

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Parazitace jako prostředek biologické ochrany rostlin
v ekologickém zemědělství**

Bakalářská práce

Autor práce: Lenka Navrátilová Dis.

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. Petr Dvořák, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Parazitace jako prostředek biologické ochrany rostlin v ekologickém zemědělství“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 3. května 2023

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost, veškeré připomínky a čas, který mi věnoval při vypracování mé bakalářské práce.

Parazitace jako prostředek biologické ochrany rostlin v ekologickém zemědělství

Souhrn

V posledních letech začalo být trendem ve vyspělých státech značně omezovat chemické přípravky proti škůdcům a začínají se upřednostňovat biologické přípravky. Biologická ochrana se vrací k přírodním principům, které fungují po staletí. Na principu biologické ochrany probíhá řada výzkumů a zájem o ni stále roste. Především biologická ochrana zaměřená na parazitaci zavádí antagonistické prvky v interakci dvou druhů. Velice účelné je záměrné využívání přirozených nepřátel škůdců s cílem regulace a udržení jejich populace na tolerovatelné úrovni.

Úvodní část této práce je zaměřena na obecnou definici ekologického zemědělství a vymezení, v čem spočívá. Dále popíšu obecnou definici biologické ochrany, její rozdělení a základní strategie. Biologická ochrana využívá při hubení škůdců tři základní strategie: inokulativní introdukci, augmentativní introdukci a strategii podpory, ochrany a regulace.

Práce se dále zaměřuje na vysvětlení pojmu parazitoid a vysvětlení rozdílu od parazitace. Také popisuje důležité parazitoidy, se kterými se pěstitel může setkat. Nejvýznamnější jsou *Aphidius colemani* a *Encarsia formosa*. V práci je popsáno využití biologické ochrany v jednotlivých kulturách. Nakonec jsou uvedeny výhody a nevýhody biologické ochrany.

Práce bude doplněna o průzkum názorů studentů na ekologické zemědělství a způsoby ochrany rostlin pomocí parazitace realizovaný pomocí dotazníkového šetření.

Klíčová slova: bioagens, biologická ochrana, ekologické zemědělství, parazitace, parazitoid

Parasitism as a means of biological protection of plants in organic farming

Summary

In last years it has become a trend in developed countries to significantly limit chemical preparations against pests and biological preparations are beginning to be preferred. Biological protection goes back to natural principles that have worked for centuries. A lot of research is being done on the principle of biological protection and interest in it's still growing. Primarily, biological protection focused on parasitism introduces antagonistic elements in the interaction of two species. The greatly use of natural enemies of pests with the aim of regulating and maintaining their population at a acceptable level is very expedient (Landa 2000).

The introductory part of the work is focused on the general definition of ecological agriculture and what it consists of. Next, I will describe the general definition of biological protection it's division and basic strategy. Biological control uses three basic strategies for pest control: inoculative introduction, augmentative introduction and the strategy of support, protection and regulation.

The work also focuses on explaining the term parasitoid and explaining the difference from parasitism. I also describes important parasitoids that the grower may meet. The most important are *Aphidius colemani* and *Encarsia formosa*. Next, I will describe the biological protection used in individual cultures. Finally, I will introduce the advantages and disadvantages of biological protection.

The work will be supplemented by a survey with students opinions on ecological farming and methods of plant protection using parasitism using a questionnaire survey.

Keywords: bioagens, biological protection, ecological farming, parasitism, parasitoid

Obsah

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Úvod | 1 |
| 2 | Cíl práce | 2 |
| 3 | Literární rešerše | 3 |
| 3.1 | Integrovaná ochrana | 3 |
| 3.2 | Ekologické zemědělství | 3 |
| 3.3 | Biologická ochrana | 4 |
| 3.3.1 | Základní strategie biologické ochrany proti živočišným škůdcům | 5 |
| 3.3.2 | Zásobní rostliny | 6 |
| 3.4 | Parazitoid..... | 7 |
| 3.5 | Bioagens | 8 |
| 3.6 | Vybraní parazitoidi | 8 |
| 3.6.1 | Aphidius ervi | 9 |
| 3.7 | Zásady používání prostředků biologické ochrany | 17 |
| 3.8 | Využití biologické ochrany v různých kulturách..... | 18 |
| 3.8.1 | Skleníky | 18 |
| 3.8.2 | Sady a vinice | 18 |
| 3.8.3 | Polní plodiny..... | 19 |
| 3.9 | Výhody a nevýhody biologické ochrany..... | 19 |
| 4 | Praktická část | 20 |
| 4.1 | Dotazníkový průzkum..... | 20 |
| 4.2 | Výsledky..... | 20 |
| 5 | Diskuze | 28 |
| 6 | Závěr | 30 |
| 7 | Seznam použité literatury..... | 31 |

1 Úvod

Ekologické zemědělství (EZ) je dnes už moderní a uznávanou metodou, jejíž kořeny sahají do začátku 20. století. EZ pracuje s nejnovějšími metodami, které spojuje s tradičními postupy. Klade důraz na udržitelnost a ochranu životního prostředí, podporuje biologickou rozmanitost a úrodnost půd. Je to důležitá alternativa zemědělské výroby naší budoucnosti, která je pevně ukotvena legislativně, a je nedílnou součástí agrární politiky České republiky (Šarapatka & Niggli 2008).

Chemické přípravky jsou v dnešní době velmi vážné nebezpečí pro celou živou přírodu, především vzhledem k riziku nevhodné aplikace, která může vést k otravám necílových organismů. Také může docházet k hromadění jedovatých látek v celém ekosystému. V mnoha vyspělých státech se biologická ochrana začíná dostávat do popředí. Je to především díky potlačování škůdců pomocí přirozených nepřátel. Tato metoda je rozšířena například ve Francii, Německu, USA, Belgii, Nizozemsku a dalších zemích, kde je dostatek ekologicky šetrných prostředků i více informací o této problematice. Pojem škodlivý a užitečný organismus je relativní, jelikož ve skutečnosti neexistuje v přirozeném ekosystému organismus, který by jen škodil nebo jen prospíval. V přirozeném ekosystému žijí organismy v rovnováze s neživým prostředím. Tyto organismy mají přesně vymezený životní prostor, mají optimální velikost populací, která je stále udržována omezeným množstvím výživy, velikostí prostoru, antagonistickými vztahy s jinými organismy a dalšími faktory. Nadměrný výskyt jakéhokoliv druhu je doprovázen rozmnožením přirozených nepřátel, kteří jejich stav regulují (Tichá 2001).

Biologická ochrana je potlačování škůdců pomocí jejich přirozených nepřátel. Tento způsob ochrany se v rozšířeném slova smyslu užívá pro jakoukoliv podporu organismů, které se podílejí na omezování škůdců, v užším významu pro cílené vysazování uměle namnožených užitečných organismů tzv. bioagens. Ekologicky šetrné metody nacházejí stále větší uplatnění v praxi, ale zřejmě nikdy nedosáhnou plného uplatnění, vždy budou představovat pouze doplněk ke komerčním technologiím (Tichá 2001).

2 Cíl práce

Cílem práce bylo přiblížit biologické postupy ochrany rostlin zaměřené na využití parazitace v ekologickém zemědělství. Dalším úkolem bylo popsat vybrané parazitoidy a jejich použití. Doplněn bude průzkum informovaností a názory studentů na ekologické zemědělství a způsoby ochrany rostlin pomocí parazitace realizovaný prostřednictvím dotazníkového šetření.

3 Literární rešerše

3.1 Integrovaná ochrana

Integrovaná ochrana rostlin je spojení všech vhodných postupů a technik k potlačení určitého škůdce. Tento systém dává důraz na růst zdravých plodin s co nejmenším narušením ekosystémů a zároveň podporuje mechanismy přirozené ochrany proti různým patogenům. Tato metoda je nejúčinnější ze všech. Nejlepší stav je, pokud se podaří snížit populaci škůdce s kombinací nechemických metod. Ovšem jsou situace, kdy se bez chemie neobejdeme. Pak je tato ochrana tím ekonomicky i ekologicky nejpříjemnějším řešením (Tichá 2001).

3.2 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství je v Evropě i u nás uznávanou metodou, která je zanesena a přesně definována zákonem. Pouze ekologičtí zemědělci mohou své potraviny či suroviny označovat jako BIO či EKO. Tyto produkty nesmí obsahovat látky, které zatěžují prostředí a mohou kontaminovat potravní řetězec. Ekologické zemědělství uznávají kromě spotřebitelů, ekonomů politiků i vědci. Tento způsob stálého zemědělství je doporučován pro zachování kulturní krajiny a udržení osídlení na venkově. Vytvoření ekologického zemědělství bylo podněcováno negativními dopady zprůmyslněného zemědělství, které začalo poškozovat přírodu, špatně zacházelo s chovanými zvířaty, ohrožovalo zdraví populace a snižovalo kvalitu potravin. Tradiční zemědělství se začalo měnit až začátkem dvacátého století. Kvůli novým možnostem vědy a techniky nastal pokrok i v zemědělství. Industrializace zemědělství se nejvíce projevila po druhé světové válce. Důvodem byl nedostatek potravin během války i po ní a snaha potravinové soběstačnosti jednotlivých států. V zemích západní Evropy se toto období nazývalo jako „Zelená revoluce“, u nás spíše „Socializace zemědělství“ (Šarapatka & Urban 2006).

Hlavními ideami ekologického zemědělství je hospodaření v souladu s přírodou s co nejmenší závislostí na vnějších vstupech. Ideální je smíšený, systémově uzavřený ekologický podnik ideálně ve spojení rostlinné a živočišné produkce s ornou půdou a s trvalými travními porosty nebo pícninami (Šarapatka & Urban 2006).

Nyní jsou v České republice hlavním důvodem přechodu na ekologické zemědělství stabilizované dotace, vyšší výkupné ceny za bioprodukty, větší zájem spotřebitelů o bioprodukty a možnost přímého prodeje, což je šance pro přežití i menších rodinných firem. Proto nyní přibývají nové podniky zejména v horských oblastech s chovem dobytka, které jsou zaměřeny i na údržbu krajiny. (Šarapatka & Urban 2006).

Biopotravina je produkt vyprodukovaný v souladu s požadavky platné legislativy pro ekologickou produkci. Biopotraviny se vyrábějí pouze z kvalitních surovin, bez nepřirodních konzervantů, barviv, dochucovadel a nesmějí překračovat stanovená rezidua agrochemických látek, léčiv apod. Tyto potraviny musí být patřičně označeny, aby bylo spolehlivě zaručeno rozpoznání ekologických potravin od těch klasických, běžných potravin. Každá taková potravina musí mít na obalu evropské logo, kód kontrolní organizace, informaci

o původu surovin. V případě, že tato biopotravina byla vyprodukována v České republice, musí mít také české národní logo; tzv. biozebru (eAGRI 2020).

3.3 Biologická ochrana

Biologickou ochranu lze vysvětlit jako použití živých organismů pro hubení či regulaci populace škůdců, chorob a plevelů, které poškozují pěstovanou plodinu. Do této skupiny organismů pomáhající léčit či preventivně chránit rostliny patří obratlovci, bezobratlí, mnoho druhů mikrobiálních patogenů, bakterií, hub a virů (Greathead & Waage 1983).

Entomolog Frederick Smith v roce 1919 poprvé popsal a zavedl termín biologická ochrana rostlin. Tento termín se dostal do popředí kvůli studii pozorování přirozených nepřátel, kteří se využívají v boji při regulaci či hubení škůdců. Zjistil, že pokud tyto organismy mezi rostlinami chybí, je populace škůdců daleko vyšší, než když tyto organismy v porostu udržujeme. Ve světě máme k dispozici prostředky využívající téměř sto druhů mikroorganismů a více než padesát druhů makroorganismů (Omkar & Kumar 2016).

Biologická ochrana se zaměřuje na regulaci škůdců pomocí predátorů, parazitoidů či patogenních mikroorganismů. Také se zaměřuje na regulaci plevelů pomocí herbivorů nebo patogenů a v poslední řadě také na regulaci původců onemocnění rostlin pomocí antagonistických a mykoparazitických mikroorganismů (Matthew et al. 2010).

Z hlediska platné legislativy je vše uvedeno ve vyhlášce č. 205/2012 Sb. v § 3, odstavci 1: obecné zásady integrované ochrany rostlin. Prakticky je to uplatňování pěstitelských technologií, co nejméně narušovat prostředí a podporovat přirozené nepřátele škůdců. Vývoj biologických přípravků začal již počátkem 20. století, ale kvůli silnému rozvoji chemické ochrany a velkému rozvoji pesticidů byl výzkum biologické ochrany rostlin v 50. letech 20. století na delší chvíli potlačen. Dnes již máme velké množství bioagens, což jsou prostředky na ochranu rostlin obsahující makroorganismy povahy živých parazitů, parazitoidů nebo predátorů. Do bioagens náleží i vlastní biologické přípravky, které obsahují živé mikroorganismy nebo jejich živé části (Prokinová 2017).

