



# Zjištění nejnižší MIC u vybraných antibakteriálně působících přírodních látek pomocí přístroje BIOSAN

## Bakalářská práce

*Studijní program:*

*Studijní obory:*

*Autor práce:*

*Vedoucí práce:*

B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Tělesná výchova se zaměřením na vzdělávání

**Viola Hořínková**

doc. Mgr. Irena Šlamborová, Ph.D.

Katedra chemie





## Zadání bakalářské práce

# Zjištění nejnižší MIC u vybraných antibakteriálně působících přírodních látek pomocí přístroje BIOSAN

*Jméno a příjmení:* **Viola Hořínková**  
*Osobní číslo:* P19000820  
*Studijní program:* B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání  
*Specializace:* Přírodopis se zaměřením na vzdělávání  
Tělesná výchova se zaměřením na vzdělávání  
*Zadávací katedra:* Katedra chemie  
*Akademický rok:* 2020/2021

### Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši se zaměřením na přírodní látky s antibakteriálními účinky.
2. Připravte extrakty z vybraných druhů rostlin s potenciálně antibakteriálními účinky (alkoholová báze, vodní báze).
3. Z připravených extraktů zjistěte nejnižší MIC na vybrané druhy bakteriálních kmenů pomocí přístroje BIOSAN.

*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:*  
*Forma zpracování práce:*  
*Jazyk práce:*

dle potřeby dokumentace  
40-50 stran  
tištěná/elektronická  
Čeština



### Seznam odborné literatury:

1. BEDNÁŘ, Marek et al. Lékařská mikrobiologie. *Bakteriologie, virologie, parazitologie*. 1. vyd. Praha: Marvil, 1996. ISBN 859-4-315-0528-0.
2. KALABOVÁ, Jana. Studium antimikrobiálního účinku vybraných druhů koření. 1. vyd. BRNO: VUT, 2012-2013.
3. DORMAN, H. J., DEANS, S. G.: Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils, *J. Appl. Microbiol.*, 2000 vol. 88, no. 2, s. 308-316.
4. ŠOUKALOVÁ, N.: Antibakteriální účinky přírodních látek, Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, 2008, s. 1-100.

*Vedoucí práce:*

doc. Mgr. Irena Šlamborová, Ph.D.  
Katedra chemie

*Datum zadání práce:*

9. října 2020

*Předpokládaný termín odevzdání:*

17. května 2021

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.  
děkan

L.S.

prof. Ing. Josef Šedlbauer, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 26. října 2020

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

22. dubna 2022

Viola Hořínková

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala doc. Mgr. Ireně Šlamborové, Ph.D., vedoucí mé bakalářské práce, za podporu, důvěru, trpělivost a čas, který mi v průběhu psaní věnovala. Za cenné informace a rady, které mi poskytla, kdykoli jich bylo potřeba. Dále bych chtěla poděkovat paní laborantce Soně Rothové za pomoc v laboratoři a Mgr. Martinu Slavíkovi, Ph.D. za cenné rady k citování.

## **Anotace**

Rostlinné extrakty jsou využívány v mnoha průmyslových odvětvích díky svým účinkům (např. v lékařství, potravinářství a kosmetice). Tato bakalářská práce je zaměřena na antibakteriální účinky extraktů z vybraných rostlin. Připravené extrakty byly hodnoceny pomocí přístroje Biosan RTS-1, díky němuž byly získány růstové bakteriální křivky. Na základě získaných výsledků byla stanovena minimální inhibiční koncentrace jednotlivých extraktů.

**Klíčová slova:** antibakteriální, minimální inhibiční koncentrace, bakteriální kmeny, rostlinný extrakt, Biosan RTS-1, růstová křivka, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

## **Annotation**

Numerous industries such as medicine, food processing and cosmetics utilize plant extracts for their unique properties. This bachelor thesis explores the anti-bacterial effects of selected plant extracts. Prepared extracts were analyzed with a Biosan RTS-1 machine to get bacterial growth curves. Minimum inhibitory concentration was determined for each extract based on the gathered data.

**Key words:** anti-bacterial, minimum inhibitory concentration, bacterial strains, plant extract, Biosan RTS-1, growth curve, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

## Obsah

1	Úvod.....	11
2	Vybrané rostliny.....	13
2.1	Šalvěj lékařská ( <i>Salvia officinalis</i> ).....	13
2.1.1	Taxonomické zařazení.....	13
2.1.2	Charakteristika.....	13
2.1.3	Obsah účinných látek.....	14
2.1.4	Význam.....	15
2.2	Lichořeřišnice větší ( <i>Tropaeolum majus</i> ).....	17
2.2.1	Taxonomické zařazení.....	17
2.2.2	Charakteristika.....	18
2.2.3	Obsah účinných látek.....	18
2.2.4	Význam.....	19
2.3	Levandule lékařská ( <i>Lavandula angustifolia</i> ).....	21
2.3.1	Taxonomické zařazení.....	21
2.3.2	Charakteristika.....	21
2.3.3	Obsah účinných látek.....	22
2.3.4	Význam.....	23
2.4	Dobromysl obecná ( <i>Origanum vulgare</i> ).....	24
2.4.1	Taxonomické zařazení.....	24
2.4.2	Charakteristika.....	24
2.4.3	Obsah účinných látek.....	25
2.4.4	Význam.....	25
2.5	Měsíček lékařský ( <i>Calendula officinalis</i> ).....	27
2.5.1	Taxonomické zařazení.....	27
2.5.2	Charakteristika.....	28
2.5.3	Obsah účinných látek.....	28
2.5.4	Význam.....	29
2.6	Tymián obecný ( <i>Thymus vulgaris</i> ).....	30
2.6.1	Taxonomické zařazení.....	30
2.6.2	Charakteristika.....	31
2.6.3	Obsah účinných látek.....	32
2.6.4	Význam.....	32
2.7	Máta peprná ( <i>Mentha x piperita</i> ).....	34
2.7.1	Taxonomické zařazení.....	34
2.7.2	Charakteristika.....	35
2.7.3	Obsah účinných látek.....	35

2.7.4	Význam .....	35
2.8	Třezalka tečkovaná ( <i>Hypericum perforatum</i> ).....	37
2.8.1	Taxonomické zařazení.....	37
2.8.2	Charakteristika .....	37
2.8.3	Obsah účinných látek .....	38
2.8.4	Význam .....	38
2.9	Třapatkovka nachová ( <i>Echinacea Purpurea</i> ).....	39
2.9.1	Taxonomické zařazení.....	39
2.9.2	Charakteristika .....	40
2.9.3	Obsah účinných látek .....	41
2.9.4	Význam .....	41
2.10	Rýmovník ( <i>Plectranthus amboinicus</i> ) .....	42
2.10.1	Taxonomické zařazení.....	42
2.10.2	Charakteristika .....	42
2.10.3	Obsah účinných látek .....	43
2.10.4	Význam .....	43
3	Antimikrobiální látky .....	46
3.1	Fenolické látky .....	46
3.1.1	Jednoduché fenoly a fenolické kyseliny.....	47
3.1.2	Chinony .....	48
3.1.3	Flavony, flavonoidy a flavonoly .....	49
3.1.4	Taniny.....	50
3.1.5	Kumariny.....	52
3.2	Terpeny a esenciální oleje .....	52
3.2.1	Thymol a Karvakrol .....	53
3.2.2	Limonen .....	54
3.2.3	Borneol .....	55
3.2.4	Thujon .....	56
3.2.5	Karyofylen.....	57
4	Charakteristika bakterií .....	58
4.1	<i>Escherichia coli</i> .....	59
4.2	<i>Staphylococcus aureus</i> .....	62
5	Praktická část.....	64
6	Diskuze.....	82
7	Závěr.....	85
8	Příloha .....	87
9	Zdroje .....	94



## Seznam symbolů a zkratk

ACE	angiotenzin konvertující enzym
ADHD	z angl. Attention deficit hyperactivity disorder – hyperkinetická porucha
AhR	Aryl Hydrocarbon Receptor
ALD	adrenoleukodystrofie
APAP	acetaminophen
CFU	jednotky tvořící kolonie (Colony Forming Units)
DNA	deoxyribonukleová kyselina
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
EAEC	anteroagregativní
EHEC	enterohemoragické
EIEC	enteroinvazivní
EPEC	enteropatogenní
ETEC	enterotoxigenní
G-	gramnegativní
G+	grampozitivní
HIV	z angl. Human Immunodeficiency Virus, virus lidské imunitní nedostatečnosti
HNSCC	Head and Neck Squamous Cell Carcinoma
MIC	minimální inhibiční koncentrace
OD	optická denzita
p. a.	pro analýzu
PMS	premenstruační syndrom
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
SAD	sezónní deprese
UPEC	uropatogenní
UV	ultrafialové záření
VTEC	verotoxigenní

### **Seznam použitých chemikálií**

NaCl – chlorid sodný p. a. (PENTA)

96% ethylalkohol p. a. (Lachner)

absolutní ethanol p. a. (PENTA)

destilovaná voda

fyziologický roztok (8,5 g NaCl/1 destilované vody)

Pepton z masa - Pepton aus Fleisch (Carl Roth)

# 1 Úvod

Lidé využívají rostliny k léčbě různých onemocnění od dávných dob. Jejich používáním získávali zkušenosti, které se předávaly z generace na generaci. Uplatnění rostlin v lékařství je široké. Mimo jiné, disponují rostliny velkou řadou antibakteriálních látek. S rozvojem technologií jsme schopni lépe extrahovat a izolovat specifické látky z rostlin a tím zvýšit jejich účinek. Následně pak jednotlivé látky cíleně aplikujeme v léčbě nejrůznějších onemocnění. V dnešní době se však poptávka po léčivech zvyšuje a extrakce látek z rostlin je příliš zdoluhavým procesem. Pěstování a sušení rostlin je záležitostí celé sezony. Proto převážily ekonomické faktory a přírodní produkty začaly být nahrazovány synteticky připravenými látkami. Mezi tyto látky patří i laboratorně připravená antibiotika.

Bohužel jsou antibiotika čím dál častěji špatně užívána nebo dokonce nadužívána a tím se snižuje jejich účinnost. Narůstá počet bakteriálních kmenů, které jsou rezistentní na většinu známých antibiotik. Bakteriální rezistence je alarmujícím problémem, který lidstvo musí začít aktivně řešit. Stále více výzkumů se znovu zabývá problematikou antibakteriálních látek obsažených v rostlinách. Cílem výzkumů je nalézt alternativu k laboratorně syntetizovaným antibiotikům, protože na rostlinná antibiotika si bakterie hůře vytváří rezistenci. Díky novým technologiím zjišťujeme, že uplatnění rostlin může být ještě větší, než jsme si původně mysleli. Výzkumy ukazují, že kromě boje s bakteriemi by rostliny v budoucnu mohly pomoci v boji s civilizačními chorobami jako je obezita, rakovina nebo deprese.

Pro práci bylo vybráno 10 rostlin s potenciálními antibakteriálními účinky. Teoretická část obsahuje charakteristiku jednotlivých rostlin a jejich využití, včetně potenciálního využití rostlinných extraktů v budoucnu. Teoretická část zahrnuje i popis a charakteristiku použitých bakteriálních kmenů. Pro bakalářskou práci byly vybrány 2 bakteriální kmeny (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*), které se běžně vyskytují v našem okolí.

V praktické části je nejprve popsána příprava extraktů (vodného a extraktu ze Soxhletova extraktoru). Dále je popsána příprava a testování vzorků v mikrobiologické laboratoři na přístroji Biosan RTS-1. Získané růstové křivky jsou popsány a je zjištěna MIC z hlediska ředění rostlinného extraktu na vybrané bakteriální kmeny. Jednotlivé typy extraktů jsou porovnány a je vyhodnoceno, které přítomné účinné rostlinné složky prokázaly nejsilnější antibakteriální účinky.

Cílem bakalářské práce je porovnat získané extrakty, tedy vodný a ethanolový, dále pak nalézt vhodné ředění (MIC) tak, aby extrakt měl požadované antibakteriální účinky. Výzkum proběhl pomocí přístroje Biosan RTS-1 a následné kultivaci vzorků na krevním agaru.

## 2 Vybrané rostliny

### 2.1 Šalvěj lékařská (*Salvia officinalis*)

#### 2.1.1 Taxonomické zařazení

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: hluchavkotvaré (*Lamiales*)

Čeleď: hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Rod: šalvěj (*Salvia*)



Obrázek 1 - Šalvěj lékařská (*Salvia officinalis*).  
Autor: Walther Otto Müller. 1897

#### 2.1.2 Charakteristika

Název šalvěj pochází z latinského *salvare*, což znamená hojit nebo uzdravovat. Dříve se totiž věřilo, že šalvěj dokáže vyléčit všechny nemoci s výjimkou smrti. (Pamplona Roger 2008)

V historii byla šalvěj využívána k různým účelům. Staří Řekové ji využívali k léčbě vředů, souchotin (tuberkulózy) nebo proti hadímu uštknutí. Římané ji považovali za posvátnou a její sklizeň byla doprovázena obřady. Věřili, že šalvěj zlepšuje činnost mozku, smysly i paměť.

Vyráběli z ní také kloktadla a zubní pasty. V Číně byla šalvěj natolik ceněna, že v 17. století Číňané vyměňovali tři bedny čaje za jediný list šalvěje. (Biggs et al. 2004)

Šalvěj lékařská (OBRÁZEK 1) je vytrvalá rostlina, na bázi dřevnatá. Dorůstá výšky 20–80 cm. Kvete v červnu a červenci. Květy mají fialovou barvu, jsou dvoupyské a tvoří chudé lichopřesleny (po 4–8 v lichopřeslenu). (Schauer et al. 2014)

Listy jsou podlouhle vejčité, slabě vroubkované a vespod plstnaté. Rostlina pochází ze Středomoří, proto je dostatečně otužilá, aby v našich podmínkách přečkala běžnou zimu bez ochrany. Na zahradě netrpí chorobami ani škůdci. Sbírají se listy před rozkvetem za suchého počasí. Suší se ve stínu nebo uměle do 40 °C. U nás se šalvěj pěstuje pouze pro soukromou potřebu. Pro farmaceutické účely se dováží z balkánských zemí, protože u nás pěstované rostliny nemají dostatek účinných látek (především silic). (Biggs et al. 2004)

Esence ze šalvěje je ve velkých dávkách toxická a vyvolává křeče. Nedoporučuje se šalvěj užívat déle než měsíc. (Pamplona Roger 2008)

Dalšími druhy šalvěje jsou: šalvěj sličná (*Salvia elegans*), šalvěj levandulolistá (*Salvia lavandulifolia*), šalvěj lékařská latifolia (*Salvia officinalis latifolia*), šalvěj lékařská icterina (*Salvia officinalis icterina*), *Salvia sclarea*. (Biggs et al. 2004)

### **2.1.3 Obsah účinných látek**

Silice jsou v rostlině uloženy v siličných buňkách, kanálcích nebo specifických trichomech. Mezi silice obsažené v šalvěji patří thujon, cineol, kafr a borneol. Kromě silic obsahuje katechinové trísloviny, pseudotrísloviny (kyselina kávová), triterpeny, karnasol, diterpenové hořčiny abietanového typu, lakton salvin s fytocidní účinností, saponiny, pryskyřné látky, vitaminy skupiny B a látky podobné ženskému hormonu estrogeneru. Nejčastějšími látkami obsaženými v silici jsou monoterpeny, sesquiterpeny a sloučeniny fenylypropanu, také jejich alkoholy, aldehydy, ketony a epoxidy. (Šístková 2016)

Analýzou bylo zjištěno, že největší zastoupení z obsažených látek má manol (9–11,1 %). Dalšími látkami jsou alfa-pinen, limonen, camphen, 1,8-cineol, linalol, cis a trans thujon, caphor, bornyl acetát a alfa humulen. (Velickovic et al. 2003)

#### **2.1.4 Význam**

Šalvěj se využívá při nadměrném pocení, potížích zažívacího traktu (nechutenství, průjmu, nadýmání, zánětu střev), při ukončení kojení, při zánětech dásní, ústní sliznice a zánětu hrtanu. (Grunwald a Janicke 2008)

Šalvěj se používá k léčbě gynekologických onemocnění. Její látky jsou schopné upravovat menstruaci a díky protikřečovým vlastnostem může zmírňovat menstruační bolesti. Pokud je užívána před porodem, může stimulovat porodní kontrakce. Pomáhá v ženském těle udržovat hormonální rovnováhu, čímž může zvýšit plodnost. Doporučuje se užívat v případě vaginismu a frigidity. Nálev ze šalvěje se užívá k výplachům pochvy ke zmírnění poševního výtoku. Šalvěj stimuluje nadledvinky, proto se doporučuje užívat při depresi, astenii, nízkém krevním tlaku, třesu, závratích a jiných projevech nerovnováhy nervového systému. Zmírňuje pocení a snižuje hladinu cukru v krvi. Užívá se při poruchách trávení a zmírňuje tvorbu plynů v trávicím systému. Zvyšuje vylučování žluči, čímž podporuje trávení. (Pamplona Roger 2008)

Výzkum prokázal pozitivní vliv šalvěje na psychologické a fyzické symptomy spojené s premenstruačním syndromem (PMS). (Abdnezhad et al. 2019) PMS může zahrnovat mnoho různých příznaků např.: přecitlivělost, náladovost, bolest hlavy, bolest v podbřišku, pocit plnosti břicha, otoky kloubů. Šalvěj také snižuje frekvenci a intenzitu návalů horka a nočního pocení během menopauzy. (EUC 2021)

