem nebo vzdušnými proudy na velkou vzdálenost. Obsahují-li navíc na povrchu různé výrůstky, dochází k silnému dráždění sliznic, což u citlivých osob vyvolává alergickou reakci (Holec a Soukup, 2003).

Pylová zrna ambrózie jsou malá, s průměrem do 20  $\mu\text{m}$ . Větrm jsou unášena velice snadno, většina pylu ambrózie na našem území pochází ze zemí se silnějším výskytem tohoto druhu (např. Maďarsko). Nebezpečný je také výskyt tzv. „ambrózievého mikroprachu“, což jsou zrna o velikosti menší než 10  $\mu\text{m}$ , která mohou pronikat až do průdušek. Jedna rostlina ambrózie může za den vyprodukovat až 8 miliard pylových zrn, přičemž na vyvolání alergických symptomů stačí množství 5-20 pylových zrn na 1  $\text{m}^3$  vzduchu (Holec a Soukup, 2003).

Ambrózie obsahuje i látky, které mají antibakteriální a antivirové účinky. Její semena obsahují olej podobný oleji ze sóje, který může být využit ve farmaceutickém průmyslu (Květena ČR, 2013).



Obrázek 7: Pylové zrno ambrozie pod mikroskopem (Internetový zdroj 4)

## 2.5 Původ plevelných rostlin

Vzhledem k zvyšujícímu se počtu obyvatel na naší planetě stoupá i potřeba pěstování plodin a výroby potravin, které je třeba transportovat na kratší či delší vzdálenosti z místa výroby ke spotřebiteli. Již po celá staletí dochází k postupnému rozšiřování celé řady plevelných rostlin na velké vzdálenosti a na jiné kontinenty. Stále větší trh se zemědělskými komoditami a rozsáhlý vliv dopravy (letecká, lodní, železniční, automobilová) umožňují šíření plevelných druhů na velké vzdálenosti (Kneifelová a Mikulka, 2003).

Plevele dělíme podle **původu** na:

### **Archeofyty**

Tato skupina patří plevelným druhům, které k nám byly zavlečeny v dávné minulosti. V období od počátku neolitu do začátku novověku (do objevení Ameriky r. 1492). Tyto druhy se rychle přizpůsobily našim podmínkám a splynuly s naší původní flórou. Jsou považovány za plevele místní, původní, protože jsou na našem území běžně rozšířeny (Kneifelová a Mikulka, 2003).

### **Plevele invazní**

Do této skupiny řadíme široké spektrum plevelů, které jsou neustále zavlékány na naše území. Jedná se o nepřetržitý proces. Mezi invazní plevele patří každá rostlina, která je k nám zavlečena. Způsobů invaze do České republiky je celá řada. Hlavní činitel je především člověk. Plevele se k nám dostávají především dopravou a to lodní, železniční a automobilovou. Dále spolu s osivem, krmivem, horninami atd. (Kneifelová a Mikulka, 2003).

Celá řada invazních plevelů byla původně pěstována jako okrasné rostliny, které zplaněly a začaly se rozšiřovat do okolí (Kneifelová a Mikulka, 2003).

### **Plevele expanzivní**

Expanze může následovat po zavlečení (invazi) v případě vhodných podmínek pro reprodukci a při možnosti šíření tohoto druhu do okolí. Zavlečené plevele se začnou dále množit a rozšiřovat na našem území. Většinou jsou schopny v porostu potlačit ostatní rostlinné druhy. Jsou schopny lépe využívat prostor, živiny a vláhu. Nejprve se

většinou uchyťí na nezemědělské půdě tj. podél komunikací, vodních toků, na rumišťích, smetišťích a odtud se rozšiřují do okolí. Postupně se dostávají i na zemědělskou půdu – louky, pastviny a nakonec i na ornou půdu (Kneifelová a Mikulka, 2003).

## 2.6 Rostlinné invaze

Počátek rostlinných invazí je datován do vzniku neolitického zemědělství, asi před 5 až 7 tisíci lety. Invazemi rozumíme šíření nepůvodních organismů, zavlečených na nová území prostřednictvím člověka (Pyšek, 2001).

Lavinovitá šíření druhů, často velmi agresivní vůči původním druhům, jsou v dávné i nedávné historii přírody naprosto běžné. Každý rostlinný druh někde vznikl, žije tam v určitém rostlinném společenstvu, v souladu se svým prostředím a velikost jeho populace regulují přirození nepřátelé. V oblasti svého vzniku je druhem původním. Když člověk přenesse tento druh do jiného území, hovoříme o rostlinách zavlečených, či nepůvodních (ENVIC, 2015).

K zavlečení dochází úmyslně (užitkové plodiny, okrasná, medonosná nebo meliorační rostlina) nebo neúmyslně, přenesením rozmnožovací části rostlin (osivem, dopravním prostředkem nebo epizoochorně na těle člověka, či zvířat) (ENVIC, 2015).

Podle studie Pyška *et al.* se 49,9 % všech zavlečených taxonů na území ČR dostalo bez úmyslného přispění člověka a 42,7 % bylo zavlečeno úmyslně (Pyšek *et al.*, 2002).

Nejvíce nepůvodních druhů se vyskytuje v člověkem narušených ekosystémech, jako jsou městské aglomerace a jejich okolí, zemědělské oblasti nebo břehy řek. Málo zasaženy jsou přirozené typy ekosystémů, jako třeba rašeliniště nebo horské oblasti (ENVIC, 2015).

Invazní druhy jsou ty, které v novém prostředí zdomácní, šíří se a obsazují další lokality. V České republice je registrováno téměř 1400 zavlečených druhů, přitom původní českou flóru tvoří něco přes 2500 druhů. Přibližně třetinu naší celkové flóry tvoří zavlečené druhy. Z biologického hlediska je považováno asi 90 rostlinných druhů za invazní. Druhů, jež mají negativní ekonomické důsledky, je asi 20-30 a většina z nich jsou zemědělské plevely (ENVIC, 2015).

Nejúčinnější boj proti invazním druhům spočívá v mechanicko-biologické likvidaci.

Jako nejúčinnější biologický likvidátor se označuje Roundup Biaktiv. Jedná se o biologicky neškodný glyfosát (organofosfátová sloučenina), která nahrazuje nebezpečné herbicidy, jako je například Travex. Další účinné látky musí být schváleny Státní rostlinolékařskou správou ČR (Havránek, 2004).

Roztok Roundup je nejvhodnější aplikovat rozprašováním na listy a popřípadě květy rostlin. První nástřik je nejlépe provést v dubnu za suchého a slunečného dne. Druhý nástřik se provádí v době květu. Postřik by měl maximálně do 3 hodin zaschnout. Jeho účinnost se projevuje vytvářením žlutých skvrn na listech. Rostlina poté očividně chřadne a usychá (Havránek, 2004).

Další část likvidace je mechanická a je fyzicky náročnější. Jedná se o posekání odumřelé hmoty. Nejlépe je rostliny spálit na místě likvidace. Při transportu je nutné dbát na to, aby se nevytrousily úlomky rostliny. Většina druhů se rozkládá velice obtížně. Proto není kompostování doporučeno (Havránek, 2004).

Nejdůležitější je likvidace v národních parcích a jiných chráněných území. Dochází zde k potlačování cenných původních ekosystémů. Neméně důležitá je likvidace podél vodních toků. Z těchto míst se šíří rostliny nejrychleji (Havránek, 2004).

Invazní rostliny můžeme rozdělit podle míry nebezpečnosti pro ekosystémy na:

1. Rostliny, které je nutno likvidovat

bolševník velkolepý, borovice vejmutovka, ambrozie peřenolistá, křídlatka japonská, křídlatka sachalinská, křídlatka česká, netýkavka žláznatá.

2. Rostliny, které se evidují pro zamezení záměrného šíření

topinambur hlíznatý, třapatka dřípata.

3. Rostliny, u kterých je předpokládána invaze

dub červený, heřmánkovec nevonný, javor jasanolistý, puškvorec obecný, trnovník akát, vlíčí bob mnoholistý, zlatobýl kanadský (ENVIC, 2015).

## 2.7 Migrační cesty

Na území České republiky existují tři migrační cesty, kterými mohou být zavlečeny invazní rostliny. Patří mezi ně cesta labská, panonská a východní. Tyto cesty platí pro území celé střední Evropy (Pyšek, 2001).

Nejbohatším zdrojem severoamerických druhů, jako je ambrozie peřenolistá, je lodní doprava po Labi (tzv. labská cesta), kudy k nám byly dováženy například obiloviny, olejniny a sója (Pyšek, 2001). Touto cestou se šířily druhy ve směru toku Labe z Hamburku do labských přístavů (Děčín, Ústí nad Labem, Mělník). Odtud se šířily železnicí a automobilovou dopravou do středu Čech, zejména do Polabí (Jehlík *et al.*, 1998).

Podle RNDr. Jehlíka se v minulosti jako jedna z nejvíce rizikových surovin v tomto směru projevila sója. Sójové boby, které k nám putovaly od roku 1961 po Labi přes Hamburk, s sebou přivázely množství semen cizích rostlin. Společně se severoamerickými sójovými boby se k nám dostalo velké množství takových adventivních rostlin, jejichž původ lze většinou lokalizovat do severovýchodní části USA (Jehlík *et al.*, 1998).

Druhou cestou je tzv. panonská cesta, kterou k nám proniká řada druhů od jihovýchodu (Maďarsko, Rumunsko, Balkán). Touto cestou se k nám dostala celá řada dnes běžných plevelů ze Středomoří (Pyšek, 2001).

Posledním způsobem šíření cizích druhů rostlin je tzv. východní cesta. Odtud se k nám dostala především po železnici řada rostlin doprovázejících obilí (Pyšek, 2001). Začala se výrazně uplatňovat až po roce 1946, kdy mnohonásobně vzrostl dovoz obilí z bývalého SSSR, který ovšem ustal v letech 1979-1980 (Jehlík *et al.*, 1998).

## 2.8 Rozšiřování diaspor

Diasporou rozumíme jakýkoli oddělený orgán (nebo část orgánu) schopný vyrůst v novou rostlinu. Jedná se o výtrusy, semena, plody nebo rozmnožovací pupeny (ČZU, 2006).

Běžně se rostliny rozšiřují více způsoby podle konkrétních podmínek – polychorie. Mohou produkovat dokonce různé typy semen a plodů určené k odlišným způsobům rozšiřování – heterokarpie, heterosporie (Marešová, 2015).

Základem rozšiřování rostlinných diaspor je, aby rozmnožovací částice nezůstaly v blízkosti mateřské rostliny, ale aby se rozšířily od ní co nejdále a na co nejvíce vhodné stanoviště. Mezi nejčastější způsoby šíření patří anemochorní, hydrochorní, zoochorní a antropochorní (Lhotská a Kropáč, 1985).

**Anemochorie** je šíření semen pomocí vzdušných proudů. Může probíhat různými způsoby. Za mimořádných podmínek může být šířena větrem většina diaspor. Za běžných okolností jsou však šířeny jenom ty, které mají na plodech, semenech či vegetativních, rozšiřovacích jednotkách speciální přizpůsobení k anemochorii, která snižují jejich specifickou hmotnost. Podle toho, do jaké míry jsou účinná, umožňují diasporám buď přímo létání ve vzduchu či vznášení se, nebo pouze pohyb po zemi, ledu či sněhové přikrývce (Lhotská a Kropáč, 1985).

Po zemi mohou být unášeny i úlomky rostlin, které při pohybu postupně uvolňují plody nebo semena (tzv. stepní běžci). Přizpůsobení, které pohyb umožňují, jsou chmýr, chlupy nebo křídla. Druhy šířené větrem nacházíme na zídkách, střeších, stromech nebo všude tam, kde byly založeny nové útvary, jako jsou hráze, násypy a záhony (Lhotská a Kropáč, 1985).

**Hydrochorní** šíření je realizováno vodními proudy. Je velmi účinné ve vzdálenosti, na kterou mohou být diaspor rozšířeny. Tímto způsobem se rozšiřují rostliny rostoucí ve vodě, pobřežní rostliny a mnoho rostlin suchozemských, rostoucích v blízkosti vod (Marešová, 2015). Umožňují ho podobná přizpůsobení jako šíření větrem, ale také i nesmočitelný povrch, slizový obal, vzdušné prostory v pletivech, nepropustnost obalů pro vodu. Vodou právě tak jako větrem mohou být šířeny i celé rostliny nebo jejich úlomky se semeny, ze kterých může vzniknout celá rostlina (Lhotská a Kropáč, 1985).

**Zoochorie** je způsob šíření semen, plodů nebo i celých plodenství pomocí živočichů. Podle toho, jak živočichové diaspory přenášejí, ji můžeme rozdělit na epizoochorii a endozoochorii (Marešová, 2015).

Epizoochorie je způsob rozšiřování rostlin, jejichž semena a plody mají povrch uzpůsobený ke snadnému zachycování v srsti zvířat. K šíření dochází pomocí přichytných útvarů (ostny, háčky), přilnavosti diaspor nebo slizem vylučovaným oseměním nebo oplodím (Marešová, 2015). Druhy šířené tímto způsobem se nejčastěji vyskytují podél cest, silnic, pěšin a míst, kde se často pohybují zvířata (Lhotská a Kropáč, 1985).

Endozoochorie je rozšiřování plodů a semen průchodem zažívacího traktu zvířete. Dochází ke strávení pouze dužnatého oplodí a nepoškozené semeno opustí přirozenou cestou organismus. Klíčivost semen není průchodem zažívacím traktem vůbec narušena, naopak u mnohých druhů dochází k jejímu zvýšení (Marešová, 2015). Některé druhy se dostávají do zažívacího ústrojí zvířat spíše náhodně na pastvě nebo spolu se senem (Lhotská a Kropáč, 1985).

**Antropochorie** je rozšiřování rostlin člověkem. Způsob rozšiřování je v podstatě analogický zoochorii, ale ve srovnání se zvířaty člověk díky své rozmanité činnosti může diaspory roznášet na mnohem větší vzdálenosti (Marešová, 2015). I když se na jedné straně sám snaží proti šíření některých druhů bojovat (čištěním osiva, postřiky), na druhé straně ho zintenzivňuje. Šíří diaspory mnohých druhů jako příměsi v osivech a v materiálech jako je vlna, bavlna, zemina, písek nebo ruda. Mnohé druhy také rozšiřuje tím způsobem, že do kultury ve své vlasti zavádí stále nové druhy pro svůj užitek. U některých je pak možnost zplanění a zdomácnění (Lhotská a Kropáč, 1985). Mezi šíření rostlinných diaspor člověkem patří i agestochorie, speirochorie a ergasiochorie (Marešová, 2015).

Agestochorie zahrnuje možnosti šíření diaspor prostřednictvím dopravy. Přesun semen a plodů auty, vlakem, lodní dopravou. Dochází k tomu na skládkách nebo při nakládání ovoce a zeleniny na polích (Marešová, 2015).

Speirochorie je způsob zavlékání a šíření diaspor s osivy.

Ergasiochorie je přemísťování diaspor prostřednictvím zemědělského nářadí a strojů používaných při sklizni a obdělávání půdy (Marešová, 2015).

## 2.9 Vztahy mezi rostlinami

V agroekosystémech dochází mezi jednotlivými rostlinnými populacemi a mezi jedinci jedné populace k vzájemným vztahům – interakcím. Mezi tyto vztahy patří mimo jiné **konkurence** (syn. kompetice) a **alelopatie** rostlin (MENDELU, 2010).

Kompetici lze definovat jako soutěž rostlin o limitující zdroje stanoviště, jako jsou sluneční záření, půdní vlhkost, minerální látky v půdě a prostor. Jedná se tedy o negativní vztah populací. Ke kompetici dochází tehdy, když v určitém prostoru, kde roste více jedinců jednoho nebo více druhů není dostatek těchto zdrojů. Tato situace nastává nejčastěji mezi rostlinami se shodným životním cyklem. Jedinci, schopni využít větší podíl zdrojů, začnou brzdit v růstu jedince, kteří jsou schopni si přivlastnit menší podíl zdrojů. Následkem konkurence dochází ke snížení produkce biomasy, někdy spojené s tvarovými změnami, kterými se rostliny snaží vyrovnat s nepříznivou situací. Kompeticí může být inhibován i vývoj jedince až do té míry, že nedojde k vytvoření generativních orgánů (Mikulka, 1999).

Kompetici můžeme rozdělit na mezidruhovou (interspecifickou), mezi populacemi dvou či více druhů a vnitrodruhovou (intraspecifickou), mezi jedinci populace jednoho druhu (Mikulka, 1999).

Mezi populacemi plevelů a plodinou dochází v polních podmínkách k mezidruhové kompetici. Výsledek této kompetice je tedy závislý na vlastnostech vzájemně si konkurujících druhů rostlin. Konkurenční schopnost druhu v agropytocenóze je proto relativní. Závisí na prostředí a na tom, s kterými druhy do konkurence vstupuje (Mikulka, 1999).

Ke konkurenci mezi populacemi plevelů a plodinou dochází buď v nadzemním prostoru, kde rostliny soutěží o množství absorbovaného slunečního záření, nebo pod zemí, mezi kořenovými systémy rostlin. Kořenová konkurence je nejsilnější mezi druhy, které mají kořenový systém koncentrovaný ve stejném půdním prostoru, odebírají vodu a živiny z téhož místa a jejich vegetační perioda je shodná (Mikulka, 1999).

Míra konkurence závisí na překryvu ekologických nik různých druhů. Čím je překryv větší při nedostačujících zdrojích, tím je mezidruhová konkurence silnější.



Mezidruhová konkurence je asymetrická v případě, že proti sobě stojí silnější a slabší konkurent. Výrazně asymetrická konkurence je častá mezi domácimi a zavlečenými druhy. Příkladem zavlečeného druhu může být ambrozie peřenolistá, která patří mezi konkurenčně silné rostliny (Doležalová, 2015).

Mezi hlavní vlastnosti rostlin, které ovlivňují výsledek konkurence, patří: rychlé klíčení a počáteční růst, délka vegetačního období, výška rostliny, způsob reprodukce, růst a aktivita kořenového systému a schopnost adaptace na nepříznivé podmínky. Z toho vyplývá, že rostliny, které rychle obsazují nadzemní i podzemní prostor a produkčně výkonnější rostliny se konkurenčně velmi dobře uplatňují (Mikulka, 1999).

V posledním desetiletí jsou kompetiční vztahy plodin a plevelů pečlivě zkoumány, neboť právě plevel, kde celá řada druhů je silně konkurenčních, ovlivňují optimální výnosy plodin (Mikulka, 1999).

Mezi další neméně důležité vztahy mezi rostlinami patří rostlinná **alelopatie**.

Alelopatie (též amenzalismus či antagonismus) je definována jako biochemická interakce mezi různými rostlinnými druhy (včetně půdních mikroorganismů). Jedná se tedy o biologický termín označující vztah mezi dvěma či více organismy, z nichž jeden organismus negativně ovlivňuje druhý svými chemickými látkami, které uvolňuje do prostředí (Chon *et. al.*, 2003).

Ve většině případů se alelopatické působení projevuje inhibičně. Pouze v některých případech byl zaznamenán stimulační účinek. Jejím výrazným rysem je především účast tzv. alelopatik, chemických látek, které fungují především jako přenašeče informací. Alelopatii můžeme chápat jako případ silně asymetrické mezidruhové konkurence.

Alelopatické účinky jsou mimořádně významné pro vzájemné vztahy mezi rostlinnými druhy jak v přirozených ekosystémech, tak i v agrosystémech (Klejdus a Kubáň, 1999).

Vliv alelopatie se projevuje jednak zpomalením až inhibicí klíčení semen ostatních druhů plevelů nebo zpomalením až zastavením růstu a vývoje již vyklíčených rostlin. U některých druhů rostlin byl zjištěn autoinhibiční účinek, prostřednictvím kterého dochází k zabránění vyklíčení vlastních semen v dosahu matečné rostliny. Těmito

mechanizmy si druh s alelopatickými vlastnostmi zajišťuje, obrazně řečeno, místo pro svou existenci (Mikulka, 1999).

V přírodě jsou podmínky poněkud složitější, neboť některé chemické inhibitory mohou být v půdě inaktivovány adsorpcí na půdní koloidy (Mikulka, 1999).

U vyšších rostlin byla alelopatie prokázána u mnoha rodů, ke kterým se řadí kulturní i plevelné druhy rostlin. Z plevelných druhů byla alelopatie zjištěna např. u ambrozie peřenolisté a merlíku bílého (Mikulka, 1999).

V současné době se do popředí dostává diskuze, jak plevele ovlivňují příslušnou plodinu. Ve smíšených kulturách plodin a plevelů působí několik mechanismů současně a těžko lze rozlišit, do jaké míry se mezi populacemi uplatňuje kompetice a na kolik působí alelopatická inhibice. Vlivem alelopatie dochází ke změnám v dominanci druhů plevelů nebo k jejich vymizení. Snahou současného výzkumu je objasnit alelopatické vlivy rostlin, minimalizovat negativní účinky alelopatie na růst kulturních plodin a jejich výnos (Mikulka, 1999).

Alelopatii studují mnohé vědní disciplíny, jako botanika, chemie, biochemie, mikrobiologie, fytopatologie, fyziologie, entomologie, ekologie, agronomie, půdoznalství, lesnictví a zahradnictví. V současné době stoupá zájem o výzkum alelopatie v celé řadě vědních disciplín také proto, že alelopatické látky by mohly být potenciálně využity jako přirozené herbicidy, insekticidy a eventuálně i jako růstové regulátory (Klejdus a Kubáň, 1999).

Šlechtěním lze rovněž vypěstovat rostliny, které produkují vyšší či nižší koncentrace látek alelopatického charakteru ovlivňujících jejich odolnost vůči chorobám či plevelům, rostliny s vysokou produkcí lehce těkavých alelochemikálií působících proti hmyzím škůdcům atp. (Klejdus a Kubáň, 1999).

## **2.10 Alelopatické látky**

Některé rostliny (v našem případě ambrozie peřenolistá) vylučují alelochemikálie, které jak již bylo řečeno, v počátečních stádiích vývoje retardují klíčení semen nebo vývoj jiných rostlin ve svém blízkém okolí. Tak si pro sebe zabezpečují dostatek energie a živin (Klejdus a Kubáň, 1999).

Účinky jednotlivých alelochemikálií jsou velmi různorodé. Působení rozdílných látek stejné chemické povahy se mohou u jedné rostliny lišit podobně jako účinky jedné látky u různých rostlin. Naopak mohou být vnější projevy působení různých látek u jedné nebo i více rostlin podobné či shodné. Všechny alelochemikálie však v určitém rozmezí koncentrací fyziologicky ovlivňují (stimulují nebo inhibují) růst a vývin rostlin. Celá řada z nich má vliv na klíčení, jiné způsobují depresi transpirace rostlin nebo inhibují fosforylační mechanismus. Jiné depolarizují membránový potenciál buňky, mění strukturu a vlastnosti membrán a tím příjem živin. Některé zasahují do buněčného dělení nebo enzymatických procesů, snižují mitotickou aktivitu a ovlivňují respiraci (Klejdus a Kubáň, 1999).

Za alelochemikálie jsou považovány mnohé sekundární metabolity, jako jsou fenoly, flavony, isoflavony, alkaloidy, saponiny, fytoalexiny, fytosteroly, terpeny, polyacetyleny, mastné kyseliny a další sloučeniny, které jsou vylučovány do prostředí (Klejdus a Kubáň, 1999).

Tyto chemické látky jsou produkovány v různých orgánech s různou intenzitou (jak v prostoru, tak i v čase) a mohou být kumulovány v různých rostlinných částech. Alelochemikálie jsou pak uvolňovány do prostředí z nadzemních částí rostlin, kořenovými exudáty, dekompozicí zbytků rostlinné biomasy, mikrobiální aktivitou (bakteriemi, houbami a aktinomycetami) a agronomickými zásahy (Klejdus a Kubáň, 1999).

V ambrozii peřenolisté byl prokázán výskyt seskviterpenů a fenolických sloučenin. Seskviterpeny se nacházejí převážně v nadzemní části ambrozie (v listech, květech, plodech). První zpráva o izolaci seskviterpenů z nadzemních částí ambrozie se datuje roku 1993 (Lu *et al.*, 1993). Fenolické kyseliny se v ambrozii peřenolisté vyskytují převážně v kořenové soustavě. Podrobnější popis fenolických sloučenin obsažených v ambrozii je popsán v kapitole viz níže (2.11.1). Mezi fytotoxické látky, které byly ve vodorozpustné frakci kořenových exudátů *Ambrosia artemisiifolia* L. zjištěny v nejvyšších koncentracích patří kyselina skořicová a kyselina 3-hydroxybenzoová.

## **2.11 Sekundární metabolity**

Sekundární metabolity stejně jako primární metabolity mohou hrát velmi významnou roli pro produkující organismus. Mají několik rozličných biologických funkcí – mohou

sloužit jako přenašeče informací (hormony, transmitery), efektory jiných organismů (barviva, vůně, atraktanty, antibiotika, insekticidy, toxiny), faktory pro využívání ekologických situací (chelatační činidla, antibiotika, inhibitory antibiotické aktivity) a také jako skladovací formy odpadních produktů primárního metabolismu (Vodrážka, 1996).

Sekundární metabolity rostlin sloužící pro komunikaci a k obraně mohou být, společně s dalšími nízkomolekulárními látkami, vylučovány ve formě rostlinných exudátů pomocí kořenů do okolní rhizosféry (Bais *et al.*, 2006). Jako součást exudátů byly identifikovány fytoalexiny, které slouží k ochraně rostlin před stresem, fyto siderofory využívané k získání esenciálních živin a fytoanticipiny sloužící jako antimikrobiální látky. Zastoupení jednotlivých látek v exudátech se liší podle druhu rostliny (Singer *et al.*, 2004).

Exudáty se také podílejí na utváření vzájemných vztahů mezi různými organismy. Rostliny ovlivňují složením svých exudátů chemické vlastnosti okolní půdy, čímž mění probíhající chemické reakce a složení bakteriálních společenstev. Společně s produkcí fytotoxinů a jejich vylučováním do rhizosféry mohou exudáty sloužit jako jeden z prostředků mezidruhové konkurence. Látky obsažené v exudátech mohou ale také sloužit ke komunikaci a napomáhat sousedním rostlinám odolávat patogenům přítomným v prostředí (Bais *et al.*, 2006).

Veškeré tyto vztahy jsou velmi dynamické, často dochází k jejich změnám a pro jejich udržení je třeba neustálá adaptace (Musilová *et al.*, 2012).