Biologická ochrana je čím dál více používána veřejností především kvůli sníženému riziku reziduí pesticidů a pozitivnímu vlivu na lidské zdraví. V dnešní době se již mnoho výzkumných pracovníků a firem zabývá kontrolou kvality, schopnostmi přirozeného nepřátele a jeho uplatnění v různých podmínkách (van Lenteren 2000).

Současné systémy definují biologické metody, jejichž principem je záměrné využívání přirozených nepřátel. Kategorie přirozených nepřátel můžeme rozdělit do tří skupin, a to parazit, predátor a patogenní mikroorganismus. Pojem parazit se používá pro druh, který je na svého hostitele vázán potravně a je na něj vázán alespoň částí svého vývoje. Pojem predátor je využíván pro druh, který je na svou oběť vázán pouze potravně a jeho vývoj není vázán na svou oběť. Patogenní mikroorganismus je obligátní nebo fakultativní patogen, který je schopen vyvolat onemocnění svého hostitele (Landa 2000).

Biologická ochrana zahrnuje několik strategických postupů, kterými se řídí jednotlivé aplikace přirozených nepřátel. V principu jsou definovány čtyři základní strategie, které se v praktické biologické ochraně rostlin proti škůdcům mohou využívat. Je to strategie inokulativní introdukce, strategie augmentativní, sezónní inokulativní introdukce a strategie podpory a konzervace přirozených nepřátel (Landa 2000).

3.3.1 Základní strategie biologické ochrany proti živočišným škůdcům

Každý druh škůdce vyžaduje jinou strategii. Základní ochranou je prevence, signalizace výskytu, kurativní ochrana a následně snížení počtu (Tichá 2001).

Strategie inokulativní introdukce (tzv. klasická biologická ochrana)

Strategie inokulativní introdukce se vyznačuje, pokud je parazit predátor nebo patogenní mikroorganismus v malém množství úmyslně nasazen do nového areálu, kde je rozšířen škodlivý organismus, s cílem tento organismus zničit či snížit na únosnou hranici pro rostliny. U této strategie je důležité zajistit, aby nový bioagens (přirozený nepřítel) přetrvával v porostu. Této strategii se někdy také říká „Klasická biologická ochrana“. Tento termín se však omezuje pouze na případy, kdy je konkrétní bioagens cíleně nasazován do nového areálu za škodlivým organismem, který byl předtím do této oblasti zavlečen a rozšířen. Příklad takové introdukce je nasazení parazitoida *Aphelinus mali* proti mšici *Eriosoma lanigerum*. Dnes je tato strategie používána i pro účely re-introdukce endemických druhů, což znamená vysazení přirozených nepřátel do místa původního výskytu. Typickým příkladem inokulativní reintrodukce je zavádění populací dravého roztoče *Typhlodromus pyri* do ovocných sadů a vinic. Tato strategie má velký ekologický charakter s velmi malým podílem moderních a technologických prvků; např. biotechnologie pro introdukci malého množství jedinců (Landa 2000).

Strategie augmentativní (inundativní)

Strategie augmentativní se vyznačuje přímou manipulací s populacemi endemických nebo neendemických druhů přirozených nepřátel. Cílem této strategie je zvýšit jejich supresivní činnost, která zastaví daného škůdce. Základem jsou masové chovy parazitů a predátorů a jejich komerční dostupnost ve formě klasických biologických prostředků. Pouze výjimečně je tato strategie založená na introdukci přirozených nepřátel získaných sběrem v okolí jejich masového výskytu (Landa 2000).

Augmentativní introdukce je jednorázová nebo opakovaná introdukce velkého množství bioagens s cílem dosáhnout co nejrychlejšího snížení množství populace škůdce nebo jeho úplného zastavení či šíření a vývoje chorob (Landa 2000). Tato strategie je využívána především u jednoletých plodin proti škůdcům prodávajícím jednu nebo méně než jednu generaci v roce. Cílem je dosáhnout po introdukci přirozených nepřátel „bio-insekticidního“ účinku. Eliminace populace škůdců v porostu je dosažena tzv. překrytím populace výrazným počtem jedinců přirozeného nepřítele. Inundativní strategie se nejvíce využívá u parazitických vosiček rodu *Trichogramma* spp. proti zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*), který nejčastěji napadá kukuřici a může způsobit až 30% ztráty (Manandhar & Wright 2015). Také se využívá při aplikaci mykoparazitické houby *Coniothyrium minitans* proti patogenu hlízence obecné (*Sclerotinia sclerotiorum*), která způsobuje bílou hnilobu u řepky (Smolinska & Kowalska 2018).

Sezónní inokulativní introdukce

Sezónní inokulativní introdukce je opakovaná introdukce přirozených nepřátel. Tato strategie má za cíl dosáhnout rychlé regulace populací škůdců i zastavení původce onemocnění rostlin po celou dobu pěstitelského cyklu (Landa 2000). Metoda opakovaných introdukcí v průběhu jedné vegetační sezóny je využívána pouze v komplexní biologické ochraně skleníkové zeleniny a okrasných květin, jelikož právě ve skleníkové populaci se nejlépe udržují podmínky, které jsou důležité pro správnou a účinnou biologickou ochranu. Cílem této strategie je okamžitý ochranný efekt a dlouhodobější, trvalejší regulace populací vícegeneračních druhů škůdců. Účinnost přirozených nepřátel by měla být průkazná i na další generace cílového škůdce porostu. I tato strategie má výrazný technologický charakter a určitou modernizaci procesu, tudíž je zavedena ve firmách, kde jsou zavedeny hromadné chovy a umělé kultivace patogenních mikroorganismů (Nafiu et al. 2014). Tato strategie se využívá u vysazování parazitické vosičky *Encarsia formosa* proti molicím nebo u vysazování dravého roztoče *Phytoseiulus persimili*, případně u predátora *Amblyseius californicus* do populací svilušky chmelové (*Tetranychus urticae*). Také se využívá proti mšicím vysazením parazitoida *Aphidius colemani* (Landa 2000).

Strategie podpory a konzervace přirozených nepřátel

Tato strategie je základní strategie biologické ochrany rostlin a je zaměřena na podporu a konzervaci populací přirozených nepřátel. Tato strategie je praktikována buď redukcí faktorů ovlivňujících výskyt a funkce přirozených nepřátel, nebo záměrnou podporou a zajišťováním zdrojů, které užitečné druhy ve svém prostředí potřebují. K této strategii patří řada agroekologických a agronomických opatření, jakými jsou například minimalizace agrotechnických zásahů, výsevy kvetoucích pásů na okrajích polí, vytvoření zimovišť pro užitečný organismus, zakládání stabilních koridorů, rozrůžňování hostitelských rostlin atd. (Landa 2000). Tato opatření nejen podporují výskyt, vývoj a populační dynamiku přirozených nepřátel, ale především snižují přímé negativní vlivy na původní populace přirozených nepřátel. Snižování negativních vlivů na přirozené nepřátele je obecně významnějším prvkem než jejich samotná podpora nebo konzervace. Cílem této strategie není v principu záměrná introdukce biologického kontrolního agens do zájmového prostředí, ale spíše podpora přirozených nepřátel a jejich konzervace v porostu (Nafiu et al. 2014).

3.3.2 Zásobní rostliny

Použití zásobních rostlin bylo poprvé popsáno v 70. letech 20. století, a to u rajčat za pomoci *E. formosa*. Metoda používání tzv. zásobních rostlin („banker plants“), se využívá preventivně i léčebně k ochraně rostlin proti mnoha skleníkovým škůdcům. Hlavní myšlenka této metody spočívá v tom, že se na jinou rostlinu, než je naše napadená rostlina, vysadí škůdce, který poslouží jako potrava našeho přirozeného nepřítele, ten se rozmnoží a zničí škůdce naší hlavní plodiny, kterou potřebujeme ochránit (Osborne et al. 2005). Nejdříve je zapotřebí našeho škůdce, který má posloužit jako potrava pro přirozeného nepřítele, pomnožit. Poté se k němu nasadí parazitoid nebo predátor (přirozený nepřítel), kterému poslouží na zásobní rostlině jako potrava, tudíž parazit či predátor vydrží na zásobní rostlině

po delší čas. Poté se jen počká na škůdce hlavní plodiny. Pokud se škůdce již v areálu vyskytuje, nasadí se na něj přirozený nepřítel tím způsobem, že se zásobní rostliny přesunou do areálu s hlavní napadenou plodinou. Přirozený nepřítel začne vyhledávat škůdce a postupně je zahubí (Frank 2010; Pultar 2003).

Ve světě se využívá jako zásobní rostlina Papája obecná (*Carica papaya*) na regulaci populací molic. Jako necílový škůdce se vypustí buď parazitoid *E. formosa* (účinný proti molici skleníkové), nebo *E. transvena* (proti molici bavlníkové) (Osborne et al. 2005; Xiao et al. 2011).

3.4 Parazitoid

Parazité a parazitoidy jsou sekundární konzumenti na stejné trofické úrovni jako predátoři, kteří svého hostitele využívají jako zásobárnu potravy a také jako ochranu, jsou tedy na hostiteli zcela závislí (Memmott et al. 1993). Rozdíl mezi parazitoidem a parazitem je často diskutován a hranice těchto pojmů nejsou příliš ostré (Eggleton & Gaston 1990). Parazit oproti parazitoidu poškozují hostitele, ale obvykle je nezabíjí (Bagar et al. 2003).

Mezi parazitoidy patří kmen členovců, z nichž mezi nejvýznamnější skupiny patří blanokřídlí (Hymenoptera) a dvoukřídlí (Diptera). Parazitoidy se dále dělí na endoparazitoidy a ektoparazitoidy. Larvální stadium endoparazitoidů probíhá uvnitř těla hostitele a larvy se živí jeho tkáněmi. Naopak ektoparazitoidy se přichytí na tělo hostitele a zvenku ho požírají. Jeden hostitel může mít více druhů parazitoidů, jelikož se někteří parazitoidy specializují jen na určitá stadia např. stadium larev, vajíček, kukel a dospělců. Vztah parazitoid hostitel začíná naklazením vajíček parazitoida do těla hostitele. Samice parazitoida vyhledává hostitele pomocí pachových signálů, které značí jejich přítomnost na rostlině. V některých případech využívá i zrakových podnětů. Dále si většinou vybírá hostitele, který není ještě obsazený a který zaručuje optimální podmínky pro vajíčka a vývoj. Samice si vybírá vhodného hostitele podle jeho velikosti, aby zajistila co nejvíce živin pro své další generace. Organismus hostitele se může vajíčkům parazitoida bránit svým imunitním systémem, který je zabije. Proto některé samice parazitoidů po naklazení vajíček hostitele omráčí a dále larva využije jeho tělo jako rezervu s potravou (Bagar et al. 2003).

Další dělení je dle způsobu využití hostitele na koinobionty a idiobionty (Askew & Shaw 1986). Koinobiont svého hostitele neomráčí ani hned nezabíjí, ale umožní se mu vyvíjet, růst a přijímat potravu. Ve většině případů se jedná o endoparazitoidy, tudíž se živí tkáněmi hostitele. Larvy koinobiontů si vybírají jen několik málo druhů hostitelů (Rott & Godfray 2000).

Idiobiont na rozdíl od koinobionta nedovolí svému hostiteli dále se vyvíjet, ale trvale ho omráčí nebo ihned zabije a nadále využívá pouze jeho tělesnou schránku. Mnoho idiobiontů napadá hmyz, který žije skrytě. Často jsou napadána i stadia externě žijících hostitelů, která nejsou schopná pohybu jako například vajíčka. Idiobionti jsou většinou zároveň ektoparazitoidi, tudíž se většinou přichytí na tělo hostitele zvenčí (Askew & Shaw 1986).

3.5 Bioagens

Bioagens jsou makroorganismy, které jsou predátory, parazitoidy nebo parazitickými hlísticemi (Kovaříková 2019). Bioagens se také někdy odborně nazývají uměle vypěstovaní biologičtí pomocníci z důvodu, že pomáhají v určitém ekosystému udržovat přirozenou rovnováhu a zabraňují přemnožení určitého druhu (Kreuter 2002). Bioagens potřebují pro svoje fungování přítomnost hostitele a vhodné podmínky. Účinnost je různá, záleží na správném načasování, vhodném počasí (teplota, vlhkost) a na vhodnosti chemické regulace jiného škodlivého činitele (Šefrová 2006).

