

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Působení a využitelnost biologicky aktivních látek
v systému ekologické zemědělství**

Bakalářská práce

Autor práce: Jan Frič

Obor studia: Pěstování rostlin

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

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Působení a využitelnost biologicky aktivních látek v systému ekologické zemědělství" jsem vypracoval 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 autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za veškerou trpělivost, odbornost a ochotu při vedení této práce.

Působení a využitelnost biologicky aktivních látek v systému ekologické zemědělství

Souhrn

Vzhledem ke stále se zvětšujícímu portfoliu možných biopesticidních látek je tato práce zaměřena na botanické pesticidní látky využitelné pro ochranu rostlin a rostlinných produktů, tedy fytochemikálie použitelné v ekologickém zemědělství. Látky živočišného či mikrobiálního původu jsou zde jen letmo zmíněny. Jde o výčet a popis látek včetně jejich využití a zařazení dle cílení na určité škůdce. Jde tedy o insekticidy, baktericidy, fungicidy, nematocidy a herbicidy. Dále je zde zmíněna skupina látek regulujících růst rostlin. Látky byly vybrány podle jejich významnosti, ať již historické, nebo jejich skutečné účinnosti. Jedná se jak o látky velmi prozkoumané, tak i látky novější, nebo substance méně participované ve výzkumech. Zaměření je však hlavně na využití v polním zemědělství, méně i ve sklenicích, ale hlavně proti škůdcům brambor, jako jsou mandelinka bramborová *Leptinotarsa decemlineata*, hlístice *Nematoda* a původci hnilob bramboru. Látky nemají vždy legislativní kontext. Jde tedy o látky zakázané, nepovolené i povolené.

Klíčová slova: rostlinné extrakty, biopesticidy, ekologické zemědělství, ochrana porostů

Impact and usability of biologically active substances in organic farming

Summary

Due to the growing portfolio of possible biopesticides, this work is focused on botanical pesticides usable in plant protection, i.e. phytochemicals that can be used in organic farming. Substances of animal or microbial origin are only little mentioned. It is a listing and description of substances, including their use, classified by certain targeted pests: insecticides, bactericides, fungicides, nematocides and herbicides. Further, there is mentioned a group of plant growth regulators. The substances were selected according to their significance, whether historical or their actual effectiveness. These are substances that are very well researched, as well as newer substances or substances less involved in the research. However, the focus is primary on the use in field farming, less in greenhouses, but mainly for potato pests such as potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*, nematodes and potato rot. Substances do not always have a legislative context. These are substances prohibited, unauthorized or permitted.

Keywords: plant extracts, biopesticides, organic farming, plant protection

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce.....	2
3 Literární rešerše.....	3
3.1 Botanické pesticidy v EZ a jejich legislativa.....	3
3.2 Pesticidní rostlinné látky a jejich konkrétní využití.....	8
3.2.1 Spotřeba a využití biopesticidů v ČR.....	8
3.2.2 Insekticidy.....	10
3.2.2.1 anabasin.....	10
3.2.2.2 azadirachtin.....	11
3.2.2.3 capsaicin.....	13
3.2.2.4 nikotin.....	14
3.2.2.5 pyrethriny.....	15
3.2.2.6 sabadilla.....	16
3.2.2.7 thymol.....	16
3.2.2.8 fenykl obecný <i>Foeniculum vulgare</i> Mill. - EO	17
3.2.2.9 kaleda lysá <i>Pongamia pinnata</i> (L.) Pierre - EO	18
3.2.2.10 pepřovník černý <i>Piper nigrum</i> L. - výtažky	18
3.2.2.11 <i>Ryania speciosa</i> M. Vahl - výtažky	19
3.2.2.12 řepka jarní <i>Brassica napus</i> L. - EO	20
3.2.2.13 sója luštinatá <i>Glycine max</i> (L.) Merr. - EO	21
3.2.3 Baktericidy.....	21
3.2.3.1 Kofein.....	21
3.2.3.2 <i>Carum</i> L. spp. – EO	22
3.2.3.3 kopřiva <i>Urtica</i> L. spp. – výtažky	22
3.2.3.4 kukuřice <i>Zea</i> L. spp. - peptidy ze zrn	23
3.2.3.5 lilek brambor <i>Solanum tuberosum</i> L. - peptidy a inhibitory z hlíz . 23	
3.2.3.6 měsíček <i>Calendula</i> L. spp – výtažky	24
3.2.3.7 <i>Mikania micrantha</i> Kunth – výtažky	24
3.2.3.8 Olivovník <i>Olea</i> L. spp. - OWSA	25
3.2.3.9 ožanka polejová <i>Teucrium polium</i> L. – výtažky	26
3.2.3.10 pepř růžový <i>Schinus molle</i> L. – EO	26

3.2.3.11	rajčenka řepovitá <i>Solanum betaceum</i> Cav. (syn.: <i>Cyphomandra betacea</i>) - Inhibiční protein	27
3.2.3.12	<i>Skimmia anquetilia</i> N. P. Taylor & Airy Shaw – výtažky	27
3.2.3.13	špenát setý <i>Spinacia oleracea</i> L. - antimikrobiální peptidy	28
3.2.3.14	trnovník akát <i>Robinia pseudoacacia</i> L. - peptid ze semen	28
3.2.4	Víceúčelové a ostatní rostlinné látky	29
3.2.4.1	jojobový olej	29
3.2.4.2	mastné kyseliny rostlin a draselná mýdla	29
3.2.4.3	porfyriny	31
3.2.4.4	rotenon	31
3.2.4.5	řasy <i>Algae</i> - výtažky	32
3.2.5	Fungicidy	33
3.2.5.1	Eugenol.....	33
3.2.5.2	křídlatka sachalinská <i>R. sachalinensis</i> (F. Schmidt) Nakai - výtažky	34
3.2.5.3	přesličky <i>Equisetum</i> spp. - výtažky	35
3.2.5.4	<i>Ruta chalepensis</i> L. - EO	36
3.2.6	Nematocidy	36
3.2.6.1	DMDP.....	37
3.2.6.2	česnek kuchyňský <i>Allium sativum</i> L. - výtažky	37
3.2.7	Regulátory růstu rostlin	38
3.2.7.1	giberelová kyselina	38
3.2.7.2	pinolen	39
3.2.7.3	zeatin.....	41
3.2.8	Herbicidy	41
3.2.8.1	beta-pinen	43
4	Závěr.....	45
5	Seznam literatury a ostatních zdrojů	46

1 Úvod

Zvyšující se počet přípravků, na ochranu rostlin s konkrétním využitím, vyústilo v rozvoji rezistence v široké škále škůdců, chorob a plevelů.

Použití přírodních produktů; feromonů, živých systémů, hmyzích predátorů, parazitů a rozvoj transgenoz rostlin v integrované ochraně rostlin, je sledáno jako cenná strategie ke zpomalení rozvoje rezistence, a díky tomu tak zlepšit hodnotu a životnost mnoha látek na ochranu rostlin při zachování úrovně ochrany proti chorobám, plevelům a škůdcům, které požaduje pěstitel. Příčina úspěchu tohoto přístupu je snížená schopnost škodlivých organismů rozvíjet mechanismy detoxikace proti přírodním produktům nebo například předejití pozornosti živých organismů z přípravků bioagens. Je pravděpodobné, že se biopesticidy budou v rámci strategií ochrany rostlin využívat stále častěji, a to i v důsledku jediných možných chemických a biologických vstupů v ekologickém zemědělství a stále se zužujících možností syntetických vstupů do konvenčně pěstovaných plodin.

2 Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit současný stav a možnosti efektivního využití biologicky aktivních látek využitelných v systému ekologického zemědělství. Setřídít přínosy a negativa těchto látek při použití u jednotlivých plodin. Podrobněji charakterizovat způsob a postup aplikace vybraných biologicky aktivních látek a zhodnotit jejich konkrétní přínosy v porostech brambor.

3 Literární rešerše

3.1 Botanické pesticidy v EZ a jejich legislativa

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1185/2009 o statistice pesticidů rozděluje pesticidy do dvou skupin:

I. **přípravky na ochranu rostlin**, jak jsou definovány v čl. 2 odst. 1 nařízení (ES) č. 1107/2009:

Odstavec vymezuje definici na přípravky v podobě, v níž jsou dodávány uživateli, obsahují účinné látky, safenery nebo synergenty, nebo jsou z nich složeny a které jsou určeny pro některé z těchto použití:

- a. **ochrana rostlin či rostlinných produktů** před všemi škodlivými organismy či ochrana před působením těchto organismů, ledaže jsou hlavním důvodem použití těchto přípravků spíše hygienické účely než ochrana rostlin či rostlinných produktů;
- b. **ovlivňování životních procesů rostlin**, například jako látky ovlivňující růst, avšak jinak než jako živiny;
- c. **uchovávání rostlinných produktů**, pokud se na tyto látky nebo produkty nevztahují zvláštní předpisy Společenství o konzervantech;
- d. **ničení nežádoucích rostlin či částí rostlin s výjimkou řas**, pokud přípravky nejsou aplikovány na půdu nebo na vodu k ochraně rostlin;
- e. **regulace nebo prevence nežádoucího růstu rostlin s výjimkou řas**, pokud přípravky nejsou aplikovány na půdu nebo na vodu k ochraně rostlin.

II. **biocidní přípravky**, jak jsou definovány v čl. 3 odst. 1 Nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) č. 528/2012:

- a. Jakákoli látka nebo směs ve formě, v jaké se dodává uživateli, skládající se z jedné nebo více účinných látek nebo tuto látku (tyto látky) obsahující nebo vytvářející, určené k ničení, odpuzování a zneškodňování jakéhokoliv škodlivého organismu, k zabránění působení tohoto organismu nebo dosažení jiného regulačního účinku na tento organismus jakýmkoliv způsobem jiným než pouhým fyzickým nebo mechanickým působením.

- b. Jakákoli látka nebo směs vytvořená z látek nebo směsí, na které se nevztahuje první odrážka, použité s úmyslem zničení, odpuzování a zneškodňování jakéhokoliv škodlivého organismu, k zabránění působení tohoto organismu nebo dosažení jiného regulačního účinku na škodlivý organismus jakýmkoliv jiným způsobem než pouhým fyzickým nebo mechanickým působením;

Ošetřený předmět, který má primární biocidní funkci, se považuje za biocidní přípravek.

Z výše uvedeného rozdělení vyplývá, že biocidní přípravky nemohou být použity pro stejné účely jako přípravky na ochranu rostlin nebo rostlinných produktů, a to ani v případě, že by měly stejné účinné látky. A naopak přípravky na ochranu rostlin se nemohou používat v prostorách určených pro rostliny a rostlinné produkty v tzv. komunálních prostorách.

Vzhledem k tomu, že Nařízení Rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci, označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2092/91 přísně omezuje použití vnějších vstupů, a nadále tak i syntetických chemických látek na případy v nichž:

1. Neexistují vhodné postupy řízení a vnější vstupy z ekologické produkce
2. Přírodní látky nebo látky z nich odvozené a minerální hnojiva s nízkou rozpustností nejsou na trhu dostupné, nebo přispívají k nepříjemným dopadům na životní prostředí

jsou tak hlavními použitelnými chemickými preparáty v ekologickém zemědělství k ochraně rostlin biopesticidy a biocidní přípravky biologického původu.

Výjimku tvoří anorganické přípravky na bázi jednotlivých prvků, jako jsou síra a měď, popřípadě jejich anorganické sloučeniny, které se v EZ používají smějí, avšak také s omezením, jako například právě u mědi (Hrudová, 2015).

V mnoha zemích jsou měďnaté fungicidy povoleny pro kontrolu škodlivých ničitelů jako jsou plíseň bramborová, plíseň révová, nebo například choroby Tsigatoka banánů. V jiných zemích mohou být aplikovány fungicidy na bázi mědi jenom v letech mimořádného nátlaku chorob, a to po získání výjimky. Nicméně dopad mědi na životní prostředí může být signifikantní vzhledem k jejímu širokému spektru a tendenci akumulovat se v půdě. Celosvětový svaz zastřešující hnutí ekologického zemědělství IFOAM tak usiluje o kompletní zákaz měďnatých fungicidů. Fungicidy na bázi síry jsou též široce používány na kontrolu plísní (Finckh et al., 2015). Počet aplikací sirných fungicidů může dokonce překročit ty se syntetickým základem, ale jejich dopad na životní prostředí bude i tak nižší (Peppelman et al., 2004).

Látky povolené v přípravcích pro ochranu rostlin v ekologickém zemědělství jsou obsaženy a regulovány ve stále se měnícím seznamu účinných látek v Přílohách I. – IX. Nařízení Komise (ES) č. 889/2008, kterými se ekologický zemědělec musí řídit. Povolené přípravky včetně biologické ochrany pak musejí být registrovány Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZUZ). Povolené přípravky jsou jedenkrát denně aktualizované a dostupné z <http://eagri.cz> (Dvorský et Urban, 2014).

V USA bylo v roce 2011 registrováno okolo 50 botanických aktivních sloučenin určených k ochraně rostlin. Jenom 11 jich bylo registrováno v Evropské Unii. Botanické pesticidy v zahraničí známé často jako „botanicals“ mají současně limitovaný trh, pravděpodobně kvůli nízké efektivnosti výrobků a velkých nákladů na hromadnou výrobu ve srovnání se syntetickými protějšky. V rozvinutých zemích tak mají tendenci být využívány hlavně v ekologickém zemědělství. Příkladem můžou být semena Zederachu indického, kde k vyrobení insekticidu, potřebného k ošetření 1 hektaru země, potřebujete 10-30 kg semen. Cena ošetření tak vyjde na 5-20 dolarů za hektar (Bailey, 2012).

Vzhledem k maloobchodní ceně přípravku NeemAzal-T/S, např. z e-shopu B I O A G E N S (2018): 1773,00 Kč vč. DPH a dávkováním v porostu brambor proti mandelinkám: 2,5 l/ha z Katalogu přípravků na ochranu rostlin (2016), vychází cena ošetření pro jednu dávku 4262,5 Kč. Při porovnání s cenou 5-20 dolarů měl tedy zřejmě Bailey (2012) na mysli cenu pouze semen bez výrobní technologie potřebnou k získání extraktu z těchto semen.

Přírodní pesticidní produkty jsou alternativami pro formule syntetického původu, avšak bez nutnosti být méně toxické například pro člověka. Některé nejvíce smrtící, rychle působící toxiny a potencionální karcinogeny jsou přírodního původu (Regnault-Roger et al., 2005). Biopesticidy jsou však méně toxické pro půdu a životní prostředí v porovnání s konvenčními přípravky. Jsou náchylné k rychlé biodegradaci, jsou více cílené na určené škůdce a díky způsobu „ovlivňování namísto vymýcení“ udržují ekologickou rovnováhu. S výše uvedenými pozitivami se paradoxně pojí i negativa v souvislosti s krátkou dobou „životnosti“ a tedy působení na poli, úzkým spektrem účinnosti a pomalejší mírou likvidace škůdců a jiných škodlivých ničitelů (Finckh et al., 2015).

Přírodně se vyskytující nebo derivované látky z žijících organismů používané k ochraně rostlin tedy spadají do kategorie biopesticidy. Ty zahrnují mikrobiální produkty aktivní proti mikrobiálním a virovým škůdcům, biochemické komponenty získané z různorodých organismů (například hmyzu, rostlin, feromonů) a geneticky modifikovaných rostlin s obrannými prostředky (Grumezescu, 2017).

Hrudová (2015) rozdělila biopesticidy dle původu pesticidní látky, nebo organismu na:

- mikrobiální pesticidy obsahující viry, bakterie a jim podobné organismy
- biochemické pesticidy přirozeně se vyskytující zahrnující rostlinné extrakty, feromony a živočišné látky
- obranné prostředky rostlin, které vznikají vloženou genetickou informací do rostliny

Tato práce se detailněji věnuje právě biologicky aktivním látkám rostlinného původu zejména přirozeně se vyskytujících, použitelných k ochraně rostlin neboli botanickým pesticidům. Ty definují Regnault-Roger et al., (2005) jako přirozeně vyskytující se chemikálie extrahované z rostlin.

Rostlinné extrakty jsou v přípravcích povoleny jako přírodní, nejsou-li přimíchány do synergentů nebo nosičů založených na ropě. V současné době jsou používány jen vzácně a primárně jako insekticidy (Finckh et al., 2015).

Pavela (2011) dělí botanické pesticidy (BP) do tří skupin, hlavně dle časového hlediska, které následně charakterizuje:

- BP první generace
- BP druhé generace
- BP třetí generace

První skupině náleží historicky nejstarší, většinou neselektivní, používané pesticidy. Druhé pak selektivní, enviromentálně a zdravotně bezpečnější látky a do třetí nejnovější přípravky obvykle nezpůsobující přímou mortalitu jako repelenty, deterenty a jiné. Sarwar (2015a) přidává ještě jednu skupinu tzv. syntetických pesticidů druhé generace, které vycházejí ze snahy napodobení a následné syntetizace molekul dle první generace jako např. syntetické pyrethroidy, které mají původ v izolovaných pyrethrinech z rostlin rodu *Chrysanthemum*. Jsou to nejčastěji nervové jedy působící neselektivně. Vzhledem k syntetickému původu, tuto skupinu podrobněji práce nezahrnuje.

Gromezescu (2017) detailněji rozděluje a popisuje botanické pesticidní látky do čtyřech skupiny podle chemické podstaty:

- **Fenoly:** Dnes známo více než 8000 látek charakterizované přítomností hydroxylového radikálu. Vzhledem k jejich chemické rozmanitosti nejsou v současnosti žádné hlavní postupy k získání všech typů fenolů. Lze jen konstatovat, že všechny fenoly disponují stupněm absorpce UV záření a Dai et Mumper (2010) uvádějí, že lze fenolické sloučeniny profilovat a kvantifikovat díky moderními vysoce výkonnými chromatografickými technikám společně s instrumentální analýzou.
- **Alkaloidy:** Látky rostlinného původu. Vyskytují se pouze ve formě solí a organických kyselin, nikoliv volně. Jsou to sekundární metabolity, které obsahují dusík neboli produkty odbourávání aminokyselin. Často se využívají i v lékařství, neboť povětšinou vykazují fyziologické účinky na živočišné organismy, a to hlavně v ovlivňování činnosti nervové soustavy. Nemají žádný charakteristický znak, který by všechny chemicky uskupoval. Největší výskyt je především v rostlinách čeledí makovitých *Papaveraceae*, liliovitých *Liliaceae*, lilkovitých *Solanaceae* nebo pryskyřníkovitých *Ranunculaceae*. Nejznámějším příkladem alkaloidu je nikotin (Benešová et al., 2014).
- **Esenciální oleje:** Pokrývají širokou škálu působení proti rostlinným, houbovým nebo bakteriálním patogenům. Všechny esenciální oleje projevují antimikrobiální aktivitu závislou na koncentraci.
- **Lektiny a polypeptidy:** Kationtové peptidy patřící do několika skupin sloučenin, defensinů, katelicidinů a trombocytů jsou popsány jako antimikrobiální molekuly. Interakce peptidů s mikrobiálními buňkami zahrnuje tvorbu membránových pórů a následujících aktivit, jako únik iontů a metabolitů, depolarizaci, přerušení respiračního procesu a smrt buňky. Lektiny jsou pak seskupení glykoproteinů, které specificky rozpoznává a váže sacharidy. Nejvíce charakterizované lektiny se vyskytují v čeledích *Fabaceae*, *Poaceae* a *Solanaceae*. Obzvláště pak některá semínka leguminóz mají velký podíl lektinů.

Existuje mnoho metod, jak získávat extrakce esenciálních olejů a tekutin z rostlin obsahující biologicky aktivní látku, nebo látek více. Jedna z nejpoužívanějších metod je destilace. Mezi ostatní metody se řadí enfleuráž (L'enfleurage) (extrakce olejů za použití tuků za studena), macerace (vylouhování nejčastěji v alkoholu), extrakce rozpouštědlem nebo pyrolýza. Děj pomalé pyrolýzy je známý po tisíce let. Má význam při vzniku uhlí, dehtu a pyrrolové kyseliny, známé jako „dřevný ocet“ (Tiilikkala et al., 2011).

3.2 Pesticidní rostlinné látky a jejich konkrétní využití

Rozdělení jednotlivých látek a pesticidů je v práci podle použitelnosti a dostupnosti v porostech polních plodin proti patogenům, které je napadají a dle dohledatelnosti v provedených výzkumech. Hostitelské plodiny pak byly vybrány za pomoci zastoupení na orné půdě dle Ročenky ekologického zemědělství 2015 (Hrabalová, 2016) a s přihlédnutím na cíl této práce. Podle této ročenky bylo z celkové orné půdy (54214 ha) ekologického zemědělství nejvíce obsazeno obilovinami a ostatními zrninami (23395 ha), luskovinami na zrno (2114 ha) olejninami (1619 ha) a okopaninami (226 ha).