Šalvěj se používá k léčbě úzkosti díky jejímu uklidňujícímu účinku. Byl prokázán účinek na nervovou aktivitu. Po přidání rostlinného extraktu došlo ke snížení nervové aktivity. (Laboratory of Biosciences, Functional, integrated and molecular exploration, School Of Sciences and Technology - Mohammedia, Hassan II University of Casablanca et al. 2019)

Esenciální oleje ze šalvěže mají terapeutický potenciál v otorinolaryngologii. Používají ve výzkumu léčby rakoviny ústní dutiny. Díky cytotoxickým účinkům šalvěže je možné inhibovat růst buněk HNSCC (Head and Neck Squamous Cell Carcinoma) na minimum. Látky obsažené v šalvěži dokážou regulovat buněčný cyklus (G1/S kontrolní bod), aktivitu receptorů pro aromatické uhlovodíky (AhR = Aryl Hydrocarbon Receptor) a signalizaci p53 (protein, který má v buňce funkci senzoru poškozené DNA). (Bouček 2017)

V Brazílii se šalvěž lékařská používá k léčbě různých onemocnění ve formě koření a čajů. Výzkum prokázal, že rostlina může chránit tělo před různými nemocemi, jako jsou neurodegenerativní onemocnění, záněty nebo rakovina. (Garcia et al. 2016)

Ze šalvěže je možné izolovat diterpen manol. Manol je cytotoxický pro buňky HeLa a U343 (lidské glioblastomy). Díky vysoké selektivitě manolu by mohlo být možné léčit rakovinu bez poškození normálních buněk. (de Oliveira et al. 2016)

Šalvěž se používá k výrobě pleťového tonika díky jejím adstringentním vlastnostem. Tonikum pomáhá stahovat rozšířené póry, redukuje tvorbu kožního mazu, účinně čistí, zklidňuje a regeneruje pleť. Obklad ze šalvěžového čaje se používá na léčbu zánětu hrtanu. Obklad se přiloží na hrdlo a krk a zabalí se suchým ručníkem. Díky svému aroma se šalvěž využívá jako prostředek proti tělesným pachům. Používají se odvary, oleje nebo tinktury. Žvýkání čerstvých listů šalvěže odstraňuje zápach z úst. Ředěné šalvěžové oleje se používají v kuchyni proti bakteriím. (Mason 2008)

V Číně se kořen šalvěže nazývá Tan šen. Používá se pro „rozproudění krve“. Má se za to, že působí sedativně a chladivě, proto se používá ke zmírnění horkosti, zvláště v srdci a játrech. (Ody 1995)

Výzkum prokázal, že extrakt ze šalvěže lékařské efektivně redukuje počet kolonií bakterie *Streptococcus mutans* v zubním plaku. Měření bylo provedeno po 21 dnech užívání zubní pasty s přídatkem extraktu ze šalvěže lékařské. Před začátkem užívání bylo naměřeno 3 900 kolonií bakterie v zubním plaku. Po 21 dnech se toto množství snížilo na 300 kolonií. Šalvěž je tedy



účinným antibakteriálním činidlem pro snížení počtu bakterií v dutině ústní. Tento jev je způsoben působením manolu. (Beheshti-Rouy et al. 2015) Detekcí a určením množství manolu v extraktu šalvěje můžeme vylepšit zubní pasty a další přípravky pro ústní hygienu. Manol a extrakt ze šalvěje mají velmi slibné minimální inhibiční koncentrace (6,24 a 31,36  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) proti primárním původcům zubního kazu (*Streptococcus mutans*). Pokud bychom použili dvojnásobnou minimální baktericidní koncentraci Manoolu (12,48  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ), bakterie *Streptococcus mutans* by byla kompletně zabita do 6 hodin. Při použití dvojnásobné minimální baktericidní koncentrace extraktu šalvěje (31,36  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) by byla bakterie kompletně zabita do 12 hodin. Extrakt ze šalvěje obsahuje mnoho antibakteriálních látek, které inhibují růst různých druhů bakterií (OBRÁZEK 47). (Moreira et al. 2013)

## 2.2 Lichořeřišnice větší (*Tropaeolum majus*)

### 2.2.1 Taxonomické zařazení

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: brukvotvaré (*Brassicales*)

Čeleď: lichořeřišnicovité (*Tropaeolaceae*)

Rod: lichořeřišnice (*Tropaeolum*)



Obrázek 2 - Lichořeřišnice větší (*Tropaeolum majus*).  
Autor: Sydenham Edwards. 1787

### 2.2.2 Charakteristika

Rodové jméno *Tropaeolum* pochází z latinského *tropaeum*, což znamená znamení vítězství. Po ukončené bitvě se na bojiště umístil strom a na něj se zavěsily ukořistěné helmy a štíty soupeře. Věřilo se, že okrouhlé listy lichořeřišnice vypadají jako štíty a barva květů připomínala krev. (Biggs et al. 2004)

Lichořeřišnice větší (OBRÁZEK 2) je jednoletá až vytrvalá bylina s masitou poléhavou nebo popínavou lodyhou. Listy mají dlouhé řapíky a okrouhlou dlanitě desetidílnou čepel. Listy dorůstají velikosti 3–10 cm, na svém povrchu mají voskové krystalky, které způsobují tzv. lotosový efekt. Lichořeřišnice má dlouze stopkaté úžlabní květy, které mají oranžovo-žlutou barvu, ale mohou být vyšlechtěny i do barvy rudé. Květní kalich je tvořen pěti okvětními plátkami, které za květem srůstají a vybíhají ve výraznou ostruhu. Díky této ostruze získala rostlina lidový název kapucínka. Kvete od května do října. Plodem je trojpouzdrá vrásčitá tobolka. Rostlina pochází z Jižní Ameriky, nyní se pěstuje po celém světě. Do Evropy se dostala v 16. století. Spolu s rostlinou se do Evropy dostal také zvyk jíst okvětní lístky a používat je na čaj nebo do salátů. Z rostliny využíváme čerstvou šťávu, čerstvá semena (i sušená), květy a listy. Bylinné části se sbírají po celou dobu vegetace, plody pak v době zralosti v srpnu a září. (Herbalista 2019)

Dalšími druhy lichořeřišnice jsou: lichořeřišnice cizí (*Tropaeolum peregrinum*), lichořeřišnice mnoholistá (*Tropaeolum polyphyllum*), lichořeřišnice ztepilá (*Tropaeolum speciosum*). (Biggs et al. 2004)

### 2.2.3 Obsah účinných látek

Antioxidační a protizánětlivé účinky lichořeřišnice souvisí s obsahem kyseliny chininové a skořicové v rostlině. Obsah kyseliny askorbové způsobuje schopnost eliminace volných radikálů. Rostlina obsahuje také třísloviny, kyselinu kávovou, kyselinu chlorogenovou, kyselinu p-kumarovou, epikatechin, kyselinu ferulovou, kaempferol, mirecetin, quercetin a rutin. (Barros et al. 2020)

Lichořeřišnice obsahuje draslík, vitamín C a glykotropeolin, který se v organismu enzymaticky štěpí na antibioticky aktivní isothiokyanát benzylnatý. (Paderta a Luběnová 2017)

#### 2.2.4 Význam

Extrakt z lichořeřišnice má diuretické, antihypertenzivní, protizánětlivé, antimikrobiální a antioxidantní účinky. Má ochranné účinky na krev a ledviny. Díky vysokému obsahu vitamínu C se využívá se k léčbě kurdějí. Byly pozorovány účinky proti degeneraci svalstva. V těhotenství vykazuje škodlivé účinky. (Brondani et al. 2016)

Lichořeřišnice obsahuje velké množství luteinu, který se využívá jako prevence očního zákalu a degenerace makuly. Má silné antioxidantní účinky. Funguje skvěle na záněty močových cest a infekce dýchacích cest. Látky se získávají z listů a květů rostliny. (Niizu a Rodriguez-Amaya 2005)

Vyznačuje se výbornými antiseptickými a antibiotickými účinky. Řadí se mezi nejsilnější rostlinná antibiotika, omezuje růst bakterií (např. *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, streptokoků, stafylokoků a salmonely). Působí však také na virová a houbová onemocnění. (Herbalista 2019)

Byly prokázány hypotenzivní a antihypertenzivní účinky hydroethanolového extraktu z lichořeřišnice. Účinky jsou způsobeny látkami isoquercitrinem a kaempferolem, které reagují s ACE (angiotenzim konvertujícím enzymem). (Gasparotto Junior et al. 2011)

Lichořeřišnice obsahuje mnoho léčivých látek a bioaktivních sloučenin, které se v lidském těle snadno vstřebávají. Rostlina je dobrým zdrojem draslíku, fosforu, vápníku, železa, zinku a mědi. (Herbalista 2019)

Díky vysokému obsahu kyseliny erukové v semenech by se mohl olej z lichořeřišnice používat k léčbě adrenoleukodystrofie (ALD nebo také Siemerling-Creutzfeldtova nemoc). ALD je X-vázaná recesivně dědičná porucha lipidového metabolismu. (Wikiskripta 2018)

Ethanolový extrakt z lichořeřišnice má antiadipogenní efekt. Působí na 3T3-L1 buňky, které mají vliv na vznik obezity. Extrakt inhibuje akumulaci lipidů a redukuje expresi genů, které regulují diferenciaci adipocytů v 3T3-L1 buňkách. Extrakt by tedy mohl být potenciálně využit jako látka v prevenci a léčbě obezity. (Kim et al. 2017)

Lichořeřišnice vykazuje antibakteriální aktivitu v močovém ústrojí, má diuretický, hypotenzivní a kardiorenální ochranné účinky. V posledních letech se hydroethanolový extrakt využívá jako antidepresivum. Působí proti různým formám úzkosti, frustrace a deprese. Při výzkumu na myších byl prokázán anxiolytický efekt hydroethanolového extraktu. Anxiolytický efekt lichořeřišnice je způsoben isoquercitrinem a quercetinem. (Melo et al. 2018)

Anthocyaniny obsažené v rostlině jsou potenciálním zdrojem přírodních barviv využitelných v kosmetickém, potravinářském a farmaceutickém průmyslu. (Garzón a Wrolstad 2009)

Čerstvá šťáva z lichořeřišnice výrazně brzdí růst zlatého stafylokoka i ostatních bakterií (např. *E. coli*). Díky vysokému obsahu vitamínu C je lichořeřišnice ideální rostlinou pro prevenci chřipkových onemocnění. (Paderta a Luběnová 2017)

Využívá se k léčbě zánětu vedlejších nosních dutin, rýmy a zánětu průdušek. Dále se využívá k léčbě zánětu ledvin a močového měchýře. Má hojivé účinky na rány a boláky. Regeneruje a zvlhčuje suchou kůži, stimuluje kořínky vlasů a tím revitalizuje vlasy. Lichořeřišnice má mimo jiné i afrodiziakální účinky a přezdívá se jí „rostlina lásky“. (Pamplona Roger 2008)

## 2.3 Levandule lékařská (*Lavandula angustifolia*)

### 2.3.1 Taxonomické zařazení

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

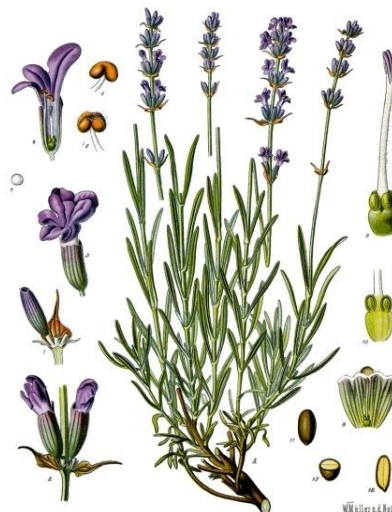
Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: hluchavkotvaré (*Lamiales*)

Čeleď: hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Podčeleď: *Nepetoideae*

Rod: levandule (*Lavandula*)



Obrázek 3 - Levandule lékařská (*Lavandula angustifolia*).  
Autor: Franz Eugen Köhler. 1897

### 2.3.2 Charakteristika

Levandule pochází z oblasti Středomoří a Indie. Vyskytuje se na suchých a slunných místech, roste hlavně na kamenných svazích a skalních stepích. Ve starém Římě se využívala jako přísada do koupelí a na zklidnění nervů. Název je odvozen z latinského *lava*, což znamená prát nebo mýt se. Díky Římanům se levandule dostala do Anglie, kde se s ní sypaly podlahy, aby se zapudil hmyz a zakryl se zápach z ulice. V 17. století se začala levandule pěstovat na plantážích ve Francii a využívat ve voňavkářském průmyslu. Vonné silice se z levandule získávají destilací květů. (Biggs et al. 2004)

Levandule (OBRÁZEK 3) je trsnatě větvený polokeřík, vysoký až 60 cm. Listy jsou 3–4 cm dlouhé, úzce kopinaté, při okraji podvinuté. Vespod jsou hustě šedivě plstnaté. Květy rostou ve vzdáleně olistěných lichoklasech. Koruna květu je modrofialová, kalich je trubkovitý a pěticipý. Rostlina kvete v červenci a v srpnu, květy se sbírají ihned po jejich rozvinutí. Plodem jsou 4 drobné tvrdky. Listy na sušení se sbírají předtím, než rostlina začne kvést. (Schauer et al. 2014)

Dalšími druhy levandule jsou: levandule zubatá (*Lavandula dentata*), levandule francouzská (*Lavandula stoechas*), levandule zelená (*Lavandula viridis*), levandule vlnatá (*Lavandula lanata*). (Biggs et al. 2004)

### 2.3.3 Obsah účinných látek

Mezi účinné látky patří linalool, linalyl acetát, monoterpeny, sesquiteroeny, flavonoidy (luteolin), triterpenoidy (kyselina ursolová) a kumariny (umbelliferon). (Hajhashemi et al. 2003)

Pomocí chromatogramu byla zjištěna přítomnost kyseliny gallové, syringové, ferulové, kávové, chlorogenové, rozmarínové, p-kumarové, kumarinu, kvercetin a rutinu. (Alasalvar a Yildirim 2021)

Esenciální oleje levandule obsahují limonen, cineol, kafr, linalol, linalylacetát, terpinen-4-ol, lavandulyacetát, isoborneol a  $\alpha$ -terpineol. (Détár et al. 2020)

Pomocí chromatografu bylo identifikováno 50 látek obsažených v esenciálním oleji levandule. Hlavními složkami je linalylacetát (28,89 %), linalol (24,3 %), caryophylen (7,89 %), (E)-3,7-dimethylocta-1,3,6-trien (4,64 %), 4-terpineol (4,04 %), acetic acid lavandulyl ester (3,49 %), borneol (2,60 %) a eucalyptol (2,05 %). V levadulovém oleji se také objevuje ocimen, camphor, 1,8-cineol a terpeny. (Chen et al. 2020)

#### 2.3.4 Význam

Levandule má antispasmodické, antiseptické, sedativní a karminativní účinky. Podporuje regeneraci zjizvené tkáně. (Demasi et al. 2021)

Využívá se k léčbě lehké až pokročilé deprese. Výzkum porovnával účinek samotného výtažku z levandule, imipraminu a jejich kombinace. Léčba pomocí samotné levandulové tinktury byla méně efektivní než léčba pomocí imipraminu. Docházelo během ní k bolestem hlavy u pacientů. Během léčby imipraminem se anticholinergní efekt, který se projevil suchými ústy a retencí moči. Nejlepších účinků bylo dosaženo kombinací levandulové tinktury s imipraminem. Rostlina má také zklidňující účinky, využívá se při nespavosti. (Akhondzadeh et al. 2002)

Levandule se využívá v tradiční Iránské medicíně. Používá se jako carminativum (lék proti nadýmání), diuretikum, anti-epileptikum, anti-revmatikum a jako lék proti bolesti (především bolesti hlavy a migréně). Vykazuje analegický a protizánětlivý účinek. (Hajhashemi et al. 2003)

Byly prokázány analgetické účinky esenciálních olejů levandule. Účinek je závislý na velikosti dávky linalolu a linalylového acetátu. S aplikací těchto dvou látek se zvyšuje množství stimulů potřebných k vyvolání reflexu. (Ghelardini et al. 1999)

Esenciální oleje z levandule se používají ve formě obkladů, inhalací, koupelí a masáží k navození relaxace u pacientů i u nemocničního personálu během porodu (nebo před ním), hemodialýze, radioterapii, kolonoskopii a operacích. (Buckle 2015)

Studie prokázala, že páry esenciálního oleje levandule vykazují v nemocničním prostředí antibiotickou aktivitu zejména proti methicilin rezistentním druhům *Staphylococcus aureus*. Esenciální oleje by mohly být použity jako dezinfekční prostředky pro veřejná prostředí včetně nemocničních prostor. (Gismondi et al. 2021)

Výzkum prokázal synergistický efekt kombinace extraktů z rostlin: *Artemisia herba alba*, *Lavandula angustifolia* a *Rosmarinus officinalis*. Rostliny mají antibakteriální účinky. Aplikace těchto extraktů pomáhá urychlovat hojící proces ran na kůži napadených bakteriemi *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* a *Pseudomonas aeruginosa*. (Messaoudi Moussii et al. 2020)

## 2.4 Dobromysl obecná (*Origanum vulgare*)

### 2.4.1 Taxonomické zařazení

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: hluchavkotvaré (*Lamiales*)