V číslech bylo celosvětově do roku 2010 provedeno asi 6000 introdukcí parazitoidů a predátorů zhruba proti 588 hmyzím škůdcům. V příštích letech se očekává větší využití makroorganismů, a to především díky větší poptávce po biopotravinách a většímu povědomí o nutnosti chránit životní prostředí. Také se rozšiřuje množství povolených účinných látek či organismů. Kvůli možnosti redukovat nebezpečí spojená s chemickými pesticidy se stále více využívají mikrobiální pesticidy. Tyto přípravky nabízejí skutečné alternativy k chemickým pesticidům, které jsou používány jako součást systému integrované ochrany rostlin proti škůdcům nebo jako strategie ochrany proti škůdcům (Navrátilová 2019).

3.6 Vybraní parazitoidi

Aphidius colemani

Je to parazitická vosička z řádu Hymenoptera a čeledi Aphidiidae (Landa 2000). *A. colemani* se jako bioagens využívá od roku 1992 (Lanteren 2003). Tato vosička měří asi 2 mm, má černé zbarvení a hnědé končetiny (Landa 2000). Pro tuto vosičku jsou charakteristická dlouhá tykadla a výrazné žilkování křídel. Délka zadečku je u samic téměř stejná jako délka křídel, zatímco u samečků je zadeček zakulacen a délka křídel je výrazně kratší (Lanteren 2003). Samička parazitoida klade vajíčka do mšic, dále se mšicomar vyvíjí až do své dospělosti, nakonec se mšice přetvoří v mumii. Samičky se páří pouze jednou za život, kdežto samečci několikrát. Největší počet vajíček klade mšicomar první tři dny. Samička naklade do každé mšice pouze jedno vajíčko. Po vylíhnutí začíná larva přijímat potravu. Tato larva se dále živí tkáněmi a orgány mšice, která v důsledku parazitace umírá. Celý proces probíhá uvnitř těla hostitele. Na konci larválního vývoje se larva začne kuklit. Larva vytvoří otvor v parazitované mšici a spřádá kokon, pomocí kterého je mšice přilepena k listu. Poté se larva v kokonu zakuklí a mšice se kvůli přítomnosti kokonu nafoukne. Nakonec tělo mšice začne mumifikovat. Tělo mumie je žlutohnědé a kožovité (Bohatá 2014). Délka životního cyklu pro vylíhnutí dospělého je závislá na teplotě a trvá zhruba 14 dní při teplotě 21 °C nebo zhruba 20 dní při teplotě 15 °C. Zvýšením teploty nad 30 °C může dojít k redukci účinnosti parazitace (Badalíková & Bartlová 2014).

Významné znaky poškození poznáme podle častého výskytu mumifikované mšice v porostu, které jsou zlatavé a typicky nafouklé. Kvůli této barevné změně se snadno rozezná účinnost vosičky. Dalším důležitým znakem je kruhový výletový otvor v mumii mšice (Bohatá 2014).

Mšicomar *Aphidius colemani* se používá nejčastěji k ochraně zeleniny a okrasných rostlin ve sklenících, a to především proti mšici broskvoňové *Myzus persicae* a mšici bavlníkové *Aphis gossypii* a dále proti mšici makové a řešetlákové. Naopak *Aphidius colemani* není moc účinný na kyjátku zahradní. Při výskytu škůdce aplikujeme buď preventivně cca 5 na 10 m², nebo léčebně 20–40 ks na 10 m² při teplotě nejméně 15 °C (Landa 2000).



Obrázek 1: *Aphidius colemani*

Zdroj: *Bladlussnyltevups (plantevernleksikonet.no)*

3.6.1 *Aphidius ervi*

Je to parazitická vosička z řádu Hymenoptera a čeledi Aphidiidae. *Aphidius ervi* je podobný *Aphidius colemani*, ale je dvakrát tak větší. Jeho větší velikost mu umožňuje parazitovat i na větších druzích mšic. Tento mšicomar má černé zbarvení s hnědými končetinami (Lentener 2003). *A. ervi* je původní v Evropě, ale byl rozšířen do Austrálie, Severní a Jižní Ameriky a do ostatních zemí (Helyer et al. 2003). Životní cyklus je téměř shodný s životním cyklem *Aphidius colemani* (Badalíková & Bartlová 2014).



Obrázek 2: *Aphidius ervi*

Zdroj: *biosystem.be*

Aphidius ervi je účinná především proti mšici broskvoňové a bavlníkové. Stejně jako *A.colemani* neúčinkuje na kyjátku zahradní. Ve volně prodejných přípravcích jsou dodáváni dospělci a kukly, které při výskytu mšic nasazujeme nejlépe při teplotě 15 °C. Tyto jedince lze nasadit i čistě preventivně. Dospělci se buď volně vypustí do porostu, nebo se vyvěšují nádobky s kuklami parazitoida (Landa 2000).

Dacnusa sibirica

Je to endoparazitický lumčík z řádu Hymenoptera a čeledi Braconidae. Tento lumčík klade vajíčka přímo do larev vrtalek, které děrují listy na zelenině. Larvy vrtalek se kuklí v půdě (Landa 2000). Dospělci jsou černí, asi 2,5 mm dlouzí. Mají dlouhá tykadla, která jsou přibližně stejně dlouhá jako jejich tělo. Vajíčka i larvy nejsou uvnitř hostitelské vrtalky běžným okem rozpoznatelné (Psota & Kopta 2010).

Dospělá samička klade zhruba 60–90 vajíček. Samička vyhledává hostitelskou larvu mezi poškozenými pletivy rostlin za pomoci pachu (Helyer et al. 2003). Listy, které již prohledala, označí samička specifickým feromonem, který její tělo vylučuje (Sugimoto et al. 1990). Pokud je nalezen napadený list, tento lumčík vyhledává dospělé minující larvy dotykem tykadla na povrch listu. Larva, do které naklade lumčík vajíčko, poté pokračuje ve vývoji až do úplného zakuklení. Zdravou larvu od parazitované nelze rozeznat, a to i ve stadiu kukly. Vývoj parazitoida probíhá při teplotách 15–20 °C mnohem rychleji než vývoj vrtalky. Za dobu svého života, což je asi 7–20 dnů, naklade 50–225 vajíček (Psota & Kopta 2010). Vývoj při ideálních podmínkách trvá zhruba 16 dní a dospělec žije dalších 7 dní (McPartland et al. 2000). Dospělec lumčíka se líhne o 3–5 dní dřív než dospělec vrtalky (Helyer et al. 2003).

D. sibirica se používá proti několika druhům vrtalek (EPPO 2008). Pro biologickou ochranu jsou dodáváni dospělci. Tento parazitoid je využitelný v ochraně zelenin (rajčata, papriky, okurky) i okrasných rostlin. Dospělce nasazujeme volným vypouštěním do prostoru na jaře a na podzim při teplotě do 20 °C, a to dvakrát až pětkrát po 0,1 až 2 kusech. Dobré účinnosti je dosaženo především, když je populační hustota škůdce nízká, při vyšším výskytu nemusí být vrtalky zcela odstraněny (Landa 2000).

Spolu s *D. sibirica* se dodává i parazitoid *Diglyphus isae*, což zvyšuje celkovou účinnost. Lumčík *D. sibirica* je parazitoidem velkého množství vrtalek, ale nelze ho považovat za konečné řešení, tudíž se doporučuje jeho použití spolu s druhem *D. isae*. Tato kombinace přispívá k větší účinnosti (Helyer et al. 2003).



Obrázek 3: *Dacnusa sibirica*

Zdroj: <https://user.mendelu.cz>

Diglyphus isae

Je to ektoparazitická chalcidka z řádu blanokřídlých Hymenoptera a čeledi Eulophidae (Landa 2000). Chalcidky jsou drobné, ale jejich délka těla je různá. Tělo je zbarveno černě a má tmavě zelený lesk. Samička chalcidky má na zadních nohách typický žlutý pruh. Vajíčko samičky je válcovité, průsvitné a lehce zaoblené (Psota & Kopta 2010).

Samička vyhledává hostitelskou larvu za pomoci dotyku tykadél na povrch listu. Při hledání listu se řídí pachem, který larva vrtalky uvolňuje. Když najde samička larvu vrtalky, trvale ji paralyzuje bodnutím kladélkem (Helyer et al. 2003). Samice chalcidky je schopná zničit zhruba 360 larev vrtalek, z toho asi jednu pětinu sežere (Hluchý & Zacharda 1994). Larva opouští tělo hostitele, poté sbírá trus vrtalek, ze kterého si následně buduje opěry pro kuklu. Larvy se kuklí v chodbičce po žíru vrtalky, nakonec dospělec chalcidky proniká z listu, ve kterém byla kukla (Helyer et al. 2003).

Diglyphus isae se využívá především ve sklenících, a to především v kulturách skleníkové zeleniny a okrasných rostlin. Provádí se vypouštěním dospělců do prostoru napadeného vrtalkami. Tuto chalcidku lze nasadit i preventivně, lze aplikovat 0,25 jedinců na m², nebo léčebně – 0,1–5 kusů na m² (SRS 2010).

Chalcidka *Diglyphus isae* se často kombinuje s lumčíkem *D. sibirica*, který funguje spíše při nižších teplotách, kdežto *D. isae* je zase účinnější při teplotách nad 20 °C. V případě většího napadení rostlin je vhodné použít spolu s těmito druhy i selektivní insekticid (Hluchý & Zacharda 1994).



Obrázek 4: Diglyphus isae

Zdroj: <https://user.mendelu.cz/xkopta/chalcidka.html>

Encarsia formosa

Je to parazitická vosička z řádu Hymenoptera a čeledi Aphelinidae (Landa 2000). V roce 1924 byla tato vosička poprvé objevena a detailně popsána jako parazitoid, který napadá tehdy ještě neurčené druhy molic, a to především ve skleníkovém prostředí (Gerber & Schaffner 2016). Od roku 1926 se *E. formosa* využívala ve skleníkových ekosystémech v Evropě i v USA (Hu et al. 2002). V Evropě se hojně využívá ve sklenících, ale do dnešní doby není zcela jasné, zda se v přirozených podmínkách ekosystémů vůbec vyskytuje. Do dnešního dne nebyla ještě využita na regulaci populací molic v polních podmínkách, jelikož v těchto podmínkách se špatně udržují určité faktory potřebné pro nasazení tohoto parazitoida (Gerber & Schaffner 2016).

Dospělé samice dosahují velikosti okolo 0,6 mm. Charakteristická je pro ně černá hlava i hrud', žlutý zadeček a průsvitná křídla. Samci jsou na rozdíl od samic celí černí. Příznakem přítomnosti této parazitické vosičky jsou černě zbarvené larvy molic, uvnitř kterých jsou jejich kukly (Psota & Kopta 2010). Vosička *E. formosa* se rozmnožuje partenogeneticky, to znamená nepohlavní cestou, a to formou thyletokie za pomoci bakterie *Wolbachia*. Thyletokie znamená, že se z neoplozených vajíček líhnou pouze samičky (Hu et al. 2002). Při partenogenezi je tato bakterie schopná vyvíjet nový organismus z neoplozeného vajíčka. Samičky infikované touto bakterií kladou neoplozená vajíčka do nymf molic, ze kterých se vyvinou zase pouze takto napadené molice (Lom 1995). V populaci se mohou vyvíjet i samečci, nicméně v populaci jsou zastoupeny jen 1–2 %, jelikož nejsou schopni úspěšně oplodit samičku (Zchori-Fein et al. 1992).

Tento mšicovník klade svoje vajíčka do nepohyblivých larválních instarů molic (Hoddle et al. 1998). Molice produkují z medovice těkavé látky, pomocí kterých dospělé samičky hledají svého hostitele. Při kladení vajíček může být larva molice usmrcena, v důsledku čehož se nevyvine nový mšicovník. Medovice slouží jako potrava dospělci, zároveň se využívá na poranění vzniklé na povrchu larvy po vpichu kladélka. *E. formosa* klade většinou do jedné larvy pouze jedno vajíčko. Larva molice je v průběhu tří larválních stadií bílá. Po zhruba deseti dnech a při teplotě 22 °C larva molice zčerná. Tyto larvy molic zůstávají přichyceny

na povrchu listu a po zhruba deseti dnech se líhne dospělá *E. formosa*, která si prokouše otvor, aby opustila larvu hostitele (Psota & Kopta 2010).

