

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra ochrany rostlin**



**Vliv ošetření osiva na počáteční růst máku**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Petr Vik**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Evženie Prokinová CSc.**

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv ošetření osiva na počáteční růst máku" 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 vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. Evženi Prokinové CSc. za vstřícný přístup a rady, které mi pomohly bakalářskou práci zpracovat a dále paní Jaroslavě Vospělové za nemalou pomoc při praktické realizaci pokusů.

# Vliv ošetření osiva na počáteční růst máku

## Souhrn

V České republice se na významné ploše pěstuje mák setý a jeho produkce je významná i v celosvětovém měřítku. Tato plodina je od prvních růstových fází napadána chorobami a škůdci. V současné době není v České republice pro osivo máku setého registrované mořidlo. Dříve používaným mořidlům skončila registrace. Jejich účinné látky jsou v Evropské unii zakázány pro aplikaci formou moření osiva a hledají se proto náhrady. Jednou z možností je použití mikroorganismů, nejčastěji půdních hub nebo látek na přírodní bázi. Několik přípravků na tomto principu bylo použito v této bakalářské práci za účelem ověření jejich vlivu na osivo máku setého. Tyto přípravky nezanechávají rezidua v půdě ani v plodinách a proto dobře zapadají do systému šetrného zacházení s krajinou.

K pokusům bylo použito osivo máku setého odrůdy Major. Část osiva byla namořena a část byla bez ošetření, určená ke kontrole. Osivo bylo mořeno přípravky Polyversum, NeemAzal, Cleanstorm a vyvíjeným přípravkem skládajícím se ze čtyř kmenů půdní houby *Clonostachys rosea*. Pro srovnání byl dále použit přípravek Vibrance Gold jako zástupce chemického ošetření osiv.

Pokusy byly provedeny dva, jeden letní a jeden podzimní. Oběma vždy předcházela standardní zkouška klíčivosti na principu vlhké komůrky. Porovnávala se energie klíčení ošetřených variant s neošetřenou kontrolní variantou. Po této zkoušce bylo osivo vyseto do pokusných nádob a umístěno ve skleníku ČZU v Praze. Pro letní pokus se použilo osivo ze sklizně roku 2013, pro podzimní pokus také ze sklizně roku 2013 a navíc pro srovnání i z aktuální sklizně roku 2014. Pokusy byly vždy ukončeny změřením rostlin a zvážením čerstvé a suché fytomasy.

Výsledky ukázaly, že ošetřené varianty byly vždy lepší než neošetřená varianta. V letní části byla neošetřená varianta nejhorší. Při podzimním pokusu měla sice více vyklíčených rostlin, ale pozdějším měřením a vážením se ukázalo, že ošetřené varianty jsou na tom lépe. Jako perspektivní se projevíly přípravky NeemAzal a vyvíjený přípravek na bázi *Clonostachys rosea*.

**Klíčová slova:** mák setý, ošetření osiv, biologické přípravky, fungicidní ochrana, fytohormony

# Effect of seed treatment on the growth of poppy

## Summary

Poppy is grown on the important area of the Czech Republic, as well as its production is important globally. This herb is attacked by diseases and pests from the first growing period. Currently, there is not registered any pesticide for seed treatment of poppy in the Czech Republic. Previously used pesticide expired registration. Their active substances are forbidden in the European Community for seed treatment and therefore substitutes are sought. One of the possibilities is usage of microorganisms, most soil fungi or substances on a natural basis. Several products based on this principle were used in this bachelor work in order to verify their impact on poppy seeds. These products do not leave residues in the soil or in the crops and thus they fit well into the system refinement of the landscape.

Poppy seed varieties “Major” was used in the described experiments. Part of the seeds was stained and part was untreated, to be inspected. Seeds were stained by preparations Polyversum, NeemAzal, Cleanstorm and exerted product consisting of four strains of soil fungi *Clonostachys rosea*. For comparison, it was used a product Vibrance Gold representing chemical seed treatment.

Two experiments were performed, summer and autumn. Both always preceded by a standard germination test on the principle of a humidity chamber. Germination energy treated variant was compared with untreated variant. After this test, the seed was sown into experimental containers and placed in a greenhouse of ČZU Praha. For summer experiment, it was used seeds from the harvest of 2013, for the autumn experiment also from the harvest of 2013 and in addition, for comparison from the current harvest of 2014. Experiments were always terminated by measuring and weighing of fresh plant and dry phytomass.

The results present that the treated variants were always better than the untreated variants. Summer untreated variant was the worst. It had more germinated seeds but later measurement and weighing showed that the treated variants are better. NeemAzal products and developed a product based *Clonostachys rosea* give promising results.

**Keywords:** poppy, seed treatment, biological preparations, fungicidal protection, phytohormones

## **Obsah**

<b>1. Úvod</b>	7
<b>2. Cíl práce</b>	8
<b>3. Literární přehled – ošetření osiva a klíčnicích rostlin</b>	9
3.1. Ošetření chemickými přípravky	10
3.2. Ošetření biologickými přípravky	11
3.2.1. Fytohormonální látky	12
3.2.1.1. Fytohormonální látky na trhu v EU	16
3.2.2. Využití jiných organismů	17
3.2.2.1. Přípravky na bázi mikroorganismů na trhu v ČR	22
3.2.3. Pomocné látky pro růst rostlin	23
3.2.3.1. Pomocné přípravky na trhu v ČR	25
3.3. Jiné metody ošetření osiva	26
3.4. Ošetření osiva a klíčnicích rostlin máku setého	27
3.4.1. Přípravky na ošetření osiva máku setého	31
<b>4. Materiál a metoda</b>	32
4.1. Materiál	32
4.2. Metoda	34
<b>5. Výsledky pokusu</b>	37
5.1. Zkouška klíčivosti	37
5.2. Nádobový skleníkový pokus	40
<b>6. Diskuse</b>	50
<b>7. Závěr</b>	51
<b>8. Seznam použité literatury</b>	52
<b>9. Přílohy – fotodokumentace</b>	58
9.1. Fotodokumentace zkoušky klíčivosti	59
9.2. Fotodokumentace skleníkového nádobového pokusu	63

## 1. Úvod

Česká republika je zatím stále prakticky jediným významným producentem potravinářského máku, jeho plochy se pohybují kolem 20 000 ha. Klíčící rostliny mohou odumírat po napadení houbami přenosnými osivem i po napadení půdními fytopatogeny. V současné době není do máku registrováno žádné mořidlo.

Tato bakalářská práce zpracovává a popisuje vliv různých látek aplikovaných na osivo a vzešlé rostliny máku setého (*Papaver somniferum*) odrůdy Major a to ve formě běžně prodejných pomocných přípravků pro pěstování polních plodin. Práce je rozdělena na několik částí. Na část literárního přehledu, kde je popsáno ošetření osiva obecně a to jak chemickými látkami, tak látkami na biologické bázi. Podstatná část je věnována využití mikroorganismů pro ochranu osiva a klíčících rostlin. Tomuto tématu se v ochraně rostlin věnuje stále více prostoru a hledají se alternativy k chemickým fungicidům a insekticidům s působením bez zbytkových reziduí. Závěr literárního přehledu je již věnován přímo plodině máku setému a to do fáze vzešlé rostliny s několika pravými listy. Další část bakalářské práce popisuje samotný pokus s ošetřením osiva máku setého několika běžnými látkami na principu biologických přípravků a jednoho vyvíjeného přípravku na bázi čtyřech kmenů půdní houby rodu *Clonostachys*. Pro srovnání je použito i běžné mořidlo do obilnin. Samostatnou kapitolu tvoří přehled získaných výsledků, jejich komentování a závěr.

Cílem práce je odzkoušení a nalezení alternativního přípravku k dříve používanému insekticidně-fungicidnímu mořidlu Cruiser OSR. Prvním krokem je ověření vlivu přípravků na rostliny (vyloučení fytotoxicity pro klíčící rostliny).

## **2. Cíl práce**

Cílem práce je ověřit vliv ošetření osiva vybranými přípravky na klíčení, vzcházení a celkový zdravotní stav máku setého v prvních vývojových fázích a získat tak informace využitelné při pěstování této plodiny.



### 3. Literární přehled – ošetření osiva a klíčících rostlin

Již od prvního okamžiku, kdy se člověk stal zemědělcem a začal cíleně pěstovat polní plodiny, musel se zabývat i otázkou ochrany těchto plodin před škodlivými patogeny. V průběhu vývoje, kdy se měnila technologie pěstování, se měnila i ochrana kulturních plodin. Postupně se měnila velikost pěstebních ploch a samozřejmě i různorodost produkce. Dnes při velkých rozlohách půdních bloků je trend intenzivního obhospodařování s neustálým snižováním podílu lidské práce.

Díky pokrokům ve šlechtění rostlin a moderním odrůdám si více než v minulosti uvědomujeme význam kvalitního osiva. Vysoký a kvalitní výnos začíná u kvalitního osiva. Aby tento výnos byl realizován je nutné, mimo jiných vlivů, aby vzešla silná rostlina, odolná škůdcům a chorobám, dokázala vytvořit dostatek generativních orgánů a do plodů a semen uložila dostatek kvalitních látek a dala tak základ další kvalitní generaci v podobě nového kvalitního osiva. Tlak škůdců a chorob je však díky velkým monokulturám plodin velký a je nutné osivo, klíčící rostlinky a potažmo i dospělé rostliny chránit.

Ochrana plodin bude dále spočívat i v určité ochraně před vlivy výkyvů počasí v průběhu konkrétního ročníku a v budoucnu bude nabývat zřejmě stále většího významu.

Je již statisticky podloženo, že se klima mění. Postupně stoupá průměrná teplota a klesají srážky. Mezi lety 1995 – 2006 nastalo 12 nejteplejších let zaznamenaných po dobu pozorování klimatu. Rostliny budou muset být šlechtěny na překonání těchto stresů a také na lepší hospodaření s vodou, rychlejší zakořeňování s mohutnějším kořenovým systémem a s případným ukončením vegetace z důvodu vyhnutí se období nástupu sucha (Bláha, 2011).

Přípravky na ochranu a ošetření osiva můžeme rozdělit na chemické a biologické. K ošetření osiva v dnešní době se využívají hlavně chemické látky- fungicidy a insekticidy a část podpůrných látek je také vyrobena průmyslově.

Aplikace mořidla na osivo může mít různé formy - obalování, inkrustace, peletizace. Zároveň se u některých plodin sjednocuje velikost a tvar osiva a tím je umožněné zlepšení setí (přesný výsev). Ošetření může být nejen chemické nebo biologické, ale také fyzikální.

V souvislosti s biologickou ochranou se často zmiňuje termín biopesticidy. Jsou to přípravky, jejichž účinnou složkou je mikroorganismus. Nesprávně jsou k biologickým přípravkům v komerční sféře řazeny i přípravky, které obsahují látky produkované mikroorganismy nebo jinými přírodními zdroji, nejčastěji rostlinami. V poslední době se

výzkum v tomto směru zaměřuje na půdní houby a bakterie schopné inhibovat růst patogenů (Sudakin, 2012).

### **3.1. Ošetření chemickými přípravky**

V současné době nejrozšířenější ošetření osiva je moření chemickými přípravky. Fungicidní moření je důležité pro ochranu osiva proti patogenům nacházejícím se na povrchu osiva nebo v semeni a částečně jako ochrana před půdními patogeny. Insekticidní moření po několik týdnů chrání vzcházející rostliny před škůdci. Moření je poměrně jednoduchý způsob úpravy osiva a ekonomicky výhodnější oproti následné aplikaci na pozemku. Známe tedy moření fungicidní, insekticidní a kombinované.

Jako první mořidlo byl využíván síran měďnatý a to na přelomu 19. - 20. století. Ve dvacátých letech 20. století byl nahrazen rtuťnatými mořidly. Moření bylo prováděno suchou cestou a tudíž se velké množství rtuťnatého prášku dostávalo do okolí, zasahovalo obsluhu mořičky a dále suchý prášek ztěžoval setí. Od osmdesátých let 20. století se proto rtuťnané prášky nahradily organickými sloučeninami. Souběžně s tímto se modernizovaly i linky na moření osiv. Od kontinuálních se přešlo k rotačním a také se změnila metoda moření. Suché prášky byly nahrazeny kapalnými mořidly a ty postupně pěnovými. Do mořidel se také začaly přimíchávat přípravky na zlepšení přilnavosti mořidla k povrchu semene nebo snížení otěru účinné látky z jeho povrchu. Moření by mělo dodržovat určitá pravidla, jako například to, že mořidlo by mělo být vysoce účinné proti patogenům, ale zároveň neškodné pro necílové organismy a samotnou rostlinu. Moření by se mělo užívat racionálně, nemělo by se mořit dlouho před výsevem, aby účinná látka neovlivnila negativně životní pochody v semeni, neboť se stále jedná o nepřirozený zásah do osiva (Houba et al., 2002).

V současné době se v České republice používá zhruba na tři desítky účinných látek pro moření osiv zemědělských plodin. Některé přípravky obsahují jednu účinnou látku, jiné dvě nebo tři. Přípravky mají různé obchodní názvy, ale účinné látky některých z nich jsou identické. Pro některé plodiny nejsou registrována žádná mořidla. Příkladem může být mák setý.

Nejvíce přípravků pro moření osiva se používá v obilninách a to zejména proti snětím, pruhovitosti ječmene a fusarioze. Nejvíce využívanými účinnými látkami zde jsou tebuconazole, difenoconazole, prothioconazole, ipconazole a fludioxonil, fluopyram, carboxin a thiram. Fludioxonil, triticonazole, carboxin a thiram se využívá k moření kukuřice proti houbovým chorobám. Účinná látka carboxin a thiram se navíc využívá pro moření hlíz

brambor, osiva luskovin (hrachu a bobu) a olejnin (řepka a len). Opět proti houbovým chorobám. V cukrové řepě se využívá mořidlo s účinnou látkou hymexazol. Při moření osiva jako ochrana proti hmyzím škůdcům se využívá látka thiacloprid v kukuřici. Ta je účinná proti bázlivci kukuřičnému, drátovcům a bzunce ječné. V hrachu se využívá látky thiamethoxam proti listopasům. Cukrová řepa má nejvíce přípravků pro moření s insekticidním účinkem proti škůdcům vzcházejících rostlin. Jedná se o účinné látky thiamethoxam, tufluthrin, imidacloprid, beta-cyfluthrin a clothianidin. Patří do skupin neonikotinoidů a pyrethroidů s účinností proti maločlenci čárkovitému, dřepčíku černému, drátovci a květilce řepné (Ackermann et al., 2013).

Omezení používání některých účinných látek používaných pro moření osiv je obsaženo v Nařízení komise Evropské unie č. 485/2013 ze dne 24. 5. 2013 platné od 1. 12. 2013. Toto nařízení je platné po dobu dvou let a omezuje používání tří insekticidních látek ze skupiny neonikotinoidů a to imidakloprid, thiamethoxam a klothianidin. Týká se zákazu používání pro moření osiva, granulátu do půdy a postřiku na list u jarních obilnin a u plodin, které navštěvují včely (zejména řepku).

### **3.2. Ošetření rostlin biologickými přípravky**

Biologické přípravky zde chápeme jako přípravky na bázi živých organismů nebo jako látky produkované těmito organismy. Výzkum v oblasti biologie postupuje v těsné součinnosti s výzkumem technologií zejména počítačové techniky, laboratorních přístrojů nebo softwarového vybavení. Díky tomuto se prohlubují znalosti a objevují se nové zákonitosti v oblasti fyziologie rostlin nebo ochrany rostlin. Dalším faktorem ovlivňující používání biologického ošetření je zatěžování životního prostředí rezidui pesticidů, zatěžování rostlinných produktů a negativní ovlivnění zdraví člověka a zvířat jako finálních konzumentů. Určitou roli zde hraje i zájem obyvatel o složení potravin a jejich celkovou výrobu.

Při ošetřování rostlin biologickými přípravky předpokládáme, a pokusy je i potvrzováno, že účinné, případně použité organismy jsou rostlinám vlastní, jsou tudíž zpracovány při metabolismu rostlin bez zbytkových reziduí. Jejich metabolity jsou též z hlediska zatížení životního prostředí neškodné, snadno odbouratelné a případně zpracovatelné dalšími organismy přítomnými v půdě, resp. obecně v agrokultuře. V některých případech je dokonce pozorována zlepšující se struktura půdy (Novotný, 2014).

Biologické přípravky lze rozdělit z hlediska zamýšleného použití na přípravky ovlivňující fyziologii rostliny a přípravky určené pro ochranu před škodlivými patogeny, přičemž hranice

mezi oběma nelze jednoznačně určit. Použitím přípravku na zlepšení například růstu rostliny ji i částečně ochraňujeme proti patogenům (zpevní se např. pokožka, zvětší se kutikula, rostlina vyrostе dřívе než nastane hlavní tlak patogenu nebo nepříznivé klimatické podmínky). Naopak použitím některých organismů pro eliminaci patogenů docílíme i změny růstu vlivem produkce fytohormonů jako produktů jejich metabolismu (Le Floch et al., 2003).

Prostředky ovlivňující fyziologii obsahují účinné látky, které nazýváme fytohormony nebo fytohormonům podobné látky. Tyto látky jsou přirozeně produkovány samotnými rostlinami a mají nezastupitelnou roli v regulaci procesů v rostlině (Procházka et al., 1997).

Biologické podpůrné nebo pomocné přípravky používané v ochraně a výživě rostlin jsou nejčastěji kombinací přírodních výtažků a obsahují minerály, fytohormony, rostlinné oleje. Slouží ke zlepšení zdravotního stavu rostliny a jejích orgánů nebo jako ochrana před škůdci.

Při využití jiných organismů se nejčastěji používá půdních hub a bakterií. Tyto jsou přirozeně přítomné v půdě a často žijí v symbioze s rostlinou na jejím kořenovém systému. Nejčastěji působí jako antagonisté patogenních hub a zároveň mají kladný vliv na růst a vývoj rostlin (Brožová, 2004).

Selekcí a šlechtěním vybraných kmenů poté zlepšujeme jejich vlastnosti, případně šlechtíme jednotlivé kmeny na určité vlastnosti a poté lze pro určité podmínky použít směs příslušných kmenů, čímž se zvýší účinnost (Krauss et al., 2013).

### **3.2.1 Fytohormonální látky**

V rostlinném těle se každým okamžikem odehrává množství dějů, které jsou řízeny v závislosti na vnějších podmínkách látkami, označovanými jako fytohormonální. Jsou to organické sloučeniny produkovány rostlinami v jedné jejich části a distribuované do jiné části rostlinného těla. Aby se daly nazvat fytohormony, musí být produkovány určitou skupinou buněk, transportovány do jiné části rostliny a zde vyvolat změnu a to i v malé koncentraci. Ve velké většině je jejich chemickým základem organická kyselina. V rostlině mají nezastupitelnou roli při regulaci růstu a distribuci asimilátů. Důvodem jejich přítomnosti v rostlině je optimalizace růstu a při neustále se měnících vnějších faktorech zajištění životaschopnosti rostliny s vytvořením dostatečného množství generativních orgánů.

V současnosti rozdělujeme fytohormonální látky podle jejich účinku působení na látky stimulační a na látky inhibiční. Není to rozdělení úplně přesné, protože záleží na koncentraci ve které se vyskytuje. Látka stimulační se může ve větší koncentraci chovat jako inhibitor a

naopak. V rostlině není přítomna vždy jen jedna látka, ale velké množství a též každý děj v rostlině není řízen jedním, ale více fytohormony. Průběh děje poté závisí na jednotlivém poměru příslušných fytohormonů, na jejich vzájemné interakci. Vzhledem k velkému množství a nízké koncentraci těchto látek v rostlině je složitý výzkum. Stále se objevují nové fytohormony a nebo vliv stávajících na děje uvnitř rostlinného těla. Znamé fytohormony můžeme rozdělit do několika skupin: auxiny, gibereliny, cytokininy, kyselina abscisová, etylen a ostatní.