3.2.1 Spotřeba a využití biopesticidů v ČR

Spotřeba přípravků na ochranu rostlin (POR) je evidována a ÚKZÚZ každoročně zpracovávána bez ohledu na systém hospodaření. Výběrem registrovaných či povolených látek do EZ je možno dojít k závěru, jaká skupina látek či plodin je nejvíce využívána či ošetřována. Z celkového spotřebovaného množství POR (viz. tab. č. 1) v roce 2016 (4 812 tis. kg, l) pouze 10,4 % (tj. 500 tis. kg, l) tvořily biopřípravky či látky použitelné (či použité) do EZ. Z tohoto množství patřilo 0,49 % rostlinným extraktům a výtažkům a 0,12 % přípravkům či preparátům s bioagens. Tyto rostlinné přírodní látky (extrakty) byly aplikovány nejčastěji na porosty ovoce (14,1 tis. kg, l), dále pak u révy vinné (4,3 tis. kg, l) a cukrové řepy (3,0 tis. kg, l). Minoritní skupina bioagens byla nejvíce využita v olejninách (3,9 tis. kg, l), u ovoce (0,8 tis. kg, l) a u révy vinné (0,6 tis. kg, l).

Zajímavé je porovnání se stavem biopesticidů ve státě Kalifornie (viz. tab. č. 2), kde se spotřeba biopřípravků výrazně nelišila v roce 2006 od spotřeby v ČR o deset let později. V několikrát větším státě se jich použilo v průměru z let 2006 a 2011 780,83 tis. kg, což je jen o 56,17 % více než u nás v ČR v roce 2016. Zatímco celkový průměr (opět z let 2006 a 2011) všech spotřebovaných pesticidních látek byl v Kalifornii 86 119,95 tis. kg, tedy o neuvěřitelně 17,9krát více, nežli v ČR za rok 2016 (Gross et al., 2014).

Tabulka č. 1: Spotřeba účinných látek povolených pro ekologické zemědělství v ČR za rok 2016 [kg, l]

Použitelná látka v EZ	CELKEM	OBILOVINY	KUKUŘICE	LUSKOVINY	ŘEPA CUKR.	BRAMBORY	PÍČNINY	OLEJNINY	CHMEL	ZELENINA	OVOCE	RÉVA VINNÁ	OSTATNÍ
AZADIRACHTIN	2,3					0,11				0,19	1,91	0,11	
BACILLUS THURINGIENSIS SSP. KURSTAKI	487,3									1,88	45,71	439,71	
CONIOTHYRIUM MINUTANS KMEN CON/M/91-08 (DSM 9660)	3 957,97	14,4		2,7				3 768,09		149,54			23,24
CYDIA POMONELLA GRANULOVIRUS (CPGV)	509,44										509,44		
DEAKTIVOVANÉ MLETÉ SUŠENÉ KYASNICE	205,02										92,52	112,5	
DESTILAČNÍ ZBYTKY TUKŮ	14,56										14,56		
DODEKAN-1-OL	5,38										5,38		
DRASELNÉ KOKOSOVÉ MÝDLO	222,82										81	141,82	
EXTRAKT PŘESLIČKOVÝ SUCHÝ	17,86										6,61	11,25	
EXTRAKT ŠÁLVĚJOVÝ SUCHÝ	45											45	
FOSFOREČNAN ŽELEZITÝ	1 585,42	19,29			36,02		13,33	1 516,77					
HYDROGENUHLIČITAN DRASELNÝ	57 793,04									4	399,6	57 389,44	
HYDROGENUHLIČITAN SODNÝ	44 532,73											44 532,73	
HYDROXID MĚDNATÝ	20 871,04				318,44	107,47			4 100,21	1 648,46	8 932,29	5 745,14	19,03
KŘEMENNÝ PÍSEK	94,64										94,64		
LECITINY	161,52	58,85	19,8	4,66	24,28			41,56					12,38
METHYLESTER ŘEPKOVÉHO OLEJE	15 388,79	11 505,19	966,09	13,93	407,52	445,22	7,9	1 936,09		57,7		49,18	
OLEJ FENYKLOVÝ	147,13											147,13	
OLEJ PARAFINOVÝ	20 043,47	3 952,10	5 015,30	282	849,6	443,5	9,25	9 455,80					35,91
OLEJ ŘEPKOVÝ	19 017,66	992,65	105,3	27	2 988,54	7,2	14,4	775,14		211,16	13 806,27	90	
OLEJ ŘEPKOVÝ – METHYLESTER	31 309,61	10 278,87	15 941,74	76,87	2 664,36	377,63	275,72	1 385,72	32	123,11	153,6		
OLEJ TÁLOVÝ SUROVÝ	36,4										36,4		
OLEJ Z PONGAMIA PINNATA	43,89									43,89			
OXICHLORID MĚDNATÝ	66 849,11			0,8	315,78	311,82			41 229,69	912,51	9 020,67	14 755,82	302,01
PINOLEN	69 893,18	9 759,76	1 183,18	2 262,29	721,59	236,28	605,3	52 625,52		451,54	540,18	1 395,50	112,03
POLYSULFID VÁPENATÝ	456										456		
PYTHIUM OLIGANDRUM M1	193,14	86,08		6,36		2,48		93,83				4,39	
SÍRA	109 378,74	3 014,78		421,62			15,39			949,82	50 860,99	54 021,30	94,84
SÍRAN HLINITÝ	1 321,51										489,03	832,48	
SÍRAN MĚDNATÝ ZÁSADITÝ	27 665,83								25 910,84	136,75		1 618,24	
SPINOSAD	327,61					75,64				150,33	90,57	11,07	
TETRADEKAN-1-OL	2,1										2,1		
VODNÍ SKLO DRASELNÉ	3 211,04							1 628,98				1 582,06	
VYTÁŽEK Z MOŘSKÝCH ŘAS	4 270,93	0,65		1,2					11,35	49,28	239,9	3 968,55	
(E,Z)-DODEKA-7,9-DIEN-1YL-ACETÁT	5,88											5,88	
(Z)-DODEC-9-EN-1YL-ACETÁT	4,29											4,29	
(Z)-TETRADEC-11-EN-1YL-ACETÁT	2,39										2,39		
(Z)-TETRADEC-9-EN-1-YL-ACETÁT	0,46										0,46		
(8E,10E)-8,10-DODECA-8,10-DIEN-1-OL	11,41										11,41		
CELKEM vše:	500 086,61	39 682,62	23 231,41	3 099,43	8 326,13	2 007,35	941,29	73 227,50	71 284,09	4 890,16	85 893,63	186 903,59	599,44
CELKEM:	23 706,29	1 052,15	125,10	32,86	3 012,82	7,31	14,40	816,70	11,35	304,52	14 054,69	4 262,04	12,38
CELKEM:	5 700,42	100,48	0,00	9,06	0,00	78,12	0,00	3 861,92	0,00	301,75	758,18	567,67	23,24

* Látky biologického - živočišného/bakt./vir. původu

* Látky biologického - rostlinného původu, dále chemicky nepozměněné a nesyntetizované

*Nejnižší hodnoty

*Nejvyšší hodnoty

Tabulka č. 2: užití pesticidů za roky 2006, 2011 (aktivních látek) v Kalifornii [tis. kg] (Gross et al., 2014)

	2006	2011
Všechny pesticidy	85 163,88	87 075,82
Biopesticidy	535,62	726,04
Z toho: mikrobiální	118,34	117,62
Oleje*	191,62	277,51
Botanické	25,46	37,7

*včetně čistého oleje z *A. rachta*

3.2.2 Insekticidy

Skupina pesticidů, známá jako bioinsekticidy, je tvořena sloučeninami z rostlin, zvířat, hub a bakterií, které mají alelopatickou účinnost v různých organismech. Regulátory růstu hmyzu, jsou specifitější skupinou insekticidů, zaměřených na specifické charakteristiky, nebo určité etapy hmyzu s relativně bezpečnými podmínkami pro zbytek životního prostředí včetně bezobratlých, ryb a ptáků (Price et al., 2015). Následující řádky patří rostlinným sekundárním metabolitům, které jsou jimi produkovány v až závažném spektru. Jedná se o látky, které se tedy netýkají primárního metabolismu, ale jde o sloučeniny hrající ekologickou roli ve vztazích mezi rostlinami a ostatními organismy (Gross et al., 2014).

3.2.2.1 anabasin

Nervový toxin anabasin $C_{10}H_{14}N_2$ (CAS RČ 40774-73-0) je tekutý alkaloid získávaný především z druhu *Nicotiana glauca*, kde je hlavním alkaloidem jako v celé čeledi lilkovitých, používaný a testovaný podobně jako nikotin pro své insekticidní účinky. Je rozpustný ve vodě a organických rozpouštědlech (Khetrapal et Vodwal, 2016). Jako synaptický jed napodobuje neurotransmitter acetylcholin. Způsobuje příznaky otravy podobné těm, které byly sledovány u insekticidů na bázích organofosfátů a karbamátů (Isman, 2006). Pro živočichy je anabasin více toxický nežli nikotin (Krieger, 2010).

Využití anabasinu – příklady

Anabasin byl široce používán insekticid proti škůdcům průmyslových plodin jako bavlník, cukrová řepa (mšice, roztoče), tabák, ovocné stromy, zelenina a zástupci tykvovitých. Produkce však přestala v 60. letech kvůli vysoké toxicitě (LD = 8-10 mg/kg). Protože však lze vysokou toxicitu některých alkaloidů, včetně nikotinu a anabasinu, překonat a přizpůsobit

chemickými modifikacemi, lze bezpečněji využít spíše jejích syntetické, méně toxické deriváty jako N-methylanabasin (Kulakov et al., 2011).

3.2.2.2 azadirachtin

Azadirachtin $C_{35}H_{44}O_{16}$ (CAS RČ 11141-17-6) je bezbarvá krystalická sloučenina objevena v semenech stromu *Azadirachta indica*. Sloučenině je věnován veliký prostor, protože je mocným deterrentem pro velké množství fytofágního hmyzu. Inhibuje růst a vývoj veškerého hmyzu při jeho požití už v koncentracích ppm. Azadirachtin, společně s dalšími strukturou blízkými sloučeninami v téže semenech, poskytuje nejúčinnější přírodní pesticid objevený od éry běžně používaných pesticidů syntetických. Jeho spektrum aktivity zasahuje do mnoha dalších členovců, a dokonce i kroužkovců či háďátek. Zatím se zdá, že je velmi málo, nebo dokonce úplně netoxický pro obratlovce. Jeho izolace, stanovení struktury, syntéza, toxicita, způsob působení, spektrum aktivity a praktická aplikace na sebe strhly zájmy vědců z mnoha oborů za poslední čtyři dekády. Azadirachtin patří do velké skupiny rostlinných triterpenoidů. Dále náleží do užší skupiny limonoidů, které se často nacházejí v rostlinách rodu *Meliaceae*. V semeni představuje azadirachtin 0,1-1,0 % hmotnosti. Azadirachtin je rozpustný v polárních organických rozpouštědlech jako methanol, ethanol, aceton, chloroform. Ve vodě je rozpustný v koncentraci 1,29 g/l. Jeho použití je doporučeno v integrované ochraně rostlin i v ekologických produkcích a proti možné rezistenci škůdců je lépe užít azadirachtin i s ostatními sloučeninami z extraktu semen, protože jak některé výzkumy ukazují, tam, kde je jedinec rezistentní na samotný azadirachtin, může jevit mortalitu při použití širšího spektra výtažku (Gilbert et Gill, 2010).

Azadirachtin je také úspěšným prostředkem proti prevenci zkrmení rostliny (antifeedant). Odrazovací odezva hmyzu je zprostředkována prostřednictvím neurálních vstupů kontaktních chemoreceptorů. Inhibice nakrmení je pak následek stimulace odstrašujících receptorů azadirachtinem často spojenou s inhibicí cukrových receptorů (Simmonds et Blaney, 1984). I podle Immarajui (1998) je široce spektrální aktivita azadirachtinu při nízkých dávkách (12,5-40 g/ha) spojená s aktivitou regulátoru růstu hmyzu (ve všech larválních/nymfálních instarech včetně stádia kukly) a jedinečným způsobem působení (disruptor prohormonu ekdysonu) ideálním kandidátem na odpověď aktuální rezistence vůči insekticidům, integrovanou ochranu proti škůdcům a kontrolu do ekologického zemědělství.

Sloučenina přímo inhibuje syntézu bílkovin v různých tkáních, kde buňky produkují enzymy: trypsin, buňky produkující 20-monooxygenázy pro katabolismus ekdyzonu a buňky

produkující detoxikační enzymy v hmyzu rezistentním proti insekticidům (Gilbert et Gill, 2010).

V laboratorních experimentech koncentrace 0,4 % a 1,2 % (hmotn./obj.) extraktu ze semen *Azadirachta indica* inhibovaly krmení dospělých jedinců a larev **mandelinky bramborové** *Leptinotarsa decemlineata* na ošetřených listech **bramboru** *Solanum tuberosum*. Úmrtnost dospělců nepřesáhla 25 % ve všech ošetřeních, nicméně 73 % larev bylo mrtvých 72 hodin po krmení na listech ošetřených 1,2 % extraktem ze semen *A. indica*. Toxicita extraktu pro larvy byla zvýšena a krmení larev a dospělých bylo do větší míry inhibováno přidáním piperonylbutoxidového (PBO) synergentu v poměru 10:1 (PBO/azadirachtin). Ošetření extraktem semen (1,2 %) + PBO vedlo ale k nízkému výnosu hlíz, což naznačuje možné fyto toxické účinky (Zehnder et Warthen, 1988).

Studie ukazují, že pro krysy ukazují hodnoty LD₅₀ více než 5000 mg/kg. To spadá do klasifikace III toxického řazení dle Světové zdravotnické organizace. Dávky až 1500 mg/kg/den krysám ani po 90 dnech nepozměnily výsledky měření toxicity, mortality, hmotnosti ani obrazu krve (Raizada et al., 2001).

Využití azadirachtinu – příklady

***Rhopalosiphum padi* (L.), *Sitobion avenae* (F.)**

West et Luntz (1992) posuzoval chování obilných mšic *Rhopalosiphum padi* L. a *Sitobion avenae* F. a několika druhů slimáků (*Deroceras reticulatum* Müller, *Arion distinctus* Mabille, *Agriolimax caruanae* Pollonera, *Maximus* sp. na sazenicích ječmenu přímořského *Hordeum marinum* ošetřeného různými koncentracemi azadirachtinu. Zjistili účinky inhibice krmení u koncentrací menších než 500 ppm.

Nasonovia ribis-nigri*, *Myzus persicae

Po devíti dnech aplikace azadirachtinu v koncentraci 1 % na nymfy mšic druhého instaru *Nasonovia ribis - nigri* a *Myzus persicae* sledují mortalitu 94 % - 100 % i Lowery et Isman (1994). Letální koncentrace azadirachtinu, která vedla k 50 % mortalitě nymf druhého instaru mšic devíti druhů, se pohybovala v rozmezí od 2,4 ppm pro *M. persicae* po 630,0 ppm pro mšici jahodníkovou *Chaetosiphon fragaefolii*.

Sitobion avenae

Pro kontrolu mšice kyjatky osenní *Sitobion avenae* vychází jako nejúčinnější přípravek také extrakt ze semen s porovnáním s extrakty azadirachtinu z ostatních částí rostlin. Pokusem v polních podmínkách byla zjištěna mortalita mšic po 3, 5 a 7 (75 %, 79 %, 89 %) dnech následně po ošetření 5 % vodním extraktem (Aziz et al., 2013).

Helicoverpa armigera

Azadirachtin může také pomoci při kontrole černopásky bavlníkové *Helicoverpa armigera*. Emulgovatelným 3 % koncentrátem byly posprejovány čerstvě narození jedinci a larvy druhého instaru po čtyřech dnech krmení na bavlníku. Byla sledována vysoká mortalita u obou stádií larev. Dále bylo vyzorováno, že i po zastavení dalšího ošetření azadirachtinem se zpomalil růst, snížila hmotnost a oddálil se vývoj přeživších jedinců (Ma et al., 2000).

Fungicidní účinky

Fungicidní účinek hydrofobních extraktů ze semen *A. indica* je znám, a byl používán, po staletí v širokém měřítku v Indii jak v ajurvédské medicíně k léčení dermatologických onemocnění, tak i v tradiční indické zemědělské praxi k ochraně plodin před ničením houbovými infekcemi (Koul et Wahab, 2004). Použití azadirachtinu jako fungicidního přípravku potvrzují i Dubey et al. (2009), podle kterých má velký potenciál stát se dobrým fungicidem díky silné schopnosti kontrolovat různé fytopatogenní houby. Zkoumali olejový extrakt z listů stromu proti ***Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid**, způsobující hnilobu sójy. Zjistili, že byl pro sklerotinia nejvíce toxický z testovaných látek. Dalšími houbovými patogeny, proti kterým jsou výtažky ze stromu, především olej, aktivní jsou ***Drechslera hawaiiensis***, ***Fusarium moniliform***, ***Fusarium oxysporum***, ***Fusarium nivale***, ***Fusarium semitectum***, ***Alternaria solani***, ***Curvularia lunata***, ***F. oxysporum***, ***Helminthosporium sp.***, ***Sclerotium rolfsii*** a další (Ghosh et al., 2016).

3.2.2.3 capsaicin

Výrobky na bázi capsaicinu $C_{18}H_{27}NO_3$ (CAS RČ 404-86-4) jsou získávány z rodu paprik *Capsicum* a nejčastěji z druhů chilli papriček (*Capsicum frutescens*, Mill.). Produkty repelentního a insekticidního rázu obsahují přibližně 3 % capsaicinu získaného mletím suché zralé papriky a extrahováním z prášku (Dayan et al., 2009). Capsaicin je neheterocyklický alkaloid a v koncentraci 10 ppm způsobuje trvalý pocit pálení při styku s jakoukoliv tkání savců. Capsaicin funguje tak, že „otevřít dveře“ v buněčných membránách, které umožňují vápenatým iontům dostat se do buňky, kde vyvolají signál bolesti, který je přenášen z buňky na buňku. Extrémně vysoké dávky capsaicinu jsou toxické a zničí buňku tím, že zastaví produkci určitých neurotransmiterů, které umožňují buněčnou komunikaci (Velasques et al., 2017).

Využití capsaicinu – příklady

Capsaicin je látka odpuzující hlavně hmyz a roztoče. Redukuje ale také transpiraci ošetřených rostlin a odpuzuje větší zvířata. Existují tvrzení, že při použití v zálivce před výsadbou/setím dokáže kontrolovat širokou škálu hub (*Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Phytophthora* spp., *Pyrenochaeta* spp., *Sclerotium* spp., *Armillaria* spp.), parazity nádorovky, půdní hmyz (kovaříkovití, rod *Phyllophaga* a další), měkkýše, háďátka (včetně *Tylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Xiphinema* spp., *Criconemoides* spp. a *Paratylenchus* spp.) a některá semena plevelů jako pýr plazivý *Elytrigia repens* (L.) Desv., lipnice roční *Poa annua* L., záraza *Orobanche* spp., merlík bílý *Chenopodium album* L., *Panicum repens* L. a troskut prstnatý *Cynodon dactylon* Persoon. Není efektivní proti slézu *Malva* spp., kokotici *Cuscuta* spp. a některým druhům jetele *Trifolium* (Copping et Duke, 2007).

3.2.2.4 nikotin

Jak již bylo zmíněno výše, tak i dle Singha (2014) je alkaloid nikotin C₁₀H₁₄N₂ (CAS RČ 22083-74-5) stejně, nebo více toxický pro lidi než většina běžně dostupných syntetických insekticidů. Je hlavně toxický pro škůdce, ale i pro prospěšný hmyz a navíc, je-li používán opakovaně, může narušit biotickou kontrolu škůdců jejich přirozenými nepřáteli. Nikotin a nornikotin jsou společně s anabasinem příbuzné alkaloidy pocházející z tabáku a jiných druhů rostlin, ve kterých mohou zastupovat 2–4 % sušiny z listů.

Nikotin je obvykle derivován z druhu *Nicotiana tabacum*. Hmyz i savce otravuje podobným způsobem. Celkové symptomy otravy nikotinem se podobají otravám organofosfáty, nebo karbamáty. Je to extrémně rychlý nervový toxin. Soupeří s acetylcholinem, hlavním neurotransmiterem, o spojení s acetylcholinovými receptory v nervových synapsích a způsobením nekontrolovaného nervového „spálení“. Toto narušení aktivity normálního nervového impulsu vede k rychlému selhání systémů v těle, které závisí na nervovém vstupu pro svou správnou funkci. U hmyzu je tento účinek nikotinu poměrně selektivní a ovlivňuje pouze určité druhy hmyzu (El-Wakeil, 2013).

Světová zdravotnická organizace (WHO) klasifikovala nikotin jako velmi hazardní pesticid, vzhledem k jeho vysoké toxicitě (LD₅₀ orálně u myši = 3 mg/kg a dermálně 50 mg/kg) (Cameron et Lorenz, 2013).

Využití nikotinu – příklady

Nejvíce je používán zahrádkáři proti savým a žravým škůdcům na okrasných rostlinách ve zředěném extraktu s vodou v koncentraci 10–20 %. Jde především o mšice, molice, svilušky

a třásněnky. Na larvy mandelinky bramborové a proti housenkám funguje v nižším instaru a za použití silnější koncentrace, tedy méně zředěného roztoku (Pavela, 2011).

