

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



Studium hostitelského okruhu populace háďátka *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 izolované z česneku.

Diplomová práce

Autor práce: Petr Cinek

Vedoucí práce: Ing. Miloslav Zouhar, Ph.D.

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Studium hostitelského okruhu populace hád'átka *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 izolované z česneku" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 6.4.2014

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval především panu doktoru Miloslavu Zouharovi za odborné vedení, profesionalitu a nadhled, se kterým ke mně přistupoval po celou dobu vzniku této diplomové práce. Také velký dík patří i všem dalším členům katedry ochrany rostlin na všech úrovních, bez nichž by tato práce nemohla nikdy vzniknout. Děkuji panu ing. Josefu Plívovi za poskytnutí bylinných řízků pro vypěstování některých pokusných rostlin a v neposlední řadě musím vyjádřit vděčnost své rodině, protože čas strávený nad touto prací jsem nemohl věnovat jim.

Studium hostitelského okruhu populace háďátka *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 izolované z česneku.

Souhrn

Háďátko zhoubné *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 představuje v některých regionech s mírným podnebím závažný problém. Konkrétní biorasa tohoto parazita má svůj stabilní okruh hostitelských rostlin, které napadá. Rozšíření a přežívání testované česnekové biorasy háďátka zhoubného v České republice nelze ale uspokojivě vysvětlit parazitací pouze na uváděných rostlinných druzích. Cílem práce bylo ověřit hostitelský okruh česnekové biorasy háďátka *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 získaného z česneku kuchyňského *Allium sativum* L. v nádobovém pokusu.

Celkem bylo vypěstováno, inokulováno a hodnoceno 548 pokusných rostlin v 51 variantách různých druhů, odrůd nebo kultivarů z 19 botanických čeledí, v jedné variantě bylo 7 až 11 rostlin. Kulturních rostlin bylo 27 variant, okrasných rostlin 15 variant, 4 varianty byly léčivé, aromatické a kořeninové rostliny a bylo hodnoceno 5 druhů plevelů. Rostliny byly testovány na přítomnost háďátka zhoubného za 8 týdnů od inokulace, přičemž při inokulaci nebyla vytvořena žádná umělá cesta pro usnadnění průniku háďátek do rostlin. Jako inokulum bylo pro jednu rostlinu použito vždy přibližně 1000 živých jedinců háďátka zhoubného izolovaných z česneku kuchyňského.

Bylo zjištěno, že v některých rostlinách, dříve řazených mezi nehostitelské pro háďátka zhoubné, může jeho česneková biorasa úspěšně přežívat. To bylo v případě okurky nakládačky, salátu, tuřínu, pšenice a ječmene. Na druhou stranu u rajčete nebyl kompatibilní vztah potvrzen. U některých druhů rostlin nebyly předchozí údaje o hostitelství háďátka zhoubného v literatuře vůbec nalezeny. Největší parazitace česnekovou biorasou háďátka zhoubného byla zjištěna u rostlin begónie hlíznaté, naopak nejmenší v rostlinách lilku vejcoplodého. Také některé testované druhy plevelů mohou být vhodnými rostlinami pro přežívání tohoto parazita.

Klíčová slova: *Ditylenchus dipsaci*, *Allium sativum*, hostitelský okruh, biorasa, fytoparazitické háďátko.

Study of host range of the garlic isolate of *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936.

Summary

Stem and bulb nematode *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 could be a great problem in some mild-climate regions. The specific biological race of this parasite has his stable host plants range which infests. But distribution and survival of tested garlic biological race of nematode *Ditylenchus dipsaci* is not possible to acceptable explain only by invading on presented plant species in the Czech republic. The aim of this study was to verify the host range of the garlic biological race of *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 isolated from *Allium sativum* L. in a container experiment.

In total it was grown, infested and evaluated 548 experimental plants from 51 different species, varieties or cultivars in 19 botanical families, one variant included from minimum seven to maximum eleven plants. In the group of cultivated plants were 27 variants, ornamental plants had 15 variants, 4 variants were medicinal, aromatic and spice plants and 5 species of weeds were evaluated. After 8 weeks since inoculation experimental plants were tested for presence of *Ditylenchus dipsaci*, in time of inoculation there was made no artificial path for facilitation of nematode penetration into the plants. For inoculation of every single plant was used always about one thousand living specimens of *Ditylenchus dipsaci* isolated from garlic.

It was discovered that garlic biological race of nematode *Ditylenchus dipsaci* could successfully survive in some plants species, which were sooner categorized into the group of non-host plants. Namely it was in case of cucumber, garden lettuce, rutabaga, bread wheat and two-rovved barley. On the other side there was not confirmed a compatible relation in case of tomato. Prior scientific literary information about hosting of *Ditylenchus dipsaci* in some plant species was not found at all. The biggest and the smallest infestation of plants by the garlic biological race nematode *Ditylenchus dipsaci* was discovered in tuberous begonia and aubergine respectively. Also some of tested weed species could be a suitable plants for surviving of this parasite.

Keywords: *Ditylenchus dipsaci*, *Allium sativum*, host range, biological race, phytoparasitic nematode.

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Vědecká hypotéza a cíl práce.....	8
3 Literární přehled	9
3.1 Historie, nomenklatura, taxonomie.....	9
3.2. Anatomie a fyziologie háďátka zhoubného	10
3.3 Životní cyklus háďátka zhoubného.....	11
3.4 Hostitelské rostliny pro háďátka zhoubné	12
3.5 Diagnostika	17
3.5.1 Symptomatická diagnostika	17
3.5.2 Laboratorní diagnostika	19
3.5.3 Diagnostický standard EPPO pro <i>Ditylenchus dipsaci</i>	19
3.5.4 Genetická variabilita bionas <i>Ditylenchus dipsaci</i>	22
3.6 Škodlivost háďátka zhoubného.....	23
3.7 Ochrana	23
4 Materiál a metody	25
4.1 Vypěstování pokusných rostlin.....	25
4.2 Izolace háďátka zhoubného z česneku kuchyňského a příprava suspenze	26
4.3 Inokulace pokusných rostlin	26
4.4 Izolace háďátka zhoubného z pokusných rostlin.....	27
4.5 Počítání jedinců háďátka zhoubného izolovaných z pokusných rostlin	28
4.6 Obrazová dokumentace.....	28
4.7 Statistika.....	28
5 Výsledky	28
5.1 Druhy, odrůdy a kultivary.....	29
5.2 Botanické čeledi.....	52
5.3 Kulturní plodiny.....	64
5.4 Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny.....	70
5.5 Plevelné druhy	71

6 Diskuse.....	72
7 Závěr	75
8 Seznam literatury	77
9 Seznam použitých zkratek	80

1 Úvod

Hád'átka zhoubné *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 představuje v některých regionech s mírným podnebím závažný problém pro pěstitele zejména cibulové zeleniny a okrasných cibulovin, protože dokáže kontaminovat pozemek na desítku let a znemožnit pěstování konkrétní plodiny po celou tuto dobu. Je to kosmopolitní druh s celou řadou biologických ras. Široký hostitelský okruh rostlin zahrnuje několik set druhů, přičemž nejvíce škodí na okrasných i užitkových cibulovinách, obilninách, okopaninách, jahodníku a na víceletých rostlinách z čeledi *Fabaceae* Lindl.

Evropská organizace European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO) řadí toto polyfágní hád'átka do skupiny A2 (kód DITYDI), což znamená, že na území regionů členských zemí EPPO se zatím nevyskytuje celoplošně, ale pouze lokálně (obr. č. 1), a je doporučena regulace tohoto fytoparazitického organismu jako karanténního škůdce. Seznam škodlivých organismů EPPO A2 je aktualizován jednou ročně, přičemž hád'átka zhoubné je na něm uvedeno nepřetržitě od roku 1988 dosud (EPPO A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests, 2014).

2 Vědecká hypotéza a cíl práce

Vědecká hypotéza této práce vychází z informací, že konkrétní biorasa hád'átka zhoubného má svůj konkrétní a víceméně stabilní okruh hostitelských rostlin, které napadá. Nicméně rozšíření a přežívání testované česnekové biorasy hád'átka zhoubného v České republice nelze uspokojivě vysvětlit parazitací pouze na uváděných rostlinných druzích, a proto existuje předpoklad, že spektrum hostitelských rostlin je širší.

Cílem práce bylo ověřit hostitelský okruh česnekové biorasy hád'átka *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 získaného z česneku kuchyňského *Allium sativum* L. v nádobovém pokusu.

3 Literární přehled

3.1 Historie, nomenklatura, taxonomie

Háďátka zhoubné *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 řadíme v zoologickém taxonomickém systému do kmene hlístic – *Nematoda*. Název *Nematoda* pochází z řeckého slova nema (νεμα), tj. v překladu vlákno. Vědecké pojmenování háďátka mělo složitý vývoj a nebylo vždy jednotné.

Háďátka zhoubné bylo poprvé popsáno v roce 1857 německým profesorem Juliem Kühnem (1827 – 1910) ve strboulech štetky soukenické *Dipsacus sativus* (L.) Honck. pod názvem *Anquillula dipsaci*. Později bylo přeřazeno do rodu *Anguillulina* a ještě později v roce 1865 do rohu *Tylenchus*. V dalších letech bylo háďátka zhoubné identifikováno i v jiných rostlinách a bylo uváděno různými autory pod různými názvy. V roce 1868 určil opět profesor Kühn jako příčinu již dříve popsaného onemocnění žita háďátka zhoubné a změnil jeho název na *Anquillula devastatrix*. V následujících letech byly dalšími názvy tohoto druhu háďátka získaného z různých druhů rostlin např. *Tylenchus havensteinii* Kühn (z jetele a vojtěšky v roce 1881), *Tylenchus hyazinthi* Prillieux (z hyacintů v roce 1881) a *Tylenchus alli* Beijerinck (z cibule v roce 1883). Ale již koncem 80. let 18. století byly tyto uvedené druhy považovány některými badateli za synonyma. V roce 1926 byl opět zaveden starý rodový název *Anguillulina*, ale od roku 1936 je Filipjevem háďátka zhoubné zařazeno již do rodu *Ditylenchus* (Vlk, 1985).

Kmenu hlístice je v posledních letech věnována velká pozornost ze strany taxonomů. Je možné, že se jedná po členovcích buď o druhý nejpočetnější živočišný kmen na zeměkouli, nebo dokonce přímo o kmen nejpočetnější. Lamshead (2004) odhaduje pomocí různých extrapolčních a interpolačních metod zpracování ekologických dat počet druhů hlístic dokonce na jeden až sto milionů.

Jde o evolučně nesmírně úspěšný kmen živočichů. V průběhu fylogeneze byly hlístice schopné přizpůsobit se téměř všem podmínkám, takže nyní obývají jak moře, tak i sladké vody a souš. Některé se vyvíjejí pouze endoparaziticky v tělech živočichů včetně člověka, jiné jsou významnými škůdci kulturních i planých rostlin, kdy přímo poškozují rostlinná pletiva a také mohou přenášet virózy. Mnoho druhů hlístic je užitečných coby destruenti nebo mycetofágové, přispívají k udržení půdní úrodnosti. Pro fungování biosféry mají zásadní význam především saprofágní půdní (součást edafonu), sladkovodní a mořské druhy hlístic nezbytné při koloběhu látek v ekosystémech.

Moderní analýzy DNA umožňují přesně identifikovat evoluční souvislosti, na základě kterých jsou jednotlivé druhy posuzovány z hlediska příbuznosti a odlišnosti. Proto je taxonomie hlístic dynamický proces, který probíhá kontinuálně a který může měnit a také průběžně mění současnou klasifikaci. Hád'átka zhoubné *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 je nyní zařazeno do řádu Tylenchida, čeledi Anguinidae:

říše	Animalia Linnaeus, 1758	živočichové
kmen	Nematoda	hlístice
třída	Secernentea (Phasmida)	
řád	Tylenchida	hád'átka
podřád	Tylenchyna	
nadčeleď	Anguinoidea	
čeleď	Anguinidae	hád'átkovití
rod	<i>Ditylenchus</i> Filipjev, 1936	hád'átka
druh	<i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kühn, 1857) Filipjev, 1936	hád'átka zhoubné

3.2. Anatomie a fyziologie hád'átka zhoubného

Hád'átka zhoubné je mnohobuněčný protostomní organismus. Dospělí jedinci jsou velcí přibližně 1 – 1,8 mm a zadní konec těla mají zašpičatělý. Zbarvení je bělavé až průhledné. Larvy jsou podobné dospělcům a jsou také bílé až průhledné. Tělo hád'átka zhoubného je protáhlé, nitkovité, nesegmentované, k oběma koncům ztenčené a velmi pružné, nicméně přesto pevné. Pevnost je dána povrchovou kutikulou, kterou vytváří jednovrstevná pokožka. Kutikulu jedinci během růstu několikrát svlékají. Mezi hypodermálními lištami jsou uloženy podélné hladké svaly, přičemž okružní svalstvo není u hlístic vyvinuto. Hád'átka zhoubné se tedy nemůže plazit jako např. kroužkovci, ale pouze se vlní a mrská. Tyto stahy též nahrazují střevní peristaltiku.

Trávení zajišťuje trávicí trubice procházející pseudocoelem, trávicí trubice je úplná, má na jedné straně ústní otvor s hltanem a na opačném konci u samic řiť a u samců kloaku.

Hád'átka zhoubné je gonochorista s pohlavním dimorfismem. Rozmnožovací systém je přizpůsoben k nadprodukci vajíček, což je typické pro většinu parazitů. Vajíčka jsou lehká a díky silnému kutikulárnímu obalu navíc dobře odolávají nepříznivým vnějším podmínkám jako jsou výkyvy teplot, chemikálie či oba extrémy vodního režimu. Larvální stádia bývají čtyři (L1 – L4) a jsou oddělena svlékáním (ekdyse). Mladí jedinci jsou podobní dospělcům a při jejich růstu se

zvětšuje pouze velikost buněk. Počet buněk je od začátku stálý, determinovaný i pro jednotlivé orgány a již se během ontogeneze nezvyšuje. Tento princip je označován jako eutelie.

Dýchací ani cévní systém není vytvořen, výměna plynů probíhá celým povrchem těla. (Vlk, 1985; Siddiqi, 2000; Douda, 2008; Data sheets on quarantine pests *Ditylenchus dipsaci*, 2014).

3.3 Životní cyklus háďátka zhoubného

V podmínkách České republiky přezimují dospělci i larvy háďátka zhoubného v půdě a v rostlinných zbytcích. Proto zdrojem napadení bývá často půda nebo infikované rostlinné zbytky případně infikovaná sadba nebo osivo. Průnik do rostlin je většinou pasivní, přes přirozené otvory jako jsou průduchy a lenticely nebo přes poranění. Při aktivním vniknutí do rostlin využívá háďátko cytolytické enzymy ve svých trávicích „slinách“, které do pletiv vpravuje pomocí styletu.

V rostlině žije háďátko v mezibuněčných prostorech, kde se i množí a kde styletem přijímá potravu – rostlinné šťávy. Výsledkem přítomnosti háďátka je změna fenotypu rostliny. Napadené části rostlin se deformují, krní, pletiva praskají, stonek se nepravidelně nebo nadměrně větví (trsovatění), vzniká houbovitě pletivo, které snadno podléhá sekundární mykotické nebo bakteriální infekci. Rostlina posléze odumírá, háďátko ji opouští a hledá si nového hostitele. Za jeden den dokáže urazit vzdálenost až deset centimetrů, za jeden rok i více než dva metry, nicméně je schopné se pohybovat pouze ve vlhké půdě. V závislosti na teplotě a vlhkosti půdy má pět až deset generací za rok. V porostu je napadení většinou ohniskové, pokud nebyl původně infikován přímo sadbový materiál.

Háďátko zhoubné dokáže přečkat nepříznivé podmínky vnějšího prostředí, jako je sucho nebo zima, ve stavu anabiózy, kdy je stočené a nepřijímá potravu. V tomto stavu může vydržet i několik let, přičemž takto přežívají dospělci samců a třetí larvální instar. Může také přežívat na alternativních plevelných hostitelích nebo na tzv. zelených mostech.

V živých rostlinných tkáních se háďátko rychle vyvíjí a rozmnožuje. Celková doba vývoje od vajíček po dospělého trvá při teplotě 15 °C patnáct až dvacet tři dní. V rostlinách se vytváří několik generací za sebou, samice po oplodnění kladou 200 až 500 vajíček, ze kterých se asi za jeden až tři týdny líhnou larvy. Vývojový cyklus závisí na teplotních podmínkách. Zvadlé, zahnívající nebo usychající rostliny háďátka většinou opouštějí a vyhledávají rostliny sousední

nebo zůstávají v půdě, kde vydrží bez potravy dvanáct až osmnáct měsíců. Při pomalém vysychání nebo snižování teploty přecházejí do již zmíněné anabiózy. Hád'átka zhoubné je značně odolné proti nízkým teplotám. Přechává bez poškození i největší mrazy. V laboratorních podmínkách přežila hád'átka působení teploty minus 80 °C po dobu dvaceti minut.

Tento škůdce je šířen hlavně infikovaným sadbovým materiálem, nicméně významnou roli mohou hrát i kontaminované stroje, přenos infikovaných částí rostlin větrem (např. když je nať odstraněna před vyzvednutím cibulí ze země), kultivace a záplavová voda (Vlk, 1985; Siddiqi, 2000; Douda, 2008; Jones et al., 2013).

3.4 Hostitelské rostliny pro hád'átka zhoubné

Hád'átka zhoubné je hád'átkem poškozujícím stonky a orgány ze stonků vzniklé, tj. cibule, hlízy, oddenky a stolony. Vyskytuje se také v kořenových krčcích, v podpučích a v suknicích, někdy i v listech a semenech. Napadá sice poměrně široký okruh hostitelských rostlin, ale existují biologické rasy, které jsou přizpůsobeny jednomu hostiteli a na jiný rod rostlin většinou stejná biorasa nepřechází.

Jednu z prvních poválečných vědeckých prací, zabývajících se okruhem hostitelských rostlin hád'átka zhoubného, publikoval Goodey (1952). Na základě pozorování a inokulačních experimentů pomocí biologické rasy získané z narcisu zjistil, že tato biorasa hád'átka napadá také begónii hlíznatou *Begonia x tuberhybrida*, mečík křížený *Gladiolus x hybridus* a tygřici obecnou *Tigridia pavonia* (L.f.) DC., ale nenapadá chmel otáčivý *Humulus lupulus* L., šeřík obecný *Syringa vulgaris* L., lichořeřišnici *Tropaeolum polyphyllum* Cav. a čistec bahenní *Stachys palustris* L. Goodey (1952) také upozornil na to, že některá hád'átka, která byla dříve považována za biorasy *Ditylenchus dipsaci*, jsou ve skutečnosti již dříve popsáným samostatným druhem *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945. Tento *Ditylenchus destructor* podle něj parazituje na chmelu otáčivém *Humulus lupulus* L., šeříku obecném *Syringa vulgaris* L., tygřici obecné *Tigridia pavonia* (L.f.) DC., mečíku kříženém *Gladiolus x hybridus*, lichořeřišnici *Tropaeolum polyphyllum* Cav. a na čistci bahenním *Stachys palustris* L.

Tenente (1996) se zabývá hád'átkem zhoubným v širším kontextu s dalšími rody hád'átek napadajících cibulovou zeleninu a okrasné cibuloviny. Upozorňuje na fakt, že zavlečení hád'átka zhoubného do nové, dosud nepostížené lokality prakticky vylučuje možnost jeho účinné kontroly v této oblasti a může způsobit vážné ekonomické škody.

Douda (2005) srovnával hostitelský okruh a nárůst dvou populací háďátka zhoubného na cibuli, česneku, póru, špenátu a čekance. Jedna populace háďátka byla získána z napadeného česneku pěstovaného v oblasti vesnice Blatnice pod Svatým Antonínkem, druhá populace byla izolována z čekanky původem ze Slovenské republiky. Pouze tato druhá populace byla před inokulací třikrát pasážována na rostlinách čekanky ve skleníku. Vlastní inokulace byla provedena umístěním kapky suspenze háďátka mezi první listy pokusných rostlin. Bylo zjištěno, že celý životní cyklus škůdce probíhal normálně pouze v původních hostitelských rostlinách, konkrétně to byl vývoj čekankové biorasy v salátové čekance a česnekové biorasy v cibuli a česneku. Dospělí jedinci česnekové biorasy přežívali na čekance, zatímco čekanková populace přežívala na česneku a špenátu také pouze jako dospělci bez kompletního vývoje. Naproti tomu na cibuli a póru háďátka čekankové populace nepřežila vůbec, stejně tak nebylo pozorováno přežití česnekové populace na špenátu a póru. Vliv napadení na váhu sušiny nadzemní části pokusných rostlin nebyl zjištěn.

Někteří autoři se zabývali vztahem háďátka zhoubného a leguminóz. Griffin et al. (1975) zkoumali v laboratorních podmínkách, zda toto háďátko napadá vičenec ligrus *Onobrychis vicifolia* Scop. a jaká je jeho patogenita a reprodukční schopnost v závislosti na teplotě. Jako kontrolní rostlina byla použita vojtěška setá *Medicago sativa* L. Každé klíčící semeno vičence odrůd 'Eski' a 'Vica' bylo inokulováno 25 jedinci háďátka a stejně tak i klíčící semena vojtěšky odrůdy 'Ranger'. Po čtrnácti dnech bylo provedeno hodnocení. Napadeno bylo 91 % rostlin vojtěšky a napadení u obou odrůd vičence bylo pozorováno shodně u 43 % rostlin. Dále bylo zjištěno, že *Ditylenchus dipsaci* se rozmnožuje ve vzcházejících rostlinách vičence stejně snadno, jako v rostlinách vojtěšky, teplotní optimum pro reprodukci háďátka ve vičenci bylo 20 °C ($P = 0,05$).

Později se Griffin (1987a) zabýval vlivy faktorů vnějšího prostředí na parazitaci vojtěšky seté *Medicago sativa* L. háďátkem zhoubným v laboratoři a v polním pokusu. Zjistil, že chladné a vlhké počasí zrychluje vývoj a reprodukci háďátka, přičemž rychlost reprodukce byla přímo úměrně závislá na relativní vzdušné vlhkosti na hladině významnosti $P = 0,05$, zatímco vztah teploty a reprodukce háďátka byl nepřímo úměrný ($P = 0,05$). Při 61 – 94 % polní vodní kapacity pozoroval stoprocentní napadení rostlin háďátkem u odrůd vojtěšky 'Lahontan' a 'Ranger'.

Zajímavou práci publikovali Griffith et al. (1997). V semenáčcích jetele plazivého *Trifolium repens* L. pozorovali lineární závislost rychlosti vývoje háďátek na teplotě. Teplota

spodního prahu vývoje byla plus 3 °C a termální konstanta pro vývoj dospělých oplozených samic z čerstvě nakladených vajíček byla 270 akumulovaných denních stupňů nad spodním prahem vývoje. Při teplotě 20 °C úspěšně penetrovalo epidermis semenáčků pouze 12 % všech oplozených samic použitých k inokulaci a při teplotě 4 °C to byly jen 4 %. Samice háďátek, které do rostlin pronikly, zvolna v semenáčcích migrovaly a při teplotě 20 °C začaly klást první vajíčka po pěti dnech. Maximální produkce vajíček byla závislá na teplotě. Při teplotě 10 °C to bylo 0,8 vajíčka na jednu samici za jeden den a při teplotě 20 °C pak 3,1 vajíčka na samici a den. Po ponoření napadených stolonů do vody je háďátka rychle opouštěla, nejrychleji při 25 °C a nejpomaleji při 4 °C. Citlivost mnoha parametrů, které určují populační dynamiku háďátek, na teplotu ukazuje, že klimatické změny budou mít značný vliv na celý komplex vztahů hostitel – parazit. Autoři dále zjistili, že stolony jetele plazivého v přirozených podmínkách na poli byly napadeny i více než třemi tisíci háďátek ještě před odumřením rostlin, přičemž chřadnutí rostlin způsobovalo masové opuštění stolonů háďátka.

Populační hustotu a populační dynamiku háďátka zhoubného *Ditylenchus dipsaci* ve výhonech plamenky šídlovité *Phlox subulata* L. monitorovali ve dvou po sobě následujících vegetačních obdobích na stanovišti a při skladování během zimy Schnabelrauch et al. (1980). Populační hustota měla během vegetace v prvním roce čtyři statisticky významná maxima, přičemž během skladování v zimě při teplotě 5 – 7 °C nebo při přezimování na poli došlo ke snížení hustoty, které bylo také statisticky významné. Během druhé vegetační sezóny bylo zaznamenáno pouze jedno mírné zvýšení denzity háďátka, které ale bylo následováno velkým poklesem v důsledku špatné fyziologické kondice hostitelských rostlin.

Na 3. mezinárodním sympóziu o chorobách rajčat v červenci 2010 v Itálii zařadili Greco a Di Vito háďátka zhoubné mezi nejvýznamnější škůdce rajčete, za ty nejdůležitější pro rajčata nicméně považují háďátka rodu *Meloidogyne* Goeldi, 1892, konkrétně *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919), *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) a *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889). Upozornili na existenci kultivarů a F1 hybridů rajčat rezistentních k některým skupinám háďátek, ale zároveň varovali před možností selekce virulentních populací těchto parazitů. Navíc rezistence rostlin nebyla stabilní při teplotě půdy vyšší než 28 °C.