Stimulační látky jsou předmětem studia na celém světě. Zkoumají se nejen nové látky, ale porovnávají se mezi sebou i přípravky komerční, volně prodejné. Výsledky potvrzují, že použití těchto přípravků má vliv na rychlost klíčení, procento vyklíčeného osiva, délku nadzemní a podzemní fytomasy nebo hmotnost jak čerstvé tak suché fytomasy rostlin. Dále je zde nárůst prvků (např. N, P, K) v rostlinném těle což může být u určité skupiny rostlin vzhledem k jejich zaměření výhodné, např. u měsíčku lékařského (Naghdi Badi et al., 2012).

Mezi hlavní fytohormony patří:

Auxiny – je to nejdéle známá fytohormonální látka stimulující růst (v řečtině auxein znamená růst). Nejznámější jsou kyselina indolyl-3-oxalová (IAA), 4-chlor-IAA, kyselina indolyl-3-máselná (IBA) a kyselina fenylacetic (PAA). Jedná se o slabé organické kyseliny nejčastěji syntetizované na vrcholu rostliny. Hladina auxinu od vrcholu k bázi rostliny klesá. Dále se vyskytuje v mladých listech, květech a semenech. Také závisí na stáří orgánu, ve starším je koncentrace menší. Z vnějších faktorů má na úroveň hladiny největší vliv světlo a to jak kvalita a intenzita, tak i doba působení. Při transportu v rostlině je třeba energie z důvodu aktivního transportu (Procházka et al., 1997).

Auxiny jsou nejvíce známy stimulací růstu. Při vyšší koncentraci se chovají jako inhibitor. Stimulují nejen dlouhivý růst rostliny, ale i buněk, dělení buněk a jejich polaritu. S dlouhivým růstem souvisí tzv. apikální dominance, kdy auxin stimuluje růst vrcholu a inhibuje růst úžlabních pupenů. Dále má vliv na opad listů a plodů (pokud do listu přestane proudit auxin listy nebo plody opadají).

Gibereliny – gibereliny jsou známy již delší dobu. Ve třicátých letech 20. století byla z houby *Gibberella fujikuroi* izolována látka označena jako kyselina giberelová. Choroba způsobená touto houbou způsobuje, že rýže setá velmi rychle roste a to je poté důvod úhynu celé

rostliny. Od 50. let 20. století byly poté obdobné látky nalezeny v rostlinných pletivech i jiných rostlin a souhrně nazvány gibereliny.

Gibereliny jsou ve většině případů slabé organické kyseliny, které jsou poměrně stabilní. Vznikají ve všech orgánech rostliny i v kořenech. Zejména vznikají v místech aktivního růstu a v nově se vytvářejících orgánech. Jejich vliv je hlavně na dlouhivý růst nadzemní části rostliny.

Zajímavý a významný je jejich vliv na jarovizaci rostlin a dormanci semen. Pokusy bylo zjištěno, že aplikací giberelinů rostliny ztratily potřebu jarovizace. Zde je zřejmá souvislost mezi teplotou a tvorbou giberelinů. Za nízké teploty se tvoří a po dosažení určité hladiny se rostlina dostane z potřeby jarovizace. Obdobně toto bylo pozorováno i u semen. V nich je obsažena kyselina abscisová jako inhibitor klíčení a vlivem nízkých teplot se tvoří gibereliny. Vzájemný poměr těchto dvou látek určuje okamžik, kdy semeno začne klíčit. Gibereliny zde mají ještě další funkci a to působení na vznik enzymů rozkládajících zásobní cukry a bílkoviny. Z nich vznikají základní prvky pro stavbu nového rostlinného těla do doby, než začne rostlina fotosyntetizovat (Procházka et al., 1997).

Cytokininy – dnes jsme schopni identifikovat více než 30 přirozených cytokininů a jejich základ vychází z adeninu a jeho 4 substitucí. Jako místo vzniku jsou uvažovány kořenové vrcholy a poté jsou přenášeny volně bez spotřeby energie dále do rostliny. Zde mají schopnost v buňce, za určitých podmínek, iniciovat svoji syntézu. Tímto se tedy mohou tvořit i na jiných místech a to zejména v semenech. Vliv cytokininu souvisí s jeho poměrem k auxinu. Obecně způsobuje dělení rostlinných buněk. Jeho nižší koncentrace k auxinu způsobuje růst kořenů, vyšší poměr k auxinu růst a diferenciaci pupenů.

V pokusech bylo prokázáno, že použití cytokininů společně s deriváty močoviny může zlepšit klíčení a to až dvojnásobně. Toto může být jeden z chybějících faktorů ke zdárnému klíčení osiv (Nikolić et al., 2007).

Dále ovlivňuje větvení a odnožování rostlin, ovlivňuje růst kořenů a brání stárnutí rostlinných pletiv.

Kyselina abscisová – látka potvrzená v 60. letech 20. století. Je značena zkratkou ABA. Slabá kyselina s pH 4,8 a množstvím v čerstvé hmotě rostlin v rozmezí 10 – 50 ng.g<sup>-1</sup>, v listech až 150 ng.g<sup>-1</sup> (závisí na rostlinném druhu). V rostlině kolísá a to nejen vlivem vnějších faktorů, ale také fází růstu ve které se rostlina nachází. Místem vzniku jsou převážně listy rostliny. Byl

však potvrzen i vznik v semenech. Jedno z důležitých míst jsou i kořeny rostlin. Pohyb v rostlině je velmi rychlý, až  $22 \text{ mm.h}^{-1}$ , a dynamický. Probíhá v mezibuněčném prostoru, xylému a floému (Procházka et al., 1997).

Kyselina abscisová je známa hlavně jako tzv. stresový hormon. V okamžiku vodního deficitu v kořenech se zde syntetizuje a je transportována do listů, kde způsobuje uzavírání průduchů. Obdobná je i reakce na vysoké či nízké teploty a na zasolení půdy.

Další důležitou funkcí je vliv na dormanci semen. Kyselina abscisová je transportována z listů, které mohou detekovat délku dne, do semen. Zde poté záleží na poměru s dalšími fytohormony a vlivu vnějších faktorů na okamžiku klíčení semene.

Etylen – působení etylenu bylo známo od 19. století, ale až ve 30. letech 20. století byla potvrzena jeho tvorba samotnými rostlinami. Jako jediný hormon se vyskytuje v plynném stavu a proto je i nemožná jeho aplikace na zemědělské půdě. Určitým přelomem bylo zavedení ethephonu, což je syntetický regulátor umožňující uvolňování etylenu.

Etylen je plyn bez barvy a zápachu a je velmi stálý. Vzniká v zelených částech rostlin. Jeho vznik je ovlivněn mnoha faktory vnějšími i vnitřními. Nachází se v cytoplazmě buněk. Odtud odchází do mezibuněčných prostor a dále do atmosféry a zde může ovlivnit i okolní rostliny. Nejznámější působení etylenu je zrání plodů. V době zrání se zvýší hladina etylenu a rostlina začne produkovat enzymy, které degradují pektiny, škroby a celulózu. Obdobným způsobem působí i na opad plodů a listů. Dalším jeho úkolem v rostlině je stresová funkce. Při jakémkoliv stresu se během několika desítek minut zvýší hladina etylenu a takto zvýšená zůstává několik hodin až desítek hodin. Během této doby se zvyšuje obranná reakce rostliny. Začne tvorba fytoalexinů (obranných rostlinných látek), zvyšuje se produkce některých enzymů a také se zvyšuje odolnost pletiv (Procházka et al., 1997).

Ostatní fytohormonální látky – nepatří vysloveně přímo mezi fytohormony. Mají určitý vliv na biochemické procesy v rostlině a z nějakého důvodu (např. vyšší koncentrace v rostlině než mají fytohormony apod.) nejsou přímo zařazovány mezi fytohormony. Těchto látek je větší množství. Mezi nejvýraznější patří tyto dvě skupiny:

Brassinosteroidy – látky, jak již název napovídá, prvně izolované z pylu řepky. Poté byly izolovány z dalších rostlin. Dokáží indukovat dělení buněk, prodlužovací růst, větvení a odnožování. Výborné je jejich použití v chudých půdách a pozorován byl jejich příznivý vliv

při stresu rostlin ze sucha, chladem nebo ozonem. Brassinosteroidy podporují tvorbu energetických zásob do ATP molekul (adenosintrifosfát). Tato zásoba energie se použije při stresu rostliny na rychlou reakci. Tím se snižuje doba stresu, což je limitní faktor růstu při vegetaci. Betain – nejedná se přímo o fytohormon, ale o látku, která regulací vodního provozu rostliny má potenciál omezovat stres ze sucha. Izoluje se z řepy cukrovky (odtud název betain) a jako sekundární metabolit se v ní nachází ve větším množství. Kyselina jasmonová – izolovaná z oleje jasmínu dokáže brzdit růst a urychlovat stárnutí. Dále např. organické polyaminy vznikající v rostlinách, mají vliv na dělení buněk, kvetení a tvorbu generativních orgánů. Mezi tyto látky lze řadit i oligosacharidy regulující vodní provoz, tok metabolitů pletivy apod. (Kohoutová-Hradecká, 2010).

Kyselina salicylová – (SA) kyselina 2-hydroxybenzoová reguluje v rostlině fyziologické procesy (klíčení semen, růst buněk, uzavírání průduchů) a také se účastní na obranných reakcích při napadení patogeny. Pokusy bylo zjištěno, že napadení rostliny patogenem vyvolá reakci a rostlina začne produkovat obranné proteiny a to i v místě, kde není napadena. Nositelem signálu, který tuto informaci dovede na ostatní místa, je právě kyselina salicylová (Janda a Valentová, 2014).

### **3.2.1.1. Fytohormonální přípravky na trhu v ČR**

Přípravků, kde účinnou látkou je fytohormon a jsou přímo určené k moření semen na trhu moc není. Jedná se spíše o přípravky, které v sobě kombinují nejen fytohormony, ale dále různé výtažky z rostlin, extrakty z mořských řas nebo huminové a fulvo kyseliny. Proto je podrobnější popis těchto přípravků v kapitole 3.2.3.1. Podpůrné přípravky na trhu v ČR.

Fytohormonální látky se využívají až v dalších fázích rostlinného růstu pro eliminaci např. vlivu ročníku nebo jsou již přímo součástí technologie pěstování jako regulátory růstu v obilninách a řepce olejce.

Přímo k ošetření osiva je v obilninách a dalších plodinách (kukuřice, řepka atd.) dostupný přípravek s účinnou látkou kyselinou polybetahydroxymáselnou (Albit). Určený je pro stimulaci vzcházení, růstu a imunizaci rostlin. Další přípravek (M-Sunagreen) je na bázi kyseliny 2-aminobenzoové a kyseliny 2-hydroxybenzoové, které mají vliv na zvýšení intenzity růstu kořenů a vytvoření dostatečného kořenového balu (anonym 1).



### 3.2.2. Využití živých organismů

Již v minulosti si člověk všiml, že mezi rostlinami a živočichy dochází k neustálým interakcím a neustálému boji o životní prostor. Zároveň je v přírodě vše v určité rovnováze a to jak antagonisticky, kdy se různé organismy navzájem ovlivňují tak, že v případě nárůstu populace jednoho se s určitou prodlevou zvýší i populace druhého, aby se poté obě populace vrátily do určitého výchozího stavu, tak i symbioticky, kde z přítomnosti jednoho organismu získává i druhý.

V průběhu času se také ukázalo, že ne vždy je chemické ošetření vhodné a to z hlediska zdravotního v podobě nebezpečných reziduí chemických přípravků a jejich kumulace v půdě a zemědělských produktech. Problém některých původců chorob je i v tom, že získávají rezistenci či toleranci k účinné látce. Nejméně vhodným řešením je poté zvyšování koncentrace postřikové jichy nebo zvyšování počtu aplikací během vegetace.

Během posledních let je zde i zvyšující se zájem obyvatelstva o původ a složení potravin. Zvyšuje se povědomí o způsobu ošetřování polních plodin a také velký mediální tlak na spotřebitele (jak odborně podložený tak i neodborný), což vyvolává určitou poptávku na trhu.

V neposlední řadě je zde výzkum, který díky novým možnostem, poznatkům a technologiím se snaží dále nacházet novější a efektivnější metody ochrany rostlin a jedním z možných řešení je využití organismů k ochraně zemědělských plodin. Výzkum je veden na všech plodinách a jsou zkoumány možnosti i ve víceletých pokusech.

Sledováním obilnin ve víceletém pokusu ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze – Ruzyni se potvrdilo, že použití biopreparátů na bázi *Trichoderma harzianum*, *Pythium oligandrum* a *Bacillus subtilis* má kladný účinek na plodiny. Porosty byly založeny jak konvenčně, tak setí do mělce zpracované půdy se zapravenou rozdrčenou slámou a také bylo použito přímé setí. Výnosy byly ze všech ošetřených variant vyšší než u varianty neošetřené (Vach et al., 2008).

To, že v přírodě funguje rovnováha organismů, znamená i přítomnost z našeho pohledu užitečných organismů, které jsou schopny uchránit kulturní plodiny. Projev antagonismu může být např. parazitismus nebo kompetice výživy. Nejčastějšími organismy, které se pro ochranu kulturních plodin před chorobami používají, jsou houby a houbám podobné organismy. Také se mohou využít některé bakterie, zejména rhizobakterie.

Jako nejčastěji využívané a dále zkoumané houby jsou zástupci rodů *Clonostachys*, *Trichoderma*, *Pythium*.

*Clonostachys* – je půdní saprofytická houba běžně rozšířená po celém světě. Nejznámější je druh *Clonostachys rosea* dříve známý jako *Gliocladium roseum*. Tyto druhy jsou známy pro svou schopnost biologicky kontrolovat fytopatogenní houby. Pokusy v laboratoři a posléze v polních podmínkách prokázaly, že více než jednotlivé druhy, jsou účinnější směsi z několika druhů nebo kmenů. Méně známý je například druh *Clonostachys byssicola*. Pokusy se zaměřují na výzkum látek obsahujících různé druhy a kmeny mykoparazitních hub a jejich cíleným namícháním pro konkrétní patogeny v konkrétních podmínkách. Důležité je zmínit, že i patogen má různé kmeny a liší se i v jednotlivých geografických polohách a proto je třeba určit konkrétní mix pro dané stanoviště, plodinu apod. Pro ochranu kořenů kakaovníku se například s úspěchem používá právě kombinace *Clonostachys rosea* a *Clonostachys byssicola* (Hoopen et al., 2010).

Další zajímavostí bylo zjištění, že rod *Clonostachys* mykoparaziticky ovlivňuje houby *Trichoderma harzianum*, což je také využívaný biokontrolní mikroorganismus. V laboratorních podmínkách a v polních pokusech se proto zkoumaly jednotlivé vzájemné poměry obou druhů hub. Bylo zjištěno, že při poměru 5:1 a vyšším ve prospěch *Trichoderma harzianum* již *Clonostachys rosea* není schopna *Trichoderma harzianum* ovlivňovat. Výsledky tedy ukázaly, že antagonismus dvou účinných látek nemusí vyloučit jejich společné použití v přípravcích (Krauss, 2013).

Mezi nejzkoumanější druh z rodu *Clonostachys* zřejmě náleží rod *Clonostachys rosea*. Je znám jako účinný biokontrolní prostředek proti několika hospodářsky významným patogenům jako je *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium dahliae*, *Fusarium culmorum* a *Botrytis cinerea*. Konkrétně kmen BAFC3874 prokázal účinné vlastnosti proti patogenu *Sclerotinia sclerotiorum*. Také je významná jeho produkce sekundárních metabolitů pozitivně působících na vývoj rostlin (Rodríguez et al., 2011).

*Clonostachys rosea* je také účinný proti nádorovitosti košťálovin (*Plasmodiophora brassicae*). Tato vlastnost byla zkoumána u řepky jako jedné z nejvýznamnějších olejnin. Bylo zjištěno, že aplikace dvou ošetření - na osivo při setí a další zhruba 7 – 14 dní po vysetí, dokáže významně potlačit tento patogen. *Clonostachys rosea* kolonizuje rhizosféru, částečně proniká do kořenů a zvyšuje tím odolnost celé rostliny (Lahlali et Peng, 2013).

*Trichoderma* – jedná se o mnoho druhů a jejich kmenů obývajících všechny ekosystémy světa. Nalézají se v půdě lesa i v zemědělské půdě. Jsou snadno pěstovatelné v in vitro kulturách. Jejich využití jako mykoparazita patogenů rostlin je známé více jak šedesát let.

Některé kmeny se k tomuto využívají a stále jsou předmětem výzkumu (*Trichoderma harzianum*), jiné mají využití v průmyslu (využití *Trichoderma reesei* pro výrobu enzymů, umožňující výrobu cukrů a bioetanolu).

Působení *Trichoderma harzianum* na patogeny je postaveno na chemotropismu tj. vlastnosti, kdy *Trichoderma harzianum* vnímá chemické signály patogenu a roste směrem k němu. Tyto signály působí bez fyzického kontaktu. Po přiblížení roste kolem hyf patogenu nebo souběžně s nimi a pravděpodobně mechanicky a enzymaticky degraduje hostitelské mycelium. Dále se podílí na lepším růstu rostliny tím, že obývá oblast kořenového systému jako její symbiont. Penetruje jejich povrch a tím vytváří určitou zónu proti patogenům, což umožňuje rostlinám šetřit metabolity. Dokáže produkovat auxiny a podporovat růst rostlin. *Trichoderma harzianum* je schopna do určité míry měnit pH půdy aniž by se změnilo rozpouštění a příjem fosfátů a dalších živin. Dobře se také jeví využití v ozdravení kontaminovaných půd. Omezení je v současnosti hlavně ve vysoké ceně kultivačních medií a nízkém výnosu spor (Brotman et al., 2010).

Jsou proto šlechtěny takové kmeny, které se nejvíce uplatní v zemědělské činnosti. Musí účinně potlačovat patogeny v rozdílných podmínkách a zároveň mít výborný vliv na rostlinu. Ukazuje se, že je možné je používat i v kombinaci s některými chemickými prostředky a tím i zvyšovat jejich působení a účinnost. Jako fakultativní parazit je pro mnoho druhů hub, např. *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* a další. Zkoumáním se zjistilo, že účinné látky jsou produkovány ve špičkách hyf a vylučovány v místě styku s patogenem. Tím dokáží zastavit růst patogenu následně prorůst i silnou stěnou hyfy. I přes to, že je *Trichoderma harzianum* půdní houba, je možné ji použít i při ochraně nadzemních částí rostlin. Zde dokáže najít zdroj výživy na rostlinném povrchu a bránit účinně pletiva proti některým patogenům. V pokusech došlo ke snížení výskytu patogenů o 25 – 100 %, na stoncích rostlin a až o 46 % na kmenech stromů. Infekce ovoce (plodů) samotná *T. harzianum* potlačit nedovedla. U všech aplikací závisí také na tom, za jakých podmínek jsou provedeny. Pokud je nižší teplota, okolo 10 °C, klíčí spory patogenu rychleji než spory *Trichoderma harzianum* (Brožová, 2004).

Tím, že zde působí složitý mechanismus na patogen je třeba zkoumat celý vliv jako vztah *Trichoderma harzianum*, rostliny a patogenu. K objasnění všech interakcí je třeba využít nejen mikrobiologie, ale také genetiky, proteomiky a metaboliky. Tímto se zrychlí identifikace účinných kmenů a získají se podklady pro zlepšení přírodních kmenů (Vinale et al., 2008).