3.2.2.5 pyrethriny

Pyrethriny $C_{43}H_{56}O_8$ (CAS RČ 8003-34-7) jsou široce používané botanické insekticidy. Existuje několik desítek druhů chryzantém, listopadek, kopretin, řimbab či vratičů obsahující ve velkém množství pyrethriny. Největší zastoupení a využití v tomto směru však zaujímají hlavně druhy *Ch. cinerariifolium* Trevir. a *Ch. coccineum* Willd. (Pavela, 2011). Vyrobené z řimbab, tedy rostlin rodu *Chrysanthemum* nebo také jinak *Tanacetum*, pyrethriny dokáží okamžitě postihnout většinu hmyzu. Nicméně mnoho z nich se dokáže brzy z účinků sloučenin zotavit, pokud nejsou pyrethriny zkombinované s dalšími insekticidy (Sarwar, 2015b). Typický pyrethrinový extrakt obsahuje pyrethriny, cineriny a jasmoliny v poměrech 10:3:1 s poměrem pyrethrinu I a II pohybující se kolem 1:1. Pyrethrin I $C_{21}H_{28}O_3$ reaguje v rozmezí minut a samotný je toxický. Pyrethrin II $C_{22}H_{28}O_5$ má velký „knock - down“ efekt objevující se až po několika hodinách od jeho aplikace. Právě samotný pyrethrin II hmyz lehce zmetabolizuje v několika hodinách (Grdiša et Gršić, 2013). Podle Pavely (2016) pyrethriny vykazují svoji toxicitu narušením procesu výměny iontů sodíku a draslíku ve vláknech hmyzích nervů a přerušují tak běžný přenos nervových impulzů. Ve svém čistém stavu jsou pyrethriny považovány za středně toxické pro savce ($LD_{50} = 350-500$ mg/kg), ale komerční přípravky jsou značně méně toxické a jsou to světově nejvíce prodávané insekticidy pro domácí použití (Velasques et al., 2017).

Pyrethriny jsou, aspoň podle Amerického ministerstva zemědělství, pravděpodobně nejbezpečnější látkou použitelnou jako insekticid na potravinářských rostlinách. Zřejmě i proto, že jejich toxicita je pro teplokrevné živočichy minimální díky rychlé degradaci žaludečními šťávami savců. Toxicita je tak spíše spjata s velkým výrazným překročením doporučených dávek. Není tak problém použít prostředky např. těsně před sklizní. Větší nebezpečí pak skýtají pro ryby (Pavela, 2011).

Využití pyrethrinů – příklady

Pyrethriny jsou efektivní proti širokému spektru hmyzích škůdců; komárů, larev pilatek, housenek, mšic a brouků a spolu s látkou azadirachtin se jedná o nejvíce prozkoumané přírodní insekticidy (Grdiša et Gršić, 2013) (El-Wakeil, 2013) (Gilbert et Gill, 2010).

3.2.2.6 sabadilla

Sabadilla je derivována ze semen sabadilly lékařské *Schoenocaulon officinale*. Insekticidy ze sabadilly jsou používány po stovky let. Hlavními insekticidními komponenty jsou alkaloidy cevadin $C_{32}H_{49}NO_9$ (CAS RČ CAS 62-59-9) a veratridin $C_{32}H_{49}NO_9$ (CAS RČ 71-62-5), které jsou v semenech zastoupeny v rozmezí 2–4 % (Singh, 2014).

V hmyzu zapříčiní toxicita alkaloidů sabadilly snížení aktivity membrán nervových buněk, což způsobí ztrátu nervové funkce, následnou paralýzu a smrt. Sabadilla dokáže zabít hmyz několika druhů okamžitě, zatímco jiné mohou přežít ve stavu paralýzy ještě několik dní, než zemřou (El-Wakeil, 2013).

Tyto extrahované alkaloidy jsou vysoce jedovaté pro savce (u veratridinu $LD_{50} = 1,35$ mg/kg perorálně u myši). Extrakty z celého semne jsou však vcelku neškodné ($LD_{50} = 5000$ mg/kg / krysa, perorálně) (Singh, 2014). Orální podání pro člověka vykazuje podle Pavely (2011) už $LD_{50} = 5$ mg/kg.

Využití sabadilly – příklady

Účinná je proti housenkám, třásnokřídílím, škůdcům dýní a tykví, kobyolkám, mūrám, zástupcům rodu *Spodoptera*, mšicím, majkovitým, obalečům a dalším (Khetrapal et Vodwal, 2016). Vzhledem k nízké perzistenci a slučitelnosti s aktivitou prospěšného hmyzu se sabadilla začala znovu objevovat v pozdních sedmdesátých letech. Formuluje se jako prach, smáčitelný prášek nebo koncentrát rozpustný ve vodě, který může obsahovat cukr pro nalákání hmyzu s obsahem alkaloidů 0,2–25 %. Nyní se sabadilla využívá hlavně proti třásnokřídílím v citrusech, avokádu a ekologickém zemědělství. Typické dávkování je 20–100 g celkových alkaloidů na hektar půdy (Krieger, 2010). Doporučená koncentrace byla při polní aplikaci 0,025–0,05 % obsahu veratridinu, nebo pak 10–20 % prach (Pavela, 2011).

3.2.2.7 thymol

Společně s carvacrolem $C_{10}H_{14}O$ (CAS RČ 499-75-2) je thymol $C_{10}H_{14}O$ (CAS RČ 89-83-8) hlavní složkou tymiánového oleje spolu s dalšími monoterpenoidy. Získává se parní destilací z čerstvých nebo vysušených nadzemních částí tymiánu *Thymus vulgaris* nebo ostatních rostlin téže rodu. Rostlina pochází ze středomoří a je kultivována ve stejných oblastech jako rozmarýn (Dayan et al., 2009).

Nalézá se i v mnoha dalších rostlinných produktech a esenciálních olejích. Ty se jeví jako jedny z potencionálních rostlinných molekul pro kontrolu parazitických roztočů, např.

kleštíka včelího *Varroa jacobsoni*. Thymol je společně s carvacrolem aktivní proti většině testovaných druhů hub (Singh, 2014).

Thymol také nejspíše umocňuje receptory GABA_A prostřednictvím neznámého vazebného místa (Pavela, 2015).

Využití thymolu – příklady

Helicoverpa armigera

Proti černopásce bavlníkové použili Bovornanthadej et al. (2012) ve výzkumu právě thymol. Látku aplikovali lokálně na larvy *Helicoverpa armigera* a také byl podán perorálně na subletální stupně k určení účinnosti na reprodukci a vývoj motýla. Thymol ovlivnil vývoj vajíček a ovipozice byla redukována buď o 9,42 % nebo 38,66 %, dle způsobu zmíněných dvou aplikací. Byla vysledována i inhibice růstu. 6,7 % hmyzu zemřelo v larválním stádiu, 42,4 % před vylíhnutím z kukly a 6,6 % těsně po vylíhnutí z kukly.

3.2.2.8 fenykl obecný *Foeniculum vulgare* Mill. - **EO**

Destilací vodní parou se získává fenyklový olej (CAS RČ 8006-84-6) ze semen *Foeniculum vulgare* var. *vulgare*. Je bezbarvý až nažloutlý, čirý s typickou fenyklovou vůní. Hlavními složkami jsou anetol C₁₀H₁₂O (CAS RČ 104-46-1), estragol C₁₀H₁₂O (CAS RČ 140-67-0) a fenchon C₁₀H₁₆O (CAS RČ 1195-79-5). Jsou známy hlavně insekticidní a repelentní účinky (Hrudová, 2015).

Využití oleje z fenyklu – příklady

Sitophilus granarius

Proti pilousovi černému působí fenyklový olej jako dostačující náhrada syntetických pesticidů (Zoubiri et Baaliouamer, 2011).

Myzus persicae

Fenyklový olej byl také účinný proti mšicím *Myzus persicae* v dávce až 0,5 ml/l. Zvláště fenyklový olej, kromě toho, že vykazuje pozoruhodnou insekticidní aktivitu, zvláště na hrachu *A. pisum*, nevyvolával žádnou fytotoxicitu, dokonce ani na větších rostlinách fazolu, které jsou citlivější (Digilio et al., 2008).

Olej z fenyklu má i antibakteriální účinky. Minimální inhibiční koncentrace (MIC) jsou pro *E. coli* a *Staphylococcus epidermidis* 3 mg/ml (0,3 %) a pro *Sacharomyces cerevisiae* 0,8 mg/ml (0,08 %) (Thormar, 2011).

3.2.2.9 kaleda lysá *Pongamia pinnata* (L.) Pierre - EO

Pongamový olej je získáván ze semen stromu *P. pinnata*. Obsahuje triglyceridy a flavonoidy pongamol C₁₈H₁₄O₄ (CAS RČ 484-33-3), tannin C₇₆H₅₂O₄₆ (CAS RČ 5424-20-4), karanjachromen a karanjin C₁₈H₁₂O₄ (CAS RČ 521-88-0), které zapříčiňují nepříjemný zápach a chuť. Olej je žlutooranžové až hnědé barvy. Využívá se především jako antiseptikum a preventivně jako repelent proti hmyzu. Obsah flavonoidů v oleji semen se pohybuje v rozmezí 5–6 % (Hrudová, 2015).

Využití olejů z kaledy – příklady

Sloučeniny, buď samotný olej, nebo extrakt z methanolu/vodného roztoku/chloroformu/acetonu je biologicky aktivní proti hmyzím škůdcům. Působí jako insekticidy, repelenty, deterrenty ovipozice, antifeedanty a larvicidy. Extrakt je také toxický proti *S. litura* a *H. armigera*, hořčičné mšici *L. erysimi* nebo proti skladištnímu škůdci *Trogoderma granarium* (Singh, 2014). Dalším škůdcem, pro kterého je toxický, je *T. granarium* a byla demonstrována i nematocidní aktivita proti hád'átku *Meloidogyne incognit* (Scott et al., 2008).

Olej jeví i antifungální a antibakteriální působení (Khare, 2004). Využit ho tedy lze i proti **padlí, plísni šedé, nebo rzi**, kde opět ale platí spíše preventivní využití nežli kurativní. Obvyklá koncentrace je pak v rozmezí 0,5–1 %. Pro kurativní postřiky proti hmyzu je to 1–2 % (Pavela, 2011).

***Plutella xylostella* L.**

Proti západníčkovi polnímu zkoušel pongamový olej i Pavela (2012). Došel k závěrům, že čistý emulgovaný pongamový olej ze semen vykazuje na larvách značně nižší mortalitu než pesticidy s azadirachtinem, nebo směsí pongamového oleje s olejem tymiánovým nebo fenyklovým, které byly s účinky azadirachtinu v přípravku NeemAzal T/S srovnatelné.

3.2.2.10 pepřovník černý *Piper nigrum* L. - **výtažky**

Aktivní složkou černého pepře je piperin C₁₇H₁₉NO₃ (CAS RČ 94-62-2), amid alkaloidu piperidin a jeho koncentrace se liší mezi druhy pepřů. Piperin představuje asi jednu polovinu netěkavého etherového extraktu z černého pepře. Safrol, používaný též v medicíně a průmyslu je nepatrnou složkou obsaženou v *P. nigrum* v koncentraci přibližně 0,1 % (Barceloux, 2009). Už před rokem 1980 byly veškeré studie rodu *Piper* z Indie a týkaly se chemického složení a potenciálu těchto látek jako pesticidů. Například amidy jsou přítomny ve skoro 72 % (82 druzích) rodu *Piper*, které byly prozkoumány. Existuje několik běžných

amidů, které se vyvinuly jak v druzích Starého, tak i Nového světa, ale většina těchto běžných amidů jsou obsaženy pouze v druzích Starého světa (piperine, pipericide a guineensine) nebo naopak jenom v evolučně novějších druzích (8,9-dihydropiplartine a piplartine), které jsou monofyletické (Dyer et Palmer, 2004).

Využití výtažků z *Piper* spp. – příklady

Spodoptera frugiperda

Ávila et al. (2014) potvrdili účinnost esenciálních olejů z *Piper submentosum* (listy a květenství) a z *Piper septuplinervium* (nadzemní části) pro kontrolu **Blýskavky kukuřičné**. Zjistili a stanovili 63 sloučenin. Nejvíce zastoupená látka v nadzemních částech rostlin včetně květenství byly α -pinen (27,3 % v případě *P. submentosum* a 27,1 % u *P. septuplinervium*) a z listů to byl δ -cadinen. Insekticidní účinky esenciálních olejů byly stanoveny na larvách *S. frugiperda* druhého instaru. Nejvíce účinné byly esenciální oleje nadzemních částí *P. septuplinervium*. Statistická analýza přímou korelací podle Pearsona ukázala, že insekticidní účinnost esenciálních olejů byla primárně způsobena camphenem a alfa a beta-pinenem. Účinek těchto olejů na životní cyklus hmyzu hodnotili také a v některých případech bylo pozorováno zpomalení růstu a inhibice ovipozice u samiček.

Nejdůležitější je aktivita insekticidní, a to mortalita mnoha skladištních škůdců z rodů *Callosobruchus*, *Sitophylus* nebo *Acanthoscelides*. Výluhy a extrakty z plodů pepře působí okamžitou mortalitu mnoho larvám listožravých motýlů, dospělců **mandelinky bramborové** nebo mouchy domácí. Další stránka je v použití látek jako fungicidy i baktericidy (Pavela, 2011).

3.2.2.11 *Ryania speciosa* M. Vahl - **výtažky**

Aktivní látky ryanie (nazývané též ryania) $C_{25}H_{35}NO_9$ (CAS RČ 15662-33-6) jsou získávány z kořenů a zdřevnatělých stonků rostliny *Ryania speciosa* původně pocházející z Trinidadu. Extrakt funguje jako kontaktní i perorální - žaludeční jed. Má nejdelší reziduální aktivitu mezi botanickými insekticidy. Jedinečný způsob působení tkví v ovlivnění svalů tím, že se váže na vápníkové kanálky v sarkoplazmatickém retikulu, čímž způsobuje tok vápenatých iontů do buněk a smrt, která následuje velmi rychle. Ryania má nízkou toxicitu pro savce (LD₅₀ v dávce 750 mg/kg tělesné hmotnosti). To je označeno jako střední toxicita pro savce při požití a jen malá toxicita při vystavení prostředí kůže (Singh, 2014). Prášek ze dřeva obsahuje < 1 % ryanodinu, alkaloidu zodpovědného právě za propustnost vápníkových iontů (El-Wakeil, 2013).

Přes skutečnost, že se způsob působení liší od fosfátů / karbamátů způsobuje vzhledem k neurotoxicitě ryania podobné klinické příznaky jako insekticidy organofosforečné: astenii, zpomalení respirační frekvence, nevolnosti, zvracení a průjem, křeče a kóma, což vede k úmrtí v případech požití větší smrtelné dávky. Všechna použití v USA byla zrušena dobrovolně v roce 1997 (EPA, 1999). V EU není ryania zahrnuta do přílohy I směrnice 91/414 / EHS (Abrol et Shankar, 2012).

Využití výtažku z ryanie – příklady

Použití ryanie je nyní omezoáno. Obvyklá aplikační dávka činí 10-72 kg/ha (20-145 g ekvivalentu alkaloidu/ha) proti škůdcům řádu *Lepidoptera*. Ačkoli se význam ryanie a ryanodinu jako botanických insekticidů v posledních desetiletích zmenšil, objevuje se nový zájem kvůli nedávnému objevu nových syntetických sloučenin, jako příklad flubendiamid a rynaxypyr (Krieger, 2010).

Ryania je jedna z neúčinnějších látek působící proti larvám **zavíječe kukuřičného, *Helicoverpa zea*, třásnokřídlič** a dalších (Sarwar, 2015b).

3.2.2.12 řepka jarní *Brassica napus* L. - **EO**

Získaný olej z lisovaných semen z těchto rostlin (CAS RČ 8002-13-9) se skládá z mastných kyselin a to především: olejové, linolové a linolenové. S menším podílem i palmitové a stearové kyseliny. Jde o nažloutlou, ve vodě nerozpustnou viskózní kapalinu. V přípravcích na ochranu rostlin se používá jako emulgovatelný koncentrát působící dotykově (Hrudová, 2015). Bylo zjištěno, že 0,5 % emulze řepkového oleje usmrcuje určitý hmyz. Tyto emulze se používají na letní postřiky jabloní. Řepkový olej je polovysychavý. Přítomnost nenasycených mastných kyselin je zodpovědná za spotřebu kyslíku, zatímco přítomnost síry, jako nečistoty, může být zodpovědná za insekticidní aktivitu emulze (Nollet et Rathore, 2015).

Využití olejů z řepky – příklady

Olej získaný z řepky jarní *Brassica napus* a z *B. campestris* nebo *Sinapis alba* je prodáván jako insekticid hlavně pro kontrolu **kukuřičných škůdců**, ale také se používá v **sadech, na zelenině, melounech, olivách, sojových bobech** a dalších plodinách včetně okrasných rostlin (Regnault-Roger et Philogène, 2008).

3.2.2.13 sója luštinatá *Glycine max* (L.) Merr. - EO

Získává se extrakcí nebo lisováním ze semen sóji luštinaté (CAS RČ 8001-22-7) *Glycine max*. Obsahuje kyselinu olejovou, linolenovou, linolovou a lecitin. Jedná se o čirou až nažloutlou viskózní kapalinu nerozpustnou ve vodě (Hrudová, 2015).

Využití olejů ze sóji v praxi – příklady

Oil derivovaný ze sojových bobů funguje jako kontaktní insekticid, **zkrmovací a ovipoziční deterrent**. Využívá se zejména v kukuřici pro kontrolu **černopásek a blýskavek**. Může být aplikován také jako akaricid na lilcích a rajčatech nebo proti ostatnímu hmyzu s měkkým tělem na řadě zeleninových plodin (Reddy, 2015). Dále se je možné ho využít proti **mšicím, vlnatkám, sviluškám a molcím** (Cloyd et al., 2009).

3.2.3 Baktericidy

Baktericidy jsou chemické přípravky, které jsou za definovaných podmínek schopné usmrcovat vegetativní formy bakterií, ne však nezbytně bakteriální spory (Forsythe, 2000).

3.2.3.1 Kofein

Kofein $C_8H_{10}N_4O_2$ (CAS RČ 58-08-2) je ve velkém měřítku extrahován z kávovníku arabského *Coffea arabica*, který má původ v Etiopii a do dalších oblastí světa se rozšířil mezi dvanáctým a patnáctým stoletím našeho letopočtu. Kávová infúze, bohatá na kofein, je připravována z prášku rozdrcených, pražených, dozrálých semen kávovníku (Alkadhi et Addicott, 2012).

Využití kofeinu – příklady

Ralstonia solanacearum*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, *Dickeya solani*, *Pectobacterium* spp., *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Xanthomonas campestris* subsp. *campestris

Sledz et al. (2015) prokázali baktericidní účinky kofeinu na několika rodech a druzích bakterií včetně *Ralstonia solanacearum*, původci hnědé hniloby bramboru. Minimální inhibiční koncentrace byla stanovena na $20 \pm 0,1$ mM. Kofein měl baktericidní účinky i proti dalším testovaným bakteriím: *Ralstonia solanacearum*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, *Dickeya solani*, *Pectobacterium atrosepticum*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, a *Xanthomonas campestris* subsp. *campestris*.

Dickeya solani*, *Pectobacterium carotovorum

U těchto patogenů opět Sledz et al. (2015) prokázali mortalitu na kofein. Minimální inhibiční koncentrace byla pro *D. solani* 18,3±2,9 mM a u *Pectobacterium carotovorum* byla hranice MIC pro kofein 9,0±1,2 mM. Replikace DNA byla potlačena po vystavení kofeinu (5 mM) po dobu 90 minut. Syntéza RNA byla výrazně redukována už po 15 ti minutách vystavení kofeinu. Podobná zjištění působení na DNA a RNA byla i u výše zmíněných testech na bakteriích ze stejného výzkumu působení kofeinu.

3.2.3.2 *Carum* L. spp. – EO

Kmínový olej (CAS RČ 8000-42-8) se získá destilací semen kmínu *Carum carvi*. Voní charakteristicky kmínem a přechází z bezbarvé do nažloutlé až hnědé barvy. Olej je rozpustný v 80 % alkoholu a hlavními složkami jsou limonen C₁₀H₁₆ (CAS RČ 138-86-3) spolu s karvonem C₁₀H₁₄O (CAS RČ 6485-40-1), který má insekticidní a repelentní účinky proti hmyzu. Další využití je proti předčasnému klíčení brambor při skladování (Hrudová, 2015). Khare (2004) uvádí mezi další složky oleje (který tvoří 2–5 % semene) 25–35 % aldehydů, pinen a alfaterpineol.

Využití esenciálních olejů z rostlin *Carum* spp. – příklady

***Erwinia* spp., *Xanthomonas* spp., *Ralstonia* spp., *Agrobacterium* spp., *Clavibacter* spp., *Curtobacterium* spp., *Rhodhococcus* spp.**

Proti rodu *Erwinia* působí i esenciální oleje extrahované hydrodestilací semen rostlin *Cuminum cyminum* L. a *Carum carvi* L.. Oleje byly analyzovány plynovou chromatografií a hmotnostní spektrometrií. Potvrzují, že hlavními složky oleje *C. cyminum* byly p-mentha-1,4-dien-7-al (27,4 %), cumin aldehyd (16,1 %), γ-terpinen (12,8 %), a beta-pinen (11,4 %). V *C. carvi* byly nejvíce v oleji zastoupeny karvon (23,3 %), limonen (18,2 %), germakren D (16,2 %), a trans-dihydrokarvon (14,0 %). Antibakteriální aktivita byla stanovena agarovou difusní metodou proti Gram - negativním i Gram - pozitivním bakteriím. Největší aktivita byla zvláště proti rodům *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Ralstonia*, *Agrobacterium*, *Clavibacter*, *Curtobacterium* a *Rhodhococcus* (Iacobellis et al., 2005).

