

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra ochrany rostlin**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Využití esenciálních olejů a jejich kombinací v ochraně proti  
patogenním organismům při skladování zeleniny**

**Diplomová práce**

**Aleš Hanáček  
Program studia Rostlinolékařství**

**Vedoucí práce doc. Ing. Miloslav Zouhar, Ph.D.**

**© 2023 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Využití esenciálních olejů a jejich kombinací v ochraně proti patogenním organismům při skladování zeleniny“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_



## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Miloslavovi Zouharovi, Ph.D. za vedení mé práce, ochotu a trpělivost při experimentální části, ale také cenné rady a informace, které byly zahrnuty do literární rešerše. Další poděkování směřuje Ing. Marii Maňasové, Ph.D. a Ing. Janě Wenzlové za spolupráci a konzultaci laboratorní části. Nakonec bych rád poděkoval své rodině a blízkému okruhu přátel za motivaci a podporu.

# Využití esenciálních olejů a jejich kombinací v ochraně proti patogenním organismům při skladování zeleniny

## Souhrn

Skládkové choroby představují velké problémy v rámci uchovávání zeleniny, což úzce souvisí s výslednou kvalitou produktu. Největším problémem je, že se různé druhy fytopatogenních organismů mohou vyskytovat současně a mají často široký hostitelský okruh, a proto ochrana proti vzniku chorob je natolik specifická. Z praxe je známo, že na chemickou ochranu vzniká rychlá rezistence patogenů, a proto se upřednostňují alternativní způsoby ochrany rostlin. Cílem práce bylo získat nové informace o účinnosti esenciálních olejů v *in vitro* podmínkách při ochraně zeleniny proti původcům chorob, které se ve skladovacích prostorech vyskytují. Celkem bylo hodnoceno 16 patogenů z 9 čeledí, které byly izolovány ze zeleniny. Výzkum byl rozdělen do tří částí, které na sebe vzájemně navazují.

V první výzkumné části se proti 16 fytopatogenním organismům použilo 20 esenciálních olejů z rostlin pocházejících celkem ze 7 rostlinných čeledí. Testování bylo hodnoceno ve vztahu růstu mycelia kontrolního vzorku k variantě s esenciálním olejem. V první části se ke každé variantě provádělo 8 opakování. Dohromady bylo k prvnímu výzkumu použito 2688 naočkovaných Petriho misek. Statisticky významných účinků na růst mycelia bylo dosaženo u 4 esenciálních olejů.

V druhé výzkumné části se testovalo pouze 14 patogenů. Jelikož se u rodu *Penicillium* sp. neprojevila dostatečná inhibice pomocí esenciálních olejů z první části, byl tento patogen z dalších dvou testování vyjmut. V této analýze byly testovány 4 druhy nejúčinnějších esenciálních olejů, které byly získány z predispozičního testování, v koncentracích 0,1 %, 0,08 %, 0,06 %, 0,04 % a 0,02 %, které byly porovnávány proti kontrolnímu vzorku. Každá varianta byla provedena v pěti opakováních. Dohromady bylo v druhé testovací části naočkováno 1470 Petriho misek.

Poslední výzkumná část se zabývala hodnocením vhodnosti kombinací esenciálních olejů versus použití samostatného vzorku esenciálního oleje. K analýze bylo využito 14 patogenů a stejné 4 esenciální oleje jako z druhé výzkumné části. Výsledek byl hodnocen nárůstem mycelia testovaných vzorků s esenciálními oleji proti kontrolní variantě a u každé z variant bylo provedeno 5 opakování. Celkově se ve třetím hodnocení naočkovalo 280 Petriho misek. Kombinace esenciálních olejů statisticky významněji inhibovaly jen ve směsi všech testovaných variant.

**Klíčová slova:** zelenina; ochrana rostlin; esenciální oleje

# Using the inhibical activity of some essential oils and their combinations agains pathogenic organism in storage of vegetables

## Summary

Landfill diseases represent a major problem in terms of vegetable storage, which is closely related to the resulting product quality. The biggest problem is that species of phytopathogenic organisms can occur simultaneously and often have a wide host range, making disease prevention very specific. From experience is known that chemical protection leads to rapid resistance of the pathogen, which is why are preferred alternative methods of plant protection. The aim of the study was to obtain current information on the effectiveness of essential oils under *in vitro* conditions in protecting vegetables against pathogenic causes of disease that occur in storage spaces.

A total of 16 pathogens from 9 fungal families were evaluated, which were inoculated from vegetables. The research was divided into three interrelated parts.

In the first part of my research, 20 types of essential oils from 7 plant families were used against 16 phytopathogenic organisms. Testing was evaluated in relation to the growth of mycelium of the control sample compared to the variant with essential oil. Eight repetitions were performed for each variant in the first part. Altogether, 2688 inoculated Petri dishes were used for the first research. Four essential oils achieved statistically significant effects.

In the second research part, only 14 pathogens were tested. Since sufficient inhibition of the *Penicillium* sp. was not demonstrated by essential oils from the first part, this pathogen was excluded from the other two tests. In this analysis, 4 species of the most effective essential oils obtained from the predisposition testing were tested at concentrations of 0,1 %, 0,08 %, 0,06 %, 0,04 %, and 0,02 %, which were compared to the control sample. Each variant was performed five times. Altogether, 1470 Petri dishes were inoculated in the second testing part.

The last research part dealt with evaluating the suitability of combinations of essential oils versus the use of a separate essential oil sample. Four essential oils and 14 pathogens were used in the analysis, the same as in the second research part. The result was evaluated by the increase in the mycelium of the tested samples with essential oils compared to the control variant, and each variant was performed five times. In total, 280 Petri dishes were inoculated in the third evaluation. Combinations of essential oils were only significantly inhibited when all tested variants were mixed.

**Keywords:** vegetable; plant protection; essential oils

## Obsah

1. Úvod.....	9
2. Vědecká hypotéza a cíl práce .....	10
3. Literární rešerše .....	11
3.1. Zelenina .....	11
3.1.1. Pěstování zeleniny.....	11
3.1.1.1. Pěstování zeleniny v ČR.....	12
3.1.1.2. Podmínky k pěstování zeleniny .....	12
3.1.1.3. Výběr odrůdy.....	13
3.1.1.4. Osevní postupy zeleniny.....	13
3.1.1.5. Integrovaná ochrana zeleniny .....	14
3.1.2. Skladování zeleniny .....	15
3.1.2.1. Ochrana skladované zeleniny .....	16
3.1.3. Choroby, škůdci a výživové poruchy zeleniny .....	16
3.1.3.1. Košťálová zelenina .....	16
3.1.3.2. Kořenová zelenina .....	17
3.1.3.3. Plodová zelenina .....	19
3.1.3.4. Cibulová zelenina.....	20
3.1.3.5. Lusková zelenina .....	21
3.1.3.6. Listová zelenina .....	22
3.2. Skládkové choroby .....	23
3.2.1. Charakteristika původců chorob skladovaných rostlinných komodit .....	24
3.2.1.1. <i>Ascomycota</i> .....	24
3.2.1.1.1. <i>Botrytis cinerea</i> .....	24
3.2.1.1.2. <i>Fusarium oxysporum</i> .....	26
3.2.1.1.3. <i>Fusarium proliferatum</i> .....	27
3.2.1.1.4. <i>Fusarium tricinctum</i> .....	28
3.2.1.1.5. <i>Penicillium</i> sp. ....	29
3.2.1.1.6. <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .....	30
3.2.1.1.7. <i>Trichothecium roseum</i> .....	31

3.2.1.2.	<i>Basidiomycota</i> .....	32
3.2.1.2.1.	<i>Roseograndinia</i> sp. ....	32
3.2.1.3.	<i>Mucoromycota</i> .....	33
3.2.1.3.1.	<i>Mucor hiemalis</i> .....	33
3.3.	Esenciální oleje (EO) .....	35
3.3.1.	Charakteristika esenciálních olejů .....	35
3.3.2.	Získávání esenciálních olejů .....	36
3.3.3.	Zástupci esenciálních olejů .....	36
3.3.3.1.	<i>Apiaceae</i> .....	36
3.3.3.1.1.	<i>Anethum graveolens</i> .....	36
3.3.3.1.2.	<i>Carum carvi</i> .....	37
3.3.3.1.3.	<i>Coriandrum sativum</i> .....	37
3.3.3.1.4.	<i>Daucus carota</i> .....	38
3.3.3.1.5.	<i>Foeniculum vulgare</i> .....	38
3.3.3.1.6.	<i>Pimpinella anisum</i> .....	38
3.3.3.2.	<i>Asteraceae</i> .....	39
3.3.3.2.1.	<i>Artemisia dracunculus</i> .....	39
3.3.3.3.	<i>Lamiaceae</i> .....	39
3.3.3.3.1.	<i>Ocimum basilicum</i> .....	40
3.3.3.3.2.	<i>Origanum majorana</i> .....	40
3.3.3.3.3.	<i>Origanum vulgare</i> .....	41
3.3.3.3.4.	<i>Rosmarinus officinalis</i> .....	41
3.3.3.3.5.	<i>Salvia officinalis</i> .....	41
3.3.3.3.6.	<i>Satureja montana</i> .....	42
3.3.3.3.7.	<i>Thymus serpyllum</i> .....	42
3.3.3.3.8.	<i>Thymus vulgaris</i> .....	42
3.3.3.4.	<i>Lauraceae</i> .....	43
3.3.3.4.1.	<i>Laurus nobilis</i> .....	43
3.3.3.5.	<i>Piperaceae</i> .....	43
3.3.3.5.1.	<i>Piper nigrum</i> .....	44

3.3.3.6.	<i>Poaceae</i> .....	44
3.3.3.6.1.	<i>Cymbopogon citratus</i> .....	44
3.3.3.6.2.	<i>Cymbopogon winterianus</i> .....	45
3.3.3.7.	<i>Zingiberaceae</i> .....	45
3.3.3.7.1.	<i>Zingiber officinale</i> .....	45
4.	Materiály a metody .....	46
4.1.	Úvodní charakteristika .....	46
4.2.	Příprava živného media .....	46
4.3.	Esenciální oleje .....	48
4.4.	Izoláty fytopatogenních hub .....	49
4.5.	Metoda otrávených ploten .....	50
5.	Výsledky .....	52
5.1.	Izoláty z České republiky.....	52
5.2.	Živné médium .....	52
5.3.	Účinek esenciálních olejů na fytopatogeny vyskytujících se ve skladech .....	52
5.3.1.	Predispoziční testy EO .....	54
5.3.2.	Testování účinnosti vybraných EO a jejich koncentrace.....	73
5.3.3.	Kombinace EO.....	89
6.	Diskuse .....	105
7.	Závěr.....	113
8.	Literatura.....	114
8.1.	Internetové zdroje .....	114
8.2.	Knižní zdroje.....	116
8.3.	Obrázky .....	123
9.	Přílohy .....	124
9.1.	Seznam tabulek.....	124
9.2.	Seznam grafů .....	126
9.3.	Použité vzorce .....	126

# 1. Úvod

Fytopatogenní houby jsou jedny z nejčastějších důvodů výnosových ztrát v pěstování zeleniny. Posklizňové choroby jsou stejně škodlivé jako choroby, které vznikají ještě během pěstování. V měřítku jakosti patří posklizňové choroby mezi jeden z hlavních faktorů, proč není možné zeleninu prodávat, a tak dochází k dalším ztrátám na zisku. Podmínky skladování výrazně ovlivňují možnost vzniku inokula a také ideálního prostředí k dalšímu šíření patogenu.

Hlavním problémem je, že se původci skládkových chorob často vyskytují současně, nebo jsou schopny využít větší hostitelské spektrum k dokončení životního cyklu. Aby se zabránilo výskytu původců posklizňových chorob je potřeba najít vhodnou metodu, která by dokázala komplexně omezit šíření nežádoucích patogenů.

Kvůli tlaku veřejnosti, z hlediska životního prostředí a nezávadnosti potravin, se apeluje na využití nechemických metod ochrany rostlin, a proto by měla být vyhledávána spíše opatření v alternativních metodách ochrany rostlin, jako je například využití rostlinných extraktů v podobě esenciálních olejů.

Esenciální oleje se jeví jako vhodná alternativa v ochraně rostlin, a to hlavně díky širokému zastoupení účinných látek, které mohou mít negativní dopad na fytopatogenní organismy. Navíc esenciální oleje bere společnost jako přijatelnější než chemickou ochranu, i když se pohybují na rozhraní fungicidů a biologické ochrany, proto jsou často označovány jako botanické pesticidy.

Nevhodně uskladněné potraviny mají menší dobu trvanlivosti, a proto je nutno se zajímat o téma správného skladování zeleniny hlavně kvůli zaopatření potravin v celosvětovém měřítku. Pokud je populace schopna vyprodukovat vysoké výnosy, musí být také schopna tyto výnosy uchovat s dostatečnou mírou ochrany, aby produkty vydržely do jejich spotřeby konečným odběratelem.

## **2. Vědecká hypotéza a cíl práce**

Vědecká hypotéza:

Existuje druh esenciálního oleje, který bude mít negativní vliv na životaschopnost patogenních hub v *in vitro* podmínkách.

Cíl práce:

Získat nové informace o účinnosti esenciálních olejů při ochraně zeleniny proti patogenním houbám vyskytujících se ve skladovacích prostorech.



### **3. Literární rešerše**

#### **3.1. Zelenina**

Po celém světě bylo doposud objeveno více než čtvrt milionu rostlinných druhů z toho 30 000 jedlých a z nich se 7000 využívá jako potravin. Pro zemědělství je však využito ve větší míře pouze 120 druhů rostlinných druhů, ze kterých je až ze tří čtvrtin pěstováno pouze 9 druhů rostlinných komodit.

Zelenina se definuje jako různé jedlé části rostlin, mezi které se řadí kořeny, hlízy, cibule, bulby, stonky, řapíky, listy, celá nat', květy, soukvětí, výhony či plody. Mezi zeleninu lze zařadit jak jednoleté a dvouleté rostliny, tak i některé z vytrvalých rostlin. Zeleninu lze také zařadit mezi byliny, jež nejsou schopny vytvořit trvalé dřevité nadzemní orgány. Z výživové stránky je možno o zelenině mluvit jako o nízkoenergetické potravině s vysokým obsahem vody. Zelenina se vyznačuje bohatým zastoupením vitamínu C, provitamínu A, vitamíny skupiny B, dále také bioflavonoidy, S-methylmethioninem, vlákninou a vyčnívá i vysokým obsahem minerálních látek. Konzumace zeleniny je přínosná pro zdravotní stav člověka jak v čerstvém stavu, tak i konzervovaná či jinak tepelně upravená. Pro konzumenta zelenina láká vysokým spektrem chutí, odrůd a vůní. Ze zdravotního hlediska lze na zeleninu nahlížet jako na rychle stravitelnou potravinu (Kopec, 2010).

##### **3.1.1. Pěstování zeleniny**

Zelenina se pěstuje především jako potravin pro lidi. Produkce zeleniny je prováděna v rozlohách od malých políček, které jsou využity převážně pro rodinné účely přes malé farmáře anebo za účelem marketingu, až po rozsáhlá pole, která jsou provozována zemědělskými podniky. Pěstování zeleniny je rozděleno na tři typy, jak je plodinu možné vypěstovat, a ty se odvíjí od účelu konečného využití. Produkce potravin je směřována buď do čerstvého trhu, konzervování a mražení, nebo na získání semena pro další výsadbu. Pokud je zelenina pěstována za účelem čerstvého trhu, tak jsou využity možnosti pěstování pomocí skleníků, pařenišť či chladíren. Pokud se farma rozhodne pěstovat za účelem konzervace anebo mražení je zvoleno pěstování, které zajistí jednotnou velikost s vysokou jakostí. Pro poslední způsob pěstování za účelem získání semen je známo, že rostlina musí dozrát a projít i dalšími fázemi po úplné zralosti, a to nejčastěji za izolovaných podmínek, aby nedošlo k znehodnocení kvality semen opylením jiným druhem, než je chtěný (Britannica, T. Editors of Encyclopaedia, 2021).

### **3.1.1.1. Pěstování zeleniny v ČR**

Historicky se v České republice zelenina pěstuje již od 9. – 10. století našeho letopočtu. K největšímu rozkvětu zelinářského oboru došlo během 18. století, kdy narůstala zemědělská plocha a rozvíjelo se šlechtění nových odrůd a zušlechťování těch stálých druhů zeleniny. Díky své chuti a odlišnosti oproti jiným potravinám si našla oblibu mezi místními obyvateli jak z venkovských, tak i z městských sfér.

V současnosti se v ČR věnuje pěstování zeleniny 435 zemědělců, kteří obhospodařují plochy od 0,5 ha, až po zemědělské podniky, u kterých zelinářství zaujímá plochu okolo 700 ha. Celková výměra zemědělské plochy pro zelinářství v ČR odpovídá 15 100 ha, z nichž je 7200 ha pěstováno integrovaným způsobem. Dle ročních podmínek, které ovlivňují výnos, se vyprodukuje v České republice v průměru od 250 000–310 000 tun zeleniny ročně (Ministerstvo zemědělství, 2022). V Česku je sklizeň zeleniny z polních podmínek lehce zkomplikována skrze podmínky mírného podnebného pásma, a proto je možné zeleninu sklízet ve třech měsících roku, a to od července do září. Skrze tato omezení je odběr spotřebitele nerovnoměrný a musí být nahrazen dovozem či konzervovanou zeleninou (Kopec, 2010).

Mezi nejvíce pěstované zeleniny v českých regionech patří hlávkové zelí, cibule, květák, mrkev, zelený hrášek, rajčata, petržel, celer, ale i kedlubny, kapusty, špenáty, ředkvičky a různé druhy salátů. Důležité je také zmínit rozsah krytých ploch, který byl pro rajčata v roce 2021 naměřen až na 69 ha a stále více skleníků je přestavováno pro využití hydroponického pěstování zeleniny (Ministerstvo zemědělství, 2022).

### **3.1.1.2. Podmínky k pěstování zeleniny**

Rostliny ve svém růstu omezují různé druhy stresových faktorů, které způsobují extrémní podmínky životního prostředí k dokončení vývoje pěstované plodiny. Podmínky ovlivňují fyziologii rostlin a špatná prevence v ochraně rostlin může vést až k fatálním ztrátám na výnosu plodiny. Stresové faktory jsou rozděleny na abiotické a biotické. Mezi abiotické faktory jsou zařazeny ty s fyzikální povahou jako je nevhodná intenzita slunečního záření, extrémní teploty, působení větru, dále zde náleží ty s chemickou povahou, jako je dehydratace či nadměrná hydratace nebo nedostatek až úplná absence živin v půdě. Do druhé skupiny biotických stresorů jsou zařazeny faktory, které jsou vyvolány jinými organismy jako jsou například viry, bakterie, houby a býložravci. Mezi nejčastější stresové faktory patří nedostatek vody, světla, extrémní výkyvy teplot, vysoká salinita půdy, důsledky způsobené krupobitím, silným větrem a toxicitou (Roy, 2012).

### **3.1.1.3. Výběr odrůdy**

Pro výběr odrůdy pěstované plodiny je nutné brát v potaz přání spotřebitelů a vyhodnotit o jakou plodinu ze sortimentu se jeví největší zájem. Kromě poptávky je důležité zhodnotit, zdali je vhodná lokalita k pěstování vybrané odrůdy, zvážit technické vybavení farmáře a dosadit plodinu správně dle osevního postupu. Správný výběr plodiny je zaměřen na ty odrůdy, u kterých je zaručena vysoká odolnost proti chorobám a škůdcům. Dle těchto faktorů se vypracuje model, který zobrazuje, zdali je zemědělec schopen vypěstovat dostatečný počet produktů v širokém spektru odrůd pro spotřebitele (Koudela a Svozilová, 2010). Pro vysoký zisk se vyžaduje věnovat pozornost všem výrobním operacím, a to včetně hubení hmyzu, chorob a plevelů, ale také účinnému marketingu (Britannica, T. Editors of Encyclopaedia, 2021).

Aby bylo zamezeno zbytečným ztrátám, tak je doporučováno, pokud se rozšiřuje plocha pěstování zeleniny či se přechází na novou odrůdu nebo plodinu, vyzkoušet pěstování zeleniny v rámci maloparcelkových pokusů, tím se otestuje, zdali je prostředí vhodné k pěstování rostliny na konkrétním stanovišti (Zimolka, 2008).

V zelinářství je rozděleno pěstování zaměřené na užší a široký sortiment. V úzkém sortimentu pěstovaných odrůd je zemědělec zaměřen produkcí zeleniny na velké ploše s možností využití mechanizace, která zvyšuje efektivitu pěstování, ale naopak snižuje míru výběru produktu pro konečného odběratele, v závislosti na tom mohou nastat výrazné ekonomické ztráty. V druhém směru širokého sortimentu pěstovaných odrůd se schyluje k hospodaření na menších plochách, které omezuje využití mechanizace a tím se snižuje výnos, naopak je tím podpořeno naplnění poptávky díky vysoké rozmanitosti plodin (Koudela a Svozilová, 2010).

### **3.1.1.4. Osevní postupy zeleniny**

Aby bylo dosaženo vysokých výnosů v pravidelných ročních intervalech, je apelováno na dodržení osevních postupů po celou dobu obhospodařování pozemku. Dodržením zásad střídání plodin, je zamezeno zrychlování půdní únavy, snižování půdní úrodnosti a jsou zlepšeny výživové podmínky pro růst zeleniny (Kocourek a kol., 2022).

K vytvoření plánu osevního postupu je nutno se řídit zásadami, které napomáhají k maximálním výnosům z jednotlivých pěstebních ploch. Jako první je nutno brát ohled na výskyt škůdců a chorob u konkrétních plodin, které se shodují stejným patogenním zastoupením, tyto plodiny nejsou vysazovány v žádném případě po sobě následující rok. Z druhého měřítka je

snaha zařazovat do osevního postupu rostliny, které obohacují pozemek dusíkem, jako jsou například luskoviny, a ty jsou střídány s plodinami, které naopak dusík výrazně z půdy odebírají. Za třetí je nutno se řídit pravidlem střídání širokolistých plodin s úzkolistými, aby bylo zabráněno vytvoření ideálních podmínek pro růst plevelných společenstev. Ze čtvrtého pohledu je nutno brát v úvahu vodní podmínky rostliny, a proto je snaha aplikovat rotaci zeleniny, které jsou náročné na vláhu s těmi méně náročnými. Pátá zásada vyznačuje důležitost časného setí a tím i dodržení agrotechnických termínů, kde by měla být volná návaznost mezi založením porostu a sklizňových operací. Obecně se dodržují zásady pěstování jednoho druhu zeleniny nejdříve se čtyřletým rozestupem (Koudela a Svozilová, 2010).

Pro každý typ zeleniny je doporučen odlišný rozestup mezi zasetím či výsadbou. Pro ulehčení vytváření osevních postupů je zelenina rozdělena do 3 tratí podle nároku na výživu. Do první tratě jsou zařazeny rostliny, které je nutné přihnojovat jako košťálovou zeleninu, plodovou zeleninu a brambory. Do druhé tratě patří zástupci, kteří jsou méně nároční na hnojení nebo jej dokonce nesnáší, a to listová nebo kořenová zelenina. V třetí trati jsou rostliny, které jsou tzv. doběrné, kam spadá lusková a cibulová zelenina. Osevní postup tedy vychází ze střídání první tratě, po které následuje druhá trať a poté třetí trať, později se cyklus znovu opakuje (Urban, 2003).

### **3.1.1.5. Integrovaná ochrana zeleniny**

Integrovaná ochrana zeleniny se definuje určitými pravidly a pokud se budou dodržovat, tak mohou pomoci ochránit rostlinu před vznikem onemocnění či poškození škůdcem. První z pohledů je ochrana zeleniny nepřímá, která je dosažena za pomoci agronomických opatření. Agronomickými opatřeními se rozumí střídání plodin, pěstební opatření, výběr tolerantních odrůd a zdravého osiva či sadby, ale také dodržování dobrého vodního stavu rostliny a vyváženého hnojení či vápnění. Další z nepřímých metod je podpora přirozených nepřátel a používání hygienických opatření v souladu s nakládáním zemědělské techniky. Mezi epidemiologické opatření se také řadí monitoring škodlivých organismů a vypracování modelů s prognózami na další roky. Pro následné zhodnocení míry škodlivosti se využívají prahy škodlivosti, které se porovnávají s možným výskytem na zelenině. V první řadě je nutno využívat nechemické metody ochrany rostlin, před chemickými přípravky, pokud dokážou zajistit dostatečnou ochranu před ztrátami na výnosech. Pokud ochrana není dostatečná díky předešlým krokům, je upřednostňováno využít prvotně chemické prostředky, které jsou selektivní ke škodlivým organismům a nezasahují jinak do okolní biodiverzity. K nezbytnému

zabránění výskytu škodlivých organismů, na které nelze využít ani systémové přípravky, se využívají neselektivní přípravky, se kterými může zacházet pouze profesionální uživatel. Rostlinu lze ochránit pomocí antirezistentních strategií. Poslední z pravidel vyzývá ke zdokonalení ochranných opatření vyhotovit zprávu o dosažení úspěšnosti v boji se škodlivými organismy (Kocourek a kol., 2022).

### **3.1.2. Skladování zeleniny**

Rozvoj chorob skladované zeleniny je závislý na velkém počtu faktorů, které po sklizni mohou ovlivnit způsob jejího uskladnění. Mezi faktory jsou zařazeny nejen genetické proporce rostliny, vliv okolního prostředí, ale také metody pěstování, způsoby ochrany zeleniny a sklizeň konečného produktu. Pokud se hovoří o kritických faktorech pro vznik infekce ve skladech, tak se jedná o způsob sklizně, posklizňových úpravách a případně nevhodné manipulaci při převozu, kde dochází k mechanickému poškození pletiv zeleniny, čímž vznikne vhodné prostředí pro rozvoj chorob (Petropoulos et al., 2017).

Pro regulaci rozvoje chorob ve skladech jsou stěžejními faktory teplota a vlhkost, kterými lze ovlivnit průběh fyziologických procesů u skladovaných komodit. Pomocí technických parametrů skladu se dokáže zintenzivňovat proudění vzduchu k dosažení požadovaných podmínek prostředí. Pokud se jedná o skladech, kde se omezuje proudění vzduchu řízenou atmosférou, je potřeba dbát na citlivost komodit v ohledu hypoxie nebo hyperkapnie. Pokud je větrání vnitřního prostředí nedostatečné, tak dochází u zeleniny ke zvýšené frekvenci dýchávání, a to vede k nadměrnému výparu vody. V opačném případě dochází k nadměrnému proudění vzduchu, které vede k vysušování a v krajních případech dochází i k chladovým poškozením skladované zeleniny. K uchování skladovaných komodit v dobrém zdravotním stavu se doporučuje kořenovou zeleninu ponechat v teplotě 0–1 °C a relativní vlhkosti 95 % po dobu šesti měsíců, cibulovou zeleninu skladovat při teplotě 0–1 °C a relativní vlhkosti 65 % po dobu sedmi měsíců, košťálovou zeleninu uchovat v teplotě 0–1 °C a při 85 % relativní vlhkosti po dobu šesti měsíců, plodovou zeleninu ukládat do teplot 5–10 °C a do relativní vlhkosti 90 % po dobu šesti týdnů, listová zelenina se zanechává ve skladě s teplotou 0–1 °C a relativní vlhkosti 95 % po dobu dvou týdnů a zelenina zařazena mezi tykve preferuje uskladnění při teplotě 12–22 °C v suchu po dobu tří až pěti měsíců. Například u okurek a lilku je ideální teplota pro skladování 7 °C, pokud teplota klesne níže, dochází k vysychání a tvoření jamek na povrchu plodu (Kocourek a kol., 2022).

### 3.1.2.1. Ochrana skladované zeleniny

Dosavadním řešením bylo používání syntetických fungicidů v rámci pěstování, které jsou relativně levné, snadno se aplikují a mají jak léčebný, tak preventivní účinek. Nicméně, kvůli obavám veřejnosti z uvolňování fungicidů do prostředí, které by mohli mít negativní vliv na lidské zdraví, se fungicidní ochrana omezuje na minimum. Navíc zájem lidí o nechemickou ochranu a tím tedy upřednostnění biologické ochrany před chemickou se stále zvyšuje (Usall et al., 2016).

Aby se zabránilo možnému napadnutí zeleniny z prostředí skladu, tak je nutno tyto prostory z preventivních důvodů desinfikovat. Nejvhodnějším způsobem desinfekce ve skladech je pomocí ozonu, který v důsledku ošetření zamezuje vznik skládkových chorob, ale neovlivňuje svým působením kvalitu produktu (Kocourek a kol., 2022). Důležité je také desinfikovat jednotlivé nástroje používané při sklizni a dbát na preventivní metody ochrany skladované zeleniny ve vztahu s pozdější manipulací jako je například desinfekce rukou operátorů při transportu, užívání sterilních obalů a využívat možnosti regulace atmosférického vzduchu, aby nebyly vytvořeny ideální podmínky k šíření fytopatogenních hub (Barkai-Golan, 2001).

### 3.1.3. Choroby, škůdci a výživové poruchy zeleniny

#### 3.1.3.1. Košťálová zelenina

##### Výživové poruchy

U košťálové zeleniny je nejčastější výživovou poruchou nedostatek molybdenu, který zapříčiní vyslepnutí kvěťáku a brokolice. Nedostatek vápníku se u košťálové zeleniny projevuje nektrózou vnitřních listů hlávek a okrajovými nektrózami listů. Vysoká teplota způsobuje hnědnutí pupat brokolice. Nedostatek boru u kvěťáku a brokolice způsobuje propadání a hnědnutí středů růžic. Vysoká teplota s intenzivním slunečním svitem zapříčiní antokyanizaci a mechovatění růžic kvěťáku. Pokud jsou podmínky výrazně anomální v době vytváření růžic, nastává zlistnatění růžic kvěťáku a brokolice (Petříková, 2006).

##### Virová onemocnění

Nejčastější virózy na košťálovinách jsou virová mozaika kvěťáku (*CaMV*) a virová mozaika vodnice (*TuMV*) (Petříková, 2006).

### Bakteriální onemocnění

Nejzávažnější bakteriální onemocnění jsou bakteriální měkké hniloby (*Erwinia carotovora* subs. *Carotovora* a *Pseudomonas marginalis* pv. *Marginalis*) a bakteriální černá žilkovitost brukvovitých (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) (Petříková, 2006).

### Choroby

Hlavní chorobou u košťálové zeleniny je nádorovitost brukvovitých (*Plasmodiophora brassicae*). Další z častých chorob jsou plísně brukvovitých (*Peronospora parasitica*). Z houbových organismů na košťálovinách škodí alternáriová skvrnitost brukvovitých (*Alternaria brassicicola* a *Alternaria brassicae*), kroužkovitá skvrnitost brukvovitých (*Mycosphaerella brassicicola*) a fómová hniloba brukvovitých (*Leptosphaeria maculans*) (Petříková, 2006).

### Škůdci

Mezi zásadní škůdce na košťálové zelenině patří mšice zelná (*Brevicoryne brassicae*), dřepčící (*Phyllotreta* spp.), krytonosec řepkový (*Ceutorhynchus assimilis*), krytonosec čtyřzubý (*Ceutorhynchus quadridens*), krytonosec zelný (*Ceutorhynchus napi*), krytonosec šesšulový (*Ceutorhynchus pallidactylus*), bělásek zelný (*Pieris brassicae*), bělásek řepový (*Pieris rapae*), můra zelná (*Mamestra brassicae*), můra kapustová (*Plutella xylostella*), osenice polní (*Agrotis segetum*), záředníček polní (*Tetranychus urticae*), molice vlašovičnicková (*Delia platura*), bejlmorka zelná (*Contarinia nasturtii*), třásněnky (*Thrips* spp.) a mravenci (*Formica* spp.) (Petříková, 2006).

### **3.1.3.2. Kořenová zelenina**

#### Výživové poruchy

Skrze absence boru v kořenové zelenině dochází k srdéčkové hnilobě celeru a salátové řepy (Petříková, 2006).

#### Virová onemocnění

Virová onemocnění patří mezi nejčastější komplikace při pěstování mrkve, petržele a pastináku, kde se lze setkat s virovou tenkolistostí mrkve (*CTLV*), virovou červenolistostí mrkve (*CRLV*), virovou strakatostí mrkve (*CMoV*), nebo virovou mozaikou celeru (*CeMV*). U brukvovité kořenové zeleniny se lze setkat s virovou mozaikou kvěťáku (*CaMV*) a virovou

mozaikou vodnice (*TuMV*). Salátová řepa bývá napadena virovým mírným žloutnutím řepy (*BMVYV*), virovou žloutenkou řepy (*BYV*) nebo virovou mozaikou okurek (*CMV*). Za vysoce závažné virové onemocnění se považuje rizománie řepy (*BNYVV*) (Petříková, 2006).

### Bakteriální onemocnění

U kořenové zeleniny se považují bakteriální onemocnění za zanedbatelné do doby skladování (Petříková, 2006).

### Choroby

Na všech miříkovitých druzích zeleniny lze pozorovat padlí miříkovitých (*Erysiphe heraclei*). První zmíněná choroba se vyskytuje hlavně na mrkvi a tou je černá hniloba mrkve (*Alternaria radicina*), kde navazuje i jí podobné příznaky alternáriová skvrnitost listů mrkve (*Alternaria dauci*). U petržele se vyskytuje alternáriová skvrnitost listů petržele (*Alternaria petroselini*) nebo septoriová skvrnitost listů petržele (*Septoria petroselini*). U celeru se považuje za nejzávažnější chorobu septoriová skvrnitost celeru (*Septoria apiicola*), další z chorob vyskytujících se na celeru je korkovitost bulev celere (*Phoma apiicola*). Řepa je další plodinou, která má své specifické choroby a těmi jsou strupovitost řepy (*Streptomyces scabies*), spála řepy (*Pleospora bjoerlingii*), skvrnitost listů řepy (nejčastěji *Cercospora beticola*, *Ramularia beticola* i *Pleospora bjoerlingii*), na listech lze shledat padlí řepy (*Erysiphe betae*) a rzivost řepy (*Uromyces betae*). U ředkviček dochází k chorobám jako jsou černání kořenů ředkvi a ředkviček (*Aphanomyces raphani*), na listech společně s křenem se lze setkat s bílou puchýřnatostí brukvovitých (*Albugo candida*) a na kořenech se vyskytuje bílá puchýřnatost černého kořene (*Albugo tragopogonis*) (Petříková, 2006).

### Škůdci

Živočichové škodící na kořenové zelenině jsou z háďátek: háďátko severní (*Meloidogyne hapla*), háďátko řepné (*Heterodera schachtii*), a z hmyzu: mšice mrkvová (*Semiaphis dauci*), mšice hlohová (*Dysaphis crataegi*), merule mrkvová (*Trioza apicalis*), vrtule celerová (*Leptinotarsa decemlineata*), květílka řepná (*Athalia rosae*), maločlenec čárkovitý (*Atomaria linearis*). U mrkve je nejzávažnějším škůdcem pochmurnatka mrkvová (*Psila rosae*). U pěstování ředkviček se zemědělec potýká s výskytem dřepčků (*Phyllotreta* spp.) a u křene se lze setkat i s dřepčkem druhově specifickým, a to s dřepčkem křenovým (*Phyllotreta armoraciae*), navíc listy křenu napadá i mandelinka křenová (*Depressaria daucella*) (Petříková, 2006).



### 3.1.3.3. Plodová zelenina

#### Výživové poruchy

Do negativních dopadů absencí živin patří hořkost plodů okurek, nevyzrávání stopkové části plodů rajčete, které způsobuje genetický základ a podporuje je nedostatek draslíku a vysoká intenzita osvětlení. Deformaci plodů má za následek nedokonalost opylení květů plodové zeleniny. Suchá hniloba konců plodů rajčete a papriky se dostaví v případě nedostatku vápníku. Nevhodné podmínky jako kolísání mezi nízkými a vysokými teplotami způsobuje svinování listů rajčete. Praskání plodů plodové zeleniny je zapříčiněno nerovnoměrnou záhlivkou a nedostatkem dusíku (Petříková, 2006).

#### Virová onemocnění

U plodové zeleniny se lze setkat s virovými onemocněními jako virovou mozaikou okurek (*CMV*), virovou žlutou mozaikou cuket (*ZYMV*), virovou mozaikou rajčete (*ToMV*), virovou bronzovitostí rajčat (*TSWV*) (Petříková, 2006).