*Pythium oligandrum* – náleží do říše *Chromista*, oddělení *Perenosporomycota* (syn. *Oomycota*), řádu *Pythiales*. Do řádu *Pythiales* náleží vodní a půdní saprofyté a paraziti hub, řas a vyšších rostlin. Rod *Pythium* představuje saprofytické, příležitostně parazitické, organismy s vláknitým, nepřehrádkovaným myceliem (Novák a Skalický, 2009).

Pro svoji výživu využívá kořenových exudátů a také vlákna mycelií jiných hub. Tyto houby mohou být z téhož jako i z jiných řádů jako je *Pythium*. Zároveň bylo pokusy zjištěno, že druh *P. oligandrum* je nepatogenní pro běžné zemědělské plodiny a proto se jeho vlastnosti využívají v zemědělství. *Pythium oligandrum* obývá prostor od kořenové špičky k hypokotylu (konkrétně povrch kořenů), zde nenapadá rostlinná pletiva, ale působí antagonisticky k patogenům, kteří se zde vyskytují. Pozoruhodná je i možnost stimulace rostlin jeho metabolity (Brožová, 2002).

Toto bylo pozorováno v laboratorních podmínkách, kdy v podmínkách *in vitro* *Pythium oligandrum* produkovalo metabolity indolových derivátů. Indolové deriváty se řadí mezi látky ze skupiny auxinů. Jednalo se např. o tryptophan a indol-3-acetaldehyd. V dalších experimentech byly tyto metabolity přidány do živného roztoku sledovaných rostlin. Při nižších koncentracích byl pozorován lepší růst rostlin, při vyšších abnormální růst kořenů (Le Floch et al., 2003).

Neméně zajímavá je schopnost vyvolat obrannou reakci u rostliny. *Pythium oligandrum* dokáže produkovat spouštěče obranných proteinů (Masunaka et al., 2010).

*Pythium oligandrum* se ukazuje i jako zajímavé v uzavřených pěstebních systémech. Při produkci zeleniny ve sklenících se využívají hydroponické pěstební systémy. Zde se voda živného roztoku recykluje. Pokud se do těchto systémů dostanou patogeny mohou způsobit epidemii onemocnění. V období stresu (vysoké teploty, nižší obsah kyslíku v živném roztoku) se zvyšuje pravděpodobnost onemocnění. Hledají se proto stále cesty jak tomuto zabránit. Při pokusech s naočkováním *Pythium oligandrum* na hydroponicky pěstovaná rajčata se zjistilo, že prostředí živného roztoku je natolik odlišné od půdního, že některé kmeny *Pythium oligandrum* vůbec neprojevovaly aktivitu a zůstaly ve stavu klidových spor. Pouze jeden kmen prokázal určitou schopnost růstu populace. Vliv na toto můžou mít i kořenové exudáty a pokus by s jinou rostlinou mohl mít i jiné výsledky. Výstupem bylo zjištění, že v hydroponických systémech je třeba při použití *Pythium oligandrum* jako regulátora patogenů použít mix kmenů a to vzhledem k odlišnému prostředí rhizosféry oproti klasickému pěstování v půdě (Vallancel et al., 2009).

V kořenových systémech rostlin se vyskytují další druhy půdních hub, které mají schopnost produkovat fytohormony a látky jim podobné. Jedná se zejména o auxiny a gibereliny. Výzkumy se dále zjistilo, že např. houby *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium corylophilum* nebo *Penicillium cyclopium* produkují gibereliny a *Fusarium oxysporum* produkuje jak gibereliny tak auxin a to kyselinu indolyl-3-octovou (IAA). Zároveň tyto houby jsou patogenní pro rostliny, znehodnocují rostlinné produkty a některé jsou nebezpečné i pro člověka (Hasan, 2002).

Další organismy využitelné pro ošetření osiva a podporu klíčících rostlin jsou půdní bakterie. Je zde obdobná situace jako u půdních hub, kdy určité druhy jsou antagonisty patogenů a nebo kladně ovlivňují růst rostlin. Jako příklad lze uvést bakterie rodu *Azotobacter*.

*Azotobacter* – jsou půdní bakterie, volně žijící, gramnegativní, 2 – 10 µm dlouhé, kolonizující kořenové systémy rostlin. Tyto bakterie se přirozeně vyskytují v půdě převážně mírného pásu. Jsou schopny vázat vzdušný dusík a zároveň je u nich prokázána schopnost produkovat rostlinné růstové hormony, fungicidně působící látky, podílet se na procesech v půdě a tím zlepšovat její strukturu. Další schopnost je rozpouštět fosfáty v půdě. Pokusy bylo také zjištěno, že plodina, kde bylo osivo ošetřené přípravkem na bázi bakterie tohoto rodu, poté dala vyšší výnos a rostlina obsahovala i vyšší množství dusíku. Díky schopnosti vázat vzdušný dusík je možno snížit dávku dusíku k plodině. Za ideálních podmínek (vyšší teplota a vlhkost a dostatek organické hmoty v půdě) je možno takto vázat až 30 kg N/ha. Abychom dosáhli výsledku s tímto organismem je třeba dodržet určité agrotechnické zásady. Bakterie získává energii z organické hmoty, tzn. tuto hmotu do půdy dodat, ideální je hnůj nebo kompost. Dalším předpokladem je snížení dávky dusíku v minerálních hnojivech, neboť tento potlačuje aktivitu bakterií (Šimon a Mikanová, 2010).

V souvislosti s biomasou potřebnou pro dobré prospívání bakterií v půdě je velice vhodné, až téměř nutné, používat minimalizační zpracování půdy případně půdu nezpracovávat (no-till technologie). Do hloubky 0,05 – 0,1 m pod povrch je prokazatelně více biomasy než při konvenčním zpracování půdy. V minimalizačně obdělávaných půdách a v půdách s přímým setím do nezpracované půdy se organická hmota dostává pozvolna do orničního profilu a vhodně tak zásobuje půdní mikroorganismy (Hůla et al., 2008).

Mezi další prospěšné bakterie patří rod *Streptomyces*. Jsou to půdní bakterie s potenciálem biokontroloru houbových patogenů. Inhibiční aktivitu projevují proti *Curvularia* spp.,

*Aspergillus niger*, *Helminthosporium* spp. nebo *Fusarium* spp. Studii byl zjištěn kmen CACI-1.16CA, má potenciál inhibovat další patogeny jako *Alternaria* spp., *Phytophthora capsici* a *Rhizoctonia* spp. a to v rozmezí 47 – 90 % (Zahaed, 2014).

Podobné vlastnosti mají i některé druhy a kmeny rodu *Pseudomonas*. Kmeny B194 a B224 jsou schopny inhibovat klíčení a prodlužování klíčného vlákna *Botrytis cinerea* a *Penicillium expansum*. Účinek je závislý na množství bakterií. Při použití obou kmenů zároveň se hyfy *Botrytis cinerea* vyvíjely abnormálně, vrcholy byly zduřelé a kulovité (Bryk et al., 2004).

Z rodu *Pseudomonas* je také zajímavý druh *Pseudomonas fluorescens*, který je schopný produkovat antimykotické látky a zároveň stimulovat ostatní mikroorganismy k toleranci k těmto látkám. V kombinaci s *Clonostachys rosea* zvýšil růst kořenů u řepy cukrovky a příznivě ovlivnil enzymatickou aktivitu půdní mikroflóry, což mělo přímý vliv na výrazný nárůst suché hmoty v rostlině (Johansen et al., 2005).

Dalším zajímavým druhem z rodu *Pseudomonas* je *Pseudomonas chlororaphis*. Tato bakterie obývající rhizosféru rostlin má výraznou nemotocidní aktivitu. Skleníkové pokusy ukázaly možnost růstu rajčat i v háďátku zamořených půdách (Jang et al., 2011).

U *Pseudomonas chlororaphis* je inhibice patogenů způsobená produkcí fenazinu (jako součásti organických kyselin). Ošetřením osiva pšenice lze snížit napadení klíčících rostlin houbovými patogeny. Šlechtěné kmeny dokáží mnohem více inhibovat patogeny oproti divokým formám a zároveň vytvořit lepší ochranný biofilm na povrchu osiva (Maddula et al., 2008).

### **3.2.2.1 Přípravky na bázi mikroskopických organismů na trhu EU**

Přípravků na bázi mikroskopických organismů je mnohem méně než chemických přípravků a proto je dále popsán zhruba průřez na trhu v EU. V podstatě je nejčastěji používáno k ošetření osiva nebo rostlin v raných fázích růstu zhruba deset druhů mikroorganismů, příp. jejich kombinací.

Nejnámější přípravek je na bázi houby *Pythium oligandrum* s obchodním názvem Polyversum. Jedná se o přípravek proti houbovým patogenům vhodný i pro moření osiv. Aplikace je také možná foliárně a to většinou ve dvou až třech dávkách během vegetace v závislosti na tlaku patogenu a plodině (anonym 2).

Dalším přípravkem je Trifender WP, kde účinnou látkou je půdní houba *Trichoderma asperellum*. Moří se osivo, kořeny mladých rostlin, přidává se do závlahy, případně se aplikuje při předset'ové přípravě půdy s okamžitým zapravením do půdy. Zvyšuje tvorbu

růstových látek, působí proti mikropatogenním houbám a celkově zlepšuje stav rostliny (anonym 3).

Přípravky obsahující užitečné houby dále reprezentují např. Gliorex (*Trichoderma asperellum* a *Clonostachys*), Contans VG (*Coniothyrium minitans*), Plantmate (*Trichoderma atroviride* účinná proti půdním patogenům), RootShield a PlantShield (*Trichoderma harzianum*). Mezi přípravky na bázi bakterií lze zařadit Azoter (obsahující *Azotobacter*, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megatherium*), Biomax (prášek vhodný do hydroponických systémů obsahující *Streptomyces lydius* a *Streptomyces griseus* a houbu *Trichoderma harzianum*), Cerall a Cedomon (*Pseudomonas chlororaphis* k moření obilnin) oba registrované v zahraničí, NoGall (*Agrobacterium radiobacter* účinný proti bakteriální nádorovitosti) a Bionas (*Pseudomonas fluorescens* proti půdním patogenům), Mycostop (*Streptomyces griseoviridis* proti půdním patogenům) (anonym 4).

Ve Francii jsou registrovány přípravky Myco'sol s bakteriemi *Pseudomonas fluorescens* a *Pseudomonas putida* a dále houbou *Coniothyrium minitans* (Myco'sol „C“) nebo *Trichoderma harzianum* (Myco'sol „T“). Vzhledem k tomu, že oba výrobky obsahují i mnoho prvků pro výživu rostlin, aminokyselin apod., jsou registrovány jako hnojiva (anonym 5).

### 3.2.3. Pomocné látky pro růst plodin

S rozvojem poznání jednotlivých skupin látek v rostlinném těle a jejich funkce se rozvíjelo i používání podpůrných látek v rostlinné výrobě. Přípravky s těmito látkami mají za úkol zlepšit odolnost rostliny proti stresům. V současnosti se v evropském zemědělství částečně snižuje požadavek na výnos plodin (ten je již poměrně dostatečný díky šlechtění), ale zvyšuje se požadavek na kvalitu produkce, odolnost plodin k abiotickým stresům a odolnost k napadení chorobami a škůdci. To vše v těsné souvislosti s ochranou životního prostředí (Trčková, 2010).

Jedním z nejdůležitějších je zvýšení odolnosti proti suchu a to jak zvětšenou tvorbou kořenového systému, který je bohatší a dosahuje do větších hloubek čímž rostlina dosáhne lépe na vláhu, nebo zpevněním jejích povrchových pletiv, kutikuly, k zamezení nadměrného odpařování vody. Obdobně toto platí i pro zlepšení odolnosti proti napadení patogeny a škůdci. Opět se jedná například o zpevnění rostlinných pletiv, lepší zahojení pletiva po žiru škůdce a nebo načasování růstu tak, že rostlina dozraje dříve než ji patogen nebo škůdce napadnou (Bláha, 2011).

Důležitý je také dobrý příjem živin, usnadnění jejich příjmu a distribuce na cílová místa. Použití pomocných přípravků má také vliv na větší listovou plochu a vyšší asimilaci a též vyšší ukládání asimilátů do plodů a semen. Toto vede ke kvalitnímu osivu, které je opět základem dobré sklizně v dalším období (Trčková, 2010).

Základem mnoha těchto přípravků jsou extrakty z mořských řas. Používají se hnědé mořské řasy, které jsou poměrně běžné. Mořská voda je velmi bohatá na minerály, stopové prvky a mikroorganismy produkující další látky a hnědé mořské řasy mají schopnost tyto látky velice efektivně akumulovat. Obsažené jsou v deseti až tisícinásobných koncentracích oproti suchozemským rostlinám a navíc forma, ve které jsou uloženy je velice přístupná pro suchozemské rostliny. Kromě těchto látek obsahují známé fytohormony a další speciální látky např. polyfenoly, manitol (zvyšuje efektivnost chemických hnojiv a zvyšuje schopnost půdy udržet vodu) nebo alginát zlepšující imunitu a odolnost proti virům. Mořské řasy se původně používaly sušené jako hnojivo, dnes většinou jako kapalné extrakty vhodné k foliární aplikaci na plodiny (anonym 6).

Jako další podpůrné přípravky se využívají huminové a fulvokyseliny. V půdě odumřelá organická hmota podléhá rozkladu – mineralizaci na jednodušší složky, z nichž se tvoří složitější a stabilnější látky – humifikace. Z těchto látek se složitými procesy vytváří další látky, které jsou tmavě zbarvené, obsahují dusík a mají vysokou molekulovou hmotnost s převahou kyselých funkčních skupin. Souhrně jim říkáme humus. Humus obsahuje humusové látky (fulvokyseliny, huminové kyseliny, hmatomelanové kyseliny a huminy) a nehumusové látky (sacharidy, pektiny, bílkoviny, aminokyseliny, ligniny a další). Z těchto všech skupin jsou nejpoužívanější fulvokyseliny (světlá barva, mikrobiologicky se rychle rozkládají a poměrně rychle obnovují), huminové kyseliny (tmavá barva, vysokomolekulární látky, v půdách se vyskytují jako soli zvané humáty) a huminy (nejvyšší molekulová hmotnost, tmavá barva, nejodolnější proti mikrobiálnímu rozkladu). Na molekuly těchto látek se vážou ostatní prvky a rostliny je snadno přijímají (Hůla et al., 2008).

K ochraně rostlin se dále poměrně rozsáhle zkoumají rostlinné oleje. Mají schopnost eliminovat houbové a plísňové patogeny, někdy samostatně jindy v kombinaci s další látkou nebo prvkem. Nejde jen o klasický řepkový olej, ale např. fenyklový (na trhu je prostředek k ochraně před houbovými chorobami) nebo oleje z citrusových plodů (také přípravek k ochraně rostlin před houbovými chorobami). U některých je známa jejich insekticidní vlastnost zejména proti savému hmyzu. Příkladem je olej ze semen indické rostliny *Azadirachta indica*.



Účinná látka azadirachtin je známá jako insekticid, nicméně pokusem bylo zjištěno, že jeho aplikace do půdy má za následek prvních 15 dnů sníženou biologickou aktivitu, která se zvýší až po 60 dnu. Nejcitlivěji na něj reagovaly půdní houby a nitrifikátoři (Gopal et al., 2007).

Tato látka je zkoumaná po celém světě na nejrůznějších plodinách. U některých, jako např. u kaka, může jeho aplikace vyjít i levněji než chemická ochrana. Zde dokázala účinná látka azadirachtin zastavit růst mycelií hub rodu *Phytophthora* a *Crinipellis*, způsobující ztráty výnosu 50 – 80 %. Dosavadní metody ochrany byly poměrně náročné na manuální práci i finančně. Je zde nesporný fungicidní efekt (Rezende Ramos et al., 2007).

### **3.2.3.1. Podpurné přípravky na trhu v ČR vhodné k moření osiv**

Popsány jsou zde přípravky na trhu v ČR. Je mnoho kombinací mikro a makro prvků pro výživu rostlin a nejrůznějších dalších látek pod mnoha obchodními názvy.

Podpurné přípravky lze rozdělit na několik skupin. První je skupina, kde hlavní složkou jsou extrakty z mořských řas. Přípravky jej obsahují zhruba od 15 % a jsou k nim přidávány další prvky. Většinou jsou prezentovány jako hnojiva s posilujícím nebo ochranným účinkem. Hodí se pro moření osiv, postřik na list a kapkovou závlahu. Za všechna lze jmenovat např. Alginure, Alga 600, Alga 300++high P, Algreen (anonym 7).

Do další skupiny patří přípravky s huminovými látkami a fulvokyselinami. Jsou v přípravcích až do 50 % koncentrace a opět k nim mohou být přidávány další prvky nebo látky pro zlepšení efektu na rostliny. Používají se od moření osiva, namáčení kořenů sadby po listovou aplikaci od nejmenších klíčících rostlin. Také se těmito roztoky dají plodiny zalévat, ale jedná se spíše o menší výměry a zeleninu než zemědělské plodiny. Nejznámějším výrobkem je Lignohumát. Je jich několik druhů a liší se od sebe pouze přidanými prvky nebo látkami k hlavní složce (Zedník, 2013).

Dále přípravek Lexin, Enviseed a nebo Energen Fulhum (soli získané při rozkladu technického lignosulfátu dokáží stimulovat růst a tvorbu kořenů) (anonym 8).

K další skupině patří přípravky na bázi rostlinných olejů. Perspektivní je přípravek NeemAzal s účinnou látkou azadirachtin, který je znám jako insekticid, ale v poslední době se využívá i jeho fungicidních vlastností (anonym 9).

Jako poslední skupinu lze popsat přípravky, které se skládají z mnoha složek jako jsou oligopeptidy, aminokyseliny, rostlinné extrakty, rostlinné stimulatory, prvky pro výživu rostlin, mikroprvky, koloidní stříbro a mnoho dalších. Slouží především k povzbuzení dobré kondice rostliny, která se pak snáze vyrovnává s chorobami a škůdci, případně po aplikaci

lépe reaguje na ochranu např. chemickou nebo se lépe vyrovnává s nepříznivým vlivem ročníku. Příkladem může být přípravek Galleko Speciál. Je to směs huminových látek a dále aminokyselin, oligopeptidů a prvků pro výživu, použitelný ve více plodinách (anonym 10).

Přípravek Terra Sorb opět se směsí aminokyselin, organického a amidického dusíku a mikroprvků. Oba jsou určeny pro ošetření osiva (anonym 11).

Přípravek Energen Cleanstorm se směsí oligopeptidů a aminokyselin jako postřik od nejranějších fází rostlinného růstu podporuje kořenový systém, tím zvyšuje odolnost k suchu. Má také podpurný fungicidní a baktericidní účinek (anonym 12).

### **3.3. Jiné metody ošetření osiva**

Mezi ostatní metody ošetření osiva patří především fyzikální metody. Velice účinná je metoda ozařování osiva proudem elektronů nazývaná e-ventus.

Tato metoda spočívá v ozáření osiva proudem elektronů, které zničí původce chorob na jeho povrchu. Původně toto ozáření bylo realizováno ve vakuu, ale s postupným vývojem této metody byly zkonstruovány i zařízení pracující při normálním tlaku vzduchu. Srovnávacími polními i laboratorními pokusy bylo poté zjištěno, že oba způsoby si jsou rovnoceny. Metoda je velmi účinná na spory nacházející se na povrchu osiva (Tigges et al., 2002).