E. formosa je účinný zejména proti molici skleníkové a doplňkově také proti molici tabákové (Landa 2000). Od roku 1927 je tento parazitoid poprvé chován a vyzkoušen proti molici skleníkové. Zhruba 1,5 miliónu parazitovaných larev molic bylo v roce 1930 aplikováno do skleníkových kultur rajčat (Speyer 1929; Speyer 1930). V současnosti je registrován do skleníkových kultur zeleniny, rajčat, paprik, okurek a okrasných rostlin (SRS 2010). Prodávaný produkt je v podobě kartiček, na kterých jsou nalepeny parazitované larvy molic. Poté se tyto kartičky zavěsí na rostlinu a za několik dní se po umístění líhnou dospělci. Pro líhnutí jsou typické výletové otvory ve tvaru písmena D na vrcholu larev. Snůška jedné samičky může obsahovat až 300 vajíček (Hluchý & Zacharda 1994).

Rozsah parazitace závisí na samotné rostlině. Například okurky mají listy bohaté na trichomy, což snižuje pohyblivost mšicovníka v těchto porostech. *E. formosa* se nejlépe přesouvá v porostu rajčat a okrasných rostlin. U nás je tento mšicovník k dostání především v průběhu hlavní skleníkové sezóny, což je od března do září. *E. formosa* je nejvíce aktivní při teplotách okolo 18 °C (Psota & Kopta 2010).



Obrázek 5: *Encarsia formosa*

Zdroj: <https://user.mendelu.cz/xkopta/mšicovnik.html>

Eretmocerus eremicus

Je to parazitická vosička z řádu Hymenoptera a čeledi Aphelinidae (mšicovníkovití) (Landa 2000). Tato vosička je původem z pouštní oblasti Arizony, kde je schopná odolávat extrémním teplotám (Helyer et al. 2003). V Evropě bylo zaznamenáno více než 10 druhů *Eretmocerus* (Psota & Kopta 2010).

Samičky *E. eremicus* jsou světle citrónově žluté barvy, mají zelené oči a paličkovitá tykadla. Samečci jsou na rozdíl od samic o něco tmavší, žlutohnědé barvy, mají delší zahnutá tykadla (Rod et al. 2005). Nymfy, na kterých molice neparazitují, se snadno odliší od těch již parazitovaných, jelikož nymfy napadlé molicemi jsou bělavé (Zolnerowich & Rose 2008). Na rozdíl od jiných parazitoidů molic nezanechávají před líhnutím výkaly uvnitř hostitele. Parazitoid opouští molici vykousaným otvorem, který se nachází v horní části jejího těla. Tento mšicovník je podobný *E. formosa*, od něhož se liší výrazně žlutou barvou hrudi (Rod et al. 2005).

Samičky *E. eremicus* své hostitele nachází pomocí čichu a kladou vajíčka mezi skupinu larev molice (Weeden et al. 1999). Vajíčka se líhnou zhruba čtyři dny po nakladení. Vylíhnutá larva parazitoida vykouše na spodní části těla larvy malý otvor, poté vstupuje do hostitele, kde zůstává tak dlouho, než se molice vysvlékne do posledního larválního stádia. Larva parazitoida uvolní trávicí enzymy a začíná konzumovat polotekutý obsah těla larvy molice. Nakonec se dospělý mšicovník vykouše ven z uhynulé molice (Psota & Kopta 2010).

Mezi *E. eremicus* a *E. formosa* je několik důležitých rozdílů. Za prvé se vývoj *E. eremicus* liší vývojem od *E. formosa*, u kterého probíhá celý vývojový cyklus uvnitř hostitele. Dalším rozdílem je, že *E. eremicus* napadá už druhý instar molice, kdežto *E. formosa* klade vajíčka až ve třetím instaru (Qiu et al. 2004).

Délka života dospělých samic je ovlivněna teplotou, ale také přítomností hostitele. Při průměrné teplotě 25 °C žije samička bez přítomnosti hostitele zhruba 18 dní, kdežto s hostitelem pouze zhruba 8 dní (Psota & Kopta 2010). U *E. eremicus* závisí životaschopnost na dostupnosti potravy. Tento parazitoid je schopný žít se i hemolymfou molice (Weeden et al. 1999).

Tato parazitická vosička se využívá na ochranu proti molicím, a to proti skleníkové a tabákové, stejně jako *E. formosa*. Aplikaci provádíme vyvěšováním papírových kartiček s parazitovanými pupáři, a to nejlépe v dávce 10–35 kusů pupáři na m² (Landa 2000).

Někteří výrobci dodávají mšicovníka *E. eremicus* ve směsi s mšicovníkem *E. mundus*. Přesto se z výzkumu parazitace molice skleníkové a bavlníkové, prováděný Greenbergem et al. 2002, zjistilo, že *E. eremicus* na rozdíl od *E. mundus* parazitoval oba druhy molice dostatečně efektivně. Na regulaci trásněnek tudíž postačí pouze aplikace *E. eremicus* (Greenberg 2002).



Obrázek 6: *Eretmocerus eremicus*

Zdroj: <https://user.mendelu.cz/xkopta/msicovnik2.html>

Heterorhabditis megidis

Jedná se o parazitickou hlístici z řádu Nematoda a čeledi Rhabditidae. Tato hlístice se využívá k ochraně proti larvám lalokonosců, především proti lalokonosci rýhovaném *Otiorrhynchus sulcatus* (Landa 2000).

Hlístice jsou velké asi 0,6 mm. Larvy invazního stadia se v půdě aktivně pohybují a čichem vyhledávají hostitele, do kterého se dostávají trávicím a dýchacím ústrojím. Napadené larvy zhruba do 48 hodin hynou. Dospělci hlístic se v těle mrtvého hostitele

pomnoží a dají základ další generaci. Poté se dále páří a produkují další generaci. Tento životní cyklus v hostiteli běží několik generací, dokud není zásoba potravy vyčerpána. O vyčerpání potravy jsou hlístice informovány hladinou metabolitů v roztoku uvnitř hostitele, a proto vytvoří odolné invazní larvy, které mrtvé tělo hostitele opustí a začnou si hledat dalšího hostitele v okolí. Jedna samice produkuje asi 1500 vajíček, ze kterých se líhnou larvy, a následně opouští hostitele a hledají nového (Landa 2000).

V našich podmínkách se moc často nepoužívají, ale i tak dokážou řešit mnoho problémů s půdními škůdci. Dokáží regulovat housenky osenic, larvy chroustů, lalokonosců, vrtulí, vrtalek, pilatek, mandelinky bramborové, třásněnky a mnoho dalších (Nermuť & Půža 2022).

Parazitickým hlísticím bohužel vadí intenzivní zpracování půdy, aplikace pesticidů a minerálních hnojiv. Nejlépe snáší organické hnojení. Pesticidy a hnojiva je obvykle nezabíjí, ale v dalších generacích můžou snižovat plodnost (Nermuť & Půža 2022).

Leptomastix dactylopii

Je to parazitická vosička z řádu Hymenoptera a čeledi Encyrtidae. Využívá se především na ochranu proti červci *Planococcus citri*. Vývoj jedné generace trvá zhruba 15 dnů, a to při teplotě 26 °C. Tohoto parazitoida aplikujeme vypouštěním dospělců v okrasných rostlinách, a to v dávce 1 až 8 kusů na m². Doplnkově se *L. dactylopii* využívá jako bioagens ke sluněčku *Cryptolaemus montrouzier*. Důvodem této kombinace je, že sluněčko ničí spíše kolonie, zatímco *L. dactylopii* vyhledává a zabíjí spíše jednotlivce (Landa 2000).

Samičky *L. dactylopii* mají okrovou až světle hnědou barvu a dlouhé světlé nohy. Mají dlouhá, štíhlá tykadla tmavé barvy a lomená tykadla, na kterých mají jednotlivé hladké články. Samečci mají tykadla rovná a mají na nich štětinky. Samečci jsou ve srovnání se samičkami menší a jsou o něco tmavší (Bohatá 2015).

Mezi příznaky poškození porostu patří výskyt parazitovaných mumií červců. Tyto mumie jsou žlutohnědé a postupně tmavnou, čímž poznáme účinnost parazitoida. Samice kladou vajíčka do tří nymfálních instarů a každý jedinec klade do jednoho jedince pouze jedno vajíčko. *L. dactylopii* je endoparazitoid, tudíž vývoj probíhá uvnitř hostitele. Samičky nakladou během svého života zhruba 300–400 vajíček. Vylíhlé larvy prochází přes čtyři larvální instary. Larva se živí obsahem hostitele, nakonec se kuklí. Na začátku je kukla výrazná, protože hostitel je stále pokryt voskovým povlakem. Postupně se voskový povrch červce tenčí a kukla začíná být viditelná. Na konci vývoje je kukla tmavě hnědé až černé barvy. Parazitované tělo červce je mumifikováno a vylíhlý parazitoid si vykouše kruhový výletový otvor v mumii, ze kterého se dostává ven z hostitele. Vývoj parazitoida je závislý na teplotě prostředí, například při nižších teplotách se vývoj výrazně prodlužuje. Optimální teplota vývoje je od 24 °C do 26 °C (Bohatá 2015).

Tato parazitická vosička se uplatňuje především ve sklenících a fóliovnících na plodové zelenině i okrasných rostlinách, podmínkou jsou uzavřené prostory, kde se udržují vhodné podmínky pro tohoto parazitoida. Nymfy mají na tykadlech čichové receptory, kterými ohledávají jednotlivé rostliny. Díky tomuto systému je vyhledávání účinné, i když se na rostlině vyskytuje málo početná populace červců. *L. dactylopii* se prodává v přípravku

buď ve formě již vylíhlých dospělců, nebo kukel v parazitovaných jedincích hostitele (Bohatá 2015).

Trichogramma evanescens

Je to velmi drobná parazitická vosička z řádu Hymenoptera a čeledi Trichogrammidae (Landa 2000). Tento druh se využívá od roku 1978, a to především v kukuřici proti zavíječi kukuřičnému (Lenteren 2008).

Velikost těla je zhruba 0,5 mm a rozpětí křídel dosahuje 1 mm. Drobná křídla jsou pokryta chloupky a tělo je nejširší v oblasti očí (Rod et al. 2005). Samička vyhledává čichem vajíčka motýlů. Parazitovaná vajíčka nesou chemickou stopu signalizující parazitaci (speciální hormony), čímž zajistí, aby do těchto vajíček již nebylo kladeno (Helyer et al. 2003). Vylíhlé larvy se živí vaječným obsahem a z vajíčka vylétá až okřídlený dospělec parazitické vosičky (Rod et al. 2005).

Vývoj vajíček larvy i kukly probíhá uvnitř vajíčka hostitele. Larva prochází třemi instary a živí se zárodkem housenky, která nakonec umírá. Takto parazitované hostitelské vajíčko poznáme od zdravého charakteristickým zčernáním. Pod teplotou 10 °C se vývoj zastavuje a larva setrvává uvnitř hostitelského vajíčka (Helyer et al. 2003). Hostitelské vajíčko opouští až dospělý jedinec. Dospělci se živí nektarem a pijí vodu. Samice se navíc živí drobnou kapičkou plnou bílkovin vznikající v místě vpichu kladélka. *T. evanescens* je partenogenetická, tudíž se její populace skládá výhradně ze samic. Celý vývoj trvá od naklazení vajíčka po vylíhnutí v závislosti na teplotě a hostiteli zhruba 7–20 dnů. Samice může za vhodných podmínek naklást během 5–14 dnů zhruba 70 vajíček (Psota & Kopta 2010).

Volně prodávané přípravky jsou ve formě polystyrenových kapslí, ve kterých jsou nalepená vajíčka zavíječe parazitovaných drobněnkami. Dále se tyto kapsle zavěšují do porostu nejlépe v období kladení vajíček škodlivého druhu motýla (Psota & Kopta 2010).



Obrázek 7: *Trichogramma evanescens*

Zdroj: <https://user.mendelu.cz/xkopta/drobnenka.html>

Steinernema feltiae

Jsou to parazitické hlístice z řádu Nematoda a čeledi Rhabditidae. Tyto parazitické hlístice jsou přirozenými predátory využívanými zejména k ochraně proti larvám smutnic *Sciaridae spp.* Parazitované larvy po napadení změni svoji barvu na světle šedou. Hlístice

se uvolňují z napadených larev a mohou parazitovat další zdravé larvy. Tento bioagens je využitelný v okrasných rostlinách, školkách okrasných rostlin a zelenině (Landa 2000).

Tyto parazitické hlístice aplikujeme z již připraveného roztoku. Substrát s invazními larvami hlístic a rostliny ošetřujeme brzo ráno, večer nebo když je zataženo, jelikož sluneční svit by je zničil. Teplota ošetřovaného substrátu musí být v rozmezí 15–25 °C, kdy je tato hlístice aktivní. Substrát musí být dostatečně vlhký, jelikož v suché půdě hlístice umírají. Hlístice vyhledávají hostitele a vstupují do něj přes dýchací nebo trávicí systém, tím hostitelé zabíjí. V mrtvých larvách se začnou množit a začnou hledat nového hostitele (Landa 2000).