Čeleď: hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Rod: dobromysl (*Origanum*)



Obrázek 4 - Dobromysl obecná (*Origanum vulgare*).  
Autor: Carl Axel Magnus Lindman. 1917

### 2.4.2 Charakteristika

Dobromysl (OBRÁZEK 4) je vytrvalá bylina známá také pod názvem oregano. Pochází z oblasti Středozevního moře. Název oregano pochází z řeckého *oros* a *ganos*, což se dá přeložit jako potěšení z hor. Dobromysl můžeme najít v řecké mytologii. Podle pověsti měl kyperský král sluhu jménem Amarakos, který rozbil sklenici parfému a hrůzou omdlel. Bohové



ho za trest proměnili v dobromysl. Pokud se na něčí hrobce dobromysl objevil, znamenalo to, že mrtvý se má dobře. Dlouho se věřilo, že dobromysl působí proti hadímu jedu. Bylo to způsobeno Aristotelovým tvrzením, že želva, která pozřela hada, se šla ihned najíst dobromyslu, aby nezemřela. V Řecku se dobromysl zaplétá do věnce novomanželů. (Biggs et al. 2004)

Dobromysl je rostlina příbuzná majoránu. Dorůstá výšky až 60 cm. Vyskytuje se v Evropě a v Asii, kde roste na slunných stráních a pasekách. Má načervenalou chlupatou lodyhu a dřevnatý výběžkatý oddenek. Listy jsou vejčité, nezřetelně vroubkované a mají krátký řapík. Listy jsou ve spodní části největší, směrem k vrcholu se zmenšují. Květy jsou drobné, mají světle nachovou barvu. Květenstvím je vidlanovitá lata. Kalich je trubkovitě zvonkovitý, pětizubý, koruna je krátce dvoupyská. Plodem je tvrdka. Rostlina kvete v červenci a v srpnu. Užívanou částí je nať. Patří mezi medonosné rostliny. (Schauer et al. 2014)

Dalšími druhy dobromysli jsou: dobromysl Appleiova (*Origanum x applei*), dobromysl třemdavová (*Origanum dictamnus*), dobromysl hladká (*Origanum laevigatum*), dobromysl okrouhloolistá (*Origanum rotundifolium*). (Biggs et al. 2004)

### 2.4.3 Obsah účinných látek

Obsaženými sloučeninami jsou monoterpenové hydrokarbony (18,71 %), oxidované monoterpeny (59,25 %), seskviterpenové hydrokarbony (5,02 %) a oxidované seskviterpeny (12,86 %). Dominantní látkou v dobromysli je podle rozboru monoterpen karvakol. Dalšími obsaženými látkami jsou:  $\alpha$ -terpineol, karvakrol methyl ether, linalyl acetát, linalol, thymol, terpinen-4-ol, sabinen, beta-karyofylen, germacrene D, beta-bisabolen, gamma-terpinen, eukalyptol, p-cymen a elemol. (Stešević et al. 2018) (Vazirian et al. 2014)

### 2.4.4 Význam

Hlavními terapeutickými účinky esenciálního oleje dobromysli jsou účinky: afrodisiakální, analgetické, antiseptické, antispasmodické, digestivní, emmenagogické, hypotonizující, karminativní, sedativní, tonizující a vazodilatační. Olej pomáhá ulevit od jakékoliv bolesti. Má uklidňující a utěšující účinky na psychiku, ale musí se správně dávkovat, jinak může mít až

otupující účinky. Zmírňuje stres, přecitlivělost a nervové napětí. Má pozitivní účinky na namožené a ztuhlé svaly, proto jsou oleje z dobromysly vhodné na masáže. Mírně rozšiřuje tepny a navozuje pocit tepla. Dobromysl se používá jako teplý obklad při menstruačních bolestech. (Farrer-Halls 2007)

Dobromysl se využívá k léčbě trávicích obtíží neuronálního původu, nadýmání, křečím nebo kolice. Usnadňuje odchod plynů ze střev. Pomáhá při suchém nebo dráždivém kašli, usnadňuje vykašlávání a tlumí kašel. Zevně se aplikuje při bolestech svalů a ztuhlé šiji. (Pamplona Roger 2008)

Látky obsažené v dobromysli se využívají v léčbě rakoviny žaludku. Esenciální oleje z dobromyslu vykazují antiproliferační aktivitu, inhibují lipogenezi a vyvolávají mitochondriálně řízenou apoptózu žaludečních rakovinných buněk. (Balusamy et al. 2018)

Extrakt z dobromysli umí vylučovat volné radikály a může proto chránit buňky a DNA před poškozením ionizujícím zářením (gamma zářením). Umí také chránit buňky před genetickým poškozením radioaktivními léky (především radioiodinem I-131). Tyto léky se využívají k léčbě onemocnění štítné žlázy. Vedlejším účinkem léčby radioiodinem je tvorba sekundárních tumorů a genetická poškození. Rostlina vykazuje radioprotektivní efekt a chrání lidské lymfocyty před poškozením. Toto tvrzení bylo potvrzeno testy na buňkách kostní dřeně myši. Je to způsobeno obsahem flavonoidů, carvacrolu, thymolu a kyseliny rozmarýnové v extraktu. (Ghasemnezhad Targhi et al. 2016)

Dobromysl má léčivé účinky na vaginální kandidózu. Výsledky výzkumu na myších prokázaly, že 3% esenciální olej z dobromysli dokáže léčit vaginální kandidózu. (Cleff et al. 2011)

Vodný extrakt z dobromysli vykazuje hepatoprotektivní účinky. Myším byl podán CCl<sub>4</sub>, který má hepatotoxické vlastnosti. Po léčbě vodným extraktem byla prokázána ochranná aktivita dobromysli proti hepatotoxicitě vyvolané CCl<sub>4</sub>. (Sikander et al. 2013)

V rozvojových zemích jsou velkým problémem onemocnění přenášená hmyzem (např. horečka denque, Zika a chikungunya). Řešením je hubení hmyzu. V boji proti němu by mohly pomoci výtažky z rostlin. Vhodnými rostlinami jsou dobromysl a tymián, které vykazují larvicidní a repelentní účinky. Bylo potvrzeno, že výtažky z těchto dvou rostlin účinně zabíjí *Aedes aegypti* v larválním i dospělém stádiu. (de Oliveira et al. 2021)

Výzkum prokázal aktivitu eugenolu a thymolu proti polymikrobiálním biofilmům v ústní dutině tvořených především *Streptococcus sanguinis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Actinomyces viscosus* a *Streptococcus mutans*. Díky svým protizánětlivým a antibakteriálním účinkům se tyto látky používají v přípravě gelů a mastí ve stomatologii. Regulují tvorbu zubních kazů a zubního plaku. (Badekova et al. 2021)

## 2.5 Měsíček lékařský (*Calendula officinalis*)

### 2.5.1 Taxonomické zařazení

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: hvězdnicotvaré (*Asterales*)

Čeleď: hvězdnicovité (*Asteraceae*)

Rod: měsíček (*Calendula*)



Obrázek 5 - Měsíček lékařský (*Calendula officinalis*).  
Autor: Franz Eugen Köhler. 1897

### 2.5.2 Charakteristika

Měsíček lékařský (OBRÁZEK 5) pochází z oblasti Středozeemí a Iránu. V historii Egyptané věřili, že měsíček umí omlazovat a Řekové ho přidávali do jídla, ale byl používán také jako potravinové barvivo. Během americké občanské války se listy měsíčku používaly k léčbě otevřených ran. Je to jednoletá okrasná rostlina s ochlupeným stonkem. Dorůstá výšky až 50 cm. Spodní listy jsou kopist'ovité, horní jsou kopinaté nebo eliptické. Plodem je nažka. Květy jsou oranžové díky obsahu karotenů. Kvete od června do podzimu. V léčitelství se používají především sušené květy. (Biggs et al. 2004)

### 2.5.3 Obsah účinných látek

Důležitými farmakologicky účinnými látkami jsou triterpenické saponiny, alkoholy, flavonoidy, hydroxykumariny, karotenoidy, ve vodě rozpustné polysacharidy a éterické oleje. (Grunwald a Janicke 2008)

V esenciálním oleji z měsíčku bylo analyzováno 42 sloučenin. Mezi zjištěné sloučeniny patří: hexanal, alfa thujon, alfa pinen, alfa terpinen, neral, geranial, gamma muurolen, gamma cadinen, elemol a další. (Hoseini-Mazinani a Hadipour 2016)

Esenciální olej obsahuje flavonoidy, kumariny, chinony, karotenoidy a aminokyseliny. Mezi zjištěné terpeny patří sitosteroly, stigmasteroly, taraxasterol, erythrodiol, brein, ursadiol, kyselina olenalová. Z flavonoidů byly zjištěny kvercetin, isohamnetin, calendoflavosid, rutin, isokvercetin. (Mishra et al. 2018)

Květ z měsíčku obsahuje flavonoidy, hlavně glykosidy rhamnetinu a kvercetinu. Ze saponinů obsahuje bidesmosidy a monodesmosidy kyseliny oleanolové. Dále obsahuje triterpenické alkoholy a jejich diestery (faradiol), karotenoidy (lykopen), xynthofyl, hydroxykumariny (umbeliferon, skopoletin, eskulin), silice (oxidované seskviterpeny kadinoly), polysacharidy (rhamnoarabinogalaktany a arabinogalaktany). (Spilková et al. 2016)

#### 2.5.4 Význam

V lidovém léčitelství se používá vnitřně při zánětech žaludku a střev, při zácpě, napadení cizopasníky, pro zmírnění menstruačních bolestí a regulaci menstruačního cyklu. Zevně se používá při zánětech kůže, cévních onemocněních, zánětech spojivek a pokládá se na rány. (Grunwald a Janicke 2008)

Z měsíčku se vyrábí olej, který má výborné hojivé účinky a pomáhá regeneraci tkání. Používá se na kožní vyrážky, rozpraskanou kůži, odřeniny a spáleniny od slunce. Dá se také využít v léčbě křečových žil. (Farrer-Halls 2007)

Měsíček vykazuje protizánětlivé, antispasmodické, antiseptické, hepatoprotektivní, změkčující, osvěžující účinky a podporuje hojení zjizvené tkáně. (Demasi et al. 2021)

Studie potvrdila, že látky obsažené v měsíčku lékařském jsou velmi účinné v léčbě vaginální kandidózy. 21. den po aplikaci léčby se dostavily výsledky ve formě negativního testu na vaginální kultury. Pouhých 16,7 % pacientek mělo i po léčbě pozitivní test na vaginální kultury. Měsíček je proto vhodným léčivem pro toto onemocnění. (Milian Vazquez et al. 2010)

Sušené květy mají schopnost inhibovat replikaci imunodeficitního viru typu 1 (HIV-1). Organický extrakt z měsíčku je netoxický pro lidské lymfocyty a umožňuje redukci reverzní transkripce HIV-1. Měsíček lékařský vykazuje cytoprotektivní efekt na lidské lymfocytické Molt-4 buňky. Díky tomu by se mohly výtažky z měsíčku využívat během terapie AIDS. (Kalvatchev et al. 1997)

Měsíček má antioxidační aktivitu a chrání buňky kůže před poškozením oxidativním stresem. Proto se měsíček přidává do mastí na ochranu citlivé pokožky a na ochranu před UVB zářením. (Xuan et al. 2016)

Extrakt z měsíčku má hepato a renoprotektivní účinky. Obsahuje karotenoidy (hlavně lutein, zeaxanthin a lykopen). Působí proti CCl<sub>4</sub>, který způsobuje akutní hepatotoxicitu

a nephrotoxicitu. Aplikací extraktu se výrazně snížila aktivita glutamát-pyruvát transaminázy, glutamát-oxalacetát transaminázy a alkalín-fosfatázy. V ledvinách se zvýšila koncentrace urey a kreatininu. (Preethi a Kuttan 2009)

Měsíček lékařský obsahuje cytotoxické sloučeniny, které mají efekt v léčbě rakoviny. U luteinu bylo prokázáno, že vykazuje selektivní cytotoxické vlastnosti proti buňkám rakoviny prsu. Během léčby luteinem se zvyšuje počet proapoptických proteinů jako je protein p53, bax a caspáza-3. Calendulosidy mají cytotoxický účinek na rakovinné buňky různých typů např. leukémie, rakoviny plic, rakoviny prostaty a rakoviny prsu. Extrakt se využívá i v paliativní péči. Pomáhá v léčbě sekundárních symptomů spojených s chemoterapeutickou a radioterapeutickou léčbou např. dermatitidy, zánětů ústní dutiny. Na rozdíl od léčby chemickými léky, rostlinné léky nezpůsobují alergické reakce. (Cruceriu et al. 2018)

## **2.6 Tymián obecný (*Thymus vulgaris*)**

### **2.6.1 Taxonomické zařazení**

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: hluchavkotvaré (*Lamiales*)

Čeleď: hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Rod: mateřídouška (*Thymus*)



Obrázek 6 - Tymián obecný (*Thymus vulgaris*).  
 Autor: Walther Otto Müller. 1897

### 2.6.2 Charakteristika

Lidé používali tymián po staletí pro jeho chuťové a léčivé vlastnosti. Řecké jméno thymos znamená odvaha nebo síla. Rozšíření v přírodě je především v euroasijské oblasti, jejímž centrem je středomořská oblast (Pyrenejský poloostrov a severozápadní Afrika). (Stahl-Biskup a Venskutonis 2012)

Tymián (OBRÁZEK 6) je vzpřímený, někdy poléhavý polokeř vysoký asi 10–40 cm. Řadí se mezi vytrvalé, stálezelené rostliny. Spodní část je zdřevnatělá, vrchní část má bylinný charakter. Stonky jsou načervenalé s krátkými chlupy. Listy rostliny jsou malé (3,5–6,5 mm dlouhé a 0,8–3,0 mm široké), vejčité kopinaté, špičaté se svinutým okrajem. Listy mají zelenošedou barvu a kulovité žlázy. Květenství je 10–15 mm v průměru s kapituliformní nebo spiciformní strukturou. Tymián kvete koncem jara a začátkem léta. Květy tymiánu jsou malé, bílé až fialové barvy. Květ se skládá z 5 okvětních lístků srostlých do kalíšku nebo trubice, které tvoří korunu menší než 5 mm. Horní pysk je nízko vykrojený, spodní a střední laloky jsou větší než laloky postranní. Kalich je chlupatý a žláznatý. Plodem je hladký, suchý a tmavě zbarvený oříšek, který se při zrání neotvírá. Při rozdrcení listů je pro tymián typická velmi silná kořenitá vůně. Díky širokým komerčním účelům se tymián pěstuje po celém světě. Z tymiánu se získává sušené listí, extrakty, oleje a olejové pryskyřice. Za typické aroma jsou zodpovědné esenciální oleje tymiánu. Oleje jsou uloženy ve žláznatých trichomech umístěných po obou stranách listů. Žlázy mají typickou anatomii s 8–16 sekrečními buňkami sedícími na jedné bazální stopkové

buňce. Olej je sekrečními buňkami vylučován do subkutikulárního prostoru. Pokud dojde k natržení kůžičky, těkavý olej se uvolňuje do vzduchu a vytváří typické aroma. (Silva et al. 2021) (Stahl-Biskup a Venskutonis 2012)

### 2.6.3 Obsah účinných látek

Tymián obsahuje dvě hlavní třídy vedlejších produktů: těkavé silice a netěkavé fenoly. Sušený rostlinný materiál obsahuje 1–2,5 % silice. Většina těkavých látek zjištěných v tymiánovém oleji patří do skupiny monoterpenů, přičemž hlavním zástupcem je thymol. Thymol je vždy doprovázen některými monoterpeny, jako je karvakrol, p-cymenem a  $\gamma$ -terpinenem. Dalšími monoterpeny jsou linalol, borneol, kafr, limonen, myrcen,  $\beta$ -pinen, trans-sabinenhydrát,  $\alpha$ -terpineol a terpinen-4-ol. Seskviterpeny se v tymiánu objevují ve velmi malém množství. Jediným hojněji zastoupeným seskviterpenem je karyofylen. Z taninů je nejhojněji zastoupena kyselina rozmarýnová. Z volných fenolových kyselin je nejvíce zastoupena kyselina kávová, gentisová, p-kumarová, syringová, ferulová a p-hydroxybenzoová. V rostlině bylo nalezeno 25 druhů flavonoidů např. apigenin, luteolin, cirsilineol, cirsimaritin, thymonin, thymusin, taxifolin, kaempferol a quercetin. (Stahl-Biskup a Venskutonis 2012)

Důležitými farmakologickými látkami jsou především deriváty kyseliny kávové (především kyselina rozmarýnová), flavonoidy, diterpeny a éterický olej. (Grunwald a Janicke 2008)

### 2.6.4 Význam

Esenciální olej z tymiánu je nejvhodnější použít při rekonvalescenci a prevenci infekcí. Využívá se při lymfatických masážích, kde pomáhá zvýšit tvorbu bílých krvinek a tím zvyšuje obranyschopnost organismu. Využívá se v léčbě respiračních onemocnění, zvyšuje nebo upravuje chuť k jídlu. Tymián dokáže vyrovnávat pochody v těle a je vhodný pro lidi trpící chronickou únavou. Má povzbuzující účinky, proto je vhodný pro lidi se sklony k apatii a melancholii. (Farrer-Halls 2007)