#### Bakteriální onemocnění

Bakteriální onemocnění plodové zeleniny jsou významná hlavně u tykvovité zeleniny, a to bakteriální skvrnitostí okurky (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*). Důležitou bakteriální chorobou je bakteriální vadnutí rajčete (*Clavibacter michiganensis* subs. *michiganensis*) a bakteriální skvrnitostí rajčete a papriky (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*), které spadají do karanténních onemocnění. Bakteriální tečkovitost rajčete (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) je další z bakteriálních onemocnění trápící plodovou zeleninu zejména rajčata (Petříková, 2006).

#### Choroby

Z fytoplazem se lze setkat s karanténním fytoplazmovým stolburem rajčete. Významnější problematikou plodové zeleniny jsou houbové choroby, kde jsou za nejzávažnější považovány plíseň okurky (*Pseudoperonospora cubensis*), padlí tykvovitých (*Erysiphe cichoracearum* a *Sphaerotheca lagenarium*) a antraknóza tykvovitých (*Colletotrichum lagenarium*). U rajčat jsou bezpochyby nejzásadnějšími chorobami způsobující velké ztráty plíseň rajčete (*Phytophthora infestans*), alternárióvé skvrnitosti rajčete (*Alternaria solani*), na plodech výrazná septoriová skvrnitost rajčete (*Septoria lycopersici*) a prstenčitost plodů rajčete (*Botryotinia cinerea*), kde původce choroby způsobuje i šedou hnilobu (Petříková, 2006).

## Škůdci

U škůdců plodové zeleniny se lze setkat nejčastěji s květilkou všežravou (*Dactylis glomerata*), mšicí bavlníkovou (*Aphis gossypii*), mšicí řešetlákovou (*Aulacorthum solani*), mandelinkou bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata*) a lze narazit i na poškození housenkami některých motýlů jako jsou černopáska bavlníková (*Spodoptera littoralis*), kovolesklec jižní (*Helicoverpa armigera*), zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*), můry kapustové (*Plutella xylostella*), osenice ypsilonové (*Agrotis ipsilon*) nebo můry zelné (*Mamestra brassicae*) (Petříková, 2006).

### **3.1.3.4. Cibulová zelenina**

#### Výživové poruchy

U cibule a česneku se objevuje zasychání špiček listů, které je způsobeno nedostatkem síry. Nedostatečným vápněním je často docíleno neinfekčních nekrotických vnitřních suknic. Zpožděná sklizeň může zapříčinit praskání a odlupování suchých suknic cibulí. Špatná manipulace s vodním režimem může způsobit, že rostliny vyvstávají na povrch, dochází k vyhrěznutí podpučí nebo ke sklovitosti cibule. Genetická vada má za následek prorůstání středových stroužků. Nesprávně orientované vysazené stroužky způsobí deformaci cibule česneku (Petříková, 2006).

#### Virová onemocnění

V případě virových onemocnění cibule, póru a česneku se nejčastěji vyskytuje virová žlutá zakrslost česnekovitých (*OYDV*) (Petříková, 2006).

#### Bakteriální onemocnění

U cibulové zeleniny se závažnost bakteriálních onemocnění týká až u skladovaných produktů (Petříková, 2006).

#### Choroby

Hlavní nejzávažnější chorobou cibulovitých je plíseň cibule (*Peronospora destructor*). Mezi další ohrožující choroby patří fuzáriové hniloby česnekovitých (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) a bílá hniloba česnekovitých (*Sclerotium cepivorum*). Listovou chorobou cibulové zeleniny je rzivost česnekovitých (*Puccinia alli*) a dermatologickou vadou je sazovitost česneku (*Helminthosporium alli*) (Petříková, 2006).

## Škůdci

Škůdci v cibulové zelenině se vyskytují hlavně na česneku, kde se lze setkat s háďátkem zhoubným (*Ditylenchus dipsaci*), vlnovníkem česnekovým (*Acerina tulipae*), třásněnkami (*Thrips* spp.) a houbomilkou česnekovou (*Suillia univittata*). Na cibuli se vyskytují škůdci jako květilka cibulová (*Delia antiqua*), krytonosec cibulový (*Ophroninus suturalis*), vrtalka cibulová (*Lyriomyza cepae*). V póru lze zahlednout vrtalku pórovou (*Napomyza gymnostoma*). Obecně v cibulové zelenině způsobují menší škody larvy kovaříkovitých (*Elaridae* spp.) (Petříková, 2006).

### **3.1.3.5. Lusková zelenina**

#### Výživové poruchy

U luskové zeleniny výživové poruchy nezpůsobují významné škody (Petříková, 2006).

#### Virová onemocnění

Naopak virová onemocnění jsou u luskové zeleniny hojně zastoupena. Nejčastějšími zástupci u hrachu je virová obecná mozaika (*PMV*) a virová výrůstková mozaika hrachu (*PEMV*), u fazolu to je virová obecná mozaika fazolu (*BCMV*), virová žlutá mozaika fazolu (*BYMV*) a virová pruhovitost tabáku (*TSV*) (Petříková, 2006).

#### Bakteriální onemocnění

U luskové zeleniny převažují spíše houbové choroby nežli bakteriální onemocnění, které jsou v tomto případě zanedbatelné (Petříková, 2006).

#### Choroby

Houbové choroby jako strupovitost hrachu (*Mycosphaerella pinodes*, *Ascochyta pisi* nebo *Phoma medicaginis* var. *pinodella*) a padlí hrachu (*Erysiphe pisi*) jsou nezávažnějšími chorobami u hrachu, u fazolu převládá antraknóza fazolu (*Colletotrichum lindemuthianum*). Pro luskoviny obecně je potřeba zmínit kořenovou spálu a vadnutí luskovin (*Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Phomamedicaginis* var. *pinodella*, *Aphanomyces euteiches*, *Thielaviopsis basicola* nebo *Thanatephorus cucumeris*) (Petříková, 2006).

## Škůdci

Do hmyzích zástupců škodlivých na luskové zelenině patří kyjatka hrachová (*Acyrtosiphon pisum*), mšice maková (*Aphis fabae*), třásněnka hrachová (*Kakothrips robustus*), květilka všežravá (*Delia platura*), listopad čárkovaný (*Sitona lineatus*), plodomorka hrachová (*Contarinia pisi*), obaleč hrachový (*Cydia nigricana*) a tři zástupci ze skupiny zrnokazů, a to zrnokaz hrachový (*Bruchus pisorum*), zrnokaz bobový (*Bruchus rufimanus*) a zrnokaz fazolový (*Acanthoscelides obseletus*) (Petříková, 2006).

### **3.1.3.6. Listová zelenina**

#### Výživové poruchy

U listové zeleniny se nejčastěji řeší okrajová nekróza listů, kterou způsobuje nedostatek vápníku, u kterého dochází k přehnojení dusíkem či draslíkem. Ke správnému fyziologickému vývoji rostliny je důležité vnímat míru zasolení v půdě, jelikož listová zelenina je vysoce citlivá k salinitě. Kolísání extrémních teplot může zapříčinit tvorbu vykvetlic a vyběhlic (Petříková, 2006).

#### Virová onemocnění

Z virových onemocnění jsou nejzávažnější virová mozaika salátu, virová mozaika okurky a virová mozaika řepy (Petříková, 2006).

#### Bakteriální onemocnění

Bakteriální vadnutí salátu (*Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis*) a mokré bakteriální hniloby (*Erwinia carotovora* pv. *carotovora*) jsou jedny z nejrozšířenějších bakteriálních onemocnění, které se mohou vyskytovat na listové zelenině (Petříková, 2006).

#### Choroby

Houbové organismy jsou nejčastějšími původci chorob na listové zelenině. Mezi zástupce z této kategorie patří podehnívání salátu (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor*, *Botryotinia fuckeliana* a *Rhizoctinia solani*), plíseň salátu (*Bremia lactucae*), padlí čekanky (*Erysiphe cichoracearum*), plíseň špenátu (*Peronospora spinaciae*). Mezi méně časté zástupce chorob na listové zelenině patří choroby jako skvrnitost listů špenátu (*Cladosporium variable* var. *spinaciae*), fusariové vadnutí chřestu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*), fialová hniloba kořenů (*Helicobasidium brebissoni*) skvrnitost listů chřestu (*Cercospora asparagi*),

rzivost chřestu (*Puccinia asparagi*), skvrnitost listů reveně (*Ascochyta rhei* a *Ramularia rhei*) a hniloba kořenů reveně (*Phytophthora cactorum*) (Petříková, 2006).

### Škůdci

Mezi škůdce listové zeleniny bezpochyby lze zařadit velké spektrum mšic (*Aphidoidea*) z nichž nejvýznamnější jsou mšice meruzalková (*Aulacorthum solani*), mšice bavlníková (*Aphis gossypii*), mšice řešetláková (*Hyadaphis foeniculi*), mšice maková (*Aphis fabae*), dutilka topolová (*Pemphigus bursarius*). Mezi další škůdce, kteří trápí zeleninu, patří květilka řepná (*Pegomyia hyoscyamin*), maločlenec čárkovitý (*Atomaria linearis*), polyfágní druhy třásněnek (*Thrips* spp.), larvy kovaříků známé jako drátovci (*Elateridae*), chřestovníček obecný (*Crioceris asparagi*) a chřestovníček dvanáctitečný (*Crioceris doudecimpunctata*). Posledním vysoce škodlivým hmyzím zástupcem na zelenině je vrtule chřestová (*Platypara poeciloptera*) (Petříková, 2006).

## **3.2. Skládkové choroby**

Po sklizni je zelenina často napadena houbovými patogeny, což vede k rozvoji mnoha rostlinných chorob (Usall et al., 2016). Zelenina je vystavena útokům různých patogenních organismů, které nebyly schopny napadnout rostlinu na poli nebo při styku s patogeny, které byly již do skladovaných prostor zavlečeny dříve. Jedná se nejčastěji o patogeny houbového či bakteriálního původu. Primární zdroje rostlinných patogenů zodpovědné za vznik chorob objevujících se při skladování zeleniny pocházejí z pole či skleníku. Škodlivé organismy proniknou do hostitelské rostliny již na poli či skleníku v raných nebo klidových stádiích infekce, kam se dostanou ze substrátu či vody použité k zavlažování. Patogenní organismy, které jsou přítomny v půdě vnikají do rostliny přes bulvy, hlízy, kořeny. Patogen přenesený zavlažováním či deštěm často napadá rostlinu přes nadzemní části. Takto přenesený patogen se prezentuje latentními příznaky do doby ideálních podmínek v prostředí, které využije k růstu. Další možností zavlečení patogenu do skladu je pomocí vzduchu, kdy spory hub doletí na sklizenou zeleninu z jiného původního zdroje, kde hyfy, které ze spor vyklíčí, začnou pronikat do rostlinných pletiv. Nejčastěji se po sklizni objevují příznaky chorob na povrchu rostliny, kterými se prezentují převážně houbové patogeny přenášené vzduchem, a to zástupci rodů *Cladosporium*, *Alternaria*, *Stemphylium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Botrytis*, *Fusarium* a další. Z půdních patogenů patří mezi nejzávažnější druhy hub zástupci ze skupin *Botrytis* sp., *Sclerotinia* sp., *Fusarium* spp. a z bakteriálního typu *Erwinia carotovora*. Většina

z těchto zmíněných hub jsou původci chorob, kteří rozkládají rostlinná pletiva a způsobují hnilobu, pokud dosáhnou požadovaných podmínek (Barkai-Golan, 2001).

Odolnost jednotlivých plodin proti původcům onemocnění je často dána geneticky a oddělením rostlinné části (plodu) od mateřské rostliny ji výrazně snižuje. Sklizená zelenina je také bohatá na obsah živin, které patogen vyhledává ke svému rozvoji. Nesprávná manipulace s jednotlivými produkty často zapříčiní mechanická poškození, která zvyšují pravděpodobnost proniknutí škodlivého organismu do plodiny. Stárnutí rostlinných pletiv přirozeně snižuje obranyschopnost skladované zeleniny před útokem fytopatogena (Petropoulos et al., 2017).

### 3.2.1. Charakteristika původců chorob skladovaných rostlinných komodit

#### 3.2.1.1. *Ascomycota*

*Ascomycota* v překladu vřeckovýtrusné houby jsou producenti haploidního mycelium s příčnými stěnami. Tento typ hub produkuje ke svému šíření konidie, které se shlukují v konidioforech. K reprodukci jsou vřeckovýtrusné houby schopny vytvářet i pohlavní spory, zvané askospory. Zástupci tohoto oddělení jsou původci mnoha chorob rostlinných druhů (Agrios, 2005).

##### 3.2.1.1.1. *Botrytis cinerea*

Taxonomie dle National Center for Biotechnology Information (2023).

Doména: *Eukaryota*

Říše: *Fungi*

Podříše: *Dikarya*

Oddělení: *Ascomycota*

Pododdělení: *Pezizomycotina*

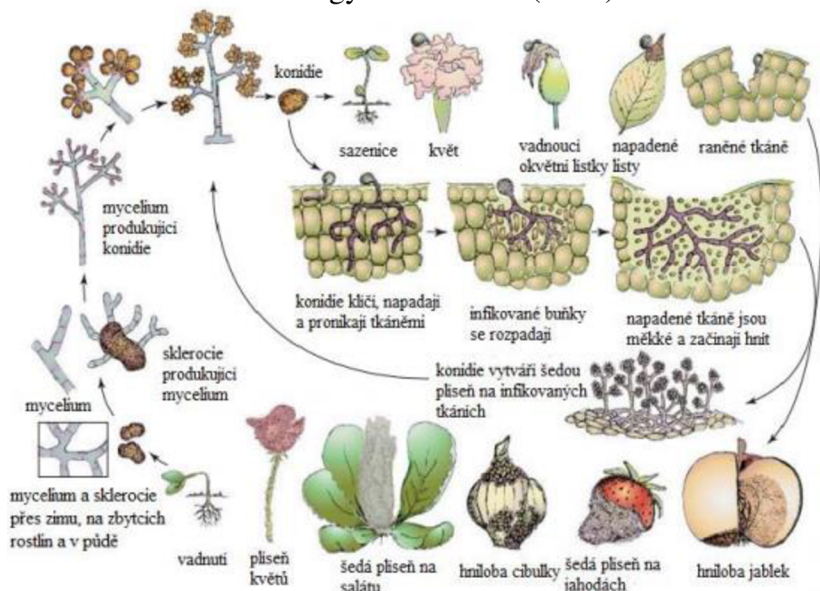
Třída: *Leotiomycetes*

Řád: *Helotiales*

Čeleď: *Sclerotiniaceae*

Rod: *Botrytis*

Druh: *Botrytis cinerea*



**Obr. 1** Životní cyklus hub rodu *Botrytis cinerea* (Agrios, 2005, přeloženo autorem)

*Botrytis cinerea* (teleomorf: *Botryotinia fuckeliana*) je druh fytopatogenní houby, která se přenáší vzduchem a její hlavní životní strategií je nekrotrofie. Po světě způsobuje významné ekonomické škody hlavně z důvodu, že je to polyfág z rozsahem až 200 odlišných rostlinných hostitelů (Williamson et al., 2007). Celosvětově je houba schopna způsobit škody převyšující 10 miliard dolarů (Weiberg et al., 2013).

Houbu lze zachytit na rostlině v podobě vysokého šedého mycelia nebo černě zbarvených sklerocií (Pešková a Čížková, 2015). K udržení životaschopnosti v přírodě houba využívá jak pohlavního, tak i nepohlavního způsobu rozmnožování viz Obr.1. Za nepohlavní způsob rozmnožování jsou považovány konidie, které se uvolňují za pomoci vzduchu či vody z konidioforů na rostlině. Pohlavním způsobem rozmnožování jsou spory, které lze nalézt ve sporangioforech na vyklíčených hyfách ze sklerocií. Patogen využívá sklerocia k přečkání nepříznivých podmínek (Brandhoff et al., 2017). K infekci na rostlině dochází převážně pomocí konidií. Ideální podmínky pro rozvoj *Botrytis cinerea* jsou teploty v rozmezí 20–22 °C, ale díky své flexibilitě dokáže houba tolerovat teploty od 0 °C–35 °C, kdy při přesáhnutí těchto teplotních limit mycelium ustává svého růstu. Jelikož je houba vysoce závislá na vlhkosti v prostředí, je nutno dosáhnout nejméně 85% vzdušné vlhkosti, aby byly hyfy schopné klíčit. Největší rozvoj a šíření tohoto patogenu nastává v letních měsících skrze vyhovující klimatické podmínky (Pešková a Čížková, 2015).

Jelikož jsou příznaky způsobené *Botrytis cinerea* často podobné symptomům jiných patogenních organismů, je nutné k její identifikaci využít i jiné metody, než jen symptomatické. K vyhodnocení správné ochrany je nutno pochopit vztah hostitele s patogenem. K ochraně se využívá fungicidního ošetření, ale je důležité brát v úvahu, že *Botrytis cinerea* může být rezistentní proti použitému přípravku, a proto se dává přednost využití jiných metod ochrany rostlin nežli chemických (Williamson et al., 2007).



### 3.2.1.1.2. *Fusarium oxysporum*

Taxonomie dle National Center for Biotechnology Information (2023).

Doména: *Eukaryota*

Říše: *Fungi*

Podříše: *Dikarya*

Oddělení: *Ascomycota*

Pododdělení: *Pezizomycotina*

Třída: *Sordariomycetes*

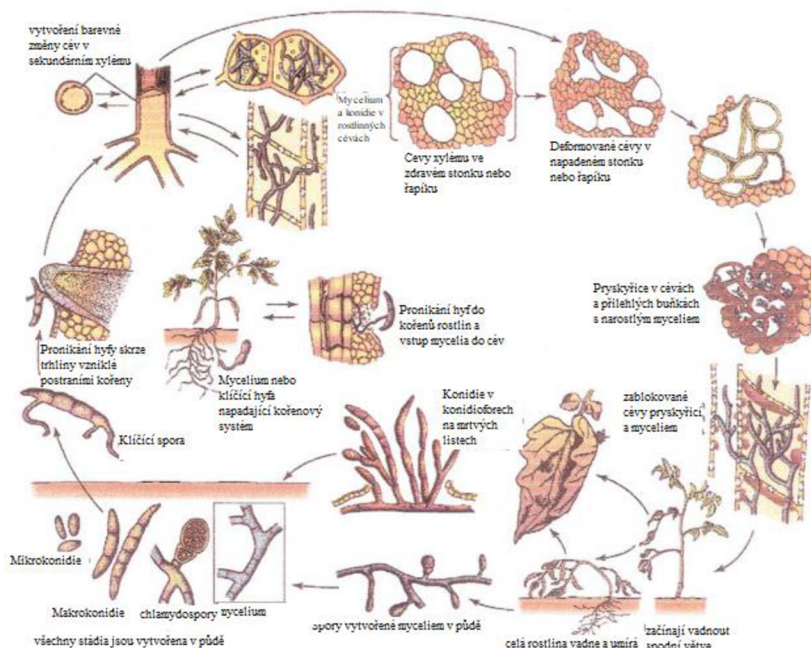
Podtřída: *Hypocreomycetidae*

Řád: *Hypocreales*

Čeleď: *Nectriaceae*

Rod: *Fusarium*

Druh: *Fusarium oxysporum*



**Obr. 2** Životní cyklus hub rodu *Fusarium oxysporum* (Agrios, 2005, přeloženo autorem)

*Fusarium oxysporum* se řadí mezi fytopatogenní houby přenášené půdou (Fravel et al., 2003). Škodlivý organismus má hostitelské spektrum mezi více než 100 rostlinných druhů, kde způsobuje značné ekonomické ztráty (Michielse et al., 2009).

Cévní vadnutí patří mezi časté příznaky, které lze současně s vyjasňováním rostlinných žilek a náhlým opadáním listů zpozorovat nejdříve na rostlině napadené patogenem *Fusarium oxysporum*. Důsledkem vyšší míry napadení rostlina zpomalí svůj růst a spodní listy zežloutnou. Když je houba dostatečně rozšířena, tak se projeví úplné vadnutí rostliny doprovázené zhnědnutím cévních pletiv, které se dají nejlépe zpozorovat na příčném řezu stonku nebo kmene.

Mezi další symptomy patří uhnívání kořenů nebo cibulí pěstovaných rostlin. Teplotní podmínky, které patogen *Fusarium oxysporum* preferuje, jsou v rozmezí 25–30 °C. Nezbytností pro tvorbu mycelia je relativní vlhkost, která musí být vyšší než 70 %. Houba pro svůj růst preferuje pH 5–7. Patogen vyžaduje ke svému šíření dostatek kyslíku v půdě, ale dokáže přetrvat i v anaerobních podmínkách. Stejně jako u kyslíku není pro houbu rozhodujícím faktorem ani osvětlení. Změna intenzity světla může v důsledku způsobit barevnou pigmentaci houbového mycelia (Michielse & Rep, 2009).



Jediným možným způsobem ochrany s vysokou účinností proti patogenu je využití odolných odrůd. Při pěstování ve sklenících je doporučeno provádět sterilizaci půdy. Dalšími z možností ochrany může být inokulace nepatogenními druhy *Fusarium oxysporum* nebo využití bioagens jako je *Gliocladium*, *Pseudomas fluoerescens* nebo *Trichoderma* (Agrios, 2005).

### 3.2.1.1.3. *Fusarium proliferatum*

Taxonomie dle National Center for Biotechnology Information (2023).

Doména: *Eukaryota*

Říše: *Fungi*

Podříše: *Dikarya*

Oddělení: *Ascomycota*

Pododdělení: *Pezizomycotina*

Třída: *Sordariomycetes*

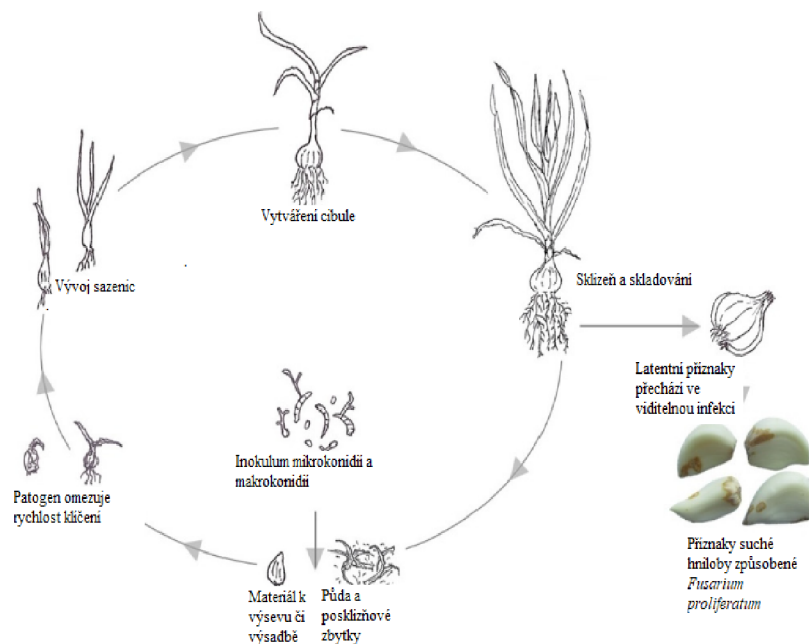
Podtřída: *Hypocreomycetidae*

Řád: *Hypocreales*

Čeleď: *Nectriaceae*

Rod: *Fusarium*

Druh: *Fusarium proliferatum*



**Obr. 3** Průběh napadení *Fusarium proliferatum* na česneku (Agrios, 2005, přeloženo autorem)

*Fusarium proliferatum* se řadí mezi další polyfágní půdou přenášené fytopatogenní houby, které se vyskytují ve skladovacích prostorech a dokážou způsobit významné ztráty na výnosech po celém světě.

Prvním příznakem na rostlině je suchá hnědá skvrnitost, která se v průběhu skladování rozšíří po celé ploše rostlinného pletiva. Při pěstování nám k rozeznání patogenu pomáhají symptomy jako hnědé skvrny na kořenech, jelikož houba nejčastěji kolonizuje kořeny, kde čeká na vhodné podmínky k dalšímu rozvoji (Gálvez & Palmero, 2022). Patogen preferuje ke svému šíření teplotu 20–25 °C, vysokou vzdušnou vlhkost s dostatečným přísunem kyslíku. Prostředí, ve kterém se patogen nachází, by mělo také splňovat pH 2–5 (Keller et al., 1997).

Vhodnou ochranou proti *Fusarium proliferatum* jsou preventivní agronomická opatření, vhodně přizpůsobená posklizňová manipulace a také výběr odolné odrůdy. Využití chemické ochrany je hraniční kvůli možnosti rychlého získání rezistence u patogenu. Pro využití bioagens

musí být vhodné podmínky, aby byla získána dostačující účinnost. V rámci preventivní ochrany je vhodné pravidelně analyzovat půdní vzorky, dle kterých lze odhadnout výši zastoupení těchto fytopatogenních organismů. (Gálvez & Palmero, 2022).

#### 3.2.1.1.4. *Fusarium tricinctum*

Taxonomie dle National Center for Biotechnology Information (2023).

Doména: *Eukaryota*

Říše: *Fungi*

Podříše: *Dikarya*

Oddělení: *Ascomycota*

Pododdělení: *Pezizomycotina*

Třída: *Sordariomycetes*

Podtřída: *Hypocreomycetidae*

Řád: *Hypocreales*

Čeleď: *Nectriaceae*

Rod: *Fusarium*

Druh: *Fusarium tricinctum*

Patogenní houby druhu *Fusarium tricinctum* využívají saprofytický nebo parazitický způsob života. Houba se rozšiřuje převážně půdou a způsobuje chorobu rostlin v oblastech mírného pásma i po celém světě. V obilninách a dalších plodinách je *Fusarium tricinctum* jedním z nejčastějších druhů způsobujících fusariovou hnilobu a hnilobu kořenů, což má za následek výrazné ztráty na výnosech a snížení kvality plodin kvůli kontaminaci mykotoxiny.

*Fusarium tricinctum* vytváří na rostlinách hustá bílá mycelia, která stárnutím zrudnou, zčernalou nebo zčervenají. Infekce probíhá za pomoci mikro a makrokonidií. Patogen se vyskytuje na rostlinách nejčastěji v bázích obilnin, ale je možné se s ním také setkat i v luscích anebo posklizňových zbytcích zeleniny. Izolace se provádí z palic kukuřice a malých zrn obilnin. Setkat se s tímto patogenem lze i u cibule, dýně a hlíz brambor v podobě posklizňových hnilob (Wang et al., 2022). Optimální teplota pro růst mycelia *Fusarium tricinctum* je stanovena v rozmezí 3,1–32,2 °C, což dokazuje vysokou plasticitu a schopnost aklimatizace k prostředí. Nejvyšší rozvoj choroby na nadzemních částech rostliny je u teploty 24,4 °C, naopak na kořenech se nejlépe houbě daří v zamokřeném prostředí při teplotách okolo 15 °C. Vysoká

přítomnost kyslíku v souladu s vysokou vzdušnou vlhkostí jsou dalšími podmínkami, které podporují růst mycelia (Yan & Nelson, 2020).

Vhodnou ochranou proti zmiňovanému patogenu je velmi obtížné stanovit skrze vysoké zastoupení druhů v řadách rodu *Fusarium*, které mohou mít podobné symptomy, a proto lze *Fusarium tricinctum* snadno zaměnit s jejími příbuznými druhy. Je tedy velmi důležité důkladně prozkoumat vztah mezi hostitelem a patogenem. Chemická ochrana je kvůli výše zmiňovaným okolnostem velmi specifická, a proto se doporučuje investovat čas do výzkumu i nových alternativních metod ochrany rostlin (Wang et al., 2022).

#### **3.2.1.1.5. *Penicillium* sp.**

Taxonomie dle National Center for Biotechnology Information (2023).

Doména: *Eukaryota*

Říše: *Fungi*

Podříše: *Dikarya*

Oddělení: *Ascomycota*

Pododdělení: *Pezizomycotina*

Třída: *Eurotiomycetes*

Podtřída: *Eurotiomycetidae*

Řád: *Eurorales*

Čeleď: *Aspergillaceae*

Rod: *Penicillium*

Rod *Penicillium* je celosvětově rozšířená skupina patogenních organismů, kterou lze zařadit mezi houby rozkládající organické materiály. Nejen z důvodu rozkládání buněčných pletiv, ale i kvůli tvorbě mykotoxinů způsobuje tento patogen destruktivní škody v produkci ovoce i zeleniny. Kvůli velkému zastoupení rodu *Penicillium*, který dosahuje až 354 druhů, mají i rozmanité spektrum v obsahu enzymů, které napomáhají k procesu intoxikace konečného produktu. Naopak některé druhy tohoto rodu hub byly i prospěšné k rozvoji farmacie a gastronomie (Visagie et al., 2014).

Mezi hlavní symptomy rodu *Penicillium* patří zeleno-modré mycelium, podle kterého lze symptomaticky určit, že se jedná o jednu z nejničivějších posklizňových chorob, a to penicilinových hnilob na zemědělských komoditách. Patogen vstupuje do plodu přes poranění, ale šíření může být způsobeno i kontaktem napadeného pletiva se zdravým. Mezi první příznaky

patří měkká mělká vodnatá skvrnitost, která se v souvislosti s šířením infekce prohlubuje. Po rozpadu napadených pletiv začne patogen produkovat bílé mycelium na povrchu, které se v místě produkce spor zbarvuje do charakteristické zeleno-modré barvy. Ideálním prostředím pro šíření houby je ve vlhkých a teplých podmínkách, naopak v chladném a suchém ovzduší se rod *Penicillium* často vůbec nevyskytuje. Výskyt houby lze detekovat také dle zatuchlého zápachu v prostředí uskladnění produktů.

Houba v průběhu svého růstu produkuje mykotoxin zvaný patulin, který kontaminuje šťávy uvnitř zeleniny a ovoce. Intoxikace člověka patulinem dokáže v extrémních hodnotách vyvolat mozkovou smrt, krvácení do plic, chronické poškození ledvin i ochrnutí nervů spojených s jemnou motorikou člověka. Patulin je také induktor rakoviny (Agrios, 2005).

V kontrolních opatřeních proti vzniku posklizňových chorob je apelováno hlavně na šetrnou manipulaci s produkty. Doporučována je i fungicidní ochrana, ale skrze vznikající rezistentní jedince a zůstávání reziduí v produktech se oborem bezpečnosti potravin vyzývá k upřednostnění jiných alternativ v ochraně rostlin (Jijakli et al., 1993).

### 3.2.1.1.6. *Sclerotinia sclerotiorum*

Taxonomie dle National Center for Biotechnology Information (2023).

Doména: *Eukaryota*

Říše: *Fungi*

Podříše: *Dikarya*

Oddělení: *Ascomycota*

Pododdělení: *Pezizomycotina*

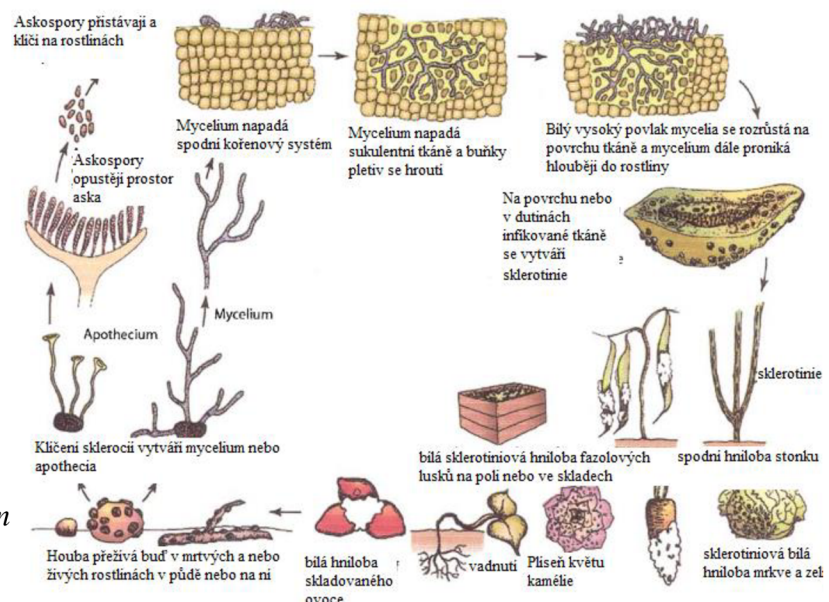
Třída: *Leotiomycetes*

Řád: *Helotiales*

Čeleď: *Sclerotiniaceae*

Rod: *Sclerotinia*

Druh: *Sclerotinia sclerotiorum*



**Obr. 4** Životní cyklus hub rodu *Sclerotinia sclerotiorum* (Agrios, 2005, přeloženo autorem)

Fytopatogenní nekrotrofní houba *Sclerotinia sclerotiorum* je původcem vysoce destruktivních chorob na zelenině. Patogenní jedinci se vyskytují celosvětově a dokážou rostlinu infikovat ve všech růstových stádiích (Agrios, 2005). Škodlivý organismus kolonizuje

více než 400 druhů hostitelských rostlin, z nichž převážná většina je zařazena mezi dvouděložné rostliny.

Hlavními příznaky napadení fytopatogenem jsou vodnaté léze na listech nebo mladých stoncích, které se postupně přemísťují do řapíku a stonku. V místě léze začne odumírat rostlinné pletivo a na nich se postupem času produkuje vysoké bílé mycelium, u kterého se často vyvinou černá sklerocia. Sklerocia využívá houba k přežívání v nepříznivých podmínkách. Nejčastěji sklerocia zůstávají v půdě nebo na povrchu do doby ideálních podmínek, kde poté vyklíčí a probíhá další vývoj houby v podobě mycelia nebo apothécií. Nejčastější choroby, které tato houba způsobuje je bílá plíseň na listech, květech, stoncích či měkkou vodnatou hnilobu (Bolton et al., 2006). *Sclerotinia sclerotiorum* je poměrně flexibilní ve vztahu k teplotě, dokáže klíčit v teplotách od 4–27 °C, ale nejvíce preferuje rozmezí teplot od 10–25 °C (Huang & Kozub, 1991).

Náročnost ochrany proti organismu *Sclerotinia sclerotiorum* je vysoká, protože se doposud nepodařilo vyšlechtit tolerantní odrůdy proti tomuto patogenu (Kamal et al., 2016). Jelikož má patogen velké spektrum hostitelských rostlin, které je schopen napadnout, tak je velmi obtížné v rámci osevního postupu správně zvolit ozdravnou rostlinu, která by byla schopna snížit výskyt škodlivého organismu (Boland & Hall, 1994). Aplikace fungicidních prostředků není dostatečně účinná, a proto je nutno se přiklonit k hledání nových alternativních metod ochrany rostlin jako jsou například botanické pesticidy (Kamal et al., 2016).

#### **3.2.1.1.7. *Trichothecium roseum***

Taxonomie dle National Center for Biotechnology Information (2023).

Doména: *Eukaryota*

Říše: *Fungi*

Podříše: *Dikarya*

Oddělení: *Ascomycota*

Pododdělení: *Pezizomycotina*

Třída: *Sordariomycetes*

Podtřída: *Hypocreomycetidae*

Řád: *Hypocreales*

Rod: *Trichothecium*

Druh: *Trichothecium roseum*

Patogenní houba, se kterou se lze nejčastěji setkat jako s původcem posklizňových chorob v suchých oblastech je *Trichothecium roseum* (Niu et al., 2016). Patogen má široké spektrum hostitelů, dokáže infikovat nejen zeleninu a další polní plodiny, ale i lesní dřeviny (Lombarda et al., 2016).

Napadená úroda je porostlá bílým až růžovým myceliem. K rozmnožování používá konidie, které se uvolňují z konidioforů a jsou nadále přenášeny vzduchem či půdou. Vhodná teplota pro rozvoj mycelia je v rozmezí 20–25 °C. Houba preferuje půdní pH 5,5–7,5. K rychlejšímu růstu patogenu napomáhá i vzdušná vlhkost nad 80 % (Magan & Olsen, 2004).

Jako doporučená ochrana se uvádí využívání certifikovaného zdravého osiva a sadby. Dále se klade důraz na desinfekci pracovních pomůcek před sklizní. Z chemických fungicidů jsou vhodné látky na bázi pyraclostrobinu a azoxystrobinu (Capinera, 2020), ale kvůli omezení používání těchto látek v dalších letech je nutné vyhledávat jiné alternativy ochrany před patogenem *Trichothecium roseum*.