Obrázek 8: Steinernema feltiae

Zdroj: <https://www.pbbase.com/>

3.7 Zásady používání prostředků biologické ochrany

Prvním předpokladem pro správné a úspěšné použití biologické ochrany je přesné určení škůdce. Důležité je znát jeho způsob života a soužití s rostlinami a živočichy, jeho škodlivost, rychlost rozmnožování a další faktory. Podstatná je také znalost optimálních podmínek pro jednotlivá bioagens. Důležité jsou faktory, jako je optimální teplota, vlhkost a další. Pokud je bioagens použit do nevhodného prostředí, nemusí být dosaženo požadovaného efektu. Musíme znát vztah mezi cílovým škůdcem a použitým bioagens, dále také jaké konkrétní stádium škůdce bioagens napadá. Poté jen stačí správné načasování aplikace bioagens. Bioagens mají nejlepší účinnost především při preventivním použití, tudíž je dobrá aplikace již při počátečním výskytu škůdce (Psota & Kopta 2010). Velmi důležitou funkci mají tzv. prahy škodlivosti, což je populační hodnota škůdce, při které se již začíná s opatřeními, aby se předešlo růstu populace škůdce nad hladinu škodlivosti. Z ekonomického hlediska je důležitá tzv. nejnižší populační hustota škůdce, při níž vzniká velké poškození rostliny, kdy je objem způsobené škody vyšší než náklady na zásah proti škůdci (Hrdý 1991). Pokud jsou již patrné škody a škůdce dosáhnul velké populační hustoty, je ochrana bioagens složitější (Psota & Kopta 2010).

Účinnost biologické ochrany bývá často snížena použitím nevhodného pesticidu v době, kdy je aplikováno bioagens. Vždy je nutné zvážit, zda je možné pesticid s daným bioagens použít. V dnešní době je mnoho přípravků na ochranu rostlin v ekologickém zemědělství, které nemají negativní efekt na živé bioagens. Také některé syntetické pesticidy jsou relativně selektivní a můžeme je s bioagens kombinovat. Popřípadě můžeme konzultovat

s dodavatelem bioagens, zda daný pesticid použít (Psota & Kopta 2010). Pokud je to možné, můžeme využít směs bioagens kolonizující kořeny, což může poskytnout lepší výsledky než jedno bioagens použité samostatně. V tomto případě se ale musí dávat pozor, aby jeden organismus negativně neovlivňoval další organismus (Harman a kol. 2004).

Podle Jiráčka (1990) se v posledních letech stále více zdůrazňuje význam tzv. nepřímé biologické ochrany. Dále popisuje biologickou ochranu, která vychází ze skutečnosti, že význam škodlivého organismu je určován souběžným výskytem, hustotou a účinností přirozeně se vyskytujících antagonistů jako hlavních regulátorů populací škůdců, patogenů a plevelů.

3.8 Využití biologické ochrany v různých kulturách

3.8.1 Skleníky

Používání biologické ochrany se nejvíce rozšířilo ve sklenících, a to především dle počtu využívaných druhů bioagens. Skleník poskytuje ideální podmínky pro biologickou ochranu. Je to dáno především stabilními a lehce regulovatelnými podmínkami prostředí (např. teplota, vlhkost vzduchu, půdy), relativně dlouhým trváním kultury a přesně vymezeným a uzavřeným prostorem, který brání bioagens opustit chráněné rostliny a přesouvat se z vnitřního prostředí do vnějšího, případně i naopak (Bagar 2003). Z takto uzavřeného systému nemohou přirození nepřátelé migrovat do okolí, díky čemuž je docílena vysoká účinnost těchto bioagens na regulaci populací škůdců. Negativní stránkou skleníku je, když se škůdce či patogeny dostanou do tohoto uzavřeného areálu dříve z okolního prostředí, než se stačí zajistit optimální podmínky. Pouze u pěstování v hydroponickém systému odpadá problém s patogeny přenosných půdou (Zídek & Ševčík 1992; Pultar 2003). V České republice se začala biologická ochrana ve sklenících uplatňovat začátkem osmdesátých let minulého století. Ve státech, jako je například Belgie, Nizozemsko, Francie, je biologická ochrana velmi rozšířena a zajišťují ji specializované firmy. Firma vyše technika, který zmapuje situaci přímo na místě, přiveze příslušného parazita a aplikuje ho do prostředí (Hofmanová 2003).

3.8.2 Sady a vinice

Sady a vinice jsou další vhodnou volbou pro použití biologické ochrany rostlin. Výhodou těchto kultur je zajištění dlouhodobého rovnovážného stavu mezi bioagens a organismem, který potřebujeme regulovat. Toto můžeme zajistit především kvůli dlouhodobému trvání těchto kultur na pozemku. Jako příklad nejčastějšího využití můžeme uvést dravého roztoče *Typhlodromus pyri* proti fytofágním roztočům, jako jsou svilušky a hálčivci. Dále se zde hojně využívají mikrobiální přípravky proti obalečům a dalším motýlím škůdcům, například viry granulózy proti obalečům a dalším housenkám. Sady a vinice jsou vhodnou podporou přirozeně se vyskytujících užitečných organismů ekosystému (Bagar 2003).

3.8.3 Polní plodiny

Polní plodiny jako další kultura, kde se využívá biologická ochrana rostlin, je relativně málo používaná. Tento fakt je dán především její rozlohou, málo stabilními podmínkami (teplota, vlhkost vzduchu a půdy), nestálostí porostu a poměrně krátkou dobou setrvání plodiny na daném stanovišti. Pro tyto faktory se uplatňuje biologická ochrana především inundativní metodou, kdy se přípravek aplikuje ve vysoké dávce a nepředpokládá se dlouhodobé působení na porost. V současné době se začíná více využívat biologické ochrany i v této oblasti, a to především kvůli efektivnosti, zlevňování metod a zlepšování aplikačních metod. V polních plodinách a na různých druzích zeleniny se dnes hojně používají parazitické chalcidky rodu *Trichogramma* proti zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*), můře bavlníkové (*Helicoverpa armigera*), můře zelné (*Mamestra brassicae*) a mnoha dalším. Na světě se využívá také mnoho preparátů proti původcům houbových chorob. Známy bioagens jsou *Trichoderma harzianum*, *Pythium oleyandrum* a další. Také se nově rozširuje použití houby *Coniothyrium minitans* proti hlízence obecné na řepce, slunečnici a náchylné zelenině (Bagar 2003).

3.9 Výhody a nevýhody biologické ochrany

Bioagens a jejich aktivita a účinnost jsou výrazně ovlivněny podmínkami prostředí. Mezi tyto podmínky patří vlhkost půdy a pH, nejvýznamnější limitující faktor je teplota. Pesticidy používané pro chemickou ochranu jsou mnohem méně ovlivňovány těmito faktory, což vysvětluje, proč je účinek biologických prostředků mnohem méně předvídatelný než účinek chemických prostředků, dále také proč je účinnost bioagens menší než účinnost klasických pesticidů (Baker & Scher 1987).

Účinnost biologické ochrany nepůsobí okamžitě, může chvíli trvat, než se dostaví potřebný efekt. Také nemá výrazné léčebné účinky, tudíž při vysokém infekčním tlaku často působí v porostu nedokonale a někdy se musí přejít ke konvenční ochraně. Biologická ochrana je výrazně více ovlivněna prostředím než chemický přípravek. Přesto má mnoho kritérií, která považujeme za významné výhody biologické ochrany. Nemají na rozdíl od pesticidů škodlivé účinky na teplotokrevné živočichy, nekontaminují podzemní vody ani potraviny, riziko rezistence je pro ně výrazně nižší, nezanechávají rezidua, neohrožují lidský život. Biologická ochrana je z ekonomického hlediska a ziskovosti nákladnější než klasické pesticidy, přesto nám z dlouhodobého hlediska přináší velký přínos pro společnost a životní prostředí (Bagar 2003; Baker & Scher 1987).

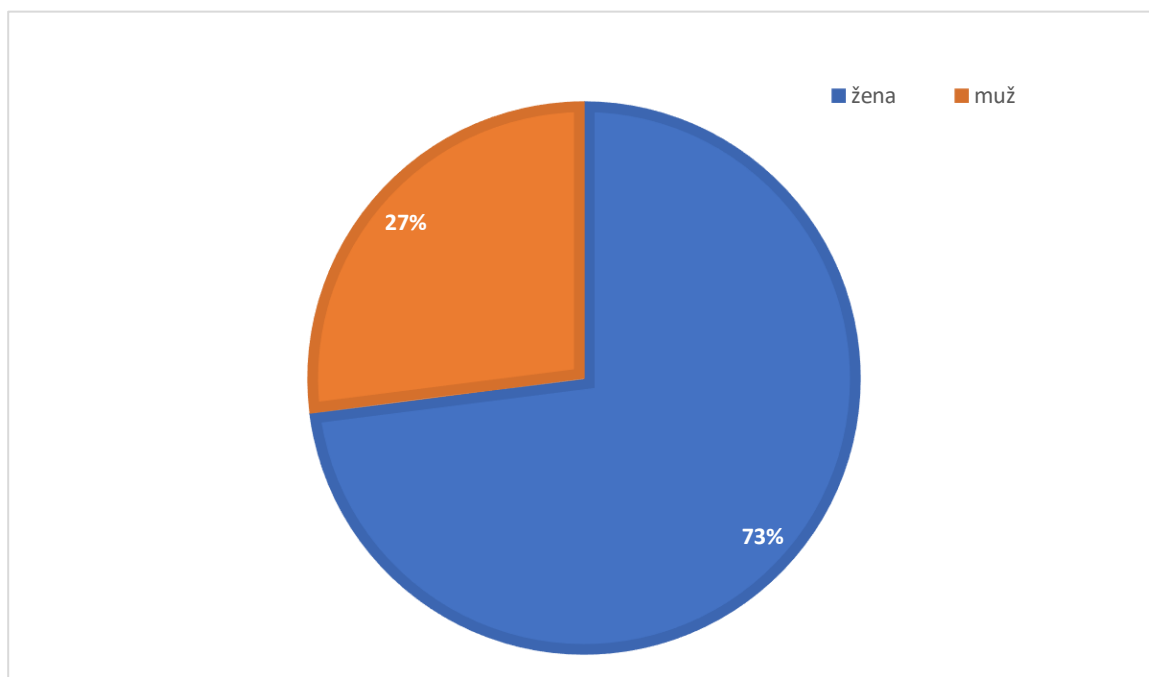
4 Praktická část

4.1 Dotazníkový průzkum

Cílem dotazníkového průzkumu bylo zjistit informovanost a názory studentů na ekologické zemědělství a způsoby ochrany rostlin pomocí parazitace. Otázky byly zvoleny uzavřené, na které se dalo odpovědět výběrem z několika možností, kde pouze jedna odpověď byla správná, nebo byly zvoleny otázky otevřené, kde bylo zapotřebí slovní odpovědi. Dotazování byli studenti z naší fakulty pomocí elektronického dotazníku, ale také osobně na fakultě. Celkový počet respondentů byl 112. V kapitole vyhodnocení dotazníků jsou jednotlivé otázky a grafická znázornění odpovědí respondentů. První dvě otázky jsou čistě informativní a zjišťují, o jakou skupinu respondentů se zhruba jedná. Další otázky se již zaměřují na téma.

4.2 Výsledky

Tvoje pohlaví?

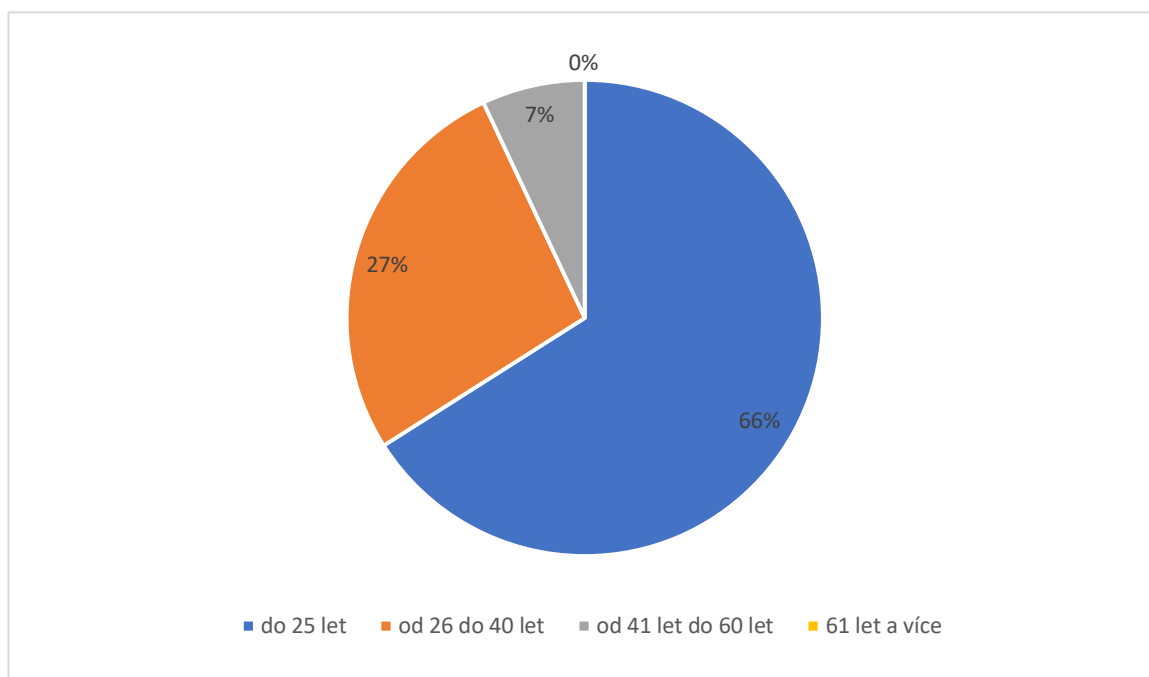


Graf 1: Tvoje pohlaví?