Souběžně s touto metodou byly i vyvíjeny metody k detekci účinnosti elektronového ošetření. K detekci je možno použít tři fyzikální metody a to termoluminiscenční, fotostimulačně-luminiscenční a metoda rezonance elektronových spinů. Zpětným ověřením lze zjistit, že ošetření osiva elektronovým proudem je na povrchu semene detekovatelné až 13 měsíců od ošetření. Na toto nemá vliv teplota skladování, která se může pohybovat mezi 5 – 23 °C, přičemž teplota 5 °C výrazně prodlužuje ověřitelnost ošetření (Eschrig et al., 2007).

Ozařování může být prováděno elektrony s nízkou energií (do 300 kV) a nebo s vysokou energií (1 – 10 MV). Jako nejvhodnější metody pro zpětné ověření účinku ošetření jsou nejlepší termoluminiscenční a fotostimulačně luminiscenční, což bylo ověřeno měřením (Cutrubinis et al., 2005).

Využití elektrických polí je známé delší dobu. S dalším výzkumem se tato oblast rozšiřuje o další možnosti. Příkladem mohou být pokusy s použitím laseru na ošetření osiva ( v tomto případě řepy cukrovky). Byl zde znatelný rozdíl mezi rostlinami ošetřenými a neošetřenými jak v laboratorních pokusech tak polních podmínkách. Byl pozorován nárůst koncentrace chlorofylu, vyšší výnos a nižší množství melasotvorných látek ( Prošba-Bialczyk et al., 2011).

Pro lepší start osiva po zasetí se využívají metody jako např. hydratace osiva. Není to úprava ve smyslu zbavení semene patogenů. Principem je, aby semeno přijmulo množství vody nutné k nabobtnání, ale ne k proražení kořínku. V takovémto stavu se nastartují opravné mechanismy, které částečně opraví poškozené metabolické procesy uvnitř semene. Poškození vzniká stárnutím osiva. Metoda umožňuje zvýšit klíčivost i staršího semenného materiálu a zajistí rychlé klíčení po vysetí. Obdobná metoda je moření horkou vodou. Osivo se ponoří do horké vody a to po dobu, kdy se zničí zárodky houbových patogenů, viry a bakterie, ale nepoškodí se osivo samotné. Po ošetření se vysuší a může se vysévat (Houba et al., 2002).

Obě tyto metody se používají jen okrajově, ale pro úplnost byly zmíněny.

### **3.4. Ošetření osiva a klíčících rostlin máku setého**

Mák setý (*Papaver somniferum*) pochází z východní a přední Asie. Ve středozemí se vyskytuje mák štětinkatý, který je někdy považován za planou formu máku setého. Mák setý náleží do čeledi mákovitých (*Papaveraceae*). Lodyha máku dorůstá do výšky 1 – 1,8 m a může vytvořit po straně několik větví. Větvení je dáno odrůdou a sponem. Ideálně se požaduje pouze hlavní lodyha s jednou makovicí a rostliny pěstované v hustém sponu s počtem 60 - 80 rostlin na m<sup>2</sup>. Listy jsou jednoduché, podlouhlé, mírně zvlněné a zubovité, pokryté voskovou vrstvou. Dělí se na listy spodní (pod rozvětvením), střední (v jejich úžlabí vyrůstají větve) a horní (přisedlé k jednotlivým větvím). Kořenová soustava je tvořena hlavním křovitým kořenem dosahujícím až do hloubky 0,75 m, několika postranními kořeny a množstvím vláscitých kořínků. Při nevhodném růstu kořenů je mák citlivý na sucho nebo přemokření. Plodem je semeno, které se nachází v tobolce – makovici. V ní může být až šest tisíc semen o celkové hmotnosti 2-5 g. Barva semen je od bílé, šedé, různé odstíny modré až po hnědou. Modrá barva je nositelem typické chuti a vůně máku, proto čím je osivo modřejší tím je i více aromatické a naopak. Semeno máku je ledvinovitého tvaru o délce 1 – 1,5 mm a HTS okolo 0,55 g. Makovice mají dva typy a to hledák (pod korunkou jsou otvory, kterými vypadávají zralá semena) a slepák (nemá otvory v tobolce a hodí se proto pro mechanizovanou sklizeň) (Vašák et al., 2010).

Makové semeno obsahuje 40 – 60 % olejů, hlavně kyselinu stearovou, kyselinu palmitovou a glycerid kyseliny linolové. Tyto oleje se lisují pro potravinářství za studena. Další využití je průmyslově na barvy, mýdlo nebo do fermeže. Oleje pro průmyslové použití se lisují za tepla (Větvička a Erich, 2009).

Formy máku jsou dvě. Mák opiový a mák olejný. Mák opiový se pěstuje zejména pro vyšší obsahy alkaloidů a produkci opia. Výnos opia se pohybuje v rozmezí od 5 – 40 kg/ha. Tato forma máku se pěstuje v Asii, zejména v Afgánistánu. Mák olejný je pěstován převážně v Evropě. Hlavním produktem je semeno a jako vedlejší produkt makovina s obsahem alkaloidů pro farmaceutické účely. Mák olejný se dělí na potravinářský, kde hlavním produktem je olejné semeno (obsah alkaloidu morfinu v suché makovině je do 1 %) a na průmyslový (obsah morfinu v suché makovině je více jak 1 %), který se pěstuje pro farmaceutické účely. Z hlediska výsevů se máky dělí na ozimé (zhruba do 10 % osevní plochy máku) a na jarní (Vašák et al., 2010).

Mák setý má několik významných chorob a škůdců. Proti nim je nutné semena a vzcházející rostliny chránit. Mezi nejvýznamější choroby patří z hlediska ochrany semen a klíčnicích rostlin tyto:

Plíseň máku – *Peronospora arborescens* – napadá rostlinky hned po vyklíčení. Ty jsou žlutavé s bělavým myceliem na spodní straně listu. Starší rostliny jsou žlutobílé, deformují se a odumírají. Chlad a vlhko v této době zvyšuje intenzitu napadení. Napadené rostliny jsou zdrojem sekundární infekce. Patogen se šíří osivem a přežívá i na rostlinných zbytcích. Ochrana je moření osiva, odstup v osevním postupu alespoň 4 roky a výsev při vhodných podmínkách (teplo, optimum vláhly).

Helmintosporiíza máku – *Pleospora papaveracea* – houbové onemocnění napadající jak mladé rostliny, kde zaškrcuje kořenový krček a rostliny hynou, tak hlavně starší rostliny a to až do fáze zrajících makovic. V makovicích tvoří mycelium a shluky se semeny. Projevuje se nepravidelnými tmavými až fialovými skvrnami na listech. Hlavním zdrojem je napadené osivo. Dále se může šířit i z půdy, kde přežívá na rostlinných zbytcích. Ochrana je moření osiva a odstup v osevním postupu alespoň 4 roky (Kazda et al., 2010).

Tyto dvě choroby jsou nejvýznamnější nejen z hlediska osiva a klíčnicích rostlin, ale i v dalších fázích růstu. Po napadení, i přes použití ošetřeného osiva a dodržení správné agrotechniky, je nutné použít fungicidních přípravků ve formě postřiku (Kazda et al., 2010).

Zkoumáním obou patogenů jak v polních pokusech tak ve skleníkových pokusech vychází jako agresivnější helmintosporiíza. Po naočkování na pokusnou rostlinu dokáže na rostlinu

negativně působit již po 4 hodinách. Toto podporují i nižší teploty 9 °C – 13 °C (Bailey et al., 2000).

Další pokusy toto potvrzují. Helmintosporioza je závažný patogen, kdy napadená rostlina poměrně brzy hyne. Vlhkost a koncentrace konidií ovlivňuje rychlost napadení a celkový rozvoj choroby (O'Neill et al., 2000).

Při pěstování máku v ekologickém zemědělství se proti těmto chorobám doporučuje použití bioagens. Pokusy ukázaly, že vhodné jsou přípravky na bázi půdních hub např. přípravek Polyversum, doplněné fyzikální metodou e-ventus. Osivo má poté vyšší vzcházivost a je možno snížit výsevek na ha (Kuchtová et al., 2013).

Škůdcem, proti kterému je prováděna ochrana osiva je:

Krytonosec kořenový – *Stenocarus ruficornis*, brouk 3 – 3,5 mm velký, šedý až šedočerný se spodní stranou žlutavé barvy. Na mák nalétají brouci po jeho vzejití a poškozují ho žírem. Mohou zlikvidovat i velké plochy. Poté kladou do hlavního listového nervu vajíčka. Larvy zde krátce minují a následně se spouští ke kořeni, který poškozují žírem. Ochrana je v moření osiva a včasném výsevu a vzejití rostlin, aby v době náletu byly již dostatečně vzrostlé. Postřiky se provádí na dospělé, aby se jim zabránilo v kladení vajíček. Proti larvám ochrana není (Kazda et al., 2010).

Proti krytonosci kořenovému se při ekologické produkci máku osvědčil v maloparcelních pokusech přípravek NeemAzal s účinnou látkou azadirachtin. Při aplikaci granulí do půdy spolehlivě zahubil škůdce, nezabránil však požerkům na nadzemních částech vzcházejících rostlin. Proto je nutné tuto aplikaci ještě doplnit postřikem přípravkem NeemAzal a to ve fázi 2 - 4 pravých listů (Kuchtová et al., 2013).

Správné založení porostu máku je nejnáročnější operací. Výsev by měl probíhat na pozemku, který je neslévavý, pokud možno ne na těžkých půdách. Zde je omezen růst kulového kořene a rostliny poléhají. Také je problém s příjmem živin z hlubších vrstev. Půdu lze připravit jak klasicky orebně tak i redukovaně. Důležité faktory jsou teplota a vlhkost. Mák klíčí při teplotě 10 °C za 5 – 6 dní, při teplotě 20 °C za 3 - 4 dny. Vyšší teploty již nemají vliv na rychlost klíčení. Při klíčení přijme semeno 90 % své hmotnosti vody. Z tohoto vyplývá důležitost vhodného pozemku, přípravy půdy a načasování setí na budoucí stav porostu. V optimálním případě rostliny rychle rostou a lépe se vyrovnávají se stresy a patogeny (Cihlář et al., 2012).

Po vysetí a vyklíčení se začne tvořit v nadzemní hmotě rostlin auxin. Ten proudí i do kořenů a podporuje jejich růst. Zvětšení množství kořenových špiček znamená produkci cytokininů, které po dosažení určité hladiny přibrzdí apikální dominanci a nadzemní část rostliny začne větvit. Po určité době růstu nadzemní hmoty již vytvořený auxin opět převýší hladinu cytokininů a podpoří růst kořenů. Toto se několikrát opakuje do doby než je nadzemní hmota tak velká, že definitivně převáží tvorba auxinu a rostlina se dostane do dlouhivého růstu. Po vytvoření pupat proudí auxin do nich a vytvořením semen se produkuje auxin i v semenech. Auxin ze semen je distribuován do kořenů ze kterých protisměrně proudí do semen živiny (Mach, 2013).

V určitých obdobích růstu lze ošetřovat klíčící rostlinky přípravky s rostlinnými hormony a podpořit je tak proti stresům. Celý proces tvorby hormonů, jejich vzájemné ovlivňování a vztah k růstu rostliny je v těsné souvislosti s průběhem teplot a množstvím vody v daném okamžiku. V případě nežádoucích podmínek lze cíleným ošetřením tyto nepříznivé vlivy eliminovat a stabilizovat tak výnos.

V souvislosti s výnosem je rozhodujících několik faktorů. Vyrovnaní se se stresem a to hlavně se suchem. Zde pomůže stimulovat rostlinu k vytvoření bohatého a hlubokého kořenového systému s možností čerpání vláhy z hlubších vrstev. Toto začíná být poslední roky více aktuální než v minulosti. Dalším faktorem je množství výsevu v rozmezí 1,2 – 1,75 kg/ha. Tomu odpovídá cca 300 semen na m<sup>2</sup>. I přes téměř 100 % klíčivost makového osiva se nedosahuje požadovaných 80 – 100 makovic na m<sup>2</sup>. Dále je velký rozdíl v hmotnosti semen v makovici, která kolísá od 1 do 5 g. Tímto se zde nachází určitý prostor pro zlepšení jak pěstebních technologií tak stimulace a ochrany (Vašák, 2013).

S výše uvedenými údaji souvisí nutnost ošetřovat osivo máku setého a jeho podporu pro klíčení a vhodný růst již od začátku. Od prosince roku 2013 již není pro ošetření máku mořením povoleno žádné chemické mořidlo. Tímto je ztížena ochrana osiva a jsou kladeny větší nároky na následné zásahy v porostu.

Dříve používaným mořidlům Cruiser OSR a Chinook 200FS skončila k 30. 11. 2013 registrace. V současnosti se proto k moření osiva máku používá pouze pomocný přípravek M-Sunagreen a fyzikální metoda E-ventus, případně ošetření osiva biologickým přípravkem Gliorex.

Jediná metoda dnes použitelná je fyzikální metoda E-ventus. Jedná se o očištění osiva od spor houbových patogenů, bakterií a virů pomocí ozáření nízkoenergetickými elektrony. Metoda je spolehlivá. Velkou předností jsou nulová rezidua neboť se nepoužívá žádných

chemických přípravků a dále nulový vznik rezistence patogenů k této metodě. Metoda je vhodná nejen pro mák, ale pro všechny druhy osiv a dále je vhodná nejen pro konvenční, ale i pro ekologické zemědělství.

#### **3.4.1. Přípravky pro ošetření osiva a klíčících rostlin máku setého v ČR**

Pro ošetření osiva máku setého v současné době není registrováno žádné mořidlo s fungicidním nebo insekticidním účinkem. Osivo tedy musí být ošetřeno metodou E-ventus, což dodavatelé osiva jsou schopni realizovat. Následně může být mořeno pomocným přípravkem M-Sunagreen, Polyversum apod.

Chemická ochrana proti houbovým patogenům je aplikována systémovými fungicidy:

Acanto – účinná látka picoxystrobin, reziduální účinnost až 6 týdnů, aplikace preventivně, nejpozději na počátku výskytu, ale nejpozději do fáze rozpoznatelného poupěte až počátku kvetení

Amistar Xtra – účinná látka azoxystrobin a cyproconazole, použití od 2 - 3 pravých listů, využití i pro regulaci růstu, ochranná lhůta 56 dní

Prosaro 250EC – účinná látka prothioconazole a teboconazole, ochranná lhůta 56 dní, zároveň se používá pro regulaci růstu

nebo kontaktním fungicidem:

Dithane DG Neotec – účinná látka mancozeb, lze aplikovat již od dvou pravých listů, interval mezi aplikacemi 10 dnů, možno použít v tank mixu s insekticidem Nurelle D a nebo s hnojivem (močovina, DAM390).

Výše uvedené přípravky nejsou určeny pro moření osiva. Použití je od 2 – 3 pravých listů až do maximálně fáze počátku kvetení s přihlédnutím k ochranné lhůtě a ochraně necílových organismů.

Biopreparát lze použít jediný a to Polyversum s účinnou látkou na bázi organismu *Pythium oligandrum*. Jeho použití je doporučeno ve fázi od 2 do 10 pravých listů a to ve dvou aplikacích a třetí aplikaci realizovat ve fázi, kdy je rozpoznatelný květní pupen a rostlina přechází do fáze prodlužovacího růstu. Aplikace by měla být vždy 5 – 10 dní před jinými

fungicidy. Lze jej míchat s insekticidy, herbicidy a hnojivy, ne však s fungicidy. Účinný je proti helmintosporióze a plísni makové.

Chemická ochrana proti nejčastějšímu škůdci klíčnicích rostlin *Krytonosci* kořenovému využívá několik insekticidů:

Cyperkill 25EC – pyretroid cypermethrin

Nexide – pyretroid gamma-cyhalothrin

Nurelle D – pyretroid cypermethrin a chlorpyrifos

Rapid – pyretroid gamma-cyhalothrin

Insekticidní ochrana se doporučuje mořením osiva, což dnes u máku setého není možné a proto se používá pouze foliární aplikace. Foliární aplikace přípravků se použije v době, kdy počet brouků dosáhne prahu škodlivosti, který je 3 brouci na 1 běžný metr délky řádku a to v období od vzejítí do fáze 4. až 5. listu (Ackermann et al., 2013).

Pro ošetření osiva máku lze použít přípravek M-Sunagreen se stimulačním účinkem nebo lze využít ošetření pomocným přípravkem Lignohumátem. Tyto přípravky mají za úkol zlepšit růst rostlin, eliminovat vliv stresů zlepšit příjem a distribuci živin do rostlinných orgánů a pomoci vytvořit dobrý výnos.

## **4. Materiál a metoda**

### **4.1. Materiál**

K pokusu byly použity přípravky s obchodním názvem Vibrance Gold, NeemAzal, Polyversum a Cleanstorm. Dále byl použit přípravek na bázi houby *Clonostachys*. Přípravek byl jako pomocný registrován koncem roku 2014, od roku 2015 je na trhu pod obchodním názvem Clonoplus (anonym 13).

**Vibrance Gold** – fungicidní mořidlo (formulace kapalný suspenzní koncentrát) na obiloviny, se třemi účinnými látkami (sedaxane, fludioxonil, difenoconazole) působící zejména proti



houbám *Cochliobolus*, *Fusarium*, *Septoria*, *Tilletia* a *Ustilago*. Držitelem registrace je Syngenta Crop Protection AG.

**NeemAzal** – je postřikový insekticid obsahující olej z rostliny *Azadirachha indica*, určený proti savým a žravým škůdcům. *Azadirachha* spp. jsou dřeviny rostoucí v Indii. Účinnou látkou je azadirachtin. Tuto látku obsahuje celá rostlina, ale nejvíce je jí v semenech. Držitelem registrace je Trifolio-M GmbH.

**Polyversum** – podle údajů výrobce jde o biologický fungicid práškové formulace na bázi houby *Pythium oligandrum* (1000000 spór/g). Jedná se o organismus, který na svém vývojovém stupni tvoří přechod mezi houbou a řasou (říše Chromista), který proniká svými vlákny do buněk plísní nebo kvasinek a čerpá z nich látky důležité k svému životu. Po vyčerpání odumírá jak napadená plíseň tak *Pythium oligandrum*. Účinně likviduje nežádoucí patogeny hlavně parazitováním, dále prostorovým vytlačáním ostatních patogenů a také produkcí enzymů, které mají i stimulační účinek na rostliny. Doporučené užití v máku setém je 1. a 2. aplikace v BBCH 12 - 19 a 3. aplikace v BBCH 51 (interval mezi ošetřeními je 14 dní). Držitelem registrace je společnost Biopreparáty, s.r.o., výrobcem Fytovita s.r.o..

**Clonoplus** – název přípravku v práškové formě, který obsahuje čtyři kmeny houby *Clonostachys rosea*. Houba se běžně vyskytuje v půdě a na rostlinných zbytcích. Parazituje na řadě fytopatogenních hub, mimo to produkuje gliotoxin s fungistatickými účinky. Majitelem patentu je Agritec, s.r.o.

**Cleanstorm** – přípravek společnosti Energen je podpůrný přípravek do všech plodin. Skládá se z oligopeptidů, aminokyselin a rostlinných extraktů s fungicidním a baktericidním účinkem. Dále obsahuje stimulační látky pro růst rostlin a to zejména kořenového systému. Aplikace přípravku zvyšuje odolnost rostliny k suchu. Dále zvyšuje příjem látek rostlinou a tím její lepší růst.