V lidové medicíně se užívá především při zažívacích potížích, zánětu močového měchýře, astmatu, zánětu hrtanu, chronické gastritidě, zánětu mandlí a na špatně se hojící rány. Dříve se užívala na ošetření bradavic a akné. (Grunwald a Janicke 2008)



Výzkum prokázal pozitivní účinek tymiánu na primární dysmenorrheu (bolestivé křeče v průběhu menstruace). Po aplikaci tymiánu došlo ke snížení symptomů, což je způsobeno anstispasmickým efektem tymiánu. Tymián může být tedy použit jako efektivní léčba dysmenorrhey. (Direkvand-Moghadam a Khosravi 2012)

Z listů tymiánu se dají extrahovat tři pentacyklické triterpeny: kyselina ursolová, kyselina betulinová a kyselina olenalová. Tyto látky inhibují aktivitu glutaminázy. Tato vlastnost se dá využít v prevenci a léčbě neurogenerativních onemocnění a civilizačních chorob. (Shimada et al. 2021)

Extrakt z tymiánu má pozitivní výsledky v léčbě experimentální autoimunitní encefalomyelitidy. Dokáže zmírnit klinické příznaky nemoci. Díky jeho účinkům je zabráněno infiltraci zánětlivých buněk do centrální nervové soustavy. (Mahmoodi et al. 2019)

Tymián se využívá pro potravinářské a farmaceutické účely. Má hepatoprotektivní účinky, podporuje vykašlávání, působí proti akné a má fungicidní a antivirotické účinky. Využívá se jako repelent proti škůdcům, v kosmetice a k balení potravin (jako konzervační látka). Toto využití je způsobeno antioxidantními, antimikrobiálními, protizánětlivými a protirakovinnými účinky tymiánu. (Silva et al. 2021)

Výtažky z tymiánu a tymiánový olej se využívají k léčbě příznaků černého kašle a kataru v horních cestách dýchacích. Ve výzkumu (Pauli a Schilcher, 2010) byla zjištěna aktivita tymiánového oleje na 34 gramnegativních, 36 grampozitivních bakteriích, 62 houbách a 27 kvasinkách. (Stahl-Biskup a Venskutonis 2012)

Ve screeningu antimikrobiální aktivity esenciálních olejů dosáhl tymián spolu s dobromyslem nejlepších výsledků u všech testovaných bakterií. Bylo zjištěno, že obecně platí, že esenciální oleje s nejvyšší úrovní antibakteriální aktivity obsahují vysoké procento karvakrolu nebo thymolu. Účinnost fenolických sloučenin způsobuje přítomno fenolického kruhu. Celkově bylo potvrzeno, že grampozitivní bakterie jsou více citlivé na tyto látky než bakterie gramnegativní. Tymián působí z G- bakterií především na *Enterobacter*, *E. coli*, *Pseudomonas* a *Salmonella*.

Z G+ bakterií na: *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Listeria* a *S. aureus* (OBRÁZEK 48). (Gutierrez et al. 2008)

Výzkum prokázal, že tymián vykazuje podstatné chemoprotektivní a terapeutické účinky proti experimentálnímu modelu karcinomu prsu. Hlavní podíl na tomto účinku má thymol, který dokáže aktivovat vnitřní dráhu apoptózy. Esenciální olej z tymiánu tedy vykazuje proapoptotický a antiproliferativní účinek. (Silva et al. 2021)

## 2.7 Máta peprná (*Mentha x piperita*)

### 2.7.1 Taxonomické zařazení

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: hluchavkotvaré (*Lamiales*)

Čeleď: hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Rod: máta (*Mentha*)



Obrázek 7 - Máta peprná (*Mentha x piperita*).  
Autor: Franz Eugen Köhler. 1897

### 2.7.2 Charakteristika

Ve starověku byla máta (OBRÁZEK 7) nazývána Afroditinou korunou. V Antice se máta používala na podpoření tělesné touhy a věřilo se, že má posilující schopnosti na mužské reprodukční schopnosti. Máta je rozšířena po celém mírném pásmu. Je křížencem máty vodní a máty klasnaté. Máta peprná má mnoho odrůd, například citrónovou, čokoládovou, zázvorovou nebo banánovou. Není náročná na okolní podmínky, daří se jí téměř ve všech půdách. Je to vysoká bylina s dřevnatým oddenkem. Lodyhy jsou čtyřhranné, zprvu nevětvené, později silně větvitě. Listy jsou eliptické až kopinaté, 4–8 cm dlouhé. Obsahují vonnou silici mentol, díky tomu po rozemnutí příjemně voní. Čepel je žláznatě tečkovaná. Květy mají pětizubý, na okraji řasnatý kalich. Seskupené jsou v lichopřeslenu a mají nachovou korunu. Plodem je vejčitá tvrdka. Rostlina kvete od července do září. Listy a nať se sbírají v průběhu června až září. Máta peprná má analgetické účinky. V tradiční medicíně se používá k ulevení od bolesti. Její účinky jsou široké, působí protizánětlivě, desinfikuje, usnadňuje odkašlávání, podporuje trávení, odstraňuje nadýmání, odstraňuje zápach z úst, zvyšuje chuť k jídlu, snižuje krevní tlak, léčí záněty dutiny ústní. (Herbalista 2018)

### 2.7.3 Obsah účinných látek

Z esenciálního oleje máty peprné bylo izolováno okolo 40 fenolických sloučenin. Patří mezi ně menthol, menthon, methofuran, isorhoifolin, methosid, piperitosid, nevadensin, hymenoxin, methocubanon, eriocitrin, luteolin, xanthomicrol, eupatorin, salvigenin, sorbifolin, thymusin, apigenin, ladanein, acacetin, diosmin, hesperidin, kyselina kávová, kyselina rozmarýnová. (Moghaddam et al. 2013) (Olennikov a Tankhaeva 2010)

### 2.7.4 Význam

Esenciální olej z máty peprné má adstringentní, analgetické, antipyretické, antiseptické, antispasmodické, cefalické, dekongestivní, digestivní, expektorační, karminativní, neurotonické, stimulační a stomachické účinky. Máta je vhodná při všech typech trávicích obtíží. Užívat se dá vnitřně ve formě čaje nebo je možné vnější použití ve formě masti nebo masážního oleje. (Farrer-Halls 2007)

Máta má stimulační a karminativní účinky. Využívá se k léčbě nachlazení, zánětlivých onemocnění dutiny ústní, hltanu, jater, žlučníku, střev, průjmu, zvracení, nevolnosti, křečí a dyspepsie. Máta obsahuje antioxidační a antiperoxidační látky, proto vykazuje antikarcinogenní efekt. Výzkum prokázal pozitivní účinky vodného extraktu máty na epitel jazyka myši. Bylo prokázáno, že máta peprná inhibuje růst orálních dysplastických lézí. (Kasem et al. 2014)

Máta zlepšuje chuť k jídlu, usnadňuje odchod plynů ze střev, zlepšuje vylučování žluči, tiší bolest a povzbuzuje organismus. Ve větších dávkách působí jako afrodiziakum. Esence obsahuje polyfenolové látky, které jsou účinné proti hepatitidě A. Při zevním použití zmírňuje revmatické bolesti a bolesti svalů. (Pamplona Roger 2008)

Studie prokázala, že vodný extrakt máty má antinociceptivní účinky. Extrakt tiší bolest po popálení nebo poleptání kyselinou. Studie tedy potvrdila, že máta má analgetické účinky proti mechanicky i tepelně vyvolané stimulaci. Analgetické účinky jsou pouze periferní. Dále bylo zjištěno, že extrakt nemá protizánětlivé účinky. (Taher 2012)

Máta vykazuje nefroprotektivní účinky proti nefrotoxicitě vyvolané gentamicinem. Po užívání gentamicinu dochází ke generaci volných radikálů, které poškozují ledviny. Po aplikaci léčby extraktem z máty došlo k ochraně buněk ledvin, byl tedy potvrzen renoprotektivní účinek máty. (Ullah et al. 2014)

## 2.8 Třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*)

### 2.8.1 Taxonomické zařazení

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: malpígiotvaré (*Malpighiales*)

Čeleď: třezalkovité (*Hypericaceae*)

Rod: třezalka (*Hypericum*)



Obrázek 8 - Třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*).  
Autor: Otto Wilhelm Thomé. 1885

### 2.8.2 Charakteristika

Třezalka tečkovaná (OBRÁZEK 8) patří mezi trvalky. Přezdívá se jí koření matky Boží nebo svatojánská bylina. Dorůstá výšky 30 až 100 cm. Květy jsou pětičetné a sytě žluté. Jsou sestavené v bohaté laty složené z vidlanů a šroubelů. Listy jsou podlouhle vejčité a lysé. Od třezalky skvrnitě se dá odlišit tak, že má dvouhrannou lodyhu a lístky vypadají, jako by byly propíchané jehlou. Tento jev vytváří tzv. siličné žlázy, které listy prochází. Žlázy obsahují hořký olej, proto třezalku nežerou býložravci. Na listech se nacházejí také malé červené skvrny, které obsahují barvivo hypericin. Plodem je tobolka. Třezalka roste na slunných místech, jako jsou louky, pastviny, paseky a stráně. Květy a nať se sbírají v průběhu června až srpna. Sbírat by se měla nejlépe při slunném počasí těsně před polednem, protože v období rozkvětu rostlina

obsahuje větší množství účinných látek (hypericin a hyperforin). V minulosti se používala pro hojení ran nebo jako přírodní antidepresivum. (Herbalista 2018)

### **2.8.3 Obsah účinných látek**

Farmakologicky významnými látkami jsou hypericin, pseudohypericin, hyperforin, flavonoidy, xanthony, třísloviny a deriváty kyseliny kávové. (Grunwald a Janicke 2008)

Nať třezalka obsahuje především flavonové a flavonolové deriváty (hyperosid, kvercitrin, isokvercitrin, rutosid, kvercetin, kempferol, luteolin a myricetin), naftodianthrony (hypericin, pseudohypericin a protohypericin), floroglucinové deriváty (hyperforin a adhyperforin), xanthony, proanthocyanidiny a třísloviny, silice (karyofylen, alfa pinen) a fenolkarboxylové kyseliny (kyselinu kávovou, gallovou a chlorogenovou). (Opletal 2016)

Obsahuje hypericin, který je zodpovědný za fotosensitivní reakci kůže po požití třezalky. Proto se po požití třezalky nesmí vstupovat na přímé sluneční záření. Druhou hojně zastoupenou látkou je hyperforin, který způsobuje antidepresivní účinky třezalky. Třezalka by se díky tomu mohla stát významným faktorem v léčbě některých druhů deprese. Díky obsahu hyperforinu a adhyperforinu je extrakt z třezalky schopný modulovat účinky serotoninu, dopaminu a noradrenalinu a může inhibovat zpětné vychytávání těchto neurotransmiterů. Vliv obsahových látek třezalky na serotonin hraje primární roli v antidepresivní řadě. Hypericin je aktivní vůči virům a bakteriím (Influenza virus, Herpes simplex typ 1 a 2, Sindbis virus, poliovirus, retrovirus, virus hepatitidy C, gramnegativním a grampozitivním bakteriím). (Opletal 2016)

### **2.8.4 Význam**

V lidovém lékařství se používá při začervenání, bronchitidě, astmatu, nemocech žlučníku, nočním nucení na močení, pomočování, gastritidě, průjmu, dně a revnatu. Zevně se používá při bolestech svalů, spáleninách od slunce a jako hojivý prostředek na rány. Pomáhá v péči o suchou a šupinatou pokožku. Na bázi třezalky se vyrábí Janův olej. (Grunwald a Janicke 2008)

Extrakt z třezalky tečkované se používá jako prevence ototoxicity způsobené gentamycinem. (Kaplan 2017)

Extrakt z třezalky je antidepresant a používá se k léčbě lehké a pokročilé deprese. Studie prokázala pozitivní výsledky extraktu během léčby závislosti na návykových látkách. Studie byla zaměřena na závislost na alkoholu a nikotinu. (Uzbay 2008)

Extrakt z třezalky se používá při depresích, dysthymii, anxiózních stavech, palpitacích, změnách nálady při menopauze, ADHD, obsedantně-kompulzivních onemocněních a SAD. Jeho účinky se potvrdily také u léčby nikotinové závislosti, při vyčerpání, fibrositidě, bolestech hlavy, migrenózních bolestech, bolestech svalů, neuralgiích, ischiadickém syndromu a přináší zlepšení při ztrátě chuti k jídlu a nespavosti. (Opletal 2016)

## **2.9 Třapatkovka nachová (*Echinacea Purpurea*)**

### **2.9.1 Taxonomické zařazení**

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: hvězdicotvaré (*Asterales*)

Čeleď: hvězdicovité (*Asteraceae*)

Rod: třapatkovka (*Echinacea*)



Obrázek 9 - Třapatkovka nachová (*Echinacea purpurea*).  
Autor: Alice Chodura. 1787

### 2.9.2 Charakteristika

Třapatkovka (OBRÁZEK 9) patří do skupiny složnokvětých rostlin. Je to vytrvalá rostlina dorůstající výšky 60–180 cm. Listy mohou být vstřícné nebo střídavé s délkou 70–20 cm. Květy jsou zbarveny do červena. Rostlina kvete celé léto. (Grunwald a Janicke 2008)

V lidovém léčitelství se využívají hlavně květy a kořeny třapatkovky. Nadzemní část rostliny obsahuje více polysacharidů, podzemní více esenciálních olejů. Kvetoucí části rostliny se sklízí v plném květu. Kořen se sbírá nejlépe na podzim. (Kurkin et al. 2011)

Echinacea je známá svou schopností posilovat imunitní systém. Patří mezi nejčastěji předepisované rostliny na světě (hlavně v USA a v Německu). Dnes je součástí více než 250 léků. Stimuluje činnost bílých krvinek (především makrofágů) a tím pomáhá tělu bojovat s infekcemi. Nejčastější formou užívání je kapalný extrakt nebo tinktura. Extrakt se dobře vstřebává do krevního oběhu. Echinacea se využívá k léčbě akutních a chronických infekcí. Je účinná proti širokému spektru mikrobů. (McKenna 2001)

Dalšími druhy jsou: třapatkovka úzkolistá (*Echinacea angustifolia*), třapatkovka bledá (*Echinacea pallida*). (Biggs et al. 2004)



### 2.9.3 Obsah účinných látek

Hlavními aktivními sloučeninami jsou fenyylpropanoidy (především skořicové deriváty kyselin). Rostlina obsahuje kyselinu čekankovou, která způsobuje imunomodulační a antivirovou aktivitu. Dalšími obsaženými látkami jsou kyselina kávová, chlorogenová a protizánětlivé alkylamidy. Dominantními flavonoidy vyskytujícími se v třapatkovce jsou nicotiflorin, rutin, kvercetin, kempferol a jejich glykosidy. (Kurkin et al. 2011)

### 2.9.4 Význam

Třapatkovka nachová se používá k léčbě onemocnění horních cest dýchacích, močových cest a špatně se hojících ran. Má účinky nejen proti bakteriálním kmenům, ale také proti chřipkovým a herpetickým virům. I v dnešní době je hlavním využitím třapatkovky zvýšení obrany schopnosti organismu. Díky vysoké molekulární hmotnosti polysacharidů obsažených v rostlinných buňkách třapatkovky má tato rostlina potenciál aktivovat makrofágy, které aktivují obranné mechanismy proti nádorovým buňkám a mikroorganismům. V třapatkovce nalezneme řadu aktivních látek, které fungují jako antioxidanty. Tyto látky chrání tělo před tzv. oxidativním stresem. Alkylamidy obsažené v třapatce dokonce napomáhají antioxidanty obnovovat. V podobě mastí určených k zevnímu použití se třapatkovka využívá k léčbě poškozené pokožky, ekzémů a akné. (Herbalista 2021)

Výzkum na myších prokázal změnu v počtu leukocytů, neutrofilů, eosinofylů a bazofilů po léčbě vodným extraktem z třapatkovky. U myší byla vyvolána zánětlivá reakce a byla naordinována léčba pomocí Zymosanu a třapatkovky a jejich kombinace. Po 29 dnech byla zvířata usmrcena a byla jim odebrána periferní krev. Z výsledků vyplynulo, že u všech testovaných skupin došlo ke zvýšení počtu leukocytů, neutrofilů, eosinofylů a bazofilů, což prokazuje imunostimulační vlastnosti třapatkovky. (Gren et al. 2016)

Výtažky z třapatkovky řadíme do kategorie imunomodulátorů. Jsou to léčiva, která mají schopnost modulovat imunologickou aktivitu organismu. Léky z echinacei jsou na bázi biologicky aktivních látek a zvyšují fagocytární aktivitu granulocytů a retikuloendoteliálních buněk, indukují syntézu cytokinů a stimulují aktivitu tzv. natural killer buněk. (Zagumennikov et al. 2013)

Třapatkovka se využívá k léčbě radiačně indukované leukopenie. Pomáhá rychleji obnovovat počty krvinek (hlavně lymfocytů a monocytů). Po podání výtažků z třapatkovky došlo ke zvýšení antioxidační aktivity periferní krve. Třapatkovka aktivuje makrofágy ke stimulaci produkce IFN-g (interferonu) ve spojení se sekundární aktivací T lymfocytů, což vede k poklesu IgG a produkci IgM. (Mishima et al. 2004)

## 2.10 Rýmovník (*Plectranthus amboinicus*)

### 2.10.1 Taxonomické zařazení

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: hluchavkotvaré (*Lamiales*)