3.2.3.3 kopřiva *Urtica* L. spp. – výtažky

Kopřiva *Urtica* L. (*Urticaeae*) je celoroční a vytrvalá bylina, která se vyznačuje žahavými trichomy. Květy jsou zelené se žlutými tyčinkami. Samčí a ženské květy jsou na

samostatných rostlinách (to napovídá i název druhu *U. dioica*, neboli dvoudomá). Plody jsou achene (Kavalali, 2003).

Kopřivy obsahují flavonoidy (0,7–1,7 %), glukochinony, taniny, křemičitou kyselinu (1–4 %), těkavé oleje a vysoký podíl draselných iontů (Khare(ed.), 2004).

Využití extraktů z kopřiv – příklady

C. michiganensis

Körpe et al. (2012) uvádějí silný inhibiční vliv na *C. michiganensis* methanolovým extraktem ze semen rostliny *Urtica pilulifera* při relativně malé MIC (32 µg/ml). Stejně tak efektivní byly methanolové extrakty semen *Urtica dioica* L. a listů *Urtica pilulifera* L. (MIC = 256 a 1024 µg/ml).

Macerované výtažky mají i larvicidní účinky (Nilahyane et al., 2012).

3.2.3.4 kukuřice *Zea* L. spp. - peptidy ze zrn

Taxonomická klasifikace rostlin řadí kukuřici setou *Zea mays* L. jako člena do čeledi trav *Poaceae*, která je rozdělena dále do čeledí *Andropogonaeae* (kukuřice, cukrová třtina, čirok a teosinte), dvou rodů podčeledí *Maydaeeae* (*Tripsacum* a *Zea*) a konečně do rodu *Zea*, který obsahuje 6 odlišných taxonů rozřazených do čtyř druhů. Rod *Zea* zahrnuje *Z. mays* ssp. *Mays* (kultivovanou kukuřici) a teosinte, reprezentující různé poddruhy (Staller, 2010).

Využití peptidů z kukuřičných zrn – příklady

***Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensi*, *Fusarium* spp.**

Poddruh bakterie *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis*, zkoumali Duvick et al. (1992), kdy izolovali několik kyselých rozpustných bazických peptidů s antimikrobiálními vlastnostmi z kukuřičných zrn linie B73. Jeden z těchto peptidů (MBP-1) byl homogenizován a charakterizován. In vitro se ukázalo, že MBP-1 má antimikrobiální vlastnosti. MBP-1 inhibuje klíčení spor několika rostlinných patogenních hub, včetně dvou semenných patogenů kukuřice (*Fusarium moniliforme* Shield. A *Fusarium graminearuma*) a několika bakterií včetně bakteriálního patogenu kukuřice *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis*.

3.2.3.5 lilek brambor *Solanum tuberosum* L. - peptidy a inhibitory z hlíz

Hlíza bramboru je modifikovaný stonek s nody a internody. Osa hlízy je zkrácená a velmi zesílená a její tkáň jsou naplněny škrobem, ale anatomie hlízy připomíná anatomii běžného stonku. Běžně se hlízy tvoří v podzemí na rizómech neboli stolonech (Davies, 1987).

Využití peptidů a inhibitorů z hlíz bamboru – příklady

C. michiganesis

Nový typ antimikrobiálního peptidu, snakin-1 (SN1), byl izolován z hlíz brambor. Bylo zjištěno, že je aktivní v koncentraci $< 10 \mu\text{M}$ proti bakteriálním a houbovým patogenům brambor a jiných druhů rostlin např. *C. michiganesis* (Segura et al., 1999). Z hlíz brambor vykazuje antimikrobiální aktivitu proti bakterii také inhibitor proteázy trypsin-chymotrypsin, pojmenovaný potamin-1 (PT-1). Kim et al. (2005) ho získali extrakcí frakce rozpustné ve vodě, následné dialýzy, ultrafiltrací a C18 reverzně fázové vysoce účinné kapalinové chromatografie. PT-1 byl stabilní, avšak postrádal hemolytickou aktivitu.

3.2.3.6 měsíček *Calendula* L. spp – výtažky

Měsíček je roční bylina, až 60 cm vysoká, s jemnými oválnými, světle zelenými listy a jasně oranžovými květy. Pochází z jižní Evropy a Egypta. Široce pěstovaný je zejména v severní Evropě pro domácí a lékařské použití. Existuje několik druhů měsíčku, ale nejběžnější je právě ten, používaný v medicíně (*Calendula officinalis*) (Lawless, 1996).

Využití výtažků z *Calendula* spp.– příklady

Agrobacterium tumefaciens*, *Pseudomonas syringae*, *P. fluorescens*, *Xanthomonas campestris

Na bakterii *Agrobacterium tumefaciens* se zaměřili Radioza et Iurchak (2007). Pro antimikrobiální aktivitu byla studována šťáva různých orgánů rodu *Calendula*. Výtažky z květů vykazují největší antimikrobiální účinek, zatímco z kořene nejmenší. Druhy inhibovaly všechny testované patogenní mikroorganismy, zejména *Pseudomonas syringae*, *P. fluorescens*, *Xanthomonas campestris* a *Agrobacterium tumefaciens*. Výtažek z druhu *suffruticosa* byl proti všem zkoumaným mikroorganismům neúčinnější.

3.2.3.7 *Mikania micrantha* Kunth – výtažky

Rostlina, která je známá též jako „mile-a-minute weed“ – nevděčné jméno, které sdílí s několika dalšími invazními plevely. *Mikania* je jedna z neotropických rostlin rodu *Asteraceae*, které rychlým šířením působí zmatek v ekosystémech Starého světa. Tímto způsobem se řadí k rodům *Ageratina*, *Xanthium* a rostlinám *Ambrosia artemisiifolia*, *Chromolaena odorata* a *Parthenium hysterophorus* (Kempken, 2013).

Využití výtažků z *Mikania micrantha* – příklady

R. solanacearum

(Li et al., 2013) izolovali antimikrobiální složky pomocí bioaktivně řízené frakcionace z usušených listů rostliny *Mikania micrantha* a zjistili, že všechny izolované sloučeniny: deoxymikanolid, skandenolid, dihydroksandenolid, mikanolid, dihydromikanolid a m-methoxy benzoová kyselina, nejvíce však deoxymikanolid, byly efektivní mj. proti *R. solanacearum*.

3.2.3.8 Olivovník *Olea L. spp.* - OWSA

Alpeorujo je tekutina vzniklá při novější dvoufázové extrakci olivového oleje. Protože už byla demonstrována antimikrobiální aktivita klasické odpadové tekutiny po lisování olivového oleje a u čerstvého alpearuja nebyla pozorována žádná aktivita proti fytopatogenním houbám, zkusili Medina et al. (2011) nechat alpeorujo uskladnit po šest měsíců, kdy dochází k chemickým a mikrobiálním změnám, aby z něj následně extrahovali zbytek oleje, pokrutin a zbytek tekutiny, kterou nazvali OWSA. Ta je charakteristická obsahem fenolických sloučenin.

Využití OWSA – příklady

Clavibacter spp.

Minimálně 50 % roztok OWSA byl potřeba pro inhibici myceliálního růstu většiny hub, stejně jako pro množení bakterií včetně rodu *Clavibacter*. Také se zjistilo, že baktericidní účinek byl způsoben společným působením fenolických sloučenin s nízkou molekulovou hmotností, ačkoliv samostatné jednotlivé složky tuto aktivitu nevysvětlovaly (Medina et al., 2011).

Erwinia spp.*, *Pseudomonas spp.

Studie in vitro o antimikrobiálních účincích zředěného OWSA z alpearuja, viz. výše, naznačily jasný baktericidní účinek těchto roztoků i proti fytopatogenním bakteriím rodu *Erwinia* a *Pseudomonas*. Je zřejmé, že 10 % roztok OWSA snížil původní hodnotu populace o přibližně 1-3 log CFU/ml. Tyto in vitro výsledky musí být potvrzeny in vivo, zejména s ohledem na studie toxicity v rostlinách, způsobené odpadními látkami z olivového oleje a vysušeného alpearuja (Medina et al., 2011).

3.2.3.9 ožanka polejová *Teucrium polium* L. – výtažky

T. polium je neobvyklá stálezelená ožanka, která se od druhů téže rodu výrazně liší. Listy jsou stříbrno-bílé, s modrým nádechem a trichomy (Singer, 2008). Nenápadné květy jsou zbarveny do bílé až světle zelené barvy a rozkvétají od června do srpna (Barceloux, 2008).

Využití výtažků z *Teucrium Polium* – příklady

R. solanacearum

Purnavab et al. (2015) určili diskovou difuzní metodou antibakteriální aktivitu esenciálního oleje a methanolového extraktu z rostliny *Teucrium polium* proti *R. solanacearum*. Nejvyšší látkové zastoupení v esenciálním oleji rostliny byly alfa-Pinen $C_{10}H_{16}$ (CAS RČ 2437-95-8) (25,76 %) a myrcen $C_{10}H_{16}$ (CAS RČ 123-35-3) (12,50 %). V metanolovém extraktu byly nejvíce zastoupeny sloučeniny sinapová kyselina $C_{11}H_{12}O_5$ (CAS RČ 530-59-6) (15,55 mg/g) a eugenol $C_{10}H_{12}O_2$ (CAS RČ 97-53-0) (6,80 mg/g). Všechny složky extrakce ukázaly velmi podobnou antibakteriální aktivitu.

3.2.3.10 pepř růžový *Schinus molle* L. – EO

Tento stálezelený keř, nebo strom, dosahuje výšky 3–15 m. Má zpeřené složené listy, které vydávají zápach, pokud jsou mechanicky poškozeny, stejně jako u černého pepře. Větve mají půvabný habitus, podobný vrbě a malé bílé, až žluté květy se čtyřmi nebo pěti okvětními lístky, které dozrávají v malé červené bobule (Barceloux, 2008).

Využití esenciálních olejů z rostliny *Schinus molle* – příklady

C. michiganesis

Chemické složení tří složek esenciálního oleje (CAS RČ 68917-52-2) extrahovaného z listů a plodů rostlin *Schinus molle*, který obsahuje převážně terpeny alfa-Pinen $C_{10}H_{16}$ (CAS RČ 2437-95-8), alfa-fellandren $C_{10}H_{16}$ (CAS RČ 99-83-2), a d-limonen $C_{10}H_{16}$ (CAS RČ 5989-27-5) vykazuje jak antibakteriální, tak antifungální účinky. Všechny tři složky zastavily růst bakteriálních kmenů *C. michiganesis* v rozmezí koncentrací 200–1000 ppm během pokusu in vitro (Elshafie et al., 2016).

3.2.3.11 rajčenka řepovitá *Solanum betaceum* Cav. (syn.: *Cyphomandra betacea*) - **Inhibiční protein**

Rajčenka je trvalý, polo zdřevnatělý, stálezelený nebo částečně opadavý keř nebo strom. Roste do výšky 1,8 až 5,5 m. Kmen je štíhlý, zřídka kdy přesahuje průměr 10 cm v blízkosti země. Rostlina nese ovoce v období 18 měsíců až 2 let po zasetí a může pokračovat v produkci po sobě 5 až 6 let (Small, 2012).

Využití peptidů z *Solanum betaceum* Cav. (syn.: *Cyphomandra betacea*) – příklady

Erwinia carotovora* var. *carotovara*, *Pseudomonas syringae

(Isla et al., 2008) Zkoumali v in vitro podmínkách inhibiční protein invertázy izolovaný z ovoce rostlin *Cyphomandra betacea* Sendt.. Ten kromě houbových, bakteriálních a vyšších rostlinných enzymů včetně polygalakturonasy, pektinasy, pektinu, lyasy, a-L-arabinofuranosidasy a b-glukosidasy inhibuje i invertázní aktivitu různých rodů druhů rostlin. Získaná koncentrace inhibitoru invertázy byla 4 mg inhibiční bílkoviny/g čerstvé hmotnosti plodu. Minimální inhibiční koncentrace (MIC) bílkovinného inhibitoru izolovaného z ovoce *C. betacea* proti *Erwinia carotovora* var. *carotovara* byla 102,16 mg/ml a pro *Pseudomonas syringae* 67,12 mg/ml.

3.2.3.12 *Skimmia anquetilia* N. P. Taylor & Airy Shaw – **výtažky**

S. anquetilia je stále zelený keř pěstovaný jako okrasná rostlina pro jasně červené trsy plodů, následujících po žlutých květech, na samičích rostlinách (Gardiner, 2011).

Využití výtažků ze *Skimmia anquetilia* – příklady

Agrobacterium tumifaciens*, *Pseudomonas syringae*, *Pactobacterium carotovorum

Vyšetřování dalšího extraktu získaného 90 % ethanolem z prachu usušených listů *Skimmia anquetilia* vedlo k izolaci nového glukosidu kumarinu 7,8-dihydroxy-6-[3'-β-D-glucopyranosyloxy-2'-(ξ)-hydroxy-3'-methylbutyl]-kumarin společně s pěti známými kumariny 6-(2,3-dihydroxy-3-methylbutyl)-7-methoxycoumarin, skimmin, osthol, eskuletin a skopuletin. Sloučeniny 7,8-dihydroxy-6-[3'-β-D-glucopyranosyloxy-2'-(ξ)-hydroxy-3'-methylbutyl]-kumarin a skimmin byly zkoumány proti bakteriím *Agrobacterium tumifaciens*, *Pseudomonas syringae* a *Pactobacterium carotovorum*. Obě složky měly inhibiční účinky na všechny uvedené bakterie (Sharma et al., 2008).

3.2.3.13 špenát setý *Spinacia oleracea* L. - **antimikrobiální peptidy**

Špenát *Spinacia oleracea* L. je listová zelenina produkující během vegetační fáze růstu růžici. Listy mohou být zaoblené až špičaté a pohybují se od plochých po plně „zmuchlané“. Původní typ semena špenátu byl ostnatý, ale dnes je v USA a v Evropě standartním typem semeno kulaté, zaoblené. Rostlina je diploidní ($2n = 12$) a pochází ze středního východu, zřejmě z oblasti Iránu. Spolu s quinoou a pleveli, jako například laskavcem, patří do čeledi *Amaranthaceae* (Prohens et Nuez, 2008).

Využití peptidů ze špenátu – příklady

Clavibacter michiganensis*, *Ralstonia solanacearum*, *Fusarium* spp., *Bipolaris maydis*, *Colletotrichum lagenarium

Antimikrobiální peptidy (So-D1-7) byly izolovány z buněčných stěn ze listů špenátu (*Spinacia oleracea* cv. Matador) a podle jejich aminokyselinových sekvencí představovalo šest z nich (So-D2-7) novou strukturní podskupinu defensinů rostlin (skupina IV). Defensiny skupiny IV byly také funkčně odlišné od skupin I-III. Byly účinné v koncentracích $< 20 \mu\text{M}$ proti bakteriálním patogenům Gram-pozitivních (*Clavibacter michiganensis*) a Gram-negativních (*Ralstonia solanacearum*) bakterií, stejně jako proti houbám, kterými jsou *Fusarium culmorum*, *F. solani*, *Bipolaris maydis* a *Colletotrichum lagenarium*. Defensiny skupiny IV byly přednostně distribuovány ve vrstvě epidermálních buněk listů a v subepidermální oblasti stonků (Segura et al., 1998).

3.2.3.14 trnovník akát *Robinia pseudoacacia* L. - **peptid ze semen**

Trnovník akát je velký, rychle rostoucí strom, spadající do čeledi *Fabaceae*. Dorůstá výšky až 23 metrů, má složené listy a trny připomínající trny růže. Sněhově bílé květy uzrávají do rovných, hladkých lusků. Ty obsahují 4–8 semen a dosahují délky přibližně 10 cm (Barceloux, 2008).

Využití peptidů z *Robinia pseudoacacia* – příklady

Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Pseudomonas syringae* pv *syringae*, *Xanthomonas campestris* pv *campestris

Ze semen *Robinia pseudoacacia* izolovali Talas-Oğraş et al. (2005) chromatograficky v in vitro kationtový peptid (Rp-AMP1) s nízkou molekulární hmotností a testovali ho proti bakteriím. Peptid inhiboval růst všech testovaných bakterií včetně *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Pseudomonas syringae* pv *syringae* a *Xanthomonas campestris* pv *campestris*.

Inhibiční účinek z celkového výtažku extrakce z *R. pseudoacacia* proti bakteriálním kmenům byl zaznamenán také, avšak nebyl účinný jako samotný Rp-AMP1.

3.2.4 Víceúčelové a ostatní rostlinné látky

Do třídy víceúčelových látek jsou v práci zahrnuty takové sloučeniny, které mají často dva a více způsobů působení či využití a není tak jasněji vymezena jejich účelovost a efektivita.

3.2.4.1 jojobový olej

Olej ze semen rostliny *Simmondsia chinensis*, též jojoby kalifornské (CAS RČ 61789-91-1), je ve skutečnosti kapalným voskem tvořený acylací mastných kyselin na alkoholy s dlouhými řetězci (Srivastava, 2002). Rostlina se volně nachází v semiaridních oblastech Mexika a Spojených Států Amerických. V Sonorské poušti má jako komodita velmi vysokou hodnotu. Vosk je bledý, bezbarvý, bez zápachu, s bodem tání v rozmezí 15-70 °C. Z 97 % ho tvoří voskové estery s volnými alkoholy. Kyseliny a steroly zaujímají zbylých 3 % (Badal et Delgoda, 2017).

Repelentní účinky

Jojobový olej je dle (Jalali sendi et Ebadollahi, 2013) možné použít jako repelentní přípravek pro lesáka skladištního *Oryzaephilus surinamensis*, nebo zrnokaze skrvnitého *Callosobruchus maculatus*. Také se da použít jako insekticid proti *Bemisia spp.* a molice *Trialeurodes vaporariorum*, nebo jako fungicid např. proti padlí (Regnault-Roger et Philogène, 2008).

3.2.4.2 mastné kyseliny rostlin a draselná mýdla

Mastné kyseliny

Existuje pozoruhodné množství přirozeně se vyskytujících mastných kyselin (více než 1000), které se nacházejí a tvoří hlavní složky v tucích, olejích (jiných než triacylglycerolů), vosků a dalších materiálů obsahujících lipidy. Z mnoha mastných kyselin je jich jenom 20–25 široce distribuovaných v přírodě a mají komerční význam. Tyto mastné kyseliny mají délku 10–22 uhlíků a jsou získávány z hlavních domestikovaných rostlinných olejů a živočišných tuků (Ahmad, 2017).

Z mastných kyselin s přímým řetězcem C9 (pelargonová), C10 (kaprinová) a C11 (undekanová) bylo zjištěno, že jsou nejúčinnější při prevenci ovipozice zrnokaze *C. maculatus* a způsobují mortalitu dospělcům pilouse *S. oryzae*. Při koncentracích v rozmezích 0,4–1,6 g/kg

vykazovaly tyto sloučeniny proti hmyzu také silnou repelentní účinnost. Je zajímavé, že při přeměně mastných kyselin na odpovídající metylestery ztrácejí veškerou cidní a repelentní aktivitu. Zatímco kaprinové, laurové a myristové kyseliny údajně vykazovaly insekticidní účinky vůči komárům *Aedes triseriatus* v koncentracích $LC_{50} = 0,0004\text{--}0,0014\%$, kyselina palmitolejová, olejová a linolová jsou zase mírně aktivní proti *Sitophilus oryzae* a *Tribolium castaneum* (Singh, 2014).

Draselná mýdla

Mýdla jsou aniontová (záporně nabitá) povrchově aktivní činidla vyrobená hydrolyzou tuků během chemické reakce nazývané saponifikace. Jinými slovy jsou mýdla ve vodě rozpustné sodné, nebo draselné soli mastných kyselin syntetizované z tuků a olejů (nebo jejich mastných kyselin) chemickým zpracováním silnou alkalickou látkou (bází) (Toedt et al., 2005).

Draselná mýdla nejsou původem přirozeně přírodní látky, vzhledem ale k jejich rostlinnému původu je lze do botanických pesticidů zařazovat také (Pavela, 2011). Soli mastných kyselin (někdy jen mýdla) využívané v ochraně rostlin jako insekticidy, jsou nejčastěji draselného původu. O těch je známo, že narušují strukturu a propustnost buněčných membrán hmyzu. Obsah buněk se dostává ven z poškozených buněk, což vede k rychlé smrti těchto buněk. Široká škála malých a „měkkých“ hmyzích druhů jako jsou **mšice**, **třásně**, **roztoci**, **třásnokřídli**, **svilušky** a **molice** jsou na mýdla citlivá. I některý větší hmyz je na mýdla náchylný. Jsou to **housenky**, **křískovití** a **brouci**. Obecně platí, že insekticidní mýdla mají minimální dopad na prospěšný hmyz (medonosné včely, larvy chrobáků, parazitické vosičky). Selektivní působení mýdel, jejich nízká toxicita pro savce, biologická odbouratelnost a vysoký stupeň bezpečnosti pro člověka jsou hlavními výhodami těchto mýdel. Účinky jsou rychlé, obvykle vedoucí ke smrti cíleného hmyzu během několika minut po expozici. Schopnost škůdců vyvinout rezistenci na insekticidní mýdla je nižší než u tradičních pesticidů, stejně jako u většiny ostatních biopesticidů (Singh, 2014).