Zdroj: vlastní

V dotazníkovém šetření odpovídalo 61 % žen a 16 % mužů pomocí elektronického dotazníkového šetření. Osobně na fakultě bylo dotázáno 12 % žen a 11 % mužů. Tato otázka je pouze informativní.

Tvoje věková kategorie?

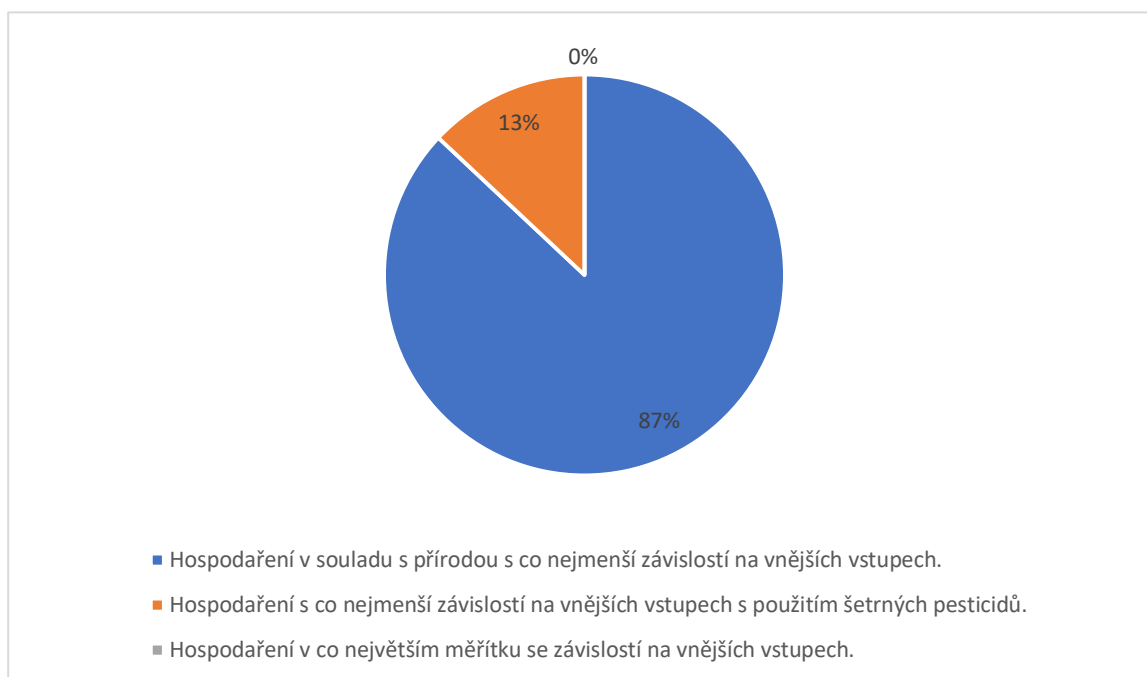


Graf 2: Tvoje věková kategorie?

Zdroj: vlastní

Nejvíce zastoupená věková kategorie byla do 25 let, tvořilo ji 59 respondentů. Druhá nejvíce zastoupená věková kategorie byla od 26 do 40 let, tu tvořilo 24 respondentů. Tato otázka je pouze informativní.

Hlavní idea ekologického zemědělství?

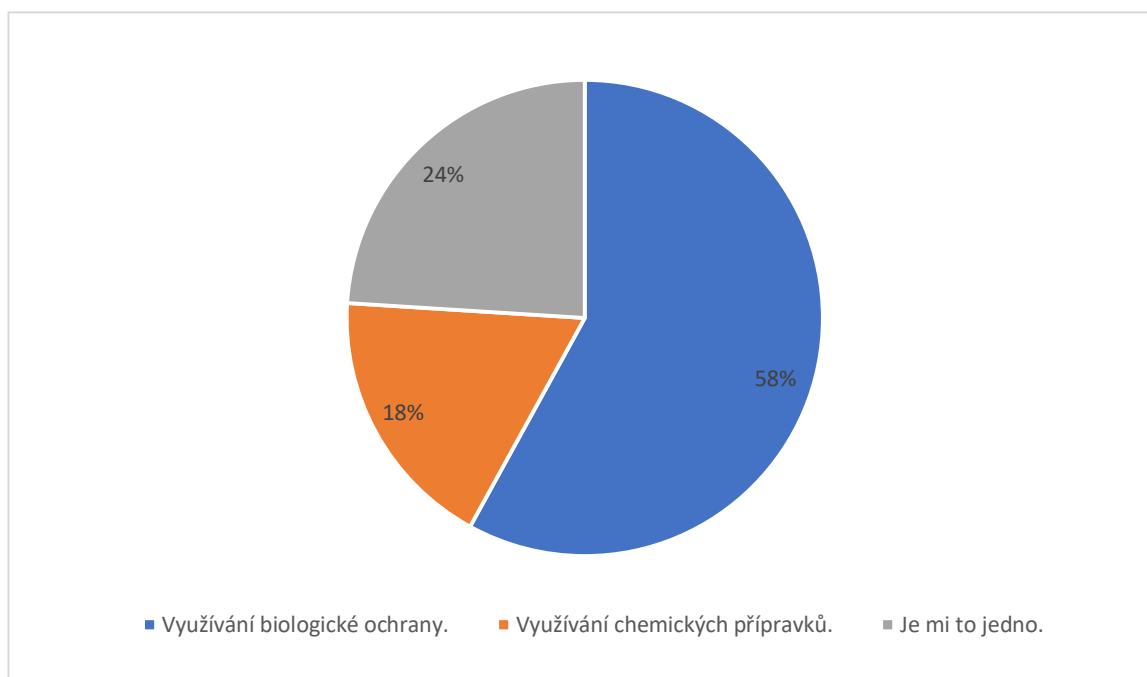


Graf 3: Hlavní idea ekologického zemědělství?

Zdroj: vlastní

Tato otázka měla zjistit povědomí o definici ekologického zemědělství. Většina respondentů věděla správnou odpověď, pouze 15 respondentů uvedlo špatnou odpověď. Po podrobnějším dotázání 23 % respondentů bylo zjištěno, že většina zařadila šetrné pesticidy do ekologického zemědělství, což byla příčina většiny špatných odpovědí. Nikdo nezaškrtnl odpověď hospodaření v co největším měřítku se závislostí na vnějších vstupech.

Jaký způsob ochrany porostu v zemědělství upřednostňuješ?

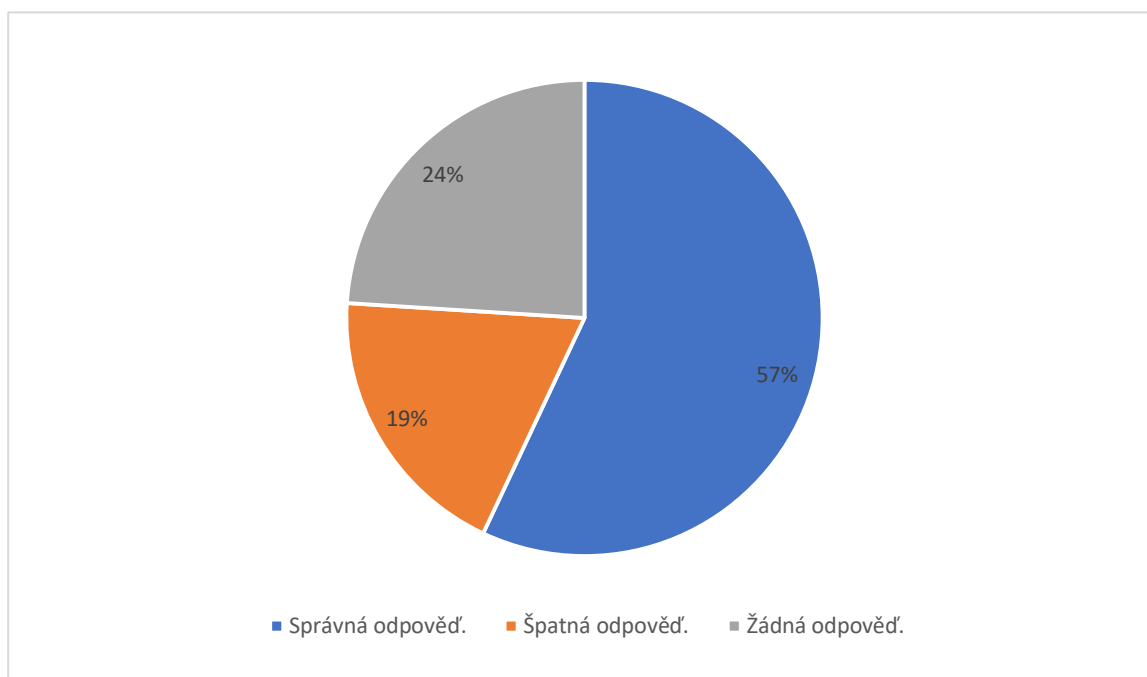


Graf 4: Jaký způsob ochrany porostu v zemědělství upřednostňuješ?

Zdroj: vlastní

Většina respondentů upřednostňuje ochranu rostlin v zemědělství pomocí biologické, šetrné ochrany. Respondenti uváděli nejčastěji jako důvod důležitost biologické ochrany postupně stoupající rezistence na chemické látky, udržitelnost k přirozeně fungujícímu ekosystému, zdravější krajina, úrodné a kvalitní půdy. Také uváděli nevyhnutelnost stoupajícího zájmu o biologickou ochranu kvůli zakazování potencionálně fungujících škodlivých látek nebiologického původu, s tím spojené snižování diverzity účinných látek, jehož důsledkem bude vznikat plošná rezistence. Zhruba 18 % respondentů upřednostňuje klasickou ochranu v zemědělství. Respondenti jako důvod uvedli, že biologická ochrana je příliš nákladná, ne však dostatečně produktivní. Tyto dotázání pracovali většinou pro větší zemědělské podniky, ve kterých užívají klasické pesticidy. Ostatní respondenti se nepřikláněli ani k jedné volbě biologické ochrany. Po dotázání to bylo především z důvodu, že v konečném produktu nevidí rozdíl a spíše se přiklání k levnějším potravinám.

Co si představuješ pod pojmem biologická ochrana pomocí parazitace?