Griffin (1987b) zkoumal počet jedinců háďátka zhoubného *Ditylenchus dipsaci* a háďátka *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949 v rostlinách v závislosti na inokulaci oběma parazity současně a po inokulaci každým háďátkem zvlášť. Jako testované rostliny byly použity vojtěška

setá 'Ranger', cukrovka AH-14, rajče jedlé 'Stone Improved', fazol keříčkový 'Tender', pšenice setá 'Wasatch' a komonice lékařská, *Ditylenchus dipsaci* byl izolován pouze z nadzemních částí a *Meloidogyne hapla* pouze z tkání kořenů. V tomto pokusu nebyl nalezen žádný statisticky významný rozdíl v počtu jedinců v rostlinách, kde byla háďátka samostatně, v porovnání s případy, kdy se jednalo o napadení kombinované. Kombinovaná inokulace neměla vliv na reprodukci ani jednoho z použitých druhů háďátek. Přítomnost háďátka zhoubného potlačovala růst nadzemních částí u všech zkoumaných druhů rostlin při teplotě 15 až 30 °C, potlačení růstu kořenů v důsledku napadení háďátkem *Meloidogyne hapla* bylo pozorováno u rajčete, cukrovky a komonice při teplotě 20 °C, 25 °C a 30 °C. Invaze háďátka zhoubného byla příčinou mortality vojtěšky a komonice za teploty 15 až 30 °C a cukrovky za teploty 20 až 30 °C, přičemž mortalita vojtěšky a komonice se synergicky zvyšovala při inokulaci oběma druhy háďátek na hladině významnosti $P = 0,05$.

Poškozením cukrovky synergickým působením háďátka zhoubného a rohoplodníku bramborového se zabývali němečtí autoři Hillnhutter et al. (2011). Cílem studie bylo zjistit, zda existuje interakce mezi těmito dvěma patogeny, které jsou oba samostatně známy jako původci problémů při pěstování cukrovky a navíc se jejich ekologické niky v půdě i v rostlinách cukrovky překrývají. Proto byla vyslovena hypotéza, že tyto dva organizmy mohou působit synergicky a mohou mít proto ničivější dopad při pěstování cukrovky. Háďátko *Ditylenchus dipsaci* napadá semenáčky cukrovky na jaře při nižších teplotách, houba *Rhizoctonia solani* (AG 2-2IIIB) způsobuje krčkovou a kořenovou hnilobu. Pro odlišení redukce růstu způsobenou jen *Rhizoctonia solani* od příznaků napadení oběma patogeny byl použit normalizovaný diferenční vegetační index (Normalised Difference Vegetation Index – NDVI) vypočítaný z údajů získaných měření hyperspektrálního odrazu z povrchu listů cukrovky. Byla zjištěna vysoká korelace mezi tímto indexem a hodnocením symptomů choroby a poškození na rostlinách v časové řadě po dobu sedmi týdnů.

Konkrétní situaci v jižním Španělsku, která tam nastala v červnu 2005, analyzovalo několik autorů (Castillo et al., 2007). Byly pozorovány poruchy růstu cukrovky *Beta vulgaris* L. spojené s vysokou incidencí krčkových a kořenových hnilob zároveň s rozsáhlým zamořením půdy háďátkem zhoubným *Ditylenchus dipsaci*. Nejvíce jedinců háďátek z hlediska životního cyklu, asi 75 %, bylo ve čtvrtém larválním stádiu, a to jak v půdě, tak i v napadených rostlinách. V cukrovce byly zjištěny vysoké počty háďátek, v jednom gramu čerstvé tkáně bylo napočítáno

až 3750 jedinců. To spolu se závažným anatomickým poškozením bulev cukrovky svědčilo pro to, že příčinou alterace růstu bulev cukrovky je háďátka zhoubné. Z napadených rostlin izolovaná háďátka byla podrobena analýze morfologické, molekulárně genetické (PCR) a fylogenetické. Bylo prokázáno, že tato konkrétní populace *Ditylenchus dipsaci* patří k normálnímu biologickému typu háďátka a že se může reprodukovat také na hrachu, cibuli, bramboru, špenátu a rajčeti, ale ne na fazolu, bavlníku, kukuřici a tabáku. To dokazuje, že zkoumaná populace háďátka zhoubného může být v postižených oblastech jižního Španělska významným škůdcem nejenom cukrovky, ale i dalších důležitých plodin běžně zařazovaných do osevního postupu a osevního sledu.

Covarelli se spolupracovníky upozorňuje na fakt, že absence kulturní plodiny na stanovišti vede u mnoha polyfágních druhů háďátek k napadení plevelných rostlin. To je pro tyto parazity nejenom dobrá alternativa pro zajištění přežití, ale navíc si takto mohou v půdě zvýšit populační denzitu nad úroveň tolerance konkrétních hostitelských rostlin. Regulace háďátka napadených plevelů proto nejenom zlepšuje růst kulturních rostlin odstraněním kompetice, ale je také prevencí proti zvyšování populační hustoty háďátek v půdě. Proto může sloužit jako účinné a prospěšné opatření v rámci intergované ochrany proti háďátkům založené na přednostním využití alternativních metod ochrany před použitím syntetických nematocidů (Covarelli et al., 2011).

Jak již bylo výše uvedeno, háďátka zhoubné se nevyskytuje celoplošně. To ale může znamenat pouze to, že některé regiony na zeměkouli nemají zatím evidenci o jeho přítomnosti, nebo-li není jisté, zda se tam háďátka vyskytuje nebo nevyskytuje. Proto je zjišťování výskytu tohoto významného karanténního škodlivého organismu důležité a každý nový nález by měl vzbudit náležitou pozornost. Tak tomu bylo ve státě Minnesota v USA v roce 2011 a 2012. Na tamní „University of Minnesota Plant Disease Clinic“ byly od komerčních pěstitelů doručeny k analýze dva vzorky česneku z oblastí Morrison a Dakota v létě 2011 a jeden vzorek z oblasti Carver v roce 2012. Nadzemní části rostlin vykazovaly chlorózu a zpomalený růst, na cibulích byly nekrózy, známky zpomaleného vývoje a deformace, v mikroskopickém preparátu byl patrný pohyb háďátek z pletiva česneku do okolní kapaliny. Pro další analýzu bylo odebráno osmnáct jedinců ze suknic a stroužků, kteří byli podrobena morfometrickým měřením. Naměřené hodnoty u samců, samic i u juvenilních stádií zkoumaného druhu háďátka determinovaly háďátka zhoubné *Ditylenchus dipsaci*. Dále byla provedena extrakce DNA a PCR, stanovené sekvence

nukleotidů byly shodné na 100 % a na 99 % s již dříve publikovanými údaji pro tzv. normální biorasu *Ditylenchus dipsaci*. Nejvíce pravděpodobným zdrojem zavlečení tohoto patogena do Minnesoty byl sadbový česnek. Jedná se o první popsany výskyt háďátka zhoubného v Minnesotě vůbec (Mollov et al., 2012).

Háďátko zhoubné je polyfágní migratorní endoparazit. Podle posledních údajů European and Mediterranean Plant Protection Organisation patří k hlavním druhům hostitelských rostlin háďátka zhoubného cibule kuchyňská *Allium cepa* L., česnek kuchyňský *Allium sativum* L., oves setý *Avena sativa* L., řepa obecná *Beta vulgaris* L., jahodník velkoplodý *Fragaria x ananassa*, vojtěška setá *Medicago sativa* L., lilek brambor *Solanum tuberosum* L. a bob obecný *Vicia faba* L.. Jako vedlejší hostitelské druhy rostlin jsou uvedeny tyto: pór zahradní *Allium porrum* L., pažitka pobřežní *Allium schoenoprasum* L., ladoník *Camassia cusickii* S. Wats., ladoňka velkokvětá *Chionodoxa luciliae* Boiss., šafrán žlutý *Crocus flavus* Weston, sněženka podsněžník *Galanthus nivalis* L., litoška bělostná *Galtonia candicans* (Baker) Decne., hyacint *Hyacinthus* L., hymenokalis *Hymenocallis x festalis*, modřenec širolistý *Muscari botryoides* (L.) Mill., narcis *Narcissus* L., tabák virginský *Nicotiana tabacum* L., snědek chocholičnatý *Ornithogalum umbellatum* L., plamenka Drummondova *Phlox drummondii* Hook., plamenka latnatá *Phlox paniculata* L., hrách setý *Pisum sativum* L., puškinie ladoňkovitá *Puschkinia scilloides* var. *libanotica* (Zucc.) Boiss., blankytka sibiřská *Scilla sibirica* Haw., žito seté *Secale cereale* L., jetel luční *Trifolium pratense* L., jetel plazivý *Trifolium repens* L. a hybridní tulipány *Tulipa* L. (EPPO A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests, 2014).

3.5 Diagnostika

Velikost larev i dospělců háďátka zhoubného je téměř mikroskopická, v závislosti na stupni ontogenetického vývoje jsou jen kolem 1 – 1,5 milimetru dlouhá a 0,1 milimetru široká. Jednotlivě jsou zdravým okem viditelná jen proti tmavému pozadí.

3.5.1 Symptomatická diagnostika

Symptomatická diagnostika je někdy obtížnější, příznaky totiž nejsou specifické. Nicméně některé známky upozorní na možnost napadení tímto škůdcem a nasměrují další cílený vyšetřovací postup. Poškození bývají také často zpozorována až tehdy, když už škůdce pronikl do

celé rostliny. Mírná napadení u cibulí nemusí dokonce určitou dobu po vyzvednutí ze země a skladování vykazovat vůbec žádné symptomy, a pokud je poškození zjevné, pak se většinou šíří od báze.

V porostu se háďátkem napadené rostliny vyskytují většinou ohniskovitě, nicméně při silném napadení může dojít až k úplnému zničení porostu. To se stává pravidlem při použití kontaminovaného sadbového materiálu.

V ústní dutině háďátek je silný dutý bodec zvaný stylet. Pomocí něho jsou aplikovány do rostlinných pletiv trávicí enzymy poškozující živé buňky, které potom přestávají růst. V důsledku nerovnoměrného růstu pletiv podzemní části cibule, póru, česneku a okrasných cibulovin praskají a deformují se. Nejvíce bývá napadeno kořenové podpučí. Samotné kořeny sice háďátko zhoubné nenapadá, ale kořeny mohou odumírat po napadení podpučí. Velmi často jsou poškozená pletiva infikována bakteriemi nebo houbami a zahnívají. Nadzemní části napadených rostlin žloutnou, je omezen dlouhivý růst, rostliny krní a postupně odumírají. Okrasným cibulovinám často vykvétají květy na extrémně krátkých stvolech a kvetení je opožděno proti zdravým rostlinám. Celé rostliny se obvykle dají snadno vytáhnout z půdy a při silném napadení se přetrhnou.

Napadení česneku se projevuje žloutnutím listů a následným odumřením rostliny. Napadené palice česneku jsou houbovitě, často zahnívají a na podpučí chybí kořínky.

Na jahodníku žijí háďátka v blízkosti vegetačního vrcholu a poškozují také rašící listy a vyvíjející se květy. Napadené rostliny jsou menší, listové řapíky a květní stonky zduřelé. Čepele listů jsou křehké a zdeformované a rostliny prakticky nekvetou. Ojedinele se vyvíjejí některé listy normálně a vznikají tzv. dvoupatrové rostliny. Trsy postupně krní a odumírají. Uvedené příznaky lze snadno zaměnit s některými dalšími druhy háďátek nebo s napadením roztočkem jahodníkovým *Phytonemus pallidus fragariae* (Zimmermann, 1905).

Na spodní straně listů narcisů se mohou před kvetením vyvinout malé bledožluté nádorky. Ty se ve vážných případech mohou velmi zvětšit, tkáň ve středu může odumřít a celý list se odbarví. Lesklé porézní plochy v šupinatých listech jsou první známkou napadení v cibuli narcisů. U napadených cibulí se vyvíjejí hnědé vnitřní léze šířící se z krčku směrem dolů.

Na květních stoncích tulipánů se mohou vyvíjet bílé nebo napurpurové proužky, které se případně rozdělují. Květu může chybět barva nebo se deformuje. Na listech se mohou ukazovat proužky nebo jiné léze.

3.5.2 Laboratorní diagnostika

Mikroskopická diagnostika využívá morfologické determinanty typické pro jednotlivé rody a druhy háďátek patrné při světelné mikroskopii. Měření různých tělesných rozměrů je tedy možné využít pro určení konkrétního zkoumaného jedince včetně háďátka zhoubného. Pro háďátka zhoubné *Ditylenchus dipsaci* jsou určující tyto morfologické znaky: ostře kónický zašpičatělý konec ocasu, délka těla samičky 1,1 – 2,0 mm, mírné oddělení apikální části těla od obrysu těla, délka styletu samičky 10 – 13 µm, oválný střední bulbus, vodorovné nasedání terminálního bulbu na počátek střeva, vaječník zasahující k bázi terminálního bulbu, délka postvulválního váčku až jedna polovina vzdálenosti vulva – anus, délka pářící plachetky bursa copulatrix (Zouhar et al., 2002) (obr. č. 2 – 12).

Molekulární metody diagnostiky háďátka zhoubného se využívají především tam, kde je nízký stupeň napadení nebo pokud jsou k dispozici pouze juvenilní stádia parazita. Pro diagnostiku háďátek se využívá polymorfie v ITS regionech ribozomální deoxyribonukleové kyseliny. Tato oblast je populačně stálá, a je proto vhodná i pro stanovení druhu. Pro rod *Ditylenchus* byla optimalizována metoda PCR použitelná při rozlišení *Ditylenchus dipsaci* a *Ditylenchus destructor*. Metoda je založena na amplifikaci části ribozomální DNA po její extrakci a separaci. Jde sice o shodnou oblast, ale pro oba organizmy jsou tyto fragmenty různě dlouhé. V případě *Ditylenchus dipsaci* je to 900 bp a v případě *Ditylenchus destructor* 1200 bp. Tento rozdíl je dostatečný pro jejich odlišení. Použité primery zasahují svojí orientací do okrajových částí genů 18 S a 28 S pro ribozomální DNA:

18S 5' – TTG ATT ACG TCC CTG CCC TTT – 3'

26S 3' – GGA ATC ATT GCC GCT CAC TTT - 5'.

Produkty PCR jsou následně analyzovány pomocí gelové elektroforézy a po vizualizaci jsou na výsledném elektroforeogramu odečteny hodnoty bp podle molekulárního markeru. (Zouhar et al., 2002).

3.5.3 Diagnostický standard EPPO pro *Ditylenchus dipsaci*

V září 2008 European and Mediterranean Plant Protection Organisation oficiálně schválila standard popisující diagnostický protokol pro háďátka zhoubná *Ditylenchus dipsaci*. (EPPO Bulletin 38). Tento protokol obsahuje také obrazovou dokumentaci a je rozdělen do několika částí, v následujícím textu je uveden zkrácený přehled standardu.

Nomenklatura:

- *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936
- existuje asi třicet synonym, nicméně žádné nebylo v posledních desetiletích v odborné literatuře použito.

Symptomy napadení:

- zduření, kroucení, diskolorace a zpomalení růstu nadzemních částí rostlin, nekrózy a hniloby cibulí a hlíz
- malá semena většinou nevykazují žádné viditelné známky napadení, ale u větších semen, jako příklad je uveden fazol obecný *Phaseolus vulgaris* L. a bob zahradní *Vicia faba* L., může být osemení seschlé a na povrchu mohou být tečky až skvrny odlišné barvy
- napadené pletivo cibulí je většinou nekrotické, s koncentrickými hnědými kruhy na příčném řezu, neporušené cibule jsou měkké a v případě česneku cibule někdy výrazně zapáchají
- nejvíce napadaná pletiva rostlin jsou dva až čtyři centimetry pod a nad úrovní povrchu půdy.

Izolace:

- z rostlinných tkání může být háďátko zhoubné izolováno ponořením do vody: nakrájený rostlinný materiál zabalený v hladkém filtračním papíru se umístí na sítko v Baermannově nálevce, ve vodě háďátka opouštějí pletiva rostlin za dvě až čtyři hodiny
- ve tkáních vykazujících časně symptomy napadení může být háďátko zhoubné detekováno po enzymatické destrukci pletiva nebo pomocí tkáňové disekce pod mikroskopem
- z půdy je háďátko zhoubné možné extrahovat metodou vhodnou pro extrakci jiných háďátek srovnatelné velikosti (EPPO Standard PM 7/41), nicméně jeho přítomnost v půdě je výjimečná
- ze semen se háďátko zhoubné izoluje stejným způsobem jako z ostatních tkání rostliny, ale doba ponoření do vody je delší a větší semena je vhodné nadrtit

Identifikace pomocí morfologických metod:

- tělo háďátka zhoubného usmrceného pozvolným zahřátím na přibližně 60 °C je v preparátu téměř vždy rovné, nikdy ne ve tvaru písmene C nebo ve tvaru spirály

- ve vzorcích ze semen se jiné druhy háďátek vyskytují pouze výjimečně, to ale neplatí o vzorcích z jiných částí rostlin
- ze semen lze obvykle izolovat pouze čtvrtá larvální stádia
- háďátka zhoubné se v rostlině nalézají převážně v živých tkáních
- z cibulí je možné izolovat všechna vývojová stádia, tj. vajíčka, juvenily, dospělé samice a dospělé samce, nicméně čtvrté larvální stádium často převažuje
- háďátka zhoubné má stylet s kónusem, který je dlouhý přibližně jako jedna polovina délky celého styletu, zatímco u většiny fungivorních druhů háďátek je kónus většinou kratší a dosahuje jen asi jedné třetiny délky styletu
- délka těla samic je 0,9 – 1,3 mm, tzv. 'giant' biorasa z bobu obecného může dosahovat délky až 2,0 mm
- poměr délky těla k největší šířce těla (A ratio) je 36 – 40
- délka styletu 11 – 13 μm
- čtyři postranní linie
- vulva je umístěna v 79 – 82 % délky těla od jeho předního konce (V)
- vzdálenost vulva – anus je jedna polovina až tři čtvrtiny délky ocasu
- kónický tvar ocasu s ostře špičatým zakončením
- délka spikuly 10 – 12 μm

Identifikace pomocí molekulárních metod:

- pro rod *Ditylenchus* bylo vyvinuto několik metod molekulární diagnostiky
- metoda PCR-RFLP pro ITS rDNA podle Wendta et al. (1993) je jako jediná použitelná pro identifikaci háďátka *Ditylenchus dipsaci* i háďátka *Ditylenchus destructor* (viz kapitola 3.2.5.2)
- pro odlišení normální a gigantické rasy *Ditylenchus dipsaci* lze použít specifickou SCAR-PCR reakci podle Esquibeta et al. (2003), délka amplikonů u normální rasy je přibližně 242 bp, kdežto u gigantické rasy to je kolem 198 bp
- další metodou je průkaz háďátka *Ditylenchus dipsaci sensu stricto* (bez gigantické biorasy) pomocí specifické PCR podle Subbotina et al. (2005), amplikon je v tomto případě dlouhý 263 bp
- pro diagnostiku *Ditylenchus dipsaci sensu lato* bylo autory Marek et al. (2005), Kerkoud et al. (2007) a Zouhar et al. (2007) navrženo několik dalších primerů.

3.5.4 Genetická variabilita bionas *Ditylenchus dipsaci*

Při průzkumu prováděném v roce 2011 bylo zjištěno napadení česneku háďátkem zhoubným *Ditylenchus dipsaci* ve vzorcích napříč celým státem Ontario v Kanadě. Po izolaci ze vzorků byla provedena identifikace háďátka pomocí morfologických a molekulárních metod, přičemž celkem bylo zkoumáno devadesát populací z různých regionů státu. Genetická variabilita byla studována metodou RAPD (random amplified polymorphic DNA) a jako kontrola byla použita jedna populace *Ditylenchus dipsaci* z cibule a jedna populace *Ditylenchus destructor*. Byly zjišťovány vnitrorasové, vnitrodruhové a mezidruhové vztahy. Analýza potvrdila genetickou variabilitu česnekové biologické rasy háďátka zhoubného v Ontariu. Všechny vyšetřené populace bylo možné zařadit do dvou odlišných skupin. Menší skupina devatenácti populací byla pouze z jižní oblasti provincie, zatímco větší skupina zahrnující sedmdesát jedna populací byla převážně z východního regionu, ale bylo tam i několik málo populací z jihozápadu a ze severu. Průměrný koeficient podobnosti mezi oběma skupinami byl osmdesát dva procent. Autoři se domnívají, že seskupení dvou geneticky odlišných bionas háďátka zhoubného izolovaného z česneku v Ontariu mohlo být způsobeno dvěma samostatnými cestami introdukce (Qiao et al., 2013).

Polští autoři publikovali v roce 2013 srovnávací fylogenetickou studii háďátek *Ditylenchus dipsaci*, *Ditylenchus destructor* a *Ditylenchus gigas* izolovaných z napadených rostlin na území Polska (Jeszke et al., 2013). Populace háďátka zhoubného byla získána z cibule kuchyňské *Allium cepa* L., čekanky štěrbáku *Cichorium endivia* L. a plamenky latnaté *Phlox paniculata* L., tři populace *Ditylenchus destructor* byly z lilku bramboru *Solanum tuberosum* L. a jedna populace *Ditylenchus gigas* z bobu obecného *Vicia faba* L. Byla provedena analýza ribozomální DNA v regionech ITS1 a ITS2 u všech populací a získané DNA sekvence byly porovnány se sekvencemi populací háďátek z jiných zemí uložených v genové bance GenBank. Pro háďátka zhoubná nebyl nalezen žádný zásadní rozdíl mezi evropskými a mimoevropskými populacemi a také nebyl nalezen žádný jednoznačný rozdíl mezi populacemi izolovanými z různých hostitelských rostlin v Polsku.

3.6 Škodlivost háďátka zhoubného

Názory na škodlivost háďátka zhoubného mohou být různé. Velmi zajímavá práce byla publikována koncem loňského roku v časopise *Molecular Plant Pathology* (Jones et al., 2013). Cílem této práce bylo sestavit seznam deseti nejvýznamnějších fytoparazitických hlístic s ohledem na vědecký zájem a ekonomický význam. Údaje byly získány průzkumem u vědeckých pracovníků zabývajících se touto problematikou. Autoři se snažili vyhodnotit informace z co nejvíce oblastí a míst na celém světě, nicméně upozorňují na fakt, že ekonomický význam stejných škůdců může být v jednotlivých regionech odlišný. Proto nepovažují tento nově vzniklý seznam „top 10“ za neměnný a konečný. V citované práci jsou uvedeny rody a druhy háďátek takto a v tomto pořadí:

1. *Meloidogyne* spp.
2. *Heterodera* spp. a *Globodera* spp.
3. *Pratylenchus* spp.
4. *Radopholus similis*
5. *Ditylenchus dipsaci*
6. *Bursaphelenchus xylophilus*
7. *Rotylenchulus reniformis*
8. *Xiphinema index*
9. *Nacobus aberrans*
10. *Aphelenchoides besseyi*

Je tedy zřejmé, že háďátka zhoubná se řadí k nejvíce studovaným háďátkům na zeměkouli a že ekonomické dopady při napadení rostlin tímto parazitem určitě nejsou malé. Podobné „top 10“ seznamy byly již zveřejněny v časopise *Molecular Plant Pathology* v roce 2011 pro viry a v roce 2012 pro bakterie a houby.

3.7 Ochrana

Ochrana proti háďátka zhoubnému je poměrně obtížná. Ochranná opatření jsou komplikována širokým okruhem hostitelských rostlin, existencí morfologicky téměř nerozlišitelných biontů s různými potravními nároky a navíc schopností tohoto organismu přežívat nepříznivé klimatické podmínky v anabiotickém stavu (Douda a Zouhar, 2008).

V rámci agrotechnických opatření je vhodné zejména u cibulovin dodržovat interval pěstování na témže pozemku čtyři roky, používat zdravou uznanou sadbu s rostlinolékařským pasem (certifikované osivo), účinně kontrolovat plevel a provádět negativní výběry a likvidaci napadených rostlin během vegetace.

Přímá chemická ochrana se dnes neprovádí, dříve se doporučovalo moření osiva Sulkou a aplikace nematocidů ve formě zálivky do ohnisek výskytu. V současné době není v České republice podle údajů Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského registrován žádný chemický přípravek na ochranu rostlin proti hád'átku zhoubnému (Registr přípravků na ochranu rostlin, 2014).

Základem ochrany je přísná kontrola koupeného materiálu a zamezení zanesení hád'átka na pozemek. Zejména v případě česneku je třeba kupovat pouze uznanou sadbu a vyhýbat se nákupu sadby zdeformované nebo jinak podezřelé. V žádném případě se nedoporučuje kupovat rozloupanou sadbu česneku, protože tam může být skryto případné napadení. Při malém napadení nejsou příznaky na rostlinách patrné a projeví se až v následujícím vegetačním období.

Během vegetace je důležité odstraňovat podezřelé rostliny i s okolní zeminou. Napadené zbytky rostlin se nesmějí kompostovat, protože i kompost by se mohl stát zdrojem infekce.

Rovněž u jahodníku je situace obtížná, na sazenicích zpravidla nejde napadení vizuálně rozpoznat. Kupovat by se tedy měla opět pouze certifikovaná sadba nebo je vhodné alespoň prohlédnout matečné rostliny. V případě napadení je nutné rostliny rychle odstraňovat z porostu. Někdy doporučované postřiky organofosfáty příliš nepomáhají.