Čeleď: hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Rod: moud (*Plectranthus*)



Obrázek 10 - *Plectranthus amboinicus*. Autor:Kuttelvaserova

### 2.10.2 Charakteristika

Rýmovník (OBRÁZEK 10) je vytrvalá bylina. V přírodě se vyskytuje především v teplých regionech Afriky, Asie a Austrálie. Dorůstá výšky kolem 1 metru, lodyha má štvorcové průřezy. Listy mají vejčitý tvar a jsou ochlupené. Květy mají modrou až fialovou barvu. Má vysoký obsah vonných silic, proto je charakteristický svou vůní. Obsahuje omega-6 mastné kyseliny a vitamíny A a C. (Sivok 2021)

### 2.10.3 Obsah účinných látek

Rýmovník obsahuje velké množství fotochemikálií (76 těkavých a 30 netěkavých), jako jsou monoterpenoidy, diterpenoidy, seskviterpenoidy, fenoly, flavonoidy, estery, alkoholy a aldehydy. Esenciální oleje obsahují hlavně karvakrol a thymol (výborné expektoranty), ale také eugenol, chavicol a další. Olej z rýmovníku je bohatý na oxygenové monoterpeny, monoterpenové uhlovodíky, seskviterpenové uhlovodíky a oxygenované seskviterpeny. Složení esenciálních olejů se liší v závislosti na geografickém výskytu rostliny. Z netěkavých látek převládají flavony jako je cirsimaritin, salvigenin a chrysoeriol. V kořenech rostliny byl analyzován tannin, kyselina kávová a kyselina rozmarýnová, Ze stonku a listů byl vyextrahován linalool, karvakrol, geranyl acetát a nerol acetát. (Arumugam et al. 2016)

### 2.10.4 Význam

Bylina má terapeutické a nutriční vlastnosti, které jsou velmi ceněné ve farmaceutickém průmyslu. V lidovém léčitelství se využívá k léčbě stavů jako je nachlazení, astma, zácpa, bolest hlavy, kašel, horečka, bronchitida, dyspepsie, průjem, nadýmání, epilepsie a revmatoidní artritida. V Brazílii se využívá k léčbě kožních vředů způsobených bakterií *Leishmania braziliensis*. Snižuje také hladinu krevního cukru. Z rostliny se využívají především listy, které se konzumují syrové nebo se používají jako ochucovadla při přípravě tradičních pokrmů. Výzkumy prokázaly antimikrobiální, protizánětlivé, protinádorové, antiepileptické, larvicidní, antioxidantní a analgetické účinky. V lidové medicíně se rýmovník používá v boji proti bakteriálním onemocněním (např. na Kubě se podával pacientům trpícím chronickým kašlem nebo tuberkulózou). Výzkumy prokázaly, že horkovodný extrakt z rýmovníku působí inhibičně na bakterie: *Mycobacterium tuberculosis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* a stimulačně na *Lactobacillus plantarum*. Nesterilizovaný ethanolický extrakt z listů rýmovníku vykazuje aktivitu proti bakteriím: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis* a *Pseudomonas aeruginosa*. Antimikrobiální aktivita je pravděpodobně způsobena kombinovaným efektem adsorpce polyfenolů na bakteriální membrány s porušením membrány a následným únikem buněčného obsahu a tvorbou hydroperoxidu z polyfenolů. Uvádí se, že esenciální olej z rýmovníku má v kombinaci s aminoglykosidy synergický účinek na toxicitu antibiotik vůči rezistentním bakteriálním kmenům. Extrakt byl použit k biologické syntéze nanočástic oxidu zinečnatého, který byl následně aplikován na methicilin-rezistentní biofilm *Staphylococcus aureus*. Nanočástice dokázaly úspěšně kontrolovat růst těchto bakterií.

V rozvojových zemích může být významný larvicidní potenciál rýmovníku. Larvicidní aktivita byla pozorována proti *Aedes aegypti*, *Anopheles gambiae*, *Anopheles stephensi* a *Culex quinquefasciatus*. (Arumugam et al. 2016)

Studie prokázala, že methanolový extrakt z rýmovníku dokáže inhibovat nádorem vyvolanou angiogenezi. Po aplikaci extraktu došlo ke snížení počtu krevních cév spojených se vznikem nádoru. Anti-angiogenická aktivita rýmovníku by mohla pomoci s prevencí a léčbou nádorů. (Rajesh a Gayathri 2015)

Pomocí agarové diluční metody byla stanovena minimální inhibiční koncentrace hydralkoholového extraktu rýmovníku na methicilin rezistentní *Staphylococcus aureus* v rozmezí 18,7 až 93 mg/ml. Pomocí testů byla prokázána antimikrobiální aktivita rýmovníku. Výsledky také potvrzují význam používání rýmovníku v tradiční medicíně na léčbu infekcí způsobených bakterií *Staphylococcus aureus*. (Gurgel et al. 2009)

Šťáva z rýmovníku se na Asijském subkontinentu používá k léčbě problémů s ledvinami a játry. Studie prokázala pozitivní výsledky po aplikaci ethanolového extraktu rýmovníku na problémy způsobené použitím acetaminofenu během léčby. Acetaminofen (APAP) se používá jako analgetikum, ale ve vyšších dávkách způsobuje nekrózu jaterních a ledvinových buněk u savců. APAP způsobuje zvýšení urey v séru, hemoglobinu, celkového počtu leukocytů, kreatininu, celkové tělesné hmotnosti a snížení počtu neutrofilů, granulocytů, kyseliny močové a krevních destiček. Extrakt z rýmovníku zvyšuje anti-oxidativní schopnost organismu a všechny tyto negativní účinky napravuje. Po aplikaci extraktu došlo ke zvýšení diuretické aktivity zvýšením celkového výdeje moči a elektrolytů v moči (sodíku a draslíku). Ze studie vyplývá, že rýmovník má nefroprotektivní a antioxidační účinky. (Palani et al. 2010)

Farmaceologické studie prokázaly antioxidační a cytotoxické účinky látek obsažených v rýmovníku. Listy obsahují esenciální oleje, flavonoidy a deriváty terpenů, které mají antineoplastický efekt. V Brazílii se rýmovník používá k léčbě mnoha onemocnění, jako jsou záněty a nádory. (Brandao et al. 2013)

Během výzkumu diabetu na myších byl prokázán antihyperglykemický a antihyperlipidemický efekt ethanolového extraktu rýmovníku. Po aplikaci extraktu došlo po 15 dnech ke snížení krevní glukózy, cholesterolu. Celkové množství proteinů a vápníku bylo zvýšeno. Kromě těchto účinků bylo prokázáno také zvýšení sérové amylázy a snížení sérové lipázy. Histologický rozbor ukázal, že po aplikaci rýmovníkového extraktu došlo téměř k obnovení funkcí poškozené pankreatické tkáně u potkanů s onemocněním diabetes mellitus. (Viswanathaswamy et al. 2011)

### 3 Antimikrobiální látky

Rostliny mají téměř neomezenou schopnost syntetizovat aromatické látky, z nichž většinu tvoří fenoly nebo jejich kyslíkem substituované deriváty. Většina těchto látek jsou sekundárními metabolity. Rostlině tyto látky slouží jako obranné mechanismy proti predaci mikroorganismy, hmyzem nebo býložravci. Terpenoidy dodávají rostlinám jejich vůni, chinony a třísloviny jsou zodpovědné za jejich pigment, některé látky (např. terpenoid kapsaicin) jsou zodpovědné za chuť rostlin. (Cowan 1999)

Těkavé rostlinné oleje se obvykle získávají z nedřevnatých částí rostlin. Jsou kombinací terpenoidů (monoterpenů, sesquiterpenů, diterpenů), alifatických hydrokarbonů (lineárních, rozvětvených, nasycených a nenasycených), kyselin, alkoholů, aldehydů, acyklických esterů nebo laktonů. Nejširší spektrum aktivity bylo prokázáno u thymolu. Dalšími účinnými látkami byl karvakrol,  $\alpha$ -terpineol, terpinen-4-ol, eugenol, (2)-linalool, (-)-thujone, d-3-carene, cis-hex-3-an-1-ol, geranyl acetát, (cis+trans) citral, nerol, geraniol, menthon a další. (Dorman a Deans 2000)

#### 3.1 Fenolické látky

Fenolové sloučeniny jsou hojně zastoupeny v ovoci a zelenině. V potravinách jsou nejhojněji zastoupeny flavonoidy, fenolové kyseliny a lignany. Sloučeniny mají schopnost vychytávat volné radikály a prooxidační kovy. Tento fakt způsobuje jejich schopnost snižovat riziko kardiovaskulárních onemocnění, chronických onemocnění a rakoviny. Nedávné výzkumy ukazují, že fenoly nepůsobí pouze antioxidačními mechanismy, ale také pomocí modulace aktivity různých enzymů (telomerázy, lipoxygenázy a cyklooxygenázy) a interakcí s receptory a signálními transdukčními dráhami regulace buněčného cyklu. Tělo nemá specifické mechanismy pro akumulaci nebo zadržování fenolických sloučenin. Látky jsou rozpoznány a zachází se s nimi jako s xenobiotiky – jsou rychle metabolizovány a vylučovány. (Oliveira a Bastos 2011)

Ve fenolických strukturách je důležitá přítomnost hydroxylové skupiny. Poloha hydroxylové skupiny má vliv na účinnost složek. Příkladem je účinek karvakrolu a karvakrol ethyl esteru

proti gramnegativním a grampozitivním bakteriím. Zatímco karvakrol byl účinný proti všem testovaným bakteriím (kromě *Leuconostoc cremoris*), karvakrol ethyl ester většinu bakterií inhibovat nedokázal. Vysoká aktivita fenolových složek lze vysvětlit alkylovou substitucí do fenolového jádra (o kterém je známo, že zvyšuje antimikrobiální aktivitu fenolů). (Dorman a Deans 2000)

Fenolické látky můžeme rozdělit na: jednoduché fenoly (katechol, epikatechin), fenolické kyseliny (kyselina skořicová), chinony (hypericin), flavonoidy (chrysin), flavony (abyssonin), flavonoly (totarol), taniny (ellagitanin) a kumariny (warfarin). (Cowan 1999)

### **3.1.1 Jednoduché fenoly a fenolické kyseliny**

Některé z nejjednodušších fotochemikálií se skládají z jednoho substituovaného fenolického kruhu. Běžnými zástupci odvozenými od fenylypropanu jsou kyselina skořicová a kávová, které jsou v nejvyšším oxidačním stavu. Některé hydroxylované fenoly jsou toxické pro organismy (např. katechol a pyrogallol). Katechol obsahuje dvě –OH skupiny a pyrogallol tři. Má se za to, že místa navázání –OH skupin na fenolovou skupinu a jejich počet souvisí s jejich relativní toxicitou pro mikroorganismy. Zvýšená hydroxylace má za následek zvýšenou toxicitu. Předpokládá se, že za fenolickou toxicitu pro mikroorganismy je zodpovědný mechanismus inhibice enzymu oxidovanými sloučeninami prostřednictvím reakce se sulfhydrylovými skupinami nebo prostřednictvím více nespecifických interakcí s proteiny. (Cowan 1999)

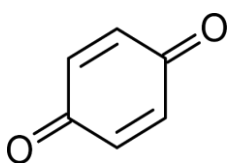
Fenolické kyseliny mají karboxylovou funkční skupinu a dělí se do dvou tříd: hydroxybenzoové a hydroxyskořicové. Hydroxybenzoové kyseliny jsou součástí komplexních struktur hydrolyzovatelných taninů a jsou méně hojně zastoupeny v zelenině konzumované lidmi. Hydroxyskořicové kyseliny jsou přítomné v potravinách a nápojích rostlinného původu (např. káva, yerba maté, pivo, rajčata, jablka, švestky, cereálie a další). Příkladem této třídy sloučenin je kyselina kávová, kyselina p-kumarová, kyselina ferulová a synapová. Zmíněné látky jsou většinou esterifikovány na kyselinu chinovou, vinnou nebo na sacharidy. (Oliveira a Bastos 2011)

### 3.1.2 Chinony

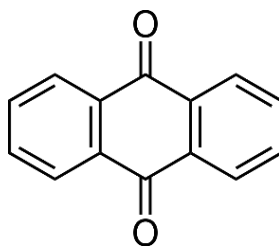
Chinony jsou cyklohexandiendiony, jejichž karbonylové skupiny ( $-C=O$ ) mohou být navázané v polohách 1,2 nebo 1,4. (Patel et al. 2021)

Vznikají oxidací dvojsytných fenolů. Nejvýznamnějším zástupcem je 1,4-benzochinon. (OBRÁZEK 11) (Břížďala 2012)

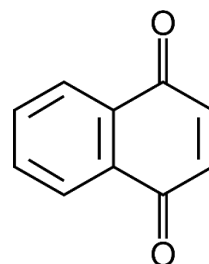
V přírodě se vyskytují velmi hojně a jsou vysoce reaktivní. Chinonové sloučeniny bývají barevné a jsou zodpovědné za hnědnoucí reakci nakrájeného chleba nebo poškozeného ovoce a zeleniny. Jsou meziproduktem v cestě syntézy melaninu v lidském těle. Vitamin K je komplexní naftochinon (OBRÁZEK 13), jehož antihemoragická aktivita může souviset s jeho snadnou oxidací v tělesných tkáních. Chinony poskytují zdroj stabilních volných radikálů a také tvoří nevratné komplexy s nukleofilními aminokyselinami v proteinech, což vede k inaktivaci proteinu a ztrátě jeho funkce. Tato vlastnost způsobuje, že potenciální rozsah chinonových antimikrobiálních účinků je velký. Pravděpodobnými cíli v mikrobiální buňce jsou povrchově exponované adheziny, polypeptidy buněčné stěny a membránově vázané enzymy. Chinony také mohou způsobit nedostupnost substrátu pro mikroorganismus. V třezalce tečkované se vyskytuje antrachinon (OBRÁZEK 12), který, se využívá jako antidepresivum a má obecné antimikrobiální vlastnosti. (Cowan 1999)



Obrázek 11 - 1,4-benzochinon. Autor: Bangin Vlastní dílo pomocí BKChem. 2006



Obrázek 12 - Antrachinon. Autor: Calvero Vlastní dílo pomocí ChemDraw.



Obrázek 13 - Naftochinon. Autor: Karol Głab Vlastní dílo pomocí Inkscape. 2007

Některé třídy chinonů byly použity při vývoji a výzkumu antimalarických léků. Deriváty chinonu vykazují četné biologické aktivity jako je hepatoprotektivita, neuroprotektivita, protirakovinné, protizánětlivé, trypanocidní, antivirotické, antituberkulotické, antimykotické,



antibakteriální, antifilarické a antimalarické. Pro výzkum byly využity především naftochinony. Bylo zjištěno, že potenciálním lékem na malárii je atovaquon. (Patel et al. 2021)

Chinony tvoří jednu z největších tříd protinádorových látek. Antracyklinová antibiotika patří mezi nejpoužívanější protirakovinná činidla, která byla kdy vyvinuta. Hlavním cílem pro chinoidní protinádorová činidla je DNA, ale mezi cíle patří také protein tepelného šoku 90 a telomeráza. (Asche 2005)

Chinony se dají využít v léčbě chronických zánětů, kvůli nepříznivým vedlejším vlivům je však jejich terapeutické rozpětí malé. Chinony mají schopnost konjugovat thiol, což může být využito ke snížení účinků neutrofilů stimulovaných k poškození tkáně. (T Hart 1991)

### **3.1.3 Flavony, flavonoidy a flavonoly**

Flavonoidy jsou deriváty 2-fenylchromanu. Podle stupně oxidace pyranového kruhu se dělí na: flavony, flavonoly, flavanoly, dihydroflavonoly, flavan-3-oly, flavan-3,4-dioly, chalkony a aurony. V přírodě se hojně vyskytují především v cévnatých rostlinách. Jednotlivé flavonoidy se navzájem liší počtem a polohou substituentů (hydroxyl-, methoxyl-) na obou aromatických kruzích a napojením cukrů nebo organických kyselin. Flavonoidy mají široké terapeutické využití. Některé mají schopnost normalizovat permeabilitu kapilár, odstraňovat jejich lomivost, rozšiřovat cévy, snižovat krevní tlak, působit antihemoragicky, antiagregačně a antiedematózně. Významnou schopností je eliminace kyslíkových radikálů a reaktivních forem kyslíku při jejich nadprodukcii v organismu. (Spilková et al. 2016)

Flavony jsou fenolické struktury obsahující jednu karbonylovou skupinu (na rozdíl od chinonů, které mají karbonylové skupiny dvě). Jsou přírodními produkty benzopyranů, které tvoří důležitou skupinu kyslíkových heterocyklů, přítomných v ovoci a zelenině. Quercetin je známý svou antioxidační aktivitou, rohitukin má protizánětlivé a imunomodulační účinky. Rohikutin byl modifikován na flavopiridol 1 a v současné době je zkoumán v klinických studiích jako protirakovinné činidlo. Díky své jedinečné schopnosti modulovat různé enzymatické systémy vykazují flavony velkou rozmanitost ve svých biologických aktivitách. Flavony jsou aktivní proti metabolickým a infekčním onemocněním, vykazují protizánětlivé, antiestrogenní,

antimikrobiální, antialergické, antioxidační, vaskulární, protinádorové a cytotoxické účinky. (Verma a Pratap 2012)