### **3.2.1.2. Basidiomycota**

*Basidiomycota* česky zvané stopkovýtusné houby ke své reprodukci využívají pohlavní typ rozmnožování pomocí výtrusů, které se jmenují basidiospory. Basidiospory se kumulují na basidiu. Plodnice hub jsou masivní a jejich životní strategie spočívá v saprofytickém způsobu napadení kořenů, dřeva či kmenů stromů. Mezi *basidiomycota* patří také významné fytopatogeny jako jsou rzi a sněti (Agrios, 2005).

#### **3.2.1.2.1. Roseograndinia sp.**

Taxonomie dle National Center for Biotechnology Information (2023).

Doména: *Eukaryota*

Říše: *Fungi*

Podříše: *Dikarya*

Oddělení: *Basidiomycota*

Pododdělení: *Agaricomycotina*

Třída: *Agaricomycetes*

Řád: *Polyporales*

Čeleď: *Phanerochaetaceae*

Rod: *Roseograndinia* sp.

Tento typ fytopatogenního organismu není natolik rozšířený mezi patogeny, se kterými je možno se setkat na zelenině, a proto nebyl doposud dostatečně prozkoumán v této problematice. Na rostlině se vyznačuje charakteristickým růžovým hymenoforem, který ho odlišuje od jiných druhů, a ke svému růstu využívá dřevitá pletiva rostliny. Na rostlinných pletivech je možno shledat *Roseograndinia* sp. jako původce bílé hniloby. Metody ochrany nejsou doposud zjištěny (Buchanan & Hood, 1992).

### **3.2.1.3. *Mucoromycota***

*Mucoromycota* jsou zastoupena pouze třemi podkmeny, a to *Glomeromycotina*, *Mortierellomycotina* a *Mucoromycotina*. Na rozdíl od *Ascomycot* a *Basidiomycot* využívají ke svému životu arbuskulární mykorhizu. Houby se chovají jako saprofágové a jsou častými rostlinnými patogeny, kteří rozkládají odumírající rostlinná pletiva (Bonfante & Venice, 2020).

#### **3.2.1.3.1. *Mucor hiemalis***

Taxonomie dle National Center for Biotechnology Information (2023).

Doména: *Eukaryota*

Říše: *Fungi*

Podříše: *Dikarya*

Oddělení: *Mucoromycota*

Pododdělení: *Mucoromycotina*

Třída: *Mucoromycetes*

Řád: *Mucorales*

Podřád: *Mucorineae*

Čeleď: *Mucoraceae*

Rod: *Mucor*

Druh: *Mucor hiemalis*

*Mucor hiemalis* je zařazen mezi nejčastější zástupce ze svého rodu. Jedná se o půdní saprofytický patogen, který se objevuje ve všech oblastech světa, kde způsobuje vysoké ztráty hlavně při skladování (Yazdi et al., 2006).

V přírodě se lze setkat s *Mucor hiemalis* v podobě zygomycetických plodnic, které jsou kulovitého či válcovitého tvaru. Shluk plodnic modeluje vysoký šedý povlak na odumírajícím pletivu. V nepříznivých podmínkách přečkává patogen v zygosporách (Alexopoulos et al.,

1996). Pro růst mycelia houba vyžaduje spíše teplejší klima s vysokými vlhkostními podmínkami v půdě. Patogen pro rychlejší rozšíření požaduje půdy s vysokým obsahem organických látek a menším pH (Domsch et al., 1980).

Jako možnost ochrany před houbou *Mucor hiemalis* se doporučuje hlavně dodržení čistoty a desinfekce prostředí, kde jsou plodiny skladovány. K potlačení rozvoji houbového mycelia lze využít chemickou ochranu, ale kvůli snaze omezit využití látek chemické povahy skrze ochranu produktu před toxicitou pro člověka, se tato metoda nedoporučuje. Z dalších možných metod ochrany před patogenem je ozařování či pasterizace sklizených komodit (Robinson, 2014).



### 3.3. Esenciální oleje (EO)

#### 3.3.1. Charakteristika esenciálních olejů

Esenciální oleje jsou složeny ze směsí těkavých sloučenin, které je možné získat z celé nebo jen z části rostliny pomocí fyzikálních metod jako jsou destilace, extrakce pomocí rozpouštědel nebo za pomoci mikrovlnného záření (Franz & Novak, 2020). Využitelné látky mohou být produkovány rostlinou ve všech orgánech, které se nadále ukládají v dutinách, rostlinných kanálcích, sekrečních či epidermálních buňkách anebo v trichomech (Nakatsu et al., 2000). Esenciální oleje se nachází nejčastěji v kapalném stavu, kdy část z nich za pomoci vysokého tlaku těkají do prostředí v podobě páry (Bilia et al., 2014). Barva esenciálních olejů bývá čirá, výjimečně lehce zbarvená. Rozpustnost esenciálních olejů je možné dosáhnou pomocí organických rozpouštědel, které mají hustotu menší než voda, dále je možné esenciální oleje snadno rozpustit i v tucích (Nakatsu et al., 2000).

Esenciální oleje jsou zastoupeny přibližně 20–60 složkami, ve kterém se každý typ sloučeniny odlišuje i mírou koncentrace. Nejčastějším případem jsou esenciální oleje tvořeny ze tří hlavních látek, kde koncentrace jednotlivých sloučenin dosahuje 20–70 %, ostatní jsou zastoupeny pouze ve stopovém množství (Bilia et al., 2014). Dominantní sloučeniny vznikají ze tří drah biosyntetickými jevy. První dráha určená k získání seskviterpenů je mevalonátová, pro dráhy směřující k mono a diterpenům je určena trasa methyl-erythritolová, aby bylo dosaženo fenypropenolů, je nutno zvolit dráhu šikimové kyseliny (Franz & Novak, 2020). Všechny skupiny jsou svou podstatou odlišné, ale patří společně mezi fenolické sloučeniny (Nieto, 2017). Příkladem lze uvést monoterpenické fenoly jako thymol a karvakrol, které mají za práci ukládat volné radikály zpět do neutrálního stavu a zastávají významnou roli v rozkládání peroxidů (Burt, 2004). U esenciálních olejů nemusí být nutně nadřazeny terpenické látky, občas to mohou být mastné kyseliny, deriváty síry nebo oxidy (Nakatsu et al., 2000).

Význam produkce esenciálních látek může být pro jednotlivé rostliny odlišný. V nejčastějších případech jsou využívány jako metoda ochrany před houbovými či virovými patogeny. Rostlina se esenciálními oleji chrání také proti konkurujícím plevelům anebo škodlivému hmyzu. Ve prospěch svého fitness můžou esenciální oleje využít jako lákadlo na opylovače, kteří pomáhají nejen k opylení, ale taky rozšíření semen rostlin do okolí (Raybaudi-Massilia et al., 2009).

Používání esenciálních olejů se využívá i ke spotřebním účelům v okruzích parfumerie, sanitárních a kosmetických prostředcích, v zemědělství, farmacie a gastronomie. Ze 3000

doposud známých druhů esenciálních olejů je pro takovéto oblasti účelně využito pouze 300 zástupců (Burt, 2004).

### 3.3.2. Získávání esenciálních olejů

Metod, jak získat esenciální olej z rostlin, se využívá mnoho. Způsoby extrakce jsou závislé na typu a druhu rostliny. Dalším důležitým faktorem je část rostliny a její stav, jaký je k extrakci předložen. Typologie extrahování spadá jako jedno z hlavních hledisek k posouzení jakosti esenciálního oleje. Pokud jsou využity k získání esenciálních olejů nevhodné postupy extrakce, může dojít k jeho znehodnocení skrze změnu biologické struktury a dalších strukturálních vlastností, a proto je doporučena dřívější studie pro postup extrakce (Tongnuanchan & Benjakul, 2014).

### 3.3.3. Zástupci esenciálních olejů

#### 3.3.3.1. Apiaceae

Čeleď *Apiaceae* je známá jako jedna z nejstarších a nejdůležitějších čeledí kvetoucích rostlin. Značné zastoupení v podobě kmínu kořeného (*Carum carvi*), fenyklu obecného (*Foeniculum vulgare*), koriandru setého (*Coriandrum sativum*), anýzu vonného (*Pimpinella anisum*), kopru vonného (*Anethum graveolens*), mrkve obecné (*Daucus carota*) a dalších ji řadí ve světovém měřítku jako nejvíce pěstovanou čeleď. Semena z těchto plodin jsou důležitým zdrojem účinných látek, které jsou u rostlin vyhledávány. Jako produkt se uvádí na trh v nízkokalorických doplňcích stravy s vysokým obsahem bílkovin, vlákniny a sacharidů. Ze semen se dají také získat oleje. Esenciální oleje rostlina využívá jako obranu proti škodlivým organismům. EO získány ze zástupců čeledě *Apiaceae* jsou složeny z polyfenolických sloučenin, a to především z flavonoidů, taninů a fenolických kyselin (Sayed-Ahmad et al., 2017).

##### 3.3.3.1.1. *Anethum graveolens*

Rostlina kopru vonného je žlutě zbarvená jednoletá bylina, která dorůstá až do 120 cm. Hlavní účel pěstování plodiny je skrze její aromatické listy a semena. Produkce kopru je největší v Indii a Pákistánu. Listy kopru jsou sklizeny před květem, které jsou následně doporučeny usušit a uchovávat v chladu. Na výrobu esenciálního oleje je nutno kopr sklízet mechanicky v době kvetení anebo těsně po odkvětu, jelikož byla dokázána nejvyšší hodnota významných silic právě v tomto stádiu. Následně se kopr nechá na den zavadnout a nastává

extrakce pomocí destilační kolony. Zavadnutí má pozitivní vliv na zvýšení obsahu insekticidních látek jako je například karvakrol. U destilace oleje ze semen se nejdříve semena rozdrťí, nechají projít horkou párou, promývají vodou a poté se teprve provádí destilace. Výtěžek oleje z listů se pohybuje v hodnotách 0,3–0,6 % a ze semen mezi 2–4 %. Koprový charakter způsobuje silice  $\alpha$ -phellandren, která společně s karvonem a limonem udává 90 % z celkového esenciálního oleje (Small, 2006). Účinnost oleje ze semen kopru potvrzují ve studii Tian et al. (2012) jako možnost ekologického antifungálního prostředku proti rodu *Aspergillus*. Esenciální olej z kopru svou antimykotickou aktivitou mění morfologické vlastnosti rodu *Aspergillus* a mohla by být vhodným prostředkem v metodách ochrany rostlin i u jiných zástupců patogenních hub.

#### **3.3.3.1.2. *Carum carvi***

Kmín kořený je zařazen mezi dvouleté byliny, dosahující výšky až 150 cm s bílým až nažloutlým květem. U kmínu se využívají pouze semena, která obsahují vysokou hodnotu karvonu. Plodina se nejčastěji pěstuje v podnebí mírného pásu, například v Evropě dominuje Nizozemí. Sklizeň je směřována na období, kdy semena začínají hnědnout. Před uskladněním se musí semena nechat důkladně vyschnout. Lisováním lze dosáhnout esenciálního oleje, který obsahuje až 50–60 % karvonu. Karvon společně s limonem jsou metabolity, které u kmínu kořeného převažují. Přispět k navýšení obsahu karvonu lze pomocí sklizně v teplém a suchém období (Small, 2006). Využití fungicidní a insekticidní aktivity se esenciální olej z kmínu kořeného aplikuje v Indii jako ochrana proti škůdcům ve skladech a houbovým patogenům, a to především proti rodům *Penicillium* a *Fusarium* (Pavela, 2020).

#### **3.3.3.1.3. *Coriandrum sativum***

Koriandr setý je popisován jako aromatická bíle kvetoucí jednoletá bylina, která dokáže vyrůst do 90 cm. Vyšší obsah silic v semenech koriandru lze zpozorovat u druhů s menšími plody nežli u typů velkoplodých. Semena se k průmyslovému využití drťí, aby výraznost silice byla co nejvyšší. Největšími producenty koriandru jsou Indie, Maroko, Pákistán, Rusko a Rumunsko. Semena jsou sklizena v čase, kdy je polovina rostlin zralá. Pozdní sklizeň znehodnocuje obsah využitelných silic. Před uskladněním se semena vysouší na minimum obsahu vody. Specifické aroma pro koriandr udává d-linalol, který je zastoupen v 45–70 %. Esenciální oleje se získávají pomocí vodní destilace. Z koriandrových semen lze získat 0,3–1,7 % výtěžek EO (Small, 2006). V publikaci Singh et al. (2006) zdůrazňují, že je esenciální olej z

koriandru vysoce účinný proti růstu hub *Curvularia palliscens*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium moniliforme* a *Aspergillus terreus*.

#### **3.3.3.1.4. *Daucus carota***

Mrkev obecná je další ze zástupců z čeledi *Apiaceae*. V České republice se tato plodina řadí mezi kořenovou zeleninu, u které lze využít celou rostlinu. Produkce převažuje v oblastech mírného pásu Evropy, západní Asie a Afriky (Alves-Silva et al., 2016). Mrkev se pěstuje ve vztahu k získávání esenciálních olejů hlavně skrze antibakteriální a antifungální aktivitu (Tavares et al., 2008). Nejčastěji zastoupenými skupinami sloučenin v mrkvovém EO jsou monoterpeny nebo seskviterpeny, které lze získat parní destilací z listů, stonku anebo květů. Výše obsahu silice může výrazně ovlivnit geografický původ, ale také část rostliny nebo stádium vývoje (Maxia et al., 2009).

#### **3.3.3.1.5. *Foeniculum vulgare***

Bylina zvaná fenykl obecný se pěstuje jako dvouletá, ale patří mezi vytrvalé. Květy fenyklu jsou žluté a dorůstá výšek až do 2 m. Využívají se především listy a semena. V celosvětovém měřítku se fenykl pěstuje buď v Asii nebo Evropě. V době zralosti jsou sklizeny první okolíky, ze kterých jsou vymláčeny semena, která se na sítěch nechávají vysušit. U skladování se doporučuje dát přednost hlubokému zamražení, před skladováním v suchu. Semena z fenyklu obsahují okolo 3,5 % silic. Dominantní silice jsou trans-anethol (50–60 %) a fenchon (10–12 %). Rostlinná silice anetol je charakteristická pro fenykl obecný (Small, 2006). U esenciálního oleje z fenyklu obecného byl dokázán účinek inhibující rody *Aspergillus* a *Penicillium* (Shukla & Tripathi, 1987).

#### **3.3.3.1.6. *Pimpinella anisum***

Bělavě až žlutě kvetoucí anýz vonný dorůstá výšky do 90 cm. Výrazně aromatická semena společně s listy se využívají jako jediné části z rostliny. V Evropě se o pěstování anýzu zajímají především země z jihu, v Africe naopak ze severní části. Rostliny se sklízí ještě dokud jsou semena zelená a poté se na hromadě s ostatními nechávají dozrát. Pomocí mláčení jsou semena oddělena od rostliny a čistá semena jsou následně promyta a usušena k dalšímu použití. Esenciální olej se získává pomocí parní destilace. Semena obsahují 1,5–4 % oleje. Převažující látky jsou anethol (80–90 %) a chavikol (10–15 %) (Small, 2006). Sharifi et al. (2008) ve svém výzkumu dokazují antifungální účinek proti rodu *Aspergillus nigerale*. Díky svým inhibičním

aktivitám lze předpokládat, že by esenciální olej z anýzu vonného mohl mít využití i v boji proti dalším houbovým patogenům.

### **3.3.3.2. Asteraceae**

Velmi obsáhlou čeledí je *Asteraceae* kvůli své početnosti až 2 500 druhů. Do čeledi je zařazena například z čekanka obecná (*Cichorium intybus*), smetánka lékařská (*Taraxacum officinale*), ale i pelyněk kozalec (*Artemisia dracunculus*), heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla*) a další aromaticky výrazné byliny. Svou rozmanitostí lze pěstovat každou z rostlin této čeledě za jiným účelem, někdy se pěstuje pro listovou plochu, jindy jsou významné kořeny či květy. *Asteraceae* jsou významné jako zdroj inulinu či přírodních probiotik. Antioxidační, protizánětlivá či antimikrobiální činnost jsou dalšími z předností této čeledi. Účinky esenciálních olejů extrahované ze zástupců této čeledě lze připisovat polyfenolům, fenolickým sloučeninám, flavonoidům a triterpenům. Poznat je lze také skrze hořkou chuť charakteristickou pro většinu druhů z *Asteraceae*, která je díky sekundárním metabolitům tvořených seskviterpenovými laktony natolik výrazná (Rolnik & Olas, 2021).

#### **3.3.3.2.1. *Artemisia dracunculus***

Tato bylina v České republice známá také jako pelyněk kozalec, kvete nazelenale až žlutě a dorůstá do výšky 120 cm. Domorodá oblast pro pelyněk je Rusko, kde se i nejvíce pěstuje, dále také i Francie a Německo. Pro extrakci se využívají listy pelyňku, které se sklízí na dvě úrody, poté se suší při tlumeném světle maximálně 2 minuty, aby neztratily své původní vlastnosti. Následně se listy rozemelou a uchovávají se ve vzduchotěsných obalech. Za pomoci vodní destilace je možno získat 1–2 % rostlinného oleje. Nejvýraznější zástupci sekundárních metabolitů jsou methylchavicol (60–75 %) a anethol (10 %) ve francouzském pelyňku, naopak v ruském pelyňku převažuje sabinen, methyleugenol a elemicin. Pozoruhodnou látkou obsaženou v listech pelyňku je rutin, který vykazuje protizánětlivé účinky (Small, 2006). Badea & Delian (2004) zjistili, že esenciální olej z *Artemisia dracunculus* je vysoce účinný jako ochrana proti posklizňové chorobě zvané bíla hniloba, která je způsobená patogenem *Sclerotinia sclerotiorum*.

### **3.3.3.3. Lamiaceae**

Rostlinná čeleď *Lamiaceae* česky zvaná hluchavkovité podle dvojlaločné koruny květů je zastoupena 7000 druhy a podřazena 240 rody. Díky své pestrosti v morfologických znacích

patří do *Lamiaceae* jak byliny, tak i keře a dřeviny. Hluchavkovité se pěstují hlavně za účelem výroby esenciálních olejů, které vykazují antimykotické, insekticidní, antivirové účinky. Výraznými zástupci jsou rody *Mentha*, *Ocimum*, *Salvia*, *Cledodendrum*, *Plectrathus* pro průmyslové využití v kosmetice. Druhy s vynikající produkcí sekundárních metabolitů s biologicky aktivními látkami využitelnými v medicíně a fytopatologii jsou zástupci rodů *Thymus*, ale i druhy *Lavandula angustifolia*, *Ocimum basilicum*, *Origanum majorana*, *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Satureja Montana* a *Ziziphora tenuior* (da Silva et al., 2021).

#### **3.3.3.3.1. *Ocimum basilicum***

Jednoletá trvalka bazalka pravá s výškou maximálně 60 cm se nejčastěji pěstuje v Evropě, Kalifornii a v severní Africe. Pokud je bazalka vysazena na poli, tak se nejčastěji sklízí za pomoci žacích strojů. První sklizeň je provedena těsně před plným květem za ideálních podmínek suchého a horkého dne. Pro komerční využití se používají listy rostliny, které se následně nechají vysušit. K výrobě esenciálního oleje se bazalka pravá seká těsně u země, pak je rostlina zanechána zbavit se vody a k následné extrakci je využita destilace vodní parou z květů nebo z celých stonků rostliny. Existuje pět různých kombinací, ze kterých se esenciální olej z bazalky pravé může skládat a to: geraniol (40–50 %) + eugenol (20–30 %); eugenol (20–40 %); kamfor (10–15 %); methylcinnamat (60–65 %); geraniol (20–30 %) + linalol (30–35 %) + eugenol (20–30 %) (Small, 2006). Piyo et al. (2009) dokazují schopnost esenciálního oleje z bazalky pravé inhibovat patogeny *Alternaria brassicicola*, *Aspergillus flavus*, *Bipolaris oryzae*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum*, *Pyricularia arisea*.

#### **3.3.3.3.2. *Origanum majorana***

Vysoká až 60 cm keřovitá trvalka majoránka zahradní kvete bílými až narůžovělými květy a má lehce zbarvený stonek do červena. Největší oblibu si majoránka našla na západě Evropy, Jižní Americe a ve Spojených státech. Rostlina se sklízí těsně nad zemí, kdy následně listy a stonky se nechají usušit a uskladnit. Procesem sušení se intenzita vůně majoránky výrazně zvyšuje, a proto se nejčastěji uskladňuje v podobě usušené byliny. Esenciální olej z majoránky se získává ze stonků pomocí destilace, ve které lze získat maximální výtěžek okolo 1 %. Mezi hlavní sloučeniny, které popisují tento EO jsou cis-sabinin hydrát a terpinen-r-ol (Small, 2006). Esenciální olej z majoránky byl využit ve výzkumu Mohameda et al. (2020), kde se podařilo zjistit vysoká inhibice růstu patogenních hub *Fusarium graminearum*, *Fusarium*

*verticilliodies*, *Bipolaris oryzae* a *Curvularia lunata*. Lze předpokládat výskyt antimykotických vlastností i u jiných fytopatogenních rodů.

#### **3.3.3.3. *Origanum vulgare***

Trvalka patřící mezi dřeviny dobromysl obecná dorůstá až jednoho metru. Květy jsou zbarveny červeně, bíle nebo růžově. Pěstování této plodiny je oblibou Jihoevropanů, a to hlavně v Itálii a Řecku. První sklizeň se doporučuje před rozvinutí květů, kdy se sklízí listy společně s jemnými stonky. Důkladné následné vysušení zajišťuje dlouhou trvanlivost. Charakterem esenciálního oleje z majoránky je vysoké zastoupení karvakrolu. Pěstuje se nejčastější poddruh *hirtum*, který obsahuje 60–80 % karvakrolu a druhý poddruh *viride* obsahuje naopak vysoký poměr thymolu, a to víc než 50 % (Small, 2006). Pomocí esenciálního oleje z *Origanum vulgare* se vědcům Hou et al. (2020) podařila dokázat úplná inhibice růstu *Botrytis cinerea*. Lze očekávat další antimykotické vlastnosti pomocí tohoto oleje i u jiných patogenů.

#### **3.3.3.4. *Rosmarinus officinalis***

Rozmarýna lékařská je vždyzelená trvalka, která se vyznačuje bleděmodrými nebo fialovomodrými květy. Výška této keřovité rostliny může dosahovat až ke dvou metrům. Sběr trvalky v přírodě převažuje nad jejím samostatným pěstováním, a to zejména v zemích okolo Středomoří. Pro získání esenciálního oleje se používají listy a kvetoucí výhonky, které se sbírají po celý rok. Nejvhodnější způsob, jak extrahovat EO z rozmarýny jsou pomocí parní destilace, kdy lze dosáhnout výnosu okolo 0,1 %. Převládajícími látkami jsou cineol (27–30 %), borneol (16–20 %). Kafr (10 %) a bornylacetát (2–7 %) (Small, 2006). Esenciální olej extrahován z rozmarýny lékařské se projevuje vysokou inhibicí v růstu *Fusarium verticillioides* (da Silva Bomfim et al., 2015).

#### **3.3.3.5. *Salvia officinalis***

Pod českým názvem šalvěj lékařská se ukrývá plazivý polokeř dorůstající 80 cm s nachovými někdy narůžovělými až bílými květy. Dle jejího nejvíce rozšířeného kultivaru „Dalmánská“ je značné, že největší pěstební oblastí je Dalmácie, dále také Itálie, Turecko a Řecko. Sklizeň probíhá před kvetením ručním sběrem listů anebo mechanicky pomocí žacích strojů nejlépe během odpoledních hodin, kdy jsou silice v rostlině zastoupeny nejvíce. Poté se sklizené listy promývá, vysouší na 12% vlhkost a ihned se poté nabízí k prodeji nebo se spotřebuje. Ze sklizené šalvěje lékařské se extrahuje parní destilací až 2,5% výtěžek. Nejvíce

zastoupenými látkami jsou  $\alpha$ - a  $\beta$ -thujón (40–60 %), 1,8-cineol (5–15 %), borneol (až 16 %) a kafr (3–35 %) (Small, 2006). Rus et al. (2015) ve své práci publikují, že esenciální olej ze šalvěje lékařské se dá použít jako vhodná obrana proti patogenům *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. nebo *Penicillium* sp..

#### **3.3.3.3.6. *Satureja montana***

Saturejka horská je zařazena mezi vytrvalé keře se zakrslou výškou do 40 cm. Ekonomicky není natolik významná pro zemědělské pěstování, ale místa, kde se s ní lze setkat jsou v jižní Evropě, severní Africe nebo například v Turecku. V rámci sklizně jsou zpracovány celé rostliny, které se sbírají před květem a následně vysouší na sušičkách. Pro vysoký obsah silice se doporučuje sběr pouze špiček plodiny. Pro extrakci jsou využity mimo kvetoucích natí i listy, aby bylo možno dosáhnout na výtěžek okolo 0,1–0,2 %. Panující sloučeninou je karvakrol, který u planých rostlin dosahuje až 40 % a u pěstovaných až 65% zastoupení. Další dominantou je thymol, u kterého se jeho výše obsahu mění podle typu odrůdy. Thymol a karvakrol jsou známé svou antifungální a insekticidní aktivitou, lze tedy předpokládat u esenciálního oleje ze saturejky horské stejnou vlastnost (Small, 2006).

#### **3.3.3.3.7. *Thymus serpyllum***

Mateřídouška úzkolistá je vytrvalá výrazně aromatická bylina, která se pěstuje hlavně v Evropě, severní Africe a v Americe. Kvete fialově až bledě růžově a dorůstá 30 cm. Pro získání esenciálního oleje se využívají kvetoucí natě extrahující se pomocí parní destilace. Sloučeniny, které u mateřídouškového esenciálního oleje vynikají, jsou thymol, cymen, linalol, karvakrol, borneol, terpineol a další (Nováková a Šedivý, 1996). Thymol společně s karvakrolem vykazují biologickou aktivitu proti růstu některých hub, a tak lze předpokládat stejný efekt i u esenciálního oleje z mateřídoušky. Podle odhadů se procentuální zastoupení thymolu v mateřídoušce pohybuje v rozmezí 20–54 %, což je ovlivněno různými faktory, jako jsou podmínky růstu rostliny, sezóna a místo pěstování (Small, 2006).

#### **3.3.3.3.8. *Thymus vulgaris***

Až 50 cm vysoký polokeř tymiánu obecného kvete bledě fialovo-růžovou barvou. Tymián obecný se pěstuje hlavně v evropských státech, a to ve Francii, Španělsku, Řecku a Portugalsku. Sklizeň je prováděna během kvetení, kdy se sbírají jen kvetoucí natě. Následně se rostlina usuší a procesem parní destilace lze získat až 1% výtěžek silice. Nejvíce zastoupený



thymol (50 %) je charakteristikou sloučeninou pro tymián obecný (Small, 2006). Thymol se používá jako konzervační látka proti růstu nežádoucích hub. Vykazuje také účinky proti bakteriím rodu *Salmonella* a *Staphylococcus* (Morton & Zallinger, 1976).

#### **3.3.3.4. Lauraceae**

S čeledi *Lauraceae* se lze nejčastěji setkat v teplejších podmínkách subtropů a tropů. Z pohledu taxonomického zde patří přes 2500 druhů (de Gonçalves et al., 2018). Početnou skupinu z čeledi *Lauraceae* zastupuje koření, které se vyznačuje vysokou biologickou aktivitou. Jako příklad lze uvést indonéskou skořici (*Cinnamomum burmannii*), skořicovník pravý (*Cinnamomum verum*), vavřín kubébový (*Litsea cubeba*) a vavřín pravý (*Laurus nobilis*) (Wang et al., 2019). K získávání rostlinných esenciálních olejů se využívá parní destilace, u které je extrahována celá rostlina, nebo části rostlin, což už je závislé na jednotlivých druzích plodiny. Hlavní složkou esenciálních olejů z čeledi *Lauraceae* jsou terpeny (Damasceno et al., 2019).

##### **3.3.3.4.1. *Laurus nobilis***

Vavřín pravý řadíme mezi stromy nebo keře, které jsou stálezelené a dorůstají i výšky okolo 20 m. Během jarního období dubna a května kvete bělavými kvítky, které mohou být lehce zbarveny do zelena nebo do žluta. Největší vývoz této komodity v podobě listu je z Turecka nebo Řecka. Listy jsou sklizeny ručním sběrem za časných ranních hodin a přetrvává po celý rok. U procesu sušení se skrže zamezení ztrát nadměrných hodnot rostlinné silice nedoporučuje zbavovat listy vody pomocí přímého slunečního záření, a proto se upřednostňuje vysoušení listů ve stínu. Rostlinný EO lze získat pomocí parní destilace a extrahovat až do výtěžku 3 %, kdy nejvyšších hodnot silic v listech vavřínu dosahuje během léta. Dominantním zastoupením silic získaného z vavřínu pravého je 1,8-cineol (až 70 %) dále také i eugenol, L-linalol a další. Esenciální olej získaný z bobulí dosahuje maximálně 1% výtěžku, kde se složení esenciálního oleje shoduje jako u listů (Small, 2006). U esenciálního oleje byly zjištěny jak fungicidní, tak i baktericidní účinky (Duke & Ayensu, 1985).

#### **3.3.3.5. Piperaceae**

Do čeledi *Piperaceae* řadíme velké spektrum typů rostlin od lián, keřů, bylin až po stromy. V tropických oblastech lze spatřit až 3000 zástupců z 5 různých rodů. Nejznámějším druhem, dle kterého byla i pojmenována tato čeleď se nazývá pepřovník černý (*Piper nigrum*).

Sekundární metabolity u čeledi *Piperaceae* převažují v podobě fenylalaninů, kdy v esenciálních olejích převažují látky terpenické (Tebbs, 1993).

#### **3.3.3.5.1. *Piper nigrum***

Kvetoucí popínavá trvalka pepřovník černý je zařazena mezi dřeviny. Maximální výška této pnoucí rostliny je až 4 metry (Damanhoury & Ahmad, 2014). Pepřovník se nejvíce pěstuje v tropických oblastech. Esenciální olej se získává pomocí parovodní destilace, u které se extrahují sušené nezralé plody pepřovníku (Nováková a Šedivý, 1996). Plod pepřovníku obsahuje biologicky aktivní složku zvanou piperin, která se využívá jak v gastronomii, tak i ve farmacii. Ve fytopatologii se využívá piperin také jako insekticid anebo larvicid (Ahmad et al., 2012). Další látky, které převažují v esenciálních olejích z pepřovníku jsou monoterpeny jako například  $\alpha$ -pinen, karenen, cymol a další (Nováková a Šedivý, 1996). U pepřovníku černého je nutno se spolehnout spíše na jeho insekticidní vlastnosti, které jsou prokázány proti mnoha skladištním škůdcům. V boji proti původcům houbových chorob byla prokázána inhibice proti druhům *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Phytophthora infestans* (Pavela, 2020).

#### **3.3.3.6. Poaceae**

Čeleď zvanou *Poaceae* lze do češtiny volně přeložit jako trávy a trávám podobné rostliny. Objevuje se zde až 10 000 různých druhů seřazených až do 750 rodů. Při získávání esenciálních olejů je nejvíce zaměřeno na aromaticky výrazné trávy, a to voňatku citronovou známá i pod názvem citronová tráva (*Cymbopogon citratus*) a voňatku jávskou, kterou je možno častěji slyšet pod pojmem citronela (*Cymbopogon winterianus*). Tyto traviny jsou svou výraznou vůní využívány jako insekticidy. EO z čeledě *Poaceae* se extrahuje z čerstvých a polosuchých listů pomocí parní destilace (Watson, 1990).

##### **3.3.3.6.1. *Cymbopogon citratus***

Voňatka citronová je popisována jako vytrvalá tropická travina dosahující až 150 cm. Výrazně aromatické jsou všechny části rostliny. Hlavní účel pěstování je pro gastronomii nebo jako zdroj esenciálního oleje. Zemědělce pěstující tuto travinu lze najít v oblastech jižní a východní Asie, západní Afriky, Brazílie nebo také Indie. V prvním roce se citronová tráva sklízí třikrát ročně, v následujících letech dochází ke sběru až 5krát za rok. Listy, které se sbírají pro získání EO je doporučeno trhat z vnitřní části trsu, protože listy blízko u země svůj vysoký obsah silic ztrácí. Následné sušení zaviní další ztrátu obsahu silic, proto výtěžek dosahuje 0,2–

0,4 %. Hlavní složkou esenciálního oleje z voňatky citronové je citral, který převažuje v konkurenci 65–85% zastoupením. Výraznost terpenu citral je využita jako repelent proti hmyzu (Small, 2006). Dle studie Raveau et al. (2020) byla dokázána antifungální účinnost pomocí esenciálního oleje z citronové trávy proti *Colletotrichum gloeosporioides* a *Aspergillus* sp., naopak méně inhiboval *Fusarium oxysporum*.

#### **3.3.3.6.2. *Cymbopogon winterianus***

Voňatka jávská je zařazena stejně jako voňatka citronová do vytrvalých tropických rostlin. Na úpatí rostliny je zbarvena do fialova a výškou lehce přerůstá citronovou travu na hodnotu až 2 metrů. Nejvýraznější producenti se vyskytují v Asii, Africe a Americe. Pro EO je důležitý sběr listů, ve kterých se nachází její největší kumulace z celé rostliny. Dominantními látkami v esenciálním oleji z voňatky jávské jsou citronellal, geraniol a citronellol. Své využití si najde jak v boji proti houbovým a bakteriálním patogenům, ale také proti hmyzím škůdcům (Wany et al., 2013).

#### **3.3.3.7. Zingiberaceae**

Čeleď *Zingiberaceae* se skládá ze dvou dalších podčeledí, a to *Zingiberoideae* a *Costoideae*, které se dohromady skládají z 52 rodů a 1 400 druhových zástupců, ale pouze 100 druhů se řadí pod rod *Zingiber*. Plodina si našla největší oblibu pěstování v Indii a Číně. Pro nás nejzajímavější ze zástupců této čeledě je zázvor lékařský (*Zingiber officinale*), skrze své účinky využitelné jak ve farmacii, tak i v gastronomii (Jain & Prakash, 1995).

##### **3.3.3.7.1. *Zingiber officinale***

Zázvor lékařský je známý tím, že roste z oddenku, který je velmi mohutný a plazí se. Tato plodina patří mezi víceleté byliny, které jsou schopné dorůst až 150 cm. Největším vývozcem zázvoru do světa je Indie, ale také Karibik, západní Afrika a další asijské státy jako například Čína a Japonsko. Oddenky zázvoru, které jsou prioritou pěstování, se sklízí 7 měsíců od vysazení, dále se odříznutý oddenek hned omývá a pokud nedojde k okamžité spotřebě, tak se ponechá 1–2 dny vysušit ve stínu. Při uskladnění se doporučuje zabalit do igelitového sáčku a poté dát do lednice. Pro získání esenciálního oleje se využívá také oddenek zázvoru, ze kterého parní destilací lze získat 1–3% silici. Typickou metabolicky aktivní látkou pro zázvor je zingeron, shagaol a gingerol (Small, 2006). Esenciální oleje získané ze zázvoru lékařského dle Radice et al. (2022) vykazují potenciál v inhibici růstu fytopatogenních hub rodu *Fusarium*.

## 4. Materiály a metody

### 4.1. Úvodní charakteristika

Pro celý výzkum byly využity prostory České zemědělské univerzity v Praze na Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, konkrétně v prostředí katedry ochrany rostlin. Během provádění výzkumu byly zachovány podmínky, které si jednotlivé části bádání vyžadovaly. Hygiena práce v laboratoři a pravidla práce v mikrobiologické laboratoři byly taktéž dodrženy. Celý výzkum byl proveden *in vitro* testováním metodou otrávených ploten na médiu PDA v Petriho miskách.

### 4.2. Příprava živného media

#### PDA (Potato dextrose agar)

Aby byla zajištěna dobrá kultivace a aby byly dodrženy vhodné podmínky pro růst fytopatogenních hub, tak byly pokusy prováděny na živném médiu typu PDA (Potato dextrose agar).