K pokusu byla použita odrůda máku setého Major. Odrůda byla registrována v roce 2002 a jedná se o středně ranou odrůdu s vegetační dobou 126 dní. Vyznačuje se robustnějším habitem s odolností proti vyvracení a poléhání. Barva semene je modrá. Celkově se jedná o univerzální odrůdu přizpůsobivou půdním a klimatickým podmínkám se střední odolností

proti plísni makové (*Peronospora arborescens*) a helmintosporiíze (*Dendryphon penicillatum*). Osivo bylo získáno z pokusných ploch výzkumné stanice ČZU v Červeném Újezdě.

#### **4.2. Metoda**

Celý pokus byl dvakrát opakován - v létě a na podzim. V obou pokusech byly použity stejné varianty se stejnými přípravky, stejná metodika pokusu a také bylo používáno stejné číselné značení variant a to následovně: 1 – kontrola, 2 – Vibrance Gold, 3 – Clonoplus, 4 – NeemAzal, 5 – NeemAzal postřik, 6 – Cleanstorm postřik, 7 – NeemAzal + Cleanstorm postřik, 8 – Polyversum. Pro letní pokus bylo použito osivo máku ze sklizně z roku 2013 a bylo založeno 8 výše popsaných variant. V podzimní části bylo použito opět osivo ze sklizně z roku 2013 a dále bylo použito osivo již ze sklizně z roku 2014 a to se stejnými variantami pokusu jako s osivem sklizeným v roce 2013. Podzimní část měla za úkol ověřit výsledky získané v letní části pokusu, zjistit vliv přípravků na osivo z roku 2013 po delší době odmoření a zároveň porovnat mezi sebou přípravky aplikované na osivo ze dvou sklizní. Každý pokus se skládal z práce v laboratoři, kde byla provedena zkouška klíčivosti a zkoumány houby, které se objeví v kontrolních miskách. Další část práce se uskutečnila ve skleníku ČZU jako nádobový skleníkový pokus. Zde byly vysety ošetřené varianty i varianty neošetřené pro pozdější aplikaci přípravků postřikem na list.

#### **Zkouška klíčivosti**

Zkouška klíčivosti spočívala na principu vlhké komůrky, kdy na vlhký filtrační papír umístěný v Petriho misce byla umístěna semena (standardní metoda zkoušky klíčivosti) . Každá varianta měla dvě opakování, v jednom opakování bylo 50 semen. Všechny misky byly poté umístěny do plastového boxu a zakryty víkem tak, aby se zabránilo přístupu světla a omezilo vysychání. Zkouška klíčivosti byla založena pro letní pokus 12. 5. 2014 a pro podzimní 24. 9. 2014. Energie klíčivosti byla hodnocena třetí den, klíčivost po sedmi dnech od založení testu. Byl zjišťován počet zdravých klíčenců a výskyt kolonií hub na klíčencích.

#### **Nádobový skleníkový pokus**

Po provedené zkoušce klíčivosti v laboratoři bylo přistoupeno ke skleníkovému pokusu. Místem byl skleník ČZU v Praze. Každá varianta měla dvě opakování (plastové misky) označené A a B. Jako substrát byl použit vlhký křemičitý písek ve vrstvě cca 50 mm. Pro

každé opakování bylo odváženo 0,1 g osiva, které bylo vyseto na povrch vrstvy písku. Poté byl výsevek zasypán tenkou vrstvou křemičitého písku. Tento materiál se ale po prvním výsevu neosvědčil, proto byl použit humózní prosátý pěstební substrát. Ten byl použit v letním i podzimním pokusu.

Výsevek byl proveden dne 19. 5. 2014. První kontrola byla provedena dne 3. 6. 2014. Protože rostliny zaschly, výsev se opakoval (3. 6. 2014). Byl použit opět vlhký křemičitý písek a na jeho povrch byla vyseta semena máku setého. Jako zásyp byl použit prosátý humózní výsevní substrát. Toto bylo provedeno z důvodu lepší zádržnosti vody, neboť se očekávaly vysoké teploty. Výsevek byl opět proveden v množství 0,1 g na nádobu a pro každou variantu se osely dvě nádoby (dvě opakování). Na základě zkušenosti s prvním opakováním pokusu byly nádoby s namořeným osivem, tj. varianty 1, 2, 3, 4 a 8 umístěny na stejné straně stolu ve skleníku a varianty určené pro postřik na druhé straně stolu (kolmo k namořeným variantám). Jednalo se o vliv průběhu zastínění v průběhu dne. Tím bylo zajištěno, že namořené varianty budou mezi sebou srovnatelné.

Na podzim byl výsevek proveden dne 30. 9. 2014 stejnou metodikou jako v letní části. Variant bylo osm, každá ve dvou opakováních označených A a B. Rozdíl byl navíc pouze v použití osiva z aktuální sklizně roku 2014. Nádoby byly po zkušenosti z léta rozděleny a to tak, že u všech variant bylo opakování A umístěno na jednu část stolu a opakování B na druhou část. Tím se po jakémkoliv odečtu rostlin a zprůměrování výsledků dané varianty dostane více vypovídající výsledek.

Následně byly provedeny dvě kontroly vzcházení porostu a to pro letní část ve dnech 9. 6. 2014 a 16. 6. 2014. U podzimní části pokusu dne 3. 10. 2014 a 9. 10. 2014. Při kontrole byly vždy odečteny vzešlé rostliny a to v každé nádobě.

Po třech týdnech vegetace (23. 6. 2014) byly u letní varianty vzešlé rostliny prothány tak, aby v každém opakování (nádobě) bylo 25 rovnoměrně rozmístěných rostlin.

U podzimní části byl porost prothán dne 17. 10. 2014. Toto bylo uskutečněno již po dvou týdnech a počet rostlin v každé nádobě byl 25.

Rostliny, které byly vytrhány, byly přeneseny do laboratoře k dalšímu zpracování. Cílem bylo ověřit, zda se liší rodové zastoupení mikromycet izolovaných především z kořenů v jednotlivých variantách.

Pracovní postup: byl vydezinfikován pracovní stůl, vydezinfikovány pracovní nástroje (pinzety) a ty průběžně dezinfikovány nad plynovým hořákem. Z každé varianty bylo náhodně vybráno 18 rostlin. Byly opláchnuty sterilní vodou. Tři rostliny byly umístěny do Petriho misky na univerzální živnou půdu (Czapek-Dox Agar, Hi Media – dále CzD,) a tři na živnou půdu pro izolaci půdních hub (Bengal Rose Agar, Hi Media – dále BR,). V každé variantě byla tři opakování, tedy tři misky po třech rostlinách na CzD a tři misky po třech rostlinách na BR. Všechny misky byly uzavřeny stahovací plastovou páskou (parafilm) a vloženy do termostatu s konstantní teplotou 21 °C. Vyhodnocení proběhlo po deseti dnech inkubace, mikroskopicky, determinace izolátů do rodů byla provedena podle morfologických mikroskopických znaků hub.

Při podzimním hodnocení byl použit stejný postup, lišil se ale počet zpracovaných rostlin a na základě výsledků a zkušenosti z léta byla použita pouze jedna živná půda (Cz-D,Hi Media). Od každé varianty s namořeným osivem a kontrolou bylo na živnou půdu umístěno pět rostlin a to ve třech opakováních. Celkem tedy u každé varianty 15 rostlin.

Postřik přípravky byl aplikován ve fázi dvou pravých listů. Jednalo se o varianty 5, 6, a 7. Fáze dvou pravých listů nastala v letní části po sedmi týdnech od výsevu (29. 7. 2014) a na podzim již po třech týdnech (31. 10. 2014). Ve variantě č. 5 byl proveden postřik přípravkem NeemAzal, koncentrace 0,5 %. Ve variantě č. 6 byl aplikován přípravek Cleanstorm, použita stejná koncentrace 0,5 %. U varianty č. 7 byla použita směs přípravků NeemAzal a Cleanstorm. Ve 100 ml vody bylo rozmícháno 0,5 ml přípravku NeemAzal a 0,5ml přípravku Cleanstorm. Přípravky byly aplikovány ručním rozprašovačem. U podzimní části byl aplikován po dalších třech týdnech u popsaných variant ještě další postřik a to o stejné koncentraci. Důvodem byl výborný stav porostů a proto možnost ověřit účinek více aplikací.

Ukončení skleníkových pokusů bylo v letní části po týdnu od aplikace postřiku (7. 8. 2014), u podzimní části po dvou týdnech (10. 12. 2014) od poslední aplikace postřiku. Hodnocen byl počet rostlin, z toho počet zdravých rostlin, počet rostlin napadených plísní máku (*Peronospora arborescens*) a počet rostlin s příznaky poškození fyziologického původu. Po provedení součtů rostlin a zhodnocení zdravotního stavu bylo od každé varianty odebráno 5 náhodně vybraných rostlin s kořenovým balem. Tyto rostliny byly opláchnuty od substrátu a byla změřena délka kořenů a zelené části. Následně byla každá rostlina (tj. pět rostlin na jednu variantu) zvážena v čerstvém stavu. Poté byla každá rostlina zvlášť umístěna

do hliníkové vážicí misky a umístěna do sušičky s konstantní teplotou 105 °C po dobu 30 minut. Po 30 minutách následovalo vyndání ze sušičky a chladnutí vzorků po dobu 20 minut. Následovalo opět vážení a to vzorku sušiny v hliníkové váženke. Po zvažení se samostatně zvažila váženka příslušného vzorku a odečtením se získal údaj o hmotnosti sušiny.

## 5. Výsledky

### 5.1. Výsledky zkoušky klíčivosti

Při hodnocení energie klíčivosti (třetí den po založení testu) byl zjištěn rozdíl mezi letní a podzimní částí. V letní části všechny ošetřené varianty měly vyšší počet vyklíčených semen než kontrolní neošetřená varianta (tab. 1), ale také vyšší počet semen porostlých koloniemi hub. U podzimní části největší energii klíčivosti měla neošetřená varianta a navíc zde byl výrazný rozdíl mezi osivem z roku 2013, které mělo i 4x menší počet klíčících semen oproti osivu z roku 2014 (tab. 2).

Tab.1 Výsledky energie klíčení letní části pokusu

Varianta	Počet vyklíčených semen	Procento
1 - Kontrola	58	100
2 - Vibrance Gold	69	119
3 - Clonoplus	80	138
4 - NeemAzal	82	141,4
8 - Polyversum	75	129,3

Tab.2 Výsledky energie klíčení podzimní části pokusu

Varianta	Počet vyklíčených semen	Procento
Kontrola 2013	28	100
2014	80	100
Vibrance Gold 2013	18	64,3
2014	62	77,5
Clonoplus 2013	21	75
2014	63	78,8
NeemAzal 2013	23	82,2
2014	31	38,8
Polyversum 2013	22	78,6
2014	75	93,8

Klíčivost byla hodnocena po sedmi dnech od založení (19. 5. 2014 a 30. 9. 2014). Při této kontrole byla opět spočítána vyklíčená semena máku setého (tab. 3, 4). Byly spočítány všechny klíčící rostlinky u jednotlivých variant a z nich dále životaschopné rostliny. V letní části se kontrolní, neošetřená varianta, projevila nejnižším počtem klíčenců oproti ošetřeným variantám. Opačná situace nastala v podzimní části, kde neošetřená kontrola měla nejvíce vyklíčených rostlin a zároveň měla i nejvíce životaschopných rostlin. Vyjímkou byla varianta s přípravkem Vibrance Gold. V podzimní části osivo z roku 2013 mělo výrazně nižší počet vyklíčených a životaschopných rostlin oproti osivu z roku 2014. Varianta bez ošetření a Polyversum (obě z osiva 2014) měly nejvitálnější porost (tab.4). Varianta č.3 Clonoplus ze sklizně roku 2013 vykazovala napadení houbou (tab. 4).

Letní část pokusu zde byla ukončena. Bylo zjištěno, že v ošetřených variantách byly počty jak klíčivých semen tak následně odumřelých klíčenců zhruba podobné kromě varianty, kde bylo osivo ošetřeno *Clonostachys*. V této variantě byl výrazně vyšší počet nenapadených rostlin oproti ostatním ošetřeným variantám a svým počtem se blížil neošetřené variantě. Dále byla zjištěna silná kolonizace klíčenců koloniemi hub a jejich odumírání. Nejvyšší zastoupení měly houby rodů *Alternaria* a *Ulocladium*, ojediněle byla semena porostlá koloniemi *Dendryphion penicillatum*. V zastoupení rodů hub nebyl rozdíl mezi variantami.

Tab. 3 Klíčivost dne 19.5.2014 – letní část

Varianta	Počet klíčenců	Procento klíčenců	Počet zdravých klíčenců <sup>1</sup>	Procento zdravých klíčenců <sup>1</sup>
1 - Kontrola	64	100	25	39
2 - Vibrance Gold	78	121,9	6	7,7
3 - Clonoplus	85	132,8	18	21
4 - NeemAzal	79	123,4	5	6,3
8 - Polyversum	76	118,7	2	2,6

<sup>1</sup> z celkového počtu klíčenců příslušné varianty

Tab. 4

Odečet klíčenců dne 30.9.2014 – podzimní část

Varianta		Počet klíčenců	Procento klíčenců	Počet zdravých rostlin	Procento zdravých rostlin <sup>2</sup>
1 - Kontrola	2013	67	100	34	51
	2014	100*	100	93	93
2 - Vibrance Gold	2013	70	104,5	37	53
	2014	98	98	94	96
3 - Clonoplus	2013	52**	77,6	25	48
	2014	98	98	92	94
4 - NeemAzal	2013	62	92,5	31	50
	2014	88	88	47	53,4
8 - Polyversum	2013	59	88	24	41
	2014	95*	95	92	97

<sup>2</sup> – z celkového počtu klíčenců příslušné varianty

\* - vitální porost

\*\* - na misce s klíčenci zaznamenáno houbové napadení

Podzimní část pokusu po sedmi dnech od založení zkoušky klíčivosti nebyla ukončena, ale pokračovala dále. Důvodem byl poměrně dobrý stav klíčenců, osivo z roku 2014 bylo velice vitální, téměř bez napadení houbami. Zaznamenána byla silná kontaminace houbami u varianty č. 3 ošetřené přípravkem na bázi houby rodu *Clonostachys*. Další kontrola misek byla provedena 3. 10. 2014 (tab. 5). Byly odečteny vyklíčené rostliny a spočítány životaschopné. Při tom se ukázalo, že rostliny jsou již napadány houbami a počet klíčenců i životaschopných rostlin se snižuje, proto byl ukončen a provedlo se vyhodnocení a určení kolonií hub na klíčeních (tab. 6).

Tab. 5

Odečet klíčenců dne 3.10.2014 – podzimní část

Varianta		Počet klíčenců	Počet zdravých klíčenců	Procento zdravých klíčenců
1 - Kontrola	2013	59	21	35,6
	2014	100	93	93
2 - Vibrance Gold	2013	69	23	33,3
	2014	97	95	98
3 - Clonoplus	2013	52	14	27
	2014	96	85	88,5
4 - NeemAzal	2013	55	15	27,3
	2014	84	52	62
8 - Polyversum	2013	62	13	21
	2014	95	85	89,5

Tab. 6 Zjištěné rody mikromycet na semenech u jednotlivých variant – podzimní část

Varianta	2013	2014
1 - Kontrola	<i>Rhizopus nigricans</i> <i>Aspergillus spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i> <i>Dendryphion penicillatum</i> (1:1)
2 - Vibrance Gold	<i>Rhizopus nigricans</i> <i>Alternaria spp.</i> <i>Aspergillus spp.</i>	-----
3 - Clonoplus	<i>Rhizopus nigricans</i>	-----
4 - NeemAzal	<i>Rhizopus nigricans</i> <i>Alternaria spp.</i> <i>Aspergillus spp.</i>	-----
5 - Polyversum	<i>Rhizopus nigricans</i> <i>Alternaria spp.</i> <i>Penicillium</i> <i>Aspergillus spp.</i> Hlenka (blíže neurčeno)	<i>Dendryphion penicillatum</i>

Celkově zajímavým zjištěním bylo, že misky umístěné v letní části na dně zakrytého boxu vykazovaly nižší napadení plísní než misky nad nimi. Box byl vyroben z bílého plastu a misky byly umístěny na sobě. Spodní misky byly tudíž více zastíněny než horní a toto zřejmě mělo vliv na rozvoj hub. V podzimní části byly po této zkušenosti misky umístěny do termoboxu, který vylučoval jakékoliv osvětlení pokusných misek. Kolonie hub se objevily (nebo vyrostly) později oproti letnímu období.

## 5.2. Výsledky skleníkového nádobového pokusu

Letní část pokusu: při prvním pokusu v letní části (založeno 19. 5. 2014) vzhledem k průběhu počasí s velmi vysokými teplotami a zároveň orientací stěny skleníku na jižní stranu vyklíčila jen nepatrná část rostlin a zároveň i velká část uhynula. Značný vliv na špatný stav porostu v nádobách mělo i zasypaní výsevků křemičitým pískem. Písek velice rychle vysychal a rostliny z tohoto důvodu nevěšly nebo jen minimálně.

Druhý výsvek (3. 6. 2014) díky zásypu humózním materiálem vykazoval již jiné výsledky. První kontrola pokusných misek byla provedena po sedmi dnech od setí, 9. 6. 2014. Byly spočítány vzešlé rostliny. Ve variantách s ošetřeným osivem vzešlo více rostlin než ve variantě s neošetřeným osivem (tab. 7).



Tab. 7 Počet vzešlých rostlin (hodnoceno sedm dní po výsevu, 9. 6. 2014)

<b>Varianta</b>	<b>Opakování A</b>	<b>Opakování B</b>	<b>Průměr</b>	<b>%</b>
1 Kontrola	58	25	41,5	100
2 Vibrance Gold	121	154	137,5	331,3
3 Clonoplus	76	84	80	192,8
4 NeemAzal	16	75	45,5	109,6
5 Neem postřik	131	131	131	315,7
6 Cleanstorm postřik	6	34	20	48,2
7 Cleanstorm + Neem postřik	77	85	81	195,2
8 Polyversum	8	84	46	110,8

Druhé hodnocení vzházivosti bylo provedeno po dvou týdnech od zasetí. V kontrolní variantě se neobjevily žádné nově vyklíčené rostliny. U varianty ošetřené přípravkem NeemAzal odumřela jedna rostlina. V ostatních ošetřených variantách byl zjištěn nárůst počtu vzešlých rostlin, ve variantě, kde bylo osivo ošetřeno přípravkem Polyversum o 32 % (tab. 8).

Tab. 8 Počet vzešlých rostlin (hodnoceno po dvou týdnech od vysetí)

<b>Varianta</b>	<b>Nádoba A</b>	<b>Nádoba B</b>	<b>Průměr</b>	<b>%</b>
1 Kontrola	58	25	41,5	100
2 Vibrance Gold	128	158	144	347
3 Clonostachys	78	90	84	202,4
4 NeemAzal	13	77	45	108,4
5 Neem postřik	156	134	145	349,4
6 Cleanstorm postřik	84	33	58,5	141
7 Cleanstorm + Neem postřik	82	91	86,5	208,4
8 Polyversum	30	89	59,5	143,4

Poměrně vysoké počty rostlin u variant č. 5, 6, 7 byly způsobeny tím, že nádoby byly umístěny na jiném stole, kde byl částečně stín. Tím jsou varianty č. 1, 2, 3, 4 a 8 srovnatelné mezi sebou. Růstové fáze rostlin byly ve všech nádobách stejné, rozdílný byl pouze počet vzešlých rostlin.

Tři týdny od výsevu (23. 6. 2014) byly porosty protrhány a to na 25 rostlin v každé nádobě, tj. 50 rostlin na jednu variantu. U některých variant, resp. opakování však došlo od poslední kontroly k dalšímu úhynu rostlin a počet rostlin byl menší než 50 (tab. 9). Jedná se o variantu osiva ošetřeného přípravkem NeemAzal, varianty neošetřené kontroly a varianty č. 6 Cleanstorm – postřik, ale před aplikací postřiku, tj. šlo stejně jako v kontrole o neošetřené osivo.