Je známa i **antibakteriální** aktivita mastných kyselin a draselných solí (Thormar, 2011). Stejně tak i Dayan et al. (2009) mluví o **herbicidních** účincích. Některé soli mastných kyselin jsou uváděny na trh jako neselektivní herbicidní mýdla. Ty se skládají z mastných kyselin různých alifatických délek smíchaných s octem nebo kyselinou octovou a emulgátory, jako jsou organosilikonové, saponifikované, methylované a ethylované pomocné látky. Takovéto mixy mohou být použity jako desikanty. Většina plevelů má však tendenci se zotavit, protože po počátečním účinku popálení, které přichází brzo po aplikaci, nedochází k reziduální aktivitě.

Jako nejefektivnější se jeví mastné kyseliny se středně dlouhými alifatickými řetězci jako je kaprylová (C8) a pelargonová (C9).

3.2.4.3 porfyriny

Porfyriny slouží jako prostetické skupiny pro proteiny, které mají funkci v transportu kyslíku (hemoglobin a myoglobin), rozpadu peroxidu (katalasa), transportu elektronů (cytochromy a, b a c), hydroxylaci (cytochrom P450) a absorpci světla (chlorofyl). Jsou to heterocyklické sloučeniny, které zahrnují čtyři pyrolové kruhy spojené přes uhlíkové můstky. Nejpočetnější porfyriny v přírodě se nacházejí v hemoglobinu a chlorofylech (Gupta, 2014b).

Porfyriny jsou, jak je naznačeno výše, prekuzory a degradační produkty chlorofylu (Rosenthal et Berenbaum, 1991).

Fotosenzitizace je reakce na chemikálie, které činí buňky citlivější na působení světla, zejména pak ultrafialového. Většina sloučenin s touto vlastností je fluorescenční. Přesto že fotosenzitizace postihuje kůži a povrch obratlovců, jiné tkáně imunní nejsou. Například perforované srdce želvy bylo zastaveno porfyriny při vystavení světlu, ale ne v temnotě. Druhé srdce perforované v temnotě s perfuzátem z prvního srdce nebylo ovlivněno. Právě porfyriny jsou pravděpodobně příčinou častější a závažnější fotosenzitizace u lidí, než jakékoliv jiné látky nebo materiály. Nicméně fotosenzitizace se nevyskytuje ve všech případech, kdy je koncentrace porfyrinů v krvi a exkrecích zvýšena. Je důležité poznamenat, že chemická látka, která je pro narušení tohoto metabolismu nejúčinnější, je nyní zakázaný pesticid hexachlorbenzen (Krieger, 2010).

Využití porfyrinů – příklady

Porfyrin přírodního původu byl shledán jako například slunečním světlem aktivovatelný larvicid proti vektoru horečky dengue komára *Aedes aegypti*. Současný výzkum látek ALA (delta-aminolevulová kyselina) a dalších porfyrinů jako možných insekticidů je soustředěn na řády *Lepidoptera*, *Diptera*, ale i na rovnokřídlé *Orthoptera* (YIN et al., 2008).

3.2.4.4 rotenon

Rotenon je keton izolovaný z dřevin druhů *Derris elliptica* a *Lonchocarpus nicou*. Je to bezbarvá látka bez zápachu. Využívá se jako akaricid, insekticid nebo např. jako neselektivní piscicid. Rotenon narušuje transport elektronů v mitochondriích a způsobuje redukci kyslíku, zatímco vznikají reaktivní typy kyslíku, které právě poškozují části mitochondrií a DNA.

Možná je i souvislost se vznikem Parkinsonovy choroby při používání této látky. Rozkládá se rychle jak v půdě, tak i ve vodě. Degradaci urychluje sluneční záření (Hrudová, 2015).

Rotenon není dobře rozpustný ve vodě. Používá se jako prach nebo v olejovém roztoku. Je velmi toxický s $LD_{50} = 350$ mg/kg tělesné váhy savců a Pavela (2011) pak udává že se LD pro člověka a ostatní savce může udávat už v hodnotách kolem 1000 mg/kg. Ve skutečnosti je rotenon toxicitější než carbaryl a malathion, dva běžně používané syntetické insekticidy (Singh, 2014).

Využití rotenonu – příklady

Rotenon má velkou škálu cidního užití proti blanokřídlým, mandelinkám a mandelinkovitým, listokazu japonskému, blechám, dřepčíkům, pěnodějkám, mšicím, roztočům, mřovitým, a dalším (Khetrapal et Vodwal, 2016).

3.2.4.5 řasy *Algae* - **výtažky**

Mořské řasy jsou skupinou fotosyntetizujících organismů obecně přichycujících se k horninám nebo jiným tvrdým substrátům. Ekologicky tvoří mnoho druhů husté porosty (lesy), které poskytují ochranná stanoviště pro širokou škálu rostlin a živočichů, udržují pobřežní společenství tím, že utváří fyzickou strukturu a tvoří základ mořského potravinového řetězce. Odhaduje se, že na celém světě můžou kelpy asimilovat asi 1,8 g uhlíku/m² za rok. Ekonomické využití mají mořské řasy mezi potravinami, krmivý, hnojivý, kosmetikou, farmaceutickým průmyslem a biopalivy (Hu et Fraser, 2016).

Využití mořských řas – příklady

Insekticidní účinky

Vodní extrakty z mořských řas *Enteromorpha intestinalis* a *Chaetomorpha linum* vykazují insekticidní účinky proti jedincům, konkrétně proti larvám rodu *Artemia* a broukům *Sitophilus oryzae*. Byla sledována i fytotoxická aktivita na klíčení semen *Abelmoschus esculentu*. Po 24 hodinách Řasa *E. intestinalis* vykazovala nejlepší insekticidní účinky proti broukům i larvám při koncentraci 20 %. Výtažek z *C. linum* neprojevil téměř žádné pesticidní aktivity proti broukům, naproti tomu měl lepší larvicidní účinky také už při 20 % koncentrace. Při nejvyšších koncentracích (100 %) bylo zabráněno klíčení semen, avšak u 20 % roztoků, zůstala klíčivost kolem 100 % (PK et al., 2016). Insekticidní účinky má také extrakt (konkrétně nejúčinnější methanolový) z taiwanské řasy *Gracilaria firma*. Byla zkoumána mortalita u larev komára *Aedes aegypti*, která dosáhla 100 % po 24 hodinách (Kalimuthu et al., 2014). Proti škůdci bavlníku *Dysdercus cingulatus* fungují insekticidně extrakty z hnědé řasy *Sargassum*

tenerrimum. Nejlépe je na tom extrakt benzenu. Redukuje celkový nymfální vývoj v závislosti na dávkování. Extrakt redukuje pre-ovipoziční, post-ovipoziční období a stejně tak plodnost. Výtažky výrazně snižují celkový obsah bílkovin i genomické DNA škůdců (Sahayaraj et Jeeva, 2012).

Fungicidní účinky

Jako fungicidy mohou být extrakty z mořských řas využity také. Důkazem jsou výsledky *in vitro* studií proti miceliálnímu růstu *Fusarium oxysporum* f. sp. *udum*. Proti patogenu byl nejúčinnější extrakt z hnědé řasy *S. myricocystum*, následně v pořadí dle účinnosti z *Gracilaria edulis* (červená řasa) a *Caulerpa racemosa* (zelená řasa). Největší účinek se projevil v nejvyšší sledované koncentraci 30 % (Ambika et Sujatha, 2014).

3.2.5 Fungicidy

Fungicidní přípravky jsou ty, které jsou za daných podmínek schopny usmrtit houby včetně jejich spor (Forsythe, 2000).

3.2.5.1 Eugenol

Eugenol $C_{10}H_{12}O_2$ (CAS RČ 97-53-0) byl izolován z hřebíčkového oleje v roce 1929. Komerční hřebíčkový olej je produkt parní destilace listů nebo pupenů hřebíčku a obsahuje 84–88 % eugenolu. Eugenol je široce rozšířen v rostlinné říši zejména v listech skořice a kůrovém oleji. Dále v oleji z bazalky *Ocimum gratissimum* L. a esenciálním oleji sladké bazalky *Ocimum basilicum* L.. Další destilací hřebíčkového oleje vzniká produkt obsahující téměř čistý eugenol (nad 95 %). Eugenol je obsažen i v nápojích whiskey (až 0,5 mg/l), které zrají v dubových sudech, a to z důvodu fenolické difúze frakce ethanolového extraktu z dubu (Barceloux, 2008).

Využití eugenolu – příklady

***Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Alternaria alternata*, *Penicillium* sp.**

Fungicidní účinky terpinen-4-ol, eugenolu, karvonu, 1,8-cineolu (eukalyptolu) a thymolu byly pozorovány *in vitro* na *Fusarium subglutinans*, *F. cerealis*, *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *Aspergillus tubingensis*, *A. carbonarius*, *Alternaria alternata* a *Penicillium* sp.. Všechny testované silice v závislosti na jejich koncentracích prokázaly antifungální účinky při myceliálním růstu. 5 přírodních molekul ukázalo různé úrovně účinnosti podle následující stupnice: thymol > eugenol > karvon > terpinen-4-ol > 1,8-cineol. Což je ve shodě s Kurita et Koike (1983), kteří objevili závislost protihoubové aktivity podle hlavních komponent obsažených v silicích rostlin, kde platí

následující pravidlo síly účinku: fenoly > alkoholy > aldehydy > ketony > ethery > hydrokarbony. Thymol jako monoterpen fenol, vyskytující se v těkavých olejích *Thymus vulgaris* L., zde měl nejvyšší hladinu toxicity proti všem houbám. Esenciální oleje jsou také známé narušováním buněčných membrán i v rostlinných buňkách. Byla proto testována i fytotoxicita na modelu ječmene stejnými nebo vyššími koncentracemi složkami oleje, jako při testování kmenů hub. Při tomto porovnání bylo postižení růstu a klíčivosti semen však zanedbatelné (Morcia et al., 2011).

Xanthomonas campestris pv. phaseoli

Lo Cantore et al. (2009) vyzkoumali antibakteriální účinky emulze eugenolu (kyseliny hřebíčkové) proti bakterii *X. campestris pv. phaseoli* var. *fuscans*. Eugenol v dávce 4 mg/ml dezinfikuje semena postižené maximálně $7,0 \times 10^2$ bakterií/semeno. Avšak po 72 hodinách inkubační ošetření s 2, 4 a 8 mg/ml eugenolu způsobilo snížení klíčivosti o 3 %, 7 % a 16 %, což bylo významně odlišné od kontrol. Žádný vliv na klíčení nebyl pozorován při léčbě eugenolovou emulzí 1 mg/ml. Tyto údaje ukazují, že eugenol je potenciálně vhodný pro dezinfekci semen fazolí od *X. campestris pv. phaseoli* var. *fuscans*. Je však zapotřebí dalších studií vlivů esenciálních olejů na vitalitu a klíčivost.

3.2.5.2 křídlatka sachalinská *R. sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai - **výtažky**

Původem Japonská křídlatka (také opletka) rodu křídlatek *Reynoutria* byla do Evropy zavlečena na počátku 19. století jako okrasná rostlina. Od té doby se její výskyt exponenciálně zvýšil a v současné době je považována za jeden z nejvíce problematických invazních plevelů mající vážný dopad na původní biodiverzity.

Extrakt je uváděn na trh pod názvem Milsana (KHH Bioscience). Používá se zejména v Severní Americe pro ochranu okrasných rostlin, jako jsou růže a begonie a také proti různým druhům **padlí *Oidium*** na zelenině a ovoci (Abrol et Shankar, 2012). I v Evropě se používá pro kontrolu širokého spektra **houbových i bakteriálních chorob** rostlin jak v organickém, tak v neekologickém zemědělství. Je obzvláště účinná proti již zmíněnému padlí a používá se především na skleníkových a okrasných rostlinách. Zjevně působí nepřímo indukcí obrany rostlin. Regulující chalkon syntázu (klíčový enzym dráhy flavonoidů) vede k téměř úplnému potlačení indukované rezistence (Dayan et al., 2009). Milsana se využívá hlavně pro preemergentní ošetření než kurativní aplikaci. Z principu bývá hlavním cílem choroba padlí. Na pšenici Milsana kontroluje padlí kombinací indukované rezistence a přímou antifungální

aktivitou. Aktivní složka se podle Yoon et al. (2013) jeví jako přírodní elicitor fytoalexinů, které indukují přirozený imunitní systém rostlin a rezistenci v hostitelských rostlinách.

Využití výtažků z Fallopie / Milsany – příklady

Ve studii Ribas-Agustí et al. (2015) uvádějí, že přípravek Milsana má na produktivitu a chemickou kompozici rajčat pěstovaných ve sklenicích stejný účinek jako smáčitelná síra. Ta je jedna z nejdůležitějších fungicidů, používaným v organické produkci, pro kontrolu padlí. Výnosy ploch ošetřených elicitorem nebyly nijak odlišné od těch, ošetřených sírou. Pro každou z rostlin použili roztok Milsany s vodou (3 ml/l). Fofana et al. (2002) také potvrzují, že aplikací přípravku Milsana na listy okurek redukuje napadení padlím a dokázali, že má tato rezistence souvislost se zvýšenou extrahovatelnou enzymatickou aktivitou a s transkripční akumulací dvou flavonoidních biosyntetických genů, CHA (chalkon-syntáza) a CHI (chalkon-isomeráza).

3.2.5.3 přesličky *Equisetum* spp. - **výtažky**

Dnešní zástupci přesliček jsou rostliny bylinného charakteru, vzácně bývají i liány. Vymřelé, dříve stromovité přesličky, dosahovaly výšky až 30 m a významně se podílely na tvorbě kamenouhelných slojí. Největšímu rozvoji dostaly v karbonu a permu. V druhohorách poté přesličky z větší části vymřely a dnes z nich zbyl jen jeden rod: přesličky *Equisetum*. Přeslička rolní *Equisetum arvense* patří mezi významné léčivé rostliny (Kincl et al., 2006) a odvary z přesliček se také osvědčují jako účinné postřiky proti houbovým chorobám a roztočům (Jelínek et Zicháček, 2007). Jsou to vytrvalé výtrusné cévnaté rostliny spadající do nadoddělení kaprad'orosty *Monilophyta* (Benešová, 2013).

Využití výtažků z přesliček – příklady

P. aeruginosa*, *Staph. Aureus*, *B. cereus

Antimikrobiální test ukázal, že neúčinnější extrakty (ethyl acetátu a *n*-butanolu) přesličky rolní inhibovaly růst bakterií *P. aeruginosa*, *Staph. aureus* a *B. cereus* při MIC 25-75 mg/ml. Neinhiboval však *E. coli* ani při hodnotách přesahujících 100 mg/ml (Čanadanović-Brunet et al., 2009). Při testování (Milovanović et al., 2007) pěti druhů přesliček *E. arvense* L., *E. sylvaticum* L., *E. fluviatile* L., *E. palustre* L. a *E. telmateia* Ehrh a jejich hydro-alkoholických extraktů bylo zjištěno zastoupení látek. Nejvíce se vyskytoval quercetin 3-O-(6"-O-malonylglucosid) (28-50 %), následně ne-malonylovaný quercetin 3-O-glucoside (49,6 %) a volný aglykone quercetin (21,1 %). Celkové množství fenolů na usušenou rostlinu je průměrně 92-349 μmol/g. Nejvíce rezistentní bakterie se projevila gram-pozitivní *S. aureus* a nejvíce sensitivní se projevila *P. aeruginosa*.

Rhizoctonia solani

Inhibici růstu (62 %) v in vitro podmínkách po pěti dnech od aplikace ukazuje ethanolový extrakt přesličky rolní v koncentraci 4 % také proti kořenomorce bramborové *Rhizoctonia solani*, častému houbovému patogenu. Při koncentraci 10 % inhiboval extrakt růst úplně (Rodino et al., 2014).

Extrakt z přesličky rolní může být účinný při inhibici růstu producentů aflatoxinů i v předběžné sklizni za vyšší vlhkosti v porostu kukuřice, a to zejména v kombinaci s extraktem ze stévie *Stevia rebaudiana* v poměru 1:1. Přesto, že byl redukován růst patogenů, nebyla však vymýcena jejich přítomnost (Garcia et al., 2012).

3.2.5.4 *Ruta chalepensis* L. - EO

Routa je silně aromatická, vonná trvalka s dřevnatým oddenkem. Sbírá se kvetoucí nať nebo list (Pavela, 2011).

Využití esenciálních olejů z *Ruta chalepensis* L. – příklady

***Fusarium* spp.**

Esenciální olej získaný hydrodestilací z listů rostliny *Ruta chalepensis* L. s hlavním zastoupením látek: 2-undekanon (49,08 %), nonan-2-on (33,15 %), limonen (4,19 %) a dekanon (2,71 %) vykazuje při zkoumání na agarových discích antifungicidní účinky proti pěti testovaným druhům *Fusarium*. Olej redukoval růst všech testovaných hub. Nejvíce sensitivní byla na olej *F. culmorum*. 100 % inhibici vykazovala dávka už 5 µl/ml. Dále v pořadí citlivosti následují: *F. pseudograminearum* (10 µl/ml), *F. proliferatum* (15 µl/ml) a *F. graminearum* (20 µl/ml). Tato inhibiční aktivita je nejspíše zapříčiněna poměrem monoterpenů, seskviterpenů, ale také ostatních významných nebo stopových složek oleje, jejich synergie nebo antagonizace. Silice z *R. chalepensis* L. však projevily i fytotoxicitu při zkoumání na klíčivost a růst sadby *T. durum* a *Phalaris canariensis* L.. Klíčivost semen obou rostlin byla znatelně snížena už za použití malých dávek (0,5 a 1 µl/ml). Při dávkách 6 µl/ml byla klíčivost zastavena zcela. Zde se účinnost přičítá hlavně nejvíce seskviterpenům, u kterých jsou fytotoxické účinky známé (Bouajaj et al., 2014).

3.2.6 Nematocidy

Postupné stahování syntetických nematocidů, jako jsou organofosfáty, karbamáty a metylbromidy, vytváří potřebu vytváření a hledání nových sloučenin pro kontrolu fytonematod. Hád'átka kořenové *Meloidogyne* sp. je světově nejvíce ničivým parazitem mezi hád'átky. Jak je

i v této práci již několikrát zmíněno, regulace ochrany rostlin, umožňuje rozvoj a výzkumy biopesticidů pro integrované zemědělství, včetně toho ekologického (Caboni et Ntalli, 2014).

3.2.6.1 DMDP

Látka DMDP ((2R,5R)-dihydroxymethyl-(3R,4R)-dihydroxypyrrolidin) $C_6H_{13}NO_4$ (CAS RČ 59920-31-9) Je analog cukru, pyrrolidinový alkaloid obsažený v bobovitých rostlinách rodu *Lonchocarpus* a *Derris*, vykazující nematocidní účinky. Od prvních výzkumů v minulém století, kdy byl v roce 1987 uveden, jako možný insekticid v zemědělství (Hilje Quirós, 2004) a v roce 1993 jako možný nematocid, který byl získán iontovou chromatografií z rostliny *Lonchocarpus costaricensis* a testován proti **hád'átku *Globodera rostochiensis*** (Birch et al., 1993) je stále předmětem zkoumání způsob účinku (Stoytcheva, 2011).

Využití DMDP – příklady

DMDP je nezvyklý v tom, že může být aplikován sprejem na rostlinu právě jako ochrana proti hád'átkům útočících z půdy. Ukázalo se, že analog cukru je mobilní ve floému, což znamená, že může být aplikován na listy rostliny a následně je translokován floémem do všech částí rostliny včetně kořenů (Copping, 1998).

3.2.6.2 česnek kuchyňský *Allium sativum* L. - **výtažky**

Česnek produkuje látku allicin $C_6H_{10}OS_2$ (CAS RČ 539-86-6), která dává česneku jeho vůni a zdravé vlastnosti. Česnek neobsahuje samotný allicin, ale jedná se o sloučeninu vzniklou reakcí dvou chemikálií uvnitř česneku, které se smísí jako následek mechanickým poškození. Je prokázáno, že allicin má i fungicidní, antibiotické a antivirové vlastnosti (Sarwar, 2015b).

Využití extraktů z česneku – příklady

Extrakty z česneku, konkrétně *Allium sativum* Linn., byly potvrzeny jako toxické pro hád'átka. Vodní extrakty listů a cibule působí na hád'átka cukrové třtiny *Aphelenchoides sacchari* a hád'átka citrusů *Tylenchorhynchus semipenetrans*. Dále jsou vodní extrakty toxické pro *M. javanica*, *Radopholus similis* a *M. inkognita*. Olej získaný z rostliny byl testován také a způsobuje neplodnost a toxicitu larvám *M. inkognita* (Singh, 2014).