### **2.11.1 Fenolické sloučeniny**

Rostlinné fenolické sloučeniny jsou jednou z významných skupin sekundárních metabolitů podílejících se podstatnou rolí v alelopatii (Klejdus a Kubáň, 1999). Společným strukturním znakem fenolických látek je přítomnost aromatického jádra substituovaného hydroxylovými sloučeninami (Nováček, 2008). Tyto látky vznikají šikimátovou cestou, stejně jako aromatické aminokyseliny. Tato dráha probíhá u mikroorganismů a rostlin. Centrálním metabolitem je šikimová kyselina, která vzniká kondenzací fosfoenolpyruvátu a D-erythrosa-4-fosfátu. Ze šikimové kyseliny dále vznikají aromatické aminokyseliny, benzoové kyseliny a skořicové kyseliny.

Modifikace těchto látek vedou k syntéze ligninů a lignanů, fenypropenů a kumarinů (Dewick, 2008).

Pro pochopení účinků fenolických látek a sledování interakcí v eko- a agrosystémech je nutné zohlednit faktor půdy, neboť půda je velmi složitý fyzikální, chemický a biologický systém (Inderjit *et al.*, 1995).

Jednotlivé fenolické alelochemikálie, které vstupují do půdního systému, jsou vystaveny procesům jako retence, transformace a transport. Na vstup do půdy a působení fenolických alelochemikálií mají vliv rovněž půdní charakteristiky jako je vodní režim, obsah živin, teplota, pH a obsah organické hmoty (Inderjit *et al.*, 1995).

Retenční procesy zpomalují pohyb alelochemikálií v prostředí. Fenolické sloučeniny jsou známy svou adsorpcí na minerálech v jílech a na hydroxidech železa. Návratnost těchto fenolických kyselin je různá v závislosti na typu použité půdy, půdního profilu, čase a typu funkčních skupin obsažených na aromatickém jádře fenolických sloučenin. Transformační procesy mění formy a vedou k částečné nebo kompletní degradaci (Klejdus a Kubáň, 1999).

Transportní procesy determinují rychlost, jakou se pohybují fenolické alelochemikálie v půdním prostředí. Půdní proměnné jako pH, obsah živin a organické hmoty, iontoměničové a oxidační schopnosti sehrávají důležitou roli v osudu fenolů v půdě. Inderjit a Dakshini poukázali na vysoce významnou úlohu kvality půdy ve vztahu k alelopatii. Alelopatický efekt fenolických sloučenin vzrůstá v půdách chudých na živiny (Klejdus a Kubáň, 1999).

Mezi další faktory ovlivňující aktivitu fenolických sloučenin patří hustota porostu, růstová stádia, mikrobiální aspekty a stáří rostlin (Klejdus a Kubáň, 1999).

Koncentrace fenolických sloučenin v půdě je významným faktorem pro růst a diferenciaci rostlin. Bylo zjištěno, že fytotoxicita klesá se zvyšující se hustotou porostu, poněvadž při vyšší hustotě přijímá každá rostlina menší množství potencionální alelochemikálie (Klejdus a Kubáň, 1999).

#### Zástupci fenolických kyselin

Pro stručnější popis fenolických kyselin byly vybrány kyseliny, které byly pomocí laboratorních experimentů identifikovány v *Ambrosia astemisiifolia* L. (FAO, 2010).

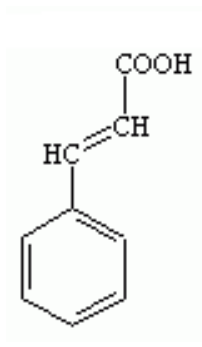
### 2.11.1.1 Kyselina skořicová

Kyselina skořicová a její deriváty (např. kyselina ferulová, kávová, kumarová) patří do skupiny fenylypropanoidů. Fenylypropanoidy tvoří významnou podskupinu přírodních aromatických látek. Jsou to sloučeniny, které obsahují na aromatickém jádře navázaný tříuhlíkatý řetězec (Wikiknihy, 2011).

Kromě kyseliny skořicové a jejích derivátů patří do této skupiny také kumariny, fenylykarboxylové kyseliny, lignany a ligniny. Tyto látky jsou syntetizovány přes šikimátovou cestu za pomoci aminokyselin fenylyalaninu a tyrosinu (Wikiknihy, 2011).

Kyselina skořicová vzniká z fenylyalaninu působením enzymu, který je schopen katalyzovat eliminaci amoniaku. Tento enzym je přítomen v rostlinných pletivech (Wikiknihy, 2011).

Kyselina skořicová a její deriváty se v rostlinách vyskytují většinou vázané na cukry, nebo jako estery kyseliny chinové. Ve velkém množství se vyskytují jako složka balzámů a živic. Vyššími rostlinami jsou také produkovány jako odpadní produkty biosyntézy stilbenových derivátů. Ty vznikají po kondenzaci fenylypropanových kyselin se třemi molekulami acetátu (Wikiknihy, 2011).

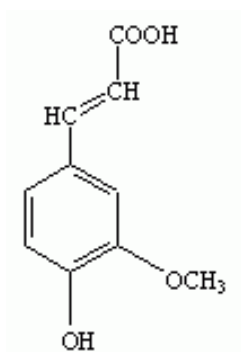


Obrázek 8: Strukturní vzorec kyseliny skořicové (Internetový zdroj 5)

### 2.11.1.2 Kyselina ferulová

Kyselina ferulová patří mezi nízkomolekulární fenolické látky. Vyskytuje se jako ester organických kyselin nebo glykosidů, vázána na polysacharidy, suberin, lignin a pektin. Ve volné formě se vyskytuje jen v malém množství (Hermann, 1992).

Kyselinu ferulovou tvoří dva geometrické isomery. Trans isomer a cis-isomer. Trans isomer je bílá krystalická látka a cis-isomer je žlutavá kapalina. Převážně se vyskytuje ve formě trans-isomeru (Schoenrock *et al.*, 1997).

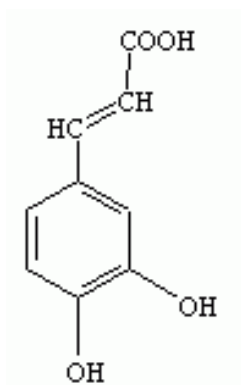


Obrázek 9: Strukturální vzorec kyseliny 4-hydroxy-3,5-dimethoxyskořicové (kyselina ferulová) (Internetový zdroj 6)

### 2.11.1.3 Kyselina kávová

Kyselina kávová je organická sloučenina, která patří mezi deriváty kyseliny skořicové. Jedná se o pevnou žlutou látku, která se skládá z fenolové a karboxylové funkční skupiny. V přírodě se vyskytuje jak volně, tak i ve formě derivátů. Nachází se ve všech rostlinách, protože je hlavní složkou v biosyntéze ligninu, který je jedním z hlavních zdrojů rostlinné biomasy (Wikipedie, 2015). Patří mezi sekundární metabolity, které plní obranou funkci.

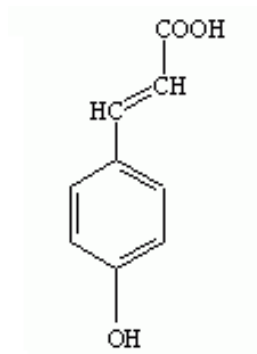
Výchozími substráty pro biosyntézu kyseliny kávové jsou aminokyseliny tryptofan, fenylalanin a tyrosin.



Obrázek 10: Strukturální vzorec kyseliny 3,4-dihydroxyskořicové (kyselina kávová) (Internetový zdroj 7)

#### 2.11.1.4 Kyselina p-kumarová

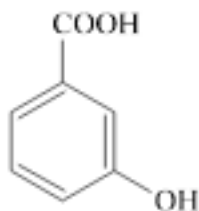
Kyselina p-kumarová patří mezi deriváty kyseliny skořicové. Nejčastěji se vyskytuje v buněčných stěnách rostlin. Je tvořena přímo z produktů metabolismu šikimové kyseliny.



Obrázek 11: Strukturální vzorec kyseliny 4-hydroxyskořicové (kyselina p-kumarová) (Internetový zdroj 8)

#### 2.11.1.5 Kyselina 3-hydroxybenzoová

Kyselina 3-hydroxybenzoová patří mezi fytotoxické látky, které inhibují růst rostlin. Jedná se o derivát kyseliny benzoové. Ve své struktuře má pouze jednu hydroxylovou skupinu (Robbins, 2003). Vyskytuje se ve všech částech rostlin. U ambrozie peřenolisté byl její výskyt laboratorně prokázán v kořenové soustavě.

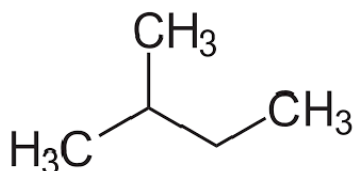


Obrázek 12: Strukturální vzorec kyseliny 3-hydroxybenzoové

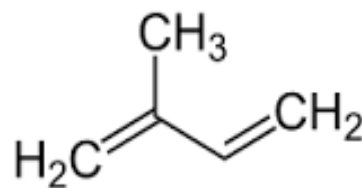
### 2.11.2 Terpeny

Další významnou skupinou sekundárních metabolitů působících v alelopatii jsou terpeny. Terpeny představují přírodní látky odvozené ze spojení jednotek isoprenu různými způsoby. Všechny terpeny se odvozují z pětiuhlíkaté jednotky (C<sub>5</sub>), což je větvený uhlíkatý skelet isopentanu. Taktéž isoprenová jednotka. Syntetizují se acetát mevalonátovou cestou (Nováček, 2008).





Obrázek 13: Strukturální vzorec isopentanu (Internetový zdroj 9)



Obrázek 14: Strukturální vzorec isoprenu (Internetový zdroj 10)

Biosyntéza vychází z isopentenyldifosfátu a dimethylallyldifosfátu. Oba prekurzory vznikají kondenzací tří jednotek acetylkoenzymu A (Klouda, 2005). Terpeny mají alifatickou nebo cyklickou strukturu. Jsou to bezkyslíkaté nebo kyslíkaté látky – alkoholy, ketony, aldehydy, étery, karbové kyseliny a oxidy. Vzhledem k tomu, že jsou stavební součástí karotenoidů, označují se také jako isoprenoidy (Nováček, 2008).

Terpeny se dělí podle počtu isoprenových jednotek na **hemiterpeny**, **monoterpeny** (spojení 2 isoprenových jednotek), **seskviterpeny** (3 isoprenových jednotek), **diterpeny** (4 isoprenové jednotky), **sesterterpeny** (5 isoprenových jednotek), **triterpeny** (6 isoprenových jednotek) a **polyterpeny** (Klouda, 2005).

Terpeny jsou přednostně obsaženy v rostlinách. Vyskytují se v květech, listech, plodech i v dalších orgánech rostlin. Slouží k odpuzování býložravců. Mnohé z nich mají významnou biologickou úlohu, jsou součástí rostlinných silic a pryskyřic (Klouda, 2005).

V ambrosii peřenolisté se nejvíce vyskytují seskviterpeny (48,8%). Mezi jejich zástupce patří mimo jiné azuleny, které jsou obsaženy v rostlinách čeledi hvězdicovitých (*Asteraceae*). Na druhém místě jsou nejvíce obsaženy monoterpenoidní látky (32,7%) (Miranda *et al.*, 2014).

Seskviterpeny, které se vyskytují v *Ambrosia artemisiifolia* L.:

- $\beta$ -bisabolen,
- $\alpha$ -guaien,
- $\alpha$ -bulnesen,
- $\beta$ -patchoulin,
- bergamoten (Fischer, 1991),
- kafr,
- borneol a borneol acetát (Wang *et al.*, 2005).

Dále byly v ambrozii peřenolisté identifikovány seskviterpenoidní laktony. Jedná se o nízkomolekulární cyklické seskviterpeny, které ve svém řetězci obsahují laktonový kruh. Tyto látky ovlivňují buněčné dělení a enzymatické procesy, snižují mitotickou aktivitu a zasahují do aktivity mikrotubulů (Sturgeon *et al.*, 2005).

Seskviterpenoidní laktony, které se vyskytují v *Ambrosia artemisiifolia* L.:

- paulitin
- isopaulitin,
- cumanin,
- peruvín,
- dihydrocumanin,
- 3a-hydroxy-11a/H,13-dihydrodamsin,
- 3a-acetoxy-11a/H,13- dihydrodamsin (Błoszyk *et al.*, 1992).

### 3 METODIKA

Tato část diplomové práce se zabývá monitoringem ambrozie peřenolisté v okolí Brna, kultivačními pokusy ve skleníku a klimaboxu a vlivem extraktů z ambrozie peřenolisté na růst a klíčivost vybraných druhů rostlin.

U kultivačních pokusů ve skleníku byla zkoumána u doprovodných rostlin výška rostliny, počet listů (popř. odnoží) a listová plocha. U kultivačního pokusu v klimaboxu byl zkoumán vliv extraktů na růst pšenice seté (jarní formy), jetele lučního a štírovníku růžkatého. U těchto rostlin byla zkoumána také výška rostliny, počet listů (popř. odnoží) a listová plocha. Nakonec byl zkoumán vliv extraktu z nadzemní a kořenové části ambrozie peřenolisté na klíčivost vybraných druhů rostlin.

#### 3.1 Monitoring invazních rostlin

Invazními rostlinami se rozumějí druhy zařazené do přílohy č. 8 k vyhlášce č. 215/2008 Sb., o opatřeních proti zavlékání a rozšiřování škodlivých organismů rostlin a rostlinných produktů (Sojneková, 2012).

Jsou to invazní škodlivé organismy, které podléhají monitoringu a průzkumu podle § 10 odst. 1 zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. Z důvodů možnosti posouzení případného rizika v podmínkách ČR sleduje SRS<sup>1</sup> souběžně s druhy uvedenými v příloze č. 8 vyhlášky i některé další druhy, které vykazují charakteristiky invazních rostlin. Nově se tedy, nad rámec vyhlášky, rovněž monitoruje výskyt ambrozie peřenolisté (*Ambrosia artemisiifolia* L.) (Sojneková, 2012).

Uvedený druh je rizikový škodlivý organismus, který způsobuje problémy a škody v zemědělství, na životním prostředí a ohrožuje zdraví lidí (vysoce alergenní pyl) (Sojneková, 2012).

#### Metodika

Terénní pozorování:

1. Výběr lokality:

---

<sup>1</sup> Státní rostlinolékařská správa

Průzkum se provádí na exponovaných místech (lodní přístavy, překladiště, nádraží, dopravní komunikace a jejich okolí) a na ekologicky vyhovujících lokalitách. Doporučená nejvhodnější doba průzkumu jednotlivých druhů je uvedena v tabulce 1 (Sojneková, 2012).

**Tabulka 1: Doporučená nejvhodnější doba průzkumu jednotlivých druhů. V tabulce je vyznačena pomocí šedých polí, zatímco doba kvetení je vyznačena • (Sojneková, 2012)**

Měsíc	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
<b>Terestrické druhy</b>									
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> (ambrosie peřenolistá)						•	•	•	
<i>Asclepias syriaca</i> (klejicha hedvábná)				•	•				
<i>Heracleum mantegazzianum</i> (bolševník velkolepý)				•	•	•	•		
<i>Heracleum persicum</i> (bolševník perský)				•	•	•	•		
<i>Heracleum sosnowskyi</i> (bolševník Sosnowského)				•	•	•	•		
<i>Lysichiton americanus</i> (lysichiton americký)		•	•						
<i>Pueraria lobata</i> (puerarie Thunbergova)				•	•	•	•		
<i>Senecio inaequidens</i> (starček úzkolistý)				•	•	•	•		
<i>Sicyos angulatus</i> (libenka hranatá)					•	•	•		
<i>Solanum elaeagnifolium</i> (lilek hlošinolistý)			•	•	•	•			

## 2. Rozsah průzkumů a postup při zjištění výskytu invazních rostlin

V předpokládaných oblastech výskytu je nutné provádět minimálně 1 průzkum ročně na okres. V případě potvrzení výskytu nového planě rostoucího invazního druhu rostliny pro Českou republiku, OBO<sup>2</sup> neprodleně informuje OOŠO<sup>3</sup> (Sojneková, 2012).

OOŠO ve spolupráci s OBO vyhodnotí míru rizika šíření invazní rostliny (§ 10 odst. 2 zákona). Dále se postupuje podle MP SRS A/OOŠO/7/2010 „Postup SRS při zjištění výskytu škodlivých organismů nových pro území ČR“. Tedy vedoucí SOŠO<sup>4</sup> po schválení předá vyhodnocení míry rizika vedoucímu SÚÚ<sup>5</sup>, který na základě jeho výsledku v dohodě s vedoucím SOŠO stanoví další postup (Sojneková, 2012).

## 3. Odběr vzorků

Při výskytu nebo podezření na výskyt některé z uvedených rostlin se provede přibližný odhad počtu kusů této rostliny. Při rozsáhlejším výskytu se odhadne celková plocha v

<sup>2</sup> Oblastní obor (pracovníci, kteří provádějí terénní monitoring)

<sup>3</sup> Oddělení ochrany proti škodlivým organismům

<sup>4</sup> Sekce ochrany proti škodlivým organismům

<sup>5</sup> Sekce územních útvarů

ha. Odhad se provádí pouze na místech nálezů, ne v celé zóně průzkumu (Sojneková, 2012).

Cílený monitoring ambrozie peřenolisté byl započat v roce 2013 a skončil koncem roku 2014. Byly monitorovány lokality v oblasti Brno-střed a Brno-venkov.

## **3.2 Vliv alelopatických látek *Ambrosia artemisiifolia* L. na vybrané druhy rostlin**

### **3.2.1 Rostlinný materiál**

Bylo použito sedm doprovodných rostlin, na kterých byl zkoumán alelopatický vliv ambrozie peřenolisté.

Mezi tyto doprovodné rostliny patří: **pšenice setá (jarní forma)**, jako zástupce nejpěstovanější kulturní plodiny, **jetel luční**, **štírovník růžkatý**, **bojínek luční**, **kostrava červená** a **ovsík vyvýšený**, jako zástupci pícnin a **jitrocel kopinatý**, jako běžně se vyskytující plevelný druh.

Nažky ambrozie peřenolisté pro kultivační pokusy byly získány v roce 2013 z rostlin, které byly nalezeny v místě železniční stanice Brno-Židenice. Na tvorbu extraktů byla ambrozie předpěstována v klimaboxu, kde byla přihnojována Kristalonem plod a květ (AGRO CS).

#### Charakteristika doprovodných rostlin pro kultivační pokusy:

- Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.)

Jedná se o jarní formu pšenice seté. Označení genového zdroje UC66049. Pšenice má modrý aleuron. Držitelem kolekce je Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. v Praze Ruzyni.

- Jetel luční (*Trifolium pratense* L.) – odrůda Suez

Odrůda Suez byla vyšlechtěna a je udržována firmou AGROGEN, spol. s r.o., Troubsko na šlechtitelské stanici Slavice. Suez je diploidní, raná až středně raná odrůda, středně odolná proti poléhání. Rostliny jsou středně vysoké, lodyha tenká až středně silná, listy středně dlouhé a středně široké až široké. Rychlost počátečního růstu a rychlost obrůstání po sečích je střední (Kulovaná, 2001).

Odrůda je středně odolná proti napadení rakovinou jetele, spálou jetele lučního a listovými skvrnitostmi, středně odolná proti napadení patogeny způsobujícími odumírání kořenů, méně odolná proti napadení padlím rdesnovým. Výnos zelené hmoty v prvním a druhém užitkovém roce je vysoký. Odrůda je vytrvalá do druhého užitkového roku, je vhodná pro klasické osevní postupy i jako komponent pro krátkodobé jetelotravní, především luční porosty (Kulovaná, 2001).

- Štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus* L.) – odrůda Bull

Jedná se o kanadskou odrůdu s vysokým výnosem. Je vysoce odolná proti zhutnění půdy. Byla vyšlechtěna na Univerzitě Guelph v Kanadě.

- Bojínek luční (*Phleum pratense* L.) – odrůda Kaba

Jedná se o polskou odrůdu, která je charakteristická vysokým výnosem zelené i suché hmoty s velmi dobrou chutností a stravitelností. Dobře se prosazuje ve směsích, rychle obrůstá a je velmi odolná k vyzimování.

- Kostřava červená (*Festuca rubra* L.) – odrůda Zulu (původně Valaška)

Jedná se o velmi ranou odrůdu s velmi časným začátkem jarního růstu a časnou produkcí zelené hmoty. Je výrazně ranější než ostatní povolené odrůdy. Obrůstání po sečích v letních měsících je střední až slabší. Odolnosti proti chorobám střední, vytrvalost dobrá. Pícninářské výnosy jsou střední až nižší. Je vhodným komponentem směsí pro víceleté až vytrvalé pastevní porosty, které na jaře umožňují až o 14 dní časnější zahájení první pastvy.

- Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* L.) – odrůda Rožnovský

Jedná se o středně pozdní odrůdu. Obrůstání po sečích je střední, nesnáší sešlapávání. Odolnost vůči chorobám je také střední. Drsné podmínky nesnáší, je vhodná pro sušší stanoviště. Výnos zelené hmoty je vysoký, kvalita píce dobrá. Výnos semen je velmi dobrý. Uplatňuje se v jetelotravních směsích pro víceleté i krátkodobé produkční luční porosty.

- Jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata* L.)

Jitrocel kopinatý je jednou z nejznámějších u nás rostoucích rostlin. Roste hojně v travnatých porostech, na loukách, mezích, úhorech, ruderálních místech, podél

komunikací, občas jako plevel na polích. Kvete od května do října. Je známý jako léčivá bylina (Květena ČR, 2015).

### 3.2.2 Vliv ambrozie peřenolisté na růst vybraných druhů rostlin ve skleníku

Alelopatický vliv ambrozie peřenolisté ve skleníku byl zkoumán na těchto doprovodných rostlinách: pšenice setá (jarní forma), štírovník růžkatý, ovsík vyvýšený, bojíněk luční, kostřava červená a jitrocel kopinatý.

Pšenice setá byla spolu s ambrozií vyseta zvlášť v hydroponické kultuře (Agroperlit), kvůli eliminaci možné konkurence mezi rostlinami. Agroperlit byl použit jako podpůrný prostředek k urychlení rozvoje a růstu kořenového systému sledovaných rostlin. Jako substrát pro ostatní doprovodné rostliny byla použita půda s kyselým pH (5,4), která byla získána z okolí Vatiná.

Kultivační pokus byl založen ve skleníku s přirozeným osvětlením, kde byla udržována stálá teplota kolem 20-25°C. Skleník byl vybaven automatickým zastiňováním a větráním.

#### Postup kultivačního pokusu s pšenicí setou:

Pšenice setá byla spolu s ambrozií peřenolistou vyseta do 4 truhlíků, v nichž byla pěstována v hydroponické kultuře (Agroperlit). Do dalších 4 truhlíků byla vyseta pouze pšenice jako kontrola. Rostliny byly zalévány Richterovým živným roztokem (Richter, 1926) jedenkrát týdně o objemu 500 ml. Pokus byl založen na 7 týdnů, kdy po každém týdnu byla pořízena fotografická dokumentace. Z fotografické dokumentace byla stanovena výška rostliny a počet odnoží.



Obrázek 15: Pšenice setá (kontrola)

### Postup kultivačního pokusu ostatních doprovodných rostlin ve skleníku:

Bylo oseto 50 květináčů s doprovodnými rostlinami mezi, které patří: štírovník růžkatý, jitrocel kopinatý, ovsík vyvýšený, kostřava červená a bojínek luční.

Každá doprovodná rostlina byla vyseta do 5 květináčů spolu s ambrozií a do 5 květináčů bez ambrozie jako kontrola. Pokus byl založen na 8 týdnů. Každý týden byla pořízena fotografická dokumentace, ze které byla stanovena výška rostliny, počet listů a listová plocha. Všechny květináče byly pravidelně zalévány.



Obrázek 16: Štírovník růžkatý spolu s ambrozií



Obrázek 17: Štírovník růžkatý s ambrozií (pohled shora)

Listová plocha rostlin byla počítána pomocí počítačového programu ImageJ, který je volně dostupný na internetu (Internetový zdroj 11). Fotografická dokumentace u všech kultivačních pokusů byla pořízena pomocí fotoaparátu Fujifilm X20.



Obrázek 18: Stanovení listové plochy pomocí programu ImageJ



### 3.2.3 Vliv extraktů z ambrozie na růst a klíčení vybraných druhů rostlin

#### 3.2.3.1 Tvorba extraktů

##### Vodný extrakt

##### a) z nadzemních částí ambrozie

Nadzemní část ambrozie byla zvážena, nastříhána na 1 cm velké kousky a následně byla zhomogenizována za pomoci mořského písku v třecí misce. Vzniklá směs byla extrahována destilovanou vodou a nakonec doplněna na požadovaný objem. Bylo použito 5g rostlinné hmoty na 100 ml destilované vody, aby byl získán 5% extrakt z nadzemní části ambrozie. Roztok byl dále 15-20 minut třepán na třepačce PSU-10i od firmy BioSan. Následně byl filtrován přes hrubé síto (Uhelon – síto z polyamidových vláken, použitá velikost ok 48  $\mu\text{m}$ , SILK & PROGRESS s.r.o., ČR) a nakonec přes filtrační papír MUNKTELL FILTRAK No. 389. Získaný roztok byl zcentrifugován 15 minut při 5000  $\text{ot}\cdot\text{min}^{-1}$  (Brückner *et al.*, 2003) na centrifuze MR 22i (Jouan), aby byl získán čirý roztok pro kultivační pokusy a testy klíčivosti.

##### b) z kořenových částí ambrozie

Kořeny byly odděleny od nadzemní části rostliny a opatrně byl rozplaven kořenový bal. Po důkladném osušení byly kořeny zváženy, nastříhány na malé části a zhomogenizovány v třecí misce za pomoci mořského písku. Vzniklá směs byla extrahována destilovanou vodou a doplněna na požadovaný objem. Bylo použito 5g kořenové soustavy na 100 ml destilované vody, aby byl získán 5% extrakt z kořenových částí ambrozie. Roztok byl 15-20 minut třepán na třepačce a potom filtrován přes Uhelon a přes filtrační papír. Nakonec byl roztok zcentrifugován 15 minut při 5000  $\text{ot}\cdot\text{min}^{-1}$  (Brückner *et al.*, 2003) na centrifuze, aby byl získán čirý roztok pro kultivační pokusy a testy klíčivosti.