Pomůcky, které byly využity pro zadělání agarů jsou:

Odměrný válec o objemu 1000 ml, plastová lžička, váženka, Erlenmayerovy baňky o objemu 500 ml, alobal, Petriho misky, parafilm

Přístroje:

Digitální váha, autokláv, biohazard box

Materiál:

Potato dextrose agar (PDA) firmy „Himedia M096-500G“, destilovaná voda

Postup:

Na přípravu podkladového media se řídilo příručkou, která doporučuje stanovené dávkování ve tvaru 39 g PDA, které se rozmíchá v 1 l destilované vody. Pro výzkum byla přepočtena tato rovnice na 300 ml destilované vody, která byla namíchána s 11,7 g potato dextrose agaru. Byly připraveny 500 ml Erlenmayerovy baňky, kde bylo nasypáno již zmíněné množství 11,7 g PDA a do této dávky bylo přilito 300 ml destilované vody. Pomocí krouživého pohybu baňkou byla směs rozmíchána. Následně byla Erlenmayerova baňka uzavřena alobalem, aby nevznikla případná kontaminace média. Takto uzavřená baňka bylo uložena do autoklávu a nechala se autoklávovat při 121 °C po dobu 30 minut.

Po dokončení sterilizace byla baňka přesunuta do biohazard boxu, kde se roztok nechal vychladnout na teplotu cca 50°C a uchoval se k dalšímu použití.

## **DMSO (Dimethylsulfoxid)**

Dimethylsulfoxid se využívá jako látka, která napomáhá k rozpouštění olejnatých přípravků a následnému rozptýlení ve vodě.

### Pomůcky:

Odstředivé zkumavky o objemu 50 ml typu Falcon, automatická pipeta se špičkami

### Přístroje:

Třepačka typu Vortex

### Materiál:

Dimethylsulfoxide (DMSO) firmy „Sigma-Adrich produkt D8418“, destilovaná voda

### Postup:

Na přípravu DMSO k dalšímu použití bylo pipetou odměřeno z lahvičky DMSO 600 µl látky a spolu s 15 ml destilované vody přepipetováno do odstředivé zkumavky, která se následně nechala promíchat přiložením na třepačku do doby úplného rozpuštění. Stanovený objem byl ponechán k dalším pokusům v laboratorních podmínkách.

## **TWEEN**

Jako vhodná aditiva k rozpouštění olejnatých látek jsou také sloučeniny ze skupiny TWEEN (Polysorbáty).

### Pomůcky:

Odstředivé zkumavky o objemu 50 ml typu Falcon, automatická pipeta se špičkami

### Přístroje:

Třepačka typu Vortex

### Materiál:

TWEEN 20 (Polyoxyethylene-20-sorbitan monolaurate), TWEEN 40 (polyoxyethylen-40-sorbitan monopalmitát), TWEEN 80 (Polyoxyethylen-80-sorbitanmonooleát).

### Postup:

Pro další stanovení bylo nutné připravit i přesně naměřené polysorbáty. Roztok, od kterého se odvíjely další pokusy byl vyroben tak, že bylo do odstředivé zkumavky napipetováno

15 ml destilované vody a poté k ní bylo přidáno pomocí pipety i 600 µl látky ze skupiny TWEEN. Takto vzniklá suspenze byla protřepávána střídavě mechanicky a pomocí třepačky (frekvence kmitu max 2000 min<sup>-1</sup>), dokud nebyl získán homogenní roztok. Takto připravené zkumavky byly ponechány k dalšímu výzkumu.

### 4.3. Esenciální oleje

Pro výzkum byly vybrány vzorky esenciálních olejů firmy M + H, Saloos naturcosmetic s.r.o. (dále jako Saloos<sup>®</sup>) a výjimečně firmy Sigma-Adrich (dále jako Sigma<sup>®</sup>). Jednotlivé esenciální oleje byly vybrány na základě kompatibility chutí a vůní se zeleninou. Firma Saloos<sup>®</sup> i Sigma<sup>®</sup> pro získávání esenciálních olejů preferují metodu lisování rostlinných částí za studena a následnou parní destilaci. Nomenklatura byla sjednocena dle Klíče ke květeně ČR.

#### Tabulka 1

Přehled esenciálních olejů

Zkratka pro testování	Rostlina pro EO	Latinský název	Firma
AG	Kopr vonný	<i>Anethum graveolens</i>	Saloos <sup>®</sup>
CK	Kmín kořený	<i>Carum carvi</i>	Saloos <sup>®</sup>
CS	Koriandr setý	<i>Coriandrum sativum</i>	Saloos <sup>®</sup>
DC	Mrkev obecná	<i>Daucus carota</i>	Saloos <sup>®</sup>
FV	Fenykl obecný	<i>Foeniculum vulgare</i>	Saloos <sup>®</sup>
PA	Anýz vonný	<i>Pimpinella anisum</i>	Saloos <sup>®</sup>
TaO	Pelyněk kozalec	<i>Artemisia dracunculus</i>	Sigma <sup>®</sup>
OB	Bazalka pravá	<i>Ocimum basilicum</i>	Saloos <sup>®</sup>
OM	Majoránka zahradní	<i>Origanum majorana</i>	Saloos <sup>®</sup>
OV	Dobromysl obecná	<i>Origanum vulgare</i>	Saloos <sup>®</sup>
RO	Rozmarýna lékařská	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Saloos <sup>®</sup>
SO	Šalvěj lékařská	<i>Salvia officinalis</i>	Saloos <sup>®</sup>
SM	Saturejka horská	<i>Satureja montana</i>	Saloos <sup>®</sup>
TS	Mateřídouška úzkolistá	<i>Thymus serpyllum</i>	Saloos <sup>®</sup>
TV	Tymián obecný	<i>Thymus vulgaris</i>	Saloos <sup>®</sup>
LN	Vavřík pravý	<i>Laurus nobilis</i>	Saloos <sup>®</sup>
PN	Pepřovník černý	<i>Piper nigrum</i>	Saloos <sup>®</sup>
CC	Voňatka citronová	<i>Cymbopogon citratus</i>	Sigma <sup>®</sup>
CW	Voňatka jávská	<i>Cymbopogon winterianus</i>	Saloos <sup>®</sup>
ZO	Zázvor lékařský	<i>Zingiber officinale</i>	Saloos <sup>®</sup>

Lisování rostlinných částí za studena a následná parní destilace jsou dvě základní metody extrakce rostlinných olejů. Obě metody jsou šetrné k přírodě, protože nevyžadují použití chemikálií nebo rozpouštědel. V kosmetickém a farmaceutickém průmyslu se využívají kvůli tomu, že udržují vysokou kvalitu a účinnost olejů.

Lisování za studena je proces, kdy jsou rostlinné části (například semena, plody nebo květy) umístěny mezi dvěma deskami a stlačeny, čímž se uvolňuje olej. Tato metoda je pojmenována studená, protože se používá nízký tlak a teplota, aby se minimalizovala oxidace oleje a udržela jeho kvalita. Lisování za studena se používá nejčastěji k extrakci olejů ze semen. Proces parní destilace je metoda získání esenciálního oleje, kdy se ohřeje voda a vzniklá pára extrahuje aromatické sloučeniny z rostlinných částí. Pára se poté ochladí a nechá se zkondenzovat zpět na kapalinu, kde se získaný olej oddělí. Tato metoda je nejrozšířenějším způsobem, jak získat esenciální olej z aromatických rostlin (Hoffmann, 2003).

#### 4.4. Izoláty fytopatogenních hub

Pro výzkum byly odizolovány a dále kultivovány následující fytopatogenní houby .

**Tabulka 2**

*Přehled izolátů fytopatogenních hub*

<b>Zkratka pro testování</b>	<b>Organismus</b>	<b>Původní inokulum</b>
<i>BC</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Tykev obecná ( <i>Cucurbita pepo</i> )
<i>BC1</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Hlávkové zelí ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )
<i>BC3</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Hlávkové zelí ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )
<i>BC5</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Hlávkové zelí ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )
<i>FO</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	Cibule kuchyňská ( <i>Allium cepa</i> )
<i>FP</i>	<i>Fusarium proliferatum</i>	Cibule kuchyňská ( <i>Allium cepa</i> )
<i>FT</i>	<i>Fusarium tricinctum</i>	Cibule kuchyňská ( <i>Allium cepa</i> )
<i>PCI</i>	<i>Penicillium</i> sp.	Hlávkové zelí ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )
<i>P3</i>	<i>Penicillium</i> sp.	Tykev obecná ( <i>Cucurbita pepo</i> )
<i>SS7</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Mrkev obecná ( <i>Daucus carota</i> )
<i>SS8</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Mrkev obecná ( <i>Daucus carota</i> )
<i>SS10</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Mrkev obecná ( <i>Daucus carota</i> )
<i>SS11</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Mrkev obecná ( <i>Daucus carota</i> )
<i>TR</i>	<i>Trichothecium roseum</i>	Tykev obecná ( <i>Cucurbita pepo</i> )
<i>R</i>	<i>Roseograndinia</i> sp.	Tykev obecná ( <i>Cucurbita pepo</i> )
<i>MH</i>	<i>Mucor hiemalis</i>	Mrkev obecná ( <i>Daucus carota</i> )

K dosažení většího spektra fytopatogenních hub byly izolovány patogeny z více druhů skladovaných komodit zelenin. Proces kultivace spočíval v tom, že byl nalezen napadený jedinec zeleniny, který byl přesunut do laboratorních podmínek. Pomocí skalpelu se v místě napadení provedl řez čtvercového tvaru o velikosti 1 cm, který byl přenesen na střed Petriho misky s PDA mediem. Petriho miska byla uzavřena parafilmem, aby nevznikla případná kontaminace a uskladnila se do podmínek vyhovujícím růstu patogenu. Po celou dobu výzkumu byly houby udržovány životaschopné přeočkováváním na nové Petriho misky. V případě

*Trichothecium roseum* byl patogen uchovávan v zkumavce s uzávěrem v podobě spor v teplotě -25 °C.

#### **4.5. Metoda otrávených ploten**

K celkovému testování byly zapotřebí sterilní podmínky v biohazard boxu. K posouzení vlivu na růst hub viz tabulka 2 byl hodnocen inhibiční účinek jednotlivých esenciálních olejů z tabulky 1.

##### Pomůcky:

Skalpel, korkovrt (9 mm), Petriho misky, parafilm, posuvné měřítko, pipeta, odstředivé zkumavky o objemu 50 ml typu Falcon

##### Přístroje:

Biohazard box, plynový kahan, třepačka typu Vortex, počítač (software Statistika 12.0, Microsoft Excel, Microsoft Word), mrazák

##### Materiál:

Erlenmayerova baňka s PDA mediem v tekutém stavu, patogenní houby viz tabulka 2, esenciální oleje viz tabulka 1, voda

##### Postup:

Jako první byly připraveny podklady pro živné medium viz kapitola 4.2.. Dalším krokem byla kultivace jednotlivých hub na PDA medium, které byly uchovány v dostatečném množství viz kapitola 4.4.. Poslední nutností k zahájení pokusu bylo namíchání vzorků esenciálního oleje s látkou (DMSO nebo TWEEN) podporující rozpustnost esenciálního oleje v agaru, a tedy i vyrovnanému rozptýlení po celé Petriho misce. Tímto procesem bylo zabráněno nerovnoměrnosti roztoku na přípravném mediu.

Prvním krokem metody otrávených ploten bylo ponechání vysterilizovaného PDA media vychladnout pod tekoucí vodou, aby nedošlo v následných krocích k nadměrnému odparu esenciálního oleje. Po vychladnutí Erlenmayerovy baňky do teploty bezbolestného dotyku následovalo přemístění do biohazard boxu a nastala práce v ryze sterilním prostředí. V biohazard boxu byl sundán z uzávěru Erlenmayerovy baňky alobal a byla vlita do ní emulze esenciálního oleje, dimethylsulfoxidu nebo jednoho ze skupiny TWEEN a destilované vody. Pouze v případě kontrolního vzorku byl agar namíchán pouze z látek (DMSO nebo TWEEN) podporující rozpustnost a destilované vody. Tato směs byla krouživým pohybem promíchána a rozlita do přibližně poloviny objemu Petriho misek. Medium bylo zanecháno ztuhnout do dalšího dne.



Pomocí korkovrtu byl vykrojen z Petriho misky s izolátem patogenní houby malý terčík, který byl skalpelem přemístěn na střed zatuhlého media s esenciálním olejem. Jedině v případě *Trichothecium roseum* byl na střed zatuhlého media pipetován 1  $\mu$ l suspenze spor, který byl uchováván v mrazáku do doby použití. K infekci bylo nutno mít tento roztok pokojové teploty. Takto nainokulované Petriho misky byly opatřeny parafilmem a popsány datumem, zkratkou esenciálního oleje a jeho koncentrace, zkratkou izolátu houby.

Vyhodnocení otrávených ploten spočívalo v měření narostlého mycelia patogenních hub v porovnání kontrolního vzorku. Stav, kdy bylo uskutečněno měření, bylo v době, kdy mycelium porostlo po celé Petriho misce alespoň u jednoho zástupce z jakékoliv varianty. Až byly vzorky připraveny k měření, tak pomocí posuvného měřítka byly naměřeny 2 velikosti mycelia, a to ve směru nejvyššího nárustu (šířka) a kolmo k němu (výška). Tyto hodnoty byly sestaveny do tabulky, ze které byla vypočtena hodnota procentuální inhibice a následně byla data přetransformována pomocí vzorce arcsin pro konečné vyhodnocení v programu Statistika 12.0.

## **5. Výsledky**

### **5.1. Izoláty z České republiky**

Izoláty patogenních hub viz tabulka 2 byly vybrány náhodně. Kvůli velkému zastoupení škodlivých hub ve skladovacích prostorech byly izolovány ty, které se nejvíce vyskytují a způsobují velké škody, ale i houby, u kterých výskyt není tak častý. Původ těchto izolátů byl z oblastí Hlavního města Prahy a Středočeského kraje.

### **5.2. Živné médium**

Živné médium bylo vybráno kvůli podpoře růstu patogenních organismů. Naopak pro výběr mísitelnosti byly vybrány látky (DMSO nebo TWEEN) podporující rozpustnost esenciálního oleje v agaru.

Pro predispoziční testy, kde byla zkoumána účinnost ve výchozí 0,1% koncentraci jednotlivých esenciálních olejů byl vybrán dimethylsulfoxid. Tento typ se využívá ve výzkumu právě k mísení esenciálních olejů. V pozdějším pozorování bylo zjištěno, že toto rozpouštědlo není vhodné, jelikož se olej během zatuhnutí vysrážel na povrchu PDA media a houba byla vystavěna vyšší inhibiční koncentraci.

Později tedy pro detailnější testování míry koncentrace vybraných vzorků esenciálních olejů bylo vyhledáno jiné rozpouštědlo. Díky znalosti členů katedry ochrany rostlin na ČZU byla vybrána možnost využití rozpouštědel ze skupiny TWEEN. Pomocí testování rozdílů kultivace při využití rozdílných rozpouštědel ze skupiny TWEEN byl typ 20 zavržen kvůli podporujícím vlastnostem růstu hub a tím by mohl ovlivňovat účinnost výzkumu v případě esenciálních olejů. TWEEN 40 byl zavržen skrze nevhodnou manipulaci, kdy při míchání směsi tvořil pěnu, která by mohla ovlivnit dráhu růstu mycelia. Z těchto důvodů byl pro další testování využit TWEEN 80, kde byla následně prokázána vhodnost výběru i rozdílem růstu mycelia v porovnání mezi koncentracemi esenciálních olejů.

### **5.3. Účinek esenciálních olejů na fytopatogeny vyskytujících se ve skladech**

Experimentální výzkum byl tvořen třemi na sebe navazujícími částmi.

První část byla tvořena predispozičními testy, ve které bylo testováno 20 druhů esenciálních olejů viz tabulka 1 ve 0,1% koncentraci proti 16 izolátům patogenních hub viz tabulka 2. K výzkumu byla použita metoda otrávených ploten na Petriho miskách o průměru 55,5 mm, na kterých bylo rozlito PDA medium s dimethylsulfoxidem, esenciálním olejem a destilovanou vodou v poměru 600 µl DMSO, 300 µl esenciálního oleje a 15 ml sterilní

destilované vody, které byly vmísены do 300 ml PDA. Jako kontrolní vzorek bylo použito 300 ml PDA smísенých s 600  $\mu$ l DMSO a 15 ml destilované vody. Každá z variant byla provedena v 8 opakováních.

Druhá část byla tvořena z vybraných esenciálních olejů, které byly statisticky významné v účinnosti inhibice mezi esenciálním olejem a fytopatogenní houbou z predispozičních testů. Skrze nedostatečnou schopnost inhibice esenciálních olejů proti rodu *Penicillium*, byly patogeny tohoto rodu z dalšího výzkumu vyjmuty, a tedy k dalším 2 testování bylo využito zbylých 14 izolátů patogenních hub. U vybraných 4 esenciálních olejů (TV, SM, OV, TS) byla nadále zkoumána účinnost inhibice v nižších koncentracích, a to v koncentraci 0,1 %, 0,08 %, 0,06 %, 0,04 % a 0,02 %. K výzkumu byla použita metoda otrávených ploten na Petriho miskách o průměru 85,5 mm, na kterých bylo rozlito PDA medium s TWEEN 80, esenciálním olejem a destilovanou vodou v poměrech dle tabulka 3. Jako kontrolní vzorek bylo použito 300 ml PDA smísенých s 600  $\mu$ l TWEEN 80 a 15 ml destilované vody. Každá z variant byla zopakována 5krát.

### Tabulka 3

*Přehled zastoupení jednotlivých látek v mediu pro Testování účinnosti vybraných EO a jejich koncentrací*

PDA [ml]	koncentrace	Množství esenciálního oleje [ $\mu$ l]	Množství TWEEN 80 [ $\mu$ l]	Množství destilované vody [ml]
300	0,1%	300	600	15
300	0,08%	240	480	12
300	0,06%	180	360	9
300	0,04%	120	240	6
300	0,02%	60	120	3
300	0%(kontrola)	0	600	15

Poslední část výzkumu byla tvořena z kombinací esenciálních olejů z druhé části testování, které byly složeny na bázi svého složení jako podpora účinných látek karvakrolu a thymolu. Celkově byly vytvořeny 3 skupiny (TS 0,05% + TV 0,05%; SM 0,05% + OV 0,05%; kombinace všech) dohromady v 0,1% koncentraci zastoupení. K výzkumu byla použita metoda otrávených ploten na Petriho miskách o průměru 85,5 mm, na kterých bylo rozlito PDA medium s TWEEN 80, kombinací esenciálních olejů a destilovanou vodou. Poměr pro kombinaci dvou EO byl 600  $\mu$ l (př. 300  $\mu$ l TV + 300  $\mu$ l TS), 1200  $\mu$ l TWEEN 80 a 15 ml destilované vody. Poměr pro kombinaci čtyř EO byl 1200  $\mu$ l (300  $\mu$ l TV + 300  $\mu$ l TS + 300  $\mu$ l SM + 300  $\mu$ l OV), 2400  $\mu$ l TWEEN 80 a 15 ml destilované vody. Každá z variant byla provedena v 5 opakováních.

### 5.3.1. Predispoziční testy EO

Pro vyhodnocení predispozičních testů byl vybrán Tukeyův HSD test. Pro lepší orientaci v tabulkách byly kontrolní vzorky označeny žlutě a zkratka patogenních izolátů psána kurzívou.

**Tabulka 4**

*Test významnosti BC*

<b>BC</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	69,22327	1	69,22327	1575,878	0,000000
EO	50,59839	20	2,52992	57,594	0,000000
varianta	0,67400	7	0,09629	2,192	0,034807
šířka/ výška	0,01031	1	0,01031	0,235	0,628339
Chyba	13,52945	308	0,04393		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 5**

*Tukeyův HSD test pro BC*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,04393, sv = 308,00									
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8
8	PN	0,032827	****							
2	CS	0,047390	****							
20	OM	0,069273	****							
5	SO	0,070403	****							
7	CW	0,077520	****							
10	LN	0,103790	****							
16	DC	0,113979	****							
13	TaO	0,174954	****							
4	CC	0,220751	****	****						
15	PA	0,285647	****	****	****					
9	RO	0,482657		****	****	****				
1	KO	0,497608			****	****				
21	OB	0,533449			****	****				
6	ZO	0,581511				****	****			
19	FV	0,601976				****	****			
3	AG	0,609270				****	****			
17	CK	0,661521				****	****			
11	SM	0,795936					****	****		
12	TS	0,934646						****	****	
14	OV	1,159058							****	
18	TV	1,466111								****

Dle Tukeyova HSD testu byla dokázána statisticky významnější inhibice u 4 (SM, TS, OV, TV) esenciálních olejů, ze kterých nejvýznamněji **BC** inhiboval esenciální olej z TV. Ostatních 7 esenciálních olejů (CK, AG, FV, ZO, OB, RO, PA) ačkoliv prokázaly určitou inhibiční vlastnost, tak nebyly statisticky významné oproti kontrolnímu vzorku. Naopak zbylých 9 esenciálních olejů (CC, TaO, DC, LN, CW, SO, OM, CS, PN) bylo natolik statistickou významností odlišné od kontroly, že lze usoudit, že jejich použití naopak podpořilo růst fytopatogenní houby.

**Tabulka 6***Test významnosti BCI*

<b>BCI</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	304,6285	1	304,6285	11908,67	0,000000
EO	68,1815	20	3,4091	133,27	0,000000
varianta	0,7784	7	0,1112	4,35	0,000130
šířka/ výška	0,0000	1	0,0000	0,00	0,971340
Chyba	7,8788	308	0,0256		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 7***Tukeyův HSD test pro BCI*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,02558, sv = 308,00									
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8
1	KO	0,136360	****							
6	ZO	0,452055		****						
15	PA	0,457189		****						
17	CK	0,480148		****	****					
8	PN	0,512538		****	****					
21	OB	0,536836		****	****					
4	CC	0,678089			****	****				
19	FV	0,751891				****	****			
9	RO	0,755629				****	****			
16	DC	0,774509				****	****	****		
20	OM	0,925564					****	****		
7	CW	0,947608					****	****		
10	LN	0,950189					****	****		
12	TS	0,971410						****		
2	CS	1,318133							****	
3	AG	1,467986							****	****
18	TV	1,570796								****
5	SO	1,570796								****
14	OV	1,570796								****
13	TaO	1,570796								****
11	SM	1,570796								****

Dle Tukeyova HSD testu bylo prokazatelné, že všechny esenciální oleje byly oproti kontrolním vzorku statisticky významné, a tedy prokazovaly značnou inhibiční schopnost proti *BCI*. Nejlépe se v tomto hodnocení inhibice růstu *BCI* prokázalo těchto 5 esenciálních olejů AG, TV, SO, OV, TaO a SM, které spadají do jedné homogenní skupiny, to znamená, že jejich použití nebylo od sebe statisticky významné.

**Tabulka 8***Test významnosti BC3*

<b>BC3</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	120,0318	1	120,0318	4148,569	0,000000
EO	41,9592	20	2,0980	72,510	0,000000
varianta	0,2517	4	0,0629	2,175	0,073461
šířka/ výška	0,0001	1	0,0001	0,003	0,959278
Chyba	5,3527	185	0,0289		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

**Tabulka 9***Tukeyův HSD test pro BC3*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,02893, sv = 185,00									
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8
1	KO	0,182259	****							
5	SO	0,207880	****	****						
8	PN	0,254487	****	****	****					
10	LN	0,260829	****	****	****					
9	RO	0,316530	****	****	****					
13	TaO	0,455501		****	****	****				
21	OB	0,488132			****	****				
6	ZO	0,494934			****	****				
2	CS	0,516628			****	****	****			
15	PA	0,610991				****	****	****		
7	CW	0,622632				****	****	****		
20	OM	0,784729					****	****		
16	DC	0,813124						****	****	
17	CK	0,821631						****	****	
3	AG	0,832985						****	****	
19	FV	1,060772							****	
11	SM	1,061135							****	
12	TS	1,347596								****
14	OV	1,570796								****
4	CC	1,570796								****
18	TV	1,570796								****

Dle Tukeyova HSD testu bylo vyhodnoceno, že většina esenciálních olejů prokazovaly statisticky významnou inhibici oproti kontrolnímu vzorku s **BC3** až na výjimku 4 esenciálních olejů (SO, PN, LN, RO). Ostatních 16 esenciálních olejů, ač více či méně prokazovalo statisticky významné rozdíly v inhibici růstu **BC3**. Nejvyššími inhibičními vlastnostmi proti patogenu **BC3** dominovaly 4 druhy (TS, OV, CC, TV), které v porovnání mezi sebou neměly statisticky významný rozdíl.

## Tabulka 10

### Test významnosti BC5

<b>BC5</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	P
Abs. člen	42,01686	1	42,01686	2437,100	0,000000
EO	61,76691	20	3,08835	179,133	0,000000
varianta	0,34725	7	0,04961	2,877	0,006334
šířka/ výška	0,00028	1	0,00028	0,016	0,898856
Chyba	5,31008	308	0,01724		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 11

### Tukeyův HSD test pro BC5

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,01724, sv = 308,00							
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6
1	KO	0,000000	****					
2	CS	0,000000	****					
10	LN	0,000000	****					
17	CK	0,000000	****					
5	SO	0,000000	****					
6	ZO	0,000000	****					
13	TaO	0,000000	****					
9	RO	0,000000	****					
8	PN	0,049041	****	****				
16	DC	0,168238		****				
15	PA	0,180004		****				
3	AG	0,195190		****				
21	OB	0,405993			****			
4	CC	0,412557			****			
20	OM	0,471797			****			
7	CW	0,472610			****			
19	FV	0,742058				****		
11	SM	0,754567				****		
12	TS	0,898584				****		
14	OV	1,097494					****	
18	TV	1,570796						****

Tukeyův HSD test prezentuje statisticky významnou inhibici proti růstu houby **BC5**, kterou vlastní pouze 12 esenciálních olejů (DC, PA, AG, OB, CC, OM, CW, FV, SM, TS, OV, TV). Nejvýznamnější esenciální olej z TV byl i sám zařazen do homogenní skupiny.

**Tabulka 12***Test významnosti FP*

<b>FP</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	116,2754	1	116,2754	11842,54	0,000000
EO	50,6707	20	2,5335	258,04	0,000000
varianta	0,1075	4	0,0269	2,74	0,030182
šířka/ výška	0,0053	1	0,0053	0,54	0,463871
Chyba	1,8164	185	0,0098		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 13***Tukeyův HSD test pro FP*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00982, sv = 185,00										
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	PN	0,168418	****								
13	TaO	0,211954	****	****							
1	KO	0,321013	****	****	****						
5	SO	0,350613		****	****						
9	RO	0,358678		****	****						
21	OB	0,399995			****	****					
6	ZO	0,424815			****	****	****				
3	AG	0,426390			****	****	****				
19	FV	0,443046			****	****	****				
2	CS	0,519700				****	****	****			
15	PA	0,557982					****	****			
10	LN	0,617962						****	****		
17	CK	0,647869						****	****		
20	OM	0,672324						****	****		
16	DC	0,767750							****	****	
7	CW	0,853106								****	
18	TV	1,570796									****
4	CC	1,570796									****
14	OV	1,570796									****
12	TS	1,570796									****
11	SM	1,570796									****

Tukeyův HSD test v tomto případě ukazuje, že do jedné homogenní skupiny s kontrolním vzorkem spadá až 8 esenciálních olejů (PN, TaO, SO, RO, OB, ZO, AG, FV), kde se statistická významnost v použití olejů mezi sebou lišila, ale s kontrolním vzorkem nikoliv. Zbýlých 12 olejů bylo statisticky významných v inhibici růstu *FP*. Dominující homogenní skupina v inhibici růstu *FP* byla složena z TV, CC, OV, TS, SM.



**Tabulka 14***Test významnosti FO*

<b>FO</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	90,97066	1	90,97066	8816,266	0,000000
EO	55,15753	20	2,75788	267,275	0,000000
varianta	0,10715	4	0,02679	2,596	0,037862
šířka/ výška	0,00608	1	0,00608	0,589	0,443799
Chyba	1,90892	185	0,01032		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 15***Tukeyův HSD test pro FO*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,01032, sv = 185,00												
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	ZO	0,069365	****										
13	TaO	0,089702	****										
8	PN	0,113068	****	****									
1	KO	0,139416	****	****									
9	RO	0,199972	****	****	****								
5	SO	0,259290		****	****	****							
21	OB	0,316898			****	****	****						
15	PA	0,383244				****	****	****					
10	LN	0,390707					****	****	****				
20	OM	0,435242						****	****				
19	FV	0,479274							****	****			
2	CS	0,612443								****	****		
17	CK	0,617512									****	****	
3	AG	0,695423										****	****
16	DC	0,805524											****
7	CW	0,847123											****
4	CC	1,056642											****
12	TS	1,570796											****
18	TV	1,570796											****
11	SM	1,570796											****
14	OV	1,570796											****

Výsledkem Tukeyova HSD testu bylo, že neexistoval statisticky významný rozdíl v použití esenciálních olejů PN, TaO, ZO, RO a SO oproti kontrolnímu vzorku v inhibici růstu *FO*. Naopak u zbylých esenciálních olejů byla prokázána statisticky významná inhibice houby *FO*, kde nejvyšších inhibičních vlastností dokazovala homogenní skupina tvořená z TS, TV, SM, OV.

**Tabulka 16***Test významnosti FT*

<b>FT</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	126,5359	1	126,5359	27863,16	0,000000
EO	50,8584	20	2,5429	559,95	0,000000
varianta	0,0485	4	0,0121	2,67	0,033701
šířka/ výška	0,0046	1	0,0046	1,01	0,317243
Chyba	0,8401	185	0,0045		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 17***Tukeyův HSD test pro FT*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00454, sv = 185,00											
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	RO	0,059639	****									
1	KO	0,103980	****									
21	OB	0,312149		****								
13	TaO	0,386906		****	****							
5	SO	0,452203			****	****						
20	OM	0,453151			****	****						
8	PN	0,457697			****	****						
19	FV	0,545028				****	****					
10	LN	0,552094				****	****					
6	ZO	0,556059				****	****					
15	PA	0,568460					****	****				
3	AG	0,669685						****	****			
2	CS	0,709100							****	****		
17	CK	0,754108							****	****		
16	DC	0,833929								****		
7	CW	0,998940									****	
18	TV	1,570796										****
4	CC	1,570796										****
14	OV	1,570796										****
12	TS	1,570796										****
11	SM	1,570796										****

Tukeyův test dokázal přesvědčit o tom, že statisticky významný rozdíl oproti kontrole *FT* není pouze u esenciálního oleje z RO. Ostatní esenciální oleje inhibiční vlastnosti proti růst *FT* prokázaly. Nejlépe ze všech vyšla homogenní skupina tvořená z TV, CC, OV, TS, SM, mezi kterými nebyly statisticky významné rozdíly.

**Tabulka 18***Test významnosti PCI*

<b>PCI</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	P
Abs. člen	66,20840	1	66,20840	1731,053	0,000000
EO	26,74865	20	1,33743	34,968	0,000000
varianta	0,45759	7	0,06537	1,709	0,106212
šířka/ výška	0,00735	1	0,00735	0,192	0,661414
Chyba	11,78022	308	0,03825		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

**Tabulka 19***Tukeyův HSD test pro PCI*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,03825, sv = 308,00										
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	PN	0,100742	****								
15	PA	0,114895	****	****							
9	RO	0,182683	****	****	****						
17	CK	0,183562	****	****	****						
2	CS	0,199945	****	****	****						
3	AG	0,220490	****	****	****	****					
7	CW	0,314283	****	****	****	****	****				
6	ZO	0,338227	****	****	****	****	****	****			
20	OM	0,341735	****	****	****	****	****	****	****		
5	SO	0,350140		****	****	****	****	****	****		
13	TaO	0,356373		****	****	****	****	****	****		
1	KO	0,397825			****	****	****	****	****		
16	DC	0,399523			****	****	****	****	****		
19	FV	0,448551				****	****	****	****	****	
21	OB	0,486395					****	****	****	****	****
10	LN	0,576040						****	****	****	****
4	CC	0,667700							****	****	****
12	TS	0,672419							****	****	****
11	SM	0,696197								****	****
18	TV	1,049323									****
14	OV	1,211671									****

V případě *PCI* Tukeyův test odhalil, že statisticky významný rozdíl oproti růstu kontrolního vzorku prokázalo pouze pět esenciálních olejů (CC, TS, SM, TV, OV). Lépe si z nich vedla homogenní skupina složená z TV a OV. Zajímavostí je, že byl prokázán i statisticky významný rozdíl mezi kontrolním vzorkem a použitím esenciálních olejů z PN a z PA. Tyto EO dle výsledků mohly znázorňovat podporu růstu *PCI*.

**Tabulka 20***Test významnosti PC3*

<b>PC3</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	44,52565	1	44,52565	812,3420	0,000000
EO	23,96017	20	1,19801	21,8569	0,000000
varianta	0,88975	7	0,12711	2,3190	0,025604
šířka/ výška	0,00048	1	0,00048	0,0088	0,925387
Chyba	16,88193	308	0,05481		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 21***Tukeyův HSD test pro PC3*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,05481, sv = 308,00											
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	OM	0,000000	****									
16	DC	0,034920	****	****								
8	PN	0,053750	****	****	****							
2	CS	0,101228	****	****	****	****						
9	RO	0,167207	****	****	****	****	****					
5	SO	0,219139	****	****	****	****	****	****				
6	ZO	0,228534	****	****	****	****	****	****	****			
15	PA	0,229844	****	****	****	****	****	****	****			
7	CW	0,287654	****	****	****	****	****	****	****	****		
3	AG	0,288892	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
13	TaO	0,299959		****	****	****	****	****	****	****	****	
17	CK	0,317777		****	****	****	****	****	****	****	****	****
12	TS	0,346126			****	****	****	****	****	****	****	****
19	FV	0,388154				****	****	****	****	****	****	****
21	OB	0,406071					****	****	****	****	****	****
1	KO	0,505061						****	****	****	****	****
10	LN	0,573041							****	****	****	****
4	CC	0,583112								****	****	
11	SM	0,609161									****	
18	TV	0,997732										****
14	OV	0,997743										****

Tukeyův HSD test v tomto případě odhalil skutečnost, že až na výjimky TV a OV, nebyl žádný z esenciálních olejů účinný proti růstu *PC3*. Naopak až celkově 5 esenciálních olejů (OM, DC, PN, CS, RO) bylo statisticky natolik rozdílných od kontrolního vzorku *PC3*, že jejich přítomnost by mohla podporovat růst *PC3* mycelium.

## Tabulka 22

### Test významnosti SS7

SS7	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	100,4357	1	100,4357	3575,942	0,000000
EO	100,5747	20	5,0287	179,045	0,000000
varianta	0,8116	7	0,1159	4,128	0,000235
šířka/výška	0,0002	1	0,0002	0,007	0,933177
Chyba	8,6506	308	0,0281		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 23

### Tukeyův HSD test pro SS7

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,02809, sv = 308,00								
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7
21	OB	0,000000	****						
13	TaO	0,000000	****						
8	PN	0,000000	****						
15	PA	0,000000	****						
10	LN	0,000000	****						
5	SO	0,189837	****	****					
17	CK	0,219648		****					
4	CC	0,265600		****	****				
6	ZO	0,269416		****	****				
16	DC	0,315306		****	****	****			
1	KO	0,434431			****	****	****		
9	RO	0,455859			****	****	****		
7	CW	0,472850			****	****	****		
2	CS	0,485329				****	****		
19	FV	0,603982					****		
3	AG	0,614552					****		
20	OM	0,856267						****	
14	OV	1,570796							****
18	TV	1,570796							****
12	TS	1,570796							****
11	SM	1,570796							****

V testování Tukeyova testu homogenních skupin lze vidět, že nejvyšší inhibice růstu byla dosažena u esenciálních olejů OV, TV, TS a SM. Naopak mezi těmito 4 typy EO nebyl statisticky významný rozdíl. Prokazatelná inhibice byla dosažena i u EO: OM, AG, FV, CS a také u nich existuje statisticky významný rozdíl v porovnání s kontrolou. Naopak u EO: CW, RO, DC nebyl prokazatelný statisticky významný rozdíl oproti kontrole, jelikož všechny spadají do jedné homogenní skupiny. U zbytku esenciálních olejů jak v nižším či vyšším účinku byl dokázán statistický významný rozdíl vůči kontrole. Lze prezentovat, že u těchto olejů byl naopak růst mycelia pomocí EO podpořen.