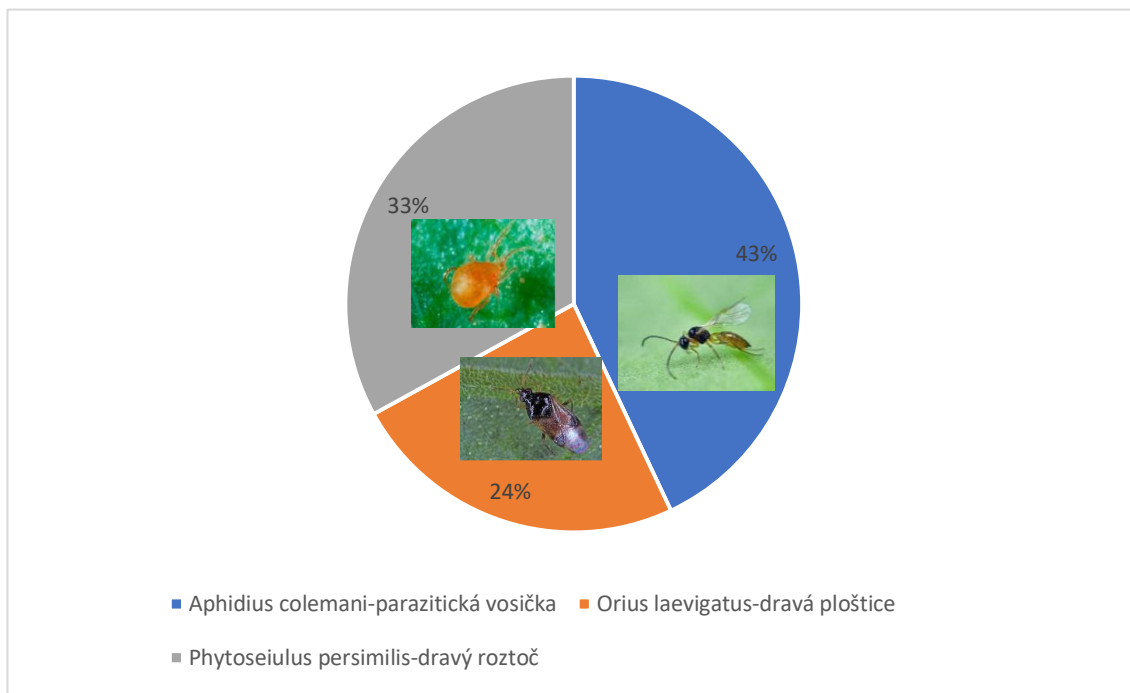


Graf 5: Co si představuješ pod pojmem biologická ochrana pomocí parazitace?

Zdroj: vlastní

Více než polovina respondentů napsala různými způsoby správnou odpověď. Někteří uvedli i parazitickou vosičku a 12 respondentů mělo s biologickou ochranou vlastní zkušenost na své zahradě. Tyto respondenti uvedli, že je tato ochrana poměrně náročná a není vždycky účinná. Zhruba čtvrtina respondentů napsala nebo uvedla, že neví, co si pod tímto pojmem představit. Zbytek respondentů odpověděl nesprávně, například že se jedná o používání šetrných pesticidů.

Který z těchto obrázků patří mezi parazitoidy a používá se za účelem biologické ochrany v zemědělství za pomoci parazitace?

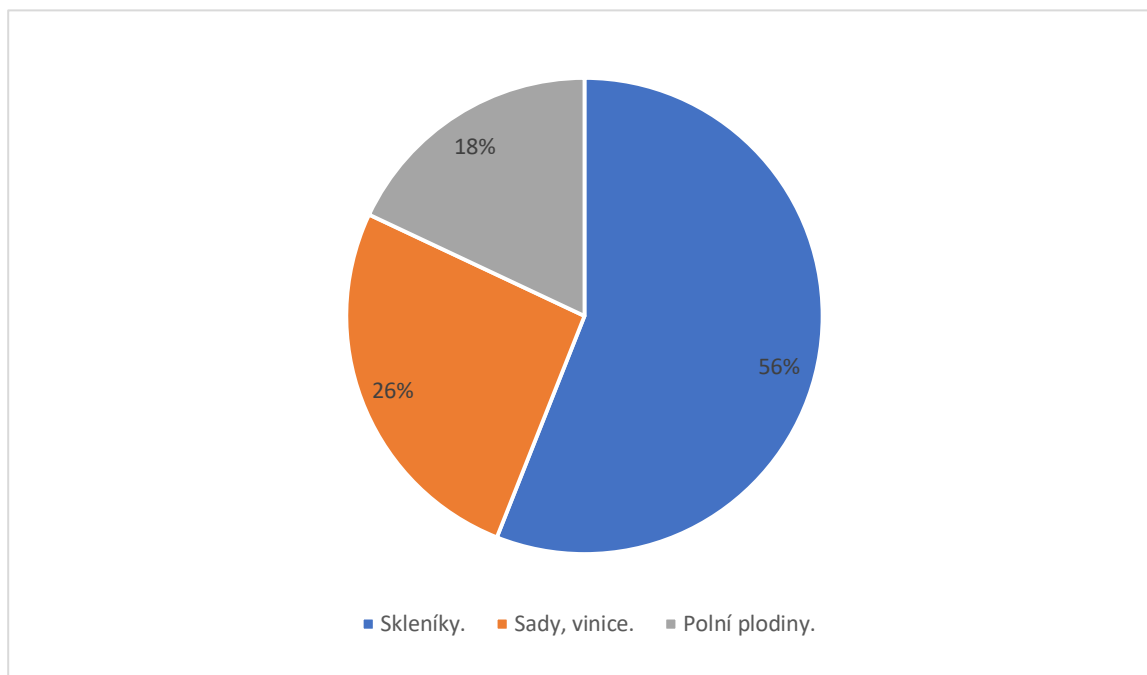


Graf 6: Který z těchto obrázků patří mezi parazitoidy a používá se za účelem biologické ochrany v zemědělství za pomoci parazitace?

Zdroj: vlastní

Parazitickou vosičku poznalo 48 respondentů, což byla správná odpověď. Dravého roztoče a dravou plošticu uvedlo zbytek respondentů. Tyto odpovědi byly špatné, jelikož jsou to zástupci biologické ochrany za pomoci predace nikoliv parazitace. Parazit je potravně i vývojově vázán na svého hostitele, zatímco predátor je vázán na svého hostitele pouze potravně, vývojem není vázán na svou oběť. Ústně dotazovaní respondenti většinou s odpovědí váhali a nebyli si jistí, jaký obrázek zvolit. Nicméně tato otázka byla složitá, zvláště pro ty, kteří nejsou ve stejném oboru studia. Přesto mě tato otázka mile překvapila většinou správných odpovědí.

V jaké kultuře se nejvíce využívá biologická ochrana?

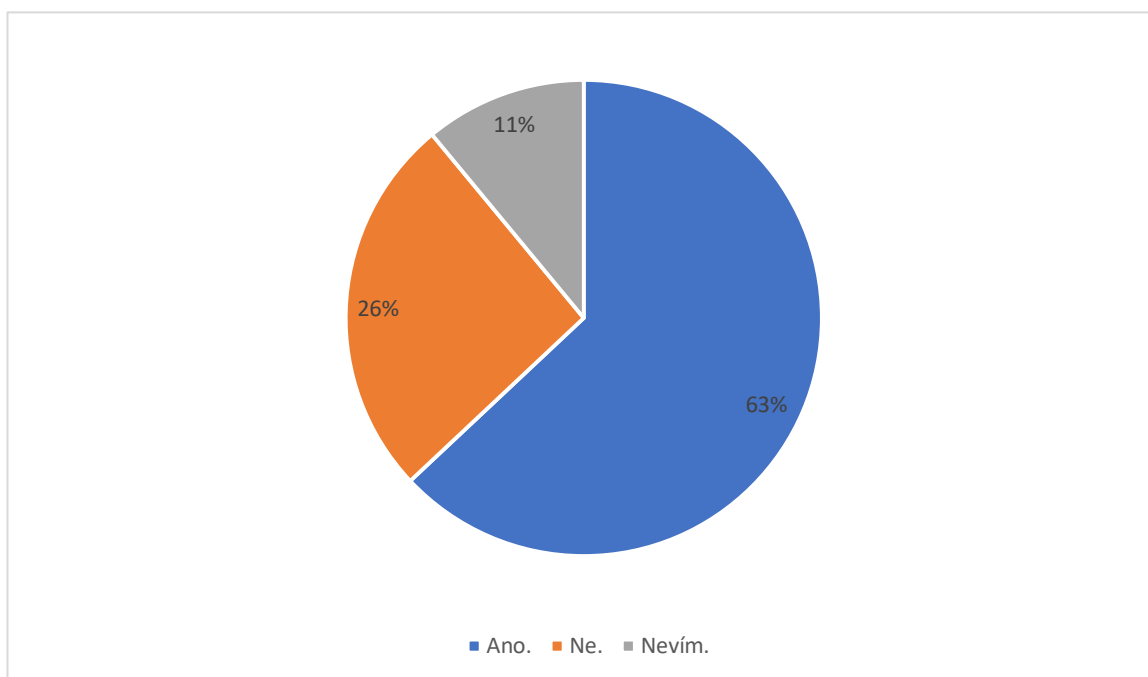


Graf 7: V jaké kultuře se nejvíce využívá biologická ochrana?

Zdroj: vlastní

Správnou odpověď uvedla více než půlka respondentů. Právě ve skleníku se nejlépe udržují správné podmínky pro biologickou ochranu, a tudíž se v těchto kulturách tento typ ochrany nejvíce a nejrychleji rozvíjí. Většina dotázaných odůvodnila správnou odpověď právě tímto argumentem. Po dotázání několik respondentů uvedlo, že odpověď pouze tipovali a nebyli si jistí odpovědí. Sady, vinice a polní plodiny uvedlo 44 % respondentů. Nejčastěji uváděli, že by tuto ochranu použili spíše na větší plochy.

Vidíš budoucnost v aplikaci biologické ochrany v zemědělství?



Graf 8: Vidíš budoucnost v aplikaci biologické ochrany v zemědělství?

Zdroj: vlastní

Nejvíce respondentů uvedlo, že je vhodné rozšiřovat takový typ zemědělství, ve kterém se minimalizuje nebo eliminuje použití pesticidů především kvůli dopadu na životní prostředí. Respondenti uváděli, že tento typ ochrany je vhodný spíše pro skleníky a v klasickém zemědělství může fungovat pouze doplňkově. Další respondenti řekli, že vidí v biologické ochraně budoucnost, ale pouze když se o ní budou snažit všichni, nikoliv jen někteří. Další uváděli, že biologická ochrana bude důsledek stálého zakazování chemické ochrany a jejich vznik rezistence. Skoro třicet respondentů uvedlo, že v biologické ochraně nevidí budoucnost, jelikož je náročná na aplikaci i po finanční stránce. Také uváděli, že někteří pěstitelé jsou konzervativní a obávají se nových metod. Zbytek respondentů uvedl, že nemá na tuto otázku názor.

5 Diskuze

Biologická ochrana je pojímána jednak v užším slova smyslu, tedy aplikace jednoho konkrétního bioagens proti jednomu škůdci, nebo v širším slova smyslu, tedy omezení tlaku chemických pesticidů na široké spektrum volně se vyskytujících parazitoidů náhradou chemických pesticidů biologickými prostředky. Vývoji biologických přípravků na ochranu rostlin je věnována pozornost od počátku minulého století a je mu věnováno čím dále více pozornosti kvůli trendu ochrany životního prostředí. U nás došlo ke zlepšení na trhu v posledních 15 letech. Stále je však pro profesionální uživatele výběr přípravků omezený, největší množství bioagens mají k dispozici drobní pěstitelé. Pro většinu pěstitelů je však obtížné se o přípravcích na biologickou ochranu dozvědět a také je správně aplikovat. Samotná aplikace není zrovna jednoduchá, pěstitel musí znát přesné podmínky, za kterých nasadit bioagens, především pak vybrat správný bioagens a správný čas aplikace. Při větším poškození porostu se může stát, že biologická ochrana selže a musí se nasadit klasická konvenční ochrana porostu. Největšího rozmachu biologické ochrany se podařilo ve sklenících, kde se nejnáze udržují podmínky pro vysazení bioagens. Právě pro tolik omezujících podmínek, jako je složitější aplikace a dražší cena, nebude zřejmě ještě nějakou dobu tento způsob ochrany tolik rozšířen jako klasická konvenční metoda.

Na konci své práce jsem vytvořila průzkum informovanosti o biologické ochraně pomocí parazitace. Respondenti byli studenti Zemědělské fakulty v Praze.

Domnívám se, že v praktické části se mi podařilo zjistit informovanost o biologické ochraně se zaměřením na parazitaci. Většina respondentů byly ženy ve věku do 25 let. Ženy spíše dávaly přednost biologické ochraně, zatímco muži se spíše přikláněli ke konvenčnímu zemědělství a biologickou ochranu brali spíše jako doplňkové řešení pro zahrádkáře a drobné pěstitelé. Studenti na otázky, co je myšlenkou ekologického zemědělství, z velké většiny odpověděli správně. Na otázku, jakému způsobu ochrany dávají přednost, zvolila více než polovina respondentů biologickou ochranu, necelých dvacet procent zvolilo ochranu chemickou. Někteří již dokonce biologickou ochranu aplikovali anebo se jí více zabývají. Několik dotázaných by rádo v budoucnosti aplikovalo tento způsob ochrany, problém nastává u aplikace, která není pro laika jednoduchá, záleží na mnoha faktorech. Pojem biologická ochrana pomocí parazitace umělo vysvětlit 57 % respondentů. Potíže byli pouze s výběrem obrázků a správným výběrem bioagens v rámci parazitace, kde většina po dotázání spíše tipovala. Další problém nastal při výběru správné odpovědi, v jaké kultuře se nejvíce využívá biologická ochrana. Tady mnozí také spíše tipovali a správnou odpověď zaškrtnulo něco málo přes polovinu respondentů. Biologická ochrana se nejvíce využívá ve sklenících, jelikož pouze v těchto kulturách můžeme udržet optimální podmínky pro vysazení bioagens. V České republice je zatím k dispozici biologická ochrana v plném rozsahu pouze pro révu vinnou, také se zlepšují možnosti ochrany ovocných dřevin. U polních plodin je tento typ ochrany omezený, ale je plně využitelný v ekologickém zemědělství. Právě proto je biologická ochrana stále nejvíce využívána ve sklenících.