Prášek a extrakty z česneku zajistí mortalitu také např. *Callosobruchus maculatus* Fab., neboli brouku, který škodí na skladovaných plodech leguminóz (Ileke et Olotuah, 2011). Prášek *A. sativum* vykazuje vysokou toxicitu vůči dospělci **zrnokaza *C. maculatus*** s hodnotami $LC_{50} = 9,66$ g/Kg. Vodní extrakt zase více působí na **pilouse *S. zeamais*** (Denloye, 2010). Cibule česneku obsahují dále sloučeniny sulfo-oxidy odvozené od allicinu, které jsou také

zodpovědné za antifungální, repelentní a toxické vlastnosti proti různým škůdcům. Terénní experimenty s **rajčaty** prokázaly aktivitu fermentovaných rostlinných extraktů z divokého česneku, které mají insekticidní účinky pro udržení nižší populace **mšic** (Nzanza et Mashela, 2012).

Esenciální olej česneku je používán pro kontrolu arthropodních škůdců, zejména japonského termita už ve velmi nízkých koncentracích 3,5 µL/l. Dále působí na brouky *Alphitobius diaperinus*, *Rhizotrogus majalis* a další (Upadhyay, 2016). Na **řepce** *Brassica napus* prokázali Mhazo et al. (2011) 70 % mortalitu mšic po dvanácti dnech, kdy porost řepky ošetřili výtažkem z česneku.

3.2.7 Regulátory růstu rostlin

Rostlinné regulátory růstu mohou mít například vedle své schopnosti fixovat atmosferický dusík (v případě biologických regulátorů - do této skupiny patří přípravky s bakteriemi *Rhizobacteria*) také účinnost při biosyntéze různých fytohormonů. Fytohormony jsou známé jako regulátory růstu rostlin, které se ukázaly, jako důležité pro růst a vývoj rostlin. Regulátory jsou tak organické látky, které ovlivňují fyziologické procesy rostlin, a to ve velmi nízkých koncentracích (Zdandi et Basu, 2016).

3.2.7.1 giberelová kyselina

Kyselina giberelová (GA₃) C₁₉H₂₂O₆ (CAS RČ 77-06-5), hormon stimuluje růst a vývoj, je tetracyklická diterpenoidová sloučenina. Stimuluje klíčení semen, z meristému spouští vývoj výhonku, fázi od mladého k dospělému listu, vegetativní fázi po rozkvět a určuje pohlaví a vývoj zrna společně s interakcí různých environmentálních faktorů (Gupta et Chakrabarty, 2014a).

Využití kyseliny giberelové – příklady

Velmi málo kultivačních médií používá GA₃ pro iniciaci nebo růst kalusových kultur. Nicméně tento růstový regulátor je velmi prospěšný pro růst bramborových buněk v kalusu suspenzi kultury (Dixon et Gonzales, 1994).

Stres ze sucha vytváří disbalanci nebo nedostatek některých regulátorů růstu v rostlinách, což vede ke snížení výnosů. Kyselina giberelová je jedním z nejdůležitějších regulátorů růstu v rostlinách, které zlepšují odolnost proti suchu v rostlinách s optimální koncentrací. Zevní aplikace kyseliny za sucha na rostliny **kukuřice** podpoří celkový podíl sušiny, listovou plochu, rychlost růstu plodiny a asimilaci. Aplikace kyseliny v koncentraci 150

mg/l listovým postřikem ve fázi 8–10 listů a ve fázi vytváření vousů tak nejen zlepší toleranci na sucho, ale také zvýší výnos plodiny za normálních podmínek (Sarwar et al., 2017). Podobné účinky se podařilo prokázat na **rýži**. Nejlepšími výsledky včetně výnosů zrna se projeví dávkou 400 g/ha kyseliny (Abo-Youssef et al., 2017). Záleží však velmi na době ošetření, sklizně a také na odrůdě rýže (Dong et al., 2016).

Po aplikaci (0,005–0,015 g/l) společně s dusičnanem draselným (1–5 g/l) zlepšuje kyselina růst, vývoj a výnos hybridů F1 **okurek** *Cucumis sativus* L.. Nejlepších výsledků takto dosáhne listové hnojení (Pal et al., 2016).

Další využití má složka **proti stresu zasolením** (NaCl), při kterém opět dochází k redukování růstu a snížení výnosu. Pokus byl proveden na rostlinách **lnu** *Linum usitatissimum* L. 15 dnů po vysazení. Při použití v kombinaci s CaCl₂ (což není v EZ legislativně možné) se pak účinek násobně zvyšuje (Nasir Khan et al., 2010). K podobným výsledkům došel i Ahmad (2010) v porostu **hořčice** *Brassica juncea* L. a Iqbal et Ashraf (2013) v porostech **pšenice**.

3.2.7.2 pinolen

Di-1-p-menthen C₂₀H₃₄ (CAS RČ 34363-01-4), terpenický polymer s krátkým řetězcem, běžně nazývaný pinolen, je vyráběn z pryskyřice listnatých stromů (Palliotti et al. (2013) naopak uvádějí, že ze stromů jehličnanů) destilačním procesem a prakticky neobsahuje žádné další ekologicky nečisté chemické sloučeniny, které by mohly být škodlivé pro životní prostředí a jedovaté pro potravinářský průmysl. Pryskyřice listnatých stromů, stejně jako jiných stromů, mají gumovité vlastnosti, které poskytují potřebnou ochranu před zraněním způsobeným prostředím, kde se vyskytují. Navíc obsahují fytoncidy – těkavé látky, které zabraňují šíření nákazy (Kosteckas et al., 2009).

Pokud je pinolen uložen jako tenký film na povrchu a vystaven světlu a vzduchu, začne pomalu polymerizovat a tvořit delší řetězce polymerů. Residuální setrvání pinolenu závisí na pomalé kompletaci polymerů a může tak trvat týdny, měsíce, než jsou všechny polymery převedené do pevné fáze. Pinolen může rozpouštět značné množství mnoha pesticidů. Má mírně nízký tlak par, který při polymeraci klesá. Proto je ztráta těkavosti pesticidu, která je buď rozpuštěna nebo obsažena uvnitř pinolenového filmu, značně snížena (Anon., 1970).

Využití pinolenu – příklady

Zabránění předčasného výdrolu

Pinolen se užívá především jako látka zabraňující předčasnému výdrolu šesulí řepky. Dvouletá data z výzkumu potvrdila hypotézu, že v ozimé řepce listová fertilizace sprejem s pinolenem (0,5-1,0 l/ha) tři týdny před dozráním plodiny vede k vytvoření elastických kapslí kolem šesulí, které zabraňují jejich otevření a následné ztrátě semen. Účinnost pinolenu je vyšší u plodin napadených chorobami nebo škůdci a plodin sklizených později. Z ekonomického a pracovního pohledu sklizení ozimé řepky by měl být listový postřik pinolenu v neekologickém zemědělství kombinovaný ještě jedním listovým postřikem roztoku karbamátů (20 kg/ha). Hnojení listovým postřikem ozimé řepky pinolenem (1,0 l/ha) + karbamát (20 kg/ha) zvýší výnos řepky. Takovýto postřik chrání řepku před ztrátou semen pět týdnů. Poté začíná účinnost klesat (Kosteckas et al., 2009).

Špokas et Steponavičius (2014) poukazují na to, že ochrana pinolenem nemění nijak výrazně vlhkost z vnějšího prostředí, včetně bohatých srážek, semen uvnitř šesulí. Potvrzují však, že po nepříznivých povětrnostních podmínkách a poklesu obsahu vlhkosti řepky na 18 % vykazuje ošetřená řepka nižší ztráty. Při sklizni jarní řepky v podmínkách průměrné vlhkosti přibližně 11 % nebyl vliv ošetření na ztrátu podstatný. Opět také potvrzují vliv pozdního sklizení, kdy se u později sklizených plodin daleko rychleji zvyšuje podíl ztrát u neošetřených rostlin.

Antiozonant

Další studie mluví o pinolenu jako o možné ochraně proti ozonu neboli „antiozonantu“. Na citlivém fazolu *Phaseolus vulgaris* cv. Pinto ukazují Francini et al. (2011), že ošetření pinolenem značně snižuje zranění toxicitou ozonu, kterým byly rostliny vystaveny v koncentraci 150 ppb v atmosféře po dobu čtyř hodin. Látka je tak prokazatelně nízkonákladová a technologicky lehce providitelná ochrana proti ozonu na poli. Ozon ovlivňuje několik parametrů fyziologie rostlin včetně chlorofylu a funkce fotosyntézy ovlivňující tak výnosy. Při pokusu na tabáku (Agathokleous et al., 2014) se však ochrana pinolenem nijak neprojevila v účinku proti ozonu. A při vyšších koncentracích (10 a 50 ml/dm³) byla zjištěna dokonce fytoxicita u všech testovaných rostlin. Potenciální antiozonová role ochrany může být tak specifická pro daný druh a pravděpodobně se vyskytuje pouze u krátkodobých expozicích ozonem. Pro efektivní ochranu např. tabáku proti ozonu tak zatím zůstává ethylenediurea (EDU) která je netoxická i při vyšších koncentracích 500 ppm.

Ostatní využití

Pinolen lze také využít například pro techniku zpomalující dozrávání hroznů a snížení akumulace cukru v bobulích (Palliotti et al., 2013).

3.2.7.3 zeatin

Látka zeatin $C_{10}H_{13}N_5O$ (CAS RČ 1637-39-4) dostala jméno podle kukuřice, ze které byla poprvé izolován z mladého endospermu. Od objevu zeatinu se dále izolovalo několik dalších přirozeně se vyskytujících cytokininů a syntetizovaly látky s podobnými biologickými aktivitami. Všechny tyto látky se přesto, že všechny nesou adeninovou skupinu liší ve strukturách jejich postranních řetězců. Takže jako auxiny jsou i cytokininy definovány více na základě jejich biologických funkcí nežli struktur. Cytokiny jsou definovány jako sloučeniny, které podporují buněčné dělení v kalusu a tkáňové kultuře. V kombinaci s auxiny regulují poměr růstu pupenů proti růstu kořenů. V neporušených rostlinách regulují apikální dominanci a boční iniciace kořenů (Srivastava, 2002).

Využití zeatinu – příklady

Cytokininy jsou aplikovány na rostoucí plodiny (polní plodiny, zeleninu, drobné ovoce, vinnou révu a ovocné stromy), mladé stromy, okrasné rostliny a golfové hřiště za účelem zvyšování objemu ovoce, výnosů, květů, větvení, zdravého vzhledu a dalších žádoucích účinků. Přirozeně se vyskytující cytokininy, včetně zeatinu, vyskytující se ve vodních extraktech mořských řas, jsou získávány z druhů *Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea*, *Fucus serratus* a *Ascophyllum nodosum* (Anon., 1995).

3.2.8 Herbicidy

Bioherbicidy, široce definováno, jsou produkty pro kontrolu plevelů, které obsahují živé organismy včetně všech přírodních produktů, které za svůj život vyprodukují a které zároveň potlačují populace plevelů. Biologické původy všech bioherbicidů jsou mikrobiální (bakterie, houby, viry, nematoda), rostlinné produkty (kukuřičný gluten) nebo minerální (oleje). Přesto, že celkový počet biopesticidů celosvětově narůstá, bioherbicidy tvoří nejmenší zlomek ze všech ostatních přípravků na ochranu rostlin (Bailey, 2014). Obecně je shledáno, že bioherbicidy zatím nemohou působit jako náhrada syntetických herbicidů, ale mohou být doplňkovým nástrojem při kontrole plevelů (Uludag et al., 2018).

Biologické bioherbicidy, tedy ty, co obsahují živé přirozené nepřátele, částečně hmyz nebo patogeny, mají mnoho výhod. Například jasné definované spektrum cílených plevelů,

žádný vedlejší účinek na užitečné rostliny nebo lidské zdraví, postrádají schopnost zanechání reziduí v životním prostředí a jsou účinné na některé rezistentní biotypy plevelů. Ještě důležitější je, že směsi některých bioherbicidů a syntetických herbicidů jsou více účinné než přípravky jednotlivě. Jako příklady organismů, které jsou schopny kontrolovat biologicky plevel zde uvádím jen pár jednotlivých organismů úspěšně otestovaných pro biologickou kontrolu (viz tab. č. 3) (Pacanoski, 2015).

Tabulka č. 3: historicky velkoplošně ověřené biologické mikrobiální herbicidy (Pacanoski, 2015)

Aktivní organismus	Cílový plevel
<i>Entyloma ageratinae</i> sp. nov.	<i>Ageratina riparia</i>
<i>Uromycladium tepperianum</i> Sacc	<i>Acacia saligna</i> (Labill.) H.L. Wendl.
<i>Puccinia chondrillina</i> Bubak & Syd.	<i>Chondrilla juncea</i> L.)
<i>Puccinia carduorum</i> Jacky	<i>Carduus thoermeri</i> Weinm
<i>Puccinia jaceae</i> var. <i>solstitialis</i>)	<i>Centaurea solstitialis</i> L.
<i>Septoria passiflorae</i> Syd.	<i>Passiflora tripartita</i> (Juss.)
<i>Chrysolina quadrigemina</i> Suffrian	<i>Hypericum perforatum</i> L.
<i>Aphthona nigricutis</i> Foudras	<i>Euphorbia esula</i> L.

Pro tuto práci jsou však podstatné bioherbicidy rostlinného původu; fytochemikálie. Kromě níže probraného beta-pinenu, stojí za zmínku například **leptospermon** C₁₅H₂₂O₄ (CAS RČ 567-75-9), alelopatická sloučenina derivována z některých druhů čeledi *Myrtaceae*, která má zatím pravděpodobně největší úspěch ve vývoji komerčních herbicidů rostlinných původů. Dalšími fytotoxickými látkami, které je možné získat z rostlin jsou **chapparrinon** a jeho deriváty. Jedná se o quassinoid, který je na rostlinách účinný v koncentracích 1–5 µm. Produkuje ho pár rostlinných druhů čeledi *Simaroubaceae*. Dokáže se 100 % účinností kontrolovat například **bér** *Setaria viridis* L.. Do rostlinné skupiny derivátů, které inhibují mitózu v rostlinách spadá **podofylotoxin**, lignan extrahovaný z *Podophyllum peltatum* L, který má také účinek narušení buněčného dělení (mitózu). Látka **sorgoleon** obsažená v oleji kořenů čiroku inhibuje fotosyntetický transport elektronů v thylakoidech tím, že se snaží o vazebné místo plastochinonu na fotosystému II. Velmi fytotoxická sloučenina **tricolorin A**, která je obsažena v glykosidech pryskyřice rostliny *Ipomoea tricolor* Cav., silně inhibuje plazmové membránové adenotrifosfáty (Duke et al., 2002).

Další možné použitelné sloučeniny jsou například **octová kyselina**, **hřebíčkový olej**, **mastné kyseliny**, **lepek kukuřice**, **2-fenetyl propionát**, **olej z borovice**, nebo **pelargonová**

kyselina. První zmíněná **kyselina octová** se používá na nezemědělské půdě, jako např. kolejiště. Je neselektivní a popálí pouze svršky rostlin bez kontroly kořenového systému. **Hřebíčkový olej** je kontaktní, neselektivní listový herbicid, jenž ovládá pouze zelenou vegetaci nad zemí. Způsobuje rychlou ztrátu integrity buněčné membrány. Hřebíčkový olej má nízkou orální a dermální toxicitu a má relativně malé potenciální účinky na životní prostředí. **Lepek kukuřice** je prodáván jako preemergentní přípravek proti plevelům. Aplikuje se do země a nemá žádnou aktivitu proti už vzešlým plevelům. Inhibuje klíčení a vývoj nevzešlých plevelů ze semen. Rychlý neselektivní kontaktní herbicid z **oleje borovice** je také dalším netoxickým pesticidem pro člověka a prostředí. Je však možné, že by mohl malou aktivitou působit na vodní organismy.

Poslední zmíněná **pelargonová kyselina** je přírodně se vyskytující látka v rostlinách čeledi kakostovité *Geraniaceae*. Jde opět o kontaktní, širokospektrální herbicid aplikovatelný pro kontrolu jednoletých plevelů, mechů a jaterníků v dávkách 10–95 kg / ha. Narušuje membrány rostlinných buněk a tím zajišťuje jejich ztrátu funkce. Sama pelargonová kyselina je považována na velmi nízkce toxickou pro životní prostředí a nevykazuje žádnou reziduální aktivitu (Copping et Duke, 2007). Herbicidů s pelargonovou kyselinou je v ČR registrováno hned několik, žádný však není povolen pro ekologické zemědělství.

3.2.8.1 beta-pinen

Termínem „terpeny“ označujeme jednu z nejrozsáhlejších skupin přirozeně se vyskytujících sloučenin. Terpeny jsou sekundární metabolity syntetizované hlavně rostlinami, ale také omezeným počtem hmyzu, mořskými mikroorganismy a houbami. Terpentin je běžný termín, který se vztahuje na těkavou frakci izolovanou z borovicové pryskyřice. Obecně jsou však hlavními složkami nenasycené uhlovodíkové monoterpeny ($C_{10}H_{16}$) jmenovitě: alfa-pinen (45–97 %) a beta-pinen (0,5–28 %) s menším podílem dalších monoterpenů (Belgacem et Gandini, 2008). Mnoho těkavých monoterpenů je fytotoxických. Z těchto sloučenin byla 1,8-cineole identifikována jako jedna z nejsilnějších allelochemikálií, kterou uvolňují rostliny rodu *Artemisia* spp. Běžná je i 1,4-cineol, a však běžně přítomná v mnoha menších koncentracích (Duke et al., 2002).

Využití B-pinenu – příklady

Phalaris minor, Echinochloa crus-galli

Chowhan et al. (2013) zkoumali fytotoxicitu beta-pinenu proti dvěma travinám (*Phalaris minor, Echinochloa crus-galli*) v závislosti na klíčivosti a růstu kořenů a výhonků.

B-pinen (0,02-0,80 mg/ml) inhiboval klíčení, délku kořenů a délku testovaných plevelů. Inhibiční účinek beta-pinenu byl vyšší u růstu kořenů než u růstu nadzemní části rostliny. V ošetřeních koncentracemi 0,04-0,80 mg/ml měly *P. minor* a *E. crus-galli* sníženou délku kořenů v porovnání s kontrolou o 58-60 a 44-92 %. Naproti tomu délka nadzemní části byla oproti kontrole kratší o 45-97 % (*P. minor*) a 48-78 % (*E. crus-galli*). Výsledky ukazují, že beta-pinen inhibuje růst kořenů testovaných druhů plevelů narušením integrity membrán, což je indikováno zvýšenou peroxidací a únikem elektrolytu.

4 Závěr

Do ekologického zemědělství je obecně v dnešní době možné využít několika vstupů. Číslo počtu těchto látek je však v naprostém nepoměru vůči počtu syntetických přípravků v zemědělství konvenčním.

I u těchto látek je však nutno rozlišit, jde-li o vstupy, které nejsou toxické vůbec (pro samotné rostliny, půdu, živočichy, člověka), jsou toxické jen částečně pro jednu nebo více skupin organismů uvedených výše, nebo jsou velmi toxické, tedy nepřijatelné do jakéhokoliv způsobu hospodaření s půdou. Dalším, neméně důležitým faktorem spjatým s výše vypsányými parametry je povolení této látky využívat ji pro plochu ekologického zemědělství. Schvalovací procesy jsou zdlouhavé a zdaleka ne sjednocené v rámci Evropy, nebo dokonce světa. Pesticidní látka, která je schválena v regulích Evropského parlamentu a Rady, nemusí být schválena v jednotlivých členských zemích.

Existuje hned několik, již zakázaných substancí, které jsou prozatím slepými uličkami a využívají se často jen jejich syntetické protějšky, upravené tak, aby získaly co nejvíce kladných a co nejméně záporných vlastností původních molekul. Dále jsou zde přípravky ve schvalovacím řízení, látky, které se povolily zatím třeba jen v některých státech a snaží se prorazit i do ostatních zemí. A nakonec, v troufám si říct podobným počtu, jako jsou nepovolené substance, jsou zde látky povolené pro ekologické zemědělství. Často jde však jen o látky pomocné, které nikterak neovlivňují ve velkém například výnos.

Práce shrnuje využití nejvíce i méně prozkoumaných, nejnovějších i historických látek rostlinného původu ze všech výše popsaných kategorií, které je možno použít jako ochranu rostlin v ekologickém zemědělství, tedy ale bez legislativního pozadí. Důraz klade na využití v polním zemědělství, a to především proti škůdcům porostů brambor.

5 Seznam literatury a ostatních zdrojů

Abo-Youssef, M., El Sabagh, A., Abo-Gendy, G., Mohamed, A. 2017. Enhancing Seed Yield of Hybrid Rice by Maintaining Row Ratio and Dosages of Gibberellic Acid. *Cercetari Agronomice in Moldova* [online]. 50 (1). -. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1515/cerce-2017-0003. ISSN: 2067-1865. Dostupné z: <http://www.degruyter.com/view/j/cerce.2017.50.issue-1/cerce-2017-0003/cerce-2017-0003.xml>

Abrol, D., Shankar, U. 2012. *Integrated pest management: principles and practice*. 1. CABI. Cambridge, MA. ISBN: 9781845938086.