Ve fázi dvou pravých listů byly u variant č. 5, 6, 7 aplikovány postřikem příslušné přípravky.

Tab. 9 Počty rostlin po protrhání

Varianta	Počet rostlin
Kontrola	42
Vibrance Gold	50
Clonoplus	50
Neem Azal	35
Neem postřik	50
Cleanstorm postřik	47
Cleanstorm + Neem postřik	50
Polyversum	50

Po pěti týdnech od výsevu byl pokus ukončen. Vliv na ukončení měl i průběh velmi teplého počasí a orientace stěny skleníku na jih. V každé nádobě byl spočítán počet rostlin. Z tohoto počtu byl zjištěn počet životaschopných rostlin. Dále bylo sledováno napadení rostlin chorobami z nichž se zde projevila plíseň máku. Také byl sledován počet rostlin, které zahynuly vlivem fyziologického poškození. Zde vlivem přemokření (tab. 10).

Tab. 10 Stav porostu a rostlin při ukončení pokusu – letní část

Varianta	Celkový počet rostlin	Počet zdravých rostlin	Plíseň maková	Fyziologické poškození
1 Kontrola	23	14	8	1
2 Vibrance Gold	25	1	24	
3 Clonoplus	25	21	4	
4 Neem	10	9	1	
5 Neem postřik	25	18	7	
6 Cleanstorm postřik	22	5	5	12
7 Clean + Neem postřik	25	9	7	9
8 Polyversum	25	20	5	

V porovnání s neošetřenou kontrolou měly ošetřené varianty č. 3, 4, 5 a 8 více zdravých rostlin a kromě varianty č. 2 (Vibrance Gold) i nižší napadení plísní. Nejmenší poškození naopak měly rostliny ošetřené mořením přípravkem NeemAzal a Clonoplus.

Po vyhodnocení počtu rostlin a zhodnocení zdravotního stavu, bylo od každé varianty odebráno 5 náhodně vybraných rostlin s kořenovým balem. Tyto rostliny se opláchly od výsevniho substrátu a změřila se zvlášť kořenová a zvlášť nadzemní část (tab. 11). dle metodiky popsané v části 4.2. Metoda.

Při odebrání rostlin z nádoby a zhodnocení kořenového systému se opět projevil rozdíl ve variantách ošetřených mořením oproti variantě bez ošetření. Varianty ošetřené mořením měly výrazně mohutnější kořenový systém, což vyplývá i z naměřených hodnot délky kořenů v tabulce č. 11. Z tabulky nelze odečíst objem kořenového balu, pouze délka. Jednoznačně nejobtímější kořenový systém byl u varianty ošetřené přípravky NeemAzal a Polyversum. Také mohutnost nadzemní části byla výrazně největší u varianty č. 4 ošetřené mořením přípravkem NeemAzal. Výsledky dokumentují, že všechny ošetřené varianty vykazují delší kořenový systém a delší nadzemní část rostliny. Také hmotnost čerstvé rostliny i sušiny je minimálně 2x větší než u rostlin z kontrolní neošetřené varianty.

Tab. 11 Výsledné průměrné hodnoty délky a hmotnosti rostlin – letní část

Varianta	Délka kořene (mm)	Délka nadzemní části (mm)	Hmotnost čerstvé rostliny (g/rostlina)	Hmotnost sušiny (g/rostlina)
1-Kontrola	33,6	40	0,18834	0,04352
2-Vibrance Gold	46,6	62,8	0,33746	0,07732
3-Clonoplus	64,2	58,2	0,63368	0,06818
4-NeemAzal	<b>63,8</b>	<b>85</b>	<b>1,62064</b>	<b>0,20218</b>
5-NeemAzal postřik	73,4	59	0,64454	0,07424
6-Cleanstorm postřik	58,8	63,2	0,35384	0,06518
7-Clean+Neem postřik	43,2	67,6	0,40026	0,07956
8-Polyversum	<b>64,8</b>	<b>71,4</b>	<b>0,76176</b>	<b>0,09482</b>

Při podzimní části pokusu bylo vyseté osivo již zasypáno prosetým humózním substrátem a vzhledem k tomu, že i průběh teplot byl příznivější, rostliny po celou dobu vykazovaly lepší růst. První kontrola výsevku po čtyřech dnech potvrdila výsledky ze zkoušky klíčivosti a to ve prospěch osiva z roku 2014. Téměř ve všech variantách byly výsledky osiva z roku 2014 lepší než osiva z roku 2013. Vyjímkou byla varianta s přípravkem Clonoplus, kde nastala opačná situace a osivo z roku 2013 mělo více vyklíčených rostlin (tab. 12). Zajímavostí také je, že kontrolní varianta vykazovala mnohem lepší výsledky než ošetřené varianty. Také zjištěné hodnoty mezi opakováními stejné varianty byly obdobné, i když nádoby byly záměrně rozděleny na dvě části stolu ve skleníku. Jako příklad lze uvést Vibrance Gold 2013 – obě opakování velmi nízké počty rostlin, obdobný výsledek i NeemAzal 2013. Stejně jsou i výsledky neošetřených variant (určené k pozdějšímu postřiku) s kontrolní variantou.

Tab. 12 Počet vzešlých rostlin 3. 10. 2014 – podzimní část

<b>Varianta</b>	<b>Opakování</b>	<b>Průměrný počet</b>	<b>%</b>
Kontrola	2013	77,5	100
	2014	134,5	100
Vibrance Gold	2013	13,5	17,4
	2014	94,5	70,3
Clonoplus	2013	51,5	66,5
	2014	42,5	31,6
NeemAzal	2013	27,5	35,5
	2014	59,5	44,2
NeemAzal postřik	2013	73,5	94,8
	2014	104	77,3
Cleanstorm postřik	2013	49	63,2
	2014	93	69,1
Clean+Neem postřik	2013	72	92,9
	2014	151,5	112,6
Polyversum	2013	55,5	71,6
	2014	77	57,2

Kontrola po deseti dnech od výsevu ukázala příznivý vliv nižších teplot, kdy substrát nevysychal jako v letní části a také se nepřehříval. Porosty ve všech nádobách byly velice husté a vzrostlé. Celkové počty rostlin u jednotlivých variant uvedené v tab. 13 toto potvrzují. V tabulce č. 14 jsou pro názornost uvedeny průměrné počty rostlin jednotlivých

variant jak pro letní, tak pro podzimní část pokusu s uvedením procentuálního rozdílu od výchozí hodnoty příslušné kontrolní varianty. Data se vztahují k desátému dni od výsevu.

Tab. 13 Počty rostlin dne 9. 10. 2014 – podzimní část

	<b>Varianta</b>		<b>Průměrný počet rostlin</b>	<b>%</b>
1	Kontrola	2013	209	100
		2014	265	100
2	Vibrance Gold	2013	199,5	95,5
		2014	252,5	95,3
3	Clonoplus	2013	182,5	87,3
		2014	165,5	62,5
4	NeemAzal	2013	111,5	53,3
		2014	187	70,6
5	NeemAzal postřik	2013	223	106,7
		2014	245,5	92,6
6	Cleanstorm postřik	2013	179,5	85,8
		2014	251	94,7
7	Clean+Neem postřik	2013	235	112,4
		2014	289	109
8	Polyversum	2013	164,5	78,7
		2014	216	81,5

Tab. 14 Průměrné hodnoty vzešlých rostlin po deseti dnech od výsevu – obě části

<b>Varianta</b>	<b>Počet rostlin letní část</b>	<b>%</b>	<b>Počet rostlin podzimní část osivo 2013</b>	<b>%</b>	<b>Počet rostlin podzimní část osivo 2014</b>	<b>%</b>
1-Kontrola	41,5	100	209	100	265	100
2-Vibrance Gold	144	347	199,5	99,5	252,5	95,3
3-Clonoplus	84	202	182,5	87,3	165,5	62,5
4-NeemAzal	45	108	111,5	53,3	187	70,6
8-Polyversum	59,5	143	164,5	78,7	216	81,5

Po necelých třech týdnech byly porosty poměrně vzrostlé a velice husté. V tuto dobu byla jednotlivá opakování protrhána na počet 25 rostlin v každé nádobě a zároveň byl zjištěn počet rostlin v jednotlivých variantách, ale pouze v jednom opakování (tab. 15).

Tab. 15

<b>Varianta</b>	<b>Počet rostlin</b>	<b>%</b>	<b>Pozn.</b>
1-Kontrola A2013	222	100	
A2014	332	100	
2-Vibrance Gold A2013	292	131,5	stále vzchází
A2014	327	98,5	
3-Clonoplus A2013	291	131	
A2014	328	98,8	
4-NeemAzal A2013	190	85,6	
A2014	275	82,8	
8-Polyversum A2013	190	85,6	
A2014	388	117	

Porosty byly bez napadení houbami, vykazovaly dobrý stav a zajímavostí bylo u varianty Vibrance Gold 2013, že rostliny stále vzcházely a to v obou nádobách.

Dle metodiky popsané v části 4.2. Metoda, byly provedeny postřiky na třech variantách a v deseti týdnech po výsevu byl pokus ukončen. Při druhém postřiku měly rostliny 4-5 pravých listů a nevykazovaly příznaky napadení. Zde nastal stav, kdy rostliny variant ošetřených postřikem, ve kterých byl přítomen přípravek NeemAzal, byly suché. Koncentrace postřiku byla stejná. Důvodem byla zřejmě intenzivnější aplikace a ulpění většího množství postřiku na listech a zřejmě se dostalo i více přípravku do substrátu ke kořenům. Proto se u variant NeemAzal + Cleanstorm 2013 postřik a NeemAzal 2014 postřik nedodržel počet pěti rostlin určených pro měření a vážení. Výsledné hodnoty z měření a vážení rostlin jsou uvedeny v tabulce č. 16 a č. 17.

Závěrečná kontrola porostů před jejich zrušením ukázala, že v žádné nádobě není přítomna plíseň máku jako tomu bylo při ukončení v letní části, pouze rostliny varianty č. 8 Polyversum byly napadeny na povrchu listů padlím. Choroba se vyskytla v obou opakováních varianty ze sklizně 2014 a v jednom opakování s osivem sklizně 2013. Opakování A varianty č. 8 Polyversum nemohlo být hodnoceno, rostliny odumřely fyziologicky díky přemokření substrátu.

Tab. 16 Průměrné hodnoty variant pro osivo 2013 – podzimní část

Varianta	Průměrná délka kořene	Průměrná délka nadzemní části	Průměr hmotn. čerstvé fytomasy	Průměr hmotnosti sušiny
1 – Kontrola	75,4	121,5	0,6988	0,07844
2 – Vibrance Gold	74,2	121,2	0,72316	0,0773
3 – Clonoplus	75	101,2	0,57132	0,0558
4 – NeemAzal	86,2	130,8	0,9608	0,09978
5 – Neem Azal postřik	78,6	88,6	0,3163	0,06102
6 – Cleanstorm postřik	83	121,2	0,6299	0,05828
7 – Neem + Clean postřik	90,25	110,75	0,3734	0,0920
8 - Polyversum	82,4	111	0,5599	0,06802

Tab. 17 Průměrné hodnoty výsledků variant pro osivo 2014 – podzimní část

Varianta	Průměrná délka kořene	Průměrná délka nadzemní části	Průměr hmotn. čerstvé fytomasy	Průměr hmotnosti sušiny
1 – Kontrola	71,4	100,6	0,4965	0,04484
2 – Vibrance Gold	73	120,8	0,8184	0,09426
3 – Clonoplus	70,8	120,4	0,6353	0,0916
4 – NeemAzal	73,2	113,6	0,7058	0,08146
5 – NeemAzal postřik	80,66	93,66	0,3585	0,1080
6 – Cleanstorm postřik	88,2	126,8	0,6277	0,0473
7 – Neem + Clean postřik	79,6	100,4	0,5728	0,0570
8 - Polyversum	75,4	102	0,6585	0,0604

Shrnutí výsledků zkoušky klíčivosti.

Zkouška klíčivosti v letní části poskytla data, která měla podzimní část upřesnit. Energii klíčení měla v letní části nejvyšší varianta č. 4 NeemAzal a hned za ní varianta č. 3 Clonoplus. Nejnižší klíčivost vykazovala kontrola. V podzimní části mělo stejné osivo (tj. osivo ze sklizně 2013 použité i v letní části) trochu jiné výsledky. Nejlepší se ukázala kontrola, ale nejvyšší energii klíčení z ošetřených variant měla opět varianta č. 4 NeemAzal následovaná variantami č. 8 Polyversum a č. 3 Clonoplus. Celkově oproti letní části, kde energie klíčení byla v rozmezí 58 – 82 %, se snížila energie klíčení na 18 – 28 % z množství 100 semen. Osivo ze sklizně roku 2014 oproti tomu vykazovalo energii klíčení 31 – 80 %. Z variant dopadla opět nejlépe kontrolní varianta a těsně za ní skončila varianta č. 8

Polyversum. Zajímavé bylo, že v tomto případě varianta č. 4 NeemAzal dopadla nejhůře s 38,8 % oproti kontrole.

Po sedmi dnech od založení v letní části dosahovaly nejlepších výsledků stále varianty s přípravky Clonoplus a NeemAzal, ale u přípravku NeemAzal byl počet o 3 klíčence nižší z důvodu úhynu a to jako u jediné varianty. Z těchto počtů klíčenců byly spočítány živé rostliny, kterých bylo nejvíce u varianty č. 3 Clonoplus. Na podzim u osiva roku 2013 dosahovaly nejvyššího počtu klíčenců varianty č. 2 Vibrance Gold a kontrola. Nejmenší počet měla varianta č. 3 Clonoplus. Ta byla napadena houbami. Procento živých zdravých rostlin se pohybovalo v rozmezí 41 – 53 %. Toto svědčí o poměrně vyrovnaných porostech. I celkové počty klíčenců byly poměrně vyrovnané a pokud pomineme variantu č. 3 rozdíl mezi nejlepší a nejhorší variantou byl 11 rostlin. Zde se již moc rozdíl ošetření osiva neprojevoval. U osiva roku 2014 byly celkové počty vzešlých rostlin u jednotlivých variant po sedmi dnech více než vyrovnané. Nejhorší výsledky byly ve variantě č. 4 NeemAzal ostatní varianty měly mezi sebou rozdíl 5 rostlin a vyklíčilo tedy 95 – 100 % semen. Procento zdravých, životaschopných rostlin se pohybovalo od 93 – 97 %, kromě varianty č. 4 NeemAzal s 53,4 %. Tedy opět poměrně vyrovnané porosty s vyššími absolutními i poměrnými hodnotami.

Ze zkoušky klíčivosti tedy vyplývá, že osivo roku 2013 použité ke zkoušce jak v letní části, tak při podzimním opakování pokusu, vykazovalo podobné hodnoty v obou opakováních pokusu a počty klíčenců a rostlin ošetřených jednotlivými přípravky zhruba vykazovaly také podobné hodnoty v letním i podzimním pokusu. Při jednotlivých hodnoceních figurovaly na předních místech přípravky NeemAzal a Clonoplus.

#### Shrnutí výsledků nádobového skleníkového pokusu

U nádobového pokusu v letní části nastala situace, kdy misky s variantami byly vystaveny velmi vysokým teplotám a úměrně tomu i vysychání substrátu. Rostliny byly vystaveny stresu a mohl se sledovat přímo vliv jednotlivých přípravků.

Při hodnocení porostů první týden od výsevu dopadly všechny ošetřené varianty lépe než kontrolní. Z ošetřených variant nejlepšího výsledku dosáhla varianta č. 2 Vibrance Gold a za ní varianta č. 3 Clonoplus. Nejhůře skončila varianta č. 4 NeemAzal, pouze o něco lépe než kontrola. Po dvou týdnech se počet rostlin o něco zvýšil. Toto se netýkalo varianty NeemAzal, kde odumřela jedna rostlina. Stále nejvyšší počty rostlin dosahovala varianta č. 2



Vibrance Gold a za ní varianta č. 3 Clonoplus. Počet rostlin se pohybuje v rozmezí 41,5 – 84 s výjimkou varianty č. 2 Vibrance Gold se 144 rostlinami. Stejný poměr byl i při odečtu po týdnu od výsevu.

Při podzimním výsevu dosahovaly rostliny počtů řádově až stovek v nádobě. U všech odečtů nejlepších výsledků dosahovala kontrola. Vibrance Gold a varianta č. 3 Clonoplus měly nejlepší výsledky při odečtu čtyři dny po výsevu. Tento poměr zůstal zachován i nadále při dalším sledování porostů. U osiva ze sklizně roku 2014 byly nejvyšší počty rostlin opět u kontroly a přípravku Vibrance Gold, ale za nimi se umístil přípravek Polyversum, poté NeemAzal a až nakonec Clonoplus. Při protrhání, tj. při posledním odečtu se nejlépe umístil přípravek Polyversum, poté téměř shodně kontrola s Vibrance Gold a Clonoplus a nakonec NeemAzal.

Po změření a zvážení rostlin v letní části pokusu se ukázalo, že nejdelší kořeny mají varianty č. 5 NeemAzal postřik a č. 8 Polyversum, u délky nadzemní části se nejvíce projevil přípravek NeemAzal jako mořidlo osiva a za ním přípravek Polyversum také jako mořidlo. Hmotnost čerstvé fytomasy a následně i sušiny měly opět varianty č. 4 a č. 8. Na podzim varianta č. 4 NeemAzal ve všech sledovaných datech buď měla nejlepší výsledek nebo druhý nejlepší. Varianta č. 7 postřik přípravky NemAzal + Cleanstorm skončila jako druhá s nejdelším kořenem a hmotností sušiny. U osiva 2014 dopadla nejlépe varianta č. 2 Vibrance Gold s vysokými hodnotami u třech sledovaných parametrů. Dále se umístil NeemAzal postřik a Cleanstorm postřik.

Výsledkem těchto všech dat je konstatování, že kvalita osiva a přípravek, kterým bylo ošetřeno, od jeho počátku předznamenával i další průběh ve sleníku. Obecně lze říci, že v podmínkách stabilnější teploty a vlhkosti lépe vzcházelo neošetřené osivo. To je případ podzimní části. Neznamenal to ovšem lepší rostliny neboť při závěrečném měření a vážení neošetřené varianty měly nejhorší výsledky. V případě nějakého stresu např. vysoké teploty v letní části, vzcházivost neošetřeného osiva klesala. Ošetřené varianty měly vždy objemný kořenový systém a vyšší hmotnost fytomasy. Toto má v dalších růstových fázích vliv na výnos.

## 6. Diskuse

Shrnutím výsledků získaných během pokusů a porovnáním s literárními údaji můžeme konstatovat, že naše výsledky v podstatě kopírují zjištění citovaná v dostupné literatuře. Při nejrůznějších pokusech, ať přímo s mikroorganismy nazývanými užitečné nebo s podpůrnými prostředky k výživě a stimulaci rostlin, byly dosahovány vždy lepší výsledky než neošetřená kontrola. Vach et al. (2008) zjistil, že při použití v obilninách, ošetřené varianty dosahovaly lepších výsledků než neošetřené kontroly. Nezáleží tedy o jakou plodinu se jedná, výsledky jsou obdobné.