Biologické metody ochrany proti hád'átkům obecně určitě mají své místo v integrovaném systému ochrany. Některé plodiny určené na zelené hnojení mohou potlačovat aktivní hád'átka, jestliže jsou používány k tzv. biofumigaci půdy před sadbou nebo setím rostlin. Některé druhy brukvovitých rostlin, například hořčice sarepská, kapusta růžičková nebo zelí bílé, obsahují přirozené glukosinoláty, které po rozřezání a zapravení rostlin do půdy tvoří látky s dezinfekčním účinkem (Douda a Zouhar, 2008). Odrůda aksamitníku rozkladitého *Tagetes patula* L. 'Ground Control' je používána při pěstování lilí v Nizozemsku před sázením a udává se, že má až 95 % účinnost proti konkrétním druhům hád'átek, jestliže její kořeny, obsahující silný širokospektrální bioxid, jsou jediným zdrojem potravy pro hád'átka.

Ošetření cibulí vodou o teplotě 44,5 °C po dobu tří hodin hubí hád'átka bez poškození tkání dormantních cibulí a přitom jsou hubeni i další škůdci, např. cibulovky a roztočiči.

Velmi vhodné je i pravidelné čištění a dezinfekce všech nástrojů, strojů a vybavení. Dezinfikované předměty by měly být před použitím dezinfekční látky namočený do vody, aby byla dehydratovaná hád'átka opět reaktivována. Nezapomínat i na obuv pracovníků.

Velmi důležitým organizačním opatřením v ochraně rostlin před hád'átkem zhoubným je karanténa. Problematiku karantény řeší v české republice Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. V paragrafu 76 jsou vyjmenována konkrétní rostlinolékařská opatření, která stanovuje příslušný odbor Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Praze, mohou to být např.:

- zákaz, omezení nebo zvláštní podmínky pro
 - o dovoz, pěstování, sklizeň, posklizňovou úpravu, uvádění na trh, průmyslové zpracování a jiné použití rostlin a rostlinných produktů
 - o užívání pozemků, skladů, provozů nebo zařízení anebo přemísťování rostlin, rostlinných produktů, zeminy, statkových hnojiv a kompostů
- jednorázové zničení rostlin, rostlinných produktů a jiných předmětů napadených nebo podezřelých z napadení škodlivými organismy nebo jejich jednorázové ošetření stanovenými postupy a prostředky
- jednorázová asanace pozemků, čištění a asanace skladů, provozních prostorů, strojů, dopravních prostředků, zařízení, náradí nebo jiných předmětů
- jednorázové povinné vyšetření rostlin nebo rostlinných produktů na napadení škodlivými organismy.

4 Materiál a metody

4.1 Vypěstování pokusných rostlin

Nádobový pokus probíhal ve skleníku na stolech (obr. č. 13) v řízených podmínkách, teplota byla regulována pomocí počítačového systému v rozmezí 24 °C přes den a 18 °C v noci (obr. č. 14). Pokusné rostliny byly pěstovány postupně od 1.3.2013 tak, aby je bylo možné inokulovat průběžně, poslední varianty byly inokulovány 24.6.2013. Rostliny byly pěstovány v hranatých plastových kontejnerech černé barvy o půdorysu 10 x 10 cm. Kontejnery byly osety buď přímo jednotlivými semeny, nebo více semeny s následným jednocením po vzejití, dále byly

v několika případech použity bylinné řízky a hlízy nebo se jednalo o prostokořenné sazenice předpěstované v dřevěných bedýnkách (obr. č. 15 – 17).

Použitý pěstební substrát pro přímé použití bez dalších úprav byl pro všechny varianty stejný: Vermehrungssubstrat A 200, výrobce Stender AG, Schermbeck, Deutschland (obr. č. 18). Složení a fyzikálně chemické vlastnosti substrátu: rašelina 80 %, perlit 20 %, pH 5 – 6, obsah minerálů 0,5 g/l, konduktivita 0,5 mS/cm (+/- 25 %), obsah dusíku 50 – 100 mg/l, obsah oxidu fosforečného P₂O₅ 50 – 100 mg/l, obsah oxidu draselného K₂O 100 – 150 mg/l.

4.2 Izolace hád'átka zhoubného z česneku kuchyňského a příprava suspenze

Hád'átka zhoubné bylo izolováno z infikovaných složených cibulí česneku kuchyňského *Allium sativum* L. (obr. č. 19), které byly získány z oblasti obce Libochovice. Celé složené cibule česneku byly včetně obalů a podpučí nakrájeny na malé kousky o velikosti asi 10 mm, zabaleny do jedné vrstvy běžného hygienického papírového ubrousku a buď na plastovém sítku ponořeny do vody v Baermannových nálevkách opatřených na konci krátkou pryžovou hadičkou s tlačkou (obr. č. 20) nebo byly ponořeny do plastových vaniček s roštem (obr. č. 21). Po několika hodinách začala hád'átka ve vodním prostředí aktivovat a v důsledku hypoxie opouštěla česnek a pronikala skrz papírový ubrousek. Následně ve vodním sloupci postupně sedimentovala směrem k tlačkám nebo ke dnu misek.

Vodní sloupec se suspenzí hád'átek byl zachycen do kádinky a objem kapaliny byl zredukován na sítu o velikosti otvorů 0,025 mm, zároveň byla suspenze propláchnuta pitnou vodou ze stříčky. Takto byla připravena suspenze hád'átka zhoubného vždy před každou inokulací.

4.3 Inokulace pokusných rostlin

Pro každou pokusnou rostlinu bylo jako inokulum použito přibližně 1000 živých hád'átek, a to bez ohledu na to, zda se jednalo o larvy či dospělé. Počet živých hád'átek v suspenzi byl stanoven počítáním na binokulární lupě a výpočtem (obr. č. 22). Nejprve se ve třech malých, ale přesně definovaných objemech suspenze odměřených mikropipetou Transferpette Brand spočítala všechna živá hád'átka. Potom se vypočítal průměr z těchto tří měření a tento údaj se převedl na celkový objem suspenze. Výsledné číslo udávalo, kolik mililitrů suspenze obsahuje

přibližně 1000 živých háďátek. Nejčastěji to bylo 0,5 – 1 ml suspenze. Pro snížení odparu vody a zpomalení vysychání suspenze na rostlině byl ještě před výpočtem do suspenze přidán 1,5 % roztok karboxymethylcelulózy v přibližném poměru 1 : 1, tj. jeden díl suspenze s háďátky a jeden díl roztoku karboxymethylcelulózy (obr. č. 23).

Takto připravená suspenze byla již použita pro vlastní inokulaci pokusných rostlin. Ta byla provedena pomocí mikropipety Transferpette Brand s odnímatelnou skleněnou špičkou, vypočítaný objem suspenze byl aplikován buď do oblasti srdéčka nebo na buničitou vatou připevněnou z boku na stonek pomocí pásku z pružné fólie Nescofilm (obr. č. 24 a 25). Pokusné rostliny nebyly před inokulací nijak úmyslně poškozeny, neboli nebyly vytvořeny žádné arteficiální vstupní cesty pro snazší průnik háďátka do pletiv rostliny. Po inokulaci byly nádoby s rostlinami na čtrnáct dní zakryty polyetylenovými sáčky, aby se vytvořilo mikroklima s vyšší relativní vzdušnou vlhkostí (obr. č. 26).

4.4 Izolace háďátka zhoubného z pokusných rostlin

Za osm týdnů od inokulace bylo provedeno stanovení počtu háďátek v jednotlivých pokusných rostlinách. Pokud došlo k invazi háďátka zhoubného do rostlin, pak v nich během této doby mohl proběhnout celý generační cyklus parazita od vajíčka po dospělce dvakrát až pětkrát. Rostliny byly vyjmuty z nádob, byl odstraněn kořenový bal a po omytí od substrátu i zbylé kořeny s výjimkou konzumních částí kořenové a cibulové zeleniny a hlíz okrasných cibulovin. Všechny ostatní části rostlin byly použity pro analýzu. Byly nakrájeny na malé kousky o velikosti asi 10 mm, zabaleny do jedné vrstvy běžného hygienického papírového ubrousku (obr. č. 27) a ponořeny do vody v Baermannových nálevkách s plastovým sítkem opatřených na konci krátkou silikonovou hadičkou s tlačkou. Háďátka ve vodním prostředí v důsledku hypoxie opouštěla části rostlin, pronikala skrz papírový ubrousek a ve vodním sloupci postupně sedimentovala směrem k tlačkám. Po dvaceti čtyřech hodinách od ponoření do vody byl vodní sloupec se suspenzí háďátek převeden do kádinek zvlášť pro každou rostlinu a objem kapaliny byl zredukován na sítu o velikosti otvorů 0,025 mm. Takto byla připravena suspenze háďátka zhoubného z pokusných rostlin pro počítání.

4.5 Počítání jedinců hád'átka zhoubného izolovaných z pokusných rostlin

Stanovení počtu hád'átek z jednotlivých rostlin ve všech variantách bylo provedeno pomocí zraku pod binokulární lupou Olympus SZX 7 (obr. č. 28). Suspenze byla přelita do průhledné plastové misky s vyznačenou mřížkou pro lepší orientaci při počítání (obr. č. 29) a v této misce byli počítáni všichni jedinci hád'átka zhoubného bez ohledu na jejich vývojové stádium a pohyblivost.

4.6 Obrazová dokumentace

Obrazová dokumentace byla pořízena digitálním fotoaparátem Panasonic Lumix DMC – FZ7. Mikroskopické fotografie byly provedeny na mikroskopu Olympus BX 51 za využití programu QuickPHOTO micro 2.3 (obr. č. 30).

4.7 Statistika

Statistické hodnocení získaných výsledků bylo provedeno pomocí programu STATISTICA Version 10. Byly provedeny výpočty průměru, mediánu, modusu, směrodatné odchylky a variačního koeficientu pro jednotlivé varianty. Dále bylo provedeno porovnání těchto variant navzájem pomocí testu ANOVA na hladině významnosti $P = 0,05$.

5 Výsledky

Celkem bylo vypěstováno, inokulováno a hodnoceno 548 rostlin v 51 variantách různých druhů, odrůd nebo kultivarů z 19 botanických čeledí (tab. č. 1). Ve 44 variantách bylo po jedenácti rostlinách, pouze v jedné variantě bylo rostlin sedm, což byl nejmenší počet rostlin na variantu. Třikrát se opakovala varianta s devíti rostlinami a třikrát s deseti rostlinami. V souboru byly zastoupeny kulturní rostliny, okrasné rostliny, léčivé, aromatické a kořeninové rostliny a plevel. Ve skupině kulturních rostlin bylo 27 různých druhů a odrůd z 11 čeledí (tab. č. 2) a ve skupině okrasných rostlin bylo 15 druhů z 11 čeledí (tab. č. 3). Ve skupině LAKR byly hodnoceny čtyři rostlinné druhy ze čtyř čeledí a skupina plevelů byla zastoupena pěti druhy dvou čeledí.

Hlavním cílem práce bylo zjistit, jak široký okruh hostitelských rostlin může hád'átka zhoubné osídlit. Dále byl hodnocen stupeň napadení rostlin pomocí absolutních počtů všech

pohyblivých ontogenetických stádií háďátka zhoubného, což zahrnovalo všechny čtyři larvální instary a dospělé obou pohlaví. Vajíčka nebylo možné do studie zahrnout, protože toto vývojové stádium je bez lokomočního aparátu a není tudíž možné, aby vajíčka ve vodní lázni opouštěla rostlinná pletiva a aktivním pohybem se dostávala mimo prostor ohraničený papírovým ubrouskem. Jinými slovy použitá metodika neumožňuje stanovení počtu vajíček v testovaných rostlinách.

Přestože se jednalo o nádobový pokus s umístěním kontejnerů na stolech ve skleníkovém boxu bez žádné zjevné komunikace s vnějším prostředím, nebylo háďátko zhoubné *Ditylenchus dipsaci* jediným škůdcem, se kterým se musely pokusné rostliny potýkat. Téměř během celé vegetační doby byly pozorovány příznaky posátí rostlin třásněnkami (obr. č. 31) – typické ostře ohraničené albikace na listech s kupičkami trusu. Proto byly do boxu zavěšeny leповé desky modré barvy (obr. č. 32) s cílem redukce početního stavu populace třásněnek, chemická ochrana nebyla provedena. Dále byl v boxu zachycen jeden exemplář imága tiplice z čeledi Tipulidae Latreille, 1802 (obr. č. 33) a také jeden exemplář plzáka španělského *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 (obr. č. 34). Nicméně tyto dva posledně jmenovaní škůdci nezpůsobili na testovaných rostlinách žádné viditelné škody.

5.1 Druhy, odrůdy a kultivary

český název: jahodník obecný, varieta měsíční jahoda 'Rujana'
 latinský název: *Fragaria vesca* Duch. var. *semperflorens* 'Rujana'
 čeleď: růžovité, *Rosaceae* L.
 osivo: Nohel-Garden, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	50	4,55	3	2	111,9	5,09	1	19

Bylo hodnoceno celkem jedenáct rostlin jahodníku obecného vyšetých do bedýnky a pikýrovaných po jedné do kontejnerů (obr. č. 35), v každé rostlině byla zjištěna přítomnost háďátka zhoubného, průměrně to bylo čtyři až pět jedinců na jednu rostlinu.

český název: řepa salátová plochá 'D'Egypte'
 latinský název: *Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris* var. *conditiva* Alef. Helm. 'D'Egypte'
 čeleď: laskavcovité, *Amaranthaceae* Juss.
 osivo: Nohel-Garden, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	10	0,91	1	1	77,07	0,7	0	2

Bylo hodnoceno také jedenáct rostlin řepy salátové, výsev byl proveden přímo do kontejnerů a po vzejití byla ponechána v jednom kontejneru vždy jen jedna rostlina (obr. č. 36). Průměrně bylo detekováno přibližně jedno háďátko na jednu rostlinu, nicméně ve třech případech byly testované rostliny bez výskytu háďátka zhoubného.

český název: špenát setý 'Carambole' F1
 latinský název: *Spinacia oleracea* L. 'Carambole'
 čeleď: laskavcovité, *Amaranthaceae* Juss.
 osivo: Seva-Seed, spol. s.r.o.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	359	32,64	26	32	93,23	30,43	5	93

Hodnoceno bylo jedenáct rostlin špenátu setého, výsev byl proveden přímo do kontejnerů a po vzejití byla ponechána v jednom kontejneru vždy jen jedna rostlina (obr. č. 37). V každé rostlině byla zjištěna přítomnost háďátek, a to průměrně nad třicet jedinců na jednu rostlinu.

český název: mangold 'White Silver 2'
 latinský název: *Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris* var. *cicla* L. 'White Silver 2'
 čeleď: laskavcovité, *Amaranthaceae* Juss.
 osivo: Gardenson, SRN

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	21	1,91	1	1	97,87	1,87	0	6

Hodnoceno bylo jedenáct rostlin mangoldu, výsev byl proveden přímo do kontejnerů a po vzejití byla ponechána v jednom kontejneru vždy jen jedna rostlina (obr. č. 38). V jedné rostlině nebylo hád'átka žádné, průměrně byla zjištěna dvě hád'átka na jednu rostlinu.

český název: řepa cukrovka
 latinský název: *Beta vulgaris* L. var. *altissima* Döll.
 čeleď: laskavcovité, *Amaranthaceae* Juss.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	16	1,45	1	0	108,11	1,57	0	5

Také v této variantě bylo hodnoceno jedenáct rostlin cukrovky, výsev byl proveden přímo do kontejnerů po jednom semenu (obr. č. 39). Ve čtyřech rostlinách nebylo hád'átka žádné, průměrně bylo nalezeno jedno až dvě hád'átka v jedné rostlině.

český název: kedluben raný modrý 'Blankyt'
 latinský název: *Brassica oleracea* L. convar. *acephala* (DC.) var. *gongylodes* Markgr. 'Blankyt'
 čeleď: brukvovité, *Brassicaceae* Burnett
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	9	0,82	1	1	91,76	0,75	0	2

Hodnoceno bylo jedenáct rostlin raného kedlubnu modrého, výsev byl proveden do bedýnky s následným přesazením do kontejnerů po jedné rostlině (obr. č. 40). Z pokusných rostlin byl získán malý počet jedinců hád'átka zhoubného a ve čtyřech případech nebylo získáno hád'átka žádné.

český název: zelí hlávkové červené kruhárenské 'Kalibos'
 latinský název: *Brassica oleracea* L. convar. *capitata* (L.) Alef. var. *capitata rubra* DC.
 'Kalibos'
 čeleď: brukvovité, *Brassicaceae* Burnett
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	31	2,82	2	1 a 2	106,24	2,99	0	11

Bylo hodnoceno celkem jedenáct rostlin hlávkového zelí vyšetých do bedýnky a přesazených po jedné do kontejnerů (obr. č. 41). Kromě jednoho případu byla v každé rostlině zjištěna přítomnost hád'átka zhoubného, průměrně to byly téměř tři jedinci na jednu rostlinu.

český název: brukev řepka tuřín 'Helenor'
 latinský název: *Brassica napus* L. var. *napobrassica* (L.) Rchb. 'Helenor'
 čeleď: brukvovité, *Brassicaceae* Burnett
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	1792	162,91	23	1	138,71	225,97	0	618

Ve variantě s tuřínem bylo hodnoceno opět jedenáct rostlin, které byly vysety přímo po jedné do každé nádoby (obr. č. 42). Průměrný počet hád'átek v každé rostlině byl téměř 163, nicméně v jedné testované rostlině nebylo zjištěno žádné hád'átko a ve dvou případech to bylo pouze po jednom hád'átku.

český název: ředkev setá - ředkvička 'Rampouch'
 latinský název: *Raphanus sativus* L. var. *radicula* Pers. 'Rampouch'
 čeleď: brukvovité, *Brassicaceae* Burnett
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	5	0,45	0	0	151,26	0,69	0	2

Bylo hodnoceno jedenáct rostlin bílé ředkvičky, semena byla vyseta přímo do kontejnerů (obr. č. 43). V tomto případě byl počet jedinců háďátka malý a jen ve čtyřech rostlinách, v sedmi zbývajících rostlinách nebylo háďátka zhoubné detekováno vůbec.

český název: fazol šarlatový, hnědobílé osemení

latinský název: *Phaseolus coccineus* L.

čeleď: bobovité, *Fabaceae* Lindl.

osivo: farmářské

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	4225	384,09	85	11 x	250,97	936,95	36	3286

U fazolu šarlatového s hnědobílým osemením bylo hodnoceno jedenáct rostlin, které byly vysety přímo do kontejnerů (obr. č. 44). V této variantě byl v každé rostlině zjištěn vysoký počet háďátek.

český název: fazol šarlatový, fialovobílé osemení

latinský název: *Phaseolus coccineus* L.

čeleď: bobovité, *Fabaceae* Lindl.

osivo: farmářské

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	472	42,91	17	4 a 32	167,58	71,91	1	252

Dále bylo hodnoceno jedenáct rostlin fazolu šarlatového s fialovobílým osemením také přímo vysetých kontejnerů (obr. č. 45), V této variantě byla sice zjištěna přítomnost háďátka v každé rostlině, ale ve dvou případech to byly pouze čtyři jedinci a v jednom případě pouze jeden jedinec.

český název: fazol obecný keříčkový 'Maxidor'

latinský název: *Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus* (L.) Aschers 'Maxidor'

čeleď: bobovité, *Fabaceae* Lindl.

osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	729	66,27	31	11 x	103,8	68,79	8	203

Také v případě keříčkového fazolu bylo hodnoceno celkem jedenáct rostlin, výsev byl opět proveden přímo do kontejnerů (obr. č. 46). V této skupině byl v každé rostlině zjištěn vysoký počet háďátek.

český název: hrách setý dřehový 'David'

latinský název: *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* convar. *medullare* Alef. emend C.O. Lehm. 'David'

čeleď: bobovité, *Fabaceae* Lindl.

osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	93	8,45	4	5	219,21	18,53	0	64

Bylo hodnoceno celkem jedenáct rostlin hrachu setého, výsev byl opět proveden přímo do nádob (obr. č. 47). V této variantě byly zjištěny nízké počty háďátka zhoubného v deseti rostlinách, z nichž v jedné nebylo háďátka žádné. Nicméně ve zbývajících jedenácté rostlině byl počet háďátek vysoký.

český název: komonice bílá

latinský název: *Melilotus albus* Medik.

čeleď: bobovité, *Fabaceae* Lindl.

osivo: farmářské

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
9	2	0,22	0	0	300	0,67	0	2

V případě komonice bílé bylo hodnoceno devět rostlin vysetých do bedýnky a pikýrovaných po jedné do kontejnerů (obr. č. 48). V osmi rostlinách nebylo zjištěno háďátka zhoubné vůbec a v jedné rostlině byli pouze dva jedinci.

český název: slunečnice roční jednoduchá
 latinský název: *Helianthus annuus* L.
 čeleď: hvězdnicovité, *Asteraceae* Martinov
 osivo: Nohel-Garden, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	9	0,82	0	0	152,83	1,25	0	4

Bylo hodnoceno jedenáct rostlin slunečnice roční vyšetých přímo po jedné do kontejnerů (obr. č. 49), přičemž v šesti případech nebylo zjištěno vůbec žádné napadení hád'átkem zhoubným.

český název: ostropestřec mariánský
 latinský název: *Sylibum marianum* (L.) Gaertn.
 čeleď: hvězdnicovité, *Asteraceae* Martinov
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	799	72,64	47	11 x	130,36	94,69	12	349

Také jedenáct rostlin bylo možné hodnotit ve variantě s ostropestřcem mariánským, ve všech pokusných rostlinách byly poměrně vysoké počty jedinců hád'átka. Ostropestřec byl vyšet přímo do nádob bez přesazování (obr. č. 50).

český název: astra čínská jehlicovitá vysoká 'Unicum' modrá
 latinský název: *Callistephus chinensis* (L.) Nees 'Unicum'
 čeleď: hvězdnicovité, *Asteraceae* Martinov
 osivo: Nohel-Garden, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	7	0,64	0	0	161,37	1,03	0	3

Bylo hodnoceno jedenáct rostlin astry čínské vyšetých do bedýnky a pikýrovaných po jedné do kontejnerů (obr. č. 51), hád'átka zhoubné bylo identifikováno pouze ve čtyřech rostlinách.

český název: ostálka sličná jiřinkokvětá žlutá
 latinský název: *Zinnia elegans* Jacq.
 čeleď: hvězdnicovité, *Asteraceae* Martinov
 osivo: Nohel-Garden, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	196	17,82	11	9	99,41	17,71	3	65

Varianta s ostálkou sličnou měla také jedenáct hodnotitelných rostlin a v každé z nich byla nalezena háďátka v počtu od tří až po desítky jedinců v jedné rostlině. Ostálka byla v kontejnerech pěstována z předpěstované sadby (obr. č. 52).

český název: pelyněk černobýl
 latinský název: *Artemisia vulgaris* L.
 čeleď: hvězdnicovité, *Asteraceae* Martinov
 osivo: farmářské

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	5	0,45	0	0	114,89	0,52	0	1

Bylo hodnoceno celkem jedenáct rostlin pelyňku černobýlu vysetých do bedýnky a pikýrovaných po jedné do kontejnerů (obr. č. 53), v šesti rostlinách pak bez průkazu háďátka a v pěti rostlinách pouze s jedním háďátkem na rostlinu.

český název: starček obecný
 latinský název: *Senecio vulgaris* L.
 čeleď: hvězdnicovité, *Asteraceae* Martinov
 osivo: farmářské

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	120	10,91	5	3 a 5	164,16	17,91	0	63

Také u starčku obecného bylo hodnoceno jedenáct rostlin opět vysetých do bedýnky a pikýrovaných po jedné do kontejnerů (obr. č. 54). V každé rostlině kromě jedné byla zjištěna přítomnost háďátka zhoubného, průměrně to bylo přibližně jedenáct jedinců na jednu rostlinu.

český název: heřmánkovec nevonný
 latinský název: *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. - Bip.
 čeleď: hvězdnicovité, *Asteraceae* Martinov
 osivo: farmářské

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	79	7,18	6	1 a 6	81,86	5,88	1	20

Dále bylo hodnoceno jedenáct rostlin heřmánkovce nevonného, které byly vysety do bedýnky a později přesazeny po jedné do kontejnerů (obr. č. 55). V této variantě byla zjištěna přítomnost háďátka v každé rostlině, nicméně ve dvou případech to byl pouze jeden jedinec.

český název: pětour malokvětý
 latinský název: *Galinsoga parviflora* Cav.
 čeleď: hvězdnicovité, *Asteraceae* Martinov
 osivo: farmářské

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	184	16,73	9	5 a 7	98,27	16,44	3	56

Hodnoceno bylo jedenáct rostlin pětouru malokvětého vysetých do bedýnky a pikýrovaných po jedné do nádob (obr. č. 56), přičemž z každé rostliny byly izolováni jedinci háďátka zhoubného, průměrně to bylo téměř sedmnáct háďátek na jednu rostlinu.