Flavony mají strukturu blízkou příbuznou flavonolům, ale v rostlinách se vyskytují v mnohem menším množství. Příkladem flavonových sloučenin jsou: luteolin, apigenin a chrysin. V rostlinách jsou důležité především svou antioxidační aktivitou a slouží jako pigment pro absorpci UV záření. (Cahyana a Adiyanti 2021)

Flavonoidy jsou jedním ze sekundárních metabolitů patřících do skupiny polyfenolické sloučenin. Přirozeně je můžeme nalézt v potravinách, jako jsou zelenina, ovoce a ořechy. Flavonoidy vykazují antikardiovaskulární, antidiabetické, protirakovinné a obezitologické účinky. Výzkum ukazuje, že mají potenciální léčebné účinky na diabetes typu II. (Cahyana a Adiyanti 2021)

Flavonoly jsou hlavními sloučeninami ze skupiny flavonoidů, které hrají důležitou roli v růstu, vývoji a odolnosti rostlin před poškozením UV zářením a hmyzem. V lidském těle antimikrobiálně působí zejména quercetin, který má mimo jiné i antioxidační aktivitu a způsobuje prevenci rakoviny a kardiovaskulárních onemocnění. Byl prokázán také antihistaminový účinek. Flavonoly se využívají ke snížení krevního tlaku u lidí trpících hypertenzí a ke zlepšení bariérových funkcí střevních buněk. Nejběžnějšími flavonoly jsou kaempferol, kvercetin a myricetin. (Cahyana a Adiyanti 2021)

### **3.1.4 Taniny**

Taniny (trísloviny) je obecný název pro skupinu polymerních fenolických látek schopných činit kůži nebo vysrážet želatinu v roztoku (což je vlastnost známá jako adstringentní). Taniny se nachází téměř v každé části rostliny (kůře, listech, dřevu, plodech a kořenech). Taniny dělíme do dvou skupin na: hydrolyzovatelné a kondenzované. Mohou vznikat kondenzací flavanových derivátů, které byly transportovány do dřevitých tkání rostlin nebo alternativně polymerací chinonových jednotek. Tanin je obsažen například v zelených čajích nebo červených vínech. Taniny stimulují fagocytární buňky a mají širokou škálu protiinfekčních účinků. Mají schopnost inaktivovat mikrobiální adheziny, enzymy, transportní proteiny buněčného obalu

a další. Bylo zjištěno, že kondenzované taniny se vážou na buněčné stěny bachorových bakterií a zabraňují růstu a proteázové aktivitě. (Cowan 1999)

Mají trpkou, svíravou nebo hořkou chuť. Dokáží vysrážet bílkoviny, alkaloidy a těžké kovy. Díky těmto vlastnostem pomáhají při otravách a průjmech. Účinně zastavují vnitřní a vnější krvácení. (Paderta a Luběnová 2017)

Třísloviny jsou nestálé, snadno kondenzují, proto se po dlouhém skladování jejich účinnost snižuje. (Spilková et al. 2016)

Taniny slouží rostlinám jako ochrana před býložravci. Jsou považovány za nutričně nežádoucí, protože rážejí bílkoviny, inhibují trávicí enzymy a ve vysokých koncentracích mohou vyvolat rakovinu tváří a jícnu. Reagují s enzymy obsaženými v trávicím traktu býložravců. Po požití tříslovin dochází k vyvolání svíravého efektu. Obsah taninů v rostlinách kolísá se změnou ročních období. Taniny se využívají v léčivech především díky jejich adstringentním vlastnostem. Při vnitřním požití působí protiprůjmově a antisepticky. Zevní použití zajišťuje hydrolyzaci nejexponovanějších vrstev kůže a sliznic, čímž se chrání spodní vrstvy. Při poranění kůže, zánětech a popáleninách pomáhají vytvářet ochrannou vrstvu na poraněných epiteliálních tkáních (tanin-proteinový nebo polysacharidový komplex). Díky tomu může docházet k hojení rány pod touto ochrannou vrstvou. Taniny mají schopnost srážet bílkoviny, čímž zajišťují antimikrobiální a protiplísňový účinek. Sráží také alkaloidy, proto mohou být použity jako protijed při intoxikaci. Množství bakterií je citlivých na taniny např. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Bacillus anthracis* a *Shigella dysenteriae*. (Monteiro et al. 2005)

### 3.1.5 Kumariny

Kumariny jsou fenolické látky, které se skládají z benzenového a pyronového kruhu. Mají antitrombotické, protizánětlivé a vazodilatační účinky. Nejvýznamnějším kumarinem je warfarin, který se používá jako perorální antikoagulant a rodenticid. U lidí se toxické deriváty kumarinů vylučují močí. Výzkum prokázal, že kumariny inhibují *Candidu albicans*, proto se využívají v léčbě vaginální kandidózy. Během výzkumu na králících bylo zjištěno, že působí jako silný antikoncepční prostředek. Později byly popsány estrogenní účinky kumarinů. Bylo zjištěno, že kumariny stimulují makrofágy, což by mohlo mít nepřímý negativní vliv na infekce. (Cowan 1999)

Seskviterpenové kumariny vykazují antivirovou, antibakteriální, antileishmaniální, protizánětlivou a protinádorovou aktivitu. Příkladem seskviterpenových kumarinů je umbelliprenin, který má antiproliferační účinek a působí na buňky metastatického pigmentovaného maligního melanomu. Umbelliprenin byl téměř dvakrát aktivnější než cisplatina, která se využívá jako chemoterapeutický lék k léčbě různých typů rakoviny. Při nižších koncentracích umbellipreninu došlo k zastavení buněčného cyklu ve fázi G1 a při vyšších koncentracích došlo k buněčné smrti v důsledku apoptózy. Dalšími zástupci této skupiny jsou coladonin a coladin, kteří jsou stejně jako umbelliprenin inhibitory acetylcholinérické. (Gliszczyńska a Brodelius 2012)

## 3.2 Terpeny a esenciální oleje

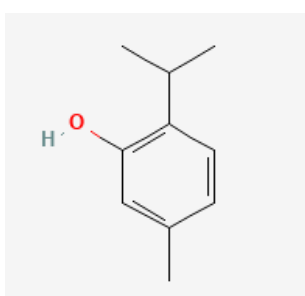
Esenciální oleje jsou sekundárními metabolity rostlin a způsobují jejich vůni. (Cowan 1999)

Esenciální oleje jsou syntetizovány ve specifických žlázových tkáních, aby přilákaly zvířata. Zvířata pomáhají rostlinám šířit pyl a semena do okolí. Hlavní funkcí éterických olejů v rostlinách je jejich inhibiční účinek proti bakteriím, houbám a virům. (Gismondi et al. 2021)

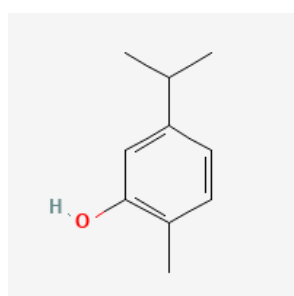
Terpeny jsou metabolity vycházející z 2-methylbuta-1,3-dienových jednotek a vyskytují se jako diterpeny, triterpeny, tetraterpeny, hemiterpeny a seskviterpeny. Monoterpeny mají povahu uhlovodíků, ketonů, aldehydů, esterů a tvoří hlavní složku vonných silic. Seskviterpeny mají

uhlíkový skelet tvořený 15 atomy uhlíku. Jsou hojně zastoupeny v řádu Asterales. Pokud terpenické sloučeniny obsahují další prvky, nazývají se terpenoidy. Příkladem terpenoidů je methanol, kafr, farnesol a artemisin. Terpeny a terpenoidy účinně působí proti bakteriím, houbám, virům i prvokům. Mechanismus účinků terpenů zatím není zcela objasněn, předpokládá se, že narušuje membrány pomocí lipofilních sloučenin. (Cowan 1999) (Opletal 2016)

### 3.2.1 Thymol a Karvakrol



Obrázek 14 - Thymol. Autor: PubChem



Obrázek 15 - Karvakrol. Autor: PubChem

Molekulový vzorec thymolu a karvakrolu:  $C_{10}H_{14}O$

Thymol a karvakrol jsou přirozenými monoterpenovými deriváty cymenu.

Thymol (OBRÁZEK 14) a karvakrol (OBRÁZEK 15) mají velmi podobné vlastnosti. Systematický název thymolu je 2-isopropyl-5-methylfenol a název karvakrolu je 5-isopropyl-2-methylfenol. Obě sloučeniny mají antioxidační účinky. Vychytávají volné radikály a reaktivní formy kyslíku a tím přerušují radikálové řetězové reakce. Díky prostorovému uspořádání je thymol účinnější antioxidant než karvakrol. (Rathod et al. 2021)

Sloučeniny mají strukturu jednoho fenolického kruhu vytvořeného vazbou dvou molekul isoprenu se třemi substituenty funkčních skupin. Přítomnost hydroxylové skupiny a systém delokalizovaných elektronů hraje důležitou roli v antimikrobiálních aktivitách karvakrolu a thymolu. (Veldhuizen et al. 2006)

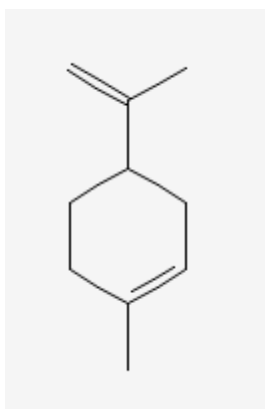
Thymol a karvakrol vykazují silné antimikrobiální účinky, jak samostatně, tak při společné aplikaci. Získávají se především z tymiánu a dobromysli. Narušují bakteriální buněčnou membránu, snižují tvorbu biofilmu, inhibují bakteriální motilitu a mikrobiální ATP-ázy, inhibují bakteriální efluxní pumpy. (Kachur a Suntres 2020)

Karvakrol i thymol jsou považovány za bezpečné pro konzumaci a byly schváleny federálním úřadem pro léčiva (FDA) pro použití v potravinářském průmyslu. Karvakrol je účinný při kontrole růstu patogenních bakterií v potravinách a používá se jako konzervační činidlo. Obě sloučeniny se využívají v dentálních prostředcích. (Kachur a Suntres 2020)

Thymol se využívá v potravinářském průmyslu jako aromatizační látka. V zemědělském průmyslu se využívá jako fungicid. V kosmetickém průmyslu se využívá jako denaturační prostředek a jako přísada do prostředků určených k barvení vlasů. Využívá se také v prostředcích pro péči o vzduch, čisticích prostředcích, prostředcích pro péči o nábytek, prostředcích na praní a mytí nádobí. (PubChem, Thymol)

### 3.2.2 Limonen

Systematický název limonenu: 1-methyl-4-prop-1-en-2-ylcyklohexen



Obrázek 16 - Limonen.  
Autor: PubChem

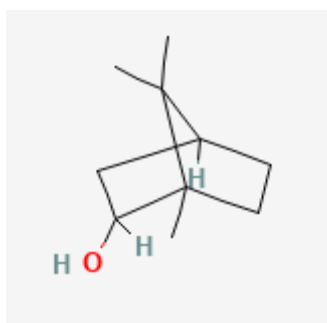
Limonen (OBRÁZEK 16) je monocyklický monotерpen, který se vyskytuje nejvíce v olejích ze slupek citrusových plodů. Má chirální centrum a je to opticky aktivní sloučenina se dvěma enantiomery: (R)- a (S)-limonen. Sloučenina má dvě dvojné vazby a šestičlenný kruh. (Eddin et al. 2021)

Limonen je nerozpustný ve vodě, páry jsou těžší než vzduch. Používá se jako rozpouštědlo pro kalafunu, vosky, kaučuk a jako dispergační činidlo pro oleje, pryskyřice, barvy, laky, vosky a leštidla na nábytek. Limonen je hlavní složkou v oleji pomerančů. Úřad pro potraviny a léčiva (FDA) ho považuje za bezpečný v potravinách. (PubChem, Limonen)

Limonen vykazuje antioxidační, protizánětlivé, protirakovinné, antinociceptivní a gastroprotektivní vlastnosti. Má farmakologické účinky proti různým chronickým onemocněním díky jeho zmírňujícímu účinku na oxidativní stres, záněty a regulaci apoptické buněčné smrti. Bylo prokázáno, že limonen vykazuje neuroprotektivní roli u neurodegenerativních onemocnění jako je Alzheimerova choroba, roztroušená skleróza, epilepsie, úzkost a mrtvice. (Eddin et al. 2021)

### 3.2.3 Borneol

Borneol (OBRÁZEK 17) patří mezi monoterpeny. Jeho systematický název je 1,7,7-trimethylbicyklo[2.2.1]heptan. Je to bílá hrudkovitá pevná látka s ostrým kafrovitým zápachem. Je nerozpustný ve vodě a snadno hoří. Využívá se jako ochucovadlo, k výrobě parfémů a mýdel (dodává dřevité, kafrové a borovicové tóny). Přítomnost borneolu byla prokázána u více než 260 rostlin. Největší koncentrace byla naměřena u šalvěje lékařské, kozlíku lékařského, šalvěje rozmarýny a *Plectranthus barbatus*. (PubChem, Borneol)



Obrázek 17 - Borneol. Autor: PubChem

Borneol má protizánětlivé, antioxidační, antiapoptické a antikoagulační účinky, proto je široce využíván v léčbě bolesti a úzkosti. Díky těmto vlastnostem ochraňuje cerebrovaskulární systém. Zlepšuje energetický metabolismus v těle a podporuje distribuci a absorpci léčiv do

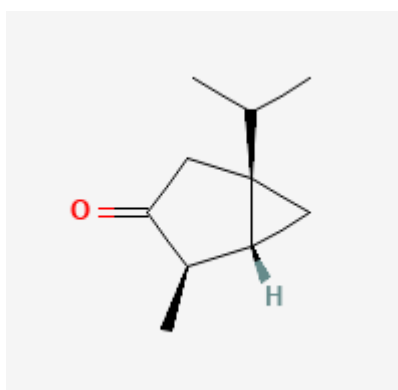
cílových orgánů přes různé fyziologické bariéry (zvyšuje propustnost různých membrán). Má antibakteriální účinky na *Staphylococcus aureus* a hemolytické streptokoky. (Liu et al. 2021)

Borneol se využívá v čínské tradiční medicíně jako analgetikum a anestetikum. Studie předpokládá, že borneolem substituované koroly mohou hrát protektivní roli před vznikem rakoviny. (Fu et al. 2021)

Borneol má protektivní účinky proti cerebrální ischemii. Používá se v kombinaci s astragalosidem IV a Panax notoginsengem. Borneol usnadňuje pronikání léčivých složek přes hematoencefalickou bariéru. (Zhu et al. 2022)

### 3.2.4 Thujon

Thujon (OBRÁZEK 18) patří mezi monoterpenové ketony. Jeho název je: (1S,4R,5R)-4-methyl-1-propan-2-ylbicyklo[3.1.0]hexan-3-on. Hojně se využívá v rostlinných doplňcích stravy, medicínálních produktech, je obsažen v absintu a používá se jako ochucovadlo. Byly zjištěny jeho neurotoxické vlastnosti, ale jejich závažnost nebyla potvrzena. V přírodě se thujon vyskytuje ve formě  $\alpha$ -thujonu a  $\beta$ -thujonu. (Pelkonen et al. 2013) (PubChem, Alpha-Thujone)

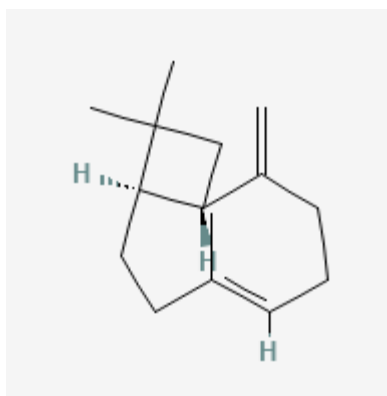


Obrázek 18 - Thujon. Autor: PubChem



### 3.2.5 Karyofylen

Karyofylen (OBRÁZEK 19) patří do skupiny seskviterpenoidů. Karyofyleny jsou nejrozšířenější skupinou ze seskviterpenoidů v přírodě. Jsou součástí esenciálních olejů dobromysli a dalších rostlin. Karyofyleny jsou potenciální širokospektrální farmakologicky aktivní látky. Snadno pronikají buněčnými membránami. Karyofyleny mají protirakovinné, kardioprotektivní, hepatoprotektivní, nefroprotektivní, imunomodulační a gastroprotektivní účinky. Vykazují také antimikrobiální aktivitu. Léky obsahující karyofylen jsou vhodné k prevenci a léčbě jaterní fibrózy, cirhózy a steatózy. Obnovují homeostázu vápníku, která byla narušena zánětlivými procesy. Seskviterpenoidy ovlivňují růst a vývoj nádorových buněk a mají proapoptické účinky. Dokážou inhibovat množení rakovinných buněk jednoho druhu a jsou schopné se akumulovat v nádorových buňkách a tím prodlužují jejich účinek. Jejich účinky byly potvrzeny na rakovině prostaty, prsu, děložního čípku, plic, žaludku, leukémii a rakovině lidského osteosarkomu. Tyto vlastnosti umožňují využití seskviterpenoidů v chemoterapii a zároveň dokážou ulevovat od bolesti bez vedlejších psychoaktivních účinků. (Gyrdymova a Rubtsova 2022)