U pokusu popsaném v této práci tomu bylo stejně. Vyšší počet vzešlých rostlin v neošetřené variantě (u podzimní části) ještě neznamenal lepší rostliny. Závěrečné měření a vážení toto potvrdilo. Většina parametrů byla horší než u ošetřených variant. Dále je třeba poznamenat, že autoři používali vždy jen jedno osivo. Zde bylo v podzimní části použito osivo jedné odrůdy ze dvou sklizňových let a jsou zde také nejzajímavější data. Zatímco osivo ze sklizně 2013 se vzhledem k přípravkům chovalo obdobně v obou částech pokusu, osivo ze sklizně 2014 mělo jiné výsledky. Aplikované přípravky se projeví vzhledem k danému osivu trochu jinak. Nejrůznější autoři v této oblasti potvrzují velký rozptyl účinků jednotlivých přípravků založených na mikroorganismech. Přípravek fungující v jedné oblasti je nefunkční v jiné oblasti, při použití několika organismů najednou je někdy minimální efekt na patogen i když teoreticky by měl být maximální, toto potvrzují např. Hoopen et al. (2010) nebo Krauss et al. (2013). Důvodů je mnoho: rozmanitost kmenů jednoho druhu organismu a vzájemné působení, laboratorní podmínky oproti polním podmínkám apod. V našem pokusu se mimo jiné ukázalo, že stejné přípravky mohou mít jinou účinnost, pokud se použije různé osivo.

Zajímavě se projevil rostlinný olej NeemAzal, který jako insekticid vykazuje i fungicidní vliv. Rostliny ošetřené tímto přípravkem vykazovaly nižší napadení houbovými patogeny k čemuž došli i Rezende Ramos et al. (2007). Souběžně však tato varianta měla nižší počty rostlin. Účinná látka azadirachtin částečně blokuje biologickou činnost půdy, jak popisuje Gopal et al. (2007). Vliv to má na část rostlin. Po odeznění tohoto účinku zbytek rostlin vykazoval nejlepší výsledky z hlediska velikosti kořenového systému a hmotnosti čerstvé a suché fytomasy.

Naše výsledky tak obdobně jako informace prací citovaných v literárním přehledu ukazují, že je nutno provést větší množství pokusů, aby výsledky používání testovaných přípravků bylo možno zobecnit.

## 7. Závěr

Závěr celé bakalářské práce má tři hlavní body:

Za prvé - provedením laboratorní zkoušky klíčivosti a následně skleníkového pokusu se potvrdilo, že aplikací přímo mořidla, byť určeného pro jinou plodinu, a nebo podpůrných látek pro růst rostlin se dosáhne lepších rostlin oproti neošetřenému osivu. Po změření a zvážení rostlin jasně vyplynulo, že případná vyšší vzházivost neošetřeného osiva neznamena vždy kvalitní rostlinu. Zjištěné rozměry a hmotnosti rostlin byly menší oproti ošetřeným osivům a proto ošetřování osiva a klíčících rostlin má své opodstatnění. V případě stresů ze sucha a tepla pokus prokázal mnohem lepší odolnost rostlin vzešlých z ošetřeného osiva. S tímto je třeba počítat do budoucna, především s ohledem na probíhající změny klimatu. První závěr tedy zní, podpůrné látky mají smysl.

Za druhé – aplikace podpůrných přípravků a mořidel u máku setého ještě neznamena stoprocentní vzejití porostu, zdravý porost a dobrou ekonomiku pěstování. Po zpracování všech dat získaných v průběhu celé práce a jejich vyhodnocení jasně vyplynulo, že veliký význam má i použité osivo. Základ ošetření osiva přípravky začíná již u osivařského porostu předchozí rok a vlivu ročníku. Pokus s osivem roku 2013 prokázal, že se chová obdobně jak při setí na jaře, tak na podzim a jeho klíčivost a růst buď zvýrazní nebo nezvýrazní použitý přípravek. Osivo ze sklizně roku 2014 mělo jiné výsledky než srovnatelné z roku 2013. Z tohoto plyne druhý závěr a možné doporučení do budoucí praxe. Před založením produkčního porostu by bylo vhodné založit zkoušku klíčivosti osiv namořených nejen přípravky, které bychom chtěli použít, ale také osiva od různých pěstitelů. Již po týdnu od výsevu je zřejmé, jak bude osivo na přípravek reagovat.

Za třetí – k použitým přípravkům lze napsat, že jako zajímavý se jeví přípravek na bázi půdní houby *Clonostachys* a také přípravek NeemAzal. Tento přípravek na jedné straně měl nejnižší počty rostlin (inhibuje klíčivost části semen), ale na straně druhé, rostliny měly nejlepší parametry. Jako třetí závěr ze získaných dat vyplývá zaměření se na další výzkum těchto dvou přípravků (odzkoušení různých koncentrací přípravku NeemAzal, změna dávky a formy aplikace u přípravku Clonoplus apod.).

## 8. Seznam použité literatury

- Ackermann, P., Baranyk, P., Bubeník, J., Cagaš, B., Čech, P., Dědek, J., Douda, O., Harašta, P., Hausvater, E., Havel, J., Honěk, A., Huňády, I., Chochola, J., Janků, J., Jursík, M., Kasal, P., Kazda, J., Klašková, L., Klem, K., Kocourek, F., Konečný, I., Kůdela, V., Macháč, R., Matušinsky, P., Málek, B., Mikulka, J., Nedělník, J., Ondráčková, E., Ondřej, M., Petrucha, J., Plachká, E., Poslušná, J., Rotrekl, J., Řehák, V., Seidenglanz, M., Spáčilová, V., Spitzer, T., Stará, J., Šmahel, P., Šmirous, P., Tvarůžek, L., Vaculík, A., Veverka, K., Zapletal, M. 2013. Metodická příručka integrované ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům. Česká společnost rostlinolékařská. Praha. p. 360. ISBN: 978-80-02-02480-4.
- Anonym 1, M-Sunagreen [online] 2015 [cit. 2015-01-10]. Dostupné z <<http://www.chemapagro.cz/pripravky/stimulatory/m-sunagreen/>>
- Anonym 2, Polyversum [online] [cit. 2014-12-21]. Dostupné z <<http://www.biopreparaty.eu/zpusoby-aplikace/zpusoby-aplikace-pripravku-polyversum>>
- Anonym 3, Trifender WP [online] [cit. 2014-12-21]. Dostupné z <[http://www.biocont-profi.cz/cz/produkty/trifender-wp\\_i63.htm](http://www.biocont-profi.cz/cz/produkty/trifender-wp_i63.htm)>
- Anonym 4, Prospěšné mikroby v půdě a jejich využívání [online] 2011 [cit. 2015-01-23]. Dostupné z <<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ch=94&typ=1&val=115884&ids=0>>
- Anonym 5, Myco'Sol [online] [cit. 2014-12-21]. Dostupné z <[http://www.agrokop.cz/cze/index.php?action=page\\_detail&id=18](http://www.agrokop.cz/cze/index.php?action=page_detail&id=18)>
- Anonym 6, Účinky mořských řas v zemědělství [online] 2013 [cit. 2014-12-20]. Dostupné z <<http://www.agrobiosfer.cz/cz/morske-rasy/13>>
- Anonym 7, Zemědělství [online] 2013 [cit. 2014-12-20]. Dostupné z <<http://www.agrobiosfer.cz/cz/zemedelstvi/7>>
- Anonym 8, Energen Fulhum [online] [cit. 2015-01-23]. Dostupné z <<http://www.energen.info/cs/vyrobek/energen-fulhum/>>
- Anonym 9, NeemAzal T/S [online] [cit. 2015-01-23]. Dostupné z <<http://www.agromanual.cz/cz/pripravky/insekticidy/insekticid/neemazal-t-s.html>>
- Anonym 10, Galleko speciál [online] [cit. 2015-01-23]. Dostupné z <<http://www.trisol.cz/pripravky/special/>>
- Anonym 11, Terra Sorb [online] [cit. 2015-01-23]. Dostupné z <<http://agrostim.cz/>>
- Anonym 12, Energen Cleanstorm [online] [cit. 2014-12-21]. Dostupné z

- <<http://www.energen.info/cs/vyrobek/7-energen-cleanstorm/>>
- Anonym 13, Clonoplus [online] [cit. 2015-03-24]. Dostupné z  
<<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/hnojiva-a-puda/registr-hnojiv.html>>
- Bailey, B. A., Apel-Birkhold, P. C., O'Neill, N. R., Plaskowitz, J., Alavi, S., Jennings, J. C., Anderson, J. 2000. Evaluation of infection processes and resulting disease caused by *Dendryphon penicillatum* and *Pleospora papaveracea* on *Papaver somniferum*. *Phytopathology*. 90(7). p. 699-708.
- Bláha, L. Úvodní slovo: Co vyplývá pro zemědělský výzkum z jednání kongresů ESA v Bologni (2008) a v Montpellieru (2010). In: Bláha, L., Burketová, L., Dotlačil, L., Faberová, I., Ferus, P., Gogoláková, A., Holubec, V., Jánská, A., Klabzuba, J., Kosová, K., Kožnarová, V., Král'ová, K., Masarovičová, E., Matušíková, I., Ovesná, J., Piršelová, B., Prášil, I. T., Stehno, Z., Šerá, B., Škodováček, Z., Štrba, P., Užík, M., Vrchotová, N., Věchet, L., Vítámvás, P., Vlasáková, E., Vykoukalová, I., Žopajová, A. 2011. Aktuální kapitoly z fyziologie rostlin a zemědělského výzkumu 2011. Powerprint. Praha. p. 5-16. ISBN: 978-80-7427-069-7.
- Brotman, Y., Kapuganti, J. G., Viterbo, A. 2010. *Trichoderma*. *Current Biology*. 20(9). 390-391.
- Brožová, J. 2002. Exploitation of the mycoparasitic fungus *Pythium oligandrum* in plant protection. *Plant Protection Science*. 38(1). p. 29-35.
- Brožová, J. 2004. Mycoparasitic fungi *Trichoderma* spp. in plant protection. *Plant Protection Science*. 40(2). p. 63-74.
- Bryk, H., Dyki, B., Sobiczewski, P. 2004. Inhibitory effect of *Pseudomonas* spp. on the development of *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum*. *Plant Protection Science*. 40(4). p. 128-134.
- Cihlář, P., Vlažný, P., Vašák, J. Vybrané výsledky z pokusů s mákem v Červeném Újezdě v roce 2011. In: Bubeník, R., Cihlář, P., Doubková, J., Hájková, M., Havel, J., Klem, K., Kosek, Z., Kuchtová, P., Lohr, V., Mottl, V., Mráz, J., Muška, F., Roubal, T., Šimek, P., Škarpa, P., Suchánek, J., Vašák, J., Vlažný, P., Vlk, R. 2012. Sdružení Český mák informuje – 11. makový občasník. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. p. 79-83. ISBN: 978-80-213-2248-6.
- Cutrubinis, M., Delincée, H., Stahl, M., Röder, O., Schaller, H. J. 2005. Detection methods for cereal grains treated with low and high energy electrons. *Radiation Physics and Chemistry*. 72(5). p. 639-644.

- Eschrig, U., Stahl, M., Delincée, H., Schaller, H. J., Röder, O. 2007. Electron seed dressing of barley-aspects of its verification. *European Food Research and technology*. 224(4). p. 489-497.
- Gopal, M., Gupta, A., Arunachalam, V., Magu, S. P. 2007. Impact of azadirachtin, an insecticidal allelochemical from neem on soil microflora, enzyme and respiratory activities. *Bioresource Technology*. 98(16). p. 3154-3158.
- Hasan, H. A. H. 2002. Gibberellin and auxin production by plant root-fungi and their biosynthesis under salinity-calcium interaction. *Rostlinná výroba*. 48(3). 101-106.
- Hoopen, G. M., George, A., Martinez, A., Stirrup, T., Flood, J., Krauss, U. 2010. Compability between *Clonostachys* isolates with a view to mixed inocula for biocontrol. *Mycologia*. 102(5). p. 1204-1215.
- Houba, M., Hosnedl, V., Prokinová, E., Pazdera, J. 2002. Osivo a sadba. Nakladatelství Ing. Martin Sedláček. p. 186. ISBN: 80-902413-6-0.
- Hůla, J., Procházková, B., Badalíková, B., Dovrtěl, J., Dryšlová, T., Hartman, I., Hrubý, J., Hrudová, E., Javůrek, M., Kasal, P., Klem, K., Kovaříček, P., Kroulík, M., Kumhála, F., Mašek, J., Neudert, L., Růžek, P., Smutný, V., Váňová, M., Winkler, J. 2008. Minimalizace zpracování půdy. ProfiPress. Praha. p. 248. ISBN: 978-80-86726-28-1.
- Janda, M., Valentová, O. 2014. Kyselina salicylová. *Bioprospect*. 24(1). 9-12.
- Jang, L., Kyung, M., Sug, K., Beom, K., In, K., Young, K. 2011. Nematicidal Activity of a Nonpathogenic Biocontrol Bacterium, *Pseudomonas chlororaphis* O6. *Current Microbiology*. 62(3). p. 746-751.
- Johansen, A., Knudsen, I. M. B., Binnerup, S. J., Winding, A., Johansen J. E., Jensen, L. E., Andersen, K. S., Svenning, M. M., Bonde, T. A. 2005. Non-target effects of the microbial control agents *Pseudomonas fluorescens* DR54 and *Clonostachys rosea* IK726 in soils cropped with barley followed by sugar beet: a greenhouse assessment. *Soil Biology and Biochemistry*. 37(12). p. 2225-2239.
- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. ProfiPress. Praha. p. 399. ISBN: 978-80-86726-34-2.
- Kohoutová-Hradecká, D. 2010. Brassinosteroidy, látky s perspektivou. *Zemědělec*. 18(31). p. 10-11.
- Krauss, U., Hoopen, M., Rees, R., Stirrup, T., Argyle, T., George, A., Arroyo, C., Corrales, E., Casanoves, F. 2013. Mycoparasitism by *Clonostachys byssicola* and *Clonostachys rosea* on *Trichoderma* spp. from cocoa (*Theobroma cacao*) and implication for the design of

- mixed biocontrol agents. *Biological Control*. 67(3). p. 317-327.
- Kuchtová, P., Hájková, M., Havel, J., Kazda, J., Plachká, E., Dvořák, P. 2013. Pěstitelská technologie máku pro ekologické zemědělství. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. p. 53. ISBN: 978-80-213-2429-9.
- Lahlali, R., Peng, G. 2013. Suppression of clubroot by *Clonostachys rosea* via antibiosis and induced host resistance. *Plant Pathology*. 63(2). p. 447-455.
- Le Floch, G., Rey, P., Benizri, E., Benhamou, N., Tirilly, Y. 2003. Impact of auxin-compounds produced by the antagonistic fungus *Pythium oligandrum* or the minor pathogen *Pythium* group F on plant growth. *Plant and Soil*. 257(2). p. 459-470.
- Maddula, V. S. R. K., Pierson, E. A., Pierson, L. S. 2008. Altering the ratio of phenazines in *Pseudomonas chlororaphis* (aureofaciens) strain 30-84: effects on biofilm formation and pathogen inhibition. *Journal of Bacteriology*. 190(8). p. 2759-2766.
- Mach, J. Mák setý a Energeny. In: Cihlář, P., Kabylová, E., Hájková, M., Havel, J., Hašková, P., Herda, G., Kosek, Z., Kučera, J., Lohr, V., Mach, J., Muška, F., Ort, P., Petrásek, J., Prokinová, E., Peza, Z., Suchánek, J., Šimek, P., Škarpa, P., Vašák, J., Vlažný, P., Vlk, R., Zedník, Z. 2013. Sdružení Český mák informuje – 12. makový občasník. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. p. 37-39. ISBN: 978-80-213-2354-4
- Masunaka, A., Sekiguchi, H., Takahashi, H., Takenaka, S. 2010. Distribution and Expression of Elicitin-like Protein Genes of the Biocontrol Agent *Pythium oligandrum*. *Journal of Phytopathology*. 158. p. 417-426.
- Naghdi Badi, H., Rafiee, H., Mehrafarin, A., Kalate Jari, S., Qavami, N., Qaderi, A. 2012. Role of bio-stimulators on seed germination and seedling nutrient content of Pot marigold (*Calendula officinalis* L.). *Annals of Biological Research*. 3(12) p. 5478-5485.
- Nikolić, R., Mitić, N., Živković, S., Grubišić, D., Nešković, M. 2007. Cytokinins and urea derivatives stimulate seed germination in *Lotus corniculatus* L. *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, 59(2). p. 125-128.
- Novák, J., Skalický, M. 2009. *Botanika*. Powerprint. Praha. p. 336. ISBN: 978-80-904011-5-0
- Novotný, D. 2014. Zkušenosti s používáním kořenových bakterií na snižování kyselosti půd. *Úroda*. 62(3). p. 53.
- O'Neill, N. R., Jennings, J. C., Bailey, B. A., Farr, D. F. 2000. *Dendryphon penicillatum* and *Pleospora papaveracea*, destructive seedborne pathogens and potential mykoherbicides for *Papaver somniferum*. *Phytopathology*. 90(7). p. 691-697.
- Procházka, S., Šebánek, J., Macháčková, I., Krekula, J., Kamínek, M., Borkovec, V.,

- Hradilík, J., Havel, L., Ondřej, M., Psota, V., Luxová, M., Rauscherová, L., Sladký, Z., Vizarová, G., Čížková, R., Klíčová, Š., Rozkošná, V. 1997. Regulátory rostlinného růstu. Academia Praha. Praha. p. 399. ISBN: 80-200-0597-8.
- Prošba-Bialczyk, U., Szajsner, H., Grzyś, E., Demczuk, A., Sacala, E., Bak, K. 2011. Vliv stimulace osiva na produktivitu cukrové řepy. Listy cukrovarnické a řepářské. 127(11). p. 344-347.
- Rezende Ramos, A., Falcão, L. L., Barbosa, G. S., Marcellino, L. H., Gander E. S. 2007. Neem (*Azadirachta indica* a. Juss) components: Candidates for the control of *Crinipellis pernicioso* and *Phytophthora* ssp. *Microbiological Research*. 162(3). p. 238-243
- Rodríguez, M. A., Cabrera, G., Gozzo, F. C., Eberlin, M. N., Godeas, A. 2011. *Clonostachys rosea* BAFC3874 as a *Sclerotinia sclerotiorum* antagonist: mechanisms involved and potential as a biocontrol agent. *Journal of Applied Microbiology*. 110(5). p. 1177-1186.
- Sudakin, D. L., 2012. Biopesticides. *Toxicological Reviews*. 22(2). p. 83-90.
- Šimon, T., Mikanová, O. 2010. Využití a podpora bakterií rodu *Azotobacter* pro výživu rostlin. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. p. 23. ISBN: 978-80-7427-040-6.
- Tigges, J., Röder, O., Lindner, K. 2002. Eventus – ein praxisreifes, physikalisches Saatgutbehandlungsverfahren gegen samenbürtige Getreideschaderreger. *Gesunde Pflanzen*. 54(5). p. 170-175.
- Trčková, M. 2010. Pomocné rostlinné přípravky v praxi. *Zemědělec*. 18(31). p. 11-13.
- Vach, M., Hýsek, J., Javůrek, M. 2008. Possibilities of biopreparation uses for disease control in conservation agriculture. *Scientia agriculturae bohemica*. 39(2). p. 205-211.
- Vallancel, J., Le Floch, G., Déniel, F., Barbier, G., Lévesque, C. A., Rey, P. 2009. Influence of *Pythium oligandrum* Biocontrol on Fungal and Oomycete Population dynamics in the Rhizosphere. *Applied and Environmental Microbiology*. 75(14). p. 47-90.
- Vašák, J., Bečvář, J., Bechyně, M., Bittner, V., Cihlář, P., Dobos, G., Doležalová, J., Fejer, J., Fišer, F., Gajdaš, D., Havel, J., Hřivna, L., Kabíček, J., Kántor, Z., Klem, K., Kosek, Z., Kuchtová, P., Lohr, V., Lošák, T., Majdanová, J., Matyková, E., Michalíček, J., Morbacher, J., Mottl, V., Novák, J., Novák, J., Poláčková, J., Prokinová, E., Pšenička, P., Rotrekl, J., Roubal, T., Richter, R., Sehnal, V., Šedivý, J., Šimek, P., Škarpa, P., Vlk, R., Walkowski, T., Zehnálek, P., Zukalová, H. 2010. Mák. Powerprint. Praha. p. 336. ISBN: 978-80-904011-8-1.
- Vašák, J. Základní informace o činnosti Českého máku a úvahy k trhu a agronomii máku. In: Cihlář, P., Kabylová, E., Hájková, M., Havel, J., Hašková, P., Herda, G., Kosek, Z., Kučera,



- J., Lohr, V., Mach, J., Muška, F., Ort, P., Petrásek, J., Prokinová, E., Peza, Z., Suchánek, J., Šimek, P., Škarpa, P., Vašák, J., Vlažný, P., Vlk, R., Zedník, Z. 2013. Sdružení Český mák informuje – 12. makový občasník. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. p. 6-10. ISBN: 978-80-213-2354-4
- Větvička, V., Erich, V. 2009. Mahagon, měsíček a špenát – exotické rostliny v našem životě. Akcent. Třebíč. p. 250. ISBN: 978-80-7268-676-6.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Marra, R., Woo, S. L., Lorito, M. 2008. Trichoderma-plant-pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*. 40(1). p. 1-10.
- Zahaed, E. M. 2014. Isolation and characterization of soil *Streptomyces* species as potential biological control agents against fungal plant pathogens. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 30(5). p. 1639-1647.
- Zedník, Z. Lignohumát používají i pěstitelé máku. In: Cihlár, P., Kabylová, E., Hájková, M., Havel, J., Hašková, P., Herda, G., Kosek, Z., Kučera, J., Lohr, V., Mach, J., Muška, F., Ort, P., Petrásek, J., Prokinová, E., Peza, Z., Suchánek, J., Šimek, P., Škarpa, P., Vašák, J., Vlažný, P., Vlk, R., Zedník, Z. 2013. Sdružení Český mák informuje – 12. makový občasník. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. p. 30-33. ISBN: 978-80-213-2354-4.