##### Etanolvý extrakt

##### a) z nadzemních částí ambrozie

Nadzemní část ambrozie byla zvážena, nastříhána na 1 cm velké kousky a následně byla zhomogenizována za pomoci mořského písku v třecí misce. Vzniklá směs byla extrahována absolutním etanolem od firmy PENTA chemicals a nakonec doplněna na

požadovaný objem. Bylo použito 10g rostlinné hmoty na 100 ml etanolu, aby byl získán 10% etanolový extrakt z nadzemní části ambrozie. Roztok byl 15-20 minut třepán na třepačce. Následně byl filtrován přes Uhelon a přes filtrační papír. Získaný roztok byl zcentrifugován 15 minut při 5000 ot.min<sup>-1</sup> (Brückner *et al.*, 2003) na centrifuze, aby byl získán čirý roztok pro testy klíčivosti.

b) z kořenových částí ambrozie

Kořeny byly odděleny od nadzemní části rostliny a opatrně byl odstraněn kořenový bal. Po důkladném osušení byly kořeny zváženy, nastříhány na malé části a zhomogenizovány v třecí misce za pomoci mořského písku. Vzniklá směs byla extrahována absolutním etanolem a doplněna na požadovaný objem. Bylo použito 10g kořenové soustavy na 100 ml etanolu, aby byl získán 10% etanolový extrakt z kořenových částí ambrozie. Roztok byl 15-20 minut třepán na třepačce a potom filtrován přes Uhelon a přes filtrační papír. Nakonec byl roztok zcentrifugován 15 minut při 5000 ot.min<sup>-1</sup> (Brückner *et al.*, 2003) na centrifuze, aby byl získán čirý roztok pro testy klíčivosti.

### 3.2.3.2 Vliv extraktů na růst vybraných druhů rostlin v klimaboxu

Alelopatický vliv ambrozie peřenolisté v klimaboxu byl zkoumán na těchto testovaných rostlinách: pšenice setá (jarní forma), štírovník růžkatý a jetel luční.

Jelikož byl kultivační pokus založen v zimním období, byl realizován v řízených podmínkách klimaboxu při teplotě 18/20°C a fotoperiodě 16/8 hod. Klimabox patří do vlastnictví Ústavu molekulární biologie a radiobiologie Mendelovy univerzity v Brně.

Intenzita světla naměřená 1 m pod osvětlením je 20 000 luxů, což odpovídá úrovni parapetů v intenzitě cca. 150 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. Použité osvětlení: vysokotlaká sodíková výbojka Osram Plantastar E40, 250 W – 6 ks, zářivky Biolux 58 W/965 – 6 ks., Lumilux 58 W/865 – 12 ks. a Fluora 58 W/77 – 3 ks.

Jako půdní substrát při kultivačních pokusech byl použit zahradnický substrát s aktivním humusem (Agro).



**Obrázek 19: Testované druhy rostlin v klimaboxu**

Postup kultivačního pokusu v klimaboxu:

Bylo oseto celkem 90 květináčů, kde každý druh byl zastoupen třiceti květináči. Vždy prvních deset květináčů od každého druhu bylo zaléváno extraktem z nadzemních částí ambrozie. Dalších deset květináčů bylo zaléváno kořenovým extraktem z ambrozie a posledních deset květináčů od každého druhu byla kontrola. Kontrola byla zalévána destilovanou vodou. Extrakty a destilovaná voda pro zalévání byly použity v objemu 35 ml. Pokus byl založen na 4 týdny. Každý týden byla pořízena fotografická dokumentace, ze které byla hodnocena výška rostliny, počet listů (popř. odnoží) a listová plocha. Listová plocha byla stanovena pomocí počítačového programu ImageJ. Fotografická dokumentace byla pořízena pomocí fotoaparátu Fujifilm X20.



**Obrázek 20: Štírovník růžkatý**



**Obrázek 21: Štírovník růžkatý (pohled shora)**

### 3.2.3.3 Stanovení sušiny testovaných rostlin v klimaboxu

Po ukončení experimentu byla stanovena sušina u testovaných rostlin, které byly využity při kultivačním pokusu v klimaboxu.

#### Postup:

Všechny druhy testovaných rostlin byly rozděleny na nadzemní a kořenovou část. Kořenová soustava a nadzemní části rostlin byly vloženy do hliníkových misek s víčky. Misky byly vloženy do sušárny HS 122A (CHIRANA Brno), kde byl jejich obsah sušen při teplotě 105°C do konstantní hmotnosti. Po vysušení byly kořeny a nadzemní části rostlin zváženy na analytických vahách (KERN 870) a hodnoty byly zapsány do tabulky. Z výsledných hodnot byl stanoven aritmetický průměr, směrodatná odchylka a střední chyba. Tyto parametry byly stanoveny pro všechny varianty (pro extrakt nadzemních částí, kořenový extrakt i kontrolu) u všech testovaných rostlin.

### 3.2.3.4 Vliv extraktů na klíčení semen/plodů vybraných druhů rostlin

Klíčivost a procento klíčivosti bylo stanoveno u těchto rostlin: pšenice setá, štírovník růžkatý, bojínek luční, jetel luční a jitrocel kopinatý.

Klíčivost osiva stanovená laboratorní zkouškou je schopnost semen poskytnout v optimálních podmínkách za stanovenou dobu maximální počet normálně vyvinutých klíčících rostlin, u nichž je předpoklad, že se za příznivých podmínek v půdě vyvinou v normální rostliny (Ministerstvo zemědělství, 2004).

Procento klíčivosti bylo uvedeno ve výsledku rozboru jako početní podíl semen, která ve stanovených podmínkách a ve stanovené době vytvořila normální klíčící rostlinu (Ministerstvo zemědělství, 2004).

Klíčivost semen závisí na vnitřních a vnějších podmínkách, jako je vlhkost, množství kyslíku, teplota, světlo a voda (Procházka *et al.*, 1998).

Před založením klíčivosti byla všechna semena ponořena na 15-20 min do fungicidu Rovral Aquaflo (AgroBio Opava) o koncentraci 0,4%, aby se předešlo rozvoji plísní.

Postup při stanovení klíčivosti pomocí **vodného extraktu** z nadzemních a kořenových částí ambrozie peřenolisté:

Na dvojitý filtrační papír v petriho misce bylo rozloženo 2x 100 semen testované rostliny. Do petriho misky bylo přidáno 10 ml 5% vodného extraktu (z nadzemních nebo kořenových částí) ambrozie. Semena byla rozmístěna tak, aby se vzájemně nedotýkala a nepřekážela si při klíčení a aby nedocházelo ke vzájemnému proplétání kořenů klíčících rostlin.

Kontrola:

Pro kontrolu byl založen stejný počet semen (2x 100) a bylo přidáno do každé petriho misky 10 ml destilované vody.

Pokus byl založen na 3 až 5 dní, z důvodů různé doby klíčení testovaných rostlin. Nakonec byla ve stanovených časových intervalech spočítána vyklíčená semena a byla stanovena procentuální klíčivost. Klíčivost byla stanovena při teplotě 20-22°C v podmínkách laboratoře.

Postup při stanovení klíčivosti pomocí **etanolového extraktu** z nadzemních a kořenových částí ambrozie peřenolisté:

Do petriho misek s dvojitým filtračním papírem bylo přidáno 5 ml 10% etanolového extraktu (z nadzemních nebo kořenových částí) ambrozie. Po odpaření etanolu bylo přidáno 10 ml destilované vody. Tím byl získán roztok odpovídající 5% extraktu z rostlinného materiálu. Na takto připravené petriho misky bylo rozloženo 2x 100 semen testované rostliny. Semena byla rozmístěna tak, aby se vzájemně nedotýkala a nebránila si při klíčení.

Kontrola:

Do petriho misek s dvojitým filtračním papírem bylo přidáno 5 ml čistého etanolu. Po jeho odpaření bylo přidáno 10 ml destilované vody. Na takto připravené petriho misky bylo rozloženo 2x 100 semen testované rostliny.

Pokus byl založen na 3-5 dní, z důvodů různé doby klíčení testovaných rostlin. Nakonec byla ve stanovených časových intervalech spočítána vyklíčená semena ve

všech miskách a byla stanovena procentuální klíčivost. Klíčivost byla stanovena při teplotě 20-22°C v podmínkách laboratoře.



Obrázek 22: Detail pšenice seté pod lupou (kontrola)



Obrázek 23: Detail pšenice seté pod lupou (ovlivněná extraktem z nadzemních částí ambrozie)

Obrázky obilky pšenice seté byly získány lupou SZH 10 Olympus (zvětšení 10x), za pomoci fotoaparátu Olympus E450.

### 3.2.4 Statistické vyhodnocení dat

Statistické vyhodnocení dat v kapitole Výsledky bylo provedeno pomocí programu Microsoft Office Excel 2010. U všech naměřených hodnot kultivačních pokusů byl stanoven aritmetický průměr  $\bar{X}$ , směrodatná odchylka  $S_x$ , střední chyba a průkaznost rozdílů byla testována pomocí T-testu. Do výsledných grafů byl rozdíl T-testu vyznačen \* jako statisticky průkazný nebo \*\* jako statisticky vysoce průkazný.

## 4 VÝSLEDKY

Pro sestavení grafů jednotlivých kultivačních pokusů byly použity aritmetické průměry získaných hodnot. Tabulky kultivačních pokusů se zdrojovými daty pro sestavení grafů jsou uvedeny v příloze 1.

### 4.1 Monitoring ambrozie peřenolisté

Stanoviště výskytu:

#### 1. Vlakové nádraží, Brno – Židenice

- mezikolejní prostor železniční trati v úseku Brno Židenice
- nalezeno 14 rostlin

GPS souřadnice: 49° 12' 11.7178707" N

16° 38' 8.2158995" E



Obrázek 24: Ambrozie peřenolistá v kolejišti



Obrázek 25: Detail ambrozie peřenolisté

#### 2. Brno Trnitá, staré vlakové depo

- mezikolejní prostor železniční trati (dnes už nepoužívaná, bývalé vlakové depo)
- nalezena na dvou místech
- na první GPS souřadnici bylo nalezeno cca 15 rostlin
- na druhé GPS souřadnici bylo nalezeno cca 8 rostlin

GPS souřadnice: 49° 10' 56.2107122" N

16° 36' 54.183712" E

GPS souřadnice: 49° 10' 48.6234225" N

16° 36' 51.1903667" E

#### 3. Brno, Olympia u dálnice (břeh řeky Svratky)

- odpad a rumišťe na pravém břehu Svratky u Olympie

- nalezeno cca 15 rostlin

GPS souřadnice: 49° 7' 51.1628311" N

16° 37' 39.262526" E

#### 4. Troubsko, u dálnice D1

- ruderální stanoviště, neupravený prostor u dálnice D1 u viaduktu, který směřuje ke kruhovému objezdu v Troubsku Veselka
- nalezeno cca 12 rostlin

GPS souřadnice: 49°10' 32.175747" N

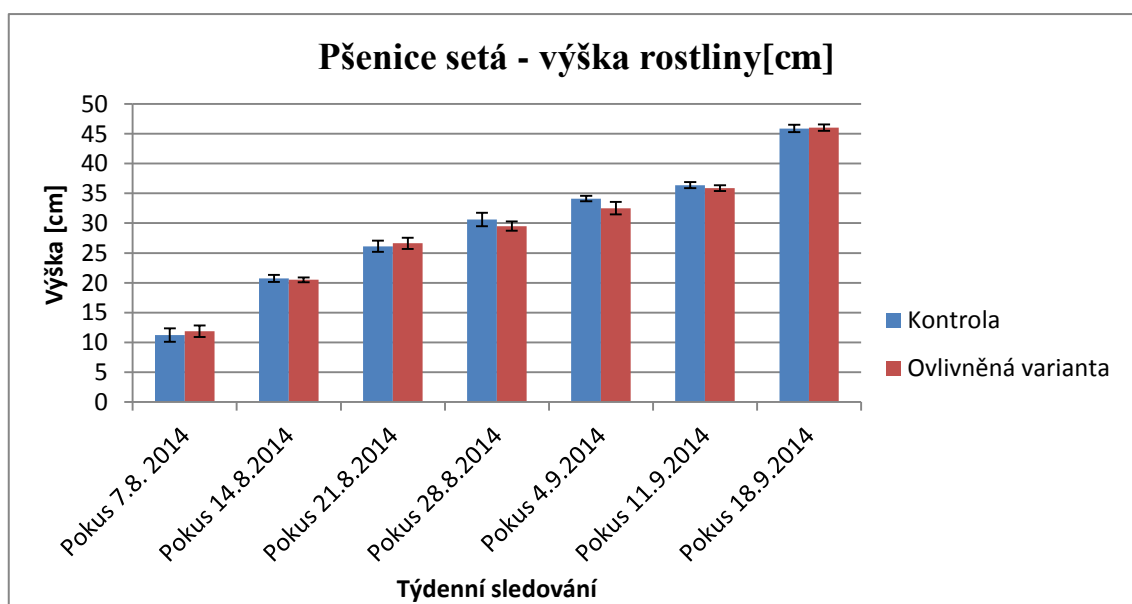
16° 30' 9.9565744" E

## 4.2 Vliv ambrozie peřenolisté na růst vybraných druhů rostlin ve skleníku

Ve skleníku probíhal kultivační pokus pšenice seté, která byla pěstována v hydroponické kultuře (perlitu) a pokus ostatních doprovodných rostlin, které byly pěstovány v květináčích s půdou.

### 4.2.1 Kultivační pokus s pšenicí setou

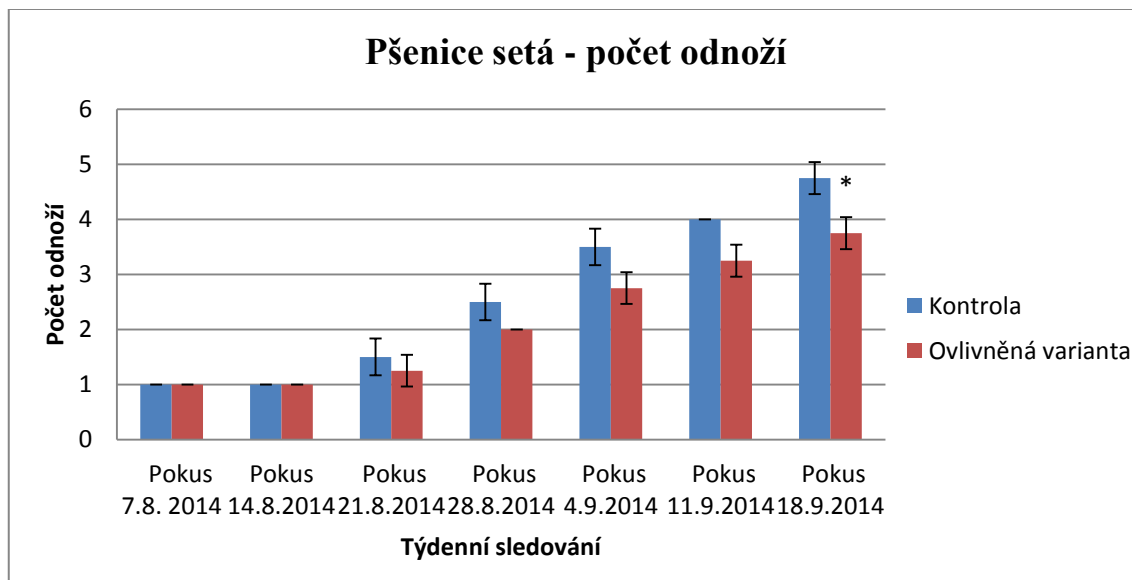
V grafu č. 1 je znázorněna výška pšenice seté. V tomto pokusu nebyl prokázán vliv ambrozie peřenolisté na růst pšenice seté. Graf uvádí v jednotlivých týdnech podobné hodnoty jak u ovlivněné varianty, tak i u kontroly. V posledním týdnu sledování byla průměrná výška pšenice seté u kontroly 45,88 cm a výška ovlivněné varianty 46 cm.



Graf 1: Pšenice setá - výška rostliny [cm]



V grafu č. 2 je znázorněn počet odnoží pšenice seté. Graf uvádí, že ambrosie peřenolistá zpomaluje tvorbu odnoží pšenice seté. V posledním týdnu sledování byl průměrný počet odnoží u kontroly pšenice seté 4,75 a u ovlivněné varianty 3,75. Naměřené rozdíly byly v posledním týdnu sledování statisticky průkazné.

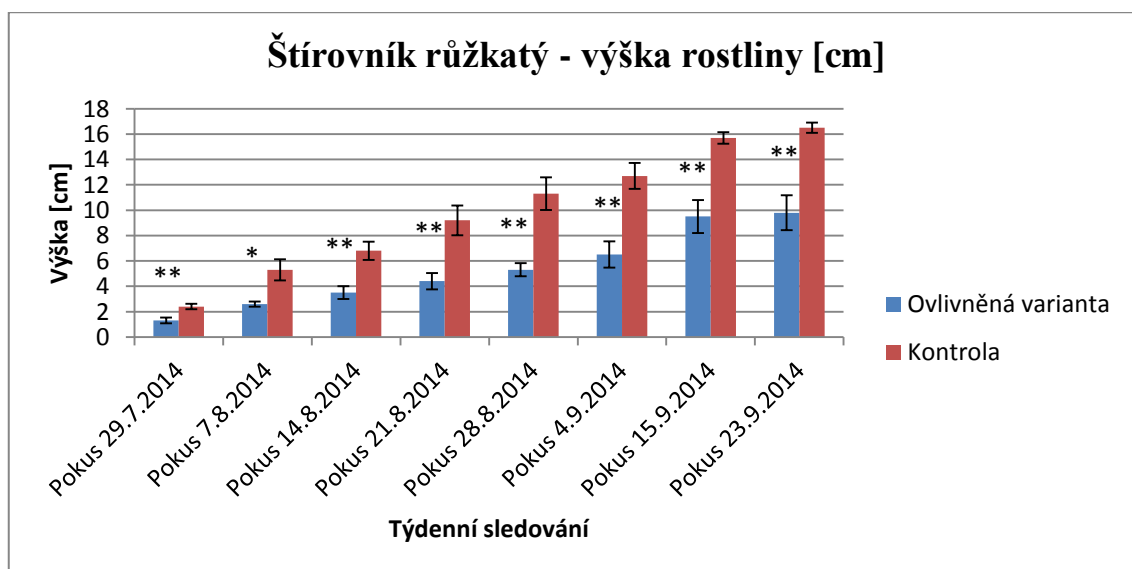


Graf 2: Pšenice setá - počet odnoží

#### 4.2.2 Kultivační pokus ostatních doprovodných rostlin

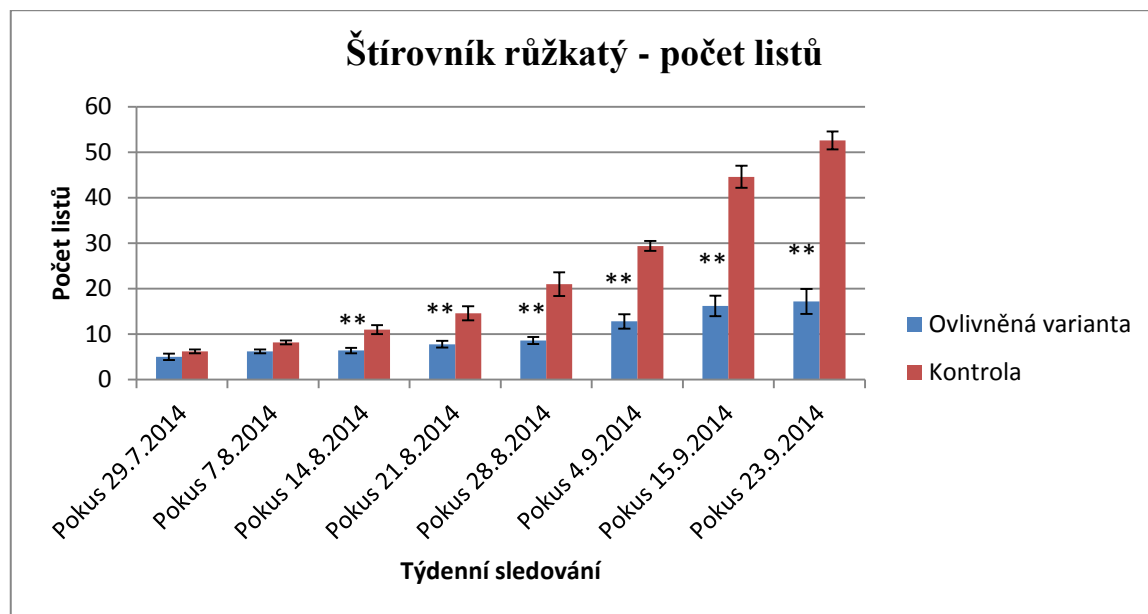
##### Štírovník růžkatý

V grafu č. 3 je znázorněna výška štírovníku růžkatého. Z grafu je zřejmé, že ambrosie peřenolistá ovlivňuje růst štírovníku růžkatého. V posledním týdnu sledování byla průměrná výška štírovníku u kontroly 16,5 cm a u ovlivněné varianty pouze 9,8 cm. Naměřené rozdíly jsou podle T-testu statisticky vysoce průkazné.



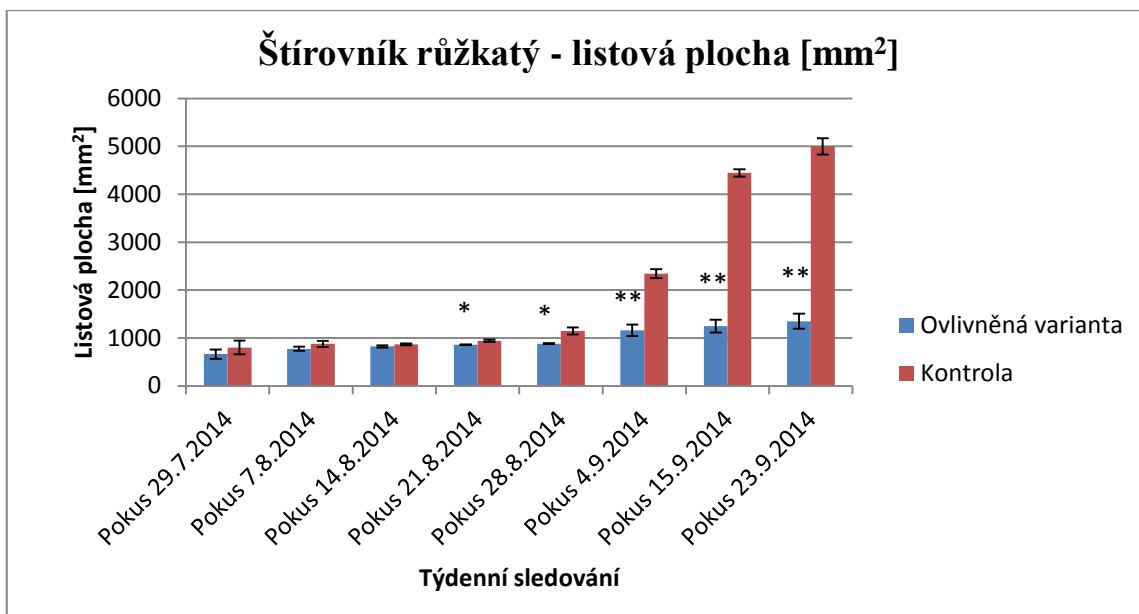
Graf 3: Štírovník růžkatý - výška rostliny [cm]

V grafu č. 4 je znázorněn počet listů štírovníku růžkatého. Graf uvádí výrazný pokles počtu listů u ovlivněné varianty oproti kontrole. V posledním týdnu sledování byl průměrný počet listů u kontroly 52,6 a u ovlivněné varianty pouze 17,2 listů. V tomto pokusu měla ambrozie peřenolistá statisticky vysoce průkazný vliv na tvorbu listů štírovníku růžkatého.



Graf 4: Štírovník růžkatý - počet listů

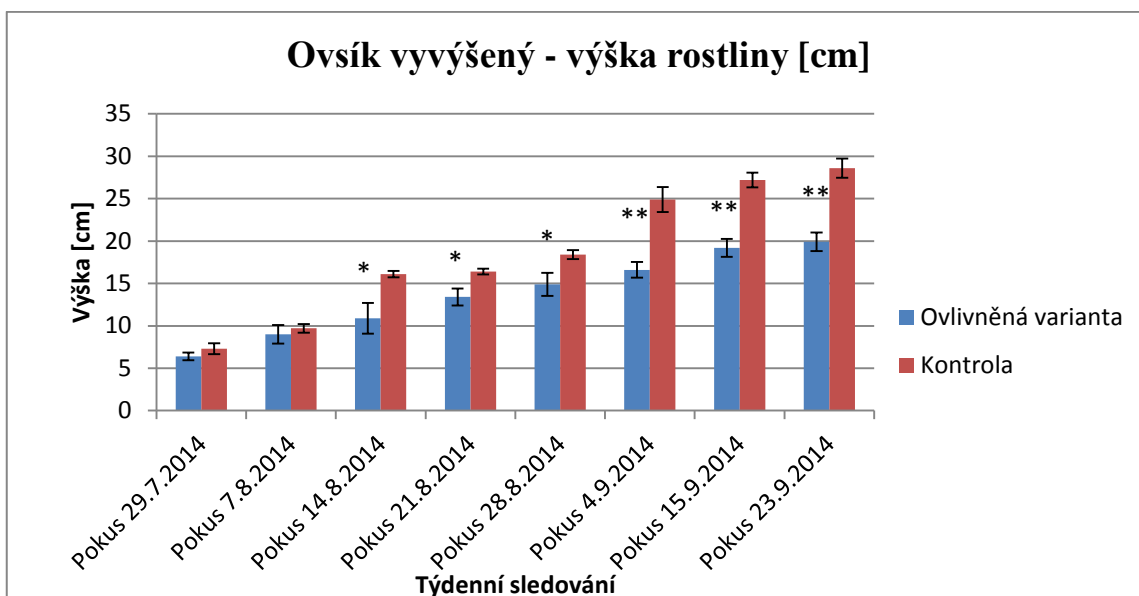
V grafu č. 5 je znázorněna listová plocha štírovníku růžkatého. Graf uvádí, že v prvních pěti týdnech kultivace byla listová plocha vyrovnaná jak u ovlivněné varianty, tak i u kontroly. Výrazný pokles listové plochy u ovlivněné varianty byl zaznamenán v posledních třech týdnech. V posledním týdnu sledování byla průměrná listová plocha u ovlivněné varianty 1350,24 mm<sup>2</sup> oproti kontrole, která měla 4998,7 mm<sup>2</sup>. V tomto pokusu měla ambrozie peřenolistá statisticky vysoce průkazný vliv na tvorbu listové plochy štírovníku růžkatého.