český název: kultivar surfínie 'Cascadias Bicolor Pastel'
 latinský název: *Petunia hybrida* Juss. cv. 'Cascadias Bicolor Pastel'
 čeleď: lilkovité, *Solanaceae* Juss.
 osivo: nezakořeněný řízek, Ing. Josef Plíva

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	440	40	5	11 x	179,07	71,63	0	188

Další hodnocenou variantou bylo jedenáct rostlin surfinie, které byly pěstovány z bylinných řízků zakořeněním přímo v jednotlivých kontejnerech (obr. č. 57). V této skupině byl sice průměrný počet háďátek na jednu rostlinu čtyřicet, nicméně v šesti rostlinách s nejmenším počtem háďátek bylo dohromady detekováno pouze patnáct jedinců.

český název: rajče jedlé keříčkové 'Šejk'
latinský název: *Lycopersicon esculentum* Mill. 'Šejk'
čeleď: lilkovité, *Solanaceae* Juss.
osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	7	0,64	0	0	145,27	0,92	0	3

Hodnoceno bylo jedenáct rostlin keříčkového rajčete pěstovaných jednotlivě v kontejnerech z předpěstované sadby (obr. č. 58). Ze šesti rostlin nebylo získáno žádné háďátko a ve zbylých pěti rostlinách bylo dohromady napočítáno pouze sedm háďátek.

český název: paprika roční kořeninová 'Žitava'
latinský název: *Capsicum annuum* L. 'Žitava'
čeleď: lilkovité, *Solanaceae* Juss.
osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	3	0,27	0	0	171,27	0,47	0	1

Dále bylo testováno jedenáct rostlin sladké kořeninové papriky pěstovaných jednotlivě v kontejnerech z předpěstované sadby (obr. č. 59). Ze všech jedenácti rostlin byli získáni pouze tři jedinci háďátka zhoubného.

český název: lilek vejcoplodý 'Český raný'
 latinský název: *Solanum melongena* L. 'Český raný'
 čeleď: lilkovité, *Solanaceae* Juss.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	1	0,09	0	0	331,66	0,3	0	1

Další pokusnou skupinou bylo jedenáct rostlin lilku vejcoplodého, které byly po předpěstování v dřevěné bedýnce umístěny jednotlivě v kontejnerech (obr. č. 60). V této variantě bylo nalezeno ve všech rostlinách pouze jedno háďátko.

český název: čekanka salátová hlávková 'Pan di Zucchero'
 latinský název: *Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi forma *capitata* 'Pan di Zucchero'
 čeleď: čekankovité, *Cichoriaceae* Juss.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	203	18,45	16	11	41,22	7,61	10	34

V případě čekanky hlávkové 'Pan di Zucchero' bylo hodnoceno jedenáct rostlin pikýrovaných do kontejnerů po jedné rostlině (obr. č. 61). Ve všech jedenácti rostlinách byla zjištěna přítomnost háďátka zhoubného, průměrně pak osmnáct až devatenáct jedinců na jednu rostlinu.

český název: čekanka salátová hlávková 'Palla Rossa 3'
 latinský název: *Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi forma *capitata* 'Palla Rossa 3'
 čeleď: čekankovité, *Cichoriaceae* Juss.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	2030	184,55	76	45	151,52	279,62	23	998

Varianta s druhou testovanou odrůdou čekanky hlávkové 'Palla Rossa 3' (obr. č. 62) vykazovala o jeden řád vyšší napadení než předchozí odrůda čekanky, průměrný počet háďátek v jedné rostlině byl více než sto osmdesát.

český název: salát hlávkový 'Smaragd'
 latinský název: *Lactuca sativa* L. var. *capitata* L. 'Smaragd'
 čeleď: čekankovité, *Cichoriaceae* Juss.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	126	11,45	10	10	41,39	4,74	2	21

Hodnoceno bylo také jedenáct rostlin hlávkového salátu, výsev byl proveden do bedýnky s následným přesazením do kontejnerů po jedné rostlině (obr. č. 63). Z pokusných rostlin bylo získáno průměrně více než jedenáct jedinců háďátka zhoubného.

český název: dochan psárkovitý
 latinský název: *Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng.
 čeleď: lipnicovité, *Poaceae* Bernhart
 osivo: Nohel-Garden, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	40	3,64	3	2 a 3	60,59	2,2	1	8

Také v případě dochanu psárkovitého bylo zkoumáno jedenáct rostlin, výsev byl proveden do bedýnky s následným přesazením do kontejnerů po jedné rostlině (obr. č. 64). Z pokusných rostlin byl získán relativně malý počet jedinců háďátka zhoubného, nicméně napadení tímto parazitem bylo zjištěno v každé rostlině ve variantě.

český název: ječmen setý dvouřadý jarní
 latinský název: *Hordeum vulgare* L. convar. *distichon*
 čeleď: lipnicovité, *Poaceae* Bernhart
 osivo: farmářské

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	26	2,36	2	1 a 2	71,48	1,69	0	5

Hodnoceno bylo jedenáct rostlin jarního ječmene vyšetých přímo do kontejnerů (obr. č. 65), z jedné rostliny nebylo získáno žádné hád'átko, v ostatních případech bylo zjištěno jedno až maximálně pět hád'átek v jedné rostlině.

český název: pšenice setá bílá bezosinná

latinský název: *Triticum aestivum* subsp. *aestivum* L. var. *lutescens*

čeleď: lipnicovité, *Poaceae* Bernhart

osivo: farmářské

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	182	16,55	5	4	113,34	18,74	1	52

Bylo hodnoceno jedenáct rostlin pšenice seté vyšetých přímo do kontejnerů (obr. č. 66). Z jedné rostliny bylo izolováno pouze jedno hád'átko zhoubné, v několika dalších rostlinách pak byly nalezeny hád'átek desítky.

český název: brutnák lékařský

latinský název: *Borago officinalis* L.

čeleď: brutnákovité, *Boraginaceae* Juss.

osivo: Gardenson, SRN

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	262	23,82	12	9	140,34	33,43	2	121

Pro testování brutnáku lékařského bylo také připraveno jedenáct rostlin vyšetých přímo do kontejnerů (obr. č. 67), hád'átko zhoubné bylo nalezeno v každé rostlině a průměrný počet jedinců byl téměř dvacet čtyři na jednu rostlinu.

český název: pažitka česneková ("čínská")
 latinský název: *Allium tuberosum* Rottler ex Spreng.
 čeleď: amarylkovité, *Amaryllidaceae* Jaume St.-Hil.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	335	30,45	1	0 a 1	269,71	82,14	0	276

Ve variantě s pažitkou česnekovou bylo jedenáct opakování, rostliny byly vysety přímo do kontejnerů (obr. č. 68). Počty získaných hád'átek se uvnitř této varianty značně lišily, ve třech opakováních nebylo zjištěno žádné hád'átko a ve třech opakováních byl získán pouze jeden jedinec hád'átka zhoubného, naopak v jednom případě bylo hád'átek dvě stě sedmdesát šest.

český název: pažitka pravá 'Praga'
 latinský název: *Allium schoenoprasum* L. 'Praga'
 čeleď: amarylkovité, *Amaryllidaceae* Jaume St.-Hil.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	12472	1133,82	1034	11 x	95,90	1087,37	17	3645

Ve variantě s pažitkou pravou bylo také jedenáct opakování, rostliny byly vysety přímo do kontejnerů (obr. č. 69). Počty získaných hád'átek uvnitř této varianty byly vysoké, řádově stovky až tisíce jedinců na jeden případ.

český název: cibule kuchyňská 'Všetana'
 latinský název: *Allium cepa* L. 'Všetana'
 čeleď: amarylkovité, *Amaryllidaceae* Jaume St.-Hil.
 osivo: AGRI Slatinice

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
10	741	74,1	17	10 x	167,37	124,02	1	373

V případě cibule kuchyňské bylo hodnoceno deset rostlin vysazených jako sazečka přímo do kontejnerů po jedné rostlině (obr. č. 70). Počty získaných hád'átek z jednotlivých rostlin se v této variantě také značně lišily, průměrný počet hád'átek na jednu rostlinu byl přibližně sedmdesát čtyři.

český název: mrkev obecná pozdní F1 'Koloseum'
 latinský název: *Daucus carota* L. subsp. *sativus* Hoffm., Hayek 'Koloseum'
 čeleď: miříkovité, *Apiaceae* Lindl.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	16	1,45	1	0	145,40	2,11	0	7

Bylo hodnoceno celkem jedenáct rostlin pozdní odrůdy mrkve obecné vysetých přímo do kontejnerů a po vzejití byla ponechána v každé nádobě pouze jedna rostlina (obr. č. 71 a 72). Počty hád'átek v této variantě byly nízké, v pěti případech nebylo z rostlin získáno ani jedno hád'átko zhoubné.

český název: kopr vonný 'Compact'
 latinský název: *Anethum graveolens* L. 'Compact'
 čeleď: miříkovité, *Apiaceae* Lindl.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	24	2,18	2	0	102,11	2,23	0	6

Také v případě kopru bylo možné hodnotit jedenáct rostlin, ty byly stejně jako v předešlé variantě vysety přímo do kontejnerů a po vzejití vyjednoceny (obr. č. 73), počty hád'átek byly opět nízké, ve čtyřech případech nebylo z rostlin získáno ani jedno hád'átko zhoubné.

český název: moud purpurový 'Zulu Wonder'
 latinský název: *Plectranthus purpuratus* Harv. 'Zulu Wonder'
 čeleď: hluchavkovité, *Lamiaceae* Lindl.

osivo: nezakořeněný řízek, Ing. Josef Plíva

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
9	3	0,33	0	0	212,13	0,71	0	2

Další hodnocenou rostlinou byl moud purpurový, devět rostlin bylo pěstováno z bylinných řízků zakořeněním přímo v jednotlivých kontejnerech (obr. č. 74), přičemž ze sedmi rostlin této varianty nebylo izolováno žádné hád'átko.

český název: pelargónie štítnatá 'Ville de Paris Rot'

latinský název: *Pelargonium peltatum* (L.) L'Hér. Ex Ait. 'Ville de Paris Rot'

čeleď: kakostovité, *Geraniaceae* Juss.

osivo: nezakořeněný řízek, Ing. Josef Plíva

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	8	0,73	0	0	163,75	1,19	0	4

Také pelargónie štítnatá byla pěstována stejným způsobem jako předchozí varianta, celkem bylo hodnoceno jedenáct rostlin (obr. č. 75). V této skupině se hád'átka vyskytovala v omezeném počtu, v šesti rostlinách nebyla nalezena vůbec.

český název: čílko - fuchsie magelánská 'Tom Thumb'

latinský název: *Fuchsia magellanica* Lam. 'Tom Thumb'

čeleď: pupalkovité, *Onagraceae* Juss.

osivo: nezakořeněný řízek, Ing. Josef Plíva

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	7	0,64	0	0	145,27	0,92	0	3

Rostliny ve variantě s čílkem byly pěstovány opět z bylinných řízků zakořeněním přímo v jednotlivých kontejnerech (obr. č. 76). I v této skupině byl počet hád'átek velmi malý, v šesti případech nebyl z rostlin získán žádný jedinec hád'átka zhoubného.

český název: bakopa 'Baristo Blue'
 latinský název: *Sutera cordata* Kuntze 'Baristo Blue'
 čeleď: krtičníkovité, *Scrophulariaceae* Kuntze
 osivo: nezakořeněný řízek, Ing. Josef Plíva

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	253	23	25	25	49,23	11,3	8	46

Další hodnocenou variantou bylo jedenáct rostlin bakopy pěstovaných také zakořeněním jednotlivých bylinných řízků přímo v nádobách (obr. č. 77). V této skupině bylo zjištěno osídlení každé testované rostliny hád'átkem zhoubným, průměrně se jednalo o dvacet tři jedinců na jednu rostlinu.

český název: okurka angreštová
 latinský název: *Cucumis myriocarpus* E. Mey. ex Naud.
 čeleď: tykvovité, *Cucurbitaceae* Juss.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
9	16	1,78	1	0 a 1	131,25	2,33	0	7

Varianta s okurkou angreštovou měla devět opakování, rostliny byly vysety přímo do kontejnerů (obr. č. 78). Počty hád'átek v této variantě byly nízké, ve třech případech nebylo z rostlin získáno ani jedno hád'átko zhoubné.

český název: okurka anguria
 latinský název: *Cucumis anguria* L.
 čeleď: tykvovité, *Cucurbitaceae* Juss.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	5	0,45	0	0	227,86	1,04	0	3

Varianta s okrasnou okurkou anguria měla jedenáct opakování a stejně jako v předchozí variantě byly rostliny vysety přímo do kontejnerů bez předpěstování (obr. č. 79). Počty háďátek zde byly také velmi nízké, z rostlin nebylo získáno ani jedno háďátko zhoubné dokonce v devíti případech z jedenácti.

český název: tykev muškátová 'Serpentine'
 latinský název: *Cucurbita moschata* (Duch.) Duch. ex Poir. 'Serpentine'
 čeleď: tykvovité, *Cucurbitaceae* Juss.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	133	12,09	4	4	107,72	13,03	0	36

Dále bylo hodnoceno jedenáct rostlin tykve muškátové pěstovaných přímým výsevem do nádob (obr. č. 80). Průměrně bylo identifikováno přibližně dvanáct jedinců háďátka zhoubného v rostlině, nicméně z jedné rostliny nebylo izolováno háďátko žádné.

český název: okurka setá nakládačka hruboostná F1 'Blanka'
 latinský název: *Cucumis sativus* L. 'Blanka'
 čeleď: tykvovité, *Cucurbitaceae* Juss.
 osivo: Semo, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	171	15,55	12	9 a 12	69,78	10,85	9	46

Další testovanou rostlinou byla okurka nakládačka pěstovaná po přímém výsevu do nádob (obr. č. 81). V každé z jedenácti rostlin byla zjištěna přítomnost háďátek s průměrem více než patnáct jedinců na rostlinu.

český název: begónie hlíznatá převíslá 'Chanson Deep Red'
 latinský název: *Begonia x tuberhybrida pendula* 'Chanson Deep Red'
 čeleď: kysalovité, *Begoniaceae* C.A. Agardh.
 osivo: Kiepenkerl, SRN

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
10	41929	4192,90	188	11 x	261,46	10962,89	31	35209

V další variantě bylo hodnoceno deset rostlin hlíznaté kysaly, hlízy byly vysazeny po jedné přímo do nádob (obr. č. 82). Počty háďátek se v tomto případě pohybovaly od desítek až po desítky tisíc jedinců v jedné rostlině.

český název: brodie 'Queen Fabiola' k řezu

latinský název: *Brodiaea laxa* (Benth.) S. Wats. 'Queen Fabiola'

čeleď: chřestovité, *Asparagaceae* Juss.

osivo: Nohel-Garden, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
7	16103	2300,43	49	7 x	255,43	5876,02	9	15625

Další testovaná rostlina brodie měla nejmenší počet opakování ze všech variant, hodnoceno bylo sedm rostlin, které byly vysazeny přímo do nádob (obr. č. 83). Počty háďátek se v tomto případě také pohybovaly převážně ve vysokých číslech, nicméně zde byly zjištěny dva extrémní minimálního a maximálního počtu háďátek.

český název: mečík křížený 'Peter Pears'

latinský název: *Gladiolus x hybridus* 'Peter Pears'

čeleď: kosatcovité, *Iridaceae* Juss.

osivo: Nohel-Garden, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	180	16,36	4	3	233,54	38,22	0	131

Varianta s mečíkem měla jedenáct opakování a stejně jako v předchozích dvou variantách byly rostliny vysazeny přímo do kontejnerů (obr. č. 84). Počet háďátek izolovaných z rostlin se v této skupině pohyboval převážně mezi nulou a deseti, nicméně v jedné rostlině byl mnohonásobně vyšší.

český název: acidantera dvoubarevná 'White'
 latinský název: *Acidanthera bicolor* Hochst. var. *murielae* 'White'
 čeleď: kosatcovité, *Iridaceae* Juss.
 osivo: Nohel-Garden, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
10	71	7,1	5,5	4 a 5	64,18	4,56	2	16

V další variantě bylo hodnoceno deset rostlin acidantery dvoubarevné, jejíž hlízy byly vysazeny po jedné přímo do nádob (obr. č. 85), přičemž přítomnost hád'átka zhoubného byla potvrzena v každé pokusné rostlině.

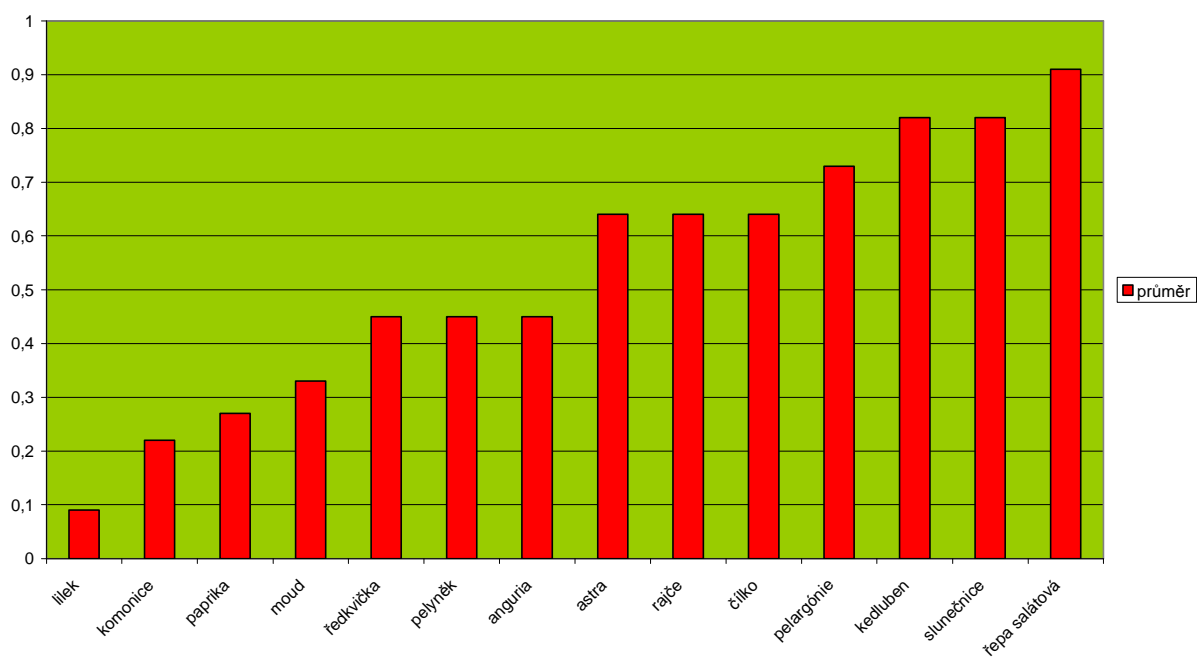
český název: duhovice křížená
 latinský název: *Ixia x hybrida* 'Mix'
 čeleď: kosatcovité, *Iridaceae* Juss.
 osivo: Nohel-Garden, a.s.

n	suma	průměr	medián	modus	V (%)	s	minimum	maximum
11	835	75,91	50	11 x	111,91	84,95	7	313

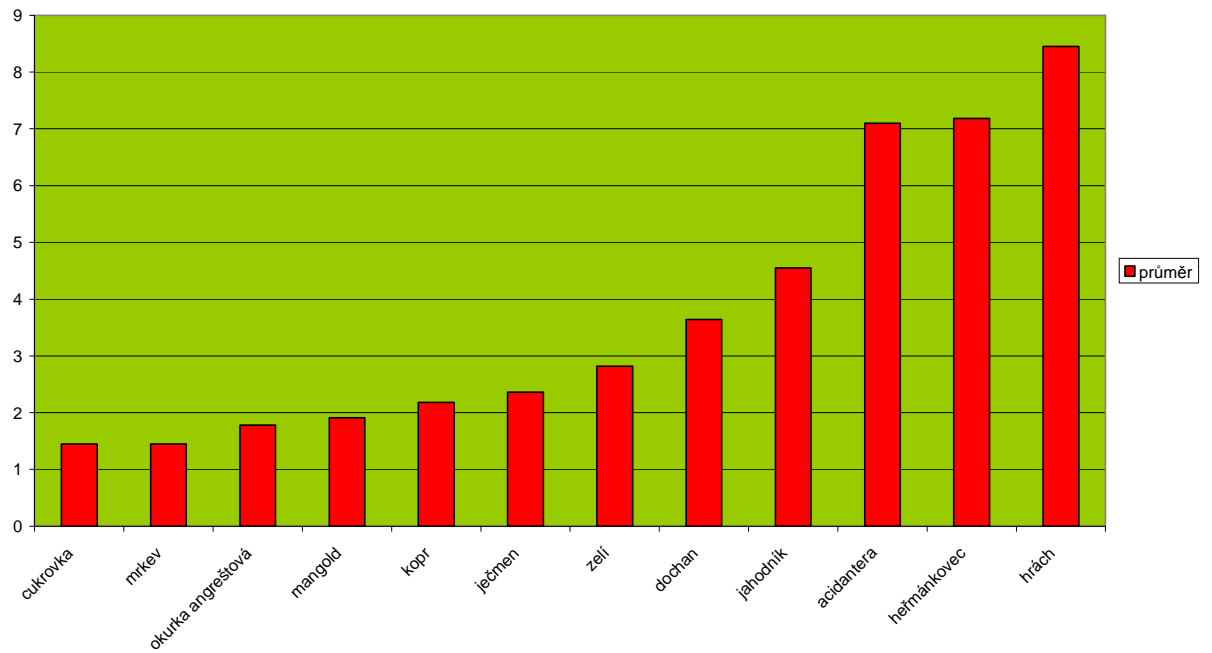
V této variantě bylo inokulováno a hodnoceno jedenáct rostlin duhovice, jejíž hlízy byly také vysazeny přímo do nádob (obr. č. 86). Přítomnost hád'átka zhoubného byla v každé rostlině této skupiny jednoznačná.

Průměrné počty háďátek izolovaných z jedné rostliny jsou seřazeny podle hostitelských rostlin v následujících grafech.

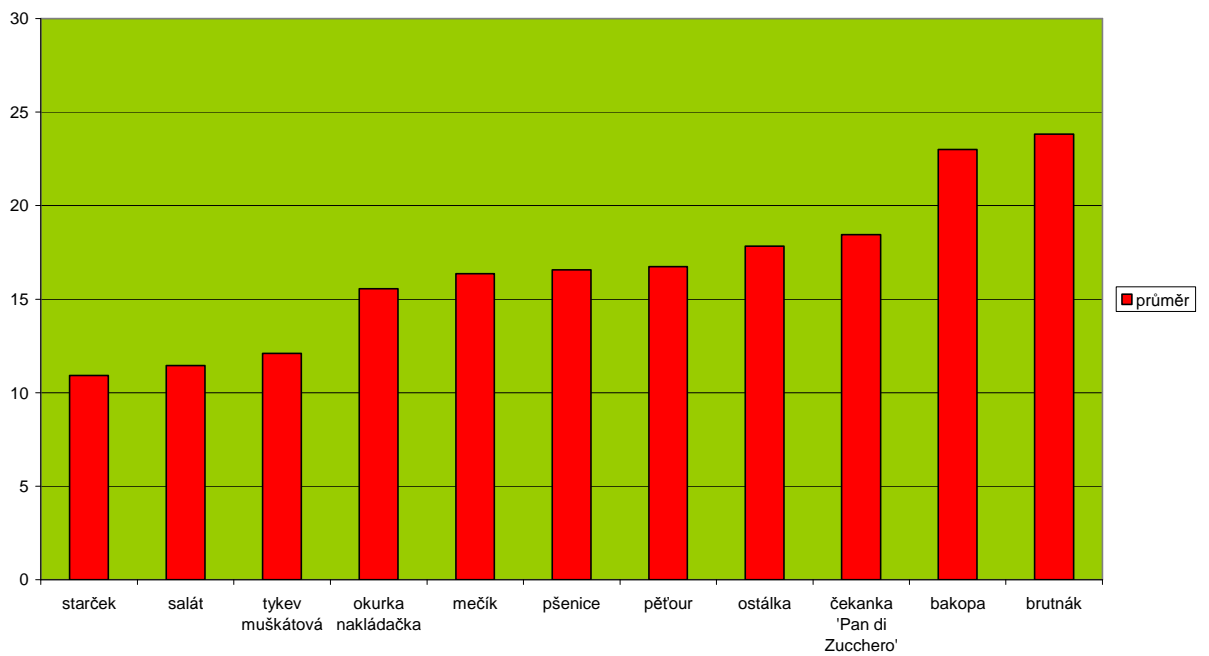
Variety s průměrným počtem < 1 háďátko na jednu rostlinu.