Agathokleous, E., Saitanis, C., Papatheohari, Y. 2014. Evaluation of Di-1-p-Menthene as Antiozonant on Bel-W3 Tobacco Plants, as Compared with Ethylenediurea. *Water, air, and soil pollution* [online]. 225 (10). [cit. 2018-02-08]. DOI: 10.1007/s11270-014-2139-y. ISSN: 00496979.

Ahmad, M. 2017. *Fatty acids: chemistry, synthesis, and applications* / edited by Moghis U. Ahmad, Jina Pharmaceuticals, Inc., Libertyville, IL, United States. Academic Press, an imprint of Elsevier. London. ISBN: 978-0-12-809521-8.

Ahmad, P. 2010. Growth and antioxidant responses in mustard (*Brassica juncea* L.) plants subjected to combined effect of gibberellic acid and salinity. *Archives of Agronomy and Soil Science* [online]. 56 (5). 575-588. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1080/03650340903164231. ISSN: 0365-0340. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03650340903164231>

Alkadhi, K., Addicott, M. 2012. *Caffeine: Chemistry, analysis, function and effects: Chemistry, analysis, function and effects*. Royal Society of Chemistry. (2). ISBN: 1849733678.

Ambika, S., Sujatha, K. 2014. Comparative studies on brown, red and green alga seaweed extracts for their antifungal activity against *Fusarium oxysporum* f.sp. *udum* in Pigeon pea var. CO (Rg)7 (*Cajanus cajan* (L.) Mills.). *Journal of Biopesticides* [online]. 7 (2). 167-176. [cit. 2018-02-12]. ISSN: 0974391X. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/infodroje.czu.cz/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=d7292ac8-1a05-4009-9c63-e0a740621089%40sessionmgr103>

Anon. 1970. Chemicals and Equipment. *Tropical Pest Management* [online]. 16 (4). 744-746. [cit. 2018-02-08]. DOI: 10.1080/09670877009413451. ISSN: 0143-6147. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09670877009413451>

Anon. 1995. R.E.D. Facts: Cytokinin. 1995. United States Environmental Protection Agency [online]. [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/fs_G-29_29-Feb-96.pdf

Ávila, M., Cuca, S., Cerón, S. 2014. Chemical composition and insecticidal properties of essential oils of *Piper septuplinervium* and *P. subtomentosum* (Piperaceae). *Natural product communications*. 9 (10). 1527-1530. ISSN: 1934578x.

Aziz, M., Ahmad, M., Nasir, M., Naeem, M. 2013. Efficacy of Different Neem (*Azadirachta indica*) Products in Comparison with Imidacloprid against English Grain Aphid (*Sitobion avenae*) on Wheat. *International Journal of Agriculture* [online]. 15 (2). 279-284. [cit. 2018-02-06]. ISSN: 15608530.

Badal, S., Delgoda, R. 2017. *Pharmacognosy: fundamentals, applications and strategy*. Elsevier, AP. Boston. ISBN: 978-0-12-802104-0.

Bailey, A. 2012. *Biopesticides: pest management and regulation*. CABI. Boston, MA. ISBN: 9781845935597.

Bailey, K. 2014. *The Bioherbicide Approach to Weed Control Using Plant Pathogens*. Abrol, Dharam P. (ed.). *Integrated pest management: Current Concepts and Ecological Perspective*. Academic Press is an imprint of Elsevier. San Diego. s. 245-266. ISBN: 978-0-12-398529-3.

Barceloux, D. 2008. Medical toxicology of natural substances: foods, fungi, medicinal herbs, plants, and venomous animals. John Wiley & Sons. Hoboken, N.J. ISBN: 978-0-471-72761-3.

Barceloux, D. 2009. Pepper and Capsaicin (Capsicum and Piper Species). *Disease-a-Month* [online]. 55 (6). 380-390. [cit. 2018-02-28]. DOI: 10.1016/j.disamonth.2009.03.008. ISSN: 00115029. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0011502909000339>

Belgacem, M., Gandini, A. 2008. Monomers, polymers and composites from renewable resources. 1st ed. Elsevier. Boston. ISBN: 9780080453163.

Benešová, M. 2013. Odmaturuj! z biologie. 2., přeprac. vyd. Didaktis. Brno. Odmaturuj!. ISBN: 978-80-7358-231-9.

Benešová, M., Pfeiferová, E., Satrapová, H. 2014. Odmaturuj! z chemie. 2., přeprac. vyd. Didaktis. Brno. Odmaturuj!. ISBN: 978-80-7358-232-6.

BIOAGENS: biologická ochrana rostlin [online]. [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://www.bioagens.eu/>

Birch, A., Robertson, W., Geoghegan, I., McGavin, W., Alphey, T., Phillips, M., Fellows, L., Watson, A., Simmonds, M., Porter, E. 1993. DMDP - a plant-derived sugar analogue with systemic activity against plant parasitic nematodes. *Nematologica* (Netherlands) [online]. 39 (4). 521-535. [cit. 2018-02-12]. ISSN: 00282596.

Bouajaj, S., Romane, A., Benyamna, A., Amri, I., Hanana, M., Hamrouni, L., Romdhane, M. 2014. Essential oil composition, phytotoxic and antifungal activities of *Ruta chalepensis* L. leaves from High Atlas Mountains (Morocco). *Natural Product Research* [online]. 28 (21). 1910-1914. [cit. 2018-01-15]. DOI: 10.1080/14786419.2014.945085. ISSN: 1478-6419. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786419.2014.945085>

Bovornanthadej, T., Boonsoong, B., Kainoh, Y., Kainoh, O., Koul, V., Bullangpoti, D. 2012. Effect of thymol on reproductive biology of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* [online]. 78 (2). 311-315. [cit. 2018-01-15]. Dostupné z:

https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46588541/Effect_of_thymol_on_reproductive_biology20160618-24645-vhwoq3.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1516013260&Signature=drmn4YcHkKK%2FQT%2BSkd27yiSDcmU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEffect_of_thymol_on_reproductive_biology.pdf

Caboni, P., Ntalli, N. 2014. Botanical Nematicides, Recent Findings. Gross, Aaron D. (ed.), Joel R. Coats (ed.), Stephen O. Duke (ed.) a James N. Seiber (ed.). *Biopesticides: State of the Art and Future Opportunities*. Oxford University Press. United States of America. s. 145-157. ISBN: 978-0-8412-2998-3.

Cameron, M., Lorenz, L. 2013. *Biological and environmental control of disease vectors*. CABI. Oxfordshire, UK. ISBN: 9781845939861.

Čanadanović-Brunet, J., Četković, G., Djilas, S., Tumbas, V., Savatović, S., Mandić, A., Markov, S., Cvetković, D. 2009. Radical scavenging and antimicrobial activity of horsetail (*Equisetum arvense* L.) extracts. *International Journal of Food Science & Technology* [online]. 44 (2). 269-278. [cit. 2018-02-08]. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2007.01680.x. ISSN: 09505423. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.2007.01680.x>

Chowhan, N., Singh, H., Batish, D., Kaur, S., Ahuja, N., Kohli, R. 2013. β -Pinene inhibited germination and early growth involves membrane peroxidation. *Protoplasma* [online]. 250 (3). 691-700. [cit. 2018-01-11]. DOI: 10.1007/s00709-012-0446-y. ISSN: 0033-183x. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00709-012-0446-y>

Cloyd, R., Galle, C., Keith, S., Kalscheur, N., Kemp, K. 2009. Effect of Commercially Available Plant-Derived Essential Oil Products on Arthropod Pests. *Journal of Economic Entomology* [online]. 102 (4). 1567-1579. [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1603/029.102.0422. ISSN: 00220493. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jee/article-lookup/doi/10.1603/029.102.0422>

Copping, L. 1998. The BioPesticide manual: a world compendium. 1st ed. British Crop Protection Council. Farnham, Surrey, UK. ISBN: 1901396266.

Copping, L., Duke, S. 2007. Natural products that have been used commercially as crop protection agents. *Pest Management Science* [online]. 63 (6). 524-554. [cit. 2018-03-29]. DOI: 10.1002/ps.1378. ISSN: 1526498X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ps.1378>

Dai, J., Mumper, R. 2010. Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules* [online]. 15 (10). 7313-7352. [cit. 2017-11-08]. DOI: 10.3390/molecules15107313. ISSN: 1420-3049. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1420-3049/15/10/7313/>

Davies, P. 1987. *Plant Hormones and their Role in Plant Growth and Development*. Springer Netherlands. Dordrecht. ISBN: 9789400935853.

Dayan, F., Cantrell, C., Duke, S. 2009. Natural products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* [online]. 17 (12). 4022-4034. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1016/j.bmc.2009.01.046. ISSN: 09680896. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0968089609000923>

Denloye, A. 2010. Bioactivity of Powder and Extracts from Garlic, *Allium sativum* L. (Alliaceae) and Spring Onion, *Allium fistulosum* L. (Alliaceae) against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera. *Psyche: A Journal of Entomology* [online]. 2010. 1-5. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1155/2010/958348. ISSN: 0033-2615. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/psyche/2010/958348/>

Digilio, M., Mancini, E., Voto, E., De Feo, V. 2008. Insecticide activity of Mediterranean essential oils. *Journal of Plant Interactions* [online]. 3 (1). 17-23. [cit. 2018-03-23]. DOI: 10.1080/17429140701843741. ISSN: 1742-9145. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17429140701843741>

Dixon, R., Gonzales, R. 1994. *Plant cell culture: a practical approach*. 2nd ed. IRL Press at Oxford University Press. New York. ISBN: 9780199634026.

Dong, C., Xu, N., Ding, C., Gu, H., Zhang, W., Li, X. 2016. Suitable gibberellic acid treatment for double-purpose rice (*Oryza sativa* L.) varieties at different harvest times. *Field Crops Research* [online]. 193. 178-185. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1016/j.fcr.2016.04.038. ISSN: 03784290. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429016301344>

Dubey, R., Kumar, H., Pandey, R. 2009. Fungitoxic effect of neem extracts on growth and sclerotial survival of *Macrophomina phaseolina* in vitro. *Journal of American Science*. 5 (5). 17-24. ISSN: 1545-1003

Duke, S., Dayan, F., Rimando, A., Schrader, K., Aliotta, G., Oliva, A., Romagni, J. 2002. Chemicals from Nature for Weed Management. *Weed Science*. Weed Science Society of America. 50 (2). 138-151. DOI: 10.1614/0043-1745(2002)050[0138:IPCFNF]2.0.CO;2. Dostupné také z: <http://www.jstor.org/stable/4046356>

Duvick, J., Rood, T., Gururaj Rao, A., Marshak, D. 1992. Purification and characterization of a novel antimicrobial peptide from maize (*Zea mays* L.) kernels. *The Journal of biological chemistry (USA)* [online]. 267 (26). 18814-18820. [cit. 2017-11-26]. ISSN: 00219258.

Dvorský, J., Urban, J. 2014. *Základy ekologického zemědělství: podle nařízení Rady (ES) č. 834/2007 a nařízení Komise (ES) č. 889/2008 s příklady. 2., aktualizované vydání. ÚKZÚZ. Brno. ISBN: 978-80-7401-098-9.*

Dyer, L., Palmer, A. 2004. *Piper: a model genus for studies of phytochemistry, ecology, and evolution. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York. ISBN: 0-306-48498-6.*

Elshafie, H., Ghanney, N., Mang, S., Ferchichi, A., Camele, I. 2016. An In Vitro Attempt for Controlling Severe Phytopathogens and Human Pathogens Using Essential Oils from Mediterranean Plants of Genus *Schinus*. *Journal of Medicinal Food* [online]. 19 (3). 266-273. [cit. 2017-11-26]. DOI: 10.1089/jmf.2015.0093. ISSN: 1096620X.

El-Wakeil, N. 2013. *Botanische Pestizide und ihre Wirkmechanismen / Botanical Pesticides and Their Mode of Action. Gesunde Pflanzen* [online]. 65 (4). [cit. 2018-02-09]. DOI: 10.1007/s10343-013-0308-3. ISSN: 03674223.

Finckh, M., Bruggen, A., Tamm, L. 2015. Plant diseases and their management in organic agriculture. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. ISBN: 978-0890544761.

Fofana, B., McNally, D., Labbé, C., Boulanger, R., Benhamou, N., Séguin, A., Bélanger, R. 2002. Milsana-induced resistance in powdery mildew-infected cucumber plants correlates with the induction of chalcone synthase and chalcone isomerase. *Physiological and Molecular Plant Pathology* [online]. 61 (2). 121-132. [cit. 2018-03-18]. DOI: 10.1006/pmpp.2002.0420. ISSN: 08855765. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0885576502904200>

Forsythe, S. 2000. *The microbiology of safe food*. 2nd ed. Blackwell Science. Malden, MA. ISBN: 9781405140058 1405140054.

Francini, A., Lorenzini, G., Nali, C. 2011. The Antitranspirant Di-1- p-menthene, a Potential Chemical Protectant of Ozone Damage to Plants. *Water, Air* [online]. 219 (1-4). 459-472. [cit. 2018-02-08]. DOI: 10.1007/s11270-010-0720-6. ISSN: 00496979.

Garcia, D., Ramos, A., Sanchis, V., Marín, S. 2012. Effect of *Equisetum arvense* and *Stevia rebaudiana* extracts on growth and mycotoxin production by *Aspergillus flavus* and *Fusarium verticillioides* in maize seeds as affected by water activity. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 153 (1-2). 21-27. [cit. 2018-02-08]. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.10.010. ISSN: 01681605. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160511006192>

Gardiner, J. 2011. *The Timber Press encyclopedia of flowering shrubs*. Timber Press. Portland, [Or.]. ISBN: 0881928232.

Ghosh, V., Sugumar, S., Mukherjee, A., Chandrasekaran, N. 2016. *Neem (Azadirachta indica) Oils*. Preedy, Victor R. (ed.). *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Academic Press. London. s. 593-599. ISBN: 978-0-12-416641-7.

Gilbert, L., Gill, S. 2010. *Insect control: biological and synthetic agents*. 1st ed. Academic. Amsterdam. ISBN: 9780123814494.

- Grdiša, M., Gršić, K. 2013. Botanical insecticides in plant protection. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. Agronomski fakultet Zagreb. 78 (2). 85-93. ISSN: 13317768.
- Gross, A., Coats, J., Duke, S., Seiber, J. 2014. *Biopesticides: state of the art and future opportunities*. Distributed in print by Oxford University Press. Washington DC. ISBN: 978-0-8412-2998-3.
- Grumezescu, A. 2017. *New pesticides and soil sensors*. Elsevier. Boston, MA. ISBN: 978-0-12-804299-1.
- Gupta, R., Chakrabarty, S. 2014a. Gibberellic acid in plant. *Plant Signaling & Behavior* [online]. 8 (9). 25504-. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.4161/psb.25504. ISSN: 1559-2324. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4161/psb.25504>
- Gupta, V. 2014b. *Porphyryns: spectral data of hydroxy and naturally occurring porphyryns*. Springer Berlin Heidelberg. New York, NY. ISBN: 978-3-642-41560-9.
- Hilje Quirós, L. 2004. *Semiochemicals and microbial antagonists: their role in integrated pest management in Latin America; proceedings: their role in integrated pest management in Latin America; proceedings*. CATIE, Turrialba (Costa Rica) IFS, Estocolmo (Suecia). Dostupné z: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3960/Semiochemicals_and_microbial_antagonists.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hrabalová, A. 2016. *Ročenka 2015: Ekologické zemědělství v České republice* [online]. První. Ministerstvo zemědělství. Praha. [cit. 2017-11-09]. ISBN: 978-80-7434-333-9. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/513472/Roc_enka_EZ_2015_www_komplet.pdf
- Hrudová, E. 2015. *Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství*. Vydání první. Mendelova univerzita v Brně. Brno. ISBN: 978-80-7509-268-7.
- Hu, Z. (ed.), Fraser, C. (ed.). 2016. *Seaweed Phylogeography* [online]. Springer Netherlands. Dordrecht. [cit. 2018-02-12]. ISBN: 978-94-017-7532-8.

Iacobellis, N., Lo Cantore, P., Capasso, F., Senatore, F. 2005. Antibacterial Activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 53 (1). 57-61. [cit. 2017-11-30]. DOI: 10.1021/jf0487351. ISSN: 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0487351>

Ileke, K., Olotuah, O. 2011. Bioactivity of *Anacardium occidentale* (L) and *Allium sativum* (L) Powders and Oils Extracts against Cowpea Bruchid, *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Chrysomelidae]. *International Journal of Biology* [online]. 4 (1). -. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.5539/ijb.v4n1p96. ISSN: 1916-968x. Dostupné z: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijb/article/view/13943>

Immaraju, J. 1998. The commercial use of azadirachtin and its integration into viable pest control programmes. *Pesticide Science (United Kingdom)* [online]. 54 (3). 285-289. [cit. 2018-02-05]. DOI: 10.1002/(SICI)1096-9063(1998110)54:3<285::AID-PS802>3.0.CO;2-E. ISSN: 1526-4998.

Iqbal, M., Ashraf, M. 2013. Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. *Environmental and Experimental Botany* [online]. 86. 76-85. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2010.06.002. ISSN: 00988472. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0098847210001425>

Isla, M., Ordóñez, R., Nieva Moreno, M., Sampietro, A., Vattuone, M. 2008. Inhibition of Hydrolytic Enzyme Activities and Plant Pathogen Growth by Invertase Inhibitors. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry* [online]. 17 (1). 37-43. [cit. 2017-11-30]. DOI: 10.1080/14756360290005570. ISSN: 1475-6366. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14756360290005570>

Isman, M. 2006. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology* [online]. 51 (1). 45-66. [cit. 2018-03-02]. DOI: 10.1146/annurev.ento.51.110104.151146. ISSN: 0066-4170. Dostupné z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>

Jalali sendi, J., Ebadollahi, A. 2013. Biological Activities of Essential Oils on Insects. 129 s. DOI: 10.13140/2.1.2941.3440. ISBN: 1-933699-97-3.

Jelínek, J., Zicháček, V. 2007. Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část). 9. vyd. Nakladatelství Olomouc. Olomouc. ISBN: 978-80-7182-213-4.

Kalimuthu, K., Lin, S., Tseng, L., Murugan, K., Hwang, J. 2014. Bio-efficacy potential of seaweed *Gracilaria firma* with copepod, *Megacyclops formosanus* for the control larvae of dengue vector *Aedes aegypti*. *Hydrobiologia* [online]. 741 (1). 113-123. [cit. 2018-02-12]. DOI: 10.1007/s10750-013-1745-9. ISSN: 0018-8158. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10750-013-1745-9>

Kavalali, G. 2003. *Urtica: therapeutic and nutritional aspects of stinging nettles*. Taylor & Francis. New York. ISBN: 0-415-30833-x.

Kempken, F. 2013. *Agricultural applications*. Second edition. Springer. Dordrecht. ISBN: 9783642368219.

Khare, C.(ed.), . 2004. *Indian Herbal Remedies Rational Western Therapy, Ayurvedic and Other Traditional Usage, Botany*. Springer Berlin Heidelberg. Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783642186592.

Khetrapal, M., Vodwal, L. 2016. Botanical pesticides: an upcoming tool for plant protection. *International Journal of Advanced Research* [online]. 4 (10). 1778-1784. [cit. 2018-02-28]. DOI: 10.21474/IJAR01/1986. ISSN: 23205407. Dostupné z: <http://www.journalijar.com/article/12712/botanical-pesticides:-an-upcoming-tool-for-plant-protection.-/>

Kim, J., Park, S., Kim, M., Lim, H., Park, Y., Hahm, K. 2005. Antimicrobial activity studies on a trypsin–chymotrypsin protease inhibitor obtained from potato. *Biochemical and Biophysical Research Communications* [online]. 330 (3). 921-927. [cit. 2017-11-26]. DOI: 10.1016/j.bbrc.2005.03.057. ISSN: 0006291x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006291X05005139>

Kincl, L., Kincl, M., Jakrlová, J. 2006. *Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií*. 4., přeprac. vyd. Fortuna. Praha. ISBN: 807168736-7.

Körpe, D., İşerl, Ö., Sahin, F., Cabi, E., Haberal, M. 2012. High-antibacterial activity of *Urtica* spp. seed extracts on food and plant pathogenic bacteria. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* [online]. 64 (3). 355-362. [cit. 2017-11-26]. DOI: 10.3109/09637486.2012.734290. ISSN: 0963-7486. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09637486.2012.734290>

Kosteckas, R., Liakas, V., Šiuliauskas, A., Rauckis, V., Liakienė, E., Jakienė, E. 2009. Effect of Pinolen on winter rape seed losses in relation to maturity. *Agronomy Research*. 7 (1). 347-354.

Koul, O., Wahab, S. 2004. *Neem biotechnology – a synthesis*. *Neem: Today and in the New Millennium*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. s. 243-261. ISBN: 1-4020-1229-2.

Krieger, R. 2010. *Hayes' handbook of pesticide toxicology*. Third edition. Elsevier/AP. Boston. ISBN: 978-0-12-374367-1.

Kulakov, I., Nurkenov, O., Akhmetova, S., Seidakhmetova, R., Zhambekov, Z. 2011. Synthesis and antibacterial and antifungal activities of thiourea derivatives of the alkaloid anabasine. *Pharmaceutical Chemistry Journal* [online]. 45 (1). 15-18. [cit. 2018-03-02]. DOI: 10.1007/s11094-011-0551-9. ISSN: 0091150X.