Graf 5: Štírovník růžkatý - stanovení listové plochy [mm<sup>2</sup>]

### Ovsík vyvýšený

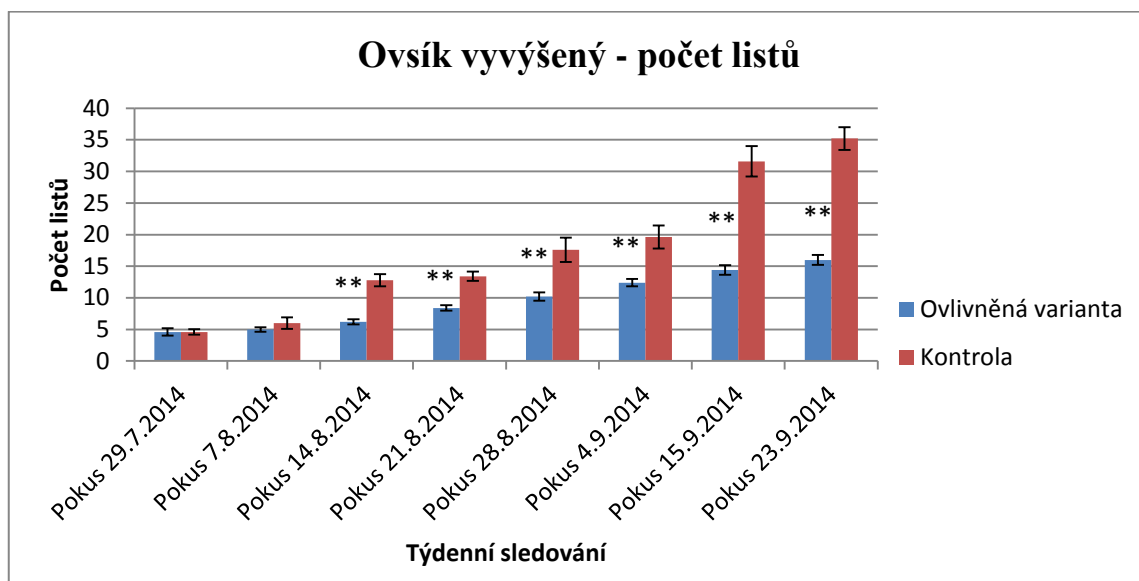
V grafu č. 6 je znázorněna výška ovsíku vyvýšeného. Z grafu je zřejmé, že ambrozie peřenolistá měla statisticky vysoce průkazný vliv na růst ovsíku vyvýšeného. V posledním týdnu kultivace byla průměrná výška ovsíku u kontroly 28,6 cm a u ovlivněné varianty pouze 19,9 cm.



Graf 6: Ovsík vyvýšený - výška rostliny [cm]

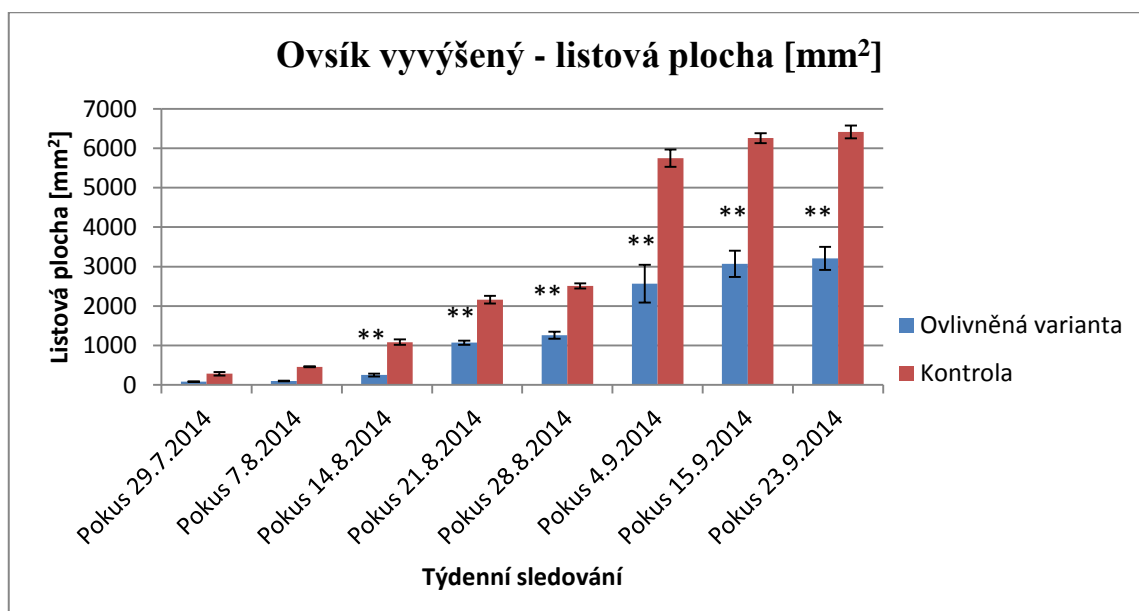
V grafu č. 7 je znázorněn počet listů ovsíku vyvýšeného. Z grafu vyplývá, že výrazný pokles počtu listů u ovlivněné varianty byl znatelný v posledních dvou týdnech kultivace. V posledním týdnu sledování byl průměrný počet listů u kontroly 35,2 a u

ovlivněné varianty pouze 16 listů. V tomto pokusu měla ambrozie peřenolistá statisticky vysoce průkazný vliv na tvorbu listů ovsíku vyvýšeného.



Graf 7: Ovsík vyvýšený - počet listů

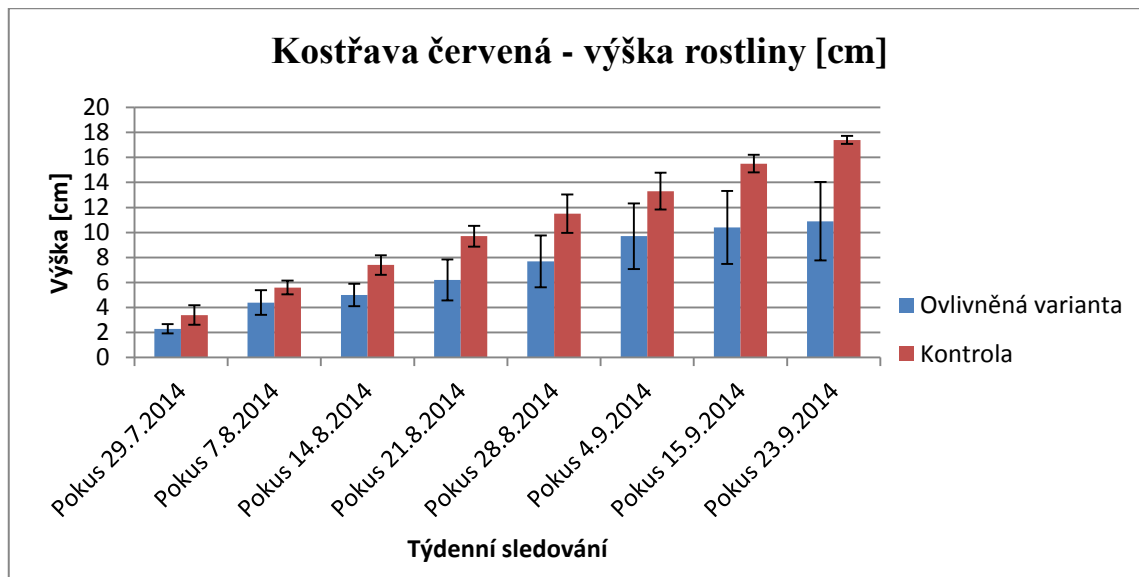
V grafu č. 8 je znázorněna listová plocha ovsíku vyvýšeného. Graf uvádí, že výrazný pokles listové plochy u ovlivněné varianty byl zaznamenán v posledních třech týdnech. V posledním týdnu sledování byla průměrná listová plocha u ovlivněné varianty 3206,28 mm<sup>2</sup> oproti kontrole, která měla 6413 mm<sup>2</sup>. V tomto pokusu byl statisticky vysoce průkazný vliv ambrozie peřenolisté na tvorbu listové plochy ovsíku vyvýšeného.



Graf 8: Ovsík vyvýšený - stanovení listové plochy [mm<sup>2</sup>]

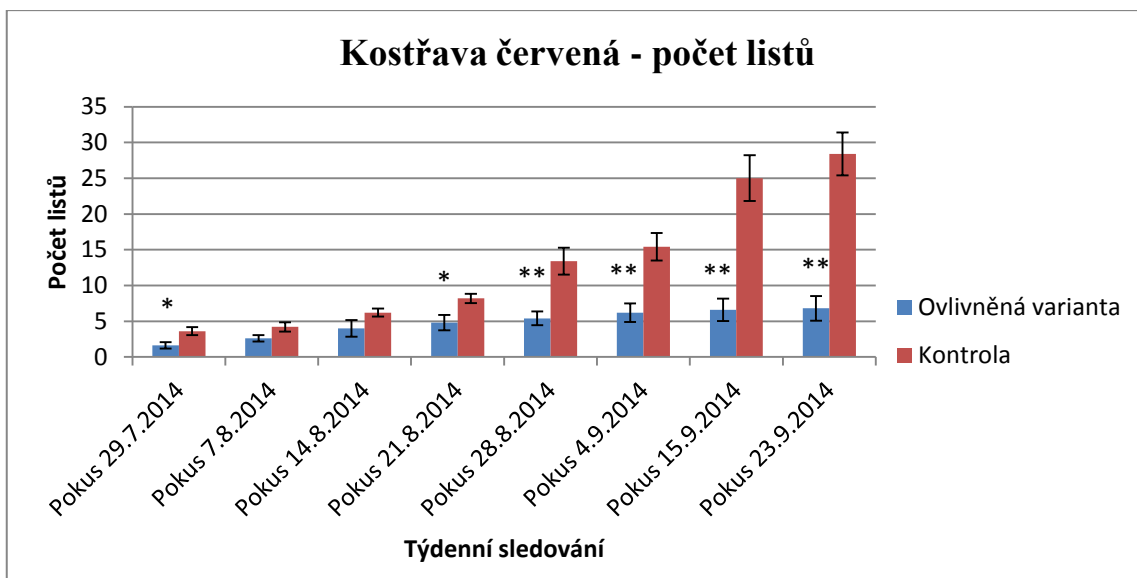
## Kostřava červená

V grafu č. 9 je znázorněna výška kostřavy červené. Z grafu vyplývá, že ambrozie peřenolistá ovlivňuje růst kostřavy červené, avšak rozdíly nejsou statisticky průkazné. V posledním týdnu sledování byla průměrná výška kostřavy u kontroly 17,4 cm a u ovlivněné varianty pouze 10,9 cm.



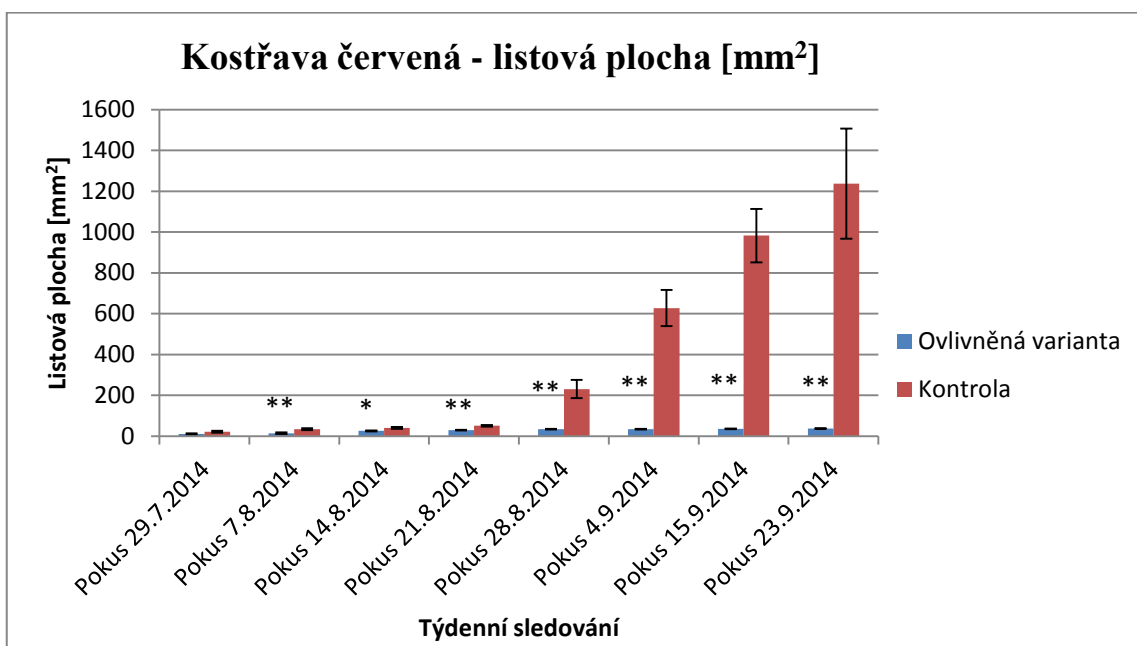
Graf 9: Kostřava červená - výška rostliny [cm]

V grafu č. 10 je znázorněn počet listů kostřavy červené. Graf uvádí výrazný pokles počtu listů u ovlivněné varianty oproti kontrole. V posledním týdnu sledování byl průměrný počet listů u kontroly 28,4 a u ovlivněné varianty pouze 6,8 listů. V tomto pokusu byl statisticky vysoce průkazný vliv ambrozie peřenolisté na tvorbu listů kostřavy červené.



Graf 10: Kostřava červená - počet listů

V grafu č. 11 je znázorněna listová plocha kostřavy červené. V tomto pokusu měla ambrozie peřenolistá statisticky vysoce průkazný vliv na tvorbu listové plochy kostřavy červené. V posledním týdnu sledování byla průměrná listová plocha u ovlivněné varianty 37 mm<sup>2</sup> a u kontroly 1237,8 mm<sup>2</sup>.

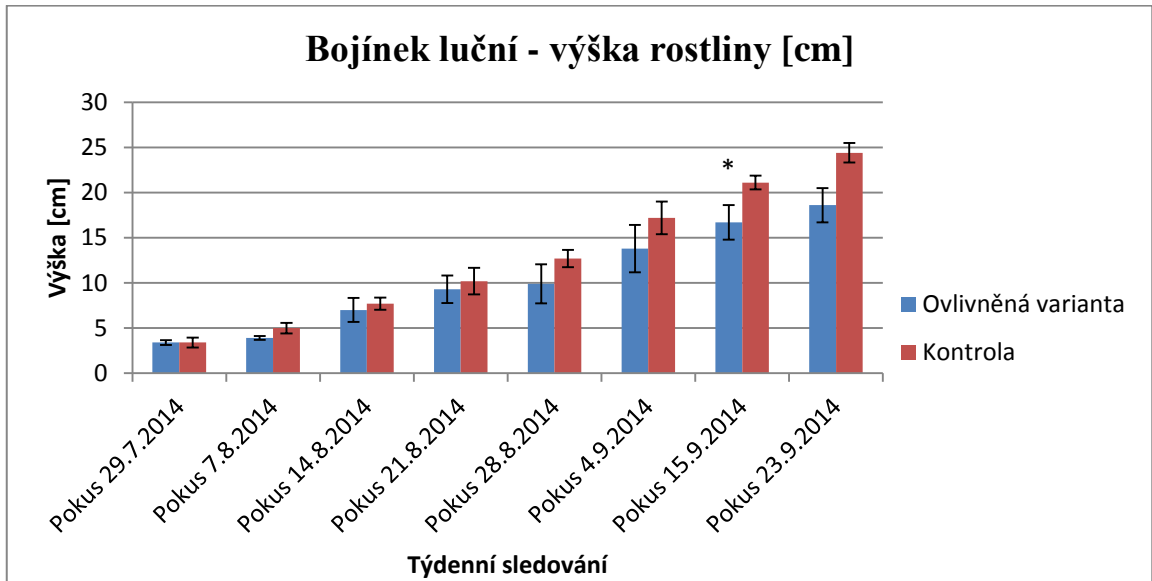


Graf 11: Kostřava červená - stanovení listové plochy [mm<sup>2</sup>]

### Bojínek luční

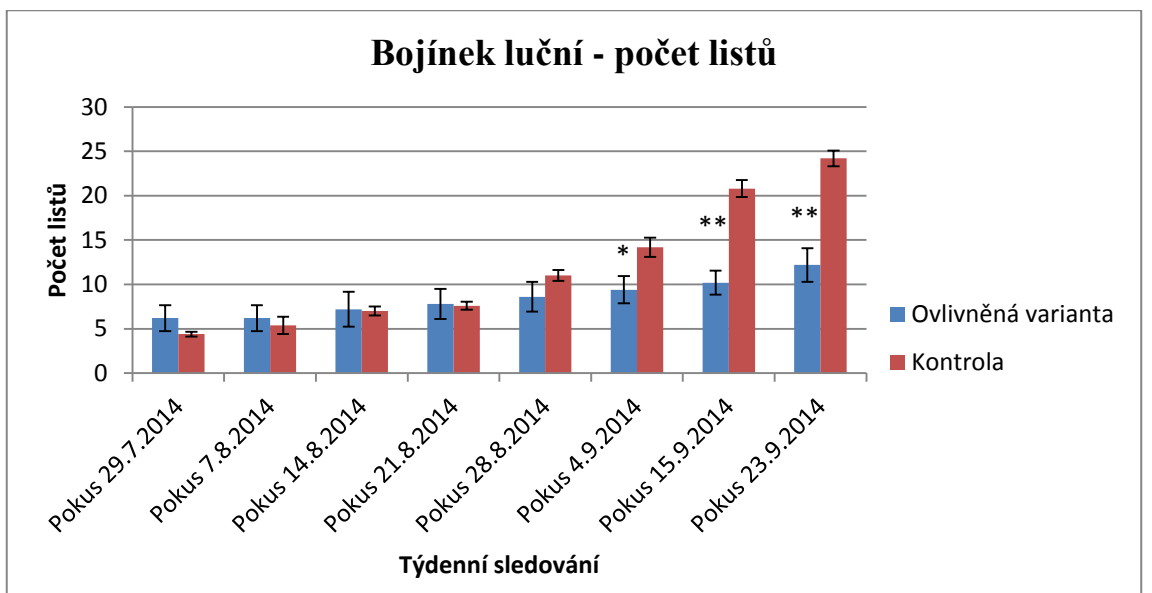
V grafu č. 12 je znázorněna výška bojínku lučního. Z grafu je zřejmé, že v posledním týdnu kultivace byla průměrná výška bojínku u kontroly 24,4 cm a u ovlivněné varianty

pouze 18,6 cm. Podle T-testu byl vliv ambrozie peřenolisté na růst bojínku lučního statisticky průkazný.



Graf 12: Bojínek luční - výška rostliny [cm]

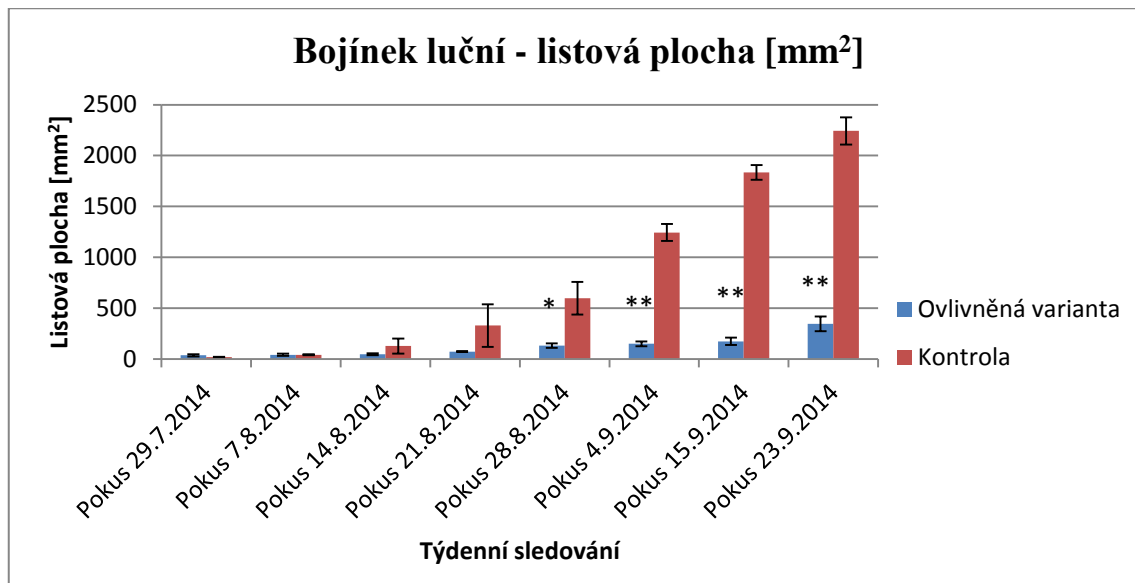
V grafu č. 13 je znázorněn počet listů bojínku lučního. Graf uvádí, že výrazný pokles počtu listů u ovlivněné varianty byl znatelný v posledních dvou týdnech kultivace. V posledním týdnu sledování byl průměrný počet listů u kontroly 24,2 a u ovlivněné varianty pouze 12,2 listů. V tomto pokusu byl vliv ambrozie peřenolisté na tvorbu listů bojínku lučního statisticky vysoce průkazný.



Graf 13: Bojínek luční - počet listů

V grafu č. 14 je znázorněna listová plocha bojínku lučního. V tomto pokusu měla ambrozie peřenolistá statisticky vysoce průkazný vliv na tvorbu listové plochy bojínku

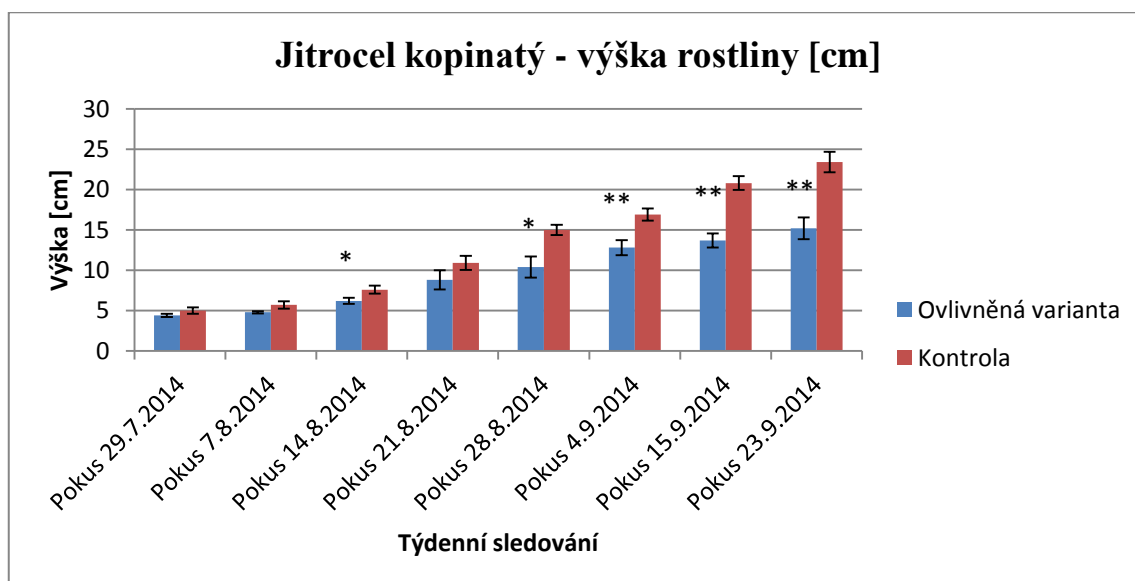
lučního. V posledním týdnu sledování byla průměrná listová plocha u ovlivněné varianty 344,12 mm<sup>2</sup> a u kontroly 2242,38 mm<sup>2</sup>.



Graf 14: Bojínek luční - stanovení listové plochy [mm<sup>2</sup>]

### Jitrocel kopinatý

V grafu č. 15 je znázorněna výška jitrocele kopinatého. Z grafu vyplývá, že v posledním týdnu kultivace byla průměrná výška jitrocele u kontroly 23,4 cm a u ovlivněné varianty pouze 15,2 cm. V tomto pokusu byl vliv ambrozie peřenolisté na růst jitrocele kopinatého statisticky vysoce průkazný.