Obrázek 19 - Karyofylen. Autor: PubChem

$\beta$ -karyofylen se využívá v tradiční medicíně díky svým antimikrobiálním účinkům. Studie potvrdila, že dokáže inhibovat růst *Streptococcus mutans*. Díky této vlastnosti by se mohl využívat v léčbě zubního kazu. (Yoo a Jwa 2018)

## 4 Charakteristika bakterií

Bakterie patří do skupiny prokaryot (předjadených organismů). Mají mnohem jednodušší strukturu než buňky eukaryotické. Hlavním rozdílem je, že bakteriální buňka neobsahuje jádro, ale genetická informace je uložena v jednom kruhovém chromozomu (plazmidu), který je volně přítomný v buněčné cytoplazmě. Postrádají i další organely, které jsou typické pro eukaryota např. mitochondrie, endoplazmatické retikulum, Golgiho aparát a ribozomy. Každá bakterie je tvořena pouze jednou buňkou. Obal bakterie tvoří buněčná stěna (tvořená peptidoglykany) a cytoplazmatická membrána. Určité druhy bakterií umí tvořit i pouzdra (obvykle polysacharidová). Některé druhy bakterií mají bičíky, což jsou pohyblivé struktury umožňující bakteriím pohyb. Bičík je tenké, dlouhé bílkovinné vlákno. Jiné druhy mají fimbrie (pili), které jsou nepohyblivé a umožňují bakteriím adhezi na různé povrchy. Bakteriální buňky jsou mnohem menší než buňky živočišné nebo rostlinné. Většina bakterií má rozměry od 1 do 10  $\mu\text{m}$ . Bakterie mohou mít různý tvar: tyčinky, koky a vibria. Koky se mohou spojovat a tvořit diplokoky, streptokoky, tetradokoky, stafylokoky a streptokoky. Vibria jsou bakterie, které mají tvar zakřivené tyčinky. Dělí se na spirily, spirochety, mykobakterie, aktinomycety a korynebakterie. Nejtypičtějším způsobem rozmnožování bakterií je příčné dělení. Dochází ke zdvojení molekuly DNA, čímž vzniknou dva chromozomy. Každý chromozom putuje k opačnému pólu buňky a buňka roste do délky. Uprostřed buňky se začne plazmatická membrána vchlipovat dovnitř a rozdělí mateřskou buňku na dvě buňky dceřiné. Obě nově vzniklé dceřiné buňky obsahují celou genetickou informaci, jakou měla buňka mateřská. Bakteriální onemocnění se léčí pomocí antibiotik. Bakterie nemusí pouze způsobovat onemocnění, ale mají i velký význam. Bakterie nitrifikační umí přeměňovat amoniak na dusičnany, denitrifikační bakterie redukuje dusičnany na plynný dusík a mají význam při provzdušňování půd. Hlízkovité bakterie žijí na kořenech bobovitých rostlin a umí vázat vzdušný dusík a měnit ho na organickou formu. Užitečné bakterie nalezneme i v lidském těle, pomáhají nám například s trávicími procesy ve střevech. (Jelínek a Zicháček 2014) (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012) (Závodská 2006) (Schindler 2010)

Pro lepší pozorování bakterií se využívají různé typy barvení, nejčastějším je Gramovo barvení. U gramnegativních bakterií dojde k odbarvení barviva, zatímco fialové barvivo u grampozitivních bakterií v buňce zůstává. Mezi G+ bakterie patří například: *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Listeria*, *Bacillus*, *Clostridium* a *Corynebacterium*. G- bakterie jsou: *Neisseria*,

*Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*, *Pseudomonas* a další. (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012)

Bylo prokázáno, že grampozitivní bakterie jsou více citlivé na antimikrobiální látky než gramnegativní bakterie. Může to být způsobeno přítomností vnější membrány u G- bakterií. Lipopolysacharidová složka G- bakterií může zabránit hromadění esenciálních olejů na membráně bakterií. (Gutierrez et al. 2008)

#### **4.1 *Escherichia coli***

skupina: G- fakultativně anaerobní tyčinky

čeleď: *Enterobacteriaceae*

rod: *Escherichia*

druh: *E. coli*

(Hurych et al. 2020)

V této práci byl použit bakteriální kmen *E. coli* CCM 2024.

Bakterie byla objevena v roce 1885 německým bakteriologem a pediatrem Theodorem Escherichem. *Escherichia coli* je gramnegativní bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae*, kmen *Escherichia*. Bakterie je fakultativně anaerobní a netvoří spory. Má tvar tyčinky, některé druhy mají peritrichálně uložené pohyblivé bičíky. *E. coli* kolonizuje střevo člověka několik hodin po narození a je považována za normální flóru. Běžně se vyskytuje v dolním zažívacím traktu teplokrevných organismů. Většina kmenů *E. coli* neškodí, naopak může být v zažívacím traktu i prospěšná (např. dodává vitamín K2). V anaerobním prostředí používá různé mechanismy anaerobní fermentace za vzniku směsi produktů, především jantaru (sukcinátu), laktátu, octanu (acetátu), ethanolu a oxidu uhličitého. Některé skupiny způsobují gastroenteritidy, močové infekce, v menším množství i novorozenecké meningitidy, hemolytickouremický syndrom, peritonitidu, mastitidu, septikemii a gramnegativní pneumonii. Několik kmenů má schopnost produkovat toxiny, které mohou být až letální. Obecně jsou infekce těmito kmeny způsobeny požitím neomyté zeleniny a ovoce nebo špatně tepelně opracovaného masa. Pokud dojde k úniku *E. coli* ze střevního traktu do dutiny břišní, dochází k peritonitidě, která je bez rychlého

lékařského zákroku smrtelná. K léčbě se využívá streptomycin nebo gentamicin. Bylo popsáno šest skupin *E. coli* produkující průjem: enterotoxigenní (ETEC), enterohemoragická (EHEC), enteroinvazivní (EIEC), enteropatogenní (EPEC), enteroagregativní (EAEC) a difúzně adherující. Pro určení patogenní skupiny vyvinul Kauffman sérotypizační schéma, které se neustále mění. (Gomes et al. 2016) (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012)

Enterotoxigenní *E. coli* kolonizují sliznici tenkého střeva za pomoci adheze fimbriemi, které mohou mít různé formy nazývané CFA (kolonizační antigeny fimbrií). Hlavním mechanismem patogenity je syntéza jednoho nebo obou enterotoxinů: tepelně labilního toxinu a tepelně stabilního toxinu. Labilní i stabilní toxiny zvyšují intracelulární hladinu cAMP a cGMP. Veškerá genetická informace je uložena v plastidu. Vyskytují se endemicky především v teplých oblastech (Mexiko, Bangladeš, Egypt). (Gomes et al. 2016) (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012)

Enterohemoragické *E. coli* mají podobný mechanismus adherence jako enteropatogenní *E. coli*, ale váží se v tlustém střevě. Přítomnost enterohemoragické *E. coli* se projevuje bolestmi břicha, krvavým vodnatým průjmem a stavem tzv. hemoragické kolitidy. Hemoragická kolitida nastává po požití syrového nebo špatně tepelně opracovaného masa. Některé kmeny jsou schopné produkovat verotoxin, nazýváme je verotoxigenní bakterie (VTEC). (Gomes et al. 2016) (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012)

Enteroinvazivní skupina *E. coli* je geneticky a biochemicky příbuzná s bakterií *Shigella* spp. Obě skupiny jsou dekarboxylázově negativní, nepohyblivé a laktóзовě negativní. EIEC působí invazi do epitelu tenkého střeva. Za pomoci adhezínů a mucinázy se zachytí na stěně klků a poté proniknou endocytózou do buňky, kde se následně množí a napadají okolní zdravé buňky. Za pomoci genetické informace uložené v plazmidech bakterie produkuje enterotoxiny, které jsou potřebné k produkci průjmu. Charakteristickými příznaky u lidí infikovaných EIEC je vodnatý, krvavý a hlenový průjem. (Gomes et al. 2016) (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012)

Enteropatogenní *E. coli* byla spojována s průjmy u dětí od šesti měsíců do dvou let. Kmen může být izolován i u dospělých, obvykle u nich ale musí být přítomný predisponující faktor (např. cukrovka). Adheze na střevní epitel je zajištěna pomocí kudrnatých fibríí. Po adhezi následuje destrukce mikrokloků a poškození cytoskeletu v místě navázání bakterie (v důsledku zvýšených hladin intracelulárního vápníku a proteinkinázy C). Bakterie se přenáší fekálně-orálním způsobem nebo kontaminovanými rukama po manipulaci s jídlem. Přítomnost bakterie se projevuje akutními průjmy, zvracením, nízkou horečkou a malabsorpcí. (Gomes et al. 2016) (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012)

Enteroagregativní kmen *E. coli* ulpívá na povrchu Hep-2 buněk. Adheze je umožněna pomocí flexibilní fimbrie nebo adhezinu zvaného fimbria I. U EAEC dochází k autoaglutinaci bakterií navzájem. EAEC mají schopnost zvýšit produkci a sekreci hlenu sliznicí a díky tomu mohou trvale kolonizovat střevo a způsobit průjem. Bakterie napadá tlusté i tenké střevo a inkubační doba je kratší než 8 hodin. Mezi projevy patří vodnatý, zelený průjem s hlenem bez krve. Difuzně adhezující kmeny tvoří mikrokolonie. O mechanismu adherence je známo málo. Bakterie mají schopnost vyvolat tvorbu vystouplých prstovitých struktur na buňkách. Struktury bakteriím zajišťují ochranu. Hlavním příznakem je vodnatý průjem bez leukocytů. (Rodríguez-Angeles 2002) (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012) (Bednář 1996)

Adherentní invazní typ je jedním z potenciálních agens Crohnovy choroby. Jedná se o zánětlivé onemocnění střev. (Gomes et al. 2016)

Enteropatogenní *E. coli* (EPEC) můžeme jinak dělit na typické EPEC (tEPEC) a atypické EPEC (aEPEC). tEPEC obsahují velký virulentní plazmid, který slouží jako adherentní faktor plazmidu (kóduje fimbrie). aEPEC tento plazmid nemají. Byl navržen třístupňový model adheze a patogeneze tEPEC. Bakterie se připojí k hostitelské buňce, do hostitelské buňky je injektována řada bakteriálních efektorových proteinů. Proteiny aktivují polymeraci aktinu a další procesy v hostitelské buňce. Efektory aktivují buněčné signální dráhy, které mají za následek depolymerizaci aktinu a ztrátu mikrokloků. Cytoskelet je reorganizován a mikroklokky jsou vyhlazeny. Narušení procesů v hostitelské buňce vede ke ztrátě těsným spojení a mitochondriálních funkcí, což vede ke ztrátě elektrolytů a k buněčné smrti. (Gomes et al. 2016) (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012)

Uropatogenní kmeny (UPEC) *E. coli* způsobují infekce močového traktu. K infekci obvykle dochází tak, že bakterie proniká uterou do močového měchýře (někdy až do ledvin, u mužů až do prostaty). UPEC mají speciální typ fimbrií: P-fimbrie. Specificky adherují k buňkám epitelu močového traktu. (Gomes et al. 2016) (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012)

*E. coli* je citlivá primárně na většinu antibiotik (s výjimkou benzylpenicilinu). Nemocniční kmeny mají sekundární rezistenci přenosového typu. (Bednář 1996)

## 4.2 *Staphylococcus aureus*

skupina: G+ fakultativně anaerobní koky

rod: *Staphylococcus*

druh: *S. aureus*

(Hurych et al. 2020)

V této práci byl použit bakteriální kmen *S. aureus* CCM 226.

*Staphylococcus aureus* je grampozitivní kok, který se seskupuje do hloučků. Je pojmenován podle jeho oranžově zbarvených kolonií. Je patogenní pro člověka i prakticky pro všechny teplokrevné živočichy. Jedná se o odolný mikroorganismus, který je součástí běžné slizniční mikrobioty. Produkuje řadu toxinů. Z hemolyzinů jsou to hemolyziny alfa, beta, gamma a delta, přičemž v patogenezi hraje hlavní roli alfa-hemolyzin, který porušuje buněčnou membránu eukaryotních buněk. Kromě hemolyzinů produkuje PV-leukocidin, který tvoří póry v buněčné membráně leukocytů a tím je zabíjí. Exfoliatin způsobuje epidermolýzu. Nebezpečný je také toxin způsobující syndrom toxického šoku TSST1. Mezi netoxické faktory virulence patří kyselina teichoová, protein A (váže imunoglobulin gamma), stafylokoaguláza (způsobuje koagulaci plazmy polymerizací), shlukovací faktor, hyaluronidáza (tzv. faktor průniku) a stafylokináza (štěpí fibrin). Do těla se obvykle dostává pomocí poškozených míst na kůži. *S. aureus* je nejčastěji původcem kožních onemocnění např. furunkl, karbunkl, impetigo, panaricum a mastitida. Způsobuje orgánová postižení, jako je osteomyelitida, bronchopneumonie, endokarditida a sepse. K alimentární intoxikaci dochází po požití

intoxikovaných potravin a projevy jsou velmi rychlé. Dochází ke zvracení, průjmům, bolestem hlavy a kolapsům. U novorozenců se navíc objevuje bulózní exantém nebo epidermolýza. Je citlivý k oxacilinu, amoxicilinu, kotrimoxazolu, klindamycinu, vankomycinu a linezolidu. V současné době je většina kmenů (kolem 80 %) rezistentních k penicilinu. Rezistence je kódována převážně plazmidy, nesoucími informaci pro tvorbu penicilinázy. (Pharma and Biotech Industry Reports (firma) 2012) (Hurych et al. 2020) (Bednář 1996)

### **Růstové křivky bakterií**

Pro znázornění množení mikroorganismů v podmínkách statické kultivace se využívají růstové křivky. Typická růstová křivka je charakterizována 4 fázemi: Lag fáze, exponenciální fáze, stacionární fáze a fáze odumírání. V Lag fázi se buňky obvykle nemnoží, přizpůsobují se prostředí, syntetizují potřebné enzymy a vytvářejí si látky potřebné k rozdělení buňky. V exponenciální fázi dochází k intenzivnímu růstu buněk. Počet buněk narůstá geometrickou řadou. Jen malý počet buněk odumírá. Stacionární fáze je charakteristická vyrovnaním počtu odumírajících a vznikajících buněk (buňky mají nulovou růstovou rychlost). Počet buněk dosahuje maxima. Ve fázi odumírání dochází k nárůstu počtu odumírajících buněk a snižování koncentrace živin pod limitní hodnotu. (Kecskéssová 2016)

### **Minimální inhibiční koncentrace (MIC)**

MIC je nejnižší koncentrace antimikrobiální látky, při které ještě nepozorujeme růst bakterií. MIC se udává v jednotkách g/ml nebo mg/ml. Vyjadřuje množství antibiotika nebo antibakteriálně působící látky, které úplně potlačí růst bakteriálního kmene. Stanovení citlivosti k antibiotikům se nejčastěji provádí pomocí kvalitativního diskového difúzního testu v agarovém médiu. (Kopecká 2017) (Kalábová 2013)

## 5 Praktická část

### Zpracování rostlinných vzorků

V experimentální části byly využity rostliny: šalvěj lékařská, lichořeřišnice větší, levandule lékařská, dobromysl obecná, měsíček lékařský, mateřídouška obecná, máta peprná, třezalka tečkovaná, třapatkovka nachová a rýmovník. (TABULKA 1)

Rostliny: šalvěj, levandule, dobromysl, mateřídouška a třapatkovka byly nasbírány na zahradě a usušeny. Rostliny byly natrhány, svázané provázkem do svazku a zavěšeny na suché místo a sušeny za pokojové teploty. Rýmovník byl pěstován v květináči v domácnosti a utržen těsně před naložením do vody a ethanolu. Čerstvý rýmovník byl použit, protože se rostlinu z důvodu velkého obsahu vody nepodařilo usušit. Lichořeřišnice, máta, měsíček a třezalka byly použity již nasušené z obchodu. Máta od dodavatele F-Dental, lichořeřišnice a měsíček od Lbros s. r. o.

Název rostliny	Sušená/čerstvá	Použitá část
Šalvěj lékařská	sušená	Listy
Lichořeřišnice větší	sušená	Semena
Levandule lékařská	sušená	Květy, stonek
Dobromysl obecná	sušená	Květy, listy
Měsíček lékařský	sušená	Květy
Mateřídouška obecná	sušená	Listy, stonek
Máta peprná	sušená	Nať
Třezalka tečkovaná	sušená	Nať
Třapatkovka nachová	sušená	Květy, listy
Rýmovník	čerstvý	Listy

Tabulka 1- Příprava rostlinných vzorků

### Příprava vodných extraktů

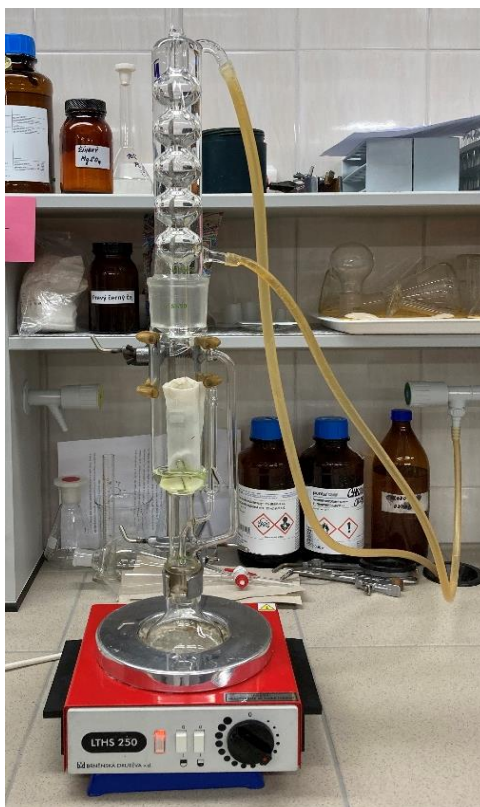
Nasušené rostliny byly jednotlivě zabaleny do sáčků a přeneseny do laboratoře. Z každé rostliny byl odebrán vzorek vybrané části. Na vahách byl vzorek odvážen. Vzorek byl poté nůžkami nastříhán na malé kousky a přesypán do označeného sterilního kontejneru. Pouze v případě lichořeřišnice byl použit tlouček a semena byla rozdrčena. V odměrném válci bylo



odměřeno 25 ml destilované vody, která byla nalita na vzorky v připravených kontejnerech. Vzorky se poté znovu pomocí skleněné tyčky promíchaly a nechaly 1 měsíc uležet. Po uplynutí dané doby se vzorky zfiltrovaly. Kontejnery byly následně pečlivě uzavřeny a označeny, vzorky byly uskladněny v lednici.