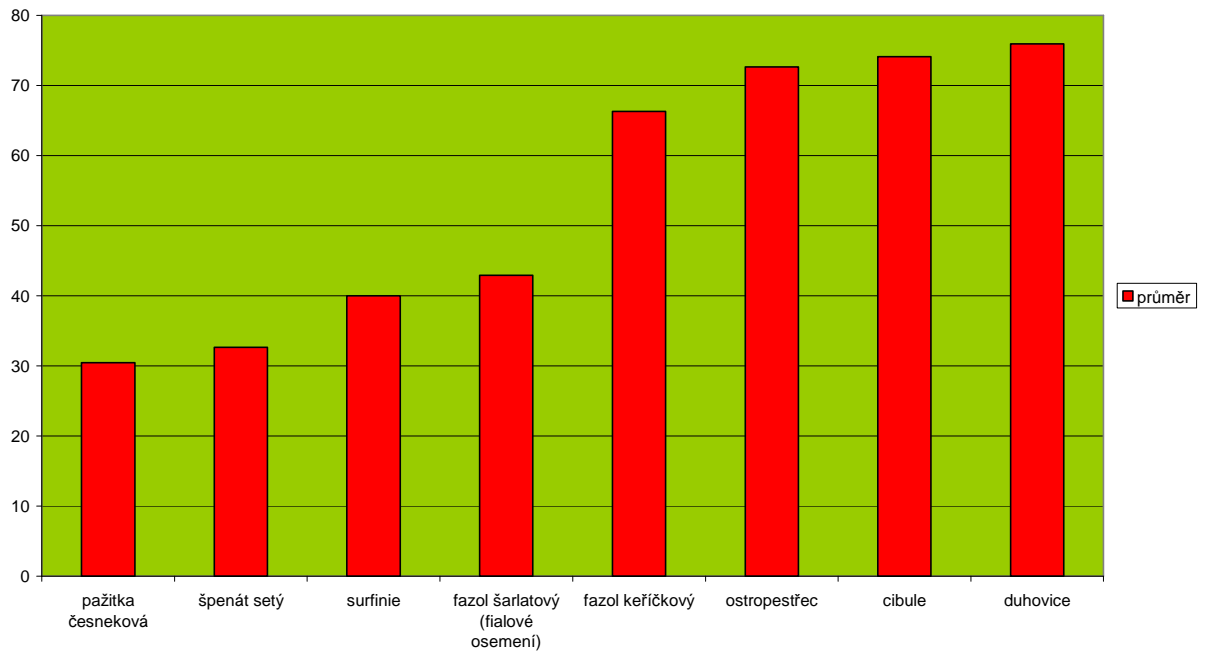
Varianty s průměrným počtem 1 - 10 háďátek na jednu rostlinu.



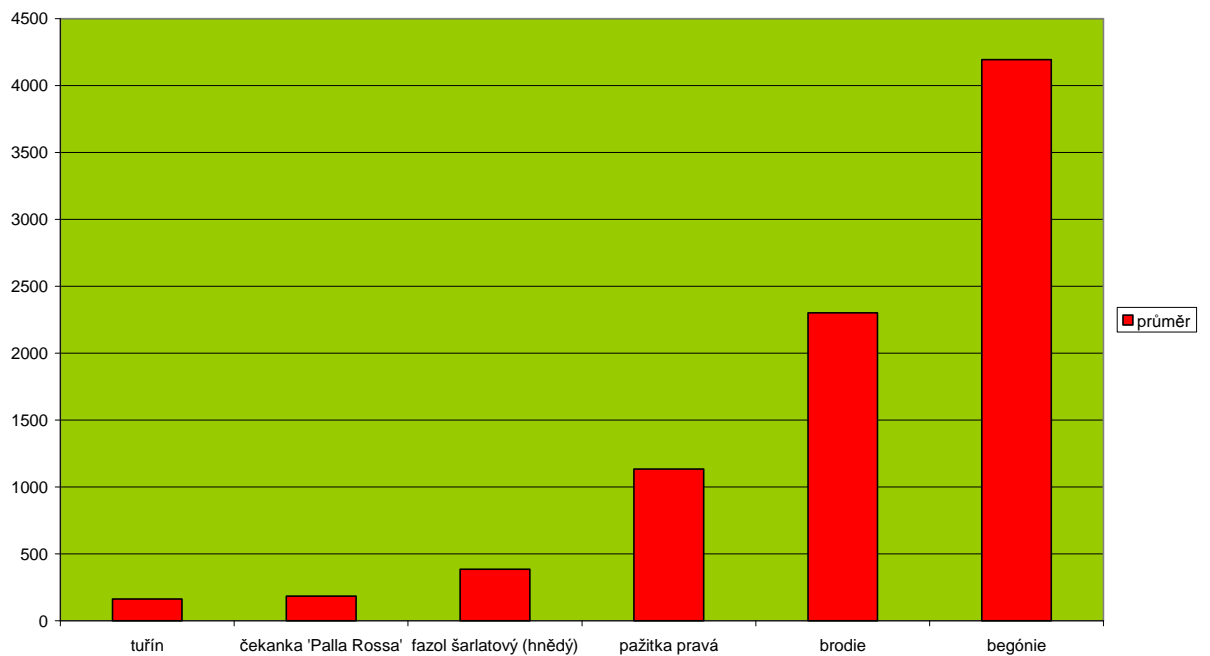
Varianty s průměrným počtem 10 - 30 háďátek na jednu rostlinu.



Variety s průměrným počtem 30 - 100 hádátek na jednu rostlinu.

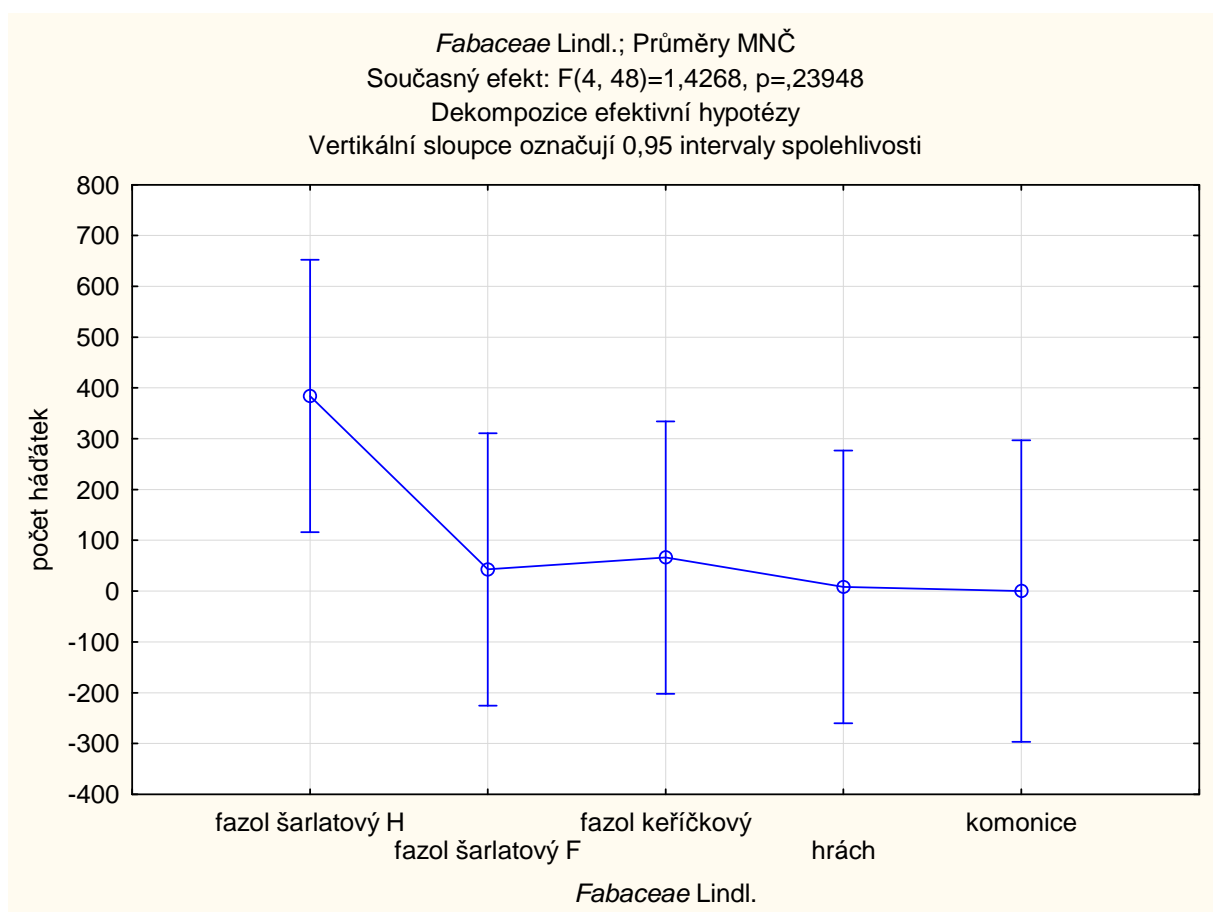


Variety s průměrným počtem > 100 hádátek na jednu rostlinu.



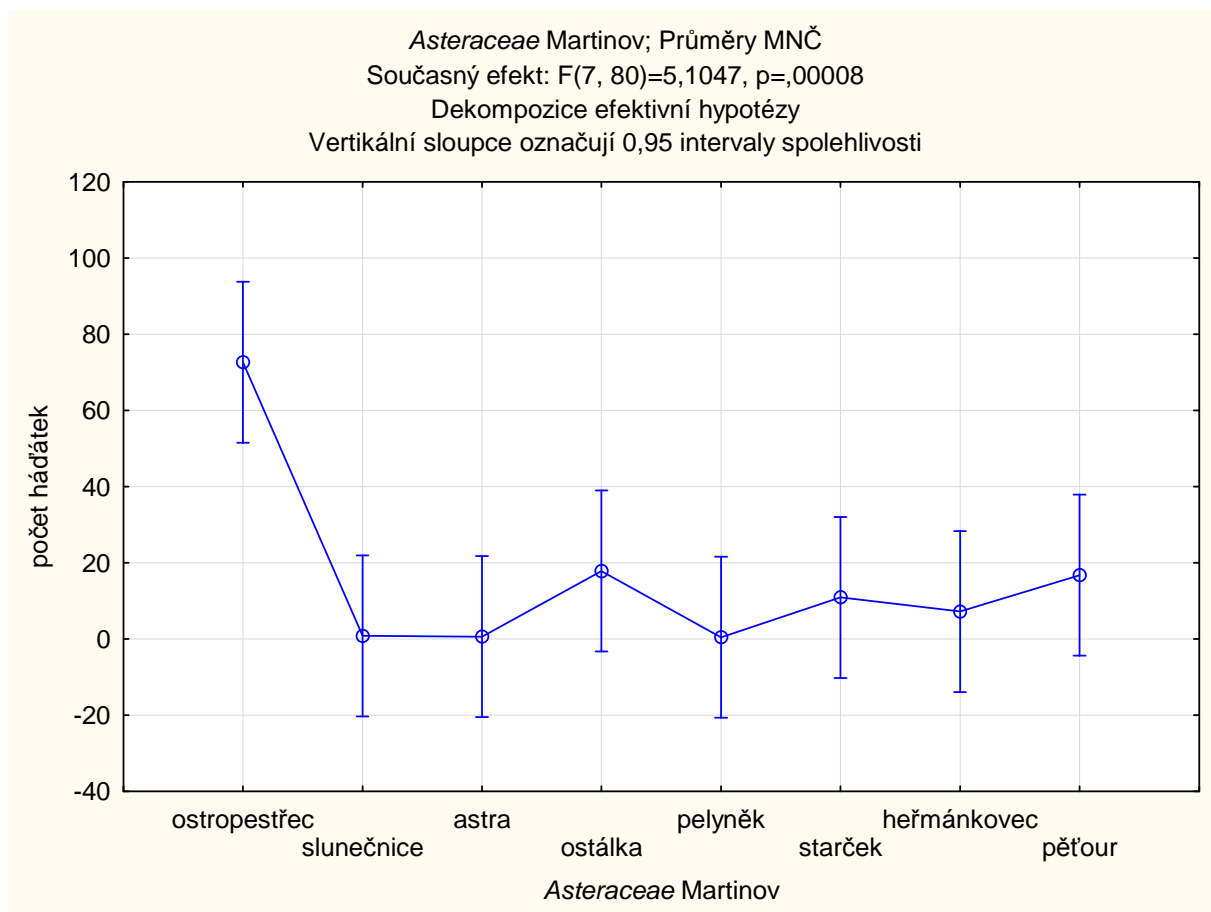
5.2 Botanické čeledi

Fabaceae Lindl.



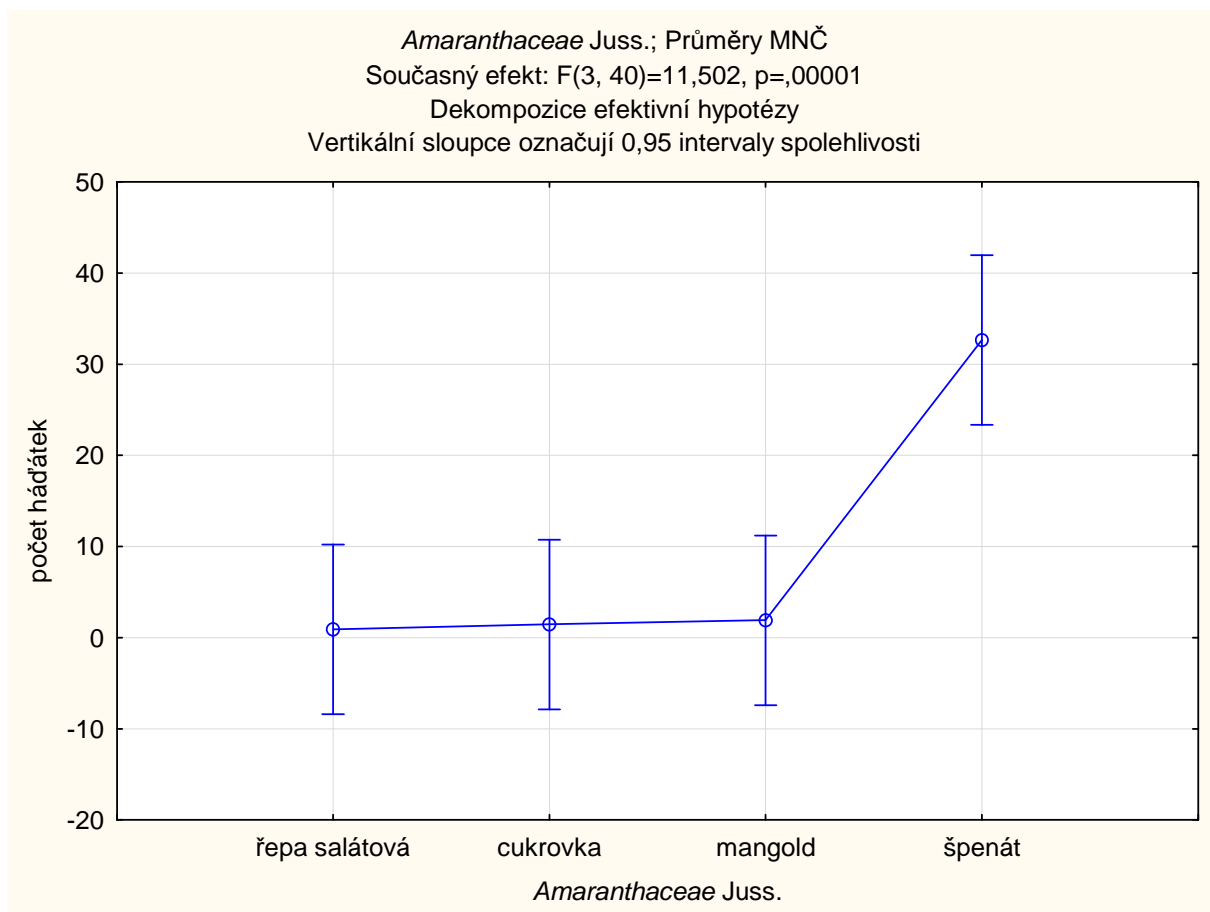
Při porovnání pěti různých zástupců testovaných rostlin z čeledi bobovitých je patrné vyšší napadení háďátkem zhoubným v případě fazolu šarlatového pěstovaného ze semen s hnědobýlím osemením, zatímco ostatní čtyři skupiny mají 95 % interval spolehlivosti přibližně shodný.

Asteraceae Martinov



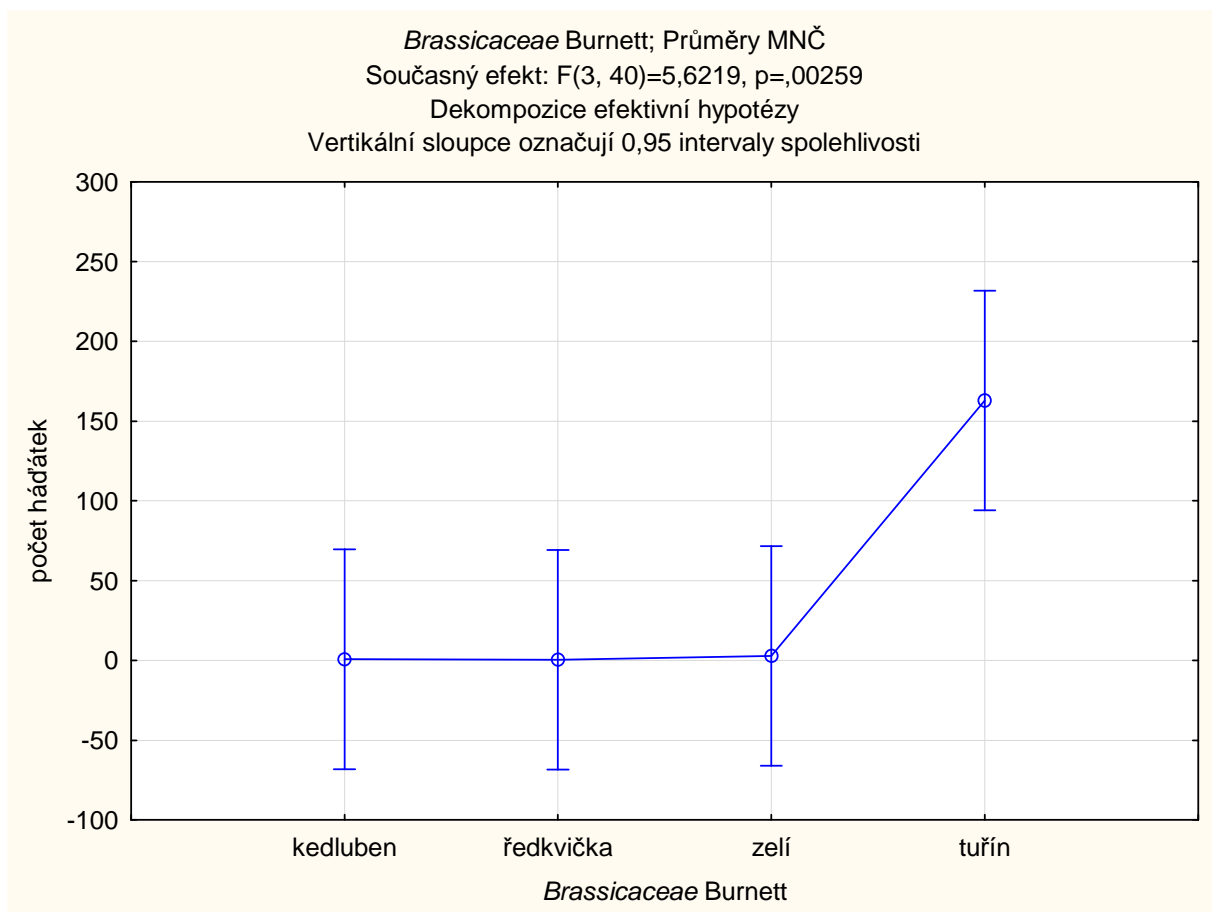
V čeledi hvězdnicovitých byl zjištěn statisticky významně vyšší výskyt hád'átka zhoubného v rostlinách ostropestřce mariánského, nejméně hád'átek bylo v této čeledi získáno ze slunečnice roční, astry čínské a pelynku černobýlu, ale tyto rozdíly nebyly statisticky průkazné proti ostálce sličné, starčku obecnému, heřmánkovci nevonnému a pět'ouru malokvětému.

Amaranthaceae Juss.



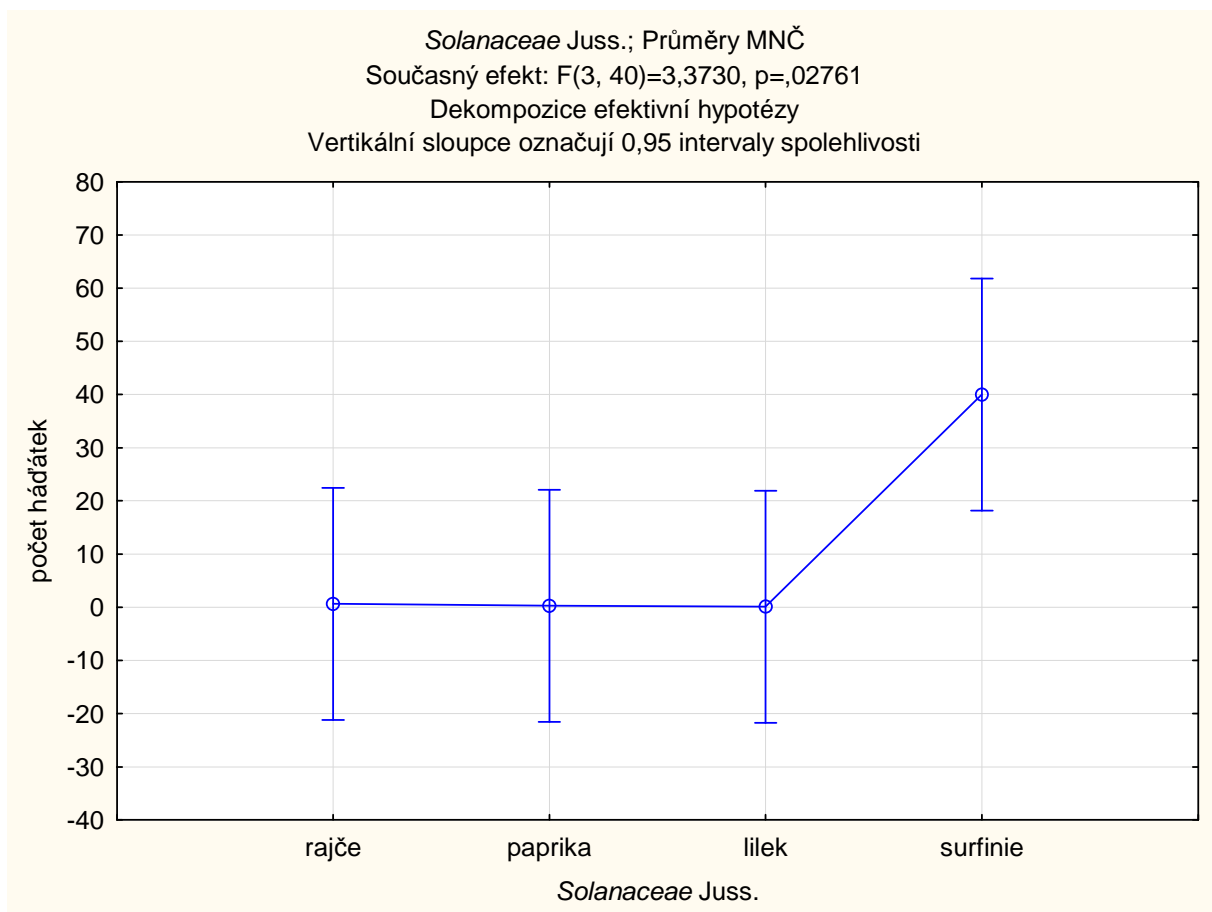
Z čeledi laskavcovitých byly testovány a porovnány čtyři plodiny: řepa salátová, řepa cukrovka, mangold a špenát setý. Posledně jmenovaný špenát vykazoval oproti ostatním plodinám statisticky významně vyšší stupeň napadení háďátkem zhoubným na hladině významnosti $P = 0,05$. Varianty s řepou salátovou, cukrovkou a mangoldem se od sebe navzájem nijak významně nelišily.