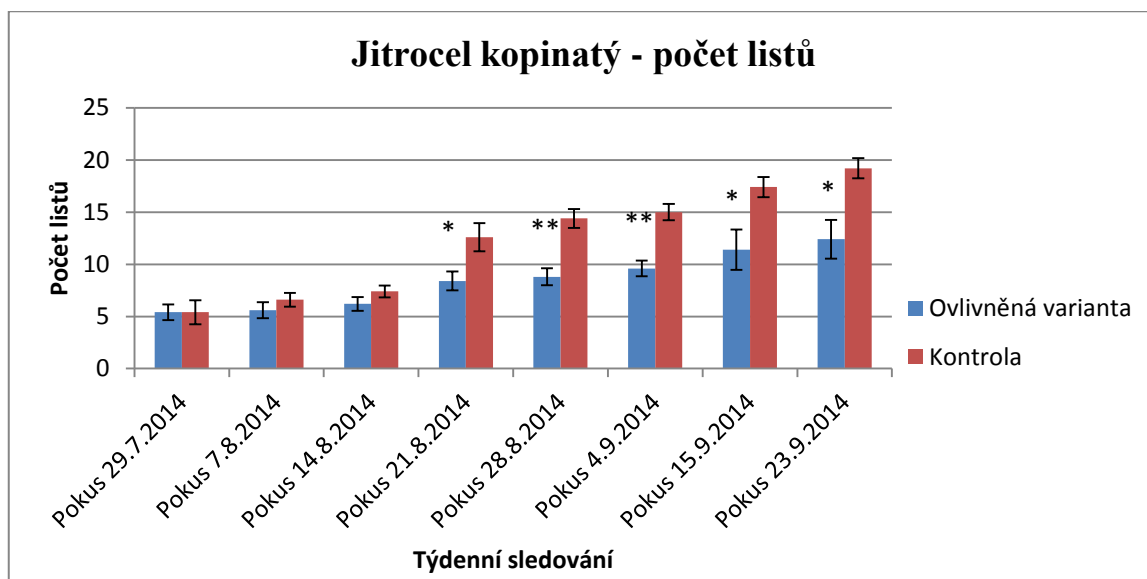


Graf 15: Jitrocel kopinatý - výška rostliny [cm]

V grafu č. 16 je znázorněn počet listů jitrocele kopinatého. Graf uvádí, že v tomto pokusu byl vliv ambrozie peřenolisté na tvorbu listů jitrocele kopinatého statisticky

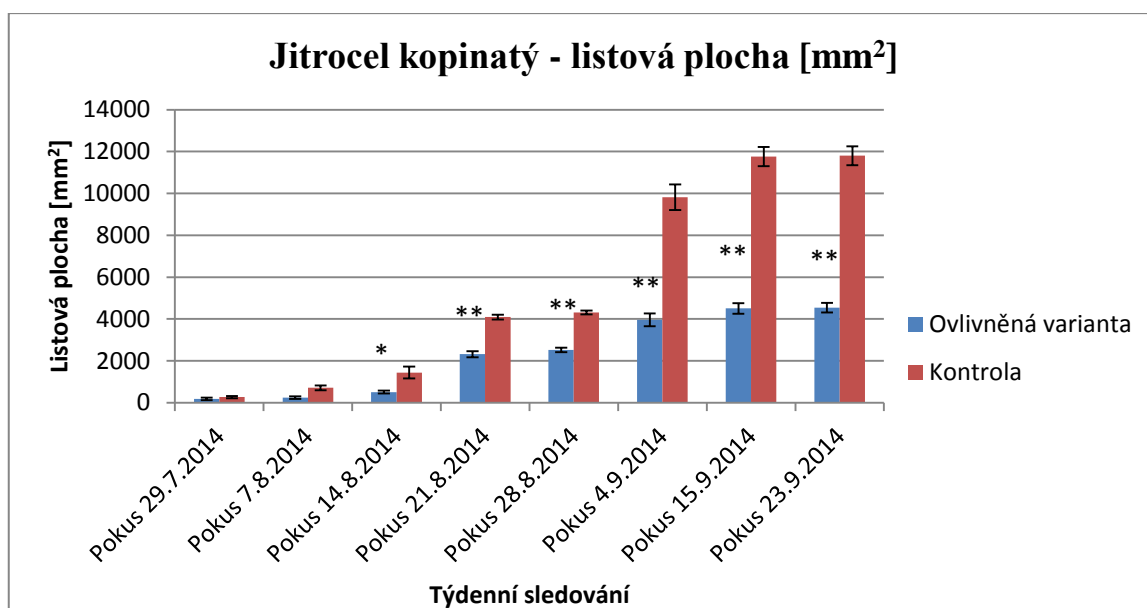


vysoce průkazný. V posledním týdnu sledování byl průměrný počet listů u kontroly 19,2 a u ovlivněné varianty pouze 12,4 listů.



Graf 16: Jitrocel kopinatý - počet listů

V grafu č. 17 je znázorněna listová plocha jitrocele kopinatého. Z grafu je zřejmé, že výrazný pokles listové plochy u ovlivněné varianty byl zaznamenán v posledních třech týdnech kultivace. V posledním týdnu sledování byla průměrná listová plocha u ovlivněné varianty 4542,82 mm<sup>2</sup> oproti kontrole, která měla 11805,04 mm<sup>2</sup>. V tomto pokusu byl vliv ambrozie peřenolisté na tvorbu listové plochy jitrocele kopinatého statisticky vysoce průkazný.

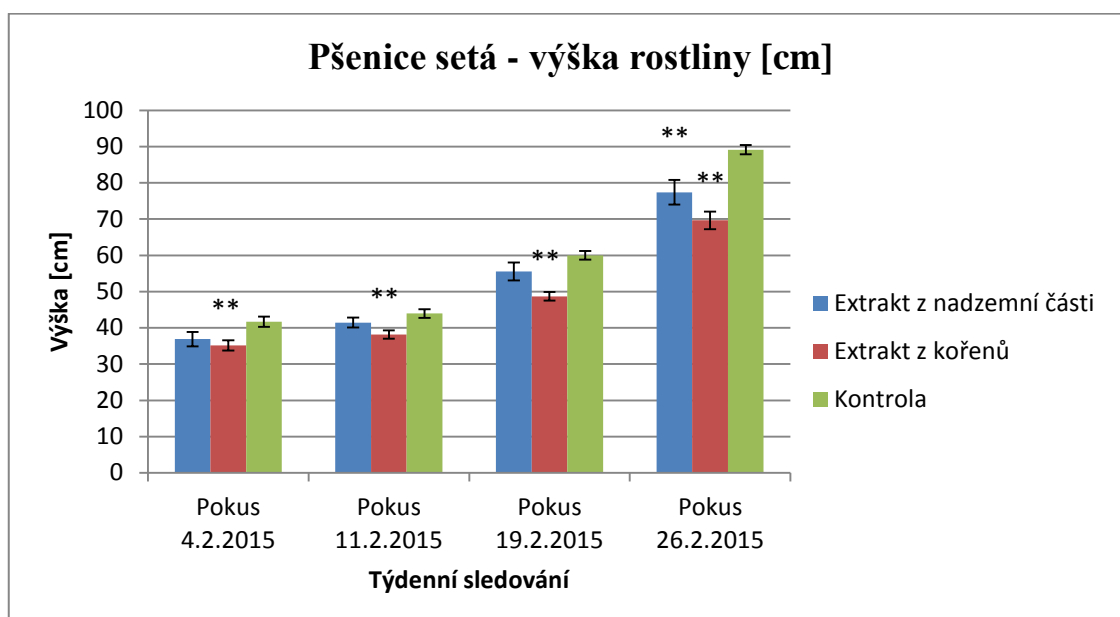


Graf 17: Jitrocel kopinatý - stanovení listové plochy [mm<sup>2</sup>]

### 4.3 Vliv extraktů na růst vybraných druhů rostlin v klimaboxu

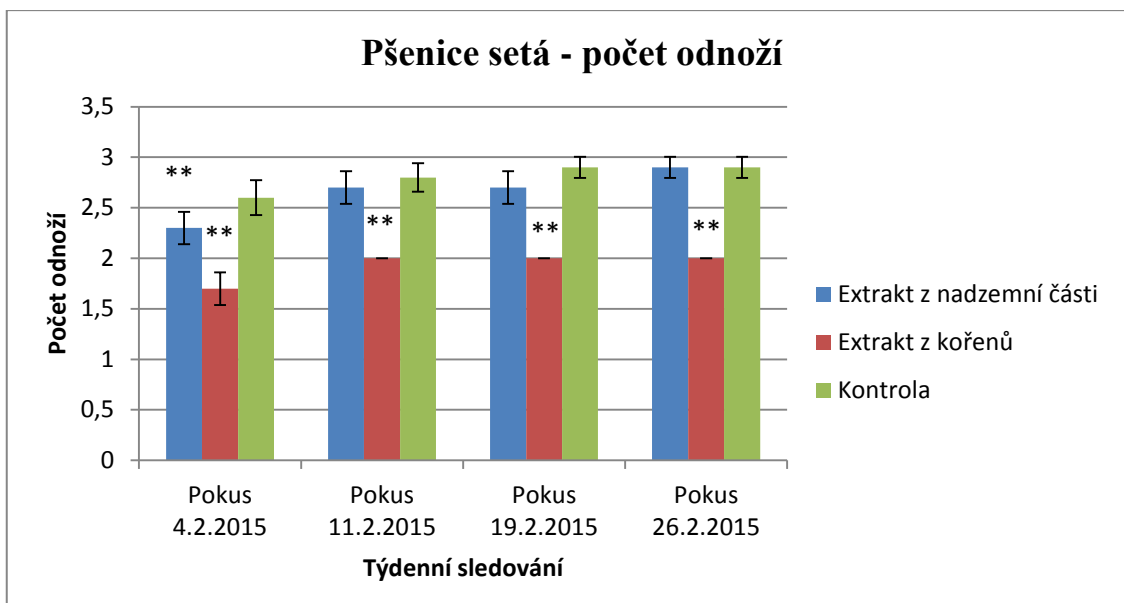
#### 4.3.1 Pšenice setá

V grafu č. 18 je znázorněna výška pšenice seté. Graf uvádí, že v prvních dvou týdnech kultivace byla průměrná výška pšenice seté ve všech variantách vyrovnaná. V posledním týdnu sledování byla nejvyšší hodnota naměřená u varianty kontroly (89,15 cm). Výrazný pokles růstu byl zaznamenán u varianty extraktu z kořenových částí ambrozie (69,65 cm). U varianty extraktu z nadzemní části ambrozie byla průměrná výška pšenice 77,4 cm. V tomto pokusu byl inhibiční vliv extraktů z ambrozie peřenolisté na růst pšenice seté statisticky vysoce průkazný.



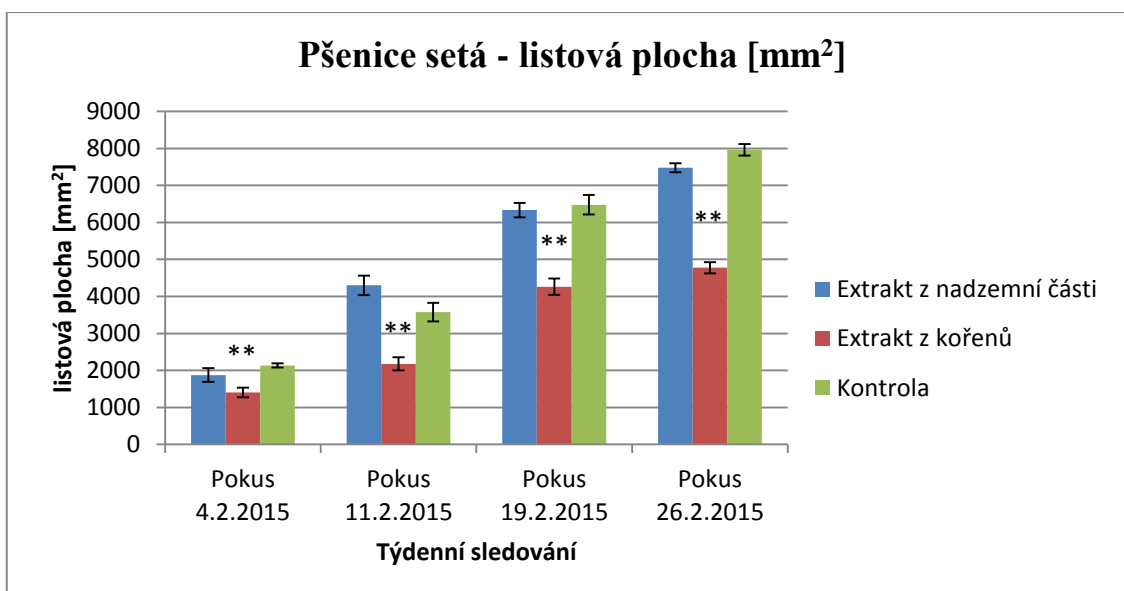
Graf 18: Pšenice setá - výška rostliny [cm]

V grafu č. 19 je znázorněn počet odnoží pšenice seté. Z grafu vyplývá, že počet odnoží u všech sledování je u varianty kontroly a extraktu z nadzemních částí ambrozie vyrovnaný. Výrazný pokles byl zaznamenán u varianty extraktu z kořenů ambrozie (2 odnože). V tomto pokusu byl inhibiční vliv extraktu z kořenů ambrozie na tvorbu odnoží pšenice seté statisticky vysoce průkazný.



Graf 19: Pšenice setá - počet odnoží

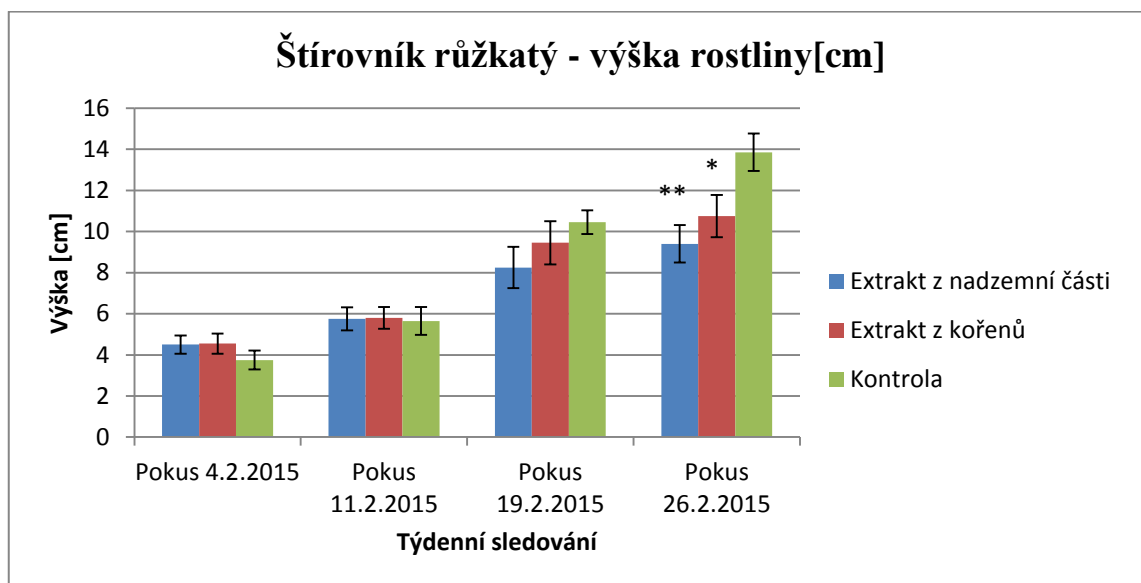
V grafu č. 20 je znázorněna listová plocha pšenice seté. Graf uvádí, že průměrná listová plocha pšenice je u všech sledování jak u kontroly, tak i u varianty extraktu z nadzemní části ambrozie vyrovnaná. Výrazný pokles listové plochy byl zaznamenán v posledním týdnu sledování u varianty extraktu z kořenů ambrozie ( $7960,17 \text{ mm}^2$ ). V tomto pokusu byl vliv extraktu z kořenů ambrozie peřenolisté na tvorbu listové plochy pšenice seté statisticky vysoce průkazný.



Graf 20: Pšenice setá - stanovení listové plochy [ $\text{mm}^2$ ]

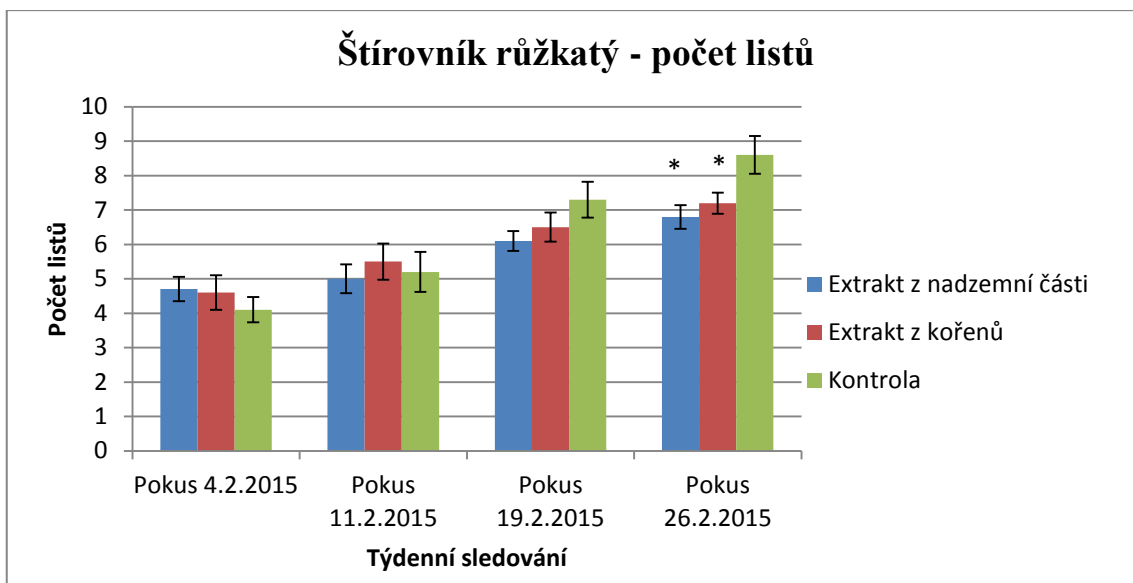
### 4.3.2 Štírovník růžkatý

V grafu č. 21 je znázorněna výška štírovníku růžkatého. Graf uvádí, že v prvních dvou týdnech kultivace byla průměrná výška štírovníku ve všech variantách vyrovnaná. V posledním týdnu sledování byla nejvyšší hodnota naměřená u varianty kontroly (13,85 cm). Výrazný pokles růstu byl zaznamenán u varianty extraktu z nadzemní části ambrozie (9,4 cm). U varianty extraktu z kořenů ambrozie byla průměrná výška štírovníku 10,75 cm. V tomto pokusu byl vliv extraktů z ambrozie peřenolisté na růst štírovníku růžkatého statisticky průkazný.



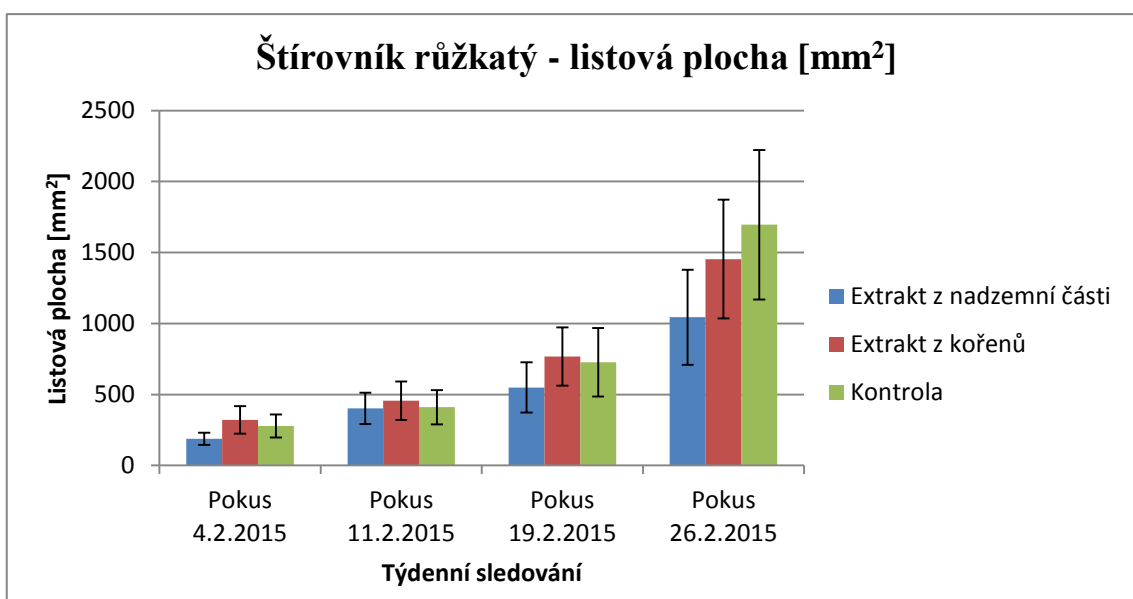
Graf 21: Štírovník růžkatý - výška rostliny [cm]

V grafu č. 22 je znázorněn počet listů štírovníku růžkatého. Z grafu je zřejmé, že v prvních dvou týdnech kultivace byl průměrný počet listů štírovníku ve všech variantách vyrovnaný. V posledním týdnu sledování byla naměřena nejvyšší hodnota u varianty kontroly (8,6 listů). Pokles počtu listů byl zaznamenán u varianty extraktu z nadzemní části ambrozie (6,8 listů) i u varianty extraktu z kořenů ambrozie (7,2 listů). V tomto pokusu byl vliv extraktů z ambrozie peřenolisté na tvorbu listů štírovníku růžkatého statisticky průkazný.



Graf 22: Štírovník růžkatý - počet listů

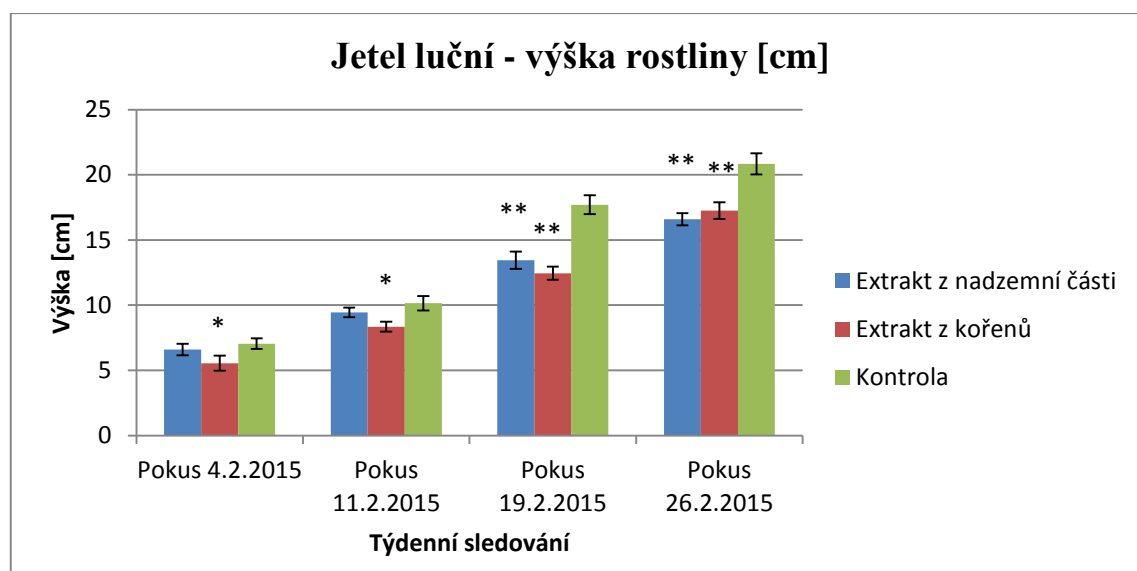
V grafu č. 23 je znázorněna listová plocha štírovníku růžkatého. Graf uvádí, že v prvních třech týdnech kultivace byla průměrná listová plocha štírovníku ve všech variantách vyrovnaná. V posledním týdnu sledování byla naměřena nejvyšší hodnota u varianty kontroly ( $1695,67 \text{ mm}^2$ ). Výrazný pokles listové plochy byl zaznamenán u varianty extraktu z nadzemní části ambrozie ( $1043,88 \text{ mm}^2$ ). U varianty extraktu z kořenů ambrozie byla průměrná listová plocha štírovníku  $1453,02 \text{ mm}^2$ . V tomto pokusu byl zaznamenán vliv extraktů z ambrozie peřenolisté na tvorbu listové plochy štírovníku růžkatého.



Graf 23: Štírovník růžkatý - stanovení listové plochy [ $\text{mm}^2$ ]

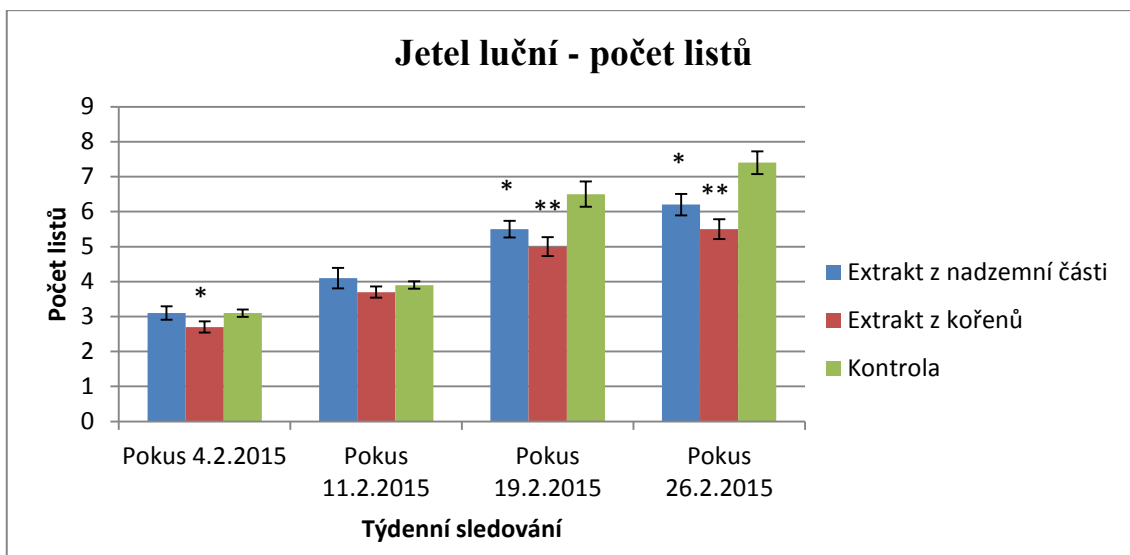
### 4.3.3 Jetel luční

V grafu č. 24 je znázorněna výška jetele lučního. Graf uvádí, že v posledním týdnu sledování byla naměřena nejvyšší hodnota u varianty kontroly (20,85 cm). Nejnižší hodnota byla naměřena u varianty extraktu z nadzemní části ambrozie (16,6 cm). V tomto pokusu byl vliv extraktů z ambrozie peřenolisté na růst jetele lučního statisticky vysoce průkazný.