**Tabulka 24***Test významnosti SS8*

<b>SS8</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARS; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	86,91487	1	86,91487	2663,432	0,000000
EO	78,43935	20	3,92197	120,185	0,000000
varianta	0,15780	4	0,03945	1,209	0,308538
šířka/ výška	0,00201	1	0,00201	0,062	0,804374
Chyba	6,00441	184	0,03263		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

**Tabulka 25***Tukeyův HSD test pro SS8*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARS; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,03263, sv = 184,00									
	EO	ARS (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8
1	KO	0,000000	****							
20	OM	0,000000	****							
13	TaO	0,000000	****							
21	OB	0,000000	****							
10	LN	0,000000	****							
9	RO	0,000000	****							
8	PN	0,113417	****	****						
5	SO	0,123701	****	****						
6	ZO	0,216281	****	****						
4	CC	0,295365		****	****					
16	DC	0,539362			****	****				
17	CK	0,710942				****	****			
19	FV	0,719048				****	****			
15	PA	0,884948					****	****		
2	CS	1,070366						****	****	
7	CW	1,249814							****	
3	AG	1,303611							****	****
12	TS	1,570796								****
14	OV	1,570796								****
18	TV	1,570796								****
11	SM	1,570796								****

Hodnocení pomocí Tukeyova pomohlo zjistit, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi 8 esenciálními oleji (OM, TaO, OB, LN, RO, PN, SO, ZO) a kontrolním vzorkem. U zbytku esenciálních olejů byla prokázána statisticky významná schopnost inhibice houby *SS8*. Nejvíce ze všech EO inhibovala *SS8* homogenní skupina tvořena AG, TS, TV, SM, OV.

**Tabulka 26***Test významnosti SS10*

<b>SS10</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	99,3364	1	99,33639	4373,040	0,000000
EO	100,6742	20	5,03371	221,597	0,000000
varianta	0,2734	7	0,03906	1,720	0,103787
šířka/ výška	0,0020	1	0,00200	0,088	0,766986
Chyba	6,9964	308	0,02272		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

**Tabulka 27***Tukeyův HSD test pro SS10*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,02272, sv = 308,00									
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8
8	PN	0,000000	****							
15	PA	0,000000	****							
9	RO	0,000000	****							
1	KO	0,000000	****							
2	CS	0,058711	****	****						
16	DC	0,067275	****	****						
4	CC	0,079862	****	****						
10	LN	0,130627	****	****	****					
5	SO	0,208907		****	****					
7	CW	0,277455			****					
13	TaO	0,485784				****				
19	FV	0,510495				****				
21	OB	0,534543				****	****			
20	OM	0,548040				****	****			
6	ZO	0,710890					****	****		
3	AG	0,850899						****		
17	CK	0,855198						****		
12	TS	1,374368							****	
18	TV	1,570796								****
11	SM	1,570796								****
14	OV	1,570796								****

Tukeyův HSD test v tomto případě prokázal, že celkově 7 esenciálních olejů (PN, PA, RO, CS, DC, CC, LN) patří do homogenní skupiny společně s kontrolním vzorkem, a díky tomu nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v použití těchto esenciálních olejů proti *SS10*. Zbýlé esenciální oleje prokazovali určitou inhibici, i když statisticky nejvýznamnější byla homogenní skupina tvořena z TV, SM, OV.



**Tabulka 28***Test významnosti SS11*

<b>SS11</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	175,1330	1	175,1330	4197,738	0,000000
EO	74,5299	20	3,7265	89,320	0,000000
varianta	0,7457	7	0,1065	2,553	0,014367
šířka/ výška	0,0001	1	0,0001	0,004	0,952687
Chyba	12,8500	308	0,0417		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 29***Tukeyův HSD test pro SS11*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,04172, sv = 308,00											
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	PA	0,000000	****									
1	KO	0,080930	****	****								
13	TaO	0,098235	****	****								
8	PN	0,261654		****	****							
21	OB	0,292147		****	****							
6	ZO	0,435722			****	****						
19	FV	0,486949			****	****						
2	CS	0,546983				****	****					
20	OM	0,570351				****	****					
9	RO	0,575181				****	****	****				
5	SO	0,602632				****	****	****				
10	LN	0,634457				****	****	****	****			
16	DC	0,745190					****	****	****			
17	CK	0,831673						****	****			
3	AG	0,875252							****	****		
7	CW	1,114444								****	****	
4	CC	1,124376								****	****	
12	TS	1,149875									****	
18	TV	1,570796										****
14	OV	1,570796										****
11	SM	1,570796										****

Dle Tukeyova HSD testu se podařilo prokázat nefunkčnost esenciálních olejů PN, Tao, PN a OB, které se statisticky nelišily od kontrolního vzorku s *SS11*. Ostatní rostlinné esenciální oleje byly statisticky významně účinné proti růst *SS11*. Ve výzkumu dominovala homogenní skupina složená z TV, OV a SM.



**Tabulka 30***Test významnosti TR*

<b>TR</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	110,3597	1	110,3597	10411,29	0,000000
EO	114,2629	20	5,7131	538,98	0,000000
varianta	0,3157	7	0,0451	4,25	0,000167
šířka/ výška	0,0079	1	0,0079	0,74	0,390017
Chyba	3,2648	308	0,0106		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 31***Tukeyův HSD test pro TR*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,01060, sv = 308,00									
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8
20	OM	0,000000	****							
19	FV	0,000000	****							
9	RO	0,000000	****							
5	SO	0,000000	****							
8	PN	0,000000	****							
1	KO	0,000000	****							
13	TaO	0,034758	****							
21	OB	0,170269		****						
15	PA	0,331254			****					
6	ZO	0,334324			****					
10	LN	0,345560			****					
3	AG	0,394937			****					
17	CK	0,566485				****				
2	CS	0,739324					****			
7	CW	0,743510					****			
16	DC	0,884717						****		
4	CC	1,187225							****	
18	TV	1,570796								****
12	TS	1,570796								****
11	SM	1,570796								****
14	OV	1,570796								****

V tabulce Tukeyova HSD testování lze vidět, že neexistoval statisticky významný rozdíl v použití kontrolního vzorku **TR** a esenciálními oleji z OM, FV, RO, SO, PN, TaO. Další z olejů statisticky významně prokázaly schopnost inhibice proti růstu **TR**. Nejlepší v inhibici byla homogenní skupina tvořena z TV, TS, SM a OV.

**Tabulka 32***Test významnosti R*

<b>R</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	194,4292	1	194,4292	13950,71	0,000000
EO	95,7175	20	4,7859	343,40	0,000000
varianta	0,1698	7	0,0243	1,74	0,099107
šířka/ výška	0,0036	1	0,0036	0,26	0,612078
Chyba	4,2926	308	0,0139		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

**Tabulka 33***Tukeyův HSD test pro R*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,01394, sv = 308,00												
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	TaO	0,000000	****										
1	KO	0,000000	****										
9	RO	0,046745	****										
21	OB	0,221331		****									
8	PN	0,233715		****									
10	LN	0,289787		****	****								
19	FV	0,409546			****	****							
20	OM	0,427740			****	****							
15	PA	0,538994				****	****						
5	SO	0,636586					****	****					
17	CK	0,761790						****	****				
6	ZO	0,809523							****				
2	CS	0,875771							****	****			
3	AG	0,984645								****	****		
16	DC	0,985036								****	****		
7	CW	1,075501									****		
4	CC	1,370123										****	
18	TV	1,570796											****
12	TS	1,570796											****
11	SM	1,570796											****
14	OV	1,570796											****

Dle Tukeyova HSD testu bylo u tohoto vzorku dokázáno, že neexistoval statisticky významný rozdíl mezi kontrolním vzorkem **R** a esenciálních olejů z TaO a z RO. Ostatní esenciální oleje vykazovaly inhibiční účinnost proti růst **R**, nejlépe si zde vedla homogenní skupina TV, SM, TS a OV.

**Tabulka 34***Test významnosti MH*

<b>MH</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	100,8612	1	100,8612	5760,892	0,000000
EO	55,9919	20	2,7996	159,905	0,000000
varianta	0,3856	4	0,0964	5,506	0,000329
šířka/ výška	0,0077	1	0,0077	0,440	0,508046
Chyba	3,2390	185	0,0175		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

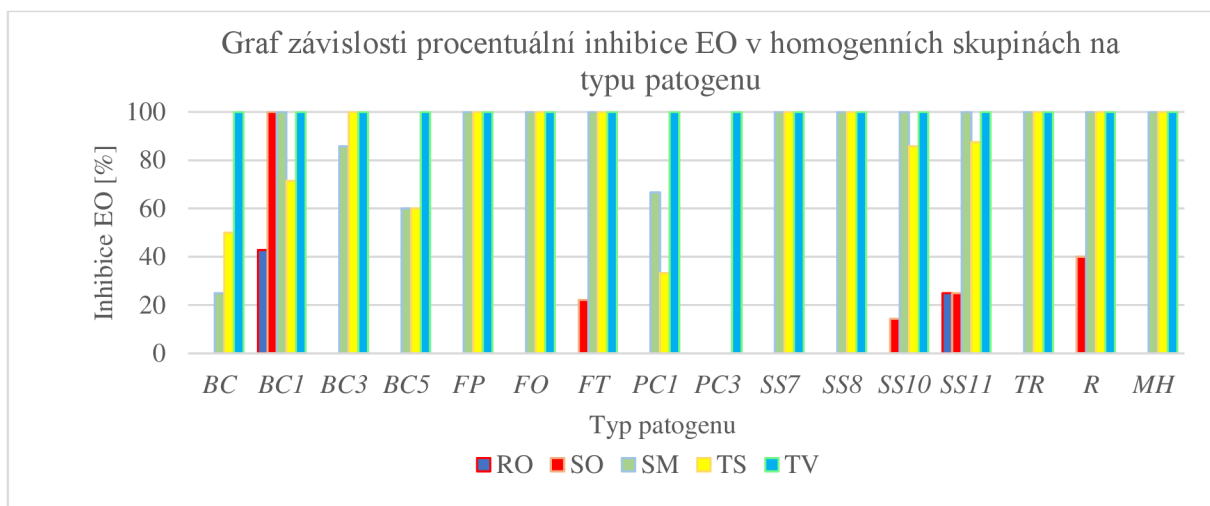
**Tabulka 35***Tukeyův HSD test pro MH*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,01751, sv = 185,00									
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8
9	RO	0,056761	****							
2	CS	0,064972	****							
20	OM	0,116871	****	****						
8	PN	0,288371		****	****					
19	FV	0,298412		****	****					
21	OB	0,354651			****					
1	KO	0,360471			****					
3	AG	0,385039			****					
10	LN	0,395940			****					
5	SO	0,409903			****					
13	TaO	0,444318			****	****				
7	CW	0,636892				****	****			
17	CK	0,671705					****			
6	ZO	0,696592					****			
15	PA	0,720835					****			
16	DC	0,990309						****		
4	CC	1,339777							****	
18	TV	1,570796								****
12	TS	1,570796								****
11	SM	1,570796								****
14	OV	1,570796								****

Dle Tukeyova testu se podařilo prokázat účinnost až poloviny esenciálních olejů (CW, CK, ZO, PA, DC, CC, TV, TS, SM, OV) oproti růstu **MH**, z nichž nejlépe obstála homogenní skupina tvořena z TS, TV, SM a OV. Naopak statisticky významnými esenciálními oleji oproti kontrolnímu vzorku **MH** byly i esenciální oleje z RO, OM či CS, které naopak růst **MH** podpořily.

## Grafické znázornění

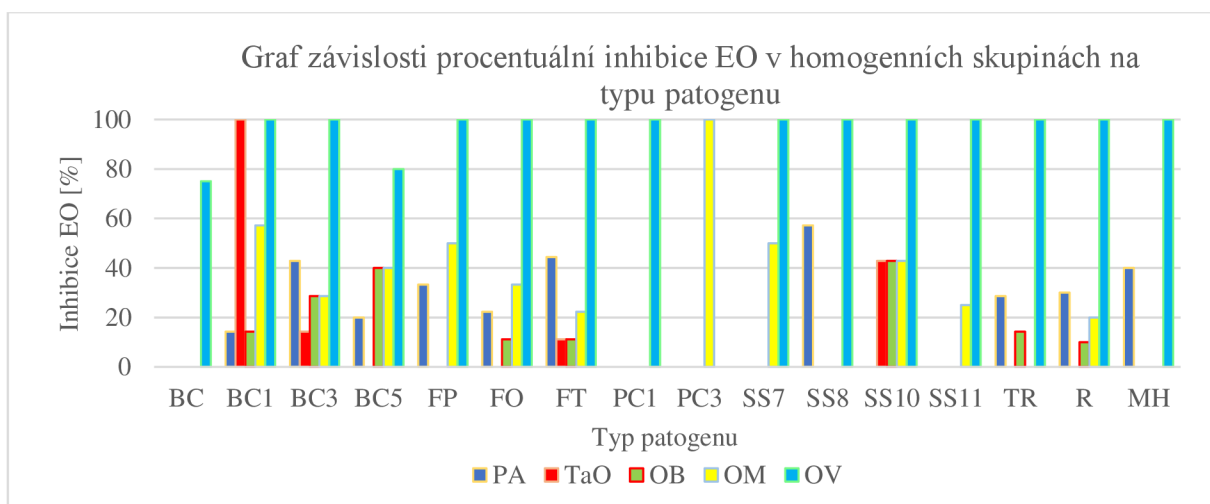
Pro přehlednost byly výsledky predispozičních testů shrnuty do sloupcového grafu po 5 esenciálních olejích, které vycházejí z výsledků pomocí Tukeyova HSD testu homogenních skupin. Na závěr byl vytvořen graf, který byl nápomocen s výběrem EO k dalšímu testování inhibice růstu hub.



**Graf 1**

*Závislost procentuální inhibice EO (RO, SO, SM, TS, TV) v homogenních skupinách na typu patogenu*

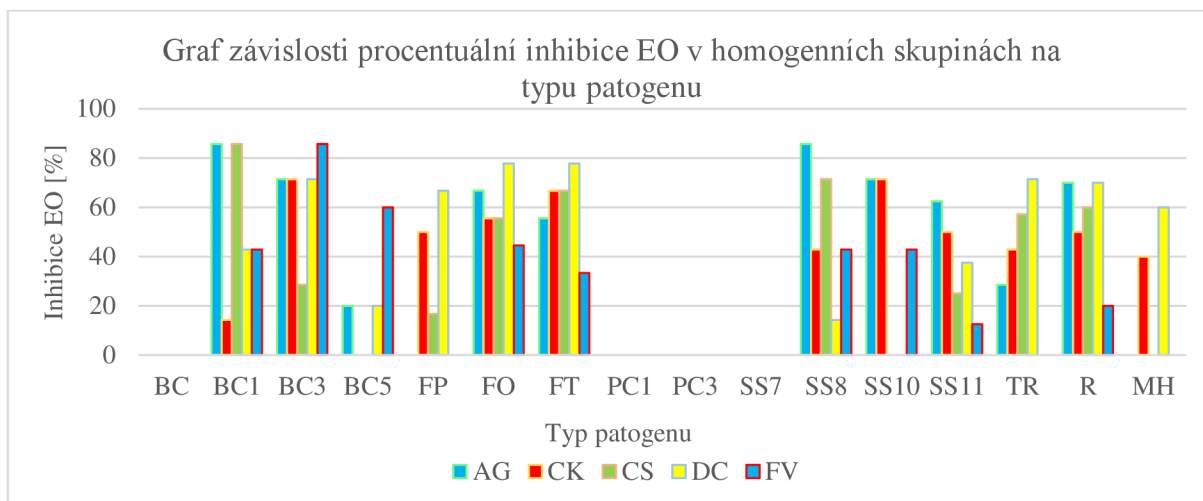
Graf znázorňuje závislost jednotlivých esenciálních olejů (RO, SO, SM, TS, TV) na růstu patogenní houby. Je zřejmé, že statisticky významná inhibice byla viditelná v průlomů všech zkoumaných typů patogenu u SM, TS a TV.



**Graf 2**

*Závislost procentuální inhibice EO (PA, TaO, OB, OM, OV) v homogenních skupinách na typu patogenu*

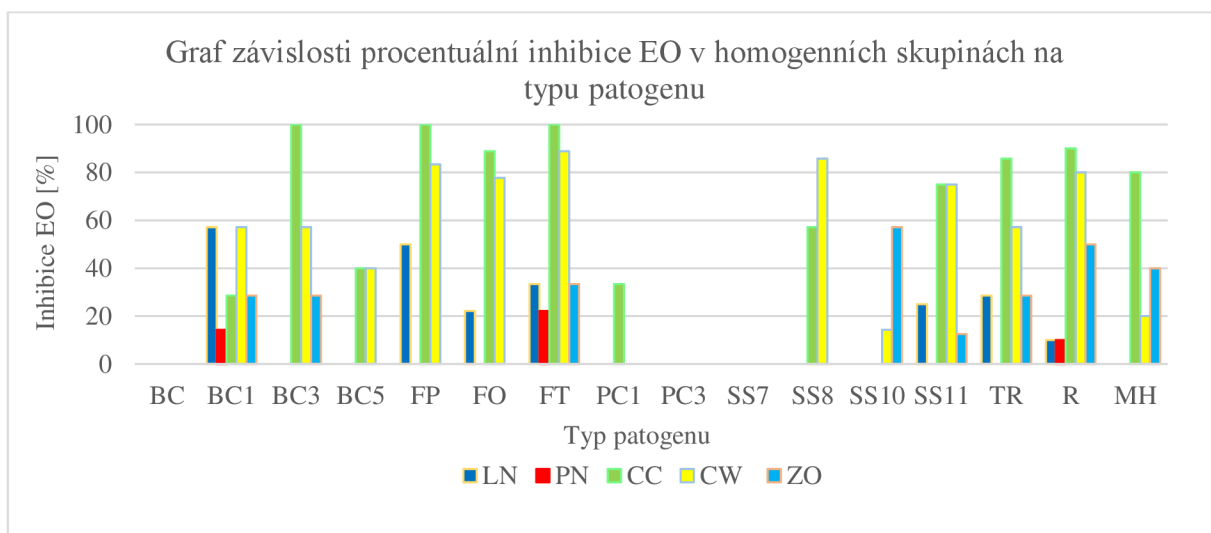
Graf znázorňuje závislost jednotlivých esenciálních olejů (PA, TaO, OB, OM, OV) na růstu patogenní houby. Je zřejmé, že statisticky významná inhibice byla viditelná v průlomů všech zkoumaných typů patogenu pouze z OV.



### Graf 3

*Závislost procentuální inhibice EO (AG, CK, CS, DC, FV) v homogenních skupinách na typu patogenu*

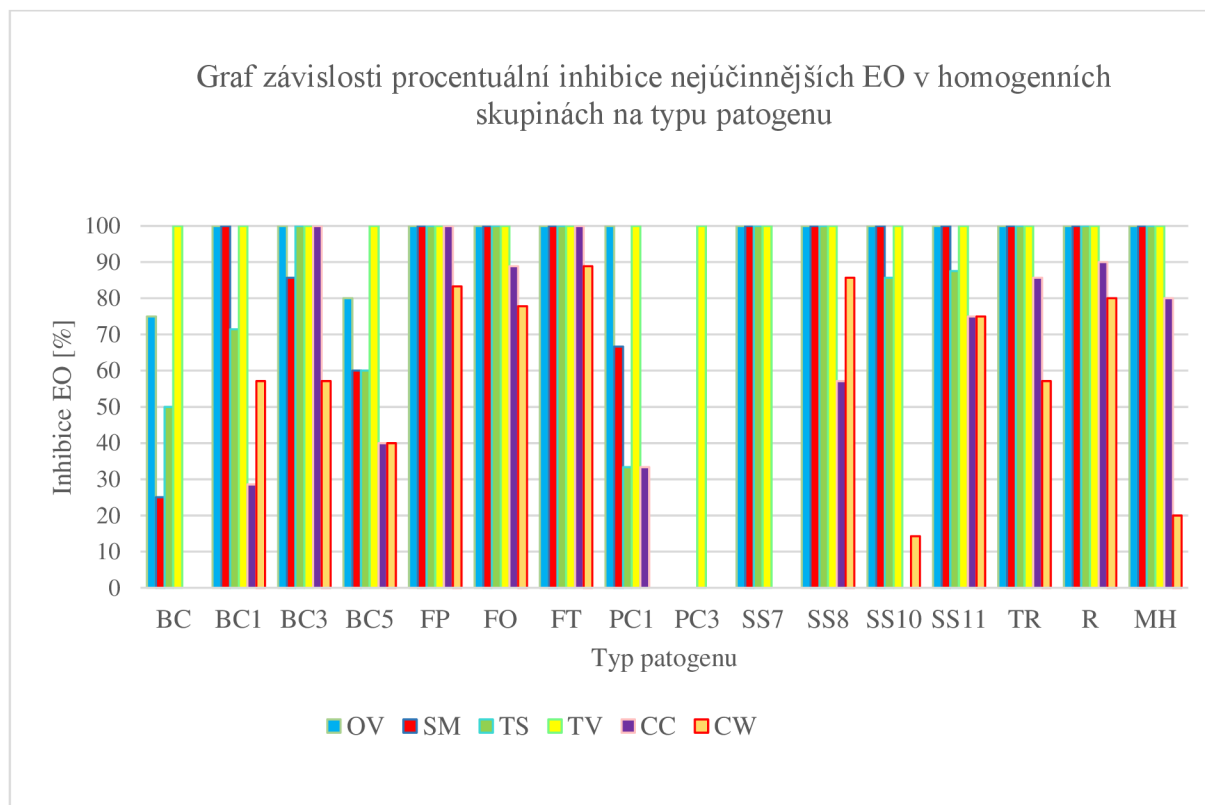
Graf znázorňuje závislost jednotlivých esenciálních olejů (AG, CK, CS, DC, FV) na růstu patogenní houby. I když některé z esenciálních olejů měly inhibující vlastnosti u jednotlivých patogenů vysoké, tak v průřezu všech testovaných patogenů ani jedna z vybraných variant EO neobstála.



### Graf 4

*Závislost procentuální inhibice EO (LN, PN, CC, CW, ZO) v homogenních skupinách na typu patogenu*

Graf znázorňuje závislost jednotlivých esenciálních olejů (LN, PN, CC, CW, ZO) na růstu patogenní houby. Je zřejmé, že statisticky významná inhibice byla viditelná v průřezu všech zkoumaných typů patogenu u CW a CC.



### Graf 5

*Závislost procentuální inhibice nejúčinnějších EO (OV, SM, TS, TV, CC, CW) v homogenních skupinách na typu patogenu*

Poslední grafické zobrazení predispozičních testů znázorňuje vztah esenciálních olejů s nejvyššími inhibičními vlastnostmi po celou dobu výzkumu. I přestože si esenciální oleje CC a CW vedly obstojně, tak v porovnání s OV, SM, TS a TV byl viditelný rozdíl v použití, a proto k dalšímu hodnocení testování účinnosti koncentrací EO byly vybrány esenciální oleje z OV, SM, TS a TV.

### 5.3.2. Testování účinnosti vybraných EO a jejich koncentrace

Pro vyhodnocení účinnosti koncentrací 4 vybraných esenciálních olejů byl vybrán Tukeyův HSD test. Pro lepší orientaci v tabulkách byly kontrolní vzorky označeny žlutě a zkratka patogenních izolátů psána kurzívou.

**Tabulka 36**

*Test významnosti BC (koncentrace)*

<b>BC</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	91,75136	1	91,75136	30526,26	0,000000
EO	32,62097	20	1,63105	542,66	0,000000
varianta	0,07189	7	0,01027	3,42	0,001737
šířka/ výška	0,00101	1	0,00101	0,34	0,563135
Chyba	0,65523	218	0,00301		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 37**

*Tukeyův HSD test pro BC (koncentrace)*

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00313, sv = 218,00										
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	SM1000	0,000000	****								
6	TV1000	0,000000	****								
5	TV800	0,356764		****							
4	TV600	0,432330			****						
3	TV400	0,647397				****					
14	SM600	0,658116				****					
15	SM800	0,666889				****	****				
13	SM400	0,751768					****	****			
11	TS1000	0,755756					****	****			
2	TV200	0,795907						****			
12	SM200	0,885633							****		
10	TS800	0,894544							****		
9	TS600	0,933012							****		
1	<b>KO</b>	<b>1,063636</b>								****	
7	TS200	1,180147									****
17	OV200	1,180147									****
18	OV400	1,180147									****
19	OV600	1,180147									****
20	OV800	1,180147									****
21	OV1000	1,180147									****
8	TS400	1,180147									****

Dle Tukeyova vyhodnocení je možno si všimnout statisticky významného rozdílu u všech variant TV i SM. Naopak u variant OV nebyla prokázána žádná inhibiční účinnost oproti kontrolnímu vzorku **BC**. U esenciálního oleje z TV byla k vidění inhibiční vlastnosti u všech koncentrací, nejdůležitějším faktem bylo, že i 0,02% zastoupení mělo statisticky významnou účinnost v inhibici **BC**. O maličko hůře si vedl esenciální olej z SM, kde byla prokázána také statisticky významná inhibiční vlastnost u 0,02 %, v případě TS byla nejnižší vhodná koncentrace při 0,06 %. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak toho byla schopná pouze varianta 0,1 % u SM a TV.

**Tabulka 38***Test významnosti BCI (koncentrace)*

<b>BCI</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	81,16759	1	81,16759	132160,8	0,000000
EO	45,67598	20	2,28380	3718,6	0,000000
varianta	0,00763	4	0,00191	3,1	0,016686
šířka/ výška	0,00007	1	0,00007	0,1	0,737652
Chyba	0,11362	185	0,00061		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 39***Tukeyův HSD test pro BCI (koncentrace)*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00062, sv = 185,00									
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8
11	TS1000	0,000000	****							
16	SM1000	0,000000	****							
3	TV400	0,000000	****							
4	TV600	0,000000	****							
5	TV800	0,000000	****							
6	TV1000	0,000000	****							
15	SM800	0,397452		****						
10	TS800	0,401265		****						
14	SM600	0,457204			****					
9	TS600	0,574806				****				
13	SM400	0,771229					****			
2	TV200	0,778069					****			
8	TS400	0,804657					****	****		
7	TS200	0,839757						****		
12	SM200	0,922155							****	
1	KO	1,180147								****
17	OV200	1,180147								****
18	OV400	1,180147								****
19	OV600	1,180147								****
20	OV800	1,180147								****
21	OV1000	1,180147								****

V případě hodnocení Tukeyovým testem u **BCI**, lze upozorovat statisticky významný rozdíl u všech variant TV, SM i TS. Naopak ani jedna z variant OV nebyla schopná inhibice růstu **BCI**. V případě TV nebyl statisticky významný rozdíl v použití 0,1%, 0,08%, 0,06% ani 0,04% koncentrace tohoto esenciálního oleje proti růstu mycelia **BCI**. Použití 0,02% koncentrace TV bylo statisticky významné vůči růstu patogenu, ale už výrazně méně významné než u vyšších koncentrací. U esenciálního oleje z TS byli všichni zástupci schopni inhibovat růst, ale statistická významnost byla sestupná od 0,1 % až k 0,04 %, jen v případě 0,04 % a 0,02 % koncentrace se významnost statisticky nelišila. U esenciálních olejů z SM lze mluvit o úplné sestupné účinnosti od 0,1 % až po 0,02 %. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak toho byly schopny v nejnižších koncentracích TV 0,04 %, SM 0,1 % a TS 0,1 %.



## Tabulka 40

### Test významnosti BC3 (koncentrace)

BC3	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	89,93169	1	89,93169	28745,77	0,000000
EO	34,24166	20	1,71208	547,25	0,000000
varianta	0,10421	7	0,01489	4,76	0,000054
šířka/ výška	0,00217	1	0,00217	0,69	0,405791
Chyba	0,68202	218	0,00313		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 41

### Tukeyův HSD test pro BC3 (koncentrace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00353, sv = 218,00									
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8
6	TV1000	0,000000	****							
5	TV800	0,133766		****						
4	TV600	0,374063			****					
16	SM1000	0,509611				****				
15	SM800	0,514342				****				
14	SM600	0,574438				****	****			
13	SM400	0,601651				****	****			
11	TS1000	0,635552					****			
3	TV400	0,644800					****			
10	TS800	0,800901						****		
2	TV200	0,818106						****		
9	TS600	0,924808							****	
12	SM200	0,968808							****	
7	TS200	1,180147								****
1	KO	1,180147								****
8	TS400	1,180147								****
17	OV200	1,180147								****
18	OV400	1,180147								****
19	OV600	1,180147								****
20	OV800	1,180147								****
21	OV1000	1,180147								****

Tukeyův test vyhodnotil, že do jedné homogenní skupiny patří všechny varianty OV, ale i varianty TS 0,02 % a TS 0,04 % spolu s kontrolním vzorkem BC3. Při hodnocení TV účinnost inhibice proti BC3 sestupně klesala od 0,1 % do 0,02 %, stejně tak tomu bylo v případě TS od 0,1 % do 0,06 %. Naopak do jedné homogenní skupiny byly zařazeny koncentrace SM od 0,1 % do 0,04 %, což značí že nebyl statisticky významný rozdíl v použití těchto koncentrací, ale v případě 0,02 % už ten rozdíl značný byl. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak toho byla schopna pouze TV v 0,1% koncentraci.

## Tabulka 42

### Test významnosti BC5 (koncentrace)

<b>BC5</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	153,4529	1	153,4529	43617,11	0,000000
EO	20,3790	20	1,0189	289,62	0,000000
varianta	0,0212	4	0,0053	1,51	0,201723
šířka/ výška	0,0001	1	0,0001	0,03	0,858884
Chyba	0,6509	185	0,0035		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

## Tabulka 43

### Tukeyův HSD test pro BC5 (koncentrace)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00357, sv = 185,00								
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7
6	TV1000	0,248491	****						
21	OV1000	0,438388		****					
11	TS1000	0,488614		****	****				
16	SM1000	0,500697		****	****				
15	SM800	0,536234			****				
5	TV800	0,553914			****				
14	SM600	0,566657			****				
13	SM400	0,734581				****			
10	TS800	0,750091				****			
4	TV600	0,797756				****			
9	TS600	0,798485				****			
3	TV400	0,976438					****		
8	TS400	1,082316						****	
12	SM200	1,180147							****
7	TS200	1,180147							****
2	TV200	1,180147							****
17	OV200	1,180147							****
18	OV400	1,180147							****
19	OV600	1,180147							****
20	OV800	1,180147							****
1	KO	1,180147							****

Dle Tukeyova testu lze říct, že všechny 0,02% (OV, TS, TV, SM) varianty a 0,04%, 0,06% a 0,08% varianta OV spadá do jedné homogenní skupiny s kontrolním vzorkem **BC5**. Ostatní varianty prokazovaly statisticky významnou inhibici. Varianta TV se chovala sestupně v účinnosti inhibice **BC5** od 0,1 % do 0,04 %. Varianta TS byla neúčinnější ve 0,1 %. Mezi 0,08 % a 0,06 % nebyla vzájemně prokázána žádná statistická odlišnost. Nejméně, ale stále statisticky významně odlišná od kontrolního vzorku byla varianta 0,02 %. Varianta SM se nelišila v inhibici u 0,1%, 0,08% ani 0,06% koncentraci, naopak u 0,04% koncentraci byla účinnost nižší. U varianty OV se ověřila koncentrace pouze ve 0,1%. Pokud se nám jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak ani jedna z variant nebyla natolik účinná v inhibici.

## Tabulka 44

### Test významnosti *FP* (koncentrace)

<i>FP</i>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. Člen	68,01223	1	68,01223	159489,9	0,000000
EO	40,35191	20	2,01760	4731,3	0,000000
varianta	0,00386	4	0,00097	2,3	0,064012
šířka/ výška	0,00112	1	0,00112	2,6	0,106463
Chyba	0,07889	185	0,00043		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

## Tabulka 45

### Tukeyův HSD test pro *FP* (koncentrace)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00043, sv = 185,00												
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20	OV800	0,000000	****										
6	TV1000	0,000000	****										
4	TV600	0,000000	****										
5	TV800	0,000000	****										
21	OV1000	0,000000	****										
11	TS1000	0,336682		****									
3	TV400	0,368563		****	****								
10	TS800	0,399275			****	****							
16	SM1000	0,431104				****	****						
15	SM800	0,443126					****	****					
14	SM600	0,466690						****					
2	TV200	0,515905							****				
13	SM400	0,535587							****				
19	OV600	0,650173								****			
12	SM200	0,760019									****		
1	KO	1,118240										****	
18	OV400	1,180147											****
9	TS600	1,180147											****
8	TS400	1,180147											****
7	TS200	1,180147											****
17	OV200	1,180147											****

Dle vyhodnocení pomocí Tukeyova HSD testu bylo zjištěno, že varianty OV (0,02 %; 0,04 %) a TS (0,02 %; 0,04 %; 0,06 %) byly zařazeny do jedné homogenní skupiny, ale lišily se statistickou významností od kontrolního vzorku *FP*, dle toho šlo usoudit, že takto nízké koncentrace naopak napomohly růstu houbovému patogenu, nežli by jej inhibovaly. Ostatní varianty byly už pozitivně statisticky významné, jelikož účinnost inhibice byla prokazatelná. U varianty TV se účinnost nelišila v koncentracích 0,1 %, 0,08 % ani 0,06 %. Další koncentrace už byly sestupně méně účinné. U varianty OV se účinnost v inhibici *FP* nelišila u 0,1% ani 0,08% koncentraci, jediná 0,06% koncentrace už měla efekt účinnosti nižší. V případě varianty TS byla pozitivní inhibice sestupná. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak v nejnižších koncentracích tomu odpovídaly esenciální oleje z OV 0,08 % a z TV 0,06 %.

**Tabulka 46***Test významnosti FO (koncentrace)*

<b>FO</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	51,65490	1	51,65490	120226,5	0,000000
EO	24,27892	20	1,21395	2825,5	0,000000
varianta	0,00368	4	0,00092	2,1	0,077554
šířka/ výška	0,00190	1	0,00190	4,4	0,036720
Chyba	0,07948	185	0,00043		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů, ale také mezi šířkou a výškou růstu mycelia, toto může být způsobeno přirozenými vlastnostmi houby nebo nerovnoměrným rozdělením esenciálního oleje v PDA. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl mezi variantami.

**Tabulka 47***Tukeyův HSD test pro FO (koncentrace)*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00044, sv = 185,00													
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	TV800	0,000000	****											
6	TV1000	0,000000	****											
4	TV600	0,000000	****											
21	OV1000	0,000000	****											
11	TS1000	0,337455		****										
20	OV800	0,353694		****	****									
10	TS800	0,377595			****	****								
16	SM1000	0,384826			****	****								
3	TV400	0,405758				****	****							
15	SM800	0,420289					****							
14	SM600	0,457124						****						
9	TS600	0,469751						****						
8	TS400	0,551317							****					
13	SM400	0,559021							****					
19	OV600	0,602065								****				
2	TV200	0,606281								****				
7	TS200	0,751726									****			
12	SM200	0,811102										****		
18	OV400	0,944542											****	
17	OV200	1,180147												****
1	KO	1,180147												****

Tukeyův test v případě účinnosti inhibice růstu **FO** odhalil, že jediná koncentrace OV 0,02 % nebyla účinná. Ostatní varianty prokázaly statisticky významný rozdíl v účinnosti esenciálního oleje na inhibici růstu **FO**. Použití varianty TV v 0,1 %, 0,08 % a 0,06 % se od sebe statisticky významně nelišily, nižší koncentrace byly sestupně horší v inhibici. Varianta OV měla účinnost inhibice sestupnou po celou dobu výzkumu od 0,1 % do 0,04 %. V případě variant TS i SM byla sestupnost účinnosti inhibice obdobná od 0,1% do 0,02% koncentrací. Pokud se jednalo o zabránění úplnému růstu mycelia, tak v nejnižších koncentracích tomu odpovídaly esenciální oleje z OV 0,1 % a z TV 0,06 %.