Celkově mě moje dotazníkové šetření potěšilo kvůli většině správných odpovědí. Překvapením bylo, kolik procent respondentů zvolilo biologickou ochranu jako preferovaný

způsob ochrany, velmi potěšující bylo také velké množství správných definic biologické ochrany pomocí parazitace.

6 Závěr

Ekologické zemědělství zažívá rozmach, a to jak v celosvětovém měřítku, tak i v ČR, kde se dostává do povědomí široké veřejnosti. Současný trend hledání alternativ k syntetickým prostředkům v zemědělství pomáhá rozmachu těchto metod. Také problém globálního oteplování a ochrany životního prostředí přispívá k jinému smýšlení lidí, než tomu bylo v minulém století, čímž se zvyšuje bezpečnost a obhospodařovaná plocha pro ekologické zemědělství.

Cílem práce bylo přiblížit biologické postupy ochrany rostlin zaměřené na využití parazitace v ekologickém zemědělství. Objasněn byl pojem integrovaná ochrana rostlin, ekologické zemědělství a biologická ochrana. Následně byly představeny základní strategie v biologické ochraně. V těchto strategiích dochází buď k podpoře užitečných organizmů v daném prostředí, nebo se tyto organizmy vnášejí do prostředí. Práce objasnila pojem parazit a s ním spojené termíny ektoparazitoid, endoparazitoid, koinobiont a idiobiont, také pojem bioagens. Vybraní nejvýznamnější parazitoidy byli popsáni – *Aphidius colemani*, což je parazitická vosička hojně používaná na ochranu proti mšicím. Taktéž byly popsány podmínky pro nasazení bioagens, využívání biologické ochrany v různých kulturách s tím, že nejvíce efektivní jsou ve skleníkové kultuře, dále také výhody a nevýhody této ochrany. Nakonec byl doplněn průzkum o informovanosti studentů o ekologickém zemědělství a biologické ochraně. Výsledky průzkumu byly poměrně pozitivní, i když by v již zmíněných oblastech mohly být lepší.

Další problematika, která by mohla být předmětem navazující práce, je biologická ochrana se zaměřením na predaci či patogenní mikroorganismy.

7 Seznam použité literatury

- Askew RR, Shaw MR. 1986. Parasitoid communities: their size, structure and development. *Insect Parasitoids*. 13th Symposium of the Royal Entomological Society of London (eds J. Waage, D. Greathead), pages 225-263. Academic Press, London.
- Badalíková B, Bartlová J. 2014. Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. *Úroda* 12/2014. ISSN 0139-6013.
- Bagar M, Honěk A, Lukáš J, Pekár S et al. 2003. Predátoři a parazitoidi v biologické ochraně polních kultur, skleníků a skladovaných komodit: metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Baker R, Scher FM. 1987. Enhancing the activity of biological control agents, *In* Chet, I.: Innovative approaches to plant disease control, The Hebrew university of Jerusalem, Rehovot, Izrael.
- Bohatá A. 2014. Rostlinolékařský portál, mšicomaři. Available from: <http://užitečnéorganismy > mšicomaři >> (accessed September 2020).
- Bohatá A. 2015. Rostlinolékařský portál, Leptomastix dactylopii. Available from: <https://užitečné organismy > poskočilka >> (accessed November 2022).
- Značky kvalitních potravin-biopotraviny. 2020. Eagri. Available from: <https://eagri.cz/public/web/>
</mze/potraviny/znacky-kvality-potravin/biopotraviny/> (accessed Novembre 2022).
- Eggleton P, Gaston KJ. 1990. Parasitoid species and assemblages – convenient definitions or misleading compromises. *Oikos*, **59**:417-421. DOI: 10.2307/3545155.
- Commercially used biological control agents – Insecta, Hymenoptera (part I). 2008. EPPO. Available from: http://archives.eppo.org/EPPOStandards/biocontrol_web/hymenoptera1.htm (accessed July 2022).
- Frank SD. 2010. Biological control of arthropod pests using banker plant systems: Past progress and future directions. *Biological Control*, **52**:8–16.
- Gerber E, Schaffner U. 2016. Review of invertebrate biological control agents introduced into Europe. Boston, MA: CABI, pages 194.
- Greathead DJ, Waage JK. 1983. Opportunities for biological control of agricultural pests in developing countries. The World Bank, Washington, D. C.
- Greenberg, SM, Jones, WA, Liu T. 2002. Interactions Among Two Species of Eretmocerus (Hymenoptera: Aphelinidae), Two Species of Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae), and Tomato. *Environ. Entomol.*, **31**:397-402.
- Harman GE, Howell ChR, Vitebro A, Chet I, Lorito M. 2004. Trichoderma species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature reviews microbiology*, **5**(2):43-56. ISSN 1740–1526.
- Helyer N, Brown K, Cattlin ND. 2003. Biological control in plant protection. Manson publishing, London. Page 126. DOI: 10.1201/b16042.
- Hluchý M, Zacharda M. 1994. Prostředky a systémy biologické ochrany rostlin. Brno, Biocont Laboratory, Page 80.

- Hoddle MS, van Driesche RG, Sanderson JP. 1998. Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. *Annu. Rev. Entomol.*, **43**: 645-669.
- Hofmanová D. 2003. Predátoři a parazitoide v ochraně rostlin, Úroda, Profi press, Praha. Available from <http://uroda.cz/predatori-a-parazitoide-v-ochrane-rostlin/> (accessed September 2022).
- Hrdý I. 1991. Biopesticidy v zemědělství. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha.
- Hu JS, Gelman DB, Blackburn MB. 2002. Growth and Development of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) in the Greenhouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae): Effect of Host Age. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* **49**:125–136.
- Jirátko, J. (1990): Biologická ochrana rostlin-možnosti a perspektivy, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha.
- Kovářiková K. 2019. Bioagens ochrany rostlin. *Zahradnictví* **18**:20-22. Available from <https://zahradaweb.cz/bioagens-v-ochrane-rostlin/> (accessed November 2022).
- Kreuter ML. 2002. Biologická ochrana rostlin: přirozená obrana proti škůdcům a chorobám. Rebo Productions, Čestlice.
- Landa Z. 2000. Biologická ochrana rostlin. Available from <http://rl.zf.jcu.cz/docs/ruzne/ruz-biologicka-ochra-20ef1e9eba.pdf> (accessed November 2022).
- Lenteren van JC. 2003. Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedure. CABI Publishing, Wallingford. 327 pages.
- Lenteren JC. 2008. IOBC Internet Book of Biological Control. Available from <http://www.unipa.it/iobc/download/IOBC%20InternetBookBiCoVersion5January2008.pdf>. (accessed November 2022).
- Lom J. 1995. Wolbachia, o složitosti parazitohostitelských vztahů. *Vesmír* **74**(12):667.
- Manandhar R, Wright MG. 2015. Enhancing biological control of corn earworm, *Helicoverpa zea* and thrips through habitat management and inundative release of *Trichogramma pretiosum* in corn cropping systems. *Biological Control*, **89**:84-90.
- Matthew JWC, van Lenteren JC, Brodeur J et al. 2010. Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control *BioControl*, **55**(2):199–218.
- McPartland MJ, Clarke RC, Watson DP. 2000. Hemp Diseases and Pest: Management and biological control. CABI Publishing, Wallingford. 272 pages.
- Memmott J, Godfray HCJ & Bolton B. 1993. Predation and parasitism in a tropical herbivore community. *Ecological Entomology*, **18**:348-352.
- Nafiu BS, Dong H, Cong B. 2014. Principles of biological control in integrated pest management. *International Journal of Applied Research and Technology*, **3**(11): 104-106.
- Navrátilová M. 2019. Možnosti využití biopesticidů v zemědělské produkci ČR. *Agromanuál* **2019**:90-93.
- Nermuť J, Půža V. 2022. Parazitická hlístice v ochraně rostlin. *Agromanuál.cz*.. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/paraziticke-hlistice-v-ochrane-rostlin-ii-entomopatogenni-hlistice> (accessed December 2022).

- Omkar O, Kumar B. 2016. Biocontrol of Insect Pests. In: Omkar O. (Ed.): Ecofriendly pest management for food security. Elsevier Inc., Academic Press, pages 25-61.
- Osborne LS, Landa Z, Taylor DJ, Tyson RV. 2005. Using banker plants to control insects in greenhouses vegetables. Proc. Fla. State Hort. Soc., **118**:127-128.
- Prokinová E. 2017. Využití biologické ochrany rostlin v systému ekologického pěstování plodin. Agromanuál **2017**:36-39.
- Psota V, Kopta T. 2010. Bioagens: současné prostředky biologické ochrany. Available from parazitoidi.pdf (mendelu.cz) (accessed July 2022).
- Pultar O. 2003. Základní metodiky použití biologické ochrany rostlin v temperovaných prostorách. In: Honěk A, Martinková Z, Stejskal V. (Eds.): Predátoři a parazitoidi v biologické ochraně polních kultur, skleníků, a skladovaných komodit. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, pages 18-35.
- Qiu YT, Lenteren van JC, Drost YC, Posthuma-Doodeman CJAM. 2004. Life-history parameters of Encarsia formosa, Eretmocerus eremicus and E. mundus, aphelinid parasitoids of Bemisia argentifolii (Hemiptera: Aleyrodidae) Eur. J. Entomol., **101**: 83-94.
- Rod J, Hluchý M, Zavadil K, Prášil, J, Somssich I, Zacharda M. 2005. Obrazový atlas chorob a škůdců zeleniny střední Evropy: Ochrana zeleniny v integrované produkci včetně prostředků biologické ochrany rostlin. Brno, Biocont Laboratory, 392 pages.
- Rott AS, Godfray HCJ. 2000. The structure of a leafminer-parasitoid community. Journal of Animal Ecology, **69**:274-289.
- Smolińska U., Kowalska B. (2018): Biological control of the soil-borne fungal pathogen Sclerotinia sclerotiorum—a review. Journal of Plant Pathology, 100(1):1-12.
- Speyer ER. 1929. The greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). J. R. Hort. Soc., **1**:181-192.
- Speyer ER. 1930. Biological control of the greenhouse whitefly. Nature, **76**: 1009-1010.
- Seznam povolených přípravků. 2010. Available from [http://www.srs.cz/pls1/pp_public/rpg10a\\$.startup](http://www.srs.cz/pls1/pp_public/rpg10a$.startup) (accessed April 2022).
- Sugimoto T, Minkenbergh OPJM, Takabayashi J, Dicke M & Lenteren van JC. 1990. Foraging for patchily-distributed leaf miners by the parasitic wasp, *Dacnusa sibirica*. Res. Popul. Ecol., **32**: 381-389.
- Šarapatka B, Urban J. et. al. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. Šumperk: PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců.
- Šarapatka B, Niggli U. 2008. Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Šefrová H. 2006. Rostlinolékařská entomologie. Konvoj, Brno.
- Tichá K. 2001. Biologická ochrana rostlin. Grada, Praha.
- Van Lenteren JC. 2000. Success in Biological Control of Arthropods by Augmentation of Natural Enemies. Pages 77-103 in Gurr G, Wratten, editors. Biological Control: Measures of Success, Springer, Dordrecht.
- Weeden CR, Shelton AM, Hoffman MP. 1999. Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America. Available from <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/> (accessed March 2022).

- Xiao Y, Chen J, Cantliffe D, McKenzie C, Houben K, Osborne LS. 2011. Establishment of papaya banker plant system for parasitoid, *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) against *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in greenhouse tomato production. *Biological control*, **58**:239–247.
- Zchori-Fein E, Roush RT, Hunter MS. 1992. Male production induced by antibiotic treatment in *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae), an asexual species. *Experientia* **48**:102-105.
- Zídek T, Ševčík V. 1992. *Nechemická ochrana rostlin*, Zemědělské nakladatelství Brázda, page 106.
- Zolnerowich G, Rose M. 2008. The Genus *Eretmocerus*. In: Gould J, Hoelmer K, Goolsby J. (Eds.): *Classical Biological Control of Bemisia tabaci in the United States – A Review of Interagency Research and Implementation*. Springer Netherlands, pages 89–109.