Brassicaceae Burnett



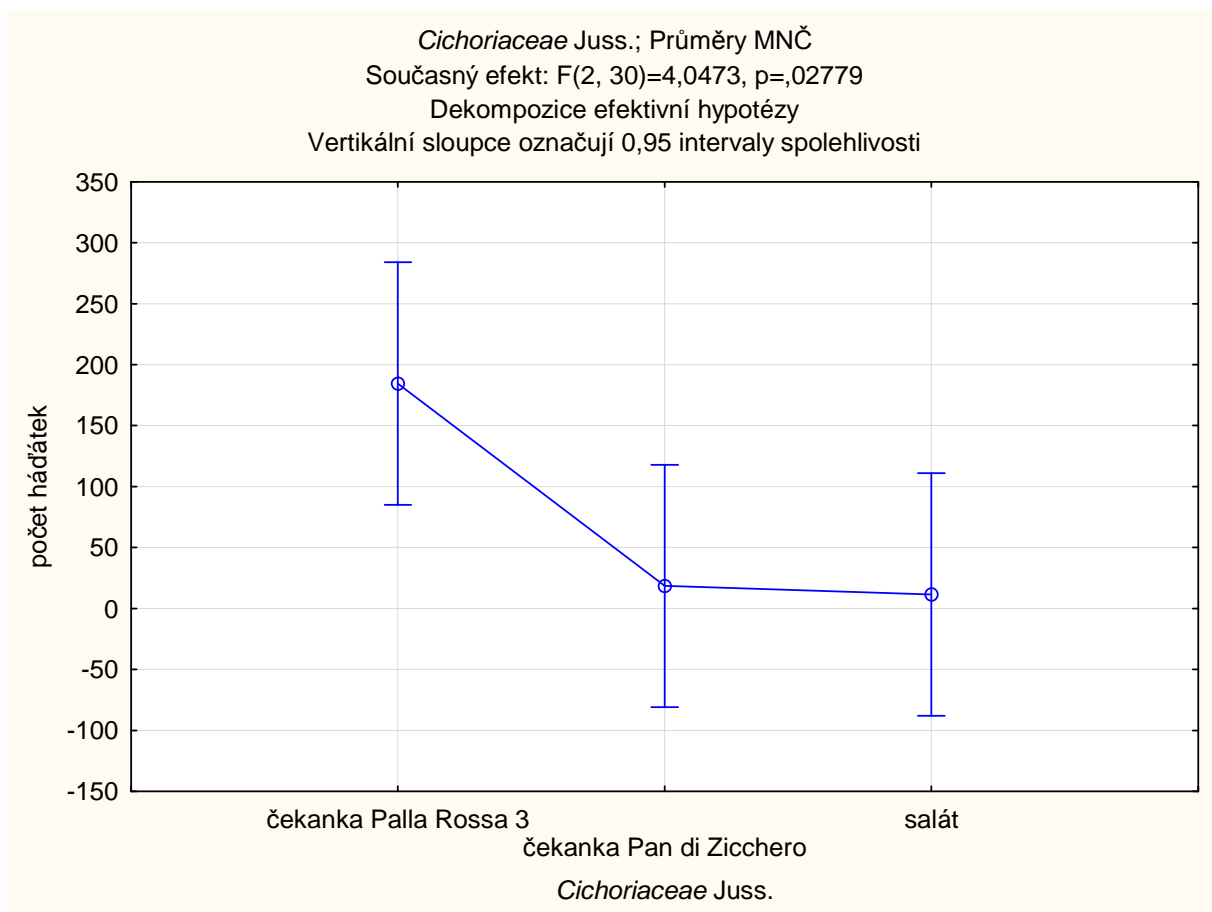
Také z čeledi brukvovitých byly pro testování vybrány čtyři plodiny: kedluben modrý, ředkvička bílá, červené hlávkové zelí a tuřín. Nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly v napadení hádřátkem zhoubným mezi kedlubnem, ředkvičkou a zelím, naopak v případě tuřínu byl počet izolovaných hádřátek průkazně vyšší než u třech předchozích plodin.

Solanaceae Juss.



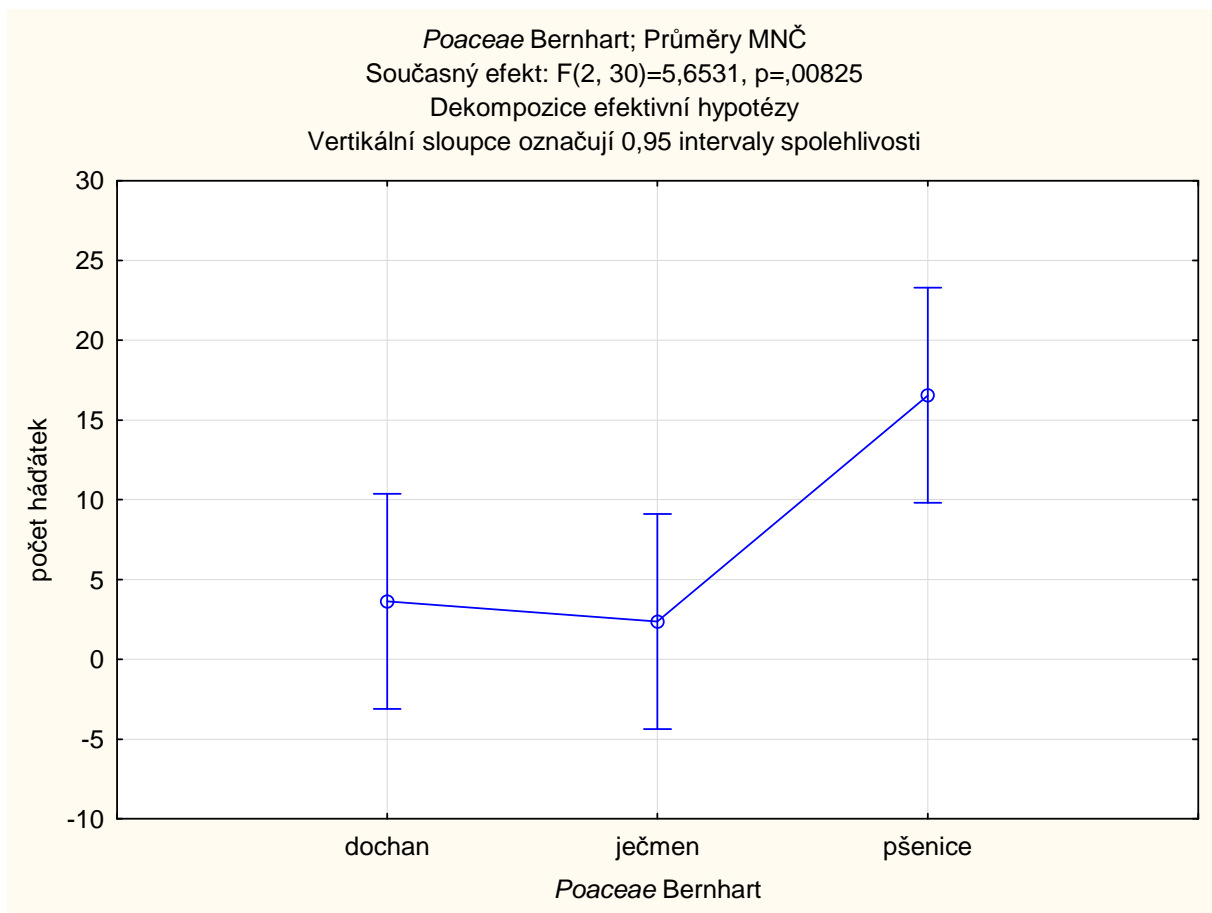
Také další čtyři rostlinné druhy z čeledi lilkovitých byly navzájem porovnány pomocí testu ANOVA. V tomto případě byl pozorován vyšší počet háďátek zhoubných pouze v rostlinách sufrinie, zatímco počty parazita v rajčeti jedlém, paprice roční a lilku vejcoplodém byly velmi nízké.

Cichoriaceae Juss.



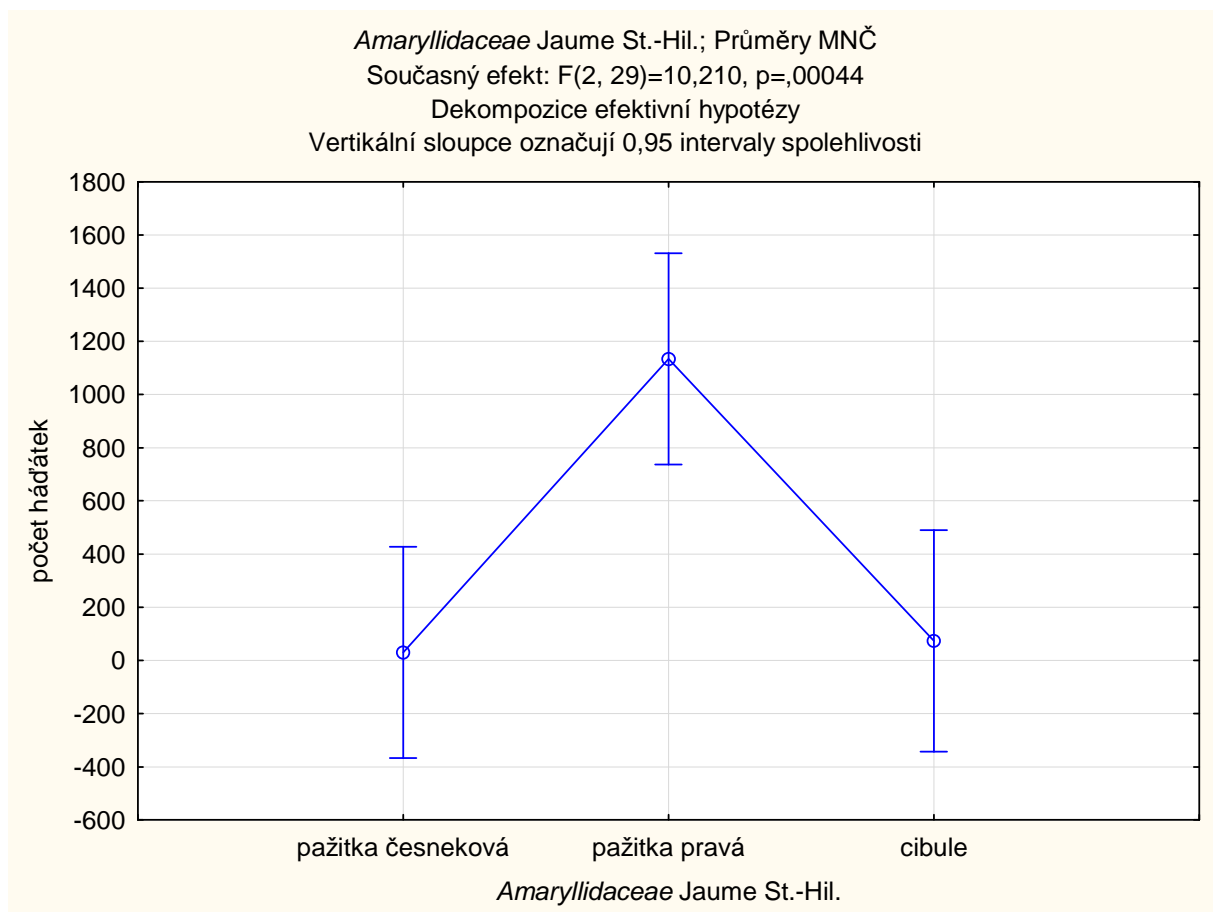
Z čeledi čekankovitých byly zkoumány dvě odrůdy čekanky hlávkové a salát hlávkový. Byl prokázán rozdíl v počtu hřáttek získaných z odrůdy čekanky 'Palla Rossa 3' oproti odrůdě 'Pan di Zucchero' a salátu. Rozdíl mezi napadením čekanky 'Pan di Zucchero' a salátu nebyl téměř žádný.

Poaceae Bernhart



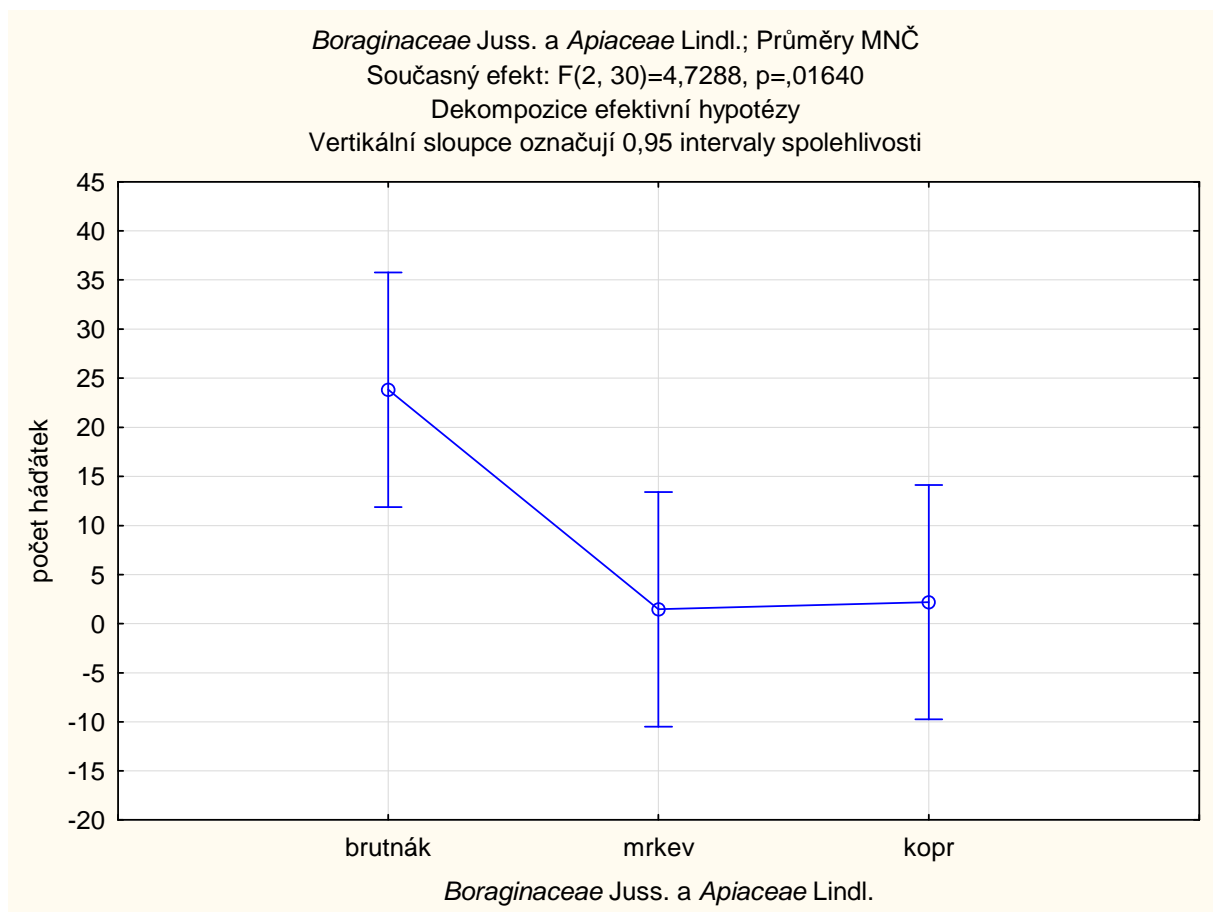
Při porovnání tří různých zástupců testovaných rostlin z čeledi lipnicovitých je patrné vyšší napadení háďátkem zhoubným v případě pšenice seté, zatímco u ječmene dvouřadého a dochanu psárkovitého je napadení nižší. Je nutné ale upozornit na skutečnost, že u všech tří druhů byly počty háďátek nízké.

Amaryllidaceae Jaume St.-Hil.



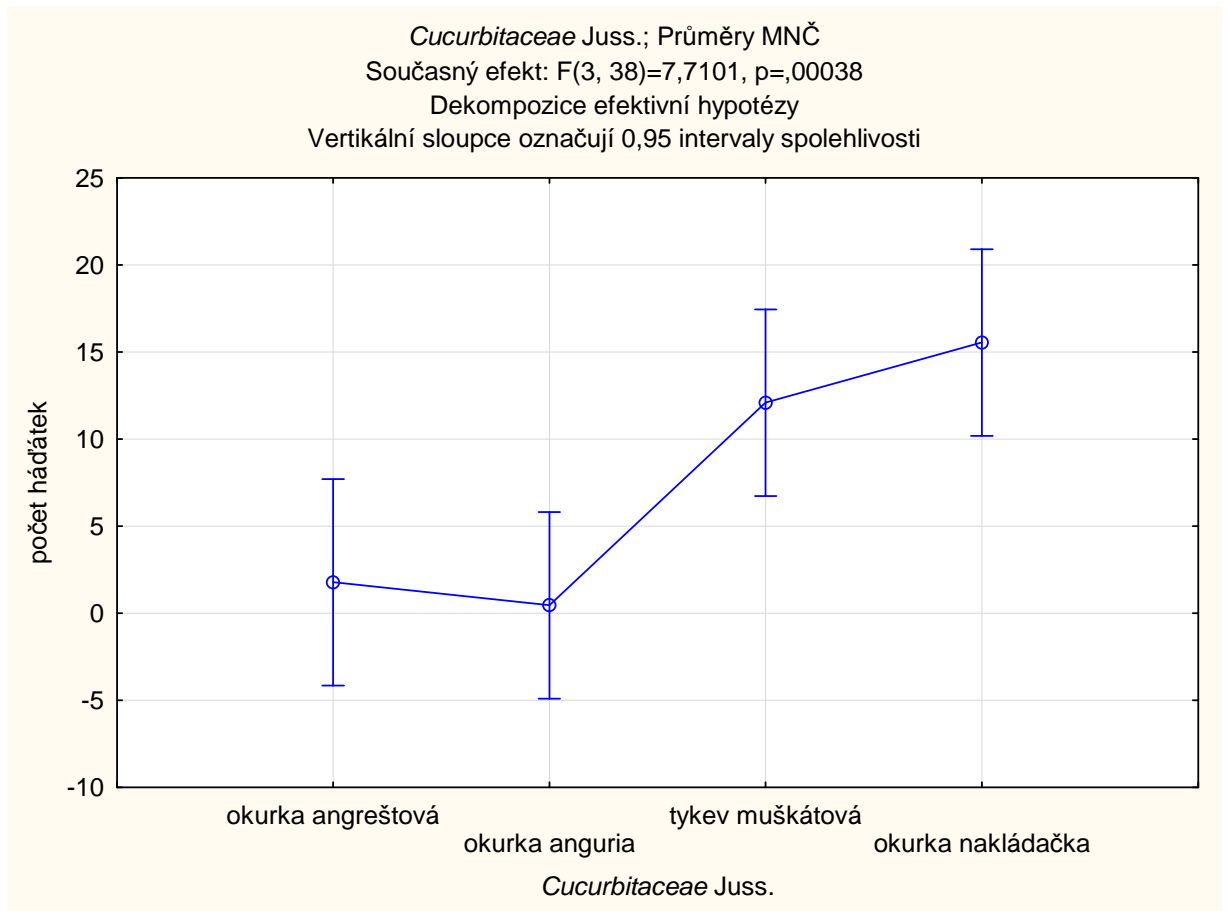
Z čeledi amarylkovitých byly do pokusu vybrány pažitka česneková, pažitka pravá a cibule kuchyňská. V této skupině byl prokázán statisticky významně vyšší počet háďátek v pažitce pravé při srovnání s pažitkou česnekovou i cibulí. Mezi pažitkou česnekovou a cibulí kuchyňskou nebyl statisticky žádný rozdíl s ohledem na výskyt háďátka zhoubného v rostlinách.

Boraginaceae Juss., *Apiaceae* Lindl.



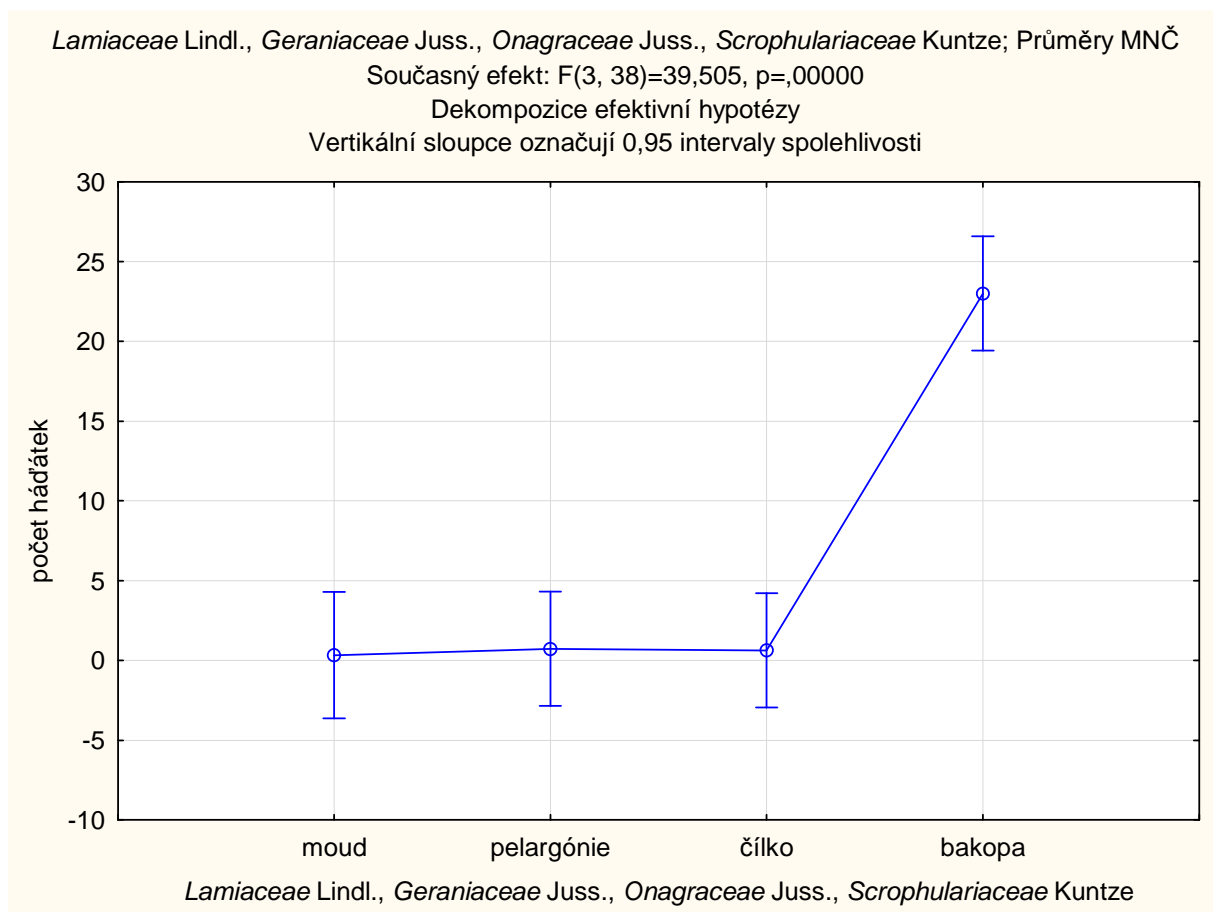
Dvě další čeledi brutnákovitých a miříkovitých byly zastoupeny brutnákem lékařským, mrkví obecnou a koprem vonným. Mezi těmito variantami nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v počtu háďátek v rostlinách na hladině významnosti $P = 0,05$, nicméně průměrný počet izolovaných háďátek byl v případě brutnáku vyšší.

Cucurbitaceae Juss.



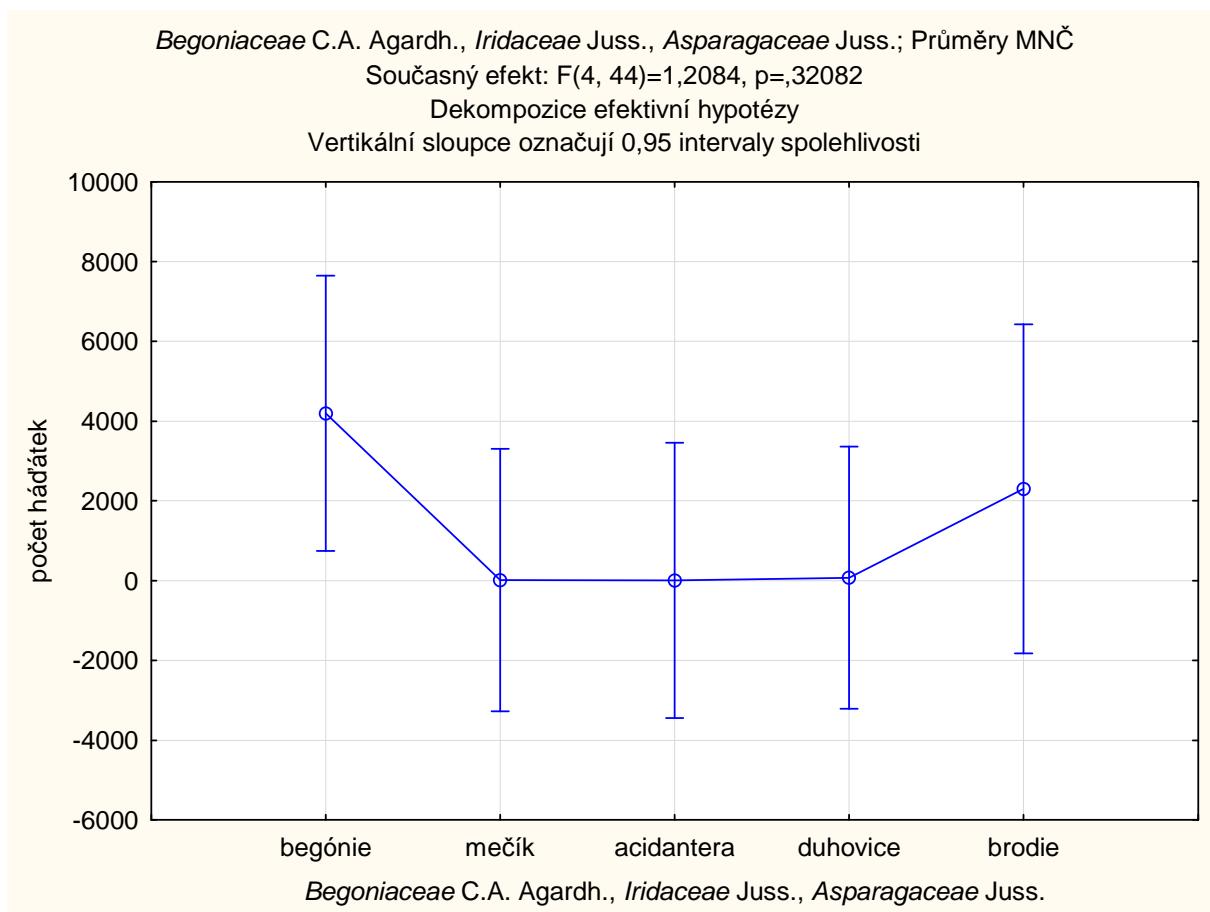
Čeď tykvovitých byla v pokusu zastoupena dvěma okrasnými druhy, okurkou angreštovou a okurkou anguria, a dvěma kulturními plodinami, tykví muškátovou a okurkou nakládačkou. Okrasné druhy vykazovaly signifikantně nižší stupeň napadení háďátkem zhoubným než druhy kulturní.