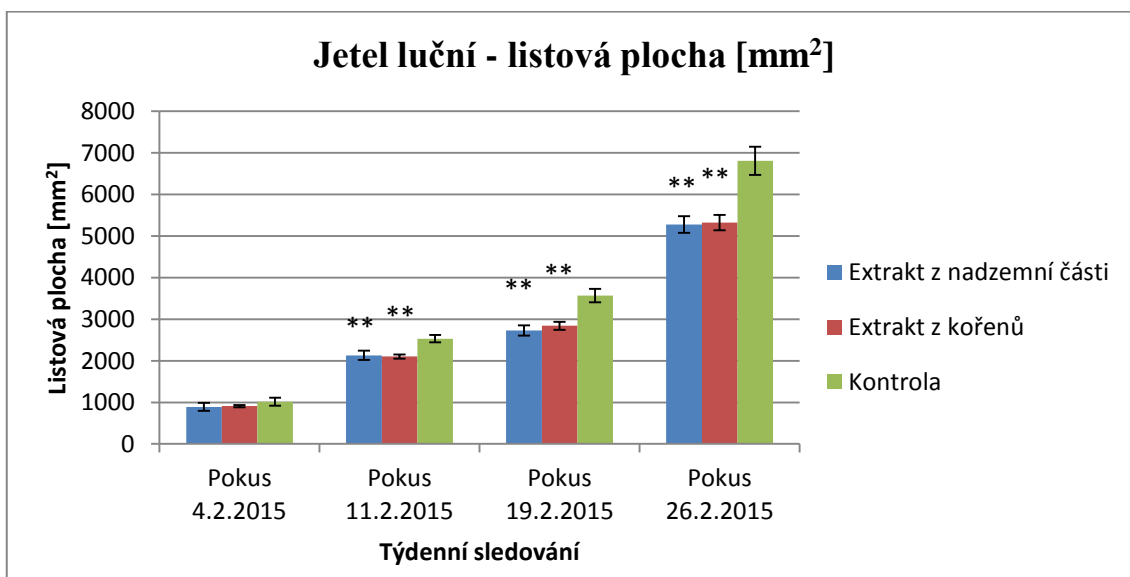
Graf 24: Jetel luční - výška rostliny [cm]

V grafu č. 25 je znázorněn počet listů jetele lučního. Z grafu je zřejmé, že v prvních dvou týdnech kultivace byl průměrný počet listů jetele ve všech variantách vyrovnaný. V posledním týdnu sledování byla naměřena nejvyšší hodnota ve variantě kontroly (7,4 listů). Výrazný pokles počtu listů byl zaznamenán ve variantě extraktu z kořenů ambrozie (5,5 listů). Ve variantě extraktu z nadzemní části ambrozie byla naměřena průměrná hodnota 6,2 listů. V tomto pokusu byl vliv extraktů z ambrozie peřenolisté na tvorbu listů jetele lučního statisticky vysoce průkazný.



Graf 25: Jetel luční - počet listů

V grafu č. 26 je znázorněna listová plocha jetele lučního. Graf uvádí, že v prvních dvou týdnech byla průměrná listová plocha jetele ve všech variantách vyrovnaná. V posledním týdnu sledování byla naměřena nejvyšší hodnota u varianty kontroly (6807,45 mm<sup>2</sup>). Výrazný pokles listové plochy byl zaznamenán u varianty extraktu z nadzemní části ambrozie (5277,78 mm<sup>2</sup>). U varianty extraktu z kořenů ambrozie byla naměřena hodnota 5326,28 mm<sup>2</sup>. V tomto pokusu byl vliv extraktů z ambrozie peřenolisté na tvorbu listové plochy jetele lučního statisticky vysoce průkazný.



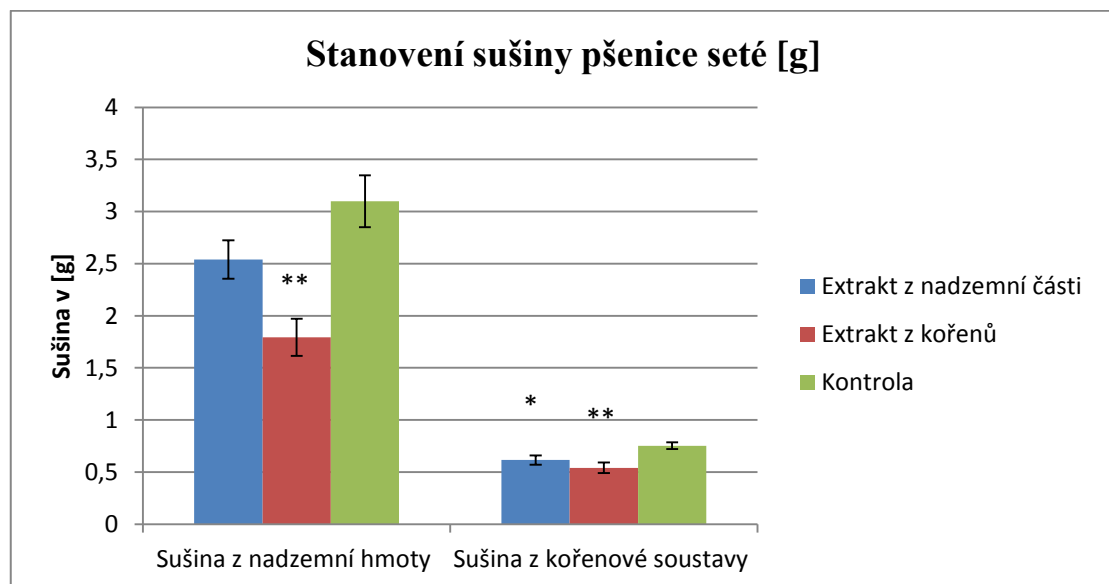
Graf 26: Jetel luční - stanovení listové plochy [mm<sup>2</sup>]

## 4.4 Stanovení sušiny testovaných rostlin v klimaboxu

### 4.4.1 Pšenice setá

V grafu č. 27 je znázorněna sušina nadzemní hmoty a kořenové soustavy pšenice seté. Nejvyšší průměrná hodnota sušiny nadzemní hmoty pšenice byla u varianty kontroly (3,0990g). Nejméně sušiny bylo naváženo ve variantě extraktu z kořenů ambrozie (1,7919g). Ve variantě extraktu z nadzemní části ambrozie bylo naváženo 2,5394g.

Nejvyšší průměrná hodnota sušiny z kořenové soustavy pšenice seté byla navážena ve variantě kontroly (0,75299g). Nejméně sušiny bylo naváženo ve variantě extraktu z kořenů ambrozie (0,54115g). V tomto pokusu měl extrakt z kořenů ambrozie peřenolisté statisticky vysoce průkazný vliv na nadzemní hmotu i kořenovou soustavu pšenice seté.



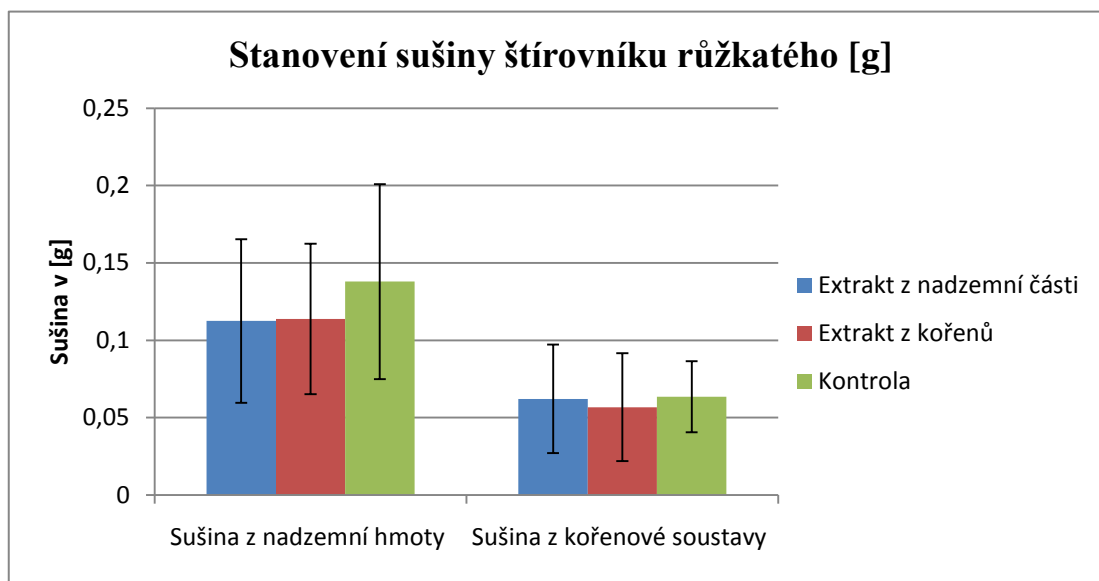
Graf 27: Stanovení sušiny pšenice seté [g]

### 4.4.2 Štírovník růžkatý

V grafu č. 28 je znázorněna sušina nadzemní hmoty a kořenové soustavy štírovníku růžkatého. Nejvyšší průměrná hodnota sušiny nadzemní hmoty štírovníku byla u varianty kontroly (0,1379g). Nejméně sušiny bylo naváženo u varianty extraktu z nadzemní části ambrozie (0,1126g). Ve variantě extraktu z kořenů ambrozie bylo naváženo 0,1138g. V tomto případě se jednalo o ovlivnění nadzemní hmoty štírovníku růžkatého extrakty z ambrozie peřenolisté.



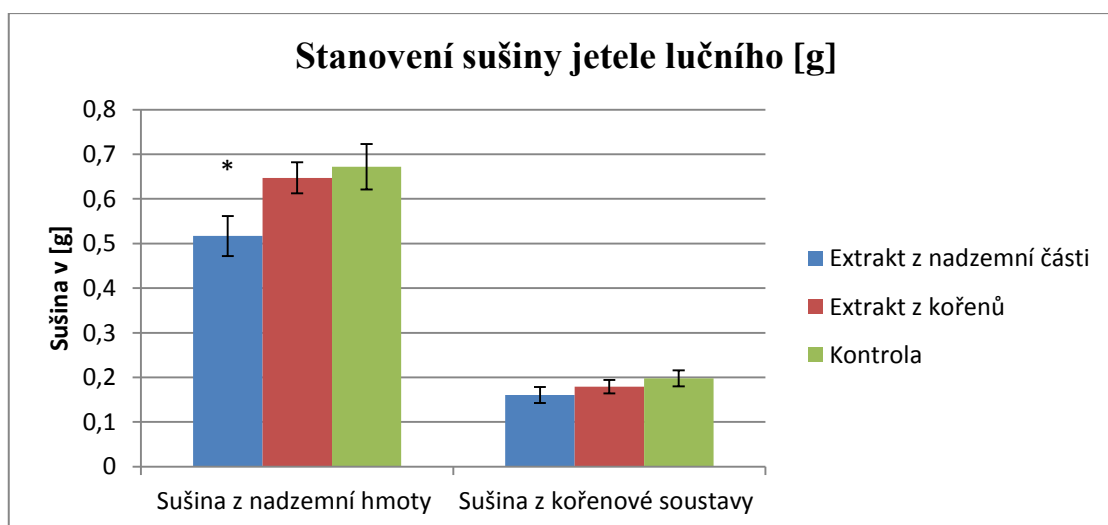
V případě kořenové soustavy štírovníku růžkatého nebyl zaznamenán vliv působení extraktů z ambrozie peřenolisté. Všechny varianty měly srovnatelné hodnoty.



Graf 28: Stanovení sušiny štírovníku růžkatého [g]

#### 4.4.3 Jetel luční

V grafu č. 29 je znázorněna sušina nadzemní hmoty a kořenové soustavy jetele lučního. Nejvyšší průměrná hodnota sušiny nadzemní hmoty jetele byla u varianty kontroly (0,6722g). Nejméně sušiny bylo naváženo u varianty extraktu z nadzemní části ambrozie (0,5169g). U varianty extraktu z kořenů ambrozie bylo naváženo 0,6472g, což se přibližuje k hodnotě kontroly. V tomto pokusu byl vliv extraktu z nadzemní části ambrozie peřenolisté na nadzemní hmotu jetele lučního statisticky průkazný. V případě kořenové soustavy jetele lučního nebyl zaznamenán vliv extraktů z ambrozie peřenolisté. Všechny varianty měly srovnatelné hodnoty.



Graf 29: Stanovení sušiny jetele lučního [g]

## 4.5 Vliv extraktů z ambrozie na klíčení semen/plodů vybraných druhů rostlin

### 4.5.1 Aplikace vodných extraktů

#### Pšenice setá

Tabulka 2: Tabulka klíčivosti pšenice seté (vodný extrakt)

Použitý extrakt	Počet vyklíčených obilek celkem [ks]	klíčivost [%]
Z nadzemních částí ambrozie	156	78
Z kořenových částí ambrozie	109	54,5
Kontrola	142	71

V tabulce č. 2 je ukázána klíčivost pšenice seté (jarní formy) ve všech variantách použitého vodného extraktu. Z tabulky je zřejmé, že účinek vodného extraktu z nadzemní části ambrozie nebyl zaznamenán, neboť obilky měly ještě větší klíčivost (78%), než samotná kontrola (71%). Extrakt měl naopak stimulační účinek. U varianty extraktu z kořenových částí ambrozie byl zaznamenán menší pokles klíčivosti (54,5%).

#### Štírovník růžkatý

Tabulka 3: Tabulka klíčivosti štírovníku růžkatého (vodný extrakt)

Použitý extrakt	Počet vyklíčených semen celkem [ks]	klíčivost [%]
Z nadzemních částí ambrozie	113	56,5
Z kořenových částí ambrozie	104	52
Kontrola	152	76

Z tabulky č. 3 vyplývá, že nejvyšší klíčivost semen štírovníku růžkatého měla kontrola (76%). Nejméně semen vyklíčilo u varianty vodného extraktu z kořenových částí ambrozie (104 semen), což odpovídá 52% klíčivosti. U varianty s extraktem

z nadzemních částí byla klíčivost 56,5%. V tomto pokusu byl zaznamenán vliv vodných extraktů na klíčivost semen štirovníku růžkatého.

## Jetel luční

Tabulka 4: Tabulka klíčivosti jetele lučního (vodný extrakt)

Použitý extrakt	Počet vyklíčených semen celkem [ks]	klíčivost [%]
Z nadzemních částí ambrozie	141	70,5
Z kořenových částí ambrozie	126	63
Kontrola	125	62,5

Z tabulky č. 4 vyplývá, že vliv vodných extraktů z ambrozie na semena jetele lučního nebyl zaznamenán. Kontrola měla pouze 62,5% klíčivost, oproti extraktu z nadzemních částí, kde byla klíčivost 70,5%. Varianta s extraktem z kořenových částí ambrozie měla srovnatelnou klíčivost (63%) jako kontrola. V tomto pokusu můžeme konstatovat, že vliv extraktů na semena jetele lučního byl v podmínkách laboratoře naopak stimulační.

## Bojínek luční

Tabulka 5: Tabulka klíčivosti bojínku lučního (vodný extrakt)

Použitý extrakt	Počet vyklíčených obilek celkem [ks]	klíčivost [%]
Z nadzemních částí ambrozie	89	44,5
Z kořenových částí ambrozie	77	38,5
Kontrola	91	45,5

Z tabulky č. 5 je zřejmé, že nejvyšší klíčivost obilek bojínku lučního měla kontrola (45,5%). Výraznější pokles klíčivosti byl pozorován u varianty vodného extraktu z kořenových částí ambrozie (38,5%). Téměř stejný účinek jako kontrola měl extrakt z nadzemních částí ambrozie (44,5%). Tento pokus zaznamenal vliv vodného extraktu z kořenových částí ambrozie na klíčivost obilek bojínku lučního v laboratorních podmínkách.

## Jitrocel kopinatý

Tabulka 6: Tabulka klíčivosti jitrocele kopinatého (vodný extrakt)

Použitý extrakt	Počet vyklíčených semen celkem [ks]	klíčivost [%]
Z nadzemních částí ambrozie	30	15
Z kořenových částí ambrozie	42	21
Kontrola	60	30

Z tabulky č. 6 vyplývá, že nejvyšší klíčivost semen jitrocele kopinatého měla kontrola (30%). Nejméně semen vyklíčilo u varianty vodného extraktu z nadzemních částí ambrozie (30 semen), což odpovídá 15% klíčivosti. U varianty s extraktem z kořenových částí byla klíčivost 21%. V tomto pokusu byl zaznamenán vliv vodných extraktů na klíčivost semen jitrocele kopinatého.

### 4.5.2 Aplikace etanolových extraktů

#### Pšenice setá

Tabulka 7: Tabulka klíčivosti pšenice seté (etanolový extrakt)

Použitý extrakt	Počet vyklíčených obilek celkem [ks]	klíčivost [%]
Z nadzemních částí ambrozie	15	7,5
Z kořenových částí ambrozie	79	39,5
Kontrola	112	56

V tabulce č. 7 je ukázána klíčivost pšenice seté (jarní formy) ve všech variantách použitého etanolového extraktu. Z tabulky je zřejmé, že nejvyšší klíčivost obilek měla kontrola (56%). Výrazný pokles klíčivosti byl zaznamenán u obou etanolových extraktů (z nadzemních částí ambrozie 7,5%, z kořenových částí ambrozie 39,5%). V tomto pokusu byl vliv etanolových extraktů na obilky pšenice seté v laboratorních podmínkách zaznamenán.

## Štírovník růžkatý

Tabulka 8: Tabulka klíčivosti štírovníku růžkatého (etanolový extrakt)

Použitý extrakt	Počet vyklíčených semen celkem [ks]	klíčivost [%]
Z nadzemních částí ambrozie	93	46,5
Z kořenových částí ambrozie	61	30,5
Kontrola	115	57,5

Z tabulky č. 8 vyplývá, že nejvyšší klíčivost semen štírovníku růžkatého měla kontrola (57,5%). Výrazný pokles klíčivosti semen byl pozorován u varianty etanolového extraktu z kořenových částí ambrozie (30,5%). U varianty extraktu z nadzemních částí byla klíčivost semen 46,5%. V tomto pokusu byl vliv etanolových extraktů na klíčivost semen štírovníku růžkatého v laboratorních podmínkách zaznamenán.

## Jetel luční

Tabulka 9: Tabulka klíčivosti jetele lučního (etanolový extrakt)

Použitý extrakt	Počet vyklíčených semen celkem [ks]	klíčivost [%]
Z nadzemních částí ambrozie	102	51
Z kořenových částí ambrozie	28	14
Kontrola	125	62,5

Z tabulky č. 9 je zřejmé, že nejvyšší klíčivost semen jetele lučního měla kontrola (62,5%). Výrazný pokles klíčivosti byl pozorován u varianty etanolového extraktu z kořenových částí ambrozie (14%). U varianty extraktu z nadzemních částí byla klíčivost semen 51%. V tomto pokusu byl zaznamenán vliv etanolových extraktů na klíčivost semen jetele lučního v laboratorních podmínkách.

## Bojínek luční

Tabulka 10: Tabulka klíčivosti bojínku lučního (etanolový extrakt)

Použitý extrakt	Počet vyklíčených obilek celkem [ks]	klíčivost [%]
Z nadzemních částí ambrozie	1	0,5
Z kořenových částí ambrozie	47	23,5
Kontrola	72	36

Z tabulky č. 10 vyplývá, že nejvyšší klíčivost obilek bojínku lučního měla kontrola (36%). Výrazný pokles klíčivosti byl pozorován u varianty etanolového extraktu z nadzemních částí ambrozie (0,5%). U varianty extraktu z kořenových částí ambrozie byla klíčivost obilek 23,5%. V tomto pokusu byl vliv etanolových extraktů na klíčivost obilek bojínku lučního v laboratorních podmínkách zaznamenán.

## Jitrocel kopinatý

Tabulka 11: Tabulka klíčivosti jitrocele kopinatého (etanolový extrakt)

Použitý extrakt	Počet vyklíčených semen celkem [ks]	klíčivost [%]
Z nadzemních částí ambrozie	15	7,5
Z kořenových částí ambrozie	22	11
Kontrola	40	20

Z tabulky č. 11 je zřejmé, že nejvyšší klíčivost semen jitrocele kopinatého měla kontrola (20%). Výrazný pokles klíčivosti byl zaznamenán u varianty etanolového extraktu z nadzemních částí ambrozie (7,5%). U varianty extraktu z kořenových částí byla klíčivost semen 11%. V tomto pokusu byl zaznamenán vliv etanolových extraktů na klíčivost semen jitrocele kopinatého v laboratorních podmínkách.

## 5 DISKUZE

### 5.1 Vyhodnocení kultivačního pokusu ve skleníku

U kultivačního pokusu pšenice seté ve skleníku nebyl prokázán vliv ambrozie peřenolisté na její růst. To se neshoduje s výsledky Konga *et al.*, 2007, který ve své publikaci dokazuje, že rezidua, která ambrozie peřenolistá zanechává v půdě, zpomalují růst pšenice seté. Tento důsledek by se dal zdůvodnit tím, že v obou pokusech byly jiné faktory, které mohou ovlivňovat výsledek pokusu (např. půdní faktory, množství vylučovaných alelochemikálií a druh ambrozie, teplota, délka realizovaného pokusu).

Co se týče počtu odnoží pšenice seté, tak byl naopak vliv ambrozie peřenolisté prokázán. Ovlivněná varianta měla průměrně o jednu odnož v posledním týdnu sledování méně. Při likvidaci kultivačních nádob s pšenicí setou bylo zjištěno, že ambrozie měla spolu s pšenicí propletené kořeny, což dokazuje, že byl zajištěn přímý kontakt s ambrozií peřenolistou.

U kultivačních pokusů ostatních doprovodných rostlin byl většinou ve všech případech inhibiční vliv ambrozie peřenolisté prokázán. V kultivačním pokusu štírovníku růžkatého ve skleníku byl prokázán vliv ambrozie peřenolisté na všechny tři sledované parametry. Byl prokázán inhibiční vliv ambrozie na růst, tvorbu listů i listové plochy štírovníku. Jako druhá doprovodná rostlina působící v kultivačním pokusu byl ovsík vyvýšený. Zde byl také prokázán inhibiční vliv ambrozie peřenolisté na růst, tvorbu listů i listové plochy ovsíku. U kostřavy červené došlo působením ambrozie peřenolisté k úplnému zastavení tvorby listové plochy a tím i k tvorbě listů. Mezi poslední dvě sledované rostliny patří bojínka luční a jitrocel kopinatý. Ve skutečnosti několik studií poukazuje na to, že alelopatický vliv ambrozie peřenolisté na testované rostliny vyseté v její blízkosti je ovlivňován množstvím vody, která je vsakována do půdy (Belz *et al.*, 2005, Tesio *et al.*, 2011).

Podle Jehlíka *et al.*, 1998 patří ambrozie peřenolistá mezi silně konkurenční rostliny, které odebírají okolním rostlinám živiny, vodu a sluneční záření. Proto je nutné v tomto případě zohlednit možnost, zda se do určité míry mimo alelopatického vlivu nejednalo i o konkurenční vliv ambrozie peřenolisté na doprovodné rostliny.

## 5.2 Vyhodnocení kultivačního pokusu v klimaboxu

Vliv vodných extraktů z nadzemní a kořenové části ambrozie peřenolisté byl testován na těchto rostlinách: pšenice setá (jarní forma), štírovník růžkatý a jetele luční.

U kultivačního pokusu pšenice seté byl prokázán vliv obou extraktů z ambrozie peřenolisté na růst pšenice. Bylo sledováno, že extrakt z kořenů ambrozie měl zřetelnější inhibiční účinek než extrakt z nadzemní části ambrozie. To koresponduje s výsledky Vidotta *et al.*, 2013, který ve své publikaci uvádí, že při použití extraktu z kořenů ambrozie dojde k výraznější inhibici růstu pšenice seté.

Co se týká počtu odnoží a stanovení listové plochy pšenice byl výraznější inhibiční vliv u varianty extraktu z kořenů ambrozie. U varianty extraktu z nadzemní části ambrozie byly hodnoty srovnatelné s hodnotami kontroly. Tento důsledek by se dal vysvětlit tím, že pro tvorbu extraktu z nadzemních částí ambrozie, nebyly v našem případě použity rostliny v plném květu. Miranda *et al.*, 2014 ve své publikaci dokazuje to, že ambrozie peřenolistá obsahuje v období plného květu více terpenoidních látek, které mají inhibiční vliv na okolní rostliny.

V kultivačním pokusu štírovníku růžkatého a jetele lučního byl zaznamenán vliv obou použitých extraktů z ambrozie peřenolisté na všechny tři sledované parametry.

Výsledky byly doplněny i pokusem stanovení sušiny u testovaných rostlin v klimaboxu. Z pokusu vyplývá, že výsledky potvrzují inhibiční vliv extraktu z kořenů ambrozie na tvorbu nadzemní hmoty pšenice seté. U kořenové soustavy pšenice seté došlo také k úbytku sušiny, ale ovlivnění pomocí extraktů nebylo tak výrazné.

U štírovníku růžkatého byl zaznamenán úbytek sušiny pouze u nadzemní hmoty obou variant extraktů. U kořenové soustavy štírovníku byly hodnoty sušiny ve všech variantách vyrovnané. U jetele lučního byl výrazný úbytek sušiny zaznamenán u nadzemní hmoty varianty extraktu z nadzemní části ambrozie. Vliv extraktů z ambrozie peřenolisté na kořenovou soustavu jetele lučního nebyl zaznamenán.



### 5.3 Vyhodnocení testu klíčivosti vybraných druhů rostlin

Pro stanovení klíčivosti vybraných druhů rostlin byly použity vodné a etanolové extrakty z nadzemních i kořenových částí ambrozie peřenolisté. Mezi testované druhy rostlin patří pšenice setá (jarní forma), štírovník růžkatý, bojínek luční, jetel luční a jitrocel kopinatý.

#### Vodné extrakty

Z výsledků je zřejmé, že vodné extrakty z ambrozie nemají tak výrazný inhibiční vliv jako etanolové extrakty. Tento důsledek by se dal vysvětlit tím, že některé druhy seskviterpenů a jejich deriváty jsou obtížně rozpustné nebo nerozpustné ve vodě, ale naopak se velmi dobře rozpouštějí v etanolu a jiných organických rozpouštědlech.

V případě pšenice seté došlo u vodného extraktu z nadzemní části ambrozie peřenolisté naopak k stimulačnímu vlivu na klíčení obilek. U varianty kořenového extraktu byl inhibiční vliv na klíčení obilek zaznamenán.

U štírovníku růžkatého a jitrocele kopinatého byl inhibiční vliv obou vodných extraktů z ambrozie na klíčení semen zaznamenán. I když mnoho autorů (Klejdus a Kubáň, 1999) uvádí, že má ambrozie peřenolistá vliv inhibiční, v určitých případech může působit i stimulačně. To dokazují i publikace Vidotta *et al.*, 2013 a Wanga *et al.*, 2005, kteří uvádějí, že extrakty z ambrozie peřenolisté mohou mít na některé druhy rostlin inhibiční vliv a na, některé vliv stimulační. Tento výsledek byl zaznamenán i v našem případě u některých druhů testovaných rostlin.

Mezi rostliny, na které měly vodné extrakty z ambrozie peřenolisté spíše stimulační vliv dále patří jetel luční a bojínek luční.