## **9. Přílohy - fotodokumentace**

### 9.1. Fotodokumentace zkoušky klíčivosti

9.1.1. Letní část – založení zkoušky klíčivosti 12. 5. 2014

9.1.2. Letní část – vyhodnocení jednotlivých variant 19 .5. 2014

9.1.3. Podzimní část – odečet energie klíčení 30. 9. 2014

9.1.4. Podzimní část – vyhodnocení dne 3. 10. 2014

### 9.2. Fotodokumentace skleníkového pokusu

9.2.1. Letní část – založení nádobového skleníkového pokusu 3. 6. 2014

9.2.2. Letní část – stav porostu dne 29. 7. 2014

9.2.3. Letní část – ukončení pokusu a stav jednotlivých nádob 7. 8. 2014

9.2.4. Podzimní část – založení nádobového skleníkového pokusu 30. 9. 2014

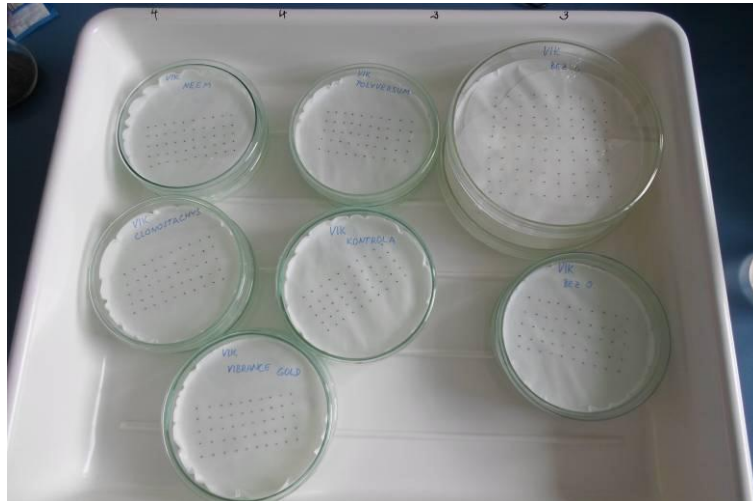
9.2.5. Podzimní část – stav porostu 17. 10. 2014

9.2.6. Podzimní část – stav porostu 21. 11. 2014

9.2.7. Podzimní část – ukončení skleníkového pokusu a stav jednotlivých variant

## 9.1. Fotodokumentace zkoušky klíčivosti

### 9.1.1. Letní část pokusu - založení zkoušky klíčivosti 12. 5. 2014



### 9.1.2. Letní část pokusu - vyhodnocení jednotlivých variant dne 19. 5. 2014

Kontrola A



Kontrola B



Vibrance Gold A



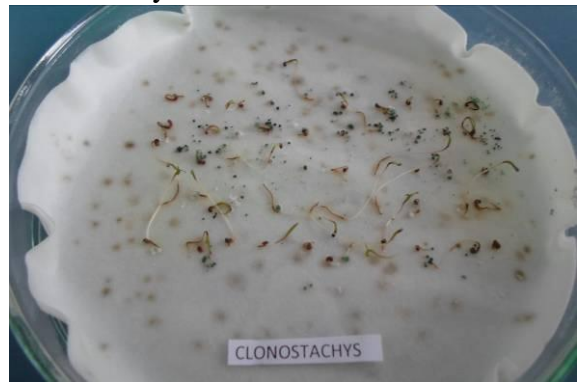
Vibrance Gold B



Clonostachys A



Clonostachys B



NeemAzal A



NeemAzal B



Polyversum A



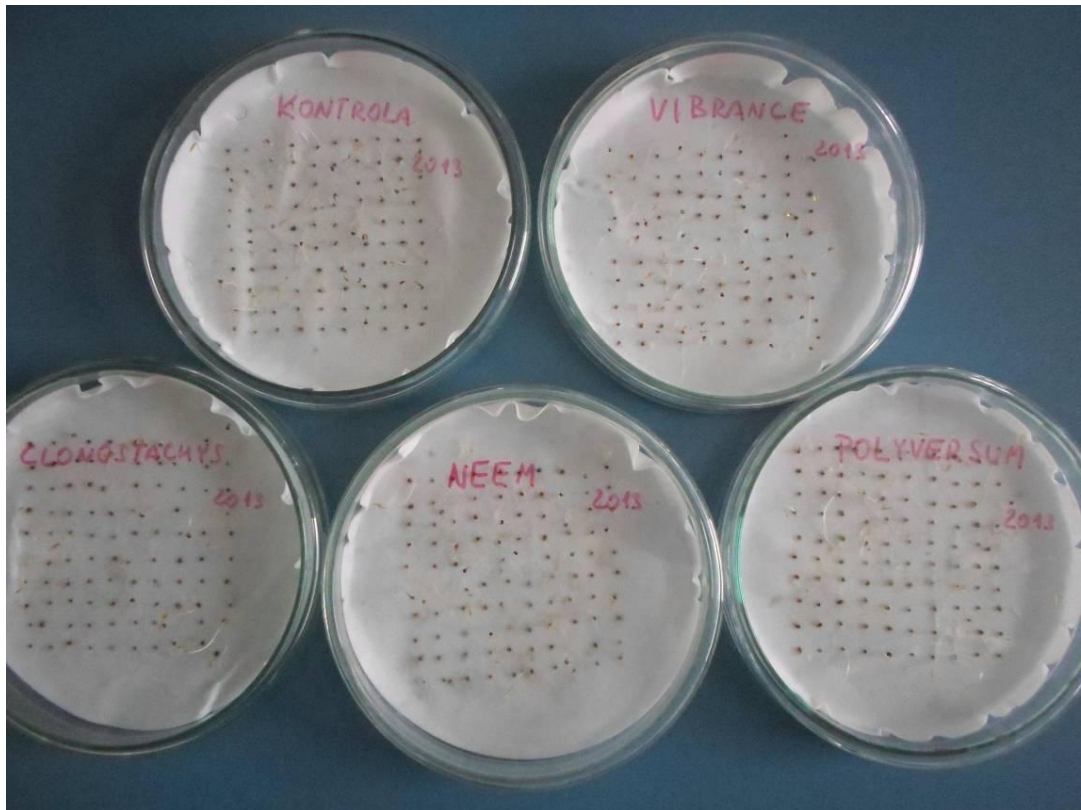
Polyversum B



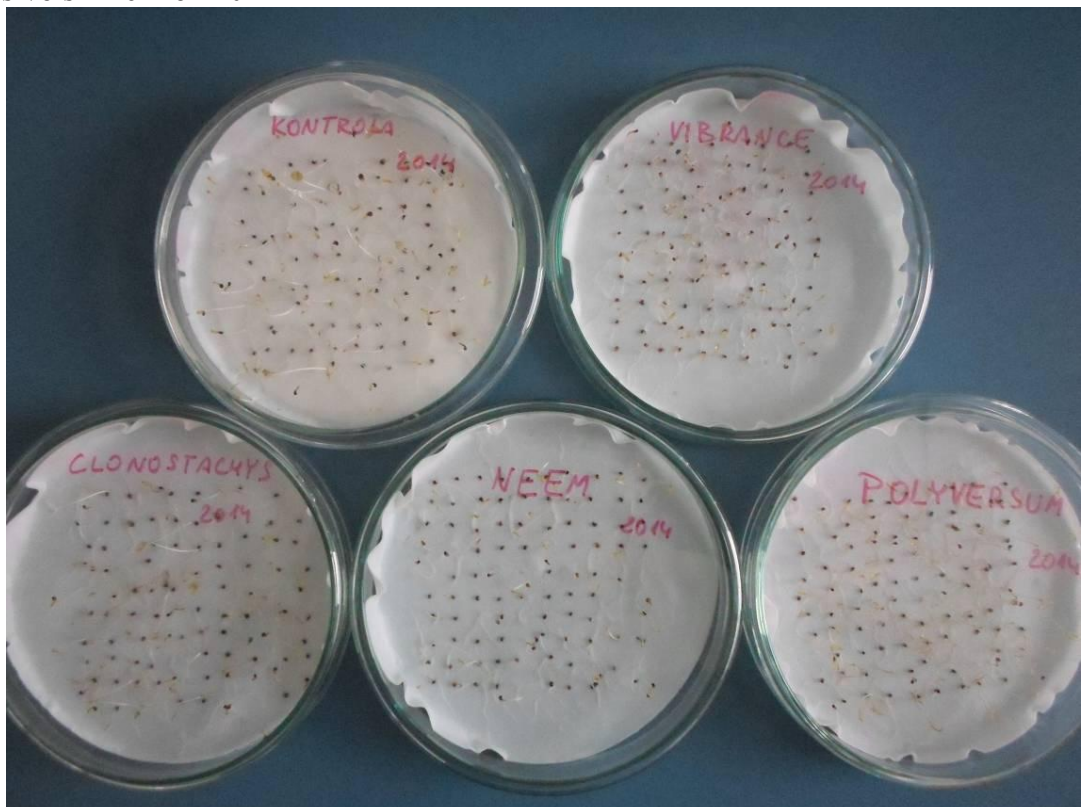


### 9.1.3. Podzimní část - odečet energie klíčení 30. 9. 2014

Osivo sklizeň rok 2013



Osivo sklizeň rok 2014



### 9.1.4. Podzimní část – vyhodnocení dne 3. 10. 2014

Kontrola 2013



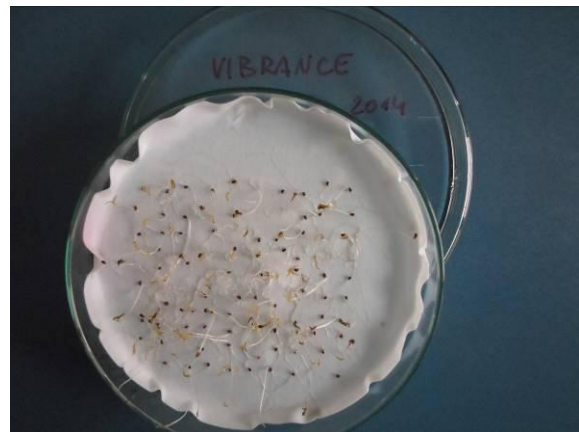
Kontrola 2014



Vibrance Gold 2013



Vibrance Gold 2014



Clonostachys 2013

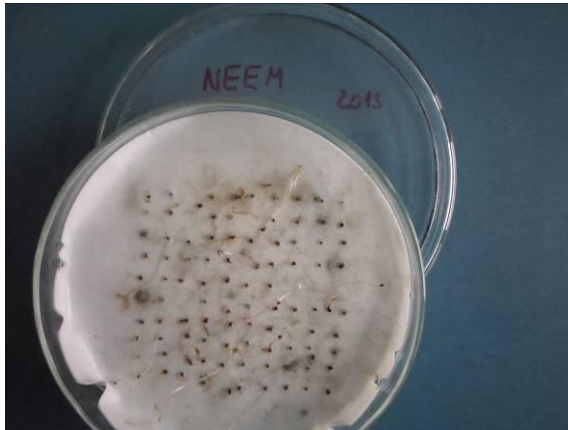


Clonostachys 2014

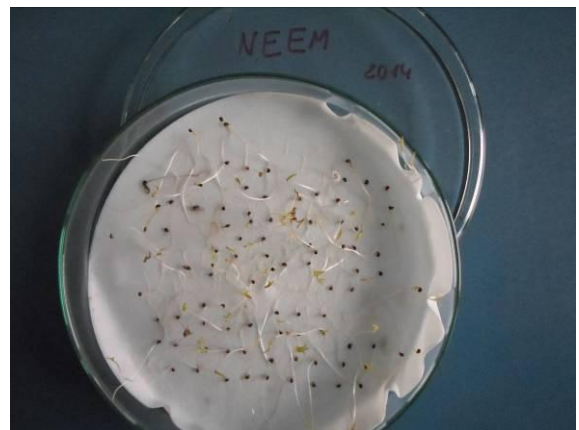




NeemAzal 2013



NeemAzal 2014



Polyversum 2013



Polyversum 2014



## 9.2. Fotodokumentace skleníkového nádobového pokusu

### 9.2.1. Letní část – založení nádobového skleníkového pokusu 3. 6. 2014



**9.2.2. Letní část - stav porostu dne 29. 7. 2014**





### 9.2.3. Letní část – ukončení pokusu a stav jednotlivých nádob dne 7. 8. 2014

Kontrola



Vibrance Gold



Clonostachys



NeemAzal





NeemAzal – postřik



Cleanstorm - postřik



NeemAzal + Cleanstorm – postřik

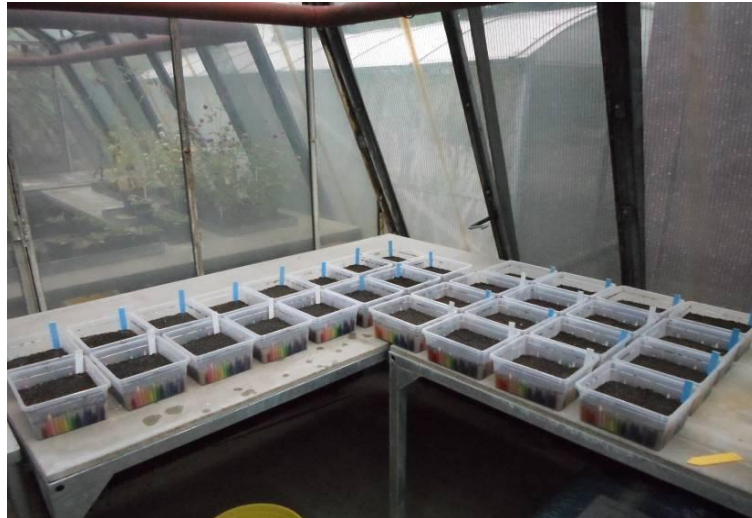


Polyversum

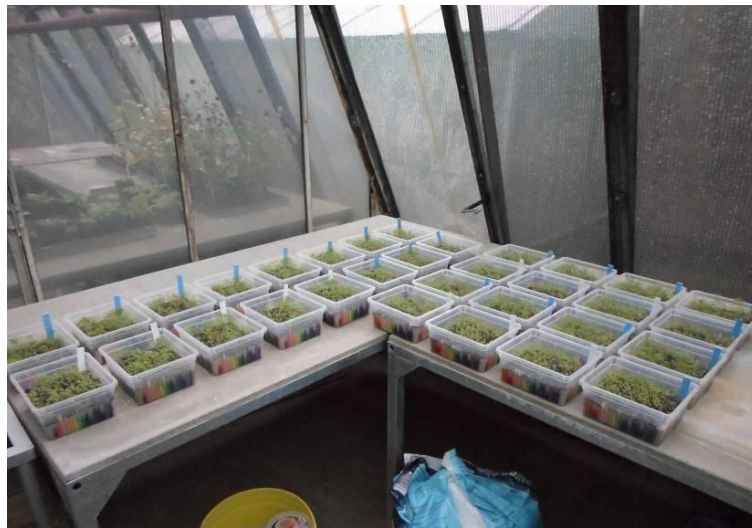




**9.2.4. Podzimní část – založení nádobového skleníkového pokusu 30. 9. 2014**



**9.2.5. Podzimní část – stav porostu 17. 10. 2014**



**9.2.6. Podzimní část – stav porostu dne 21. 11. 2014**



**9.2.7. Podzimní část – ukončení nádobového skleníkového pokusu 10. 12. 2014 a stav porostu jednotlivých variant a srovnání porostů osiv sklizně 2013 a 2014**

Kontrola – spodní nádoby osivo 2013, horní nádoby osivo 2014



Vibrance Gold – spodní nádoby osivo 2013, horní nádoby osivo 2014





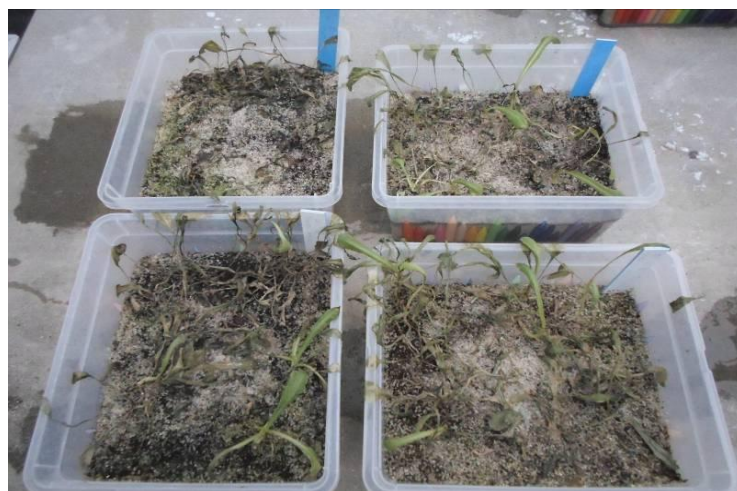
Clonostachys – spodní nádoby osivo 2013, horní nádoby osivo 2014



NeemAzal – spodní nádoby osivo 2013, horní nádoby osivo 2014



Postřik NeemAzal - spodní nádoby osivo 2013, horní nádoby osivo 2014



Postřik Cleanstorm – spodní nádoby osivo 2013, horní nádoby osivo 2014



Postřik NeemAzal + Cleanstorm – spodní nádoby osivo 2013, horní nádoby osivo 2014



Polyversum – nádoby vlevo osivo 2013, nádoby vpravo osivo 2014