Lamiaceae Lindl., *Geraniaceae* Juss., *Onagraceae* Juss., *Scrophulariaceae* Kuntze



Další čtyři čeledi hluchavkovitých, kakostovitých, pupalkovitých a krtičníkovitých měly vždy po jednom zástupci, vesměs se jednalo o okrasné rostliny: moud purpurový, pelargónie štítnatá, čílko magelánské a bakopa. V rostlinách moudu, pelargónie a čílka byly zjištěny velmi nízké počty háďátek, zatímco ve variantě s bakopou bylo napadení signifikantně vyšší.

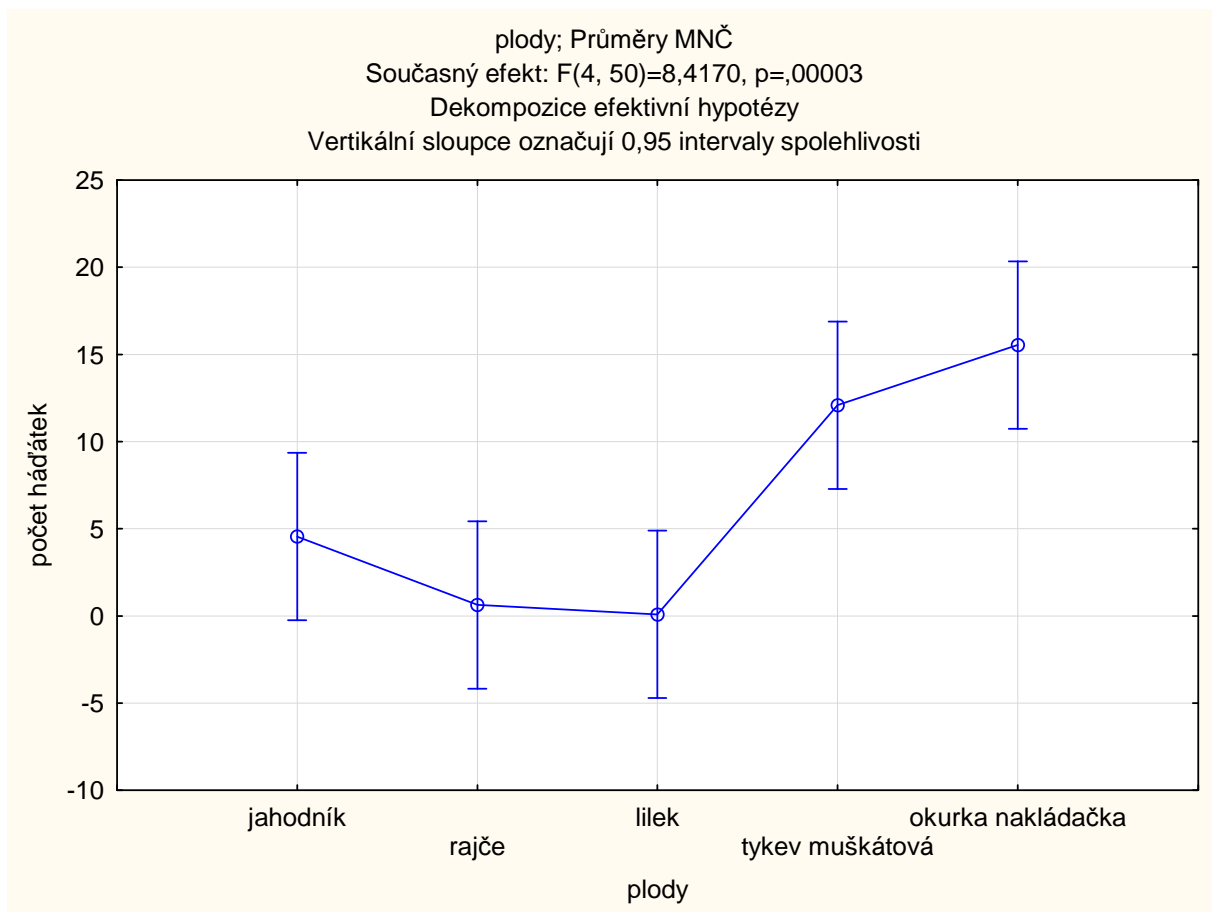
Begoniaceae C.A. Agardh., *Iridaceae* Juss., *Asparagaceae* Juss.



Poslední tři čeledi měly v pokusu celkem pět botanických druhů, begonii hlíznatou z čeledi kysalovitých, mečík křížený, acidanteru dvoubarevnou a duhovici kříženou z čeledi kosatcovitých a brodie z čeledi chřestovitých. V této skupině nebyl mezi jednotlivými druhy pomocí testu ANOVA zjištěn statisticky významný rozdíl, nicméně vůbec nejvyšší počty háďátka zhoubného byly identifikovány právě v rostlinách begonie hlíznaté.

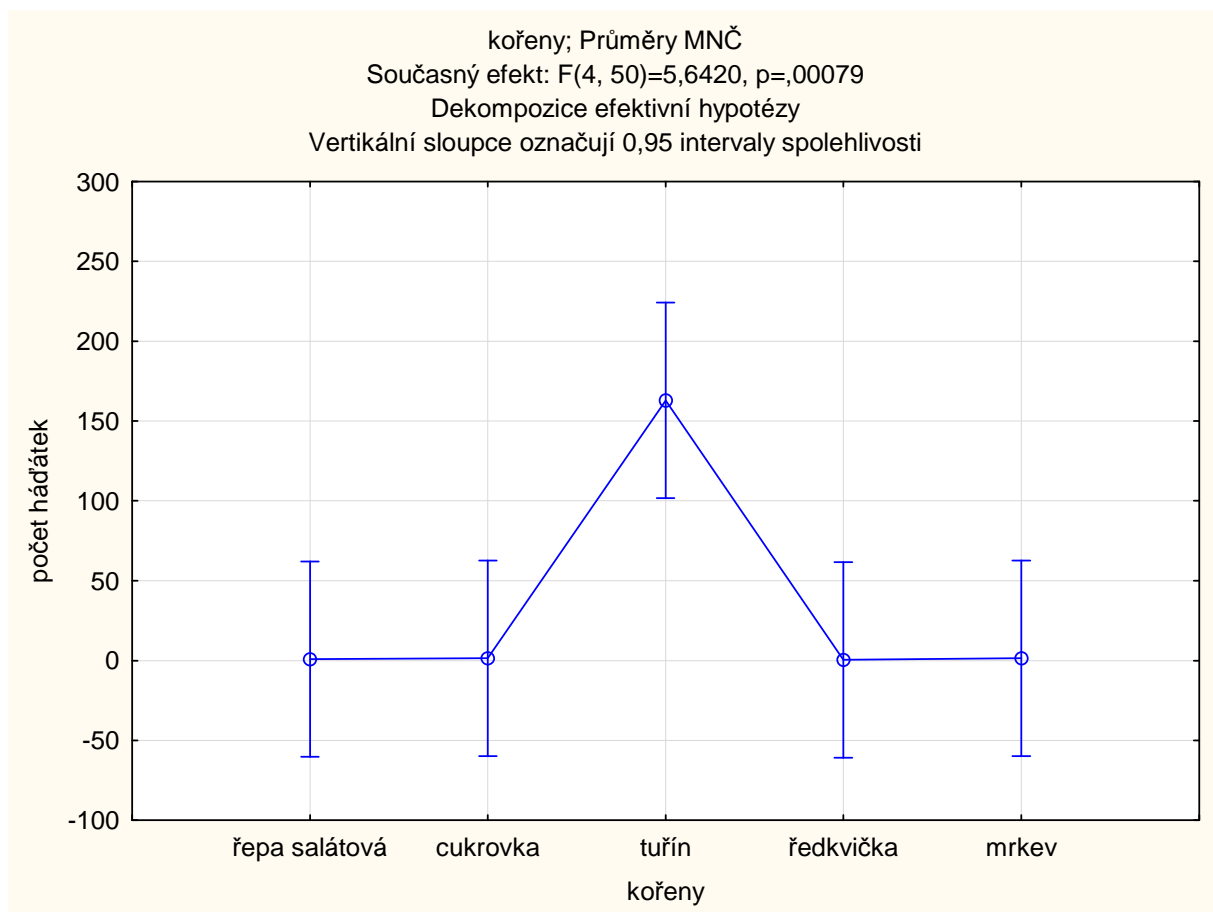
5.3 Kulturní plodiny

Plodová zelenina a jahodník



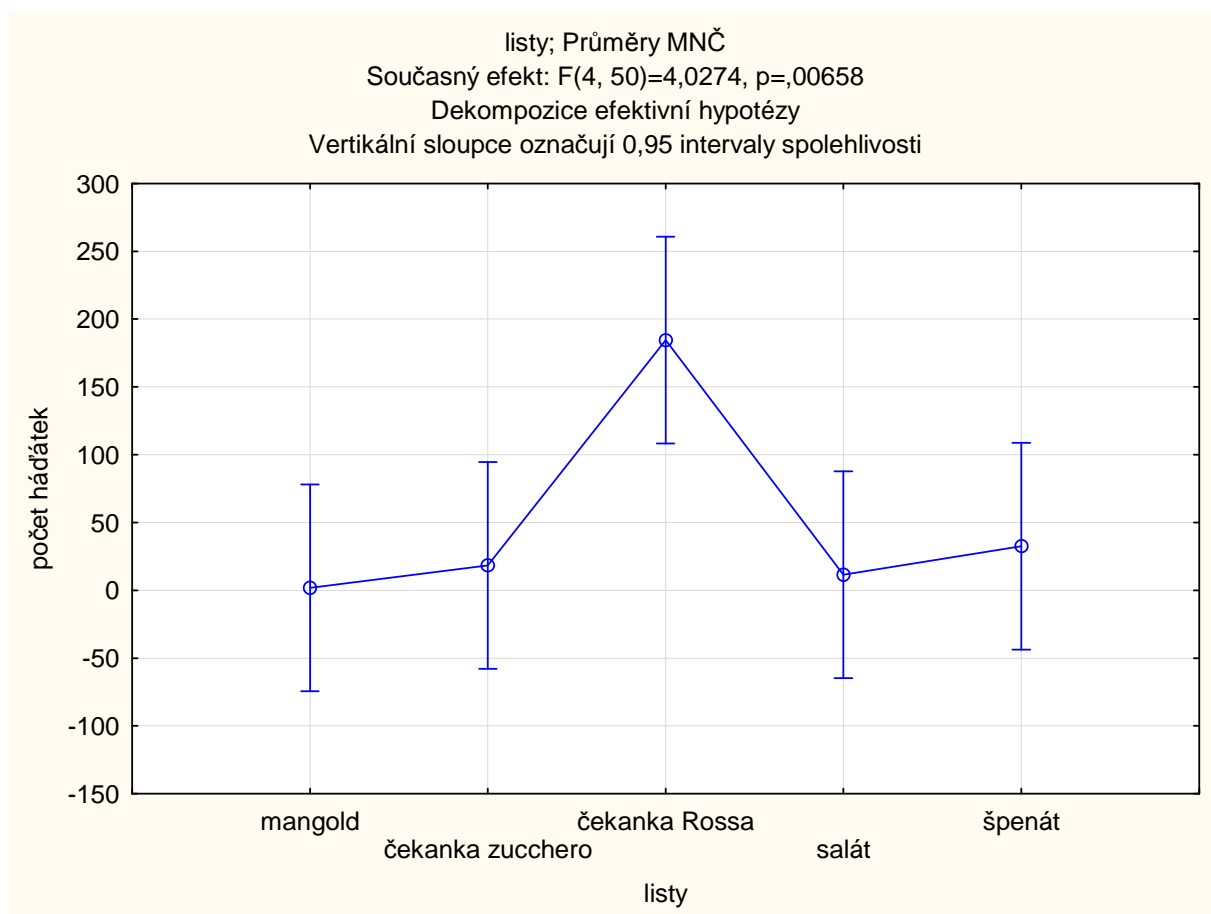
U rajčete a lilku bylo v pokusu zjištěno velmi nízké napadení háďátkem zhoubným, naopak rostliny tykve muškátové a okurky nakládačky vykazovaly statisticky významně vyšší počty. Rostliny jahodníku byly někde uprostřed mezi těmito krajními hodnotami.

Kořenová zelenina a cukrovka



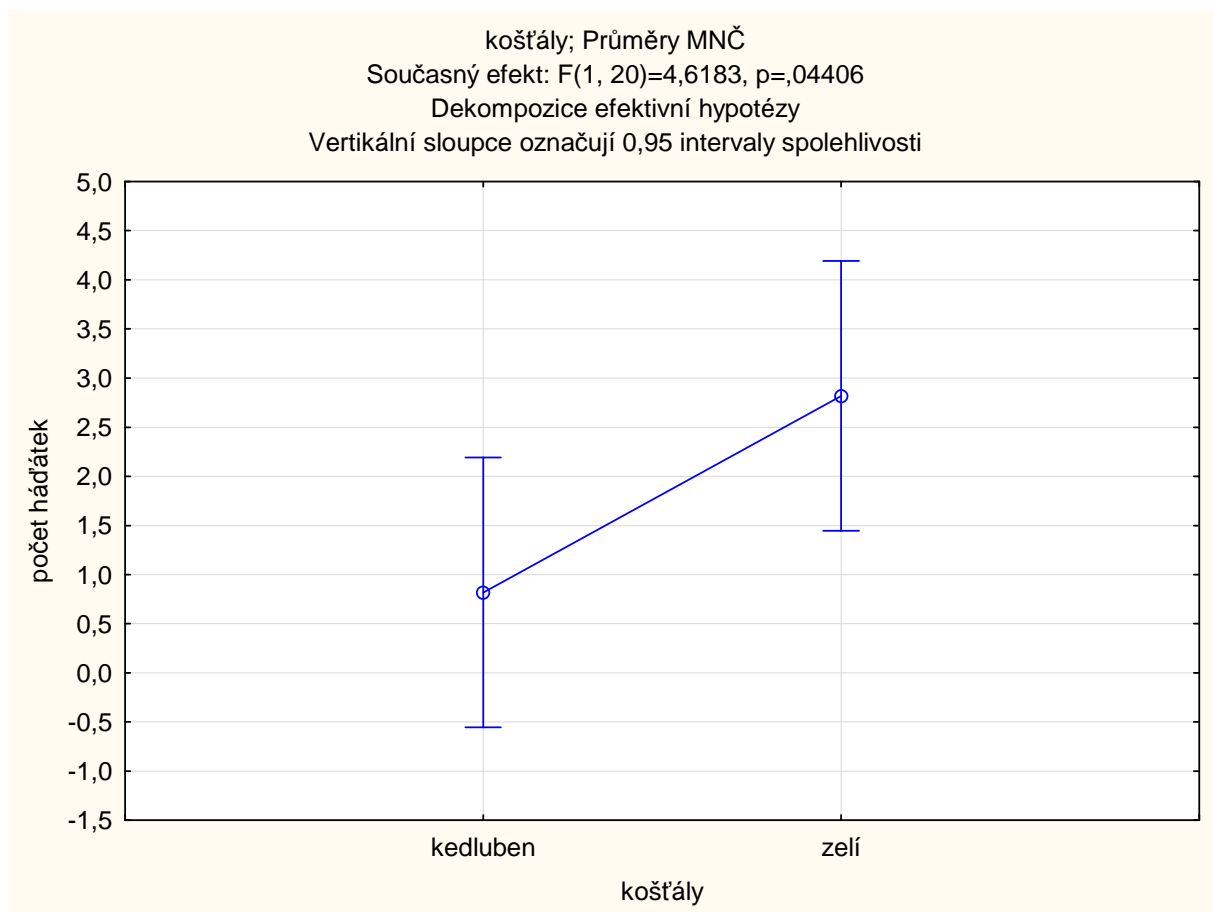
Jako náchylnou rostlinou pro napadení háďátkem zhoubným se v pokusu ukázal tuřín, počty izolovaných háďátek z rostlin tuřínu byly statisticky významně vyšší, než množství získaná z cukrovky, řepy salátové, ředkvičky a mrkve.

Listová zelenina



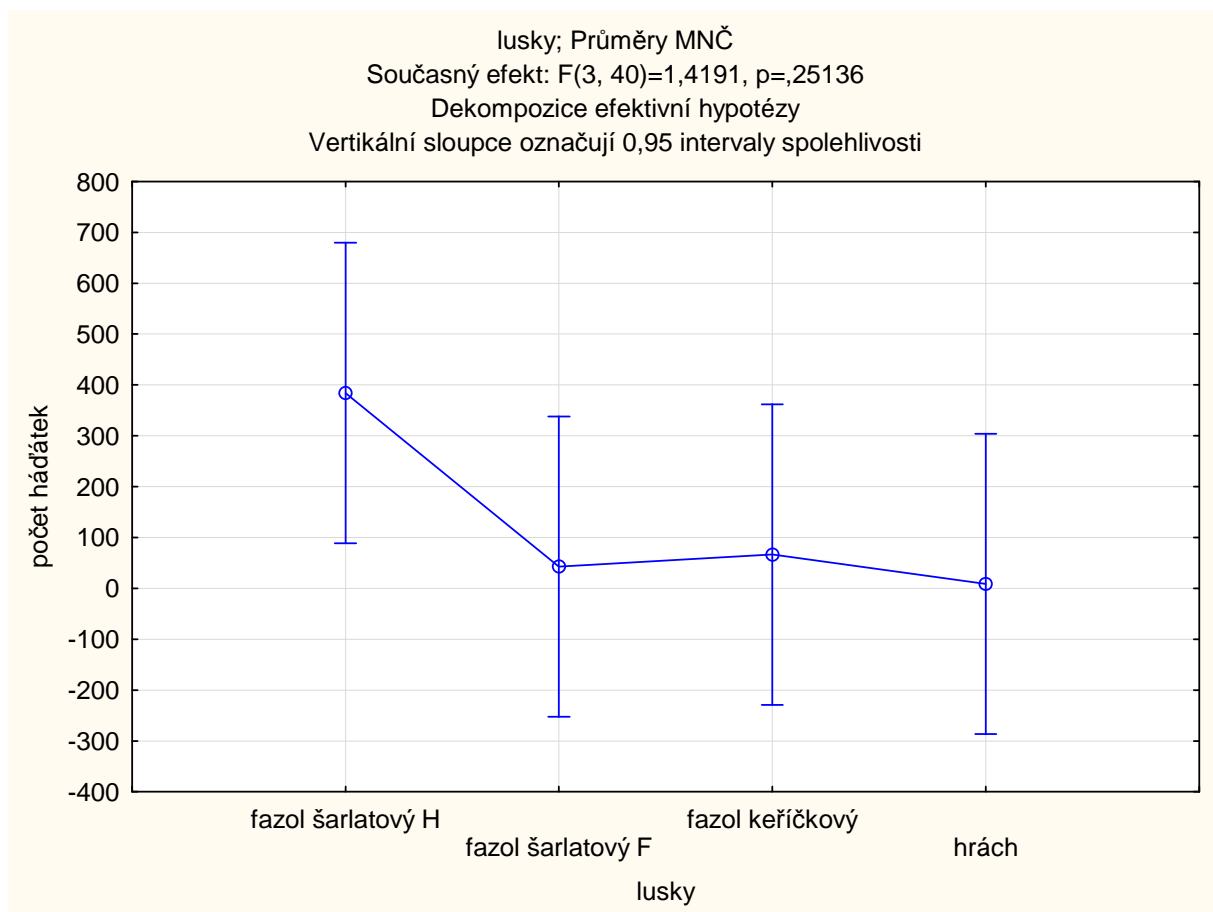
Ve skupině listové zeleniny měla odrůda čekanky salátové 'Palla Rossa 3' signifikantně vyšší napadení háďátkem zhoubným oproti ostatním testovaným rostlinám. Rozdíly v počtu háďátek v mangoldu, v odrůdě 'Pan di Zucchero' čekanky salátové, salátu a ve špenátu nebyly statisticky významné.

Košťálová zelenina



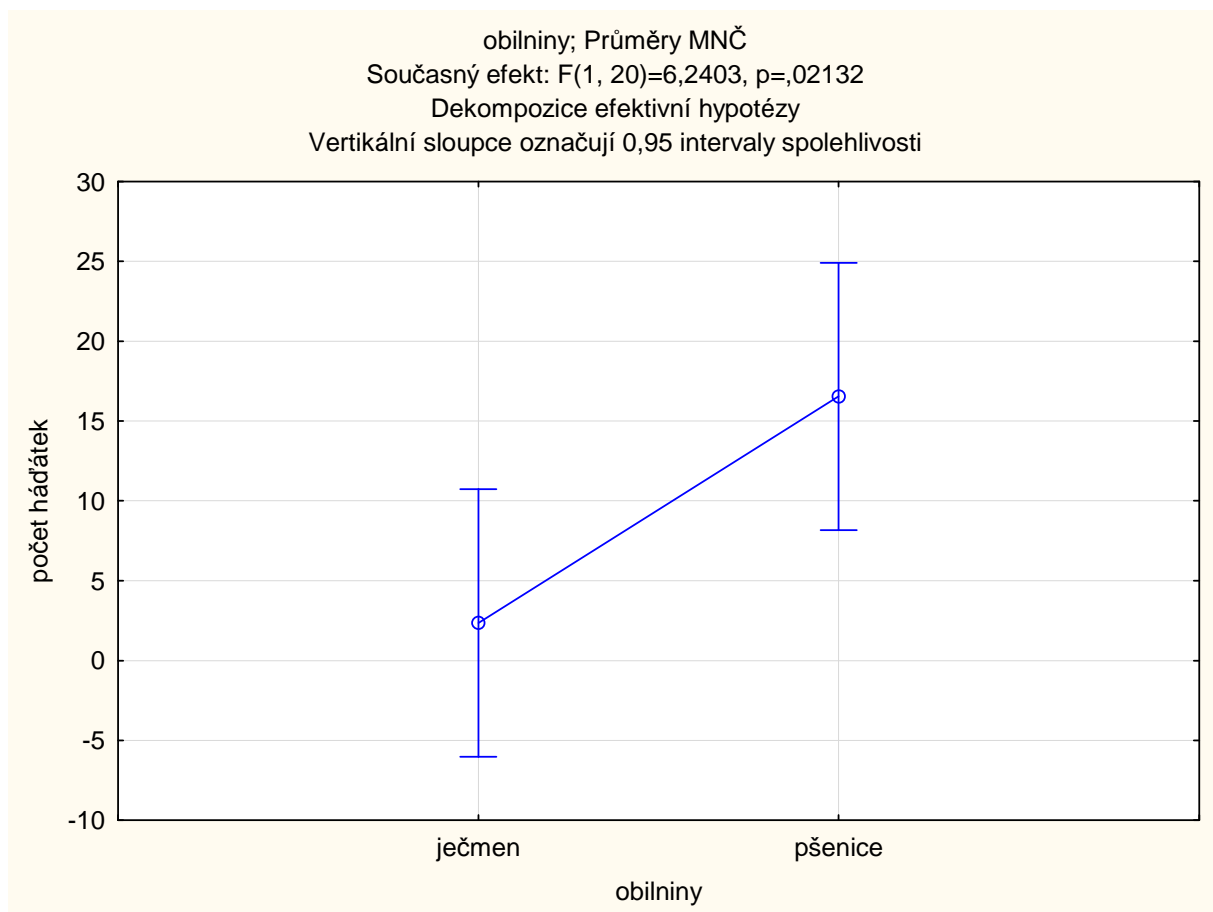
Pro komoditu košťálové zeleniny byl vybrán kedluben raný modrý a zelí hlávkové červené. V obou rostlinách přežívalo háďátko zhoubné v malých počtech a rozdíl nebyl statisticky významný.

Lusková zelenina



Ve skupině luskových zelenin byla zjištěna přítomnost háďátka zhoubného v každé ze čtyř testovaných variant. Nejvíce jedinců háďátek bylo prokázáno v rostlinách fazolu šarlatového s hnědobílým o semením, nicméně rozdíly proti dalším třem variantám opět nebyly statisticky významné.