**Tabulka 48***Test významnosti FT (koncentrace)*

<b>FT</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	49,49009	1	49,49009	62576,24	0,000000
EO	27,49452	20	1,37473	1738,23	0,000000
varianta	0,00774	4	0,00194	2,45	0,047896
šířka/ výška	0,00058	1	0,00058	0,73	0,394431
Chyba	0,14631	185	0,00079		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 49***Tukeyův HSD test pro FT (koncentrace)*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00079, sv = 185,00													
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	OV800	0,000000	****											
6	TV1000	0,000000	****											
4	TV600	0,000000	****											
5	TV800	0,000000	****											
21	OV1000	0,000000	****											
11	TS1000	0,339851		****										
3	TV400	0,359529		****	****									
10	TS800	0,385588			****									
16	SM1000	0,433166				****								
9	TS600	0,460344				****	****							
15	SM800	0,462320				****	****							
14	SM600	0,489802					****	****						
2	TV200	0,494135					****	****						
8	TS400	0,527168						****	****					
13	SM400	0,564670							****					
19	OV600	0,666609								****				
7	TS200	0,754518									****			
12	SM200	0,838087										****		
18	OV400	1,072997											****	
1	KO	1,143268												****
17	OV200	1,180147												****

Tukeyův test v případě účinnosti inhibice růstu **FT** zobrazil, že jediná koncentrace OV 0,02 % nebyla účinná. Ostatní varianty prokázaly statisticky významný rozdíl v účinnosti esenciálního oleje na inhibici růstu **FT**. Použití varianty TV v 0,1 %, 0,08 % a 0,06 % se od sebe statisticky významně nelišily, nižší koncentrace byly sestupně horší v inhibici. U varianty OV byl rozdíl v použití 0,1% a 0,08% koncentrace zanedbatelný, ostatní typy koncentrací byly sestupně nižší. V případě varianty TS byla sestupnost účinnosti inhibice obdobná od 0,1% do 0,02% koncentraci. U aplikace oleje ve 0,1% a 0,08% koncentraci SM byl rozdíl statisticky nevýznamný. Stejně tomu bylo u koncentrací SM 0,08 % a 0,06 %, kdy ale použití 0,06% koncentrace se od 0,1% koncentrace statisticky lišilo. Nižší koncentrace SM byly v účinnosti inhibice proti **FT** sestupně horší. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak v nejnižších koncentrací tomu odpovídaly EO z OV 0,08 % a z TV 0,06 %.

## Tabulka 50

### Test významnosti SS7 (koncentrace)

SS7	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	89,81190	1	89,81190	51953,91	0,000000
EO	59,03935	20	2,95197	1707,64	0,000000
varianta	0,03741	7	0,00534	3,09	0,003974
šířka/ výška	0,00004	1	0,00004	0,02	0,880258
Chyba	0,37685	218	0,00173		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 51

### Tukeyův HSD test pro SS7 (koncentrace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00182, sv = 218,00						
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5
10	TS800	0,000000	****				
6	TV1000	0,000000	****				
4	TV600	0,000000	****				
5	TV800	0,000000	****				
11	TS1000	0,000000	****				
3	TV400	0,463827		****			
16	SM1000	0,695234			****		
2	TV200	0,811800				****	
7	TS200	1,180147					****
8	TS400	1,180147					****
1	KO	1,180147					****
12	SM200	1,180147					****
13	SM400	1,180147					****
14	SM600	1,180147					****
15	SM800	1,180147					****
9	TS600	1,180147					****
17	OV200	1,180147					****
18	OV400	1,180147					****
19	OV600	1,180147					****
20	OV800	1,180147					****
21	OV1000	1,180147					****

Tukeyův test vyhodnotil v případě pozorování inhibice SS7, statisticky významný rozdíl pouze u variant TV (0,1 %, 0,08 %, 0,06 %, 0,04 %, 0,02 %), SM (0,1 %) a TS (0,1 %, 0,08 %). Ostatní vzorky byly ve stejné homogenní skupině jako kontrolní vzorek SS7. U varianty TV nebyl statisticky významný rozdíl v koncentracích 0,1 %, 0,08 % a 0,06 %. Další koncentrace EO byly sestupně méně účinnější. Při použití esenciálních olejů z TS nebyl statisticky významný rozdíl mezi 0,1% a 0,08% variantě. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak v nejnižších koncentrací tomu odpovídaly esenciální oleje z TS 0,08 % a z TV 0,06 %.



## Tabulka 52

### Test významnosti SS8 (koncentrace)

SS8	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	109,8558	1	109,8558	337124,2	0,000000
EO	56,4744	20	2,8237	8665,4	0,000000
varianta	0,0041	7	0,0006	1,8	0,087027
šířka/ výška	0,0001	1	0,0001	0,2	0,651875
Chyba	0,0710	218	0,0003		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

## Tabulka 53

### Tukeyův HSD test pro SS8 (koncentrace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00034, sv = 218,00						
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5
11	TS1000	0,000000	****				
6	TV1000	0,000000	****				
5	TV800	0,000000	****				
4	TV600	0,000000	****				
10	TS800	0,417525		****			
3	TV400	0,953154			****		
2	TV200	1,064143				****	
9	TS600	1,180147					****
8	TS400	1,180147					****
7	TS200	1,180147					****
1	KO	1,180147					****
12	SM200	1,180147					****
13	SM400	1,180147					****
14	SM600	1,180147					****
15	SM800	1,180147					****
16	SM1000	1,180147					****
17	OV200	1,180147					****
18	OV400	1,180147					****
19	OV600	1,180147					****
20	OV800	1,180147					****
21	OV1000	1,180147					****

V testování Tukeyovým HSD, lze zpozorovat, že v inhibici proti růstu SS8 byl účinný pouze esenciální olej z TV v koncentracích 0,1 %, 0,08 %, 0,06 %, 0,04 %, 0,02 % a TS v koncentraci 0,1 % a 0,08 %. Ostatní varianty byly v jedné homogenní skupině s kontrolním vzorkem a nebyl mezi nimi statisticky významný rozdíl. U varianty TV nebyl zpozorován statisticky významný rozdíl mezi použitými koncentracemi 0,1%, 0,08% ani 0,06%, další koncentrace byly sestupně slabší v inhibici růstu patogenu. U esenciálního oleje z TS bylo použité koncentrace 0,1 % statisticky rozdílné nežli u 0,08 %. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak v nejnižších koncentracích tomu odpovídaly EO z TS 0,1 % a z TV 0,06 %.

## Tabulka 54

### Test významnosti *SS10* (koncentrace)

<i>SS10</i>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	119,8863	1	119,8863	37158,69	0,000000
EO	45,2128	20	2,2606	700,68	0,000000
varianta	0,1200	7	0,0171	5,31	0,000013
šířka/ výška	0,0004	1	0,0004	0,12	0,732537
Chyba	0,7033	218	0,0032		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 55

### Tukeyův HSD test pro *SS10* (koncentrace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00364, sv = 218,00					
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4
5	TV800	0,000000	****			
6	TV1000	0,000000	****			
4	TV600	0,000000	****			
16	SM1000	0,771695		****		
11	TS1000	0,799755		****		
3	TV400	0,830420		****		
15	SM800	0,958161			****	
10	TS800	0,959118			****	
2	TV200	1,105269				****
7	TS200	1,180147				****
12	SM200	1,180147				****
13	SM400	1,180147				****
14	SM600	1,180147				****
1	KO	1,180147				****
8	TS400	1,180147				****
9	TS600	1,180147				****
17	OV200	1,180147				****
18	OV400	1,180147				****
19	OV600	1,180147				****
20	OV800	1,180147				****
21	OV1000	1,180147				****

Tukeyův HSD test vyhodnotil v případě zkoumání inhibice růstu *SS10*, že statisticky významné bylo použití pouze esenciálních olejů z TV v koncentracích (0,1 %, 0,08 %, 0,06 %, 0,04 %), z SM v koncentracích (0,1 %, 0,08 %) a z TS v koncentraci (0,1 %, 0,08 %). V ostatních případech se varianty statisticky nelišily s kontrolním vzorkem *SS10*. U použití TS i SM bylo statisticky odlišné využití 0,1% a 0,08% koncentrace. U variant TV nebyla statisticky významná odlišnost mezi koncentracemi 0,1 %, 0,08 % a 0,06 %, dále nižší 0,04% koncentrace byla od těchto hodnot nezanedbatelně odlišná. Pokud se jednalo o zabránění růstu mycelia, tak v nejnižších koncentrací tomu odpovídal pouze esenciální olej z TV 0,06 %.



**Tabulka 56***Test významnosti SS11 (koncentrace)*

<b>SS11</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	117,7183	1	117,7183	31370,58	0,000000
EO	51,4258	20	2,5713	685,22	0,000000
varianta	0,0474	7	0,0068	1,81	0,087341
šířka/ výška	0,0002	1	0,0002	0,04	0,837685
Chyba	0,8180	218	0,0038		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

**Tabulka 57***Tukeyův HSD test pro SS11 (koncentrace)*

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00382, sv = 218,00						
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5
4	TV600	0,000000	****				
5	TV800	0,000000	****				
6	TV1000	0,000000	****				
11	TS1000	0,212043		****			
10	TS800	0,809542			****		
3	TV400	0,951660				****	
2	TV200	1,147459					****
9	TS600	1,180147					****
8	TS400	1,180147					****
7	TS200	1,180147					****
1	KO	1,180147					****
12	SM200	1,180147					****
13	SM400	1,180147					****
14	SM600	1,180147					****
15	SM800	1,180147					****
16	SM1000	1,180147					****
17	OV200	1,180147					****
18	OV400	1,180147					****
19	OV600	1,180147					****
20	OV800	1,180147					****
21	OV1000	1,180147					****

Podle analýzy pomocí Tukeyova HSD testu bylo zjištěno, že statisticky významný rozdíl oproti kontrolnímu vzorku *SS11* se dal najít v použití esenciálního oleje z TV v koncentracích (0,1 %, 0,08 %, 0,06 %, 0,04 %) a TS v koncentracích (0,1%, 0,08%). U varianty TV nebyl statisticky významný rozdíl mezi použitím koncentrací 0,1 %, 0,08 % a 0,06 %, v jediné 0,04% koncentraci nebyla inhibice *SS11* statisticky nižší. Naopak u varianty TS byl statistický rozdíl v použití 0,1% nebo 0,08% koncentrace. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak v nejnižších koncentrací tomu odpovídal pouze esenciální olej z TV 0,06%.

**Tabulka 58***Test významnosti TR (koncentrace)*

TR	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	52,36898	1	52,36898	72938,55	0,000000
EO	57,05386	20	2,85269	3973,18	0,000000
varianta	0,00718	4	0,00180	2,50	0,043973
šířka/ výška	0,00065	1	0,00065	0,91	0,342371
Chyba	0,13283	185	0,00072		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 59***Tukeyův HSD test pro TR (koncentrace)*

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00073, sv = 185,00							
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6
11	TS1000	0,000000	****					
15	SM800	0,000000	****					
3	TV400	0,000000	****					
4	TV600	0,000000	****					
5	TV800	0,000000	****					
6	TV1000	0,000000	****					
14	SM600	0,000000	****					
10	TS800	0,000000	****					
9	TS600	0,000000	****					
16	SM1000	0,000000	****					
2	TV200	0,380474		****				
13	SM400	0,589234			****			
8	TS400	0,601822			****			
7	TS200	0,800386				****		
12	SM200	1,012257					****	
1	KO	1,180147						****
17	OV200	1,180147						****
18	OV400	1,180147						****
19	OV600	1,180147						****
20	OV800	1,180147						****
21	OV1000	1,180147						****

Tukeyův test v hodnocení účinnosti inhibice růstu **TR** znázornil, že všechny varianty SM, TV a TS prokázaly statisticky významnou odlišnost od kontrolního vzorku. Naopak všechny koncentrace OV nebyly statisticky odlišné od kontroly. U varianty TV nebyl prokázán rozdíl mezi použitím 0,1%, 0,08%, 0,06% a 0,04% koncentrace, ale u 0,02% koncentrace tam nezanedbatelný rozdíl byl. Při použití koncentrací 0,1 %, 0,08 % a 0,06 % esenciálního oleje SM a TS bylo dokázáno, že nezáleželo ve vztahu k účinnosti, jaká z těchto koncentrací byla použita, ale nižší koncentrace byly už statisticky sestupně rozdílné. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak v nejnižších koncentracích tomu odpovídaly EO z TV 0,04 %, z SM 0,06 % a z TS 0,06 %.

## Tabulka 60

### Test významnosti *R* (koncentrace)

<i>R</i>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	29,26998	1	29,26998	16215,36	0,000000
EO	54,17617	20	2,70881	1500,66	0,000000
varianta	0,02206	4	0,00552	3,06	0,018119
šířka/ výška	0,00011	1	0,00011	0,06	0,806026
Chyba	0,33394	185	0,00181		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 61

### Tukeyův HSD test pro *R* (koncentrace)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00190, sv = 185,00						
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5
11	TS1000	0,000000	****				
2	TV200	0,000000	****				
3	TV400	0,000000	****				
4	TV600	0,000000	****				
5	TV800	0,000000	****				
6	TV1000	0,000000	****				
15	SM800	0,000000	****				
14	SM600	0,000000	****				
9	TS600	0,000000	****				
10	TS800	0,000000	****				
13	SM400	0,000000	****				
16	SM1000	0,000000	****				
8	TS400	0,194153		****			
12	SM200	0,363069			****		
7	TS200	0,363524			****		
1	KO	1,003063				****	
18	OV400	1,180147					****
19	OV600	1,180147					****
20	OV800	1,180147					****
21	OV1000	1,180147					****
17	OV200	1,180147					****

Tukeyův test v hodnocení účinnosti inhibice růstu *R* zobrazil, že všechny varianty SM, TV a TS prokázaly statisticky významnou odlišnost od kontrolního vzorku. Naopak všechny koncentrace OV byly staticky odlišné od kontroly v horších inhibicích. U varianty TV nebyl prokázán rozdíl mezi použitím 0,1 %, 0,08 %, 0,06 %, 0,04 % ani 0,02 %. Při použití koncentrací 0,1%, 0,08%, 0,06% a 0,04% esenciálního oleje SM bylo dokázáno, že nezáleželo ve vztahu k účinnosti, jaká z koncentrací byla použita, ale u nižší 0,02% koncentraci byl už statisticky významný rozdíl. Podobně tomu bylo u TS, kdy nebyl statisticky významný rozdíl v použití 0,1%, 0,08% a 0,06% koncentrace, ale při nižších koncentracích se sestupně účinnost inhibice proti *R* snižovala. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak v nejnižších koncentracích tomu odpovídaly EO z TV 0,02 %, z SM 0,04 % a z TS 0,06 %.

## Tabulka 62

### Test významnosti MH (koncentrace)

<b>MH</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	7,86132	1	7,861317	6125,605	0,000000
EO	56,36863	20	2,818432	2196,146	0,000000
varianta	0,01904	7	0,002720	2,119	0,043474
šířka/ výška	0,00000	1	0,000000	0,000	1,000000
Chyba	0,24127	188	0,001283		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 63

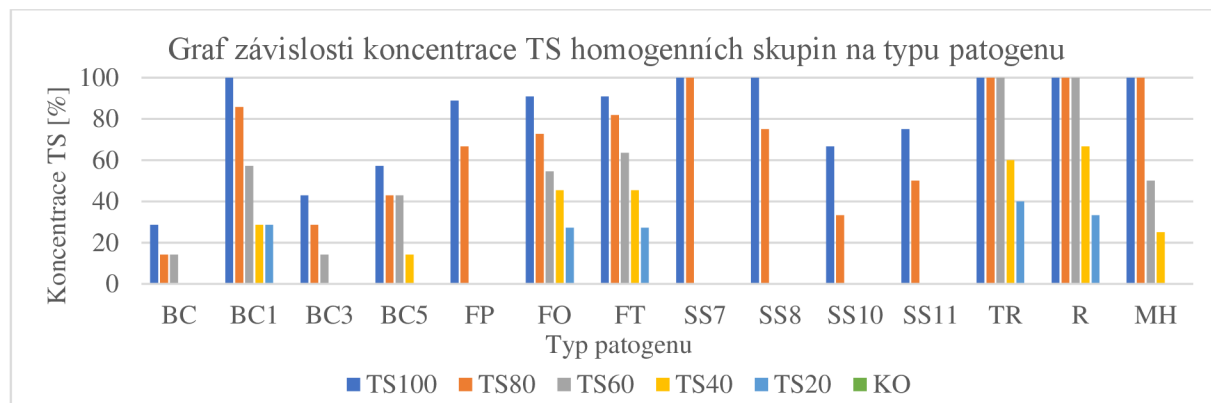
### Tukeyův HSD test pro MH (koncentrace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,00128, sv = 188,00						
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5
11	TS1000	0,000000	****				
16	SM1000	0,000000	****				
3	TV400	0,000000	****				
4	TV600	0,000000	****				
5	TV800	0,000000	****				
6	TV1000	0,000000	****				
15	SM800	0,000000	****				
21	OV1000	0,000000	****				
10	TS800	0,000000	****				
14	SM600	0,511152		****			
2	TV200	0,620360			****		
9	TS600	0,670823			****		
8	TS400	0,751831				****	
13	SM400	0,762114				****	
7	TS200	1,180147					****
12	SM200	1,180147					****
17	OV200	1,180147					****
18	OV400	1,180147					****
19	OV600	1,180147					****
20	OV800	1,180147					****
1	KO	1,180147					****

Dle vyhodnocení pomocí Tukeyova HSD testu bylo dokázáno, že společně do jedné homogenní skupiny patří všechny varianty OV kromě 0,1 %, TS a SM v koncentraci 0,02 % a kontrolní vzorek **MH**. U zbytku EO byl dokázán statisticky významný rozdíl v inhibici růstu zkoumané fytopatogenní houby. U variant TV nebylo statisticky významné, která z koncentrací 0,1 %, 0,08 %, 0,06 % a 0,04 % byla použita, ale byl rozdíl, pokud byla použita 0,02% koncentraci, která vykazovala nižší účinnost. U variant SM a TS nebyl rozdíl v použití 0,1% a 0,08% koncentrace, ale nižší koncentrace byly sestupně slabší v inhibici **MH**. U varianty OV byla inhibice prokázána pouze ve 0,1% koncentraci. Pokud se jednalo o úplném zabránění růstu mycelia, tak v nejnižších koncentracích tomu odpovídaly esenciální oleje z TV 0,04 %, z SM 0,08 %, z TS 0,08 % a z OV 0,1 %.

## Grafické znázornění

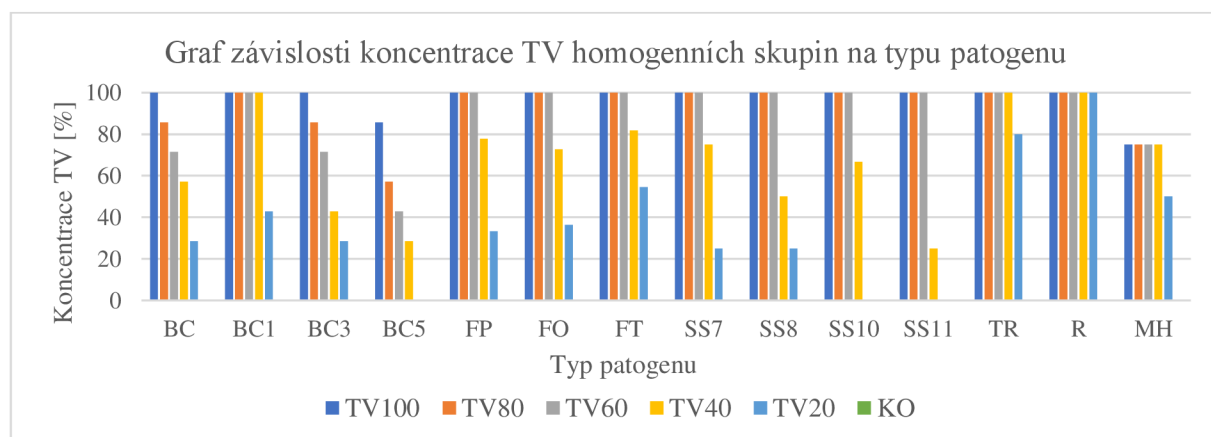
Pro přehlednost byly výsledky testů koncentrací jednotlivých EO shrnuty do sloupcových grafů, které vycházely z výsledků pomocí Tukeyova HSD testu homogenních skupin.



### Graf 6

Graf závislosti koncentrace TS na typu patogenu

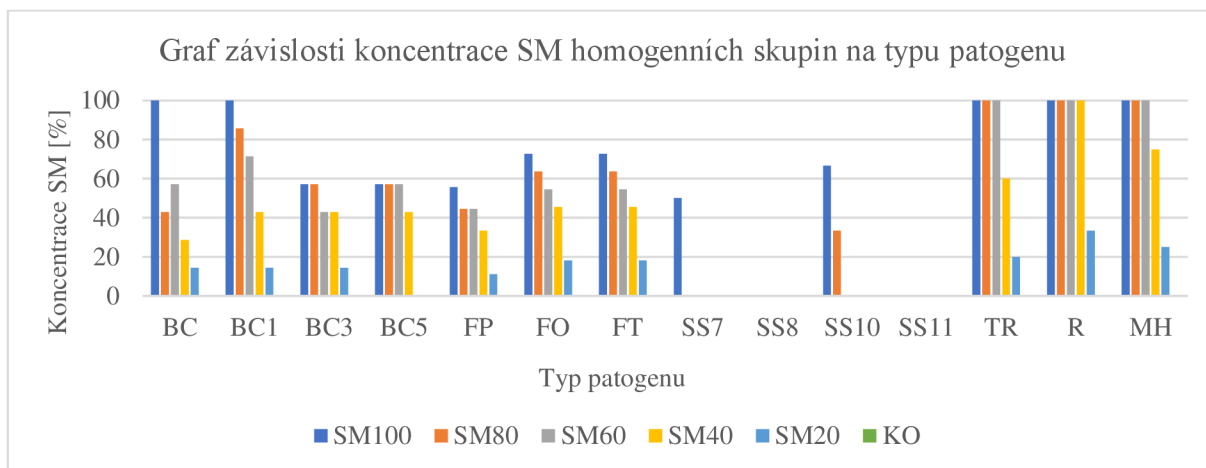
Graf znázorňuje, že u chorob způsobené rodem *Botrytis* sp. (**BC**, **BC1**, **BC3**, **BC5**) bylo nejvhodnější využít alespoň k částečné inhibici 0,1% koncentraci. Stejně tak tomu bylo při napadení rodem *Fusarium* (**FP**, **FO**, **FT**) a v průměru i u rodu *Sclerotinia* (**SS7**, **SS8**, **SS10**, **SS11**), kde v případě méně odolných druhů byla konkurence schopná i 0,08% koncentrace. Naopak u rodů *Trichothecium* (**TR**) a *Roseograndinia* (**R**) vzhledem k životnímu prostředí by měla být preferována stejně účinná koncentrace 0,06% než nutně ve 0,1 %. Podobně tomu tak bylo u rodu *Mucor* (**MH**), u které by měla mít přednost 0,08% varianta.



### Graf 7

Graf závislosti koncentrace TV na typu patogenu

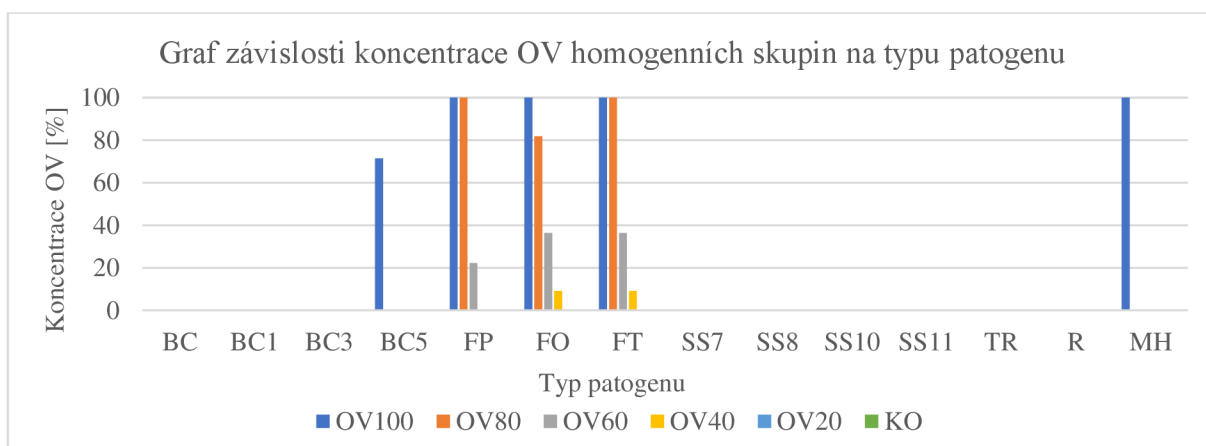
Graf znázorňuje, že u chorob způsobené rodem *Botrytis* sp. (**BC**, **BC3**, **BC5**) bylo nejvhodnější využít alespoň k částečné inhibici 0,1% koncentraci, naopak u méně odolné variantě (**BC1**), lze využít 0,04% koncentraci TV. Při napadení rodem *Fusarium* sp. (**FP**, **FO**, **FT**) a i u rodu *Sclerotinia* sp. (**SS7**, **SS8**, **SS10**, **SS11**), bylo obecně nejvýhodnější využít koncentraci v 0,06 %. U rodů *Trichothecium* sp. (**TR**) bylo možno zpozorovat značnou citlivost na EO, tak šlo využít i 0,04% koncentraci a u *Roseograndinia* sp. (**R**) tomu bylo obdobě, kdy byla zvolena dokonce 0,02% koncentrace TV. Podobně tomu tak bylo u rodu *Mucor* sp. (**MH**), u které by měla mít přednost 0,04% varianta.



### Graf 8

#### Graf závislosti koncentrace SM na typu patogenu

Graf znázorňuje, že u chorob způsobené rodem *Botrytis* sp. (**BC**, **BC1**, **BC3**, **BC5**) bylo nejvhodnější využít alespoň k částečné inhibici 0,1% koncentraci, u méně odolných variant lze přednostně využít i 0,08% nebo dokonce 0,06% koncentraci SM. Stejně tak tomu bylo při napadení rodem *Fusarium* sp. (**FP**, **FO**, **FT**), kde by měla být preferována 0,1% koncentrace. Rod *Sclerotinia* sp. (**SS7**, **SS8**, **SS10**, **SS11**) se jevil jako odolný proti esenciálním oleji z SM, výjimečně v citlivějších odrůdách šla využít 0,1% koncentrace. U rodu *Trichothecium* sp. (**TR**) šla pozorovat značná citlivost na EO, tak lze využít i 0,06% koncentraci a u *Roseograndinia* sp. (**R**) tomu bylo obdobě, kdy by měla být zvolena dokonce 0,02% koncentrace TV. Podobně tomu tak bylo u rodu *Mucor* sp. (**MH**), u které by měla mít přednost 0,02% varianta.



### Graf 9

#### Graf závislosti koncentrace OV na typu patogenu

Graf znázorňuje, že u chorob způsobené rodem *Botrytis* sp. bylo nejvhodnější využít alespoň k částečné inhibici 0,1% koncentraci pouze v případě **BC5**. Jinak lze soudit, že houba nebyla na tento EO citlivá. Při napadení rodem *Fusarium* sp. (**FP**, **FO**, **FT**), kde byla preferována 0,1% koncentrace lze výjimečně v citlivějších odrůdách možno využít 0,08% koncentraci, která dosahovala stejného účinku. Rod *Sclerotinia* sp. (**SS7**, **SS8**, **SS10**, **SS11**) se jevil jako odolný proti esenciálnímu oleji z OV, stejně tak tomu bylo i u rodu *Trichothecium* sp. (**TR**) a *Roseograndinia* sp. (**R**). U rodu *Mucor* sp. (**MH**) byla citlivost pouze v 0,1% koncentraci.



### 5.3.3. Kombinace EO

Pro vyhodnocení účinnosti 3 rozdílných kombinací v 0,1% koncentraci vybraných esenciálních olejů byl vybrán Tukeyův HSD test. Pro lepší orientaci v tabulkách byly kontrolní vzorky označeny žlutě.

**Tabulka 64**

*Test významnosti BC (kombinace)*

<b>BC</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	29,17937	1	29,17937	10012,14	0,000000
EO	26,50358	7	3,78623	1299,14	0,000000
varianta	0,05653	7	0,00808	2,77	0,011510
šířka/ výška	0,00070	1	0,00070	0,24	0,626153
Chyba	0,27687	95	0,00291		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

**Tabulka 65**

*Tukeyův HSD test pro BC (kombinace)*

Č. buňky	HSD při nestejných N; průměrná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00291, sv = 95,000						
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5
4	v1000	0,000000	****				
5	TV1000	0,000000	****				
7	SM1000	0,000000	****				
2	TVTS1000	0,324607			****		
6	TS1000	0,755756				****	
3	OVSM1000	1,048781		****			
1	KO	1,063636		****			
8	OV1000	1,180147					****

Pomocí Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku **BC**.

V případě TS a TV bylo účinnější využít samostatný esenciální olej z TV než kombinaci TV + TS, která statisticky významně hůře inhibovala růst **BC**. Naopak pokud by měl být využit samostatný esenciální olej z TS, tak by bylo statisticky lepší využít kombinaci TV + TS. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici **BC** by bylo statisticky významnější použití všech variant.

U esenciálních olejů z SM a z OV bylo tomu obdobně jako u TS a TV. Využití samostatný esenciální olej z SM bylo statisticky účinnější než kombinaci SM + OV, která statisticky významně hůře inhibovala růst **BC**. Naopak pokud by měl být využit samostatný esenciální olej OV, tak by bylo statisticky lepší využít kombinaci SM + OV. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici **BC** by bylo statisticky významnější použití pouze samotného esenciálního oleje SM. Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužití žádnou, ale nebyla prokázána vyšší účinnost než při využití TS a SM samostatně.

**Tabulka 66***Test významnosti BCI (kombinace)*

<b>BCI</b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	7,03428	1	7,034284	7996193	0,000000
EO	21,60485	7	3,086408	3508461	0,000000
varianta	0,00000	4	0,000001	1	0,410481
šířka/ výška	0,00000	1	0,000000	0	1,000000
Chyba	0,00006	68	0,000001		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyla statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

**Tabulka 67***Tukeyův HSD test pro BCI (kombinace)*

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00000, sv = 68,000			
	EO	ARC (Průměr)	1	2
2	TVTS1000	0,000000	****	
3	OVSM1000	0,000000	****	
4	v1000	0,000000	****	
5	TV1000	0,000000	****	
6	TS1000	0,000000	****	
7	SM1000	0,000000	****	
1	KO	1,179302		****
8	OV1000	1,180147		****

Pomocí Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku **BCI**.

V případě TS a TV proti kombinaci TV + TS nebyla prokázána statistická odlišnost, jestli je použit EO samostatně či ve směsi. Použití všech variant vykazuje významnou inhibici růstu **BCI**.

Využit samostatný esenciální olej z SM nebo kombinaci SM + OV, není z hlediska inhibice růstu **BCI** podstatné, obě vykazovaly stejnou statisticky významnou inhibici. Naopak u samostatného esenciálního oleje z OV nebyla prokázána inhibiční vlastnost ve vztahu k růstu **BCI**.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužití žádnou, ale nebyla prokázána vyšší účinnost než při využití SM, TS a TV samostatně nebo kombinací TV + TS či SM + OV.



## Tabulka 68

### Test významnosti BC3 (kombinace)

BC3	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	30,42066	1	30,42066	15924,63	0,000000
EO	28,59480	7	4,08497	2138,40	0,000000
varianta	0,04804	7	0,00686	3,59	0,001789
výška/ šířka	0,00010	1	0,00010	0,05	0,815904
Chyba	0,18148	95	0,00191		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 69

### Tukeyův HSD test pro BC3 (kombinace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00191, sv = 95,000						
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5
2	TVTS1000	0,000000	****				
5	TV1000	0,000000	****				
4	v1000	0,000000	****				
7	SM1000	0,509611			****		
6	TS1000	0,635552				****	
3	OVSM1000	1,033782					****
8	OV1000	1,180147		****			
1	KO	1,180147		****			

Pomocí Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku **BC3**.

V případě TS a TV bylo účinnější využít samostatný esenciální olej z TV nebo kombinaci TV + TS. Naopak pokud by měl být využit samostatný esenciální olej z TS, tak se to ze statistického hlediska neoplatí. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici **BC3** by bylo statisticky významné použití všech variant.

Využit samostatný esenciální olej z SM bylo statisticky účinnější než kombinaci SM + OV, která významně hůře inhibovala růst **BC3**. Naopak pokud by měl být použit samostatný EO z OV, tak by bylo ze statistického hlediska lepší aplikovat samotnou SM nebo kombinaci SM + OV. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici **BC3** byla statisticky významná pouze varianta SM nebo kombinace SM + OV.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužití žádnou, ale nebyla prokázána vyšší účinnost než při využití jen esenciálního oleje TV nebo kombinace TV + TS.

## Tabulka 70

### Test významnosti BC5 (kombinace)

BC5	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	17,87987	1	17,87987	1353,320	0,000000
EO	8,24550	7	1,17793	89,157	0,000000
varianta	0,17633	4	0,04408	3,337	0,014857
šířka/ výška	0,00000	1	0,00000	0,000	1,000000
Chyba	0,89841	68	0,01321		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 71

### Tukeyiv HSD test pro BC5 (kombinace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,01321, sv = 68,000							
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5	6
4	v1000	0,000000					****	
5	TV1000	0,248491			****			
2	TVTS1000	0,297465			****	****		
8	OV1000	0,438388	****			****		
6	TS1000	0,488614	****	****				
7	SM1000	0,500697	****	****				
3	OVSM1000	0,605265		****				
1	KO	1,180147						****

Pomocí Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku **BC5**.

V případě TS a TV bylo účinnější využít samostatný esenciální olej z TV nebo kombinaci TV + TS. Naopak pokud by měl být využit samostatný EO z TS, tak se to ze statistického hlediska neoplatí. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici **BC5** bylo statisticky významné použití všech variant.

Využit samostatný esenciální olej z SM nebylo statisticky účinnější než kombinaci SM+OV. Naopak pokud by měl být využit samostatný EO z OV, tak proti SM nebyl dokázán žádný rozdíl, ale oproti kombinaci SM + OV bylo účinnější použít esenciální olej z OV. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici **BC5** bylo statisticky významné použití všech variant.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužit žádnou, ale také byla dokázána vyšší účinnost inhibice růstu **BC5** než u ostatních variant.

## Tabulka 72

### Test významnosti FP (kombinace)

FP	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	6,58936	1	6,589360	24467,47	0,000000
EO	10,63928	7	1,519897	5643,65	0,000000
varianta	0,00160	4	0,000400	1,49	0,216099
šířka/ výška	0,00004	1	0,000036	0,13	0,714704
Chyba	0,01831	68	0,000269		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

## Tabulka 73

### Tukeyiv HSD test pro FP (kombinace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00027, sv = 68,000						
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5
2	TVTS1000	0,000000	****				
5	TV1000	0,000000	****				
4	v1000	0,000000	****				
8	OV1000	0,000000	****				
6	TS1000	0,336682		****			
3	OVSM1000	0,398125			****		
7	SM1000	0,431104				****	
1	KO	1,118240					****

Pomocí Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku **FP**.

V případě TS a TV bylo účinnější využít samostatný esenciální olej z TV nebo kombinaci TV + TS. Naopak pokud by měl být využit samostatný EO z TS, tak se to ze statistického hlediska neoplatí. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici **FP** bylo statisticky významné použití všech variant.

Využit samostatný esenciální olej z OV bylo statisticky účinnější než kombinaci SM + OV. Naopak pokud by měl být využit samostatný EO z SM, tak proti OV, ale i oproti kombinaci SM + OV by byl tento krok statisticky nevýhodný. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici **FP** bylo statisticky významné použití všech variant.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužití žádnou, ale nebyla prokázána vyšší účinnost než využití jen esenciálního oleje TV či OV nebo kombinace TV + TS.