#### Etanolové extrakty

Při etanolových extraktů z ambrozie peřenolisté byl u všech druhů testovaných rostlin zaznamenán vliv inhibiční. Výraznější inhibiční vliv na klíčení obilek pšenice seté byl zaznamenán u extraktu z nadzemní části ambrozie. Na jetel luční měl výraznější vliv etanolový extrakt z kořenů ambrozie. V případě bojínku lučního byl zaznamenán výraznější inhibiční vliv na klíčení obilek naopak u extraktu z nadzemních částí ambrozie peřenolisté.

Tento důsledek by se dal vysvětlit tím, že některé druhy jsou více ovlivňovány látkami fenolického charakteru a některé jsou naopak citlivé na vyšší obsah terpenoidních látek.

#### **5.4 Vliv ambrozie peřenolisté na hospodářskou produkci**

Z výsledků monitoringu ambrozie peřenolisté je zřejmé, že se ambrozie v České republice vyskytuje zatím spíše ostrůvkovitě převážně v teplejších oblastech. Podle Takácse *et al.*, 2004 obsahuje ambrozie peřenolistá alelopatické látky, které mohou inhibovat klíčení a počáteční růst kulturních plodin a plevelů. Toto tvrzení dokazují i výsledky diplomové práce.

Ke zpomalení růstu kulturních plodin by mohlo dojít v případě, že by se ambrozie peřenolistá vyskytovala u pěstovaných plodin na poli (nebo v jejich blízkosti) v hojném počtu. Další riziko spočívá v zapravení zbytků nadzemní hmoty ambrozie do půdy. V publikaci Vidotta *et al.*, 2013 bylo prokázáno, že dostanou-li se nadzemní části hmoty ambrozie do půdy, dojde prostřednictvím terpenoidních látek obsažených v listech a květech k výraznému omezení růstu okolních plodin.

Vidotto *et al.*, 2013 ve své publikaci testoval vliv extraktů a zbytků nadzemní hmoty ambrozie peřenolisté na několika zemědělských plodinách. Uvádí, že rajče (*Solanum lycopersicum* L.) bylo nejcitlivější na extrakty z ambrozie peřenolisté. Při jejich aplikaci došlo k 50 % zpomalení růstu. Další rostlina, která byla testována v jeho experimentu, byl hlávkový salát (*Lactuca sativa* L.). U toho došlo také k inhibici jeho růstu, ale ne pomocí extraktů, ale tehdy když se do substrátu přidaly zbytky nadzemní hmoty ambrozie.

Z výsledků diplomové práce vyplývá, že ambrozie peřenolistá je nebezpečná pro pěstování kulturních plodin vyskytuje-li se v hojném počtu. Lze brát v úvahu i to, zda mají být pěstovány citlivější plodiny (např. rajče, salát, pšenice setá, jetel luční, štirovník růžkatý) na pozemku, kde byl prokázán v předešlých letech výskyt ambrozie peřenolisté. Je také důležité zmínit, že záleží i na genotypu ambrozie, jelikož jednotlivé rostliny ambrozie se mohou lišit svými obsahovými látkami a jejich množstvím.

## 6 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá vlivem alelopatických látek obsažených v biomase *Ambrosia artemisiifolia* L. na vybrané druhy rostlin a jejím vlivem na zemědělskou produkci. Byla popsána biologie ambrozie peřenolisté, její výskyt, alelopatické látky, hospodářský vliv a vztahy mezi rostlinami.

V rámci této práce byl proveden monitoring ambrozie peřenolisté, kultivační pokusy ve skleníku a klimaboxu a pokus vlivu extraktů z ambrozie peřenolisté na klíčivost vybraných druhů rostlin.

V kultivačním pokusu ve skleníku bylo zjištěno, že ambrosie peřenolistá nemá vliv na růst pšenice seté (jarní formy). Naopak má inhibiční vliv na tvorbu odnoží. Co se týká ostatních doprovodných rostlin ve skleníku (štírovník růžkatý, ovsík vyvýšený, kostřava červená, bojínek luční, jitrocel kopinatý) byl inhibiční vliv ambrozie na všechny sledované parametry (výška rostliny, počet listů, listová plocha) zaznamenán.

V kultivačním pokusu v klimaboxu, kde byl sledován vliv extraktů z ambrozie peřenolisté na vybrané druhy rostlin bylo zjištěno, že extrakty mají inhibiční vliv na všechny tři sledované rostliny. U pšenice seté byl prokázán výraznější vliv extraktu z kořenů ambrozie. U štírovníku růžkatého byl zaznamenán výraznější vliv extraktu z nadzemní části ambrozie a u jetele lučního byl vliv obou extraktů z ambrozie vyrovnaný. Tyto výsledky prokazuje i pokus stanovení sušiny u testovaných rostlin v klimaboxu. Byl zaznamenán úbytek nadzemní hmoty pšenice vlivem extraktu z kořenů ambrozie. U štírovníku růžkatého byl prokázán inhibiční vliv obou extraktů z ambrozie peřenolisté na nadzemní hmotu. Co se týká jetele lučního, tak byl prokázán výraznější vliv extraktu z nadzemní části ambrozie na nadzemní hmotu jetele.

V testu klíčivosti byl prokázán výraznější inhibiční vliv na klíčení semen/obílek pomocí etanolových extraktů než vodných extraktů z ambrozie peřenolisté. Mezi rostliny nejvíce ovlivněné etanolovými extrakty patří pšenice setá (jarní forma), jetele luční a bojínek luční.

Vzhledem k negativním vlivům se na ambrosii peřenolistou zaměřuje soustředěný výzkum. Dosud největším mezinárodním projektem je COST SMARTER, do kterého je prostřednictvím Botanického ústavu zapojena i Česká republika. Cílem projektu je najít dlouhodobě aplikovatelné metody potlačování ambrozie, protože tradiční způsoby

hubení plevelů, jakými jsou chemické postřiky a mechanická likvidace, jsou velmi drahé a dlouhodobě nejsou dostatečně účinné. Příspěvkem České republiky do projektu by měl být souhrn dosavadních znalostí o druhu z našeho území. Vzhledem k tomu, že tyto znalosti jsou dosud poměrně omezené, bylo by velmi žádoucí realizovat další výzkum (Botanika, 2014).

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BAIS H. P., WEIR T. L., PERRY L. G., GILROY S., VIVANCO J. M.: Annual Reviews Plant Biology. 57, 233, 2006.
- BELZ, R. G., HURLE, K., DUKE, S. O., 2005. Dose-response - a challenge for allelopathy? Nonlinearity in Biology, Toxicology, Medicine. 3, 173-211.
- BĚLOHLÁVKOVÁ, R. *Květena České republiky*. Vyd. 1. Editor Bohumil Slavík, Jitka Štěpánková. Ilustrace Anna Skoumalová-Hadačová, Eva Smrčinová. Praha: Academia, 2004, 767 s. ISBN 8020011617
- BŁOSZYK, E., U. RYCHLEWSKA, B. SZCZEPANSKA, M. BUDĚŠÍNSKÝ, B. DROŽDŽ and M. HOLUB. *Sesquiterpene Lactones of Ambrosia artemisiifolia L. and Ambrosia trifida L. Species*. Collection of Czechoslovak Chemical Communications [online]. 1992, vol. 57, issue 5, s. 1092-1102 [cit. 2015-04-25]. DOI: 10.1135/cccc19921092.
- BOTANIKA: INFORMAČNÍ A POPULARIZAČNÍ ČASOPIS. Průhonice: Botanický ústav AV ČR, 2014-. ISSN 2336-2243.
- BRÜCKNER, D. J., A. LEPOSSA and Z. HERPAI. *Inhibitory effect of ragweed (Ambrosia artemisiifolia L.)-inflorescence extract on the germination of Amaranthus hypochondriacus L. and growth of two soil algae*. Chemosphere [online]. 2003, vol. 51, issue 6, s. 161-167 [cit. 2015-04-15]. DOI: 10.1016/s0045-6535(02)00790-7.
- ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA (ČZU), 2013: *Herba atlas plevelů: Ambrozie peřenolistá* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné na:  
<[http://www.jvsystem.net/app19/Species.aspx?pk=1061&lng\\_user=1](http://www.jvsystem.net/app19/Species.aspx?pk=1061&lng_user=1)>
- ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA (ČZU). HEJCMAN, M. *Šíření diaspor* [online]. 2006 [cit. 2015-02-22]. Dostupné na:  
<[http://fle.czu.cz/~hejcman/Prednasky/Ekologie\\_rostlin9\\_sireni\\_rostlin1.pdf](http://fle.czu.cz/~hejcman/Prednasky/Ekologie_rostlin9_sireni_rostlin1.pdf)>
- DEWICK, P. M. *Medicinal natural products: a biosynthetic approach*. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2008, x, 539 s. ISBN 9780470741672.
- DOLEŽALOVÁ, M. *Typy interakcí mezi populacemi*. MENDELU [online]. 2015 [cit. 2015-03-08]. Dostupné na:

<[https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/781/Knihovna%20k%20projektu/13b\\_populace\\_interakce\\_marie\\_dolezalova.pdf](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/781/Knihovna%20k%20projektu/13b_populace_interakce_marie_dolezalova.pdf)>

ENVIRONMENTÁLNÍ INFORMAČNÍ CENTRA PLZEŇSKÉHO KRAJE (ENVIC):

*Rostlinné invaze: Invazní rostliny* [online]. 2015 [cit. 2015-02-28]. Dostupné na: <<http://www.envic.cz/rostlinne-invaze.htm>>

FISCHER, N. H. (1991) Plant terpenoids as allelopathic agents. In: Harborne J. B. and F. A. Tomas-Barberan (Eds.), *Ecological Chemistry and Biochemistry of Plant Terpenoids*. Clarendon Press, Oxford, pp. 377-398.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Common Ragweed-Derived Phenolic Compounds and Their Effects on Germination and Seedling Growth of Weed Species* [online]. 2010 [cit. 2015-03-13]. Dostupné na: <<http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=KR2011004803>>

HAVRÁNEK, J. *Invazní druhy rostlin - celosvětový problém* [online]. 2004 [cit. 2015-03-07]. Dostupné na: <<http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=216>>

HERMANN, H.: *Contents of principle plant phenols in fruits*. *Fluess. Obst.* 1992, 59, 66-70.

HOLEC, J. a J. SOUKUP. *Invazní plevel: Ambrózie peřenolistá*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Agris [online]. 2003 [cit. 2015-02-25]. Dostupné na: <<http://www.agris.cz/clanek/128525>>

CHON S – U., KIM Y – M., LEE J – C.: Herbicidal potential and quantification of causative allelochemicals from several composite weeds, *European weed research society* 2003 s. 445

INDERJIT, K. DAKSHINI and F. A. EINHELLIG. *Allelopathy: organisms, processes, and applications*. Washington, D.C.: American Chemical Society, 1995, x, 381 p. ISBN 0841230617.

JEHLÍK, V. a kol. *Cizí expanzivní plevely České republiky a Slovenské republiky: Alien expansive weeds of the Czech Republic and the Slovak Republic*. 1. vyd. Praha: Academia, 1998. 506 s. ISBN 80-200-0656-7.

- KLEJDUS, B. a KUBÁŇ, V. 1999. *Rostlinné fenoly v alelopatii*. Chemické listy 93, s. 243-248.
- KLOUDA, P. *Základy biochemie*. 2., přeprac. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2005, 143 s. ISBN 80-86369-11-0.
- KNEIFELOVÁ, M. a J. MIKULKA. *Významné a nově se šířící plevely*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2003, 59 s. ISBN 80-7271-142-3.
- KONG, CH - H., P. WANG and X - H. XU. *Allelopathic interference of Ambrosia trifida with wheat (Triticum aestivum)*. Agriculture, Ecosystems [online]. 2007, vol. 119, 3-4, s. 416-420 [cit. 2015-04-15]. DOI: 10.1016/j.agee.2006.07.014.
- KULOVANÁ, E. Úroda. *Nově registrované odrůdy* [online]. 2001 [cit. 2015-03-22]. Dostupné na: <<http://uroda.cz/nove-registrovane-odrudy-2/>>
- KVĚTENA ČR, 2013. *Ambrosie peřenolistá* [online]. 2003-2013, Poslední revize 2013 [cit. 2015-02-25]. Dostupné na: <<http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=682>>
- KVĚTENA ČR, 2015. *Jitrocel kopinatý* [online]. 2003-2015, Poslední revize 2015 [cit. 2015-03-29]. Dostupné na: <<http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=21>>
- LHOTSKÁ, M. a Z. KROPÁČ. *Kapesní atlas semen, plodů a klíčnic rostlin*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985, 547 s.
- LU T - S., F. J. PARODI, D. VARGAS, L. QUIJANO, E. R. MERTOETOMO, M. A. HJORTSO and N. H. FISCHER. *Sesquiterpenes and thiarubrines from Ambrosia trifida and its transformed roots*. Phytochemistry [online]. 1993, vol. 33, issue 1, s. 113-116 [cit. 2015-04-19]. DOI: 10.1016/0031-9422(93)85405-g.
- MAREŠOVÁ, M. *Rozšiřování rostlin semen*. Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích [online]. 2015 [cit. 2015-02-24]. Dostupné na: <[http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fbotanika.prf.jcu.cz%2Fsuspa%2Fvyuka%2Fmaterialy%2Fpopulac%2FMaresova.doc&ei=Y3XsVOysKMm\\_ygOaiYGABA&usg=AFQjCNGrg-QsdytGVioWUa0\\_uugODfpurw&bvm=bv.86475890,d.bGQ](http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fbotanika.prf.jcu.cz%2Fsuspa%2Fvyuka%2Fmaterialy%2Fpopulac%2FMaresova.doc&ei=Y3XsVOysKMm_ygOaiYGABA&usg=AFQjCNGrg-QsdytGVioWUa0_uugODfpurw&bvm=bv.86475890,d.bGQ)>
- MENDELU. *Vztahy plevelů a plodin* [online]. 2010 [cit. 2015-03-07]. Dostupné na: <[http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/553/dzi/www/plevele/vztahy\\_plodinam.htm](http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/553/dzi/www/plevele/vztahy_plodinam.htm)>

- MIKULKA, J. *Plevelné rostliny polí, luk a zahrad*. 1.vyd. Praha: Farmář, 1999, 160 s. ISBN 80-902413-2-8.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Metodika zkoušení osiva a sadby*. Praha, 2004. Nepubl.
- MIRANDA, C. A. S. F. de, M. das G. CARDOSO, M. L. M. de CARVALHO, A. C. S. FIGUEIREDO, D. L. NELSON, CH. M. de OLIVEIRA, M. de S. GOMES, J. de ANDRADE, J. A. de SOUZA and L. R. M. de ALBUQUERQUE. *Chemical Composition and Allelopathic Activity of Parthenium hysterophorus and Ambrosia polystachya Weeds Essential Oils*. American Journal of Plant Sciences [online]. 2014, vol. 05, issue 09, s. 1248-1257 [cit. 2015-04-19]. DOI: 10.4236/ajps.2014.59137.
- MUSILOVÁ, L., O. UHLÍK, M. MACKOVÁ a T. MACEK. *Úloha sekundárních metabolitů rostlin v bakteriální degradaci organických xenobiotik* [online]. Praha: Česká společnost chemická, 2012 [cit. 2015-03-11]. ISSN 0009-2770. Dostupné na: <[http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012\\_11\\_1029-1033.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_11_1029-1033.pdf)>
- NOVÁČEK, F. *Fytochemické základy botaniky*. Vyd. 2., dopl. Olomouc: Fontána, [2008], 284 s. ISBN 9788073364571.
- PROCHÁZKA, S. *Fyziologie rostlin*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1998, 484 s. ISBN 80-200-0586-2.
- PYŠEK, P., SÁDLO, J., MANDÁK, B. (2002): Catalogue of alien plants of the Czech Republic. Preslia, Praha 74: 97-186.
- PYŠEK, P. *Rostlinné invaze*. 1. vyd. Brno: Rezekvítek, 2001. 40 s. ISBN 80-902954-4-4.
- RICHTER, O., Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Kulturgräser. 1926, 203-242.
- ROBBINS, R. J., *Phenolic acids in foods: An overview of analytical methodology*. J. Agr. Food Chem. 2003, 51, 2866-2887.
- SCHOENROCK, U., UNTIEDT, S., KUX, U., INOUE, K.: *Use of tocopheryl ferulates for lightening the skin browning caused by UV radiation*. 1997. Patent CA section 62 (essential Oils and Cosmetics). DE 19615575



- SINGER A. C., THOMPSON I. P., BAILEXY M. J.: *Current Opinion in Microbiology* 7, 239 2004.
- SOJNEKOVÁ, M. *Metodický postup SRS: k provádění monitoringu invazních rostlin a opatření při zjištění jejich výskytu*. Praha, 2012. Nepubl.
- STÁTNÍ ROSTLINOLÉKAŘSKÁ SPRÁVA (SRS). *Ambrozie peřenolistá* [online]. 2013 [cit. 2015-02-22]. Dostupné na:  
<[http://eagri.cz/public/web/file/62469/Ambrosia\\_perenolista.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/62469/Ambrosia_perenolista.pdf)>
- STURGEON, CH. M., K. CRAIG, C. BROWN, N. T. RUNDLE, R. J. ANDERSEN and M. ROBERGE. *Modulation of the G 2 Cell Cycle Checkpoint by Sesquiterpene Lactones Psilostachyins A and C Isolated from the Common Ragweed Ambrosia artemisiifolia*. *Planta Medica* [online]. 2005, vol. 71, issue 10, s. 938-943 [cit. 2015-04-25]. DOI: 10.1055/s-2005-873109.
- TAKÁCS, A., J. HORVÁTH and J. MIKULÁS 2004. Inhibitory effect of *Chelidonium majus* extracts. *Z. Pflanzenk. Pflanzen, Sonderh.* 19:285-292.
- TESIO, F., WESTON, L. A., FERRERO, A., 2011. *Allelochemicals identified from Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.) residues and their potential inhibitory activity in the field and laboratory*. *Scientia Horticulturae.* 129, 361-368.
- VIDOTTO, F., F. TESIO and A. FERRERO. *Allelopathic effects of Ambrosia artemisiifolia L. in the invasive process*. *Crop Protection* [online]. 2013, vol. 54, 3-4, s. 161-167 [cit. 2015-04-15]. DOI: 10.1016/j.cropro.2013.08.009.
- VODRÁŽKA, Z. *Biochemie*. 2., opr. vyd. Praha: Academia, 1996, 186,134,191 s. ISBN 80-200-0600-1.
- VÝZKUMNÝ ÚSTAV ROSTLINNÉ VÝROBY, v.v.i. (VÚRV), 2009: *Ambrózie peřenolistá* [online]. [cit. 2015-02-21]. Dostupné na:  
<[http://www.vurv.cz/weeds/cz/html/invazni\\_plevele/ambrozie\\_perenolista\\_ambrosia\\_artemisiifolia.html](http://www.vurv.cz/weeds/cz/html/invazni_plevele/ambrozie_perenolista_ambrosia_artemisiifolia.html)>
- WANG, P., LIANG, W., KONG, CH-H. and JIANG, Y. (2005). *Allelopathic potential of volatile allelochemicals of Ambrosia trifida L. on other plants*. *Allelopathy Journal* 15(1): 131-136.

WIKIKNIHY: Otevřená sbírka učebnic a knih: Přírodní látky/Chemie přírodních látek/Přehled přírodních látek/Aromatické sloučeniny a příbuzné látky [online]. 2011 [citováno 20. 03. 2015]. Dostupný na:

<[http://cs.wikibooks.org/w/index.php?title=P%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD\\_1%C3%A1tky/Chemie\\_p%C5%99%C3%ADrodn%C3%ADch\\_1%C3%A1tek/P%C5%99ehled\\_p%C5%99%C3%ADrodn%C3%ADch\\_1%C3%A1tek/Aromatick%C3%A9\\_slou%C4%8Deniny\\_a\\_p%C5%99%C3%ADbuzn%C3%A9\\_1%C3%A1tky&oldid=21998](http://cs.wikibooks.org/w/index.php?title=P%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD_1%C3%A1tky/Chemie_p%C5%99%C3%ADrodn%C3%ADch_1%C3%A1tek/P%C5%99ehled_p%C5%99%C3%ADrodn%C3%ADch_1%C3%A1tek/Aromatick%C3%A9_slou%C4%8Deniny_a_p%C5%99%C3%ADbuzn%C3%A9_1%C3%A1tky&oldid=21998)>

WIKIPEDIE. *Kyselina kávová* [online]. 2015 [cit. 2015-03-24]. Dostupné na: <[http://sk.wikipedia.org/wiki/Kyselina\\_k%C3%A1vov%C3%A1](http://sk.wikipedia.org/wiki/Kyselina_k%C3%A1vov%C3%A1)>

#### Internetové zdroje:

Internetový zdroj 1:

<[http://www.jvsystem.net/app19/Species.aspx?pk=1061&lng\\_user=1](http://www.jvsystem.net/app19/Species.aspx?pk=1061&lng_user=1)>

Internetový zdroj 2:

<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Ambrozie\\_pe%C5%99enolist%C3%A1](http://cs.wikipedia.org/wiki/Ambrozie_pe%C5%99enolist%C3%A1)>

Internetový zdroj 3:

<[http://www.jvsystem.net/app19/Species.aspx?pk=1061&lng\\_user=1](http://www.jvsystem.net/app19/Species.aspx?pk=1061&lng_user=1)>

Internetový zdroj 4:

<<http://www.proalergiky.cz/magazin/clanek/agresivni-pyl-ambrozie-je-nevitanym-hostem-domacnosti-alergiku>>

Internetový zdroj 5:

<<http://www.chempoint.cz/co-jsou-to-antioxidanty>>

Internetový zdroj 6:

<<http://www.chempoint.cz/co-jsou-to-antioxidanty>>

Internetový zdroj 7:

<<http://www.chempoint.cz/co-jsou-to-antioxidanty>>

Internetový zdroj 8:

<<http://www.chempoint.cz/co-jsou-to-antioxidanty>>

Internetový zdroj 9:

<<http://de.wikibooks.org/wiki/Datei:Isopentan.svg>>

Internetový zdroj 10:

<<http://de.wikipedia.org/wiki/Isopren>>

Internetový zdroj 11:

<<http://rsb.info.nih.gov/ij/download.html>>

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Ambrozie peřenolistá .....	13
Obrázek 2: Dozrávající nažky v samičích úborech .....	13
Obrázek 3: Nažky ambrozie peřenolisté.....	14
Obrázek 4: Samčí prašníkové úbory .....	14
Obrázek 5: Rozšíření ambrozie peřenolisté v Evropě .....	15
Obrázek 6: Výskyt ambrozie peřenolisté v ČR .....	16
Obrázek 7: Pylové zrno ambrozie pod mikroskopem.....	17
Obrázek 8: Strukturní vzorec kyseliny skořicové.....	30
Obrázek 9: Strukturní vzorec kyseliny 4-hydroxy-3,5-dimethoxyskořicové (kyselina ferulová).....	31
Obrázek 10: Strukturní vzorec kyseliny 3,4-dihydroxyskořicové (kyselina kávová) ....	31
Obrázek 11: Strukturní vzorec kyseliny 4-hydroxyskořicové (kyselina p-kumarová)...	32
Obrázek 12: Strukturní vzorec kyseliny 3-hydroxybenzoové .....	32
Obrázek 13: Strukturní vzorec isopentanu.....	33
Obrázek 14: Strukturní vzorec isoprenu .....	33
Obrázek 15: Pšenice setá (kontrola) .....	39
Obrázek 16: Štírovník růžkatý spolu s ambrozií .....	40
Obrázek 17: Štírovník růžkatý s ambrozií (pohled shora).....	40
Obrázek 18: Stanovení listové plochy pomocí programu ImageJ .....	40
Obrázek 19: Testované druhy rostlin v klimaboxu.....	43
Obrázek 20: Štírovník růžkatý.....	43
Obrázek 21: Štírovník růžkatý (pohled shora).....	43
Obrázek 22: Detail pšenice seté pod lupou (kontrola).....	46
Obrázek 23: Detail pšenice seté pod lupou (ovlivněná extraktem z nadzemních částí ambrozie) .....	46
Obrázek 24: Ambrozie peřenolistá v kolejišti .....	47
Obrázek 25: Detail ambrozie peřenolisté.....	47

## 9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Doporučená nejvhodnější doba průzkumu jednotlivých druhů. V tabulce je vyznačena pomocí šedých polí, zatímco doba kvetení je vyznačena •.....	36
Tabulka 2: Tabulka klíčivosti pšenice seté (vodný extrakt) .....	66
Tabulka 3: Tabulka klíčivosti štirovníku růžkatého (vodný extrakt) .....	66
Tabulka 4: Tabulka klíčivosti jetele lučního (vodný extrakt).....	67
Tabulka 5: Tabulka klíčivosti bojínku lučního (vodný extrakt) .....	67
Tabulka 6: Tabulka klíčivosti jitrocele kopinatého (vodný extrakt).....	68
Tabulka 7: Tabulka klíčivosti pšenice seté (etanolový extrakt) .....	68
Tabulka 8: Tabulka klíčivosti štirovníku růžkatého (etanolový extrakt).....	69
Tabulka 9: Tabulka klíčivosti jetele lučního (etanolový extrakt).....	69
Tabulka 10: Tabulka klíčivosti bojínku lučního (etanolový extrakt) .....	70
Tabulka 11: Tabulka klíčivosti jitrocele kopinatého (etanolový extrakt).....	70

## 10 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Pšenice setá - výška rostliny [cm] .....	48
Graf 2: Pšenice setá - počet odnoží.....	49
Graf 3: Štirovník růžkatý - výška rostliny [cm].....	49
Graf 4: Štirovník růžkatý - počet listů .....	50
Graf 5: Štirovník růžkatý - stanovení listové plochy [mm <sup>2</sup> ].....	51
Graf 6: Ovsík vyvýšený - výška rostliny [cm].....	51
Graf 7: Ovsík vyvýšený - počet listů .....	52
Graf 8: Ovsík vyvýšený - stanovení listové plochy [mm <sup>2</sup> ].....	52
Graf 9: Kostřava červená - výška rostliny [cm].....	53
Graf 10: Kostřava červená - počet listů .....	54
Graf 11: Kostřava červená - stanovení listové plochy [mm <sup>2</sup> ].....	54
Graf 12: Bojínek luční - výška rostliny [cm].....	55
Graf 13: Bojínek luční - počet listů .....	55
Graf 14: Bojínek luční - stanovení listové plochy [mm <sup>2</sup> ].....	56
Graf 15: Jitrocel kopinatý - výška rostliny [cm].....	56
Graf 16: Jitrocel kopinatý - počet listů .....	57
Graf 17: Jitrocel kopinatý - stanovení listové plochy [mm <sup>2</sup> ].....	57
Graf 18: Pšenice setá - výška rostliny [cm] .....	58