Obilniny

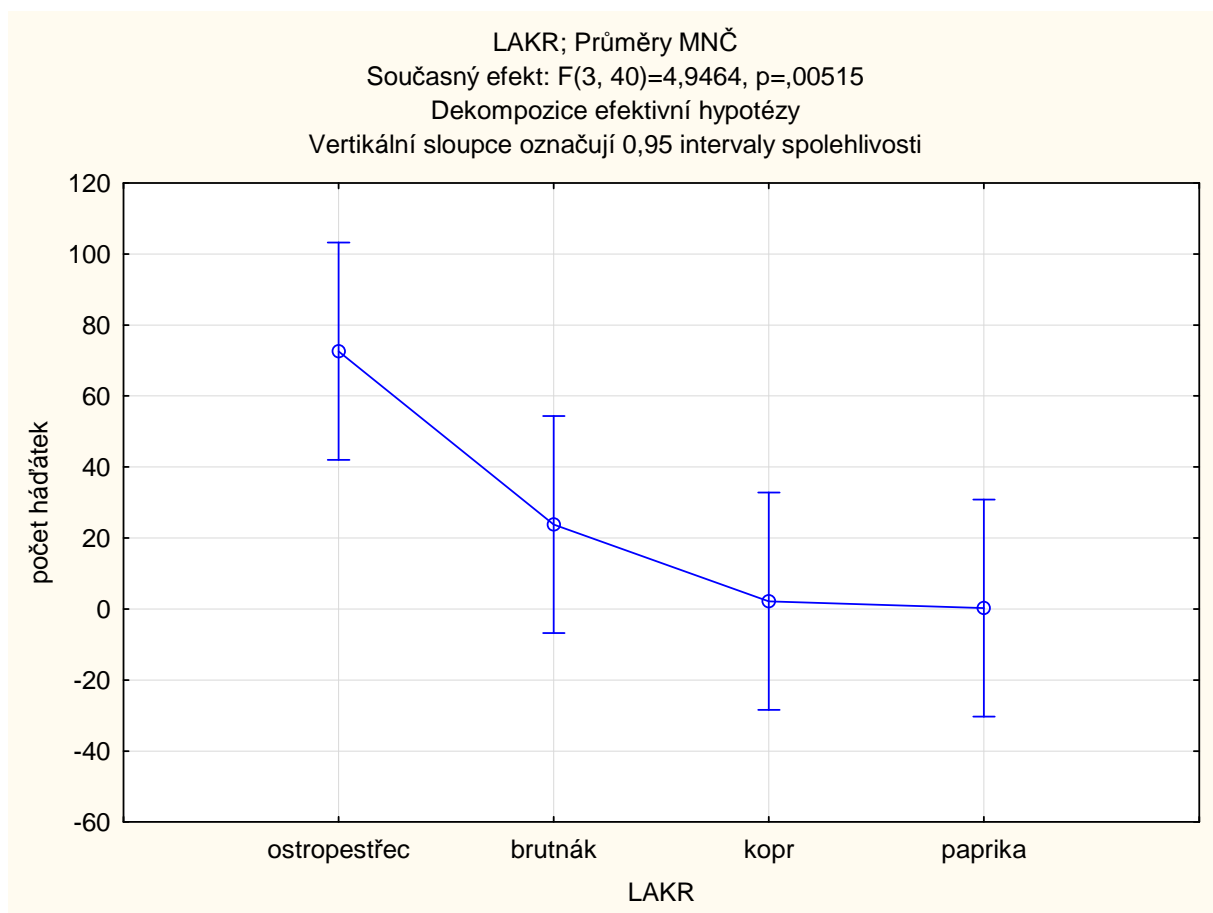


Z obilnin byly do pokusu vybrány ječmen setý jarní dvouřadý a pšenice setá bílá bezosinná. Více háďátek bylo sice izolováno z rostlin pšenice, ale na hladině významnosti $P = 0,05$ nebyly statistické rozdíly.

Cibulová zelenina

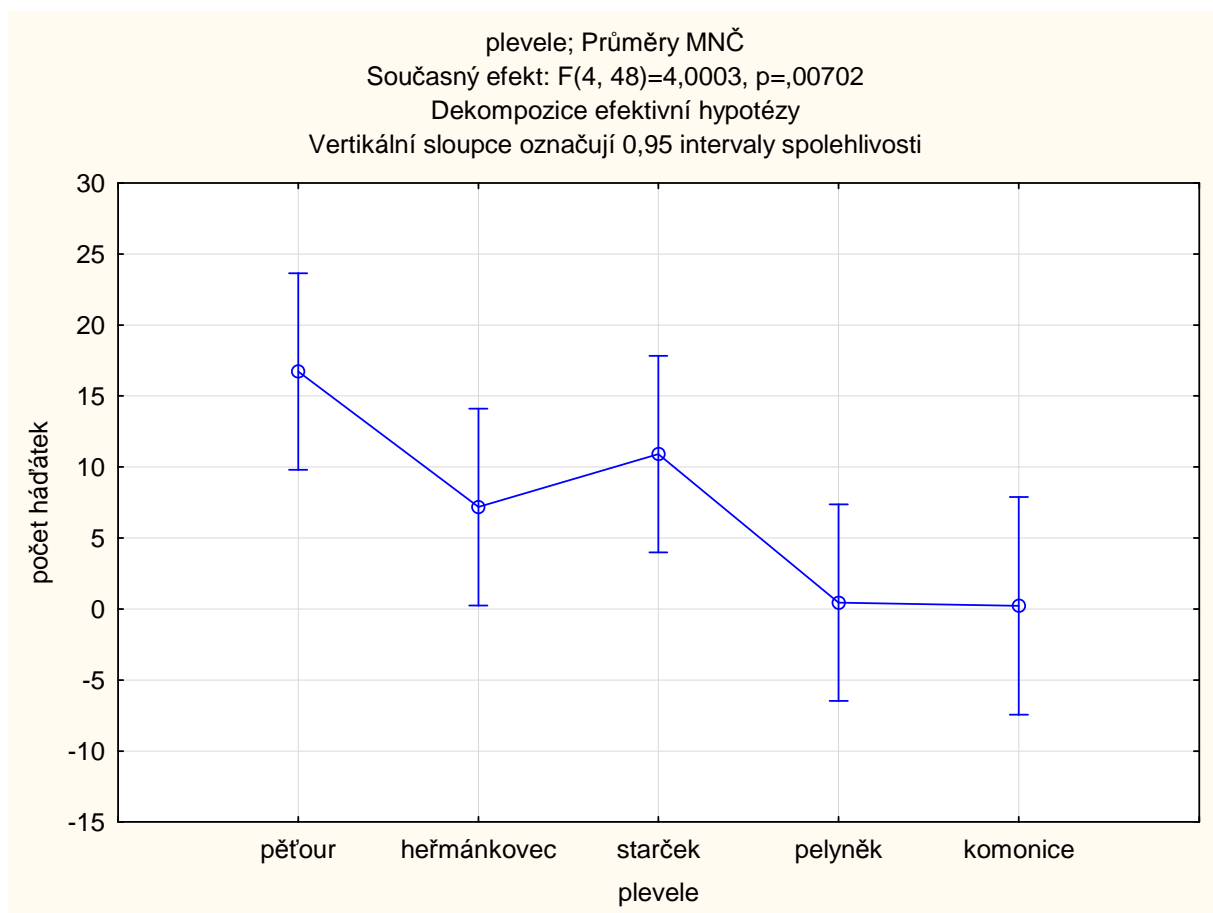
Cibulová zelenina byla hodnocena v kapitole 5.2, čeleď amarylkovité.

5.4 Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny



Za nesourodou skupinu léčivých, aromatických a kořeninových rostlin byly testovány ostropestřec mariánský, brutnák lékařský, kopr vonný a paprika roční kořeninová sladká. Ostropestřec vykazoval statisticky významně vyšší napadení háďátkem zhoubným než kopr a paprika, rozdíly v počtech jedinců háďátka u brutnáku nebyly statisticky významné ve srovnání se všemi ostatními pokusnými rostlinnými druhy v této skupině.

5.5 Plevelné druhy



Celkem bylo testováno pět druhů plevelů: pěťour malokvětý, heřmánkovec nevonný, starček obecný, pelyněk černobíl a komonice bílá. Nevyšší počet háďátek byl zjištěn v rostlinách pěťouru a nejnižší v rostlinách pelyňku a komonice, přičemž tento rozdíl byl statisticky významný. Oba další dva druhy plevelů heřmánkovec a starček vykazovaly hodnoty napadení někde uprostřed mezi krajními hodnotami v této skupině, rozdíly proti těmto nejnižším a nejvyšším hodnotám nejsou statisticky významné.

6 Diskuse

Hád'átka zhoubné *Ditylenchus dipsaci* patří k významným škůdcům kulturních plodin především v mírném zeměpisném pásu nebo v oblastech s podobným klimatem. Vyhovují mu především půdy písčité, hlinitopísčité a hlinité, s dostatkem pórů a s přiměřenou půdní vlhkostí. Nepříznivé podmínky přečkává i po řadu let ve stavu anabiózy.

Jak se postupně vyvíjelo lidské poznání, tak byla také zpřesňována taxonomie a nomenklatura hád'átka zhoubného a poznatky o jeho bionomii. Byly získány důkazy o existenci morfologicky nerozlišitelných forem neboli biologických ras či kmenů, které mají svůj specifický a víceméně stabilní okruh hostitelských rostlin. Tyto rasy buď vůbec nenapadají nehostitelské rostliny, anebo v nich mohou přežívat jen v malém počtu a s omezeným reprodukčním potenciálem. Také pro česnekovou biorasu hád'átka zhoubného jsou uváděny hostitelské druhy rostlin, nicméně rozšíření a přežívání této biorasy v České republice nelze uspokojivě vysvětlit parazitací pouze na nich. Proto existuje předpoklad, že spektrum hostitelských rostlin je v tomto případě širší. A právě ověření hostitelského okruhu česnekové biorasy hád'átka zhoubného izolovaného z česneku kuchyňského v nádobovém pokusu bylo cílem této práce.

K hlavním hostitelským rostlinám česnekové a cibulové biorasy hád'átka zhoubného patří hrách, mrkev, fazol, brambory, hořčice, len, celer, špenát, rajčata, černý kořen a tabák. Naproti tomu jetel luční, jetel plazivý, vojtěška, vičenec, kukuřice, řepka, tuřín, proso, okurky, salát, pšenice a ječmen k hostitelským rostlinám nepatří (Vlk, 1985). Celkem jedenáct druhů z tohoto historického výčtu rostlin bylo také zařazeno do pokusu.

Ve skupině cibulové zeleniny z čeledi *Amaryllidaceae* Jaume St.-Hil. byly testovány tři druhy: cibule kuchyňská, pažitka pravá a pažitka česneková. Ve všech třech případech šlo v souladu s předpokladem o hostitelské rostliny, přičemž pažitka pravá se ukázala jako velmi dobrým hostitelem pro česnekovou biorasu zkoumaného hád'átka. Nejméně hád'átek v rámci této skupiny bylo získáno z rostlin pažitky čínské, což je módní záležitost spíše drobných pěstitelů, osivo této pažitky je prodáváno v maloobchodě s obchodním označením „Chuť Asie“.

Čeď *Fabaceae* Lindl. byla zastoupena pěti různými variantami, jednalo se o tři varianty fazolu, jednu variantu s hrachem a o variantu s komonicí bílou. Rostliny fazolu se ukázaly jednoznačně jako vhodné pro česnekovou biorasu hád'átka zhoubného, hád'átka dále přežívala také v rostlinách hrachu. Naopak komonice bílá se musí hodnotit jako nevhodná hostitelská

rostlina a je možné, že je to způsobeno vyšším obsahem antinutričních látek a toxinů typu kumarinu, než je tomu v luskové zelenině.

Z čeledi *Asteraceae* Martinov bylo do pokusu vybráno osm zástupců: slunečnice, ostropestřec, ostálka, astra a plevel pelyněk, straček, heřmánkovec a pětour. V této skupině byl ostropestřec mariánský naprosto vhodným druhem pro testované hád'átko a není tedy možné ostropestřec doporučit pro pěstování na pozemku s výskytem hád'átka. Také v dalších druzích rostlin bylo hád'átko schopné přežívat, šlo o ostálku sličnou, starček obecný, heřmánkovec nevonný a pětour malokvětý. To podporuje význam jednoho ochranného opatření proti šíření hád'átka zhoubného, kterým je odstraňování plevelů. V případě dalších tří variant byl pak počet přežívajících jedinců hád'átka zhoubného v rostlinách slunečnice roční, astry čínské a pelyňku černobýlu minimální, tyto druhy je možné tedy hodnotit jako nehostitelské. V případě pelyňku černobýlu se stejně jako u komonice bílé nabízí vysvětlení přítomností silic, hořčin a tříslovin.

Řepa salátová, řepa cukrovka, mangold a špenát setý z čeledi *Amaranthaceae* Juss. byly další hodnocenou skupinou kulturních plodin. Zatímco špenát byl vhodnou hostitelskou rostlinou pro česnekovou biorasu hád'átka zhoubného, řepa salátová, cukrovka i mangold neposkytly hád'átku optimální podmínky pro reprodukci, přesto i v těchto rostlinách vždy několik hád'átek přežívalo.

Také pro čeleď brukvovité *Brassicaceae* Burnett byly vybrány čtyři pokusné varianty, konkrétně kedluben raný, zelí hlávkové, ředkvička a tuřín. V rozporu s literárními údaji byl v této skupině nejvhodnější hostitelskou rostlinou pro česnekovou biorasu hád'átka tuřín. V rostlinách zelí hád'átko sice přežívalo, ale jeho počty zde byly o hodně nižší, než v případě tuřínu. Kedluben a ředkvičku lze na základě výsledků pokusu zařadit mezi nehostitelské rostliny česnekové biorasy hád'átka zhoubného.

Zajímavé výsledky byly zjištěny u několika zástupců čeledi *Solanaceae* Juss. V případě rajčete jedlého nebyl potvrzen dříve uváděný kompatibilní vztah s hád'átkem zhoubným (Greco and Di Vito, 2011), rajče bylo v našem pokusu nehostitelskou rostlinou. Také paprika roční a lilek vejcoplodý měly srovnatelné výsledky a nejsou tedy vhodné pro přežívání a reprodukci česnekové biorasy hád'átka. Naopak v rostlinách surfínie přežívalo hád'átko v poměrně velkých počtech.

Čeleď *Cichoriaceae* Juss. měla v pokusu tři zástupce: salát hlávkový a dvě odrůdy čekanky salátové. Ve všech případech se jednalo o hostitelské rostliny, největší afinita česnekové biorasy háďátka zhoubného byla zjištěna pro odrůdu čekanky 'Palla Rossa 3'.

Obilniny jsou obecně považovány za nehostitelské rostliny pro háďátka zhoubné. Z čeledi *Poaceae* Bernhart byly testovány jarní ječmen, pšenice setá a okrasná travina dochan psárkovitý. Ve všech třech případech byla zjištěna invaze háďátka do rostlin, nejvíce pak ve variantě s pšenicí. Z tohoto pohledu je nutné tedy obiloviny považovat přinejmenším za rostliny, ve kterých může česneková biorasa háďátka přežívat.

Z čeledi brutnákovitých *Boraginaceae* Juss. byl hodnocen jediný zástupce brutnák lékařský. Jde o dobrou hostitelskou rostlinu pro háďátka zhoubné. V pokusných rostlinách mrkve obecné a kopru vonného z čeledi *Apiaceae* Lindl. bylo sice prokázáno přežívání česnekové rasy háďátka, ale jeho počty nebyly příliš vysoké.

U zástupců další čeledi *Cucurbitaceae* Juss. okurky nakládačky, tykve muškátové a okrasných okurek anguria a angreštové byly zjištěny kontroverzní výsledky. Okrasné okurky použité v pokusu nejsou vhodnými hostitelskými rostlinami pro česnekovou biorasu háďátka, zatímco v případě nakládačky a tykve byl zjištěn kompatibilní vztah.

Jahodník obecný, jediný zástupce čeledi *Rosaceae* L. v pokusu, se pěstuje jako víceletá kultura. Proto může háďátka zhoubné v jedné rostlině jahodníku přežívat několik vegetačních sezón po sobě. V pokusu bylo zjištěno, že česneková biorasa je schopná invaze do rostlin jahodníku (varieta měsíční jahoda) a může v nich přežívat.

Ve skupině okrasných rostlin pěstovaných z bylinných řízků byly testovány moud purpurový (*Lamiaceae* Lindl.), pelargónie štítnatá (*Geraniaceae* Juss.), čílko magelánské (*Onagraceae* Juss.) a bakopa (*Scrophulariaceae* Kuntze). S výjimkou bakopy se jednalo vesměs o nehostitelské rostliny pro háďátka zhoubné.

Ve skupině okrasných rostlin „cibulovin“ bylo do pokusu zařazeno pět druhů: begónie hlíznatá (*Begoniaceae* C.A. Agardh.), brodie (*Asparagaceae* Juss.), mečík křížený, acidantera dvoubarevná a duhovice (*Iridaceae* Juss.). Jedinci česnekové biorasy háďátka zhoubného přežívali v každé z těchto variant, masivní napadení rostlin tímto parazitem bylo zjištěno u begónie a brodie.

7 Závěr

Formulovat konkrétní praktický význam výsledků této práce pro pěstování kulturních plodin na poli není jednoduché. Je nutné zdůraznit, že výsledky žádného nádobového pokusu nelze automaticky aplikovat na polní podmínky, aniž by byly ověřeny polním pokusem. Na druhou stranu provádět polní pokusy s karanténním škůdcem, který dokáže v půdě přežít až desítku let, je přinejmenším sporné. Proto jsou výsledky této práce pro praxi formulovány jako doporučení, která by mohla v polních podmínkách snížit rozšíření a přežívání česnekové biorasy háďátka zhoubného *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936.

Za vhodné plodiny pro pěstování na pozemku s prokázaným výskytem česnekové biologické rasy háďátka zhoubného lze považovat slunečnici a ze zelenin rajče, papriku, lilek, ředkvičku a kedluben. Při zařazení jarního ječmene, cukrovky a hrachu do osevního postupu by sice nemuselo docházet k ekonomicky významným škodám, nicméně háďátko může na těchto rostlinách přežívat. Podobná situace by mohla nastat také při pěstování mrkve, zelí, mangoldu, kopru a jahodníku.

Jako zcela nevhodné pro pěstování na pozemku s výskytem česnekové biorasy háďátka zhoubného se zdají být pažitka, fazol, čekanka, tuřín, cibule, špenát a ostropestřec. Také při pěstování pšenice, salátu, tykve, okurky a brutnáku lze očekávat přežívání tohoto parazita.

Z okrasných rostlin byly nejvíce vnímavé k napadení česnekovou rasou háďátka zhoubného mečík, ostálka, bakopa, sufrínie, duhovice, brodie a begónie. Tyto rostliny by při pěstování na pozemku nebo v substrátu s přítomností háďátka umožnily jeho šíření. Naopak nejméně napadeny byly moud, okurka anguria, čílko, astra a pelargónie.

Některé plevely pravděpodobně nejsou hostitelskými rostlinami pro česnekovou biorasu háďátka, např. komonice a pelyněk, ale v jiných háďátko naopak může přežívat, konkrétně v pětouru a v starčku.

V nádobovém pokusu ve skleníkových podmínkách se podařilo zjistit, že v některých rostlinách, dříve řazených mezi nehostitelské pro háďátko zhoubné, může jeho česneková biorasa nejenom přežívat, ale také se rozmnožovat. To bylo v případě okurky nakládačky, salátu, tuřínu, pšenice a ječmene. Na druhou stranu bylo zjištěno minimální napadení rostlin rajčete, což je v rozporu s dřívějšími literárními údaji. U některých druhů rostlin nebyly předchozí údaje o hostitelství háďátka zhoubného v literatuře nalezeny. Největší parazitace česnekovou biorasou

háďátka zhoubného byla zjištěna u rostlin begónie hlíznaté, naopak nejmenší v rostlinách lilku vejcoplodého.

8 Seznam literatury

1. Castillo, P., Vovlas, N., Azpilicueta, A., Landa, B. B., Jimenez-Diaz, R. M. 2007. Host-parasite relationship in fall-sown sugar beets infected by the stem and bulb nematode, *Ditylenchus dipsaci*. *Plant Disease*, 91 (1), 71 – 79.
2. Covarelli, G., Pannacci, E., Greco, N. 2011. Nematode-wild plant interactions and their implication in nematode management. *Redia-Giornale di Zoologia*, 94, 107 – 111.
3. Česko. Zákon č. 326 ze dne 31.5.2004 o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2004, částka 106, s. 6618 – 7184. Dostupný také z <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu>>.
4. Douđa, O. 2005. Host range and growth of stem and bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*) populations isolated from garlic and chicory. *Plant Protection Science*, 41 (3), 104 – 108.
5. Douđa, O. 2008. *Metody monitoringu, diagnostiky a hodnocení škodlivosti karanténních háďátek rodu Ditylenchus*, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha, 39 s.
6. Douđa, O., Zouhar, M. 2008. *Alternativní ochrana zeleniny vůči fytoparazitickým háďátkům rodu Ditylenchus a Meloidogyne*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha, 25 s.
7. EPPO A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests (version 2013-9) [online]. 2014 [cit. 2014-02-25]. Dostupné z <<http://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm>>.
8. Data sheets on quarantine pests *Ditylenchus dipsaci* [online]. 2014 [cit. 2014-02-25]. Dostupné z <http://www.eppo.int/QUARANTINE/nematodes/Ditylenchus_dipsaci/DITYDI_ds.pdf>.
9. *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus dipsaci*. 2008. *EPPO Bulletin*, 38 (3), 363 – 373.
10. Goodey, J. B. 1952. Investigations into the host ranges of *Ditylenchus destructor* and *D. dipsaci*. *Annals of Applied Biology*, 39 (2), 221 - &.

11. Greco, N., Di Vito, M. 2011. Main nematode problems of tomato. 3rd International Symposium on Tomato Diseases, Acta Horticulturae, 914, 243 – 249.
12. Griffin, G. D., Hunt, O. J., Murray, J. J. 1975. Pathogenicity of *Ditylenchus dipsaci* to sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* Scop.). Journal of Nematology, 7 (1), 93 – 94.
13. Griffin, G. D. 1987a. Effects on environmental factors and cultural practices on parasitism of alfalfa by *Ditylenchus dipsaci*. Journal of Nematology, 19 (3), 267 – 276.
14. Griffin, G.D. 1987b. Interaction of *Ditylenchus dipsaci* and *Meloidogyne hapla* on resistant and susceptible plant species. Journal of Nematology, 19 (4), 441 – 446.
15. Griffith, G. S., Cook, R., Mizen, K. A. 1997. *Ditylenchus dipsaci* infestation of *Trifolium repens*. I. Temperature effects, seedling invasion, and a field survey. Journal of Nematology, 29 (2), 180 – 189.
16. Hillnhutter, C., Albersmeier, A., Berdugo, C. A., Sikora, R. A. 2011. Synergistic damage by interactions between *Ditylenchus dipsaci* and *Rhizoctonia solani* (AG 2-IIIB) on sugar beet. Journal of Plant Diseases and Protection, 118 (3-4), 127 – 133.
17. Jeszke, A., Budziszewska, M., Dobosz, R., Stachowiak, A., Protasewicz, D., Wieczorek, P., Obrepalska-Stepłowska, A. 2013. A comparative and phylogenetic study of the *Ditylenchus dipsaci*, *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus gigas* populations occurring in Poland. Journal of Phytopathology, 162 (1), 61 – 67.
18. Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G. J., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G. K., Kikuchi, T., Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J. E., Wesemael, W., M., L., Perry, R., N. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology, 14 (9), 946 – 961.

19. Lamshead, P.J.D. 2004. Marine nematode biodiversity. In, Z.X. Chen, Z.X., Chen, S.Y. & Dickson, D.W. (eds) *Nematology, Advances and Perspectives*.
20. Mollov, D. S., Subbotin, S.A, Rosen, C. 2012. First report of *Ditylenchus dipsaci* on garlic in Minnesota. *Plant disease*, 96 (11), 1707.
21. Qiao, Y., Zaidi, M., Badiss, A., Hughes, B., Celetti, M. J. 2013. Intra-racial genetic variation of *Ditylenchus dipsaci* isolated from garlic in Ontario as revealed random amplified polymorphic DNA analysis. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 35 (3), 346 – 353.
22. Registr přípravků na ochranu rostlin, ÚKZÚZ [online]. 2014 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z <<http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx>>.
23. Schnabelrauch, L. S., Sink, K. C., Jr., Bird, G. W., Laemmlen, F. F. 1980. Multiyear population dynamics of *Ditylenchus dipsaci* associated with *Flox subulata*. *Journal of Nematology*, 12 (3), 203 – 207.
24. Siddiqi, M.R. 2000. *Tylenchida: parasites of plants and insects*, 2nd edition, CAB International, Wallingford, UK, 833 p.
25. Tenente, R. C. V. 1996. Nematode problems of bulbs, with special reference to *Ditylenchus dipsaci*. *Nematropica*, 26 (1), 91 – 99.
26. Vlk, F. 1985. *Ochrana rostlin: Nematologie obecná a speciální*. Skripta, Vysoká škola zemědělská Praha, Agronomická fakulta, VSŽ Praha, 157 s.
27. Zouhar, M., Ryšánek, P., Tesařová, B., Marek, M. 2002. *Metodická příručka pro diagnostiku karanténních háďátek rodů Globodera, Meloidogyne a Ditylenchus*. Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, PowerPrint ČZU, Praha, 44 s.

9 Seznam použitých zkratk

bp	base pair, pár nukleotidových bází
DITYDI	EPPO kód pro <i>Ditylenchus dipsaci</i>
DNA	deoxyribonukleová kyselina
EPPO	European and Mediterranean Plant Protection Organisation
F1	první filiální generace
ITS	oblast DNA, úsek DNA
L1 – L4	první až čtvrté larvální stádium
LAKR	léčivé, aromatické a kořeninové rostliny
n	počet případů ve variantě
NDVI	Normalised Difference Vegetation Index
P	hladina významnosti, statistický údaj
PCR	Polymerase Chain Reaction
RAPD	Random Amplified Polymorphic DNA
rDNA	ribozomální DNA
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism
s	směrodatná odchylka
SCAR	Sequence Characterized Amplified Region
V	variační koeficient