Kurita, N., Koike, S. 1983. Synergistic antimicrobial effect of ethanol, sodium chloride, acetic acid and essential oil components. *Agricultural and biological chemistry*. Taylor & Francis. 47 (1). 67-75. ISSN: 00021369.

Lawless, J. 1996. *Wild words from wild women an unbridled collection of candid observations & extremely opinionated bon mots*. 2013 ed. Conari Press. Berkeley, Calif. ISBN: 9781573246149.

Li, Y., Li, J., Li, Y., Wang, X., Cao, A., Schnur, J. 2013. Antimicrobial Constituents of the Leaves of *Mikania micrantha* H. B. K. PLoS ONE [online]. 8 (10). 76725-. [cit. 2017-11-23]. DOI: 10.1371/journal.pone.0076725. ISSN: 1932-6203. Dostupné z: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0076725>

Lo Cantore, P., Shanmugaiah, V., Iacobellis, N. 2009. Antibacterial Activity of Essential Oil Components and Their Potential Use in Seed Disinfection. *Journal of agricultural and food chemistry* [online]. 57 (20). [cit. 2017-11-26]. DOI: 10.1021/jf902333g. ISSN: 00218561.

Lowery, D., Isman, M. 1994. Insect growth regulating effects of neem extract and azadirachtin on aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata* [online]. 72 (1). 77-84. [cit. 2018-02-06]. DOI: 10.1111/j.1570-7458.1994.tb01804.x. ISSN: 00138703. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1570-7458.1994.tb01804.x>

Ma, D., Gordh, G., Zalucki, M. 2000. Biological effects of azadirachtin on *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on cotton and artificial diet. *Australian Journal of Entomology* [online]. 39 (4). 301-304. [cit. 2018-02-06]. DOI: 10.1046/j.1440-6055.2000.00180.x. ISSN: 13266756. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1440-6055.2000.00180.x>

Medina, E., Romero, C., de los Santos, B., de Castro, A., García, A., Romero, F., Brenes, M. 2011. Antimicrobial Activity of Olive Solutions from Stored Alpeorujo against Plant Pathogenic Microorganisms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 59 (13). 6927-6932. [cit. 2017-11-23]. DOI: 10.1021/jf2010386. ISSN: 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf2010386>

Mhazo, M., Mhazo, N., Masarirambi, M. 2011. The Effectiveness of Home Made Organic Pesticides Derived from Wild Plants (*Solanum pindiriforme* and *Lippia javanica*), Garlic (*Allium sativum*) and Tobacco (*Nicotiana tobacum*) on Aphid (*Brevicoryne brassica*) Mortality on Rape (*Brassica napus*) Plants. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences* [online]. 3 (5). 475-462. [cit. 2018-02-26]. ISSN: 2041-0492.

Milovanović, V., Radulović, N., Todorović, Z., Stanković, M., Stojanović, G. 2007. Antioxidant, Antimicrobial and Genotoxicity Screening of Hydro-alcoholic Extracts of Five Serbian Equisetum Species. *Plant Foods for Human Nutrition* [online]. 62 (3). 113-119. [cit. 2018-02-08]. DOI: 10.1007/s11130-007-0050-z. ISSN: 0921-9668. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11130-007-0050-z>

Morcia, C., Malnati, M., Terzi, V. 2011. In vitro antifungal activity of terpinen-4-ol, eugenol, carvone, 1,8-cineole (eucalyptol) and thymol against mycotoxigenic plant pathogens. *Food Additives & Contaminants: Part A* [online]. . 1-8. [cit. 2018-01-15]. DOI: 10.1080/19440049.2011.643458. ISSN: 1944-0049. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19440049.2011.643458>

Nářízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1185/2009 ze dne 25. listopadu 2009 o statistice pesticidů. In: *Úřední věstník Evropské unie*, L 360, 10. 12. 2009, s. 1-22. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32009R1185>

Nářízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 ze dne 21. října 2009 o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh a o zrušení směrnic Rady 79/117/EHS a 91/414/EHS. In: *Úřední věstník Evropské unie*, L 309, 24. 11. 2009, s. 1-50. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32009R1107>

Nářízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 528/2012 ze dne 22. května 2012 o dodávání biocidních přípravků na trh a jejich používání. In: *Úřední věstník Evropské unie*, L 167, 27. 6. 2012, s. 1-123. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1523900113256&uri=CELEX:32012R0528>

Nářízení Komise (ES) č. 889/2008 ze dne 5. září 2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nářízení Rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů, pokud jde o ekologickou produkci, označování a kontrolu In: *Úřední věstník Evropské unie*, L 250, 18. 9. 2008, s. 1-84. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1523900301884&uri=CELEX:32008R0889>

Nařízení Rady (ES) č. 834/2007 ze dne 28. června 2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2092/91 In: Úřední věstník Evropské unie, L 189, 20. 7. 2007, s. 1-23. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1523900223069&uri=CELEX:32007R0834>

Nasir Khan, M., Siddiqui, M., Mohammad, F., Naeem, M., Khan, M. 2010. Calcium chloride and gibberellic acid protect linseed (*Linum usitatissimum* L.) from NaCl stress by inducing antioxidative defence system and osmoprotectant accumulation. *Acta Physiologiae Plantarum* [online]. 32 (1). 121-132. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1007/s11738-009-0387-z. ISSN: 0137-5881. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11738-009-0387-z>

Nilahyane, A., Bouharroud, R., Hormatallah, A., Ait Taadaouit, N. 2012. Proceedings of the meeting at Catania, Sicily (Italy), 9-12 October, 2012. IOBC/WPRS. S.l.: Larvicidal effect of plant extracts on *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae). 80. 305-310 ISBN: 9789290672586.

Nollet, L., Rathore, H. 2015. *Biopesticides handbook*. CRC Press, Taylor & Francis Group. New York. ISBN: 978-1-4665-9653-5.

Nzanza, B., Mashela, P. 2012. Control of whiteflies and aphids in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) by fermented plant extracts of neem leaf and wild garlic. *African Journal of Biotechnology* [online]. 11 (94). 16077-16082. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.5897/AJB12.775. ISSN: 1684-5315. Dostupné z: <http://academicjournals.org/journal/AJB/article-abstract/4743E2831758>

Pacanoski, Z. 2015. *Bioherbicides*. Price, Andrew (ed.), Jessica Kelton (ed.) a Lina Sarunaite (ed.). *Herbicides, Physiology of Action, and Safety* [online]. InTech. [cit. 2018-03-29]. DOI: 10.5772/61528. ISBN: 978-953-51-2217-3. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/herbicides-physiology-of-action-and-safety/bioherbicides>

Palliotti, A., Panara, F., Famiani, F., Sabbatini, P., Howell, G., Silvestroni, O., Poni, S. 2013. Postveraison Application of Antitranspirant Di-1- p -Menthene to Control Sugar Accumulation in Sangiovese Grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* [online]. 64 (3). 378-385. [cit. 2018-02-08]. DOI: 10.5344/ajev.2013.13015. ISSN: 0002-9254. Dostupné z: <http://www.ajevonline.org/lookup/doi/10.5344/ajev.2013.13015>

Pal, P., Yadav, K., Kumar, K., Singh, N. 2016. Cumulative effect of potassium and gibberellic acid on growth, biochemical attributes and productivity of F1 hybrid cucumber. *Environmental* [online]. 14 (2). 57-61. [cit. 2018-02-26]. ISSN: 16918088.

Pavela, R. 2011. *Botanické pesticidy*. Vyd. 1. Kurent. České Budějovice. ISBN: 978-80-87111-26-0.

Pavela, R. 2012. Efficacy of three newly developed botanical insecticides based on pongam oil against *Plutella xylostella* L. larvae. *Journal of Biopesticides*. Crop Protection Research Centre. 5 (1). 62-70. ISSN: 0974-391X.

Pavela, R. 2015. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review. *Industrial Crops and Products* [online]. 76. 174-187. [cit. 2018-03-23]. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.06.050. ISSN: 09266690. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669015302144>

Pavela, R. 2016. History, Presence and Perspective of Using Plant Extracts as Commercial Botanical Insecticides and Farm Products for Protection against Insects – a Review. *Plant Protection Science* [online]. 52 (4). 229-241. [cit. 2018-02-09]. DOI: 10.17221/31/2016-PPS. ISSN: 12122580. Dostupné z: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/193272.pdf>

Peppelman, G., Schoorlemmer, H., Vermeij, I., Woerden, S., Spruijt, J., Visser, M. 2004. Duurzaamheid van de biologische landbouw: prestaties op milieu, dierenwelzijn en arbeidsomstandigheden [online]. [cit. 2017-11-09]. Dostupné z: <http://edepot.wur.nl/27260>

PK, G., Arun, D., Sripriya, R., Soniya, E., Vennila, R. 2016. Effects of four biopesticides on three different species–A Comparative Study. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*. 9 (3). ISSN: 0974-2115.

Price, A. (ed.), Kelton, J. (ed.), Sarunaite, L. (ed.). 2015. *Herbicides, Physiology of Action, and Safety* [online]. InTech. [cit. 2018-03-29]. ISBN: 978-953-51-2217-3.

Přípravky na ochranu rostlin 2016: Speciál časopisu Agromanuál. 2016. Kurent. České Budějovice. 2016 (16). 364 s. ISBN: 978-80-87111-57-4.

Prohens, J., Nuez, F. 2008. *Vegetables I Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*. Springer Science+Business Media, LLC. New York, NY. ISBN: 9780387304434.

Purnavab, S., Ketabchi, S., Rowshan, V. 2015. Chemical composition and antibacterial activity of methanolic extract and essential oil of Iranian *Teucrium polium* against some of phyto-bacteria. *Natural Product Research* [online]. 29 (14). 1376-1379. [cit. 2017-11-23]. DOI: 10.1080/14786419.2014.1000320. ISSN: 1478-6419. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786419.2014.1000320>

Radioza, S., Iurchak, L. 2007. Antibacterial activity of *Calndula L.* Plants. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal* [online]. 69 (5). 21-25. [cit. 2017-11-30]. ISSN: 10280987.

Raizada, R., Srivastava, M., Kaushal, R., Singh, R. 2001. Azadirachtin, a neem biopesticide: subchronic toxicity assessment in rats. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 39 (5). 477-483. [cit. 2018-03-19]. DOI: 10.1016/S0278-6915(00)00153-8. ISSN: 02786915. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691500001538>

Reddy, P. 2015. *Sustainable crop protection under protected cultivation*. Springer Berlin Heidelberg. New York, NY. ISBN: 978-981-287-950-9.

Regnault-Roger, C., Philogène J.R., B., Vincent, C. 2005. *Biopesticides of plant origin*. 1st ed. Lavoisier. Paris. ISBN: 2743006757.

Regnault-Roger, C., Philogène, B. 2008. Past and Current Prospects for the Use of Botanicals and Plant Allelochemicals in Integrated Pest Management. *Pharmaceutical Biology* [online]. 46 (1-2). 41-52. [cit. 2018-03-18]. DOI: 10.1080/13880200701729794. ISSN: 1388-0209. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13880200701729794>

Ribas-Agustí, A., Bouchagier, P., Skotti, E., Erba, D., Casiraghi, C., Sárraga, C., Castellari, M. 2015. Effects of different organic anti-fungal treatments on tomato plant productivity and selected nutritional components of tomato fruit. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* [online]. 88 (1). 67-72. [cit. 2018-03-18]. DOI: 10.1080/14620316.2013.11512937. ISSN: 1462-0316. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14620316.2013.11512937>

Rodino, S., Butu, A., Butu, M., Cornea, C. 2014. In vitro efficacy of some plant extracts against damping off disease of tomatoes. *Agriculture and Food* [online]. 2 (1). [cit. 2018-01-08]. ISSN: 1314-8591.

Rosenthal, G. (ed.), Berenbaum, M. (ed.). 1991. *Herbivores, their interactions with secondary plant metabolites*. 2nd ed. Academic Press. San Diego. ISBN: 9780080925455.

Sahayaraj, K., Jeeva, Y. 2012. Nymphicidal and Ovipositional Efficacy of Seaweed *Sargassum tenerrimum* (J. Agardh) against *Dysdercus cingulatus* (Fab.) (Pyrrhocoridae) Eficacia Ninficida y Ovicida de una Alga Marina *Sargassum tenerrimum* (J. Agardh) contra *Dysdercus cingulatus* (Fab.) (Pyrrhocoridae). *Chilean Journal of Agricultural Research*, Vol 72, Iss 1, Pp 152-156 (2012) [online]. 72 (1). 152-156. [cit. 2018-02-12]. ISSN: 07185820.

Sarwar, M. 2015a. Biopesticides: an effective and environmental friendly insect-pests inhibitor line of action. *International Journal of Engineering and Advanced Research Technology* [online]. 1 (2). 10-15. [cit. 2017-11-08]. ISSN:2454-9290. Dostupné z: https://www.ijeart.com/download_data/IJEART01108.pdf

Sarwar, M. 2015b. The killer chemicals for control of agriculture insect pests: The botanical insecticides. *International Journal of Chemical and Biomolecular Science* [online]. 1 (3). 123-128. [cit. 2017-11-10] ISSN: 2381-7380. Dostupné z: <http://files.aiscience.org/journal/article/pdf/70420032.pdf>

Sarwar, N., Atique-Ur-Rehman, ., Farooq, O., Mubeen, K., Wasaya, A., Nouman, W., Zafar Ali, M., Shehzad, M. 2017. Exogenous Application of Gibberellic Acid Improves the Maize Crop Productivity Under Scarce and Sufficient Soil Moisture Condition. *Cercetari Agronomice in Moldova* [online]. 50 (4). -. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1515/cerce-2017-0036. ISSN: 2067-1865. Dostupné z: <http://www.degruyter.com/view/j/cerce.2017.50.issue-4/cerce-2017-0036/cerce-2017-0036.xml>

Scott, P., Pregelj, L., Chen, N., Hadler, J., Djordjevic, M., Gresshoff, P. 2008. *Pongamia pinnata*: An Untapped Resource for the Biofuels Industry of the Future. *BioEnergy Research* [online]. 1 (1). 2-11. [cit. 2018-03-19]. DOI: 10.1007/s12155-008-9003-0. ISSN: 1939-1234. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s12155-008-9003-0>

Segura, A., Moreno, M., Madueno, F., Molina Fernández, A., García Olmedo, F. 1999. Snakin-1, a Peptide from Potato That Is Active Against Plant Pathogens [online]. [cit. 2017-11-26]. ISSN: 0B5C3C73.

Segura, A., Moreno, M., Molina, A., García-Olmedo, F. 1998. Novel defensin subfamily from spinach (*Spinacia oleracea*). *FEBS Letters* [online]. 435 (2-3). 159-162. [cit. 2017-11-26]. DOI: 10.1016/S0014-5793(98)01060-6. ISSN: 00145793. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1016/S0014-5793%2898%2901060-6>

Sharma, R., Negi, D., Gibbons, S., Otsuka, H. 2008. Chemical and Antibacterial Constituents of *Skimmia anquetelia*. *Planta Medica* [online]. 74 (2). 175-177. [cit. 2017-11-30]. DOI: 10.1055/s-2008-1034281. ISSN: 0032-0943. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2008-1034281>

Simmonds, M., Blaney, W. 1984. Some neurophysiological effects of azadirachtin on lepidopterous larvae and their feeding response. H. Schmutterer & K. R. S. Ascher (eds), *Proceedings 2nd International Neem Conference, Rauischholzhausen* [online]. (163-180). [cit. 2018-02-05].

Singer, C. 2008. *Deer in my garden*. Garden Wisdom Press. Grass Valley, Calif. ISBN: 0977425169.

Singh, D. (ed.). 2014. *Advances in Plant Biopesticides*. Singh, Dwijendra (ed.). *Advances in Plant Biopesticides* [online]. Springer India. New Delhi. s. 92-93. [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1007/978-81-322-2006-0. ISBN: 978-81-322-2005-3.

Sledz, W., Los, E., Paczek, A., Rischka, J., Motyka, A., Zoledowska, S., Piosik, J., Lojkowska, E. 2015. Antibacterial activity of caffeine against plant pathogenic bacteria. *Acta Biochimica Polonica* [online]. 62 (3). 605-612. [cit. 2017-11-08]. DOI: 10.18388/abp.2015_1092. ISSN: 0001-527x. Dostupné z: http://www.actabp.pl/#File?./html/3_2015/2015_1092.html

Small, E. 2012. *Top 100 exotic food plants*. CRC Press. Boca Raton. ISBN: 9781439856864.

Špokas, L., Steponavičius, D. 2014. Evaluating the effectiveness of pinolene based pod sealant for reducing shattering losses in several cultivars of rape (*Brassica Napus L.*). 20. 310 s.

Srivastava, L. 2002. *Plant growth and development hormones and environment*. 1. Academic Press. Amsterdam. ISBN: 9780080514031.

Staller, J. 2010. *Maize cobs and cultures: history of Zea mays L.* Springer. New York. ISBN: 978-3-642-04506-6.

Stoytcheva, M. 2011. *Pesticides - formulations, effects, fate*. InTech. Rijeka. ISBN: 9789533075327.

Talas-Oğraş, T., İpekçi, Z., Bajrović, K., Gözükrımı, N. 2005. Antibacterial activity of seed proteins of *Robinia pseudoacacia*. *Fitoterapia* [online]. 76 (1). 67-72. [cit. 2017-11-30]. DOI: 10.1016/j.fitote.2004.10.020. ISSN: 0367326x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0367326X04002412>

Thormar, H. 2011. *Lipids and essential oils as antimicrobial agents*. J. Wiley. Chichester, West Sussex. ISBN: 9780470976616.

Tiilikkala, K., Lindqvist, I., Hagner, M., Setälä, H., Perdakis, D. 2011. Use of Botanical Pesticides in Modern Plant Protection. Stoytcheva, Margarita (ed.), Margarita Stoytcheva. Pesticides in the Modern World - Pesticides Use and Management [online]. InTech. s. 260-272. [cit. 2017-11-08]. DOI: 10.5772/17737. ISBN: 978-953-307-459-7. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-pesticides-use-and-management/use-of-botanical-pesticides-in-modern-plant-protection>

Toedt, J., Koza, D., Cleef-Toedt, K. 2005. Chemical composition of everyday products. Greenwood Press. Westport, Conn. ISBN: 0-313-32579-0.

Uludag, A., Uremis, I., Arslan, M. 2018. Biological Weed Control. Jabran, Khawar (ed.) a Bhagirath S. Chauhan (ed.). Non-Chemical Weed Control. Academic Press. London. s. 115-132. ISBN: 978-0-12-809881-3.

Upadhyay, R. 2016. Garlic: A potential source of pharmaceuticals and pesticides. International Journal of Green Pharmacy (Medknow Publications [online]. 10. 1. [cit. 2018-02-26]. ISSN: 09738258.

Velasques, J., Cardoso, M., Abrantes, G., Frihling, B., Franco, O., Migliolo, L. 2017. The rescue of botanical insecticides: A bioinspiration for new niches and needs. Pesticide Biochemistry and Physiology [online]. 143. 14-25. [cit. 2018-02-09]. DOI: 10.1016/j.pestbp.2017.10.003. ISSN: 00483575.

West, A., Luntz, A. 1992. The influence of azadirachtin on the feeding behaviour of cereal aphids and slugs. Entomologia Experimentalis et Applicata [online]. 62 (1). 75-79. [cit. 2018-02-05]. DOI: 10.1111/j.1570-7458.1992.tb00644.x. ISSN: 00138703. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1570-7458.1992.tb00644.x>

YIN, K., MA, E., XUE, C., WU, H., GUO, Y., ZHANG, J. 2008. Study on Insecticidal Activities and Effect on Three Kinds of Enzymes by 5-Aminolevulinic Acid on *Oxya chinensis*. Agricultural Sciences in China [online]. 7 (7). 841-846. [cit. 2018-03-02]. DOI: 10.1016/S1671-2927(08)60121-2. ISSN: 16712927.

Yoon, M., Cha, B., Kim, J. 2013. Recent Trends in Studies on Botanical Fungicides in Agriculture. *The Plant Pathology Journal* [online]. 29 (1). 1-9. [cit. 2018-03-18]. DOI: 10.5423/PPJ.RW.05.2012.0072. ISSN: 1598-2254. Dostupné z: <http://koreascience.or.kr/journal/view.jsp?kj=E1PPBG&py=2013&vnc=v29n1&sp=1>

Zdandi, P., Basu, S. 2016. Role of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) as BioFertilizers in Stabilizing Agricultural Ecosystems. Nandwani, Dilip (ed.). *Organic Farming for Sustainable Agriculture* [online]. Springer International Publishing. Cham. s. 71-87. [cit. 2018-04-03]. Sustainable Development and Biodiversity. ISBN: 978-3-319-26801-9.

Zehnder, G., Warthen, J. 1988. Feeding inhibition and mortality effects of neem-seed extract on the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of economic entomology (USA)* [online]. 81 (4). 1040-1044. [cit. 2018-02-05]. ISSN: 00220493.

Zoubiri, S., Baaliouamer, A. 2011. Chemical composition and insecticidal properties of some aromatic herbs essential oils from Algeria. *Food Chemistry* [online]. 129 (1). 179-182. [cit. 2018-03-23]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.04.033. ISSN: 03088146. Dostupné z: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814611005826>>