## Tabulka 74

### Test významnosti FO (kombinace)

FO	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	6,77926	1	6,779260	7547,382	0,000000
EO	11,63993	7	1,662848	1851,256	0,000000
varianta	0,00587	4	0,001466	1,633	0,176120
šířka/ výška	0,00103	1	0,001031	1,148	0,287860
Chyba	0,06108	68	0,000898		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

## Tabulka 75

### Tukeyiv HSD test pro FO (kombinace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00090, sv = 68,000					
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4
2	TVTS1000	0,000000	****			
5	TV1000	0,000000	****			
4	v1000	0,000000	****			
8	OV1000	0,000000	****			
6	TS1000	0,337455			****	
7	SM1000	0,384826		****		
3	OVSM1000	0,414806		****		
1	KO	1,180147				****

Pomocí Tukeyova HSD testu se podařil zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku FO.

V případě TS a TV bylo účinnější využít samostatný esenciální olej z TV nebo kombinaci TV + TS. Naopak pokud by měl být využit samostatný EO z TS, tak se to ze statistického hlediska neoplatí. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici FO bylo statisticky významné použití všech variant.

Využit samostatný esenciální olej z OV bylo statisticky účinnější než kombinaci SM + OV nebo samostatný esenciální olej SM. Preference použití mezi SM + OV nebo SM byla statisticky zanedbatelná. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici FO bylo statisticky významné použití všech variant.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužít žádnou, ale nebyla prokázána vyšší účinnost než využití jen esenciálního oleje TV či OV nebo kombinace TV + TS.

## Tabulka 76

### Test významnosti FT (kombinace)

FT	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	6,69124	1	6,691237	8738,249	0,000000
EO	11,02553	7	1,575075	2056,929	0,000000
varianta	0,00810	4	0,002025	2,644	0,040889
šířka/ výška	0,00018	1	0,000179	0,234	0,630172
Chyba	0,05207	68	0,000766		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 77

### Tukeyiv HSD test pro FT (kombinace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00077, sv = 68,000						
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4	5
2	TVTS1000	0,000000	****				
5	TV1000	0,000000	****				
4	v1000	0,000000	****				
8	OV1000	0,000000	****				
6	TS1000	0,339851		****			
3	OVSM1000	0,383000			****		
7	SM1000	0,433166				****	
1	KO	1,143268					****

Pomocí Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku FT.

V případě TS a TV bylo účinnější využít samostatný esenciální olej z TV nebo kombinaci TV + TS. Naopak pokud by měl být využit samostatný EO z TS, bude inhibice růstu FT v porovnání s dalšími variantami nižší. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici FT bylo statisticky významné použití všech variant.

Využit samostatný esenciální olej z OV bylo statisticky účinnější než kombinaci SM + OV nebo samostatný esenciální olej SM. Preference použití mezi SM + OV nebo SM byla ze statistického hlediska přikládána kombinaci SM + OV. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici FT bylo statisticky významné použití všech variant.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužít žádnou, ale nebyla prokázána vyšší účinnost nad variantami TV, OV nebo kombinací TV + TS.

## Tabulka 78

### Test významnosti SS7 (kombinace)

SS7	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	23,33336	1	23,33336	9351,684	0,000000
EO	29,94778	7	4,27825	1714,665	0,000000
varianta	0,04200	7	0,00600	2,405	0,026082
šířka/ výška	0,00028	1	0,00028	0,113	0,737745
Chyba	0,23703	95	0,00250		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 79

### Tukeyův HSD test pro SS7 (kombinace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00250, sv = 95,000					
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3	4
2	TVTS1000	0,000000	****			
6	TS1000	0,000000	****			
4	v1000	0,000000	****			
5	TV1000	0,000000	****			
7	SM1000	0,695234			****	
3	OVSM1000	0,923470				****
8	OV1000	1,180147		****		
1	KO	1,180147		****		

Pomocí Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku SS7.

V případě TS a TV nebylo statisticky významné, zdali byl aplikován samostatný esenciální olej z TV, TS nebo jejich kombinaci TV + TS. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici SS7 bylo statisticky významné použití všech variant.

Využit samostatný esenciální olej z SM bylo statisticky účinnější než kombinaci SM + OV, která významně hůře inhibovala růst SS7. Naopak pokud by měl být využit samostatný EO z OV, tak je ze statistického hlediska lepší aplikace samotné SM nebo kombinace SM + OV. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici SS7 byla statisticky významná pouze varianta SM nebo kombinace SM + OV.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužití žádné, ale nebyla prokázána vyšší účinnost nad variantami TV, TS nebo kombinací TV + TS.

## Tabulka 80

### Test významnosti SS8 (kombinace)

SS8	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	30,88111	1	30,88111	256169,3	0,000000
EO	35,11490	7	5,01641	41612,9	0,000000
varianta	0,00202	7	0,00029	2,4	0,026688
šířka/ výška	0,00008	1	0,00008	0,6	0,422741
Chyba	0,01145	95	0,00012		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 81

### Tukeyův HSD test pro SS8 (kombinace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00012, sv = 95,000				
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3
2	TVTS1000	0,000000	****		
5	TV1000	0,000000	****		
4	v1000	0,000000	****		
6	TS1000	0,000000	****		
3	OVSM1000	1,003736			****
7	SM1000	1,180147		****	
8	OV1000	1,180147		****	
1	KO	1,180147		****	

Dle Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku SS8.

V případě TS a TV nebylo statisticky významné, zdali byl aplikován samostatný esenciální olej z TV, TS nebo jejich kombinaci TV + TS. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici SS8 bylo statisticky významné použití všech variant.

U variant SM a OV bylo statisticky významnější použít pouze kombinaci těchto EO, v jiném případě byly tyto varianty zařazeny do stejné homogenní skupiny jako kontrolní vzorek. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici SS8 bylo statisticky významné použití pouze kombinace SM + OV.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužití žádnou, ale nebyla prokázána vyšší účinnost nad variantami TV, TS nebo kombinací TV + TS.



## Tabulka 82

### Test významnosti *SS10* (kombinace)

<b><i>SS10</i></b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	38,05651	1	38,05651	13366,79	0,000000
EO	30,76300	7	4,39471	1543,58	0,000000
varianta	0,06224	7	0,00889	3,12	0,005191
šířka/ výška	0,00018	1	0,00018	0,06	0,803852
Chyba	0,27047	95	0,00285		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že byl statisticky významný rozdíl mezi minimálně 2 variantami, který byl pravděpodobně způsoben nepřesným měřením.

## Tabulka 83

### Tukeyův HSD test pro *SS10* (kombinace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00285, sv = 95,000				
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3
2	TVTS1000	0,000000	****		
5	TV1000	0,000000	****		
4	v1000	0,000000	****		
7	SM1000	0,771695			****
6	TS1000	0,799755			****
3	OVSM1000	1,127045		****	
8	OV1000	1,180147		****	
<b>1</b>	<b>KO</b>	<b>1,180147</b>		<b>****</b>	

Dle Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku *SS10*.

V případě TS a TV nebylo statisticky významné, zdali byla aplikován samostatný EO z TV nebo jejich kombinaci TV + TS, ale pokud by měl být využit samostatný EO z TS, tak byla účinnost inhibice růstu *SS10* statisticky nižší. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici *SS10* bylo statisticky významné použití všech variant.

U variant SM a OV bylo statisticky významnější použít pouze samostatné SM, v jiném případě byly tyto varianty zařazeny do stejné homogenní skupiny jako kontrolní vzorek. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici *SS10* bylo statisticky významné použití pouze esenciálního oleje z SM.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužití žádné, ale nebyla prokázána vyšší účinnost nad variantou TV nebo kombinací TV + TS.



## Tabulka 84

### Test významnosti *SSII* (kombinace)

<b><i>SSII</i></b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	P
Abs. člen	36,27482	1	36,27482	5799,571	0,000000
EO	36,09867	7	5,15695	824,487	0,000000
varianta	0,08402	7	0,01200	1,919	0,074865
šířka/ výška	0,00002	1	0,00002	0,002	0,960647
Chyba	0,59420	95	0,00625		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyla statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

## Tabulka 85

### Tukeyiv HSD test pro *SSII* (kombinace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00625, sv = 95,000				
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3
2	TVTS1000	0,000000		****	
5	TV1000	0,000000		****	
4	v1000	0,000000		****	
6	TS1000	0,212043			****
3	OVSM1000	1,180147	****		
7	SM1000	1,180147	****		
8	OV1000	1,180147	****		
1	KO	1,180147	****		

Dle Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku *SSII*.

V případě TS a TV nebylo statisticky významné, zdali byl aplikován samostatný esenciální olej z TV nebo jejich kombinaci TV + TS, ale pokud by měl být využit samostatný EO z TS, tak by byla účinnost inhibice růstu *SSII* statisticky nižší. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici *SSII* bylo statisticky významné použití všech variant.

Mezi variantami SM, OV ani kombinací SM + OV nebyl statisticky významný rozdíl. Všechny varianty společně byly zařazeny do stejné homogenní skupiny jako kontrolní vzorek, což znamená, že použití ani jedné z variant nebylo vhodné k použití jako prostředek k inhibici růstu *SSII*.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužití žádnou, ale nebyla prokázána vyšší účinnost nad variantou TV nebo kombinací TV + TS.

## Tabulka 86

### Test významnosti TR (kombinace)

TR	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	8,73343	1	8,733435	3677,400	0,000000
EO	20,60027	7	2,942896	1239,170	0,000000
varianta	0,02270	4	0,005675	2,389	0,059324
šířka/ výška	0,00014	1	0,000142	0,060	0,807874
Chyba	0,16149	68	0,002375		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyl statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

## Tabulka 87

### Tukeyiv HSD test pro TR (kombinace)

Č. buňky	HSD při nestejných N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00237, sv = 68,000				
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3
2	TVTS1000	0,000000	****		
6	TS1000	0,000000	****		
4	v1000	0,000000	****		
5	TV1000	0,000000	****		
7	SM1000	0,000000	****		
3	OVSM1000	0,269291			****
8	OV1000	1,180147		****	
1	KO	1,180147		****	

Dle Tukeyova HSD testu se podařilo zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku **TR**.

V případě TS a TV nebylo statisticky významné, zdali byl aplikován samostatný esenciální olej z TV, TS nebo jejich kombinaci TV + TS. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici **TR** bylo statisticky významné použití všech variant.

U variant SM a OV bylo statisticky významnější použít pouze samostatné SM, v jiném případě jsou tyto varianty statisticky méně účinné. Pokud ale byly porovnávány SM + OV vůči OV, tak lze díky výsledkům analýzy publikovat, že varianta SM + OV měla větší inhibiční schopnosti. Nutno podotknout, že ve vztahu k inhibici **TR** bylo statisticky významné použití variant SM nebo kombinace SM + OV.

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužití žádnou, ale nebyla prokázána vyšší účinnost nad variantami TV, SM, TS nebo kombinací TV + TS.

## Tabulka 88

### Test významnosti $R$ (kombinace)

$R$	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	6,01265	1	6,012648	4756,427	0,000000
EO	18,76051	7	2,680073	2120,126	0,000000
varianta	0,01130	4	0,002826	2,236	0,074198
šířka/ výška	0,00008	1	0,000085	0,067	0,796491
Chyba	0,08596	68	0,001264		

Existuje statisticky významný rozdíl minimálně mezi 2 typy kombinací esenciálních olejů. Naopak neexistuje statisticky významný rozdíl v porovnání měření mycelia šířky a výšky u žádné z variant esenciálního oleje. Nutné podotknout, že nebyla statisticky významný rozdíl ani mezi variantami.

## Tabulka 89

### Tukeyiv HSD test pro $R$ (kombinace)

Č. buňky	HSD při nesterjých N; proměnná ARC; Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00126, sv = 68,000				
	EO	ARC (Průměr)	1	2	3
2	TVTS1000	0,000000	****		
3	OVSM1000	0,000000	****		
4	v1000	0,000000	****		
5	TV1000	0,000000	****		
6	TS1000	0,000000	****		
7	SM1000	0,000000	****		
1	KO	1,003063		****	
8	OV1000	1,180147			****

Pomocí Tukeyova HSD testu se podařil zjistit statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých EO proti kombinacím ve vztahu ke kontrolnímu vzorku  $R$ .

V případě TS a TV proti kombinaci TV + TS nebyla prokázána statistická odlišnost, jestli byl použit EO samostatně nebo ve směsi. Použití všech variant vykazovalo významnou inhibici růstu  $R$ .

Zdali využít samostatný EO z SM nebo kombinaci SM + OV, nebylo z hlediska inhibice růstu  $R$  podstatné, obě vykazovaly stejnou statisticky významnou inhibici. Naopak u samostatného esenciálního oleje z OV nebyla prokázána inhibiční vlastnost ve vztahu k růstu  $R$ .

Kombinace všech EO byla statisticky významnější než nepoužít žádnou, ale nebyla prokázána vyšší účinnost než využití SM, TS a TV samostatně nebo kombinaci TV + TS či SM + OV.

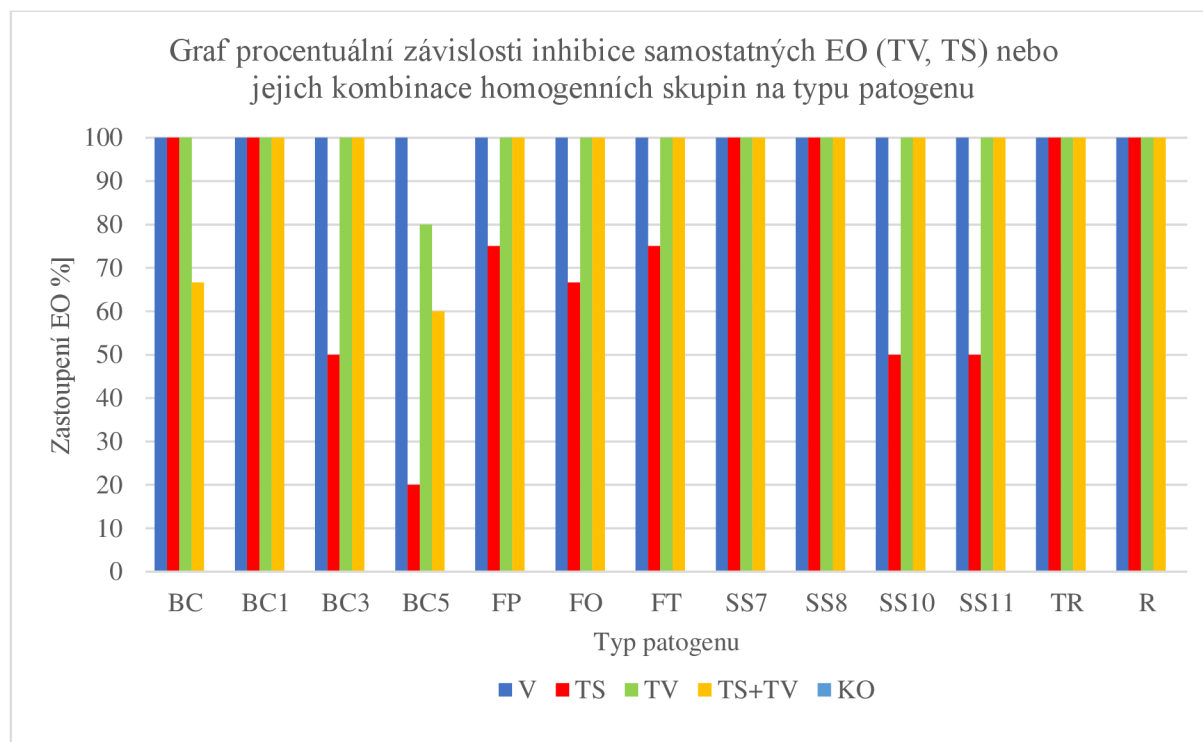
**Tabulka 90***Test významnosti MH (kombinace)*

<b><i>MH</i></b>	Jednorozměrné testy významnosti pro ARC; Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	1,75991	1	1,759905		
EO	18,47420	7	2,639172		
varianta	0,00000	7	0,000000		
šířka/ výška	0,00000	1	0,000000		
Chyba	0,00000	89	0,000000		

Neexistuje statisticky významný rozdíl mezi ani jedním typem esenciálního oleje v porovnání s jejich kombinací z testovaných vzorků. Tímto byla potvrzena nulová hypotéza, která zavrhuje další pokračování v testování.

## Grafické znázornění

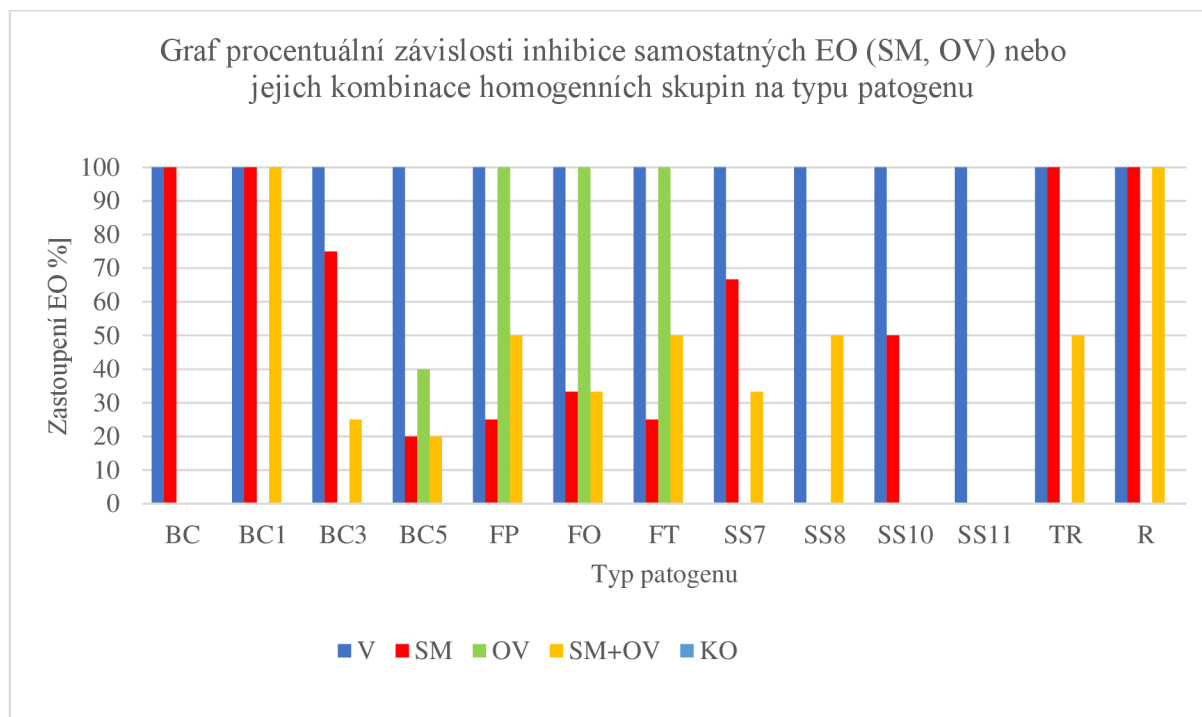
Pro přehlednost byly výsledky testů koncentrací jednotlivých EO shrnuty do sloupcových grafů, které vycházejí z výsledků pomocí Tukeyova HSD testu homogenních skupin.



### **Graf 10**

*Graf procentuální závislosti inhibice samostatných EO (TV, TS) nebo jejich kombinace homogenních skupin na typu patogenu*

Graf znázorňuje, že jako nejlepší možnost při inhibici zkoumaných patogenů bylo použití kombinace všech esenciálních olejů společně (TV + TS + OV + SM). Další možností bylo použití samostatného EO z TV, poté TV + TS a nejhorší bylo použití samostatného esenciálního oleje z TS. Z grafu také lze vyhodnotit, že TS inhiboval účinek EO z TV v kombinaci, naopak EO z TV vysoce zvýšila schopnost inhibice EO z TS v kombinaci zmíněných EO.



**Graf 11**

*Graf procentuální závislosti inhibice samostatných EO (SM, OV) nebo jejich kombinace homogenních skupin na typu patogenu*

Graf znázorňuje, že jako nejlepší možnost při inhibici zkoumaných patogenů bylo použití kombinace všech esenciálních olejů (TV + TS + OV + SM). Další možností bylo použití samostatného EO z SM, poté SM + OV a nejhorší bylo použití samostatného esenciálního oleje z OV. Z grafu také lze vyčíst, že OV inhiboval účinek SM v kombinaci, naopak SM vysoce zvýšila schopnost inhibice TS v kombinaci zmíněných EO. Výjimkou byli zástupci rodu *Fusarium*, kteří tuto teorii převrátili ve prospěch OV. Zajímavostí byl případ patogenu *SS10*, kde byla pravděpodobně varianta natolik odolná, že účinné bylo použití pouze samostatné SM a u patogenu *SS11*, na kterou nepůsobila žádná z kombinací.

## 6. Diskuse

Samotný obor biologické ochrany rostlin byl zkoumán již po dlouhou dobu, ale oficiálně byl uznán až v 70. letech 20. století. V současnosti je biologická ochrana rostlin jedním z mála agrotechnických věd, která je podporována jak farmáři, tak i širokou veřejností. Ačkoli se tato oblast nadále rozvíjí, náklady na praktickou aplikaci jsou vysoké ve srovnání s jinými formami ochrany rostlin (Bleša, 2019). Pro snížení nákladů ve využití těchto metod existují formy dotací nebo podpory evropské unie.

Cílem výzkumu bylo získat nové informace o účinnosti esenciálních olejů proti původcům posklizňových chorob. Studie prokázala, že většina z testovaných esenciálních olejů dosahuje minimálně částečné inhibice proti testovaným 14 izolátům patogenů. Proti *Penicillium* sp. se statisticky významně prokázalo částečné omezení růstu pouze pomocí *Origanum majorana*, které v dalších případech bylo velmi neúčinné. Nejvyšší inhibiční účinek v průlomu všech testovaných patogenů byl dokázán u esenciálního oleje z *Thymus vulgaris*. Významnou inhibici dokazovaly také další z čeledi *Lamiaceae*, a to *Thymus serpyllum*, *Satureja montana* a *Origanum vulgare*. Dle těchto výsledků lze považovat čeleď *Lamiaceae* jako nejvhodnější možnost, odkud čerpat esenciální oleje z rostlinných pletiv proti boji s posklizňovými chorobami. Také se podařilo prokázat synergický účinek esenciálních olejů v kombinaci všech účinných látek (TV + SM + TS + OV), a to natolik, že inhibice růstu mycelia dosahovala vyšších hodnot než u neúčinnějšího EO z *Thymus vulgaris*. Nicméně rozdíl v inhibicích mycelia není natolik statisticky významný, aby byla preferována jedna z možností před druhou.

K lepší přehlednosti výsledků v diskuzi je odkázáno na grafická zpracování č. 1–11.

Tian et al. (2012) ve své studii publikují, že esenciální olej z *Anethum graveolens* (kopr vonný, AG) vykazuje antimykotickou aktivitu proti rodu *Aspergillus*. V průlomu celého výzkumu byla podpořena teorie Tian et. al. (2012), že by mohl být kopr vonný využitý i v inhibici proti jiným druhům fytopatogenních hub. Nicméně inhibice růstu mycelia testovaných patogenů nikdy nedosáhla 100% účinnosti a pouze v případě inhibice varianty **BC1** a **SS8** přesáhla 80% hranici, průměru se pohybovala schopnost inhibice okolo 38,5 %. V porovnání s ostatními EO byl tento esenciální olej z *Anethum graveolens* nedoporučen k využití jako ochranu před posklizňovými chorobami.

Pavela (2020) ve své knize říká, že esenciální olej z *Carum carvi* (kmín kořený, CK) aplikují v Indii jako ochranu proti rodům *Penicillium* a *Fusarium*. V této práci bylo zjištěno, že účinnost inhibice růstu mycelia testovaných patogenů se u kmínu kořeného pohybovala okolo 35 % v průlomů všech testovaných vzorků. Naopak zcela byla vyvrácena možnost využití *Carum carvi* jako ochranu proti rodu *Penicillium*, u kterého byla dokázána neschopnost inhibice rodu *Penicillium* tímto esenciálním olejem. Jako možnost preventivní aplikace esenciálního oleje v konkurenci všech zkoumaných v ochraně proti posklizňovým patogenům nebyl tento EO doporučen.

Singh et al. (2006) zdůrazňují ve svých výsledcích, že je esenciální olej z *Coriandrum sativum*, (koriandr setý, CK) charakterizován vysokou inhibicí proti růstu hub *Curvularia pallidissima*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium moniliforme* a *Aspergillus terreus*. Jejich tvrzení lze dle výzkumu snadno vyvrátit v případě *Fusarium oxysporum*, jelikož účinnost esenciálního oleje k potlačení růstu houby dosahovala hodnot lehce přes 50 %. Obecně antimykotické vlastnosti EO z koriandru setého v průlomů všech testovaných hub dosahovaly hodnot okolo 29 %. Což v závěru lze vyhodnotit jako nevhodný k využití k ochraně zeleniny v konkurenci ostatních testovaných olejů.

Ve své práci Tavares et al. (2008) hodnotí esenciální oleje získané z *Daucus carota* (mrkev obecná, DC) jako antifungální. V této práci bylo zjištěno, že účinnost inhibice dosahovala vyšších hodnot pouze v případě rodu *Fusarium* sp., kde hodnoty i tak nedosahovaly čísel nad 80 %. V průlomů všech testovaných hub inhibice dosahoval EO z mrkve obecné inhibiční procento okolo 38 %, dle čeho lze soudit, že esenciální olej získaný z této plodiny není natolik vhodný k preventivní ochraně skladované zeleniny v konkurenci s ostatními EO.

Esenciální olej z *Foeniculum vulgare* (fenykl obecný, FV) dle výzkumu Shukla & Tripathi (1987) se využívá k inhibici rodů *Aspergillus* a *Penicillium*. Ve výzkumu se jako inhibiční prostředek neosvědčil a proti *Penicillium* sp. neprokazoval žádnou účinnost. Celkově si esenciální olej z fenyklu obecného nevedl dobře, pouze výjimka u varianty **BC3** ukazovala prospěšnou účinnost inhibice růstu mycelia okolo 80 %. Mezi všemi EO se bohužel esenciální olej neosvědčil skrze průměrnou sílu potlačení růstu mycelia okolo 24 %.

Úvaha o antimykotické schopnosti esenciálního oleje z *Pimpinella anisum* (anýz vonný, PA), kterou publikovali ve své studii Sharifi et. al. (2008) nebyla výzkumem potvrzena.



Důkaznost inhibice růstu mycelia nebyla natolik vysoká (21 %), aby významně ovlivnila ochranu skladované zeleniny proti zkoumaným patogenům. Mezi všemi EO by esenciální olej z fenyklu nebyl konkurenceschopný.

Ve výzkumu Badea & Delian (2004) byla prokázána vysoká účinnost *Artemisia dracunculus* (pelyněk kozalec, TaO) proti fytopatogenní houbě *Sclerotinia sclerotiorum*. Dle této práce lze tuto informaci snadno negovat, jelikož hodnoty inhibice růstu dosahovali maximálně 42 %, a to ještě v případě citlivější varianty. V jiných případech inhibice *Sclerotinia sclerotiorum* nebyla prokázána vůbec. Při hodnocení všech patogenů dohromady byla naměřena hodnota účinnosti inhibice pomocí pelyňku kozalce 10,5 %, o které lze říct, že byla statisticky nedostatečná k významnému ovlivnění růstu mycelia zkoumaných fytopatogenních hub.

Studie Piyo et al. (2009) prezentují významnou schopnost inhibice EO z *Ocimum basilicum* (bazalka pravá, OB) proti patogenům *Alternaria brassicicola*, *Aspergillus flavus*, *Bipolaris oryzae*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum*, *Pyricularia arisea*. Předpokládaná významná schopnost inhibice růstu dalších fytopatogenních hub byla ve výzkumu popřena. Esenciální olej z bazalky pravé si v měření vedl ze všech jako jeden z nejhůře účinných EO v pokusu. Hodnota inhibice fytopatogenních hub dosahovala necelých 11 %. Lze tedy zavrhnout tento esenciální olej jako vhodný k ochraně zeleniny ve skladovacích prostorech.

Esenciální olej z *Origanum majorana* Mohamed et al. (2020) považují jako účinný proti inhibici fytopatogenních hub *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides*, *Bipolaris oryzae* a *Curvularia lunata* a předpokládají, že tuto vlastnost bude možné použít i v boji s jinými škodlivými houbami. Esenciální olej z majoránky byl vyzdvižen pouze v případě rodu *Penicillium* sp., kde u méně odolné varianty byl schopný jako jediný pozastavit růst mycelia ve 100% efektu. V jiných případech byla schopnost inhibice statisticky méně významná a v hodnocení konkurenceschopnosti s ostatními EO dosahovala pouze 29 %.

U esenciálního oleje z *Rosmarinus officinalis* (rozmarýna lékařská, RO) byla dle da Silva Bomfim et al. (2015) v předpokladu vysoká inhibiční schopnost růstu mycelia minimálně u dalších rodů *Fusarium*, než ve své práci prezentují. Naopak lze o tomto esenciální oleji hovořit jako o extrémně nevhodném k využití v ochraně zeleniny ve vztahu ke skladování, jelikož jeho inhibiční schopnosti u více jak poloviny fytopatogenů nebyly vůbec prokázány.

Stejně tak byla zavržena i idea da Silva Bomfim et al. (2015) jelikož na *Fusarium* sp. tento EO nepůsobil vůbec. V konkurenci ostatních EO dopadl jako druhý nejhůře hodnocený esenciální olej s 4% účinností inhibice zkoumaných škodlivých organismů.

Jako vhodnou ochranu proti patogenům *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. nebo *Penicillium* sp. představují Rus et al. (2015) v jejich výzkumu esenciální olej ze *Salvia officinale* (šalvěj lékařská, SO). Výsledky tuto domněnku popřely a potvrdily pouze fakt, že šalvěj obecná byla významně účinná v inhibici pouze u méně odolného izolátu **BCI** ve 100% efektu. V dalších případech prokazovala pouze malou či žádnou schopnost inhibice růstu zkoumaných patogenů. Procentuální hodnota inhibice mycelia v konkurenceschopnosti s jinými EO dosahovala zanedbatelných 12,5 %.

Výzkumná práce autorů Duke & Ayensu (1985) hovoří o esenciálním oleji z *Laurus nobilis* (vavřín pravý, LN), že vynikají fungicidní a baktericidní schopností. Výzkum nepopřel částečnou schopnost potlačení růstu patogenních hub, ale naopak nepodpořil teorii o významné schopnosti inhibice. O možnosti použít vavřínový esenciální olej by mohla být provedena spekulace jen ve variantách *Fusarium* sp. anebo v citlivějších vzorcích **BCI** a **SSII**. Nicméně dle výsledků bylo doporučeno upřednostnit jiný esenciální olej před esenciální olejem z vavřínu skrze jeho velmi nízkou průměrnou hodnotou inhibice růstu (14 %) testovaných hub.

Pavela (2020) ve své knize píše o znatelné schopnosti inhibice škodlivých organismů jako *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Phytophthora infestans* pomocí esenciálního oleje z *Piper nigrum* (pepřovník černý, PN). Výzkum absolutně vyvrátil toto tvrzení, jelikož esenciální olej z pepřovníku černého byl hodnocen jako nejhorší v konkurenci všech esenciálních olejů a byl schopen minimální inhibice (25 %) pouze u variant **BCI** a **FT**. V případě srovnání s jinými esenciálními oleji v potlačení růstu zkoumaných patogenů dosahovalo inhibiční procento hodnot 2,9 %.

Dle Radice et al. (2022) má esenciální olej z rostliny *Zingiber officinale* (zázvor lékařský, ZO) potenciál v inhibici růstu rodů *Fusarium*. V tomto případě lze zavrhnout výsledek jejich výzkumu, jelikož zázvor pravý prokazoval významnou inhibici pouze v méně odolných variantách **SS10**, **SS11** a variantě **R**, kde dosahovalo procento inhibice přes 50% účinnost. V průlomu všech testovaných esenciálních olejů by použití tohoto EO nebylo natolik statisticky

významné, aby byl doporučen k ochraně před původci skládkových chorob. Celkové procento inhibice EO v průměru všech testovaných hub dosahovalo 17,4 %.

Raveau et al. (2020) prokázali ve svém výzkumu antifungální účinnost esenciální oleje z *Cymbopogon citratus* (voňatky citronové, CC) na houbách *Colletotrichum gloeosporioides* a *Aspergillus* sp., a také zmiňují nižší schopnost inhibice *Fusarium oxysporum*. Výzkum potvrdil další statisticky významnou účinnost na jiných škodlivých houbách dokonce v případech **BC3**, **FP**, **FT** byl růst mycelia potlačen úplně. Dle výsledků lze negovat výrok Raveau et al. (2020) o nízké schopnosti inhibice rodu *Fusarium oxysporum* pomocí voňatky citronové, která dosahovala až 89 %. V celkovém porovnání oproti všem zkoumaným druhům EO proti patogenním vzorkům, byla inhibiční schopnost CC 64 %, která v porovnání v grafu 5 nakonec neobstála k dalšímu výzkumu mezi konkurenčními esenciálními oleji.

O esenciálním oleji z *Cymbopogon winterianus* (voňatka jávská, CW) mluví ve své studii Wany et al. (2013) jako o esenciální oleji s vlastnostmi, které omezují růst houbových patogenů. Stejně jako u esenciálního oleje z voňatky citronové dokazoval esenciální olej z voňatky jávské vysokou schopnost inhibice námi zkoumaných patogenů. Lze tak tedy potvrdit myšlenku Wany et al. (2013). CW projevoval velmi podobné chování jako jeho mezidruhový zástupce CC, nicméně voňatka jávská nedosáhla v žádném z případů 100% účinnosti potlačení růstu mycelia testovaných hub. Stejně jako CC byla CW srovnávána v grafu 5 s vybranými esenciálními oleji a se svou 46% účinností inhibice patogenů neobstála v konkurenci ostatních EO, aby byla použita k další části výzkumu.

Dle grafu 5 byl esenciální olej z *Origanum vulgare* (dobromysl obecná, OV) vyhodnocen jako dostatečně účinný v 0,1% koncentraci na podkladním mediu DSMO v inhibiční hodnotě 90,1 %, který dostával patogen pod větší inhibiční tlak, jelikož se EO vysrážel vždy na povrchu podkladního agaru PDA. K dalšímu testování už nebyl natolik účinný při podkladním mediu TWEEN 80, který EO dokázal lépe rozvolnit po médiu. Dobromysl obecná v tomto případě dosahovala inhibiční schopnosti 34 % v 0,1% koncentraci. Jediní zástupci rodu *Fusarium* byli úplně inhibováni ve 0,1% koncentraci esenciálním olejem OV. Po čas dalších koncentrací se schopnost potlačení růstu mycelia v průměru všech testovaných variant dále snižovala (34 % > 20 % > 7 % > 1 % > 0 %) od 0,1% do 0,02% koncentrací. Hou et al. (2020) dokázali svým výzkumem úplnou inhibici *Botrytis cinerea*. Výzkum na *Botrytis cinerea* ve vztahu k OV byl účinný pouze u citlivější varianty **BC5**, v jiných případech tuto houbu

esenciální olej nijak neovlivnil a tím lze vyvrátit teorii výzkumného kolektivu úplné schopnosti inhibice tohoto patogenu. Výsledkem lze říci, že esenciální olej z *Origanum vulgare* bylo vhodné použít pouze v 0,1% koncentraci a jen na houby rodu *Fusarium*. Komplexní použití v rámci preventivního ošetření proti původcům posklizňových chorob u zeleniny není doporučeno.

Dle grafu 5 byl esenciální olej z *Satureja montana* (saturejka horská, SM) vyhodnocen jako dostatečně účinný v 0,1% koncentraci na podkladním mediu DSMO v inhibiční hodnotě 83,5 %, který dostával patogen pod větší inhibiční tlak, jelikož se EO vysrážel vždy na povrchu podkladního agaru PDA. K dalšímu testování už nebyl natolik účinný při podkladním mediu TWEEN 80, který EO dokázal lépe rozvolnit po médiu. Saturejka horská v tomto případě dosahovala inhibiční schopnosti 66,6 % v 0,1% koncentraci. Small (2006) ve své knize zmiňuje, že látky, které dominují v obsahu u saturejky horské, karvakrol a thymol vyčnívají svou antifungicidní a insekticidní aktivitou. Jeho tvrzení v pokusu bylo potvrzeno pouze v případě, pokud se nejedná o patogen *Sclerotinia sclerotiorum*, u kterého inhibiční vlastnosti dosahovaly velmi malých hodnot. Po dobu výzkumu v dalších koncentracích se schopnost potlačení růstu mycelia v průměru všech testovaných variant dále snižovala (66,6 % > 53,4 % > 47,7 % > 36,9 % > 12 %) od 0,1%–0,02% koncentrací. Výsledkem lze říct, že esenciální olej ze saturejky má dobrý potenciál ve využití v ochraně rostlin proti posklizňovým chorobám, ale jelikož napadení houbou *Sclerotinia sclerotiorum* je jednou z nejčastějších, tak v rámci komplexního preventivního ošetření tento esenciální olej nevyhovuje.