Graf 19: Pšenice setá - počet odnoží.....	59
Graf 20: Pšenice setá - stanovení listové plochy [mm <sup>2</sup> ] .....	59
Graf 21: Štírovník růžkatý - výška rostliny [cm].....	60
Graf 22: Štírovník růžkatý - počet listů .....	61
Graf 23: Štírovník růžkatý - stanovení listové plochy [mm <sup>2</sup> ].....	61
Graf 24: Jetel luční - výška rostliny [cm] .....	62
Graf 25: Jetel luční - počet listů.....	63
Graf 26: Jetel luční - stanovení listové plochy [mm <sup>2</sup> ] .....	63
Graf 27: Stanovení sušiny pšenice seté [g].....	64
Graf 28: Stanovení sušiny štírovníku růžkatého [g] .....	65
Graf 29: Stanovení sušiny jetele lučního [g] .....	65

## 11 PŘÍLOHY

### 11.1 Příloha 1: Tabulky zdrojových dat kultivačních pokusů

#### 11.1.1 Kultivační pokus pšenice seté ve skleníku

Výška rostliny [cm]

Typ pokusu	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 11.9. 2014	Pokus 18.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	11,88	20,50	26,63	29,50	32,50	35,88	46,00
Ovlivněná varianta Sx	1,65	0,71	1,65	1,35	1,83	0,85	0,91
Ovlivněná varianta střední chyba	0,95	0,41	0,95	0,78	1,05	0,49	0,53
Ovlivněná varianta T-test	0,64	0,71	0,84	0,10	0,18	0,44	0,87
Kontrola $\bar{X}$	11,25	20,75	26,13	30,63	34,13	36,38	45,88
Kontrola Sx	1,94	1,04	1,65	1,93	0,75	0,85	1,11
Kontrola stř. chyba	1,12	0,60	0,95	1,11	0,43	0,49	0,64

Počet odnoží

Typ pokusu	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 11.9. 2014	Pokus 18.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	1,00	1,00	1,25	2,00	2,75	3,25	3,75
Ovlivněná varianta Sx	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50
Ovlivněná varianta střední chyba	0,00	0,00	0,29	0,00	0,29	0,29	0,29
Ovlivněná varianta T-test	0,00	0,00	0,54	0,18	0,10	0,06	0,03
Kontrola $\bar{X}$	1,00	1,00	1,50	2,50	3,50	4,00	4,75
Kontrola Sx	0,00	0,00	0,58	0,58	0,58	0,00	0,50
Kontrola stř. chyba	0,00	0,00	0,33	0,33	0,33	0,00	0,29

### 11.1.2 Kultivační pokus ostatních doprovodných druhů rostlin ve skleníku

ŠTÍROVNÍK RŮŽKATÝ – výška rostliny [cm]

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	1,30	2,60	3,50	4,40	5,30	6,50	9,50	9,80
Ovlivněná varianta Sx	0,45	0,42	1,00	1,29	1,04	2,06	2,62	2,75
Ovlivněná varianta stř. chyba	0,22	0,21	0,50	0,65	0,52	1,03	1,31	1,38
Ovlivněná varianta T-test	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	2,40	5,30	6,80	9,20	11,30	12,70	15,70	16,50
Kontrola Sx	0,42	1,68	1,44	2,36	2,59	2,05	0,91	0,79
Kontrola stř. chyba	0,21	0,84	0,72	1,18	1,29	1,02	0,45	0,40

ŠTÍROVNÍK RŮŽKATÝ – počet listů

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	5,00	6,20	6,40	7,80	8,60	12,80	16,20	17,20
Ovlivněná varianta Sx	1,41	0,84	1,14	1,48	1,52	3,11	4,55	5,45
Ovlivněná varianta stř. chyba	0,71	0,42	0,57	0,74	0,76	1,56	2,27	2,72
Ovlivněná varianta T-test	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	6,20	8,20	11,00	14,60	21,00	29,40	44,60	52,60
Kontrola Sx	0,84	0,84	2,00	3,05	5,15	2,19	4,83	3,91
Kontrola stř. chyba	0,42	0,42	1,00	1,52	2,57	1,10	2,41	1,96



ŠTÍROVNÍK RŮŽKATÝ – listová plocha [mm<sup>2</sup>]

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	664,60	775,96	822,88	859,50	880,60	1160,80	1246,96	1350,24
Ovlivněná varianta Sx	195,95	82,61	45,87	19,67	21,43	236,68	269,54	317,18
Ovlivněná varianta stř. chyba	97,97	41,31	22,93	9,83	10,71	118,34	134,77	158,59
Ovlivněná varianta T-test	0,41	0,56	0,17	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	802,38	876,88	866,10	942,60	1146,56	2343,78	4446,98	4998,70
Kontrola Sx	289,96	128,92	44,11	46,24	142,72	182,74	152,10	336,31
Kontrola stř. chyba	144,98	64,46	22,05	23,12	71,36	91,37	76,05	168,16

OVSÍK VYVÝŠENÝ - výška rostliny [cm]

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	6,40	9,00	10,90	13,40	14,90	16,60	19,20	19,90
Ovlivněná varianta Sx	0,89	2,21	3,61	2,01	2,72	1,85	2,14	2,19
Ovlivněná varianta stř. chyba	0,45	1,10	1,81	1,01	1,36	0,93	1,07	1,10
Ovlivněná varianta T-test	0,24	0,55	0,03	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	7,30	9,70	16,10	16,40	18,40	24,90	27,20	28,60
Kontrola Sx	1,30	1,04	0,74	0,65	1,02	2,95	1,72	2,27
Kontrola stř. chyba	0,65	0,52	0,37	0,33	0,51	1,47	0,86	1,14

OVSÍK VYVÝŠENÝ – počet listů

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	4,60	5,00	6,20	8,40	10,20	12,40	14,40	16,00
Ovlivněná varianta $S_x$	1,14	0,71	0,84	0,89	1,30	1,14	1,52	1,58
Ovlivněná varianta stř. chyba	0,57	0,35	0,42	0,45	0,65	0,57	0,76	0,79
Ovlivněná varianta T-test	1,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	4,60	6,00	12,80	13,40	17,60	19,60	31,60	35,20
Kontrola $S_x$	0,89	1,87	1,92	1,47	2,70	3,65	4,77	3,56
Kontrola stř. chyba	0,45	0,94	0,96	0,74	1,91	1,82	2,39	1,78

OVSÍK VYVÝŠENÝ - listová plocha [mm<sup>2</sup>]

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	84,40	98,98	249,80	1069,48	1257,38	2565,90	3069,96	3206,28
Ovlivněná varianta $S_x$	11,85	9,18	75,73	108,94	177,51	955,18	671,91	584,45
Ovlivněná varianta stř. chyba	5,93	4,59	37,87	54,47	88,75	477,59	335,96	292,23
Ovlivněná varianta T-test	0,01	1,95E-06	1,79E-05	2,17E-05	2,93E-06	0,00	0,00	3E-05
Kontrola $\bar{X}$	283,24	459,14	1084,18	2160,26	2511,92	5747,42	6255,18	6413,00
Kontrola $S_x$	90,29	28,55	138,78	191,14	128,48	432,02	249,55	322,21
Kontrola stř. chyba	45,15	14,27	69,39	95,57	64,24	216,01	124,77	161,10

KOSTŘAVA ČERVENÁ – výška rostliny [cm]

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	2,30	4,40	5,00	6,20	7,70	9,70	10,40	10,90
Ovlivněná varianta Sx	0,76	1,98	1,80	3,29	4,15	5,26	5,81	6,26
Ovlivněná varianta stř. chyba	0,38	0,99	0,90	1,65	2,07	2,63	2,91	3,13
Ovlivněná varianta T-test	0,21	0,28	0,06	0,08	0,14	0,23	0,12	0,08
Kontrola $\bar{X}$	3,40	5,60	7,40	9,70	11,50	13,30	15,50	17,40
Kontrola Sx	1,56	1,08	1,56	1,64	3,08	2,95	1,41	0,65
Kontrola stř. chyba	0,78	0,54	0,78	0,82	1,54	1,47	0,71	0,33

KOSTŘAVA ČERVENÁ – počet listů

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	1,60	2,60	4,00	4,80	5,40	6,20	6,60	6,80
Ovlivněná varianta Sx	0,89	0,89	2,35	2,17	1,95	2,59	3,13	3,42
Ovlivněná varianta stř. chyba	0,45	0,45	1,17	1,08	0,97	1,29	1,57	1,71
Ovlivněná varianta T-test	0,02	0,06	0,11	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	3,60	4,20	6,20	8,20	13,40	15,40	25,00	28,40
Kontrola Sx	1,14	1,30	1,10	1,30	3,78	3,85	6,40	6,02
Kontrola stř. chyba	0,57	0,65	0,55	0,65	1,89	1,92	3,20	3,01

KOSTŘAVA ČERVENÁ - listová plocha [mm<sup>2</sup>]

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	9,96	13,76	25,50	28,94	33,64	34,14	35,96	37,00
Ovlivněná varianta Sx	5,92	7,84	4,81	4,29	3,24	3,16	2,92	2,26
Ovlivněná varianta stř. chyba	2,96	3,92	2,40	2,15	1,62	1,58	1,46	1,13
Ovlivněná varianta T-test	0,08	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Kontrola $\bar{X}$	20,68	33,20	39,40	50,84	230,20	627,32	982,40	1237,80
Kontrola Sx	9,82	9,23	9,52	7,92	90,01	176,39	261,84	539,69
Kontrola stř. chyba	4,91	4,62	4,76	3,96	45,00	88,19	130,92	269,85

BOJÍNEK LUČNÍ – výška rostliny [cm]

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	3,40	3,90	7,00	9,30	9,90	13,80	16,70	18,60
Ovlivněná varianta Sx	0,55	0,42	2,67	3,03	3,07	5,26	3,82	3,78
Ovlivněná varianta stř. chyba	0,27	0,21	1,33	1,52	2,17	2,63	1,91	1,89
Ovlivněná varianta T-test	1,00	0,11	0,62	0,65	0,13	0,27	0,06	0,02
Kontrola $\bar{X}$	3,40	5,00	7,70	10,20	12,70	17,20	21,10	24,40
Kontrola Sx	1,08	1,17	1,35	2,95	1,89	3,63	1,52	2,16
Kontrola stř. chyba	0,54	0,59	0,68	1,47	0,95	1,82	0,76	1,08

## BOJÍNEK LUČNÍ - počet listů

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	6,20	6,20	7,20	7,80	8,60	9,40	10,20	12,20
Ovlivněná varianta Sx	2,95	2,95	2,77	3,42	3,36	3,05	2,68	2,68
Ovlivněná varianta stř. chyba	1,47	1,47	1,96	1,71	1,68	1,52	1,34	1,90
Ovlivněná varianta T-test	0,25	0,63	0,89	0,90	0,19	0,02	0,00	7,26E-05
Kontrola $\bar{X}$	4,40	5,40	7,00	7,60	11,00	14,20	20,80	24,20
Kontrola Sx	0,55	1,95	1,00	0,89	1,22	2,17	1,92	1,79
Kontrola stř. chyba	0,27	0,97	0,50	0,45	0,61	1,08	0,96	0,89

BOJÍNEK LUČNÍ - listová plocha [mm<sup>2</sup>]

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	36,54	40,74	46,62	72,92	131,26	149,20	173,00	344,12
Ovlivněná varianta Sx	21,30	22,00	20,73	9,74	41,20	46,66	71,30	144,59
Ovlivněná varianta stř. chyba	10,65	11,00	10,36	4,87	20,60	23,33	35,65	72,30
Ovlivněná varianta T-test	0,12	0,97	0,29	0,25	0,03	5,4E-05	5,78E-07	7,66E-06
Kontrola $\bar{X}$	17,42	41,16	127,10	328,58	596,34	1244,04	1833,76	2242,38
Kontrola Sx	8,84	10,53	148,40	420,13	321,53	165,92	144,26	270,66
Kontrola stř. chyba	4,42	5,26	74,20	210,07	160,76	82,96	72,13	135,33

JITROCEL KOPINATÝ – výška rostliny [cm]

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	4,40	4,80	6,20	8,80	10,40	12,80	13,70	15,20
Ovlivněná varianta Sx	0,42	0,27	0,76	2,36	2,61	1,89	1,75	2,71
Ovlivněná varianta stř. chyba	0,21	0,14	0,38	1,18	1,30	0,95	0,88	1,35
Ovlivněná varianta T-test	0,18	0,09	0,04	0,15	0,01	0,01	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	5,00	5,70	7,60	10,90	15,00	16,90	20,80	23,40
Kontrola Sx	0,79	0,91	0,96	1,75	1,27	1,47	1,72	2,51
Kontrola stř. chyba	0,40	0,45	0,48	0,87	0,64	0,74	0,86	1,25

JITROCEL KOPINATÝ - počet listů

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	5,40	5,60	6,20	8,40	8,80	9,60	11,40	12,40
Ovlivněná varianta Sx	1,52	1,52	1,30	1,82	1,64	1,52	3,85	3,71
Ovlivněná varianta stř. chyba	0,76	0,76	0,65	0,91	0,82	0,76	1,92	1,86
Ovlivněná varianta T-test	1,00	0,30	0,16	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01
Kontrola $\bar{X}$	5,40	6,60	7,40	12,60	14,40	15,00	17,40	19,20
Kontrola Sx	2,30	1,34	1,14	2,70	1,82	1,58	1,95	1,92
Kontrola stř. chyba	1,15	0,67	0,57	1,35	0,91	0,79	0,97	0,96

JITROCEL KOPINATÝ - listová plocha [mm<sup>2</sup>]

Typ pokusu	Pokus 29.7.2014	Pokus 7.8.2014	Pokus 14.8.2014	Pokus 21.8.2014	Pokus 28.8.2014	Pokus 4.9.2014	Pokus 15.9.2014	Pokus 23.9.2014
Ovlivněná varianta $\bar{X}$	184,26	249,58	509,32	2318,68	2527,32	3961,02	4505,96	4542,82
Ovlivněná varianta Sx	121,23	125,66	130,48	296,62	220,09	613,12	506,31	464,90
Ovlivněná varianta stř. chyba	60,61	62,83	65,24	148,31	110,05	306,56	253,16	232,45
Ovlivněná varianta T-test	0,27	0,01	0,02	8,7E-06	9,25E-07	8,15E-05	3,17E-06	4,03E-06
Kontrola $\bar{X}$	270,16	717,14	1442,94	4097,16	4311,64	9822,28	11761,68	11805,04
Kontrola Sx	108,29	228,08	565,91	226,42	184,82	1221,07	913,48	905,90
Kontrola stř. chyba	54,15	114,04	282,96	113,21	92,41	610,54	456,74	452,95

11.1.3 Kultivační pokus vybraných druhů rostlin v klimaboxu

PŠENICE SETÁ – výška rostliny [cm]

Použitý extrakt	Pokus 4.2.2015	Pokus 11.2.2015	Pokus 19.2.2015	Pokus 26.2.2015
Z nadzemní části $\bar{X}$	36,90	41,45	55,55	77,40
Z nadzemní části Sx	5,96	4,13	7,48	10,10
Z nadzemní části stř. chyba	1,99	1,38	2,49	3,37
Z nadzemní části T-test	0,05	0,17	0,11	0,01
Z kořenů $\bar{X}$	35,15	38,15	48,70	69,65
Z kořenů Sx	4,22	3,38	3,59	7,19
Z kořenů stř. chyba	1,41	1,13	1,20	2,40
Z kořenů T-test	0,00	0,00	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	41,70	43,95	60,00	89,15
Kontrola Sx	4,21	3,58	3,61	3,76
Kontrola stř. chyba	1,40	1,19	1,20	1,25

PŠENICE SETÁ – počet odnoží

Použitý extrakt	Pokus 4.2.2015	Pokus 11.2.2015	Pokus 19.2.2015	Pokus 26.2.2015
Z nadzemní části $\bar{X}$	2,30	2,70	2,70	2,90
Z nadzemní části Sx	0,48	0,48	0,48	0,32
Z nadzemní části stř. chyba	0,16	0,16	0,16	0,11
Z nadzemní části T-test	0,00	0,63	0,29	1,00
Z kořenů $\bar{X}$	1,70	2,00	2,00	2,00
Z kořenů Sx	0,48	0,00	0,00	0,00
Z kořenů stř. chyba	0,16	0,00	0,00	0,00
Z kořenů T-test	0,00	0,00	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	2,60	2,80	2,90	2,90
Kontrola Sx	0,52	0,42	0,32	0,32
Kontrola stř. chyba	0,17	0,14	0,11	0,11

PŠENICE SETÁ – listová plocha [mm<sup>2</sup>]

Použitý extrakt	Pokus 4.2.2015	Pokus 11.2.2015	Pokus 19.2.2015	Pokus 26.2.2015
Z nadzemní části $\bar{X}$	1873,38	4300,40	6334,11	7473,99
Z nadzemní části Sx	561,96	793,82	585,89	358,56
Z nadzemní části stř. chyba	187,32	264,61	195,30	119,52
Z nadzemní části T-test	0,19	0,05	0,65	0,02
Z kořenů $\bar{X}$	1403,92	2177,84	4260,84	4774,53
Z kořenů Sx	388,80	531,74	660,00	443,37
Z kořenů stř. chyba	129,60	177,25	220,00	147,79
Z kořenů T-test	0,00	0,00	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	2131,65	3576,07	6476,78	7960,17
Kontrola Sx	169,03	764,57	789,40	477,19
Kontrola stř. chyba	56,34	254,86	263,13	159,06

ŠTÍROVNÍK RŮŽKATÝ – výška rostliny [cm]

Použitý extrakt	Pokus 4.2.2015	Pokus 11.2.2015	Pokus 19.2.2015	Pokus 26.2.2015
Z nadzemní části $\bar{X}$	4,50	5,75	8,25	9,40
Z nadzemní části Sx	1,31	1,67	3,03	2,73
Z nadzemní části stř. chyba	0,44	0,56	1,01	0,91
Z nadzemní části T-test	0,23	0,91	0,07	0,00
Z kořenů $\bar{X}$	4,55	5,80	9,45	10,75
Z kořenů Sx	1,48	1,60	3,16	3,08
Z kořenů stř. chyba	0,49	0,53	1,05	1,03
Z kořenů T-test	0,23	0,86	0,40	0,03
Kontrola $\bar{X}$	3,75	5,65	10,45	13,85
Kontrola Sx	1,38	2,03	1,74	2,73
Kontrola stř. chyba	0,46	0,68	0,58	0,91



ŠTÍROVNÍK RŮŽKATÝ – počet listů

Použitý extrakt	Pokus 4.2.2015	Pokus 11.2.2015	Pokus 19.2.2015	Pokus 26.2.2015
Z nadzemní části $\bar{X}$	4,70	5,00	6,10	6,80
Z nadzemní části Sx	1,06	1,25	0,88	1,03
Z nadzemní části stř. chyba	0,35	0,42	0,29	0,34
Z nadzemní části T-test	0,23	0,77	0,05	0,01
Z kořenů $\bar{X}$	4,60	5,50	6,50	7,20
Z kořenů Sx	1,51	1,58	1,27	0,92
Z kořenů stř. chyba	0,50	0,53	0,42	0,31
Z kořenů T-test	0,41	0,69	0,23	0,03
Kontrola $\bar{X}$	4,10	5,20	7,30	8,60
Kontrola Sx	1,10	1,75	1,57	1,65
Kontrola stř. chyba	0,37	0,58	0,52	0,55

ŠTÍROVNÍK RŮŽKATÝ – listová plocha [mm<sup>2</sup>]

Použitý extrakt	Pokus 4.2.2015	Pokus 11.2.2015	Pokus 19.2.2015	Pokus 26.2.2015
Z nadzemní části $\bar{X}$	187,77	402,10	549,60	1043,88
Z nadzemní části Sx	130,12	330,40	530,37	1004,62
Z nadzemní části stř. chyba	43,37	110,13	176,79	334,87
Z nadzemní části T-test	0,32	0,96	0,54	0,29
Z kořenů $\bar{X}$	320,94	456,33	766,74	1453,02
Z kořenů Sx	291,56	406,37	616,76	1254,70
Z kořenů stř. chyba	97,19	135,46	205,59	418,23
Z kořenů T-test	0,73	0,79	0,90	0,71
Kontrola $\bar{X}$	278,22	409,87	726,69	1695,67
Kontrola Sx	245,15	363,23	722,58	1581,66
Kontrola stř. chyba	81,72	121,08	240,86	527,22

JETEL LUČNÍ – výška rostliny [cm]

Použitý extrakt	Pokus 4.2.2015	Pokus 11.2.2015	Pokus 19.2.2015	Pokus 26.2.2015
Z nadzemní části $\bar{X}$	6,60	9,45	13,45	16,60
Z nadzemní části Sx	1,35	1,12	1,99	1,39
Z nadzemní části stř. chyba	0,45	0,37	0,66	0,46
Z nadzemní části T-test	0,44	0,28	0,00	0,00
Z kořenů $\bar{X}$	5,55	8,35	12,45	17,25
Z kořenů Sx	1,71	1,16	1,50	1,90
Z kořenů stř. chyba	0,57	0,39	0,50	0,63
Z kořenů T-test	0,04	0,01	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	7,05	10,15	17,70	20,85
Kontrola Sx	1,19	1,65	2,18	2,43
Kontrola stř. chyba	0,40	0,55	0,73	0,81

JETEL LUČNÍ - počet listů

Použitý extrakt	Pokus 4.2.2015	Pokus 11.2.2015	Pokus 19.2.2015	Pokus 26.2.2015
Z nadzemní části $\bar{X}$	3,10	4,10	5,50	6,20
Z nadzemní části Sx	0,57	0,88	0,71	0,92
Z nadzemní části stř. chyba	0,19	0,29	0,24	0,31
Z nadzemní části T-test	1,00	0,51	0,03	0,01
Z kořenů $\bar{X}$	2,70	3,70	5,00	5,50
Z kořenů Sx	0,48	0,48	0,82	0,85
Z kořenů stř. chyba	0,16	0,16	0,27	0,28
Z kořenů T-test	0,04	0,29	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	3,10	3,90	6,50	7,40
Kontrola Sx	0,32	0,32	1,08	0,97
Kontrola stř. chyba	0,11	0,11	0,36	0,32

JETEL LUČNÍ - listová plocha [mm<sup>2</sup>]

Použitý extrakt	Pokus 4.2.2015	Pokus 11.2.2015	Pokus 19.2.2015	Pokus 26.2.2015
Z nadzemní části $\bar{X}$	890,16	2128,30	2727,21	5277,78
Z nadzemní části Sx	285,41	334,44	363,20	608,57
Z nadzemní části stř. chyba	95,14	111,48	121,07	202,86
Z nadzemní části T-test	0,34	0,01	0,00	0,00
Z kořenů $\bar{X}$	908,04	2102,99	2841,11	5326,28
Z kořenů Sx	87,06	147,24	295,28	554,74
Z kořenů stř. chyba	29,02	49,08	98,43	184,91
Z kořenů T-test	0,28	0,00	0,00	0,00
Kontrola $\bar{X}$	1015,43	2529,94	3570,48	6807,45
Kontrola Sx	286,37	263,49	485,62	1018,68
Kontrola stř. chyba	95,46	87,83	161,87	339,56

### 11.1.4 Tabulky pro stanovení sušiny testovaných druhů rostlin v klimaboxu

#### PŠENICE SETÁ – SUŠINA Z NADZEMNÍ HMOTY [g]

Použitý extrakt	Sušina z nadzemní hmoty $\bar{X}$	Sušina z nadzemní hmoty $S_x$	Sušina z nadzemní hmoty stř. chyba	T-test
Extrakt z nadzemní části	2,54	0,55	0,18	0,08
Extrakt z kořenů	1,79	0,53	0,18	0,00
Kontrola	3,10	0,75	0,25	-

#### PŠENICE SETÁ – SUŠINA Z KOŘENOVÉ SOUSTAVY [g]

Použitý extrakt	Sušina z kořenné soustavy $\bar{X}$	Sušina z kořenné soustavy $S_x$	Sušina z kořenné soustavy stř. chyba	T-test
Extrakt z nadzemní části	0,62	0,13	0,04	0,02
Extrakt z kořenů	0,54	0,16	0,05	0,00
Kontrola	0,75	0,10	0,03	-

#### ŠTÍROVNÍK RŮŽKATÝ – SUŠINA Z NADZEMNÍ HMOTY [g]

Použitý extrakt	Sušina z nadzemní hmoty $\bar{X}$	Sušina z nadzemní hmoty $S_x$	Sušina z nadzemní hmoty stř. chyba	T-test
Extrakt z nadzemní části	0,11	0,16	0,05	0,75
Extrakt z kořenů	0,11	0,15	0,05	0,75
Kontrola	0,14	0,19	0,06	-

#### ŠTÍROVNÍK RŮŽKATÝ – SUŠINA Z KOŘENOVÉ SOUSTAVY [g]

Použitý extrakt	Sušina z kořenné soustavy $\bar{X}$	Sušina z kořenné soustavy $S_x$	Sušina z kořenné soustavy stř. chyba	T-test
Extrakt z nadzemní části	0,06	0,11	0,04	0,97
Extrakt z kořenů	0,06	0,10	0,03	0,87
Kontrola	0,06	0,07	0,02	-

JETEL LUČNÍ – SUŠINA Z NADZEMNÍ HMOTY [g]

Použitý extrakt	Sušina z nadzemní hmoty $\bar{X}$	Sušina z nadzemní hmoty $S_x$	Sušina z nadzemní hmoty stř. chyba	T-test
Extrakt z nadzemní části	0,52	0,13	0,04	0,03
Extrakt z kořenů	0,65	0,10	0,03	0,68
Kontrola	0,67	0,15	0,05	-

JETEL LUČNÍ – SUŠINA Z KOŘENOVÉ SOUSTAVY [g]

Použitý extrakt	Sušina z kořenové soustavy $\bar{X}$	Sušina z kořenové soustavy $S_x$	Sušina z kořenové soustavy stř. chyba	T-test
Extrakt z nadzemní části	0,16	0,05	0,02	0,14
Extrakt z kořenů	0,18	0,05	0,02	0,41
Kontrola	0,20	0,05	0,02	-