### **Příprava extraktu na Soxhletově ekstraktoru**

Soxhletův extraktor (OBRÁZEK 20) slouží k provedení extrakce. Extraktor se skládá z varné baňky, Soxhletova přístroje a chladiče. Rozpouštědlo nalité v kuželovité baňce je zahříváno a dochází ke vzniku par, které stoupají směrem vzhůru a uvnitř chladiče kondenzují. Z chladiče kondenzovaná kapalina kape na extrakční papírovou patronu se vzorkem a postupně zaplňuje střední část extraktoru. Po naplnění Soxhletu dojde k přepadu a kapalina odeče zpět do baňky. (Burival 2017)



Obrázek 20 - Soxhletův extraktor. Foto: autor

K přípravě extraktu byl sestaven Soxhletův extraktor. Do varného hnízda byla položena varná baňka o objemu 250 ml. Do baňky byly vloženy varné kuličky kvůli utajenému varu. V odměrném válci bylo naměřeno 200 ml 100% ethanolu a přelito do připravené kulaté baňky.

Na baňku se připevnil Soxhletův extraktor. Na váhách bylo naváženo množství rostlinného vzorku, tak, aby se vešlo do připravené papírové extrakční patrony. Hmotnost vzorků je uvedena v tabulce č. 2. Za pomoci nálevky bylo množství přesypáno do patrony. Množství rostliny musí dosahovat do  $\frac{3}{4}$  patrony. Patrona byla opatrně vložena do Soxhletova extraktoru. Na Soxhletův aparát byl připevněn chladič. Všechny části aparátu musí být dokonalé utěsněné, jinak by z aparátu během extrakce unikl plyn. Hadičky chladiče byly připojeny ke zdroji a odtoku vody. Po sestavení aparatury bylo varné hnízdo zapnuto a začalo ohřívat ethanol v baňce. Každý vzorek prošel cyklem v Soxhletově aparátu 3x. Po dokončení cyklů byl extrakt přelit do Erleinmayerovy baňky a uzavřen.

<b>Rostlina</b>	<b>Hmotnost vzorku</b>	<b>Objem ethanolu</b>
Šalvěj lékařská	2,5 g	210 ml
Lichořeřišnice větší	10,0 g	210 ml
Levandule lékařská	3,0 g	210 ml
Dobromysl obecná	2,5 g	210 ml
Měsíček lékařský	3,0 g	210 ml
Mateřídouška obecná	4,6 g	220 ml
Máta peprná	5,0 g	210 ml
Třezalka tečkovaná	5,0 g	230 ml
Třapatkovka nachová	5,0 g	210 ml
Rýmovník	10,0 g	210 ml

*Tabulka 2 - Hmotnost rostlinných vzorků pro extrakci v Soxhletově extraktoru*

Během některých extrakcí bylo nutné přilít ethanol, protože sušené rostliny ho nasákly a v baňce nezbyl žádný (došlo by k připalování extraktu).

## Odstranění přebytečného ethanolu na jednoduché rotační vakuové odparce Rotavapor R-100

Pro odstranění přebytečného ethanolu z extraktu byla použita jednoduchá rotační vakuová odparka Rotavapor R-100 (OBRÁZEK 21). Odparka se skládá z několika částí: vodní lázně (B-100), chladiče, digitální řídicí jednotky (I-100), těla odparky (R-100) a vakuové pumpy (V-100). Odparka pracuje za sníženého tlaku a díky tomu lze dosáhnout poklesu bodu varu. Používá se k destilaci za sníženého tlaku, zahušťování, vysoušení nebo krystalizaci. K přístroji je připojena baňka o objemu 500 ml obsahující vzorek. Baňka je částečně ponořena do vodní lázně a rotuje. Díky rotaci je zvětšena povrchová plocha vzorku a je urychleno odpařování těkavější složky/rozpuštědla. Teplota vodní lázně byla nastavena na 40 °C. Počáteční tlak byl nastaven na 130 mbar. Po spuštění procesu dochází díky vakuu k odpařování rozpuštědla. Páry stoupají do chladiče, kde kondenzují a padají do sběrné baňky. Postupně byl tlak snižován až na 50 mbar. (BÜCHI Labortechnik AG 2019) (Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity 2008)



Obrázek 21 - Jednoduchá rotační vakuová odparka. Foto: autor

### **Hmotnost extraktu po destilaci:**

<b>Extrakt:</b>	<b>Hmotnost:</b>
Šalvěj lékařská	5,48 g
Lichořeřišnice větší	5,62 g
Levandule lékařská	7,29 g
Dobromysl obecná	5,24 g
Měsíček lékařský	7,06 g
Mateřídouška obecná	6,10 g
Máta peprná	5,61 g
Třezalka tečkovaná	5,84 g
Třapatkovka nachová	5,09 g
Rýmovník	6,57 g

*Tabulka 3 - Hmotnost extraktu po destilaci*

### **Biosan RTS-1**

Biosan RTS-1 (OBRÁZEK 22) je osobní bioreaktor od společnosti Biosan, který se využívá k měření kinetiky růstu fermentace, screeningu klonovaných kandidátů, charakteristice růstu, kontrol kvality kmenů apod. Přístroj zaznamenává růst buněk a znázorňuje jej na grafické ose, která ukazuje závislost optické denzity (OD) na čase. Do přístroje je vložen vzorek ve speciální zkumavce pro analýzu v přístroji Biosan. Vzorek v přístroji rotuje a tím je buněčná suspenze míchána a okysličována. V nastavení určíme, jak rychle bude vzorek v přístroji rotovat a po jaké době se změní směr otáčení. Díky infračervenému optickému systému je měřena a zaznamenávána kinetika růstu buněk. (Biosan 2018)



Obrázek 22 - Biosan RTS-1. Foto: autor

### **Příprava živného bujónu č. 2**

Kultivačním médiem byl zvolen Živný bujón č. 2. Bujón se připravuje rozpuštěním 10 g peptonu, 10 g masového extraktu a 5 g NaCl. Při přípravě byl použit Pepton z masa (Pepton aus Fleisch) od výrobce Carl Roth a chlorid sodný p. a. od firmy Penta. Bylo naváženo 20 g Peptonu z masa (obsahuje Pepton i masový extrakt) a 5 g NaCl. V odměrném válci bylo odměřeno 1000 ml destilované vody. Naměřené látky byly v kádince smíchány a pomocí sklěnené tyčinky byla směs míchána, dokud nedošlo k rozpuštění sypkých složek. Následně bylo médium rozpuštěno do čirého roztoku a následně sterilizováno v autoklávu po dobu 20 minut při 121 °C. Bujon má pH  $7,3 \pm 0,2$ .

### **Bakteriální kultury**

Bakteriální kultury použité v této práci pocházejí z České sbírky mikroorganismů (CCM) Masarykovy univerzity v Brně. Použitými kmeny jsou:

*Staphylococcus aureus* (CCM 226)

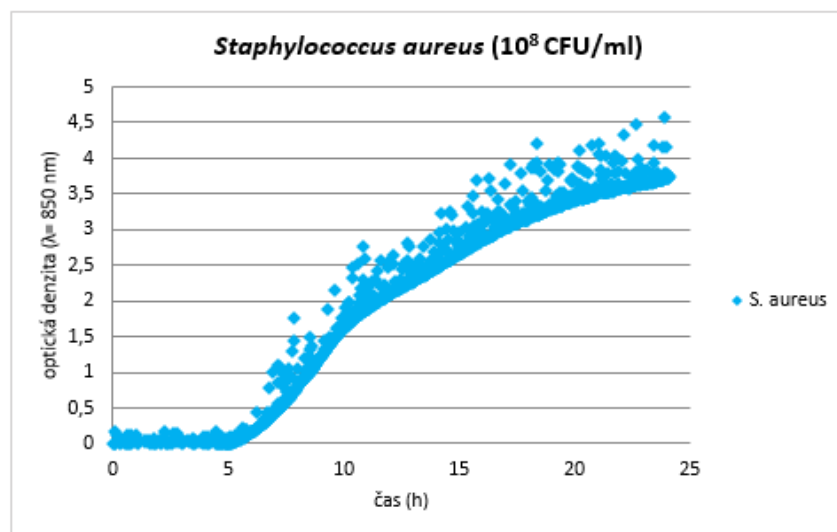
*Escherichia coli* (CCM 2024)

Do kádinky byly odměřeny 2 ml fyziologického roztoku (8,5 ml NaCl/1 l destilované vody). Bakteriální kultury byly kryogenně uchovávány v mrazáku ve skladovacích nádobách. Skladovací nádoby obsahují speciální korálky, které jsou pokryté kryomédiem a bakteriální kulturou. Pomocí pinzety byl jeden korálek vyjmut ze zkumavky a vložen do odměřeného fyziologického roztoku. Zde byl ponechán 2 minuty a poté byl fyziologický roztok přelit na připravený krevní agar. Kultivace probíhala v inkubátoru 24 hodin při 37 °C.

### **Příprava standardního vzorku**

Pro pilotní testy byla použita koncentrace bakteriálního inokula  $10^8$  CFU/ml. Do zkumavky pro analýzu v přístroji Biosan bylo napipetováno 20 ml živného bujónu a 10  $\mu$ l připraveného bakteriálního inokula. Inokulum bylo zvortexováno.

Lag fáze růstu *S. aureus* trvala 5 hodin. Od 5. hodiny nastala exponenciální fáze, která trvala do 10. hodiny. Následovala fáze zpomaleného růstu, která pokračovala až do 24. hodiny, kdy bylo měření ukončeno.



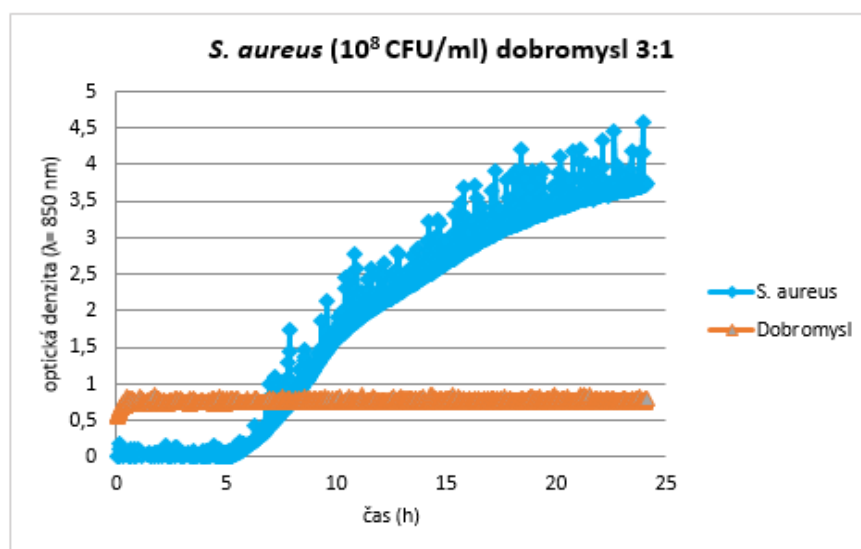
Graf 1 - Standardní vzorek *S. aureus*

## Vzorky o koncentraci 10<sup>8</sup> CFU/ml

označení	název	bakterie	koncentrace (CFU/ml)	poměr	čas (h)
	standard	<i>S. aureus</i>	10 <sup>8</sup>		24
A	dobromysl-d. voda	<i>S. aureus</i>	10 <sup>8</sup>	3:1	24
B	dobromysl-d. voda	<i>S. aureus</i>	10 <sup>8</sup>	1:3	24
C	dobromysl-d. voda	<i>S. aureus</i>	10 <sup>8</sup>	1:1	24

Tabulka 4 - Vzorky dobromysli

Ke vzorkům dobromysli byl napipetován 1 ml bakteriálního inokula o koncentraci 10<sup>8</sup> CFU/ml. U vzorku o koncentraci 3:1 došlo k inhibici růstu bakterií. Růstová křivka ukazuje velmi krátkou exponenciální fázi (do 1. hodiny), dlouhou stacionární fázi (od 2. hodiny do konce měření) a žádnou fázi odumírání. Vzorky B a C nevykázaly inhibiční účinky na *S. aureus*. Růstová křivka vzorků o koncentraci 1:3 a 1:1 téměř kopíruje růstovou křivku *S. aureus*. Z průběhu růstových křivek vyplývá, že koncentrace 10<sup>8</sup> CFU/ml není vhodná pro určování MIC. Z tohoto důvodu byla pro další vzorky zvolena bakteriální koncentrace 10<sup>5</sup> CFU/ml.



Graf 2 - *S. aureus* (vyšší koncentrace) a dobromysl 3:1 (Soxhletův extraktor)

Lag fáze vzorku A neproběhla. Do 1. hodiny probíhala fáze exponenciálního růstu. Následovala stacionární fáze, která trvala až ukončení měření.

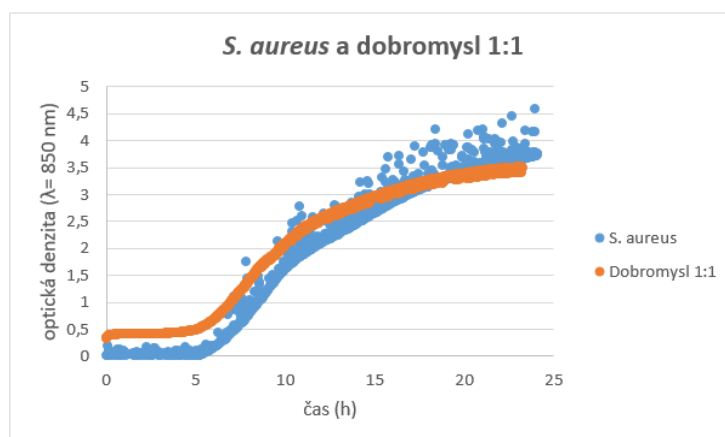
### **Opakování s nižší bakteriální koncentrací ( $10^5$ CFU/ml)**

Inokulum o bakteriální koncentraci  $10^5$  CFU/ml bylo připraveno ředěním dle McFarlanda. Za pomoci Denzi-LA-Metru bylo připraveno inokulum o bakteriální koncentraci  $10^8$  CFU/ml. Z připraveného inokula bylo odpipetováno 0,1 ml a přidáno k 10 ml fyziologickému roztoku (8,5 ml NaCl/1 l destilované vody). Směs byla zvortexována. Ředěním vznikl vzorek o koncentraci  $10^6$  CFU/ml. Ze vzorku byl odpipetován 1 ml a smíchán v nové zkumavce s 9 ml fyziologického roztoku. Vzniklý vzorek měl bakteriální koncentraci  $10^5$  CFU/ml.

Všechny následující vzorky byly připraveny smícháním 20 ml živného bujonu, 1 ml bakteriálního inokula, 750  $\mu$ l rostlinného extraktu a 250  $\mu$ l destilované vody. Vzorky připravené podle tabulky byly vkládány přístroje Biosan RTS-1, kde probíhalo měření po dobu 24 nebo 48 hodin. Po ukončení měření byl ze vzorku odebrán 1 ml na Petriho misku s krevním agarem. Petriho misky byly následně vloženy do termostatu a kultivace probíhala 24 hodin pro 37 °C. Následně byl vyhodnocen výsev na miskách.

S koncentrací  $10^5$  CFU/ml byly připraveny vzorky dobromysli o koncentraci 3:1 a 1:1 a následně byly vloženy do přístroje Biosan RTS-1. Po 24 hodinách byla vyhodnocena růstová křivka. Z každého vzorku byl odebrán 1 ml a naočkován na krevní agar. Kultivace vzorků na krevním agaru probíhala při 37 °C 24 hodin. Po 24 hodinách byl u vzorku o koncentraci 3:1 na krevním agaru odhadnut počet kolonií *S. aureus* na 540. Vzorek o koncentraci 1:1 vykázal nepočítatelné množství kolonií. Výsledky prokázaly, že poměr 1:1 extraktu dobromysli a destilované vody není dostatečně silný, aby inhiboval růst *S. aureus*. Proto nebylo provedeno plánované měření vzorku o poměru 1:3 extraktu dobromysli a destilované vody.