Dle grafu 5 byl esenciální olej z *Thymus serpyllum* (mateřídouška úzkolistá, TS) vyhodnocen jako dostatečně účinný v 0,1% koncentraci na podkladním mediu DSMO v inhibiční hodnotě 80,5 %, který dostával patogen pod větší inhibiční tlak, jelikož se EO vysrážel vždy na povrchu podkladního agaru PDA. K dalšímu testování byl překvapivě EO účinnější při podkladním mediu TWEEN 80, který EO dokázal lépe rozvolnit po médiu. Mateřídouška úzkolistá v tomto případě dosahovala inhibiční schopnosti 81,5 % v 0,1% koncentraci. U esenciálních olejů z mateřídoušky úzkoliste převažují účinné látky jako thymol, cymen, linalol, karvakrol, borneol, terpineol tvrdí Nováková a Šedivý (1996), kde schopnost těchto sloučenin v potlačení růstu houbových patogenů vyzdvihuje Small (2006) ve své knize. Teorie dle Small (2006) byla výzkumem snadno potvrzena, jelikož esenciální olej z TS účinkoval významně na všech houbové patogeny z druhého měření, kdy dokonce v 6 případech dokázal růst ve 0,1% koncentraci potlačit úplně (*SS7*, *SS8*, *TR*, *R*, *BC1*, *MH*) a u patogenu *MH* dostačila 0,08%

koncentrace a u **TR** a **R** varianty bylo statisticky nevýznamné, jestli byla použita 0,1%, 0,08% nebo 0,06% koncentrace. V testování dalších koncentrací se schopnost potlačení růstu mycelia v průměru všech testovaných variant dále snižovala (81,5 % > 68 % > 35,5 % > 20,4 % > 11,2 %) od 0,1%–0,02% koncentrací. Výsledkem lze doporučit esenciální olej jako vhodný k preventivní ochraně skladované zeleniny před původci posklizňových chorob.

Dle grafu 5 byl esenciální olej z *Thymus vulgaris* (tymián obecný, TV) vyhodnocen jako dostatečně účinný v 0,1% koncentraci na podkladním mediu DSMO v inhibiční hodnotě 100 %, který dostával patogen pod větší inhibiční tlak, jelikož se EO vysrážel vždy na povrchu podkladního agaru PDA. V dalším testování byl EO méně účinný na podkladním mediu TWEEN 80, který EO dokázal lépe rozvolnit po mediu. Tymián obecný v tomto případě dosahoval inhibiční schopnosti 97,2 % v 0,1% koncentraci. Small (2006) ve své knize prezentuje, že tak vysokou schopnost potlačení růstu fytopatogenních hub má za následek nejdominantnější sloučenina thymol. Schopnost esenciálního oleje zamezit růstu mycelia byla ve výzkumu potvrzena. V testování dalších koncentrací se schopnost potlačení růstu mycelia v průměru všech testovaných variant dále snižovala (97,2 % > 93,1 % > 90 % > 68 % > 36 %) od 0,1%–0,02% koncentrací. Výsledkem této studie bylo, že esenciální olej z TV byl ze všech testovaných EO nejvhodnější k použití jako preventivní opatření k potlačení růstu původců posklizňových chorob vzniklých při nesprávném skladování. Pokud by měl být boj s patogeny proveden jednotlivě a záměrem by bylo stoprocentně zamezit výskyt houbového mycelia, tak na rody *Fusarium* a *Sclerotium* by stačilo aplikovat 0,06% koncentraci TV, na rod *Trichothecium* 0,04% koncentraci TV a na rod *Roseograndinia* dokonce pouhou 0,02% koncentraci TV. U rodu *Botrytis* a *Mucor* bylo doporučeno zůstat u 0,1% koncentraci tymiánového esenciálního oleje.

Jelikož statisticky nejvýznamnější inhibice zkoumaných patogenů pocházely z čeledi *Lamiaceae*, tak byly vyhledány společné účinné metabolity u vybraných esenciálních olejů z druhého výzkumu (TV, TS, OV, SM) a na základě jich byly zvoleny vhodné kombinace. Small (2006) popisuje ve své knize účinné látky karvakrol a thymol, které byly shodnými prvky u všech 4 EO. U tymiánu obecného (dle Small (2006) zastoupení okolo 50 % thymolu) a mateřídoušky úzkolisté (dle Small (2006) zastoupení 20–54 %) převažoval thymol oproti karvakrolu. V druhém případě u saturejky horské (dle Small (2006) zastoupení až 65 % karvakrolu) a dobromysli obecné (dle Small (2006) zastoupení 60–80 % karvakrolu) byl v převaze metabolit karvakrol oproti thymolu. Toto tvrzení prezentují také Nováková a Šedivý

(1996) ve své knize. Úvaha v třetím pokusu byla o podpoření účinné látky thymol aplikací tymiánového a mateřídouškového esenciálního oleje společně a účinného metabolitu karvakrol spojením EO z dobromysli a saturejky ve 0,1% koncentracích. Domněnka byla výzkumem potvrzena v takovém případě, že méně účinné EO s nižším obsahem účinných metabolitů byly podpořeny EO účinnějšími s vyšším obsahem inhibujících sloučenin. Naopak v případě EO, které měly obsahy inhibujících látek přirozeně vyšší, tak byly méně účinnými esenciálními oleji potlačeny v blokaci růstu patogenních organismů. Viz porovnání inhibiční schopnosti v 0,1% koncentraci pro variantu thymol TV (98,5 %), TS (75,9 %) a TV+TS (94,4 %) a pro variantu karvakrol SM (53,5 %), OV (26,2 %) a SM + OV (39,4 %). Výsledek hodnocení kombinací mohla naznačit i schopnost inhibice spíše kvůli rostlinnému metabolitu thymol než karvakrol. Pro zajímavost byla vytvořena varianta TV + TS + SM + OV, která ku překvapení byla nejúčinnější variantou (schopnost potlačení růstu 100 %) v inhibici posklizňových patogenů.

## 7. Závěr

Výsledek výzkumu, který se zaměřoval na schopnost inhibice esenciálních olejů proti houbovým patogenům způsobující posklizňové choroby potvrdil vědeckou hypotézu, že existuje druh esenciálního oleje, který bude mít negativní vliv na životaschopnost fytopatogenních hub v *in vitro* podmínkách. Cíle práce, získat nové informace o účinnosti esenciálních olejů při ochraně zeleniny proti fytopatogenním houbám vyskytujících se ve skladovacích prostorech, byly splněny.

Na základě všech výsledků lze říct, že každý z esenciálních olejů prokazoval určitou v některých případech i extrémně minimální schopnost (*Rosmarinus officinalis* a *Piper nigrum*) potlačení růstu fytopatogenních organismů. Nicméně v praxi by se uplatnily pouze esenciální oleje z *Thymus vulgaris* a *Thymus serpyllum*, které pravděpodobně díky vysokému zastoupení thymolu a karvakrolu dokážou velmi důkladně zabránit vzniku posklizňových chorob. V měření byly statisticky významné i některé z dalších esenciálních olejů, jako například EO z *Origanum majorana*, který dokázal jako jediný výrazněji inhibovat rod *Penicillium* sp.. U některých izolátů byla prokázána účinnost těchto olejů i v nižších koncentracích, ale pro komplexní prevenci proti houbovým patogenům doporučujeme využít esenciální oleje v 0,1% koncentraci. Kombinace jednotlivých olejů může být i na škodu, a proto je toto téma vhodné k dalšímu výzkumu.

Na závěr lze podotknout, že se podařila nahodilou metodou najít vhodná kompatibilita esenciálních olejů z *Thymus vulgaris* + *Thymus serpyllum* + *Satureja montana* + *Origanum vulgare*, které v tomto složení dohromady v 0,1% koncentraci (TV 0,025 % + TS 0,025 % + SM 0,025 % + OV 0,025 %) byly statisticky nejvýznamnější, a tedy nejvhodnější ve vztahu k potlačení vzniku posklizňových chorob.

## 8. Literatura

### 8.1. Internetové zdroje

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2021).vegetable farming summary. Encyclopedia Britannica. Available from <https://www.britannica.com/summary/vegetable-farming> (accessed February 10, 2023).

Koudela, M., a Svozilová, L. (2010). Ekologická produkce zeleniny Available from [http://kz.agrobiologie.cz/ekozem/?m=obecna&p=obecna\\_pestovani](http://kz.agrobiologie.cz/ekozem/?m=obecna&p=obecna_pestovani) (accessed February 11, 2023).

Ministerstvo zemědělství. (2022). Ovoce a zelenina (Zemědělství, eAGRI). Available from <https://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/roslinne-komodity/ovoce-a-zelenina/?fullArticle=1> (accessed February 10, 2023).

National Center for Biotechnology Information. (2023). Taxonomy Browser. Available from [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=40559&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log\\_op=lineage\\_toggle](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=40559&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log_op=lineage_toggle) (accessed February 20, 2023).

National Center for Biotechnology Information. (2023). Taxonomy Browser. Available from [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=5507&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log\\_op=lineage\\_toggle](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=5507&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log_op=lineage_toggle) (accessed February 20, 2023).

National Center for Biotechnology Information. (2023). Taxonomy Browser. Available from [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=948311&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log\\_op=lineage\\_toggle](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=948311&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log_op=lineage_toggle) (accessed February 20, 2023).

National Center for Biotechnology Information. (2023). Taxonomy Browser. Available from [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=61284&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log\\_op=lineage\\_toggle](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=61284&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log_op=lineage_toggle) (accessed February 20, 2023).

National Center for Biotechnology Information. (2023). Taxonomy Browser. Available from [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=64493&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log\\_op=lineage\\_toggle](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=64493&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log_op=lineage_toggle) (accessed February 20, 2023).



National Center for Biotechnology Information. (2023). Taxonomy Browser. Available from [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=2862755&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&mod=1&log\\_op=modifier\\_toggle](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=2862755&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&mod=1&log_op=modifier_toggle) (accessed February 20, 2023).

National Center for Biotechnology Information. (2023). Taxonomy Browser. Available from [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=5180&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log\\_op=lineage\\_toggle](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=5180&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log_op=lineage_toggle) (accessed February 20, 2023).

National Center for Biotechnology Information. (2023). Taxonomy Browser. Available from [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=47278&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log\\_op=lineage\\_toggle](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=47278&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log_op=lineage_toggle) (accessed February 20, 2023).

National Center for Biotechnology Information. (2023). Taxonomy Browser. Available from [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=5081&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log\\_op=lineage\\_toggle](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=5081&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log_op=lineage_toggle) (accessed February 20, 2023).

## 8.2. Knižní zdroje

- Agrios, G. N. (2005). Plant pathology. Elsevier.
- Ahmad, N., Fazal, H., Abbasi, B. H., Farooq, S., Ali, M., & Khan, M. A. (2012). Biological role of *Piper nigrum* L.(Black pepper): A review. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, **2(3)**, S1945-S1953. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60524-3](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60524-3)
- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W., & Blackwell, M. (1996). Introductory mycology (Ed. 4). John Wiley and Sons
- Alves-Silva, J. M., Zuzarte, M., Gonçalves, M. J., Cavaleiro, C., Cruz, M. T., Cardoso, S. M., & Salgueiro, L. (2016). New claims for wild carrot (*Daucus carota* subsp. *carota*) essential oil. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, **2016**. <https://doi.org/10.1155/2016/9045196>
- Badea, M. L., & Delian, E. (2014). *In vitro* antifungal activity of the essential oils from *Artemisia* spp. L. on *Sclerotinia sclerotiorum*. Romanian Biotechnological Letters, **19(3)**, 9345-9352.
- Barkai-Golan, R. (2001). Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control. Elsevier.
- Bilia, A. R., Guccione, C., Isacchi, B., Righeschi, C., Firenzuoli, F., & Bergonzi, M. C. (2014). Essential oils loaded in nanosystems: a developing strategy for a successful therapeutic approach. Evidence-based complementary and alternative medicine, **1**, 5-12. <https://doi.org/10.1155/2014/651593>
- Bleša, D. (2019). Úvod do problematiky biologické ochrany rostlin. Obilnárské listy, **27**, 10-13.
- Boland, G. J., & Hall, R. (1994). Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. Canadian Journal of Plant Pathology, **16(2)**, 100-108. <https://doi.org/10.1080/07060669409500766>
- Bolton, M. D., Thomma, B. P., & Nelson, B. D. (2006). *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. Molecular plant pathology, **7(1)**, 1-16. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2005.00316.x>
- Bonfante, P., & Venice, F. (2020). *Mucoromycota*: going to the roots of plant-interacting fungi. Fungal Biology Reviews, **34(2)**, 100-113. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2019.12.003>
- Brandhoff, B., Simon, A., Dornieden, A., & Schumacher, J. (2017). Regulation of conidiation in *Botrytis cinerea* involves the light-responsive transcriptional regulators BcLTF3 and BcREG1. Current Genetics, **63**, 931-949. <https://doi.org/10.1007/s00294-017-0692-9>

- Buchanan, P. K., & Hood, I. A. (1992). New species and new records of *Aphylllophorales* (*Basidiomycetes*) from New Zealand. *New Zealand journal of botany*, **30**(1), 95-112. <https://doi.org/10.1080/0028825X.1992.10412888>
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. *International journal of food microbiology*, **94**(3), 223-253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- Capinera, J. (2020). *Handbook of vegetable pests*. Academic press.
- Damasceno, C. S. B., Higaki, N. T. F., Dias, J. D. F. G., Miguel, M. D., & Miguel, O. G. (2019). Chemical composition and biological activities of essential oils in the family *Lauraceae*: A systematic review of the literature. *Planta Medica*, **85**(13), 1054-1072. <https://doi.org/10.1055/a-0943-1908>
- Domsch, K. H., Gams, W., & Anderson, T. H. (1980). *Compendium of soil fungi*. Academic Press (London) Ltd..
- Duke, J. A., & Ayensu, E. S. (1985). *Medicinal plants of China*. Reference publications, **4**, 362.
- Franz, C., & Novak, J. (2020). Sources of essential oils in *Handbook of essential oils* (pp. 41-83). CRC Press.
- Fravel, D., Olivain, C., & Alabouvette, C. (2003). *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. *New phytologist*, **157**(3), 493-502. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00700.x>
- Gálvez, L., & Palmero, D. (2022). *Fusarium* dry rot of garlic bulbs caused by *Fusarium proliferatum*: A review. *Horticulturae*, **8**(7), 628. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070628>
- de Gonçalves, R. A., Pinheiro, A. B., de Oliveira, M. A., do Nascimento, R. T., Rosalem, P. F., Garcia, V. L., & Martins, A. R. (2018). Anatomical characters and chemical profile of leaves of three species in *Lauraceae* family. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, **28**, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2017.11.008>
- Hoffmann, D. (2003). *Medical herbalism: the science and practice of herbal medicine*. Simon and Schuster.
- Hou, H., Zhang, X., Zhao, T., & Zhou, L. (2020). Effects of *Origanum vulgare* essential oil and its two main components, carvacrol and thymol, on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. *PeerJ*, **8**, e9626. <https://doi.org/10.7717/peerj.9626>
- Huang, H. C., & Kozub, G. C. (1991). Temperature requirements for carpogenic germination of *sclerotia*. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, **32**, 279-286.
- Jain, S. K., & Prakash, V. (1995). *Zingiberaceae* in India: Phytogeography. *Rheedea*, **5**(2), 154-169.

- Jijakli, M., Lepoivre, P., Tossut, P., & Thonard, P. (1993). Biological control of *Botrytis cinerea* and *Penicillium* sp. on post-harvest apples by two antagonistic yeasts. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen*, **58(3b)**, 1349-1358.
- Kamal, M. M., Savocchia, S., Lindbeck, K. D., & Ash, G. J. (2016). Biology and biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary in oilseed *Brassicas*. *Australasian Plant Pathology*, **45**, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s13313-015-0391-2>
- Keller, S. E., Sullivan, T. M., & Chirtel, S. (1997). Factors affecting the growth of *Fusarium proliferatum* and the production of fumonisin B1: oxygen and pH. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, **19(4)**, 305-309. <https://doi.org/10.1038/sj.jim.2900466>
- Kocourek, F., Douđa, O., Harařta, P., Hamouz, P., Holec, J., Horská, T., Hovorka, T., Jursík, M., ... a Víchová, J. (2022). *Integrovaná ochrana zeleniny*. Profipress.
- Kopec, K. (2010). *Zelenina ve výživě člověka*. Grada Publishing as.
- Lombard, L., Houbraken, J., Decock, C., Samson, R. A., Meijer, M., Réblová, M., ... & Crous, P. W. (2016). Generic hyper-diversity in *Stachybotriaceae*. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, **36(1)**, 156-246. <https://doi.org/10.3767/003158516X691582>
- Magan, N., & Olsen, M. (Eds.). (2004). *Mycotoxins in food: detection and control*. Woodhead Publishing.
- Maxia, A., Marongiu, B., Piras, A., Porcedda, S., Tuveri, E., Gonçalves, M. J., ... & Salgueiro, L. (2009). Chemical characterization and biological activity of essential oils from *Daucus carota* L. subsp. *carota* growing wild on the Mediterranean coast and on the Atlantic coast. *Fitoterapia*, **80(1)**, 57-61. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2008.09.008>
- Michielse, C. B., van Wijk, R., Reijnen, L., Manders, E. M., Boas, S., Olivain, C., ... & Rep, M. (2009). The nuclear protein Sge1 of *Fusarium oxysporum* is required for parasitic growth. *PLoS pathogens*, **5(10)**, e1000637. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1000637>
- Michielse, C. B., & Rep, M. (2009). Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum*. *Molecular plant pathology*, **10(3)**, 311-324. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2009.00538.x>
- Mohamed, A. A., El-Hefny, M., El-Shanhorey, N. A., & Ali, H. M. (2020). Foliar application of bio-stimulants enhancing the production and the toxicity of *Origanum majorana* Essential Oils Against Four Rice Seed-Borne Fungi. *Molecules*, **25(10)**, 2363. <https://doi.org/10.3390/molecules25102363>

- Morton, J. F., & Zallinger, J. (1976). Herbs and spices (Vol. 160). New York: Golden Press.
- Nakatsu, T., Lupo Jr, A. T., Chinn Jr, J. W., & Kang, R. K. (2000). Biological activity of essential oils and their constituents. *Studies in natural products chemistry*, **21**, 571-631. [https://doi.org/10.1016/S1572-5995\(00\)80014-9](https://doi.org/10.1016/S1572-5995(00)80014-9)
- Nieto, G. (2017). Biological activities of three essential oils of the *Lamiaceae* family. *Medicines*, **4(3)**, 63. <https://doi.org/10.3390/medicines4030063>
- Niu, L. L., Bi, Y., Bai, X. D., Zhang, S. G., Xue, H. L., Li, Y. C., ... & Calderón-Urrea, A. (2016). Damage to *Trichothecium roseum* caused by sodium silicate is independent from pH. *Canadian journal of microbiology*, **62(2)**, 161-172. <https://doi.org/10.1139/cjm-2015-0657>
- Nováková, B., a Šedivý, Z. (1996). Praktická aromaterapie: přirozená cesta ke zdraví, kráse a vitalitě. Pragma.
- Pavela, R. (2020). Přírodní cestou nejen proti chorobám a škůdcům. Kurent.
- Pešková, V., a Čížková, D. (2015). Lesnická fytopatologie. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Petropoulos, S. A., Ntatsi, G., & Ferreira, I. C. F. R. (2017). Long-term storage of onion and the factors that affect its quality: A critical review. *Food Reviews International*, **33(1)**, 62-83. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1137312>
- Petříková, K. (2006). Zelenina: pěstování, ekonomika, prodej. Profí Press.
- Piyo, A., Udomsilp, J., Khang-Khun, P., & Thobunluepop, P. (2009). Antifungal activity of essential oils from basil (*Ocimum basilicum* Linn.) and sweet fennel (*Ocimum gratissimum* Linn.): Alternative strategies to control pathogenic fungi in organic rice. *As. J. Food Ag-Ind*, **2**, S2-S9.
- Radice, M., Maddela, N. R., & Scalvenzi, L. (2022). Biological Activities of *Zingiber officinale* Roscoe Essential Oil against *Fusarium* spp.: A Minireview of a Promising Tool for Biocontrol. *Agronomy*, **12(5)**, 1168. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051168>
- Raybaudi-Massilia, R. M., Mosqueda-Melgar, J., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2009). Control of pathogenic and spoilage microorganisms in fresh-cut fruits and fruit juices by traditional and alternative natural antimicrobials. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, **8(3)**, 157-180. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00076.x>
- Raveau, R., Fontaine, J., & Lounès-Hadj Sahraoui, A. (2020). Essential oils as potential alternative biocontrol products against plant pathogens and weeds: A review. *Foods*, **9(3)**, 365. <https://doi.org/10.3390/foods9030365>

- Robinson, R. K. (2014). Encyclopedia of food microbiology. Academic press.
- Rolnik, A., & Olas, B. (2021). The plants of the *Asteraceae* family as agents in the protection of human health. International journal of molecular sciences, **22(6)**, 3009. <https://doi.org/10.3390/ijms22063009>
- Roy, J. (2012). Response of plants to multiple stresses. Academic Press.
- Rus, C. F., Pop, G., Alexa, E., Şumalan, R. M., & Copolovici, D. M. (2015). Antifungal activity and chemical composition of *Salvia officinalis* L. essential oil. Research Journal of Agricultural Science, **47(2)**, 186-193.
- Sayed-Ahmad, B., Talou, T., Saad, Z., Hijazi, A., & Merah, O. (2017). The *Apiaceae*: Ethnomedicinal family as source for industrial uses. Industrial crops and products. **109**, 661-671. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.027>
- Sharifi, R., Kiani, H., Farzaneh, M., & Ahmadzadeh, M. (2008). Chemical composition of essential oils of Iranian *Pimpinella anisum* L. and *Foeniculum vulgare* Miller and their antifungal activity against postharvest pathogens. Journal of Essential Oil Bearing Plants, **11(5)**, 514-522. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2008.10643660>
- Shukla, H. S., & Tripathi, S. G. (1987). Antifungal substance in the essential oil of anise (*Pimpinella anisum* L.). Agricultural and biological chemistry, **51(7)**, 1991-1993. <https://doi.org/10.1080/00021369.1987.10868311>
- da Silva, L. R. R., Ferreira, O. O., Cruz, J. N., Franco, C. D. J. P., Dos Anjos, T. O., Cascaes, M. M., ... & de Oliveira, M. S. (2021). *Lamiaceae* Essential Oils, Phytochemical Profile, Antioxidant, and Biological Activities. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: eCAM, **2021**, 1-18. <https://doi.org/10.1155/2021/6748052>
- da Silva Bomfim, N., Nakassugi, L. P., Oliveira, J. F. P., Kohiyama, C. Y., Mossini, S. A. G., Grespan, R., ... & Machinski Jr, M. (2015). Antifungal activity and inhibition of fumonisin production by *Rosmarinus officinalis* L. essential oil in *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. Food chemistry, **166**, 330-336. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.019>
- Singh, G., Maurya, S., De Lampasona, M. P., & Catalan, C. A. (2006). Studies on essential oils, Part 41. Chemical composition, antifungal, antioxidant and sprout suppressant activities of coriander (*Coriandrum sativum*) essential oil and its oleoresin. Flavour and fragrance journal, **21(3)**, 472-479. <https://doi.org/10.1002/ffj.1608>
- Small, E. (2006). Velká kniha koření, bylin a aromatických rostlin. Volvox Globator.
- Tavares, A. C., Gonçalves, M. J., Cavaleiro, C., Cruz, M. T., Lopes, M. C., Canhoto, J., & Salgueiro, L. R. (2008). Essential oil of *Daucus carota* subsp. *halophilus*: composition,

- antifungal activity and cytotoxicity. *Journal of Ethnopharmacology*, **119(1)**, 129-134. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.06.012>
- Tongnuanchan, P., & Benjakul, S. (2014). Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. *Journal of food science*, **79(7)**, R1231-R1249. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12492>
- Tebbs, M. C. (1993). *Piperaceae*. Flowering Plants *Dicotyledons: Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid Families*. Springer, Berlin, Heidelberg, **2**, 516-520. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-02899-5\\_60](https://doi.org/10.1007/978-3-662-02899-5_60)
- Tian, J., Ban, X., Zeng, H., He, J., Chen, Y., & Wang, Y. (2012). The mechanism of antifungal action of essential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) on *Aspergillus flavus*. *PloS one*, **7(1)**, e30147. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030147>
- Urban, J. (2003). *Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin)*. Ministerstvo životního prostředí.
- Usall, J., Ippolito, A., Sisquella, M., & Neri, F. (2016). Physical treatments to control postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, **122**, 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.05.002>
- Visagie, C. M., Houbraeken, J., Frisvad, J. C., Hong, S. B., Klaassen, C. H. W., Perrone, G., ... & Samson, R. A. (2014). Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Studies in mycology*, **78(1)**, 343-371. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001>
- Wang, Y., Zhang, L. T., Feng, Y. X., Zhang, D., Guo, S. S., Pang, X., ... & Du, S. S. (2019). Comparative evaluation of the chemical composition and bioactivities of essential oils from four spice plants (*Lauraceae*) against stored-product insects. *Industrial Crops and Products*, **140**, 111640. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111640>
- Wang, Y., Wang, R., & Sha, Y. (2022). Distribution, pathogenicity and disease control of *Fusarium tricinctum*. *Frontiers in Microbiology*, **13**, 939927. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.939927>
- Wany, A., Jha, S., Nigam, V. K., & Pandey, D. M. (2013). Chemical analysis and therapeutic uses of citronella oil from *Cymbopogon winterianus*: A short review. *International Journal of Advanced Research*, **1(6)**, 504-521.
- Watson, L. (1990). The grass family, *Poaceae*. Reproductive versatility in the grasses.
- Weiberg, A., Wang, M., Lin, F. M., Zhao, H., Zhang, Z., Kaloshian, I., ... & Jin, H. (2013). Fungal small RNAs suppress plant immunity by hijacking host RNA interference pathways. *Science*, **342(6154)**, 118-123. <https://doi.org/10.1126/science.123970>

- Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., & Van Kan, J. A. (2007). *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular plant pathology*, **8**(5), 561-580. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00417.x>
- Yan, H., & Nelson Jr, B. (2020). Effect of temperature on *Fusarium solani* and *F. tricinctum* growth and disease development in soybean. *Canadian Journal of Plant Pathology*, **42**(4), 527-537. <https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1745893>
- Yazdi, M. T., Zarrini, G., Mohit, E., Faramarzi, M. A., Setayesh, N., Sedighi, N., & Mohseni, F. A. (2006). *Mucor hiemalis*: a new source for uricase production. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, **22**, 325-330. <https://doi.org/10.1007/s11274-005-9030-3>
- Zimolka, J. (2008). Speciální produkce rostlinná- rostlinná výroba:(polní a zahradní plodiny, základy pícninářství). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.



### 8.3. Obrázky

#### Obr. 1

Životní cyklus *Botrytis cinerea* (adapted from Adrienne Hardham, The Australian National University, Australia). Available from Agrios, G. N. (2005). Plant pathology. Elsevier (Accessed February 21 2023).

#### Obr. 2

Životní cyklus *Fusarium oxysporum* (adapted from Adrienne Hardham, The Australian National University, Australia). Available from Agrios, G. N. (2005). Plant pathology. Elsevier (Accessed February 21 2023).

#### Obr. 3

Průběh napadení patogenem *Fusarium proliferatum* na česneku (adapted from Gálvez L, Palmero D. *Fusarium* Dry Rot of Garlic Bulbs Caused by *Fusarium proliferatum*. A Review Horticulturae. **8(7)**, 628 (Accessed February 21 2023).

#### Obr. 4

Průběh napadení patogenem *Sclerotinia sclerotiorum* (adapted from Adrienne Hardham, The Australian National University, Australia). Available from Agrios, G. N. (2005). Plant pathology, Elsevier (Accessed February 21 2023).

## 9. Přílohy

### 9.1. Seznam tabulek

**Tabulka 1:** *Přehled esenciálních olejů*

**Tabulka 2:** *Přehled vzorků patogenních hub*

**Tabulka 3:** *Přehled zastoupení jednotlivých látek v mediu pro Testování účinnosti vybraných EO a jejich koncentrací*

**Tabulka 4:** *Test významnosti BC*

**Tabulka 5:** *Tukeyův HSD test pro BC*

**Tabulka 6:** *Test významnosti BC1*

**Tabulka 7:** *Tukeyův HSD test pro BC1*

**Tabulka 8:** *Test významnosti BC3*

**Tabulka 9:** *Tukeyův HSD test pro BC3*

**Tabulka 10:** *Test významnosti BC5*

**Tabulka 11:** *Tukeyův HSD test pro BC5*

**Tabulka 12:** *Test významnosti FP*

**Tabulka 13:** *Tukeyův HSD test pro FP*

**Tabulka 14:** *Test významnosti FO*

**Tabulka 15:** *Tukeyův HSD test pro FO*

**Tabulka 16:** *Test významnosti FT*

**Tabulka 17:** *Tukeyův HSD test pro FT*

**Tabulka 18:** *Test významnosti PC1*

**Tabulka 19:** *Tukeyův HSD test pro PC1*

**Tabulka 20:** *Test významnosti PC3*

**Tabulka 21:** *Tukeyův HSD test pro PC3*

**Tabulka 22:** *Test významnosti SS7*

**Tabulka 23:** *Tukeyův HSD test pro SS7*

**Tabulka 24:** *Test významnosti SS8*

**Tabulka 25:** *Tukeyův HSD test pro SS8*

**Tabulka 26:** *Test významnosti SS10*

**Tabulka 27:** *Tukeyův HSD test pro SS10*

**Tabulka 28:** *Test významnosti SS11*

**Tabulka 29:** *Tukeyův HSD test pro SS11*

**Tabulka 30:** *Test významnosti TR*

**Tabulka 31:** *Tukeyův HSD test pro TR*

**Tabulka 32:** *Test významnosti R*

**Tabulka 33:** *Tukeyův HSD test pro R*

**Tabulka 34:** *Test významnosti MH*

**Tabulka 35:** *Tukeyův HSD test pro MH*

**Tabulka 36:** *Test významnosti BC (koncentrace)*

**Tabulka 37:** *Tukeyův HSD test pro BC (koncentrace)*

**Tabulka 38:** *Test významnosti BC1 (koncentrace)*

**Tabulka 39:** *Tukeyův HSD test pro BC1 (koncentrace)*

**Tabulka 40:** *Test významnosti BC3 (koncentrace)*

**Tabulka 41:** *Tukeyův HSD test pro BC3 (koncentrace)*

**Tabulka 42:** *Test významnosti BC5 (koncentrace)*

**Tabulka 43:** *Tukeyův HSD test pro BC5 (koncentrace)*

**Tabulka 44:** *Test významnosti FP (koncentrace)*

**Tabulka 45:** *Tukeyův HSD test pro FP (koncentrace)*  
**Tabulka 46:** *Test významnosti FO (koncentrace)*  
**Tabulka 47:** *Tukeyův HSD test pro FO (koncentrace)*  
**Tabulka 48:** *Test významnosti FT (koncentrace)*  
**Tabulka 49:** *Tukeyův HSD test pro FT (koncentrace)*  
**Tabulka 50:** *Test významnosti SS7 (koncentrace)*  
**Tabulka 51:** *Tukeyův HSD test pro SS7 (koncentrace)*  
**Tabulka 52:** *Test významnosti SS8 (koncentrace)*  
**Tabulka 53:** *Tukeyův HSD test pro SS8 (koncentrace)*  
**Tabulka 54:** *Test významnosti SS10 (koncentrace)*  
**Tabulka 55:** *Tukeyův HSD test pro SS10 (koncentrace)*  
**Tabulka 56:** *Test významnosti SS11 (koncentrace)*  
**Tabulka 57:** *Tukeyův HSD test pro SS11 (koncentrace)*  
**Tabulka 58:** *Test významnosti TR (koncentrace)*  
**Tabulka 59:** *Tukeyův HSD test pro TR (koncentrace)*  
**Tabulka 60:** *Test významnosti R (koncentrace)*  
**Tabulka 61:** *Tukeyův HSD test pro R (koncentrace)*  
**Tabulka 62:** *Test významnosti MH (koncentrace)*  
**Tabulka 63:** *Tukeyův HSD test pro MH (koncentrace)*  
**Tabulka 64:** *Test významnosti BC (kombinace)*  
**Tabulka 65:** *Tukeyův HSD test pro BC (kombinace)*  
**Tabulka 66:** *Test významnosti BC1 (kombinace)*  
**Tabulka 67:** *Tukeyův HSD test pro BC1 (kombinace)*  
**Tabulka 68:** *Test významnosti BC3 (kombinace)*  
**Tabulka 69:** *Tukeyův HSD test pro BC3 (kombinace)*  
**Tabulka 70:** *Test významnosti BC5 (kombinace)*  
**Tabulka 71:** *Tukeyův HSD test pro BC5 (kombinace)*  
**Tabulka 72:** *Test významnosti FP (kombinace)*  
**Tabulka 73:** *Tukeyův HSD test pro FP (kombinace)*  
**Tabulka 74:** *Test významnosti FO (kombinace)*  
**Tabulka 75:** *Tukeyův HSD test pro FO (kombinace)*  
**Tabulka 76:** *Test významnosti FT (kombinace)*  
**Tabulka 77:** *Tukeyův HSD test pro FT (kombinace)*  
**Tabulka 78:** *Test významnosti SS7 (kombinace)*  
**Tabulka 79:** *Tukeyův HSD test pro SS7 (kombinace)*  
**Tabulka 80:** *Test významnosti SS8 (kombinace)*  
**Tabulka 81:** *Tukeyův HSD test pro SS8 (kombinace)*  
**Tabulka 82:** *Test významnosti SS10 (kombinace)*  
**Tabulka 83:** *Tukeyův HSD test pro SS10 (kombinace)*  
**Tabulka 84:** *Test významnosti SS11 (kombinace)*  
**Tabulka 85:** *Tukeyův HSD test pro SS11 (kombinace)*  
**Tabulka 86:** *Test významnosti TR (kombinace)*  
**Tabulka 87:** *Tukeyův HSD test pro TR (kombinace)*  
**Tabulka 88:** *Test významnosti R (kombinace)*  
**Tabulka 89:** *Tukeyův HSD test pro R (kombinace)*  
**Tabulka 90:** *Test významnosti MH (kombinace)*

## 9.2. Seznam grafů

**Graf 1:** Závislost procentuální inhibice EO (RO, SO, SM, TS, TV) v homogenních skupinách na typu patogenu

**Graf 2:** Závislost procentuální inhibice EO (PA, TaO, OB, OM, OV) v homogenních skupinách na typu patogenu

**Graf 3:** Závislost procentuální inhibice EO (AG, CK, CS, DC, FV) v homogenních skupinách na typu patogenu

**Graf 4:** Závislost procentuální inhibice EO (LN, PN, CC, CW, ZO) v homogenních skupinách na typu patogenu

**Graf 5:** Závislost procentuální inhibice nejúčinnějších EO (OV, SM, TS, TV, CC, CW) v homogenních skupinách na typu patogenu

**Graf 6:** Graf závislosti koncentrace TS na typu patogenu

**Graf 7:** Graf závislosti koncentrace TV na typu patogenu

**Graf 8:** Graf závislosti koncentrace SM na typu patogenu

**Graf 9:** Graf závislosti koncentrace OV na typu patogenu

**Graf 10:** Graf procentuální závislosti inhibice samostatných EO (TV, TS) nebo jejich kombinace homogenních skupin na typu patogenu

**Graf 11:** Graf procentuální závislosti inhibice samostatných EO (SM, OV) nebo jejich kombinace homogenních skupin na typu patogenu

## 9.3. Použité vzorce

- transformace procent do reálných čísel pro statistické vyhodnocení získaných dat

$$y = \arcsin \sqrt{\frac{x}{100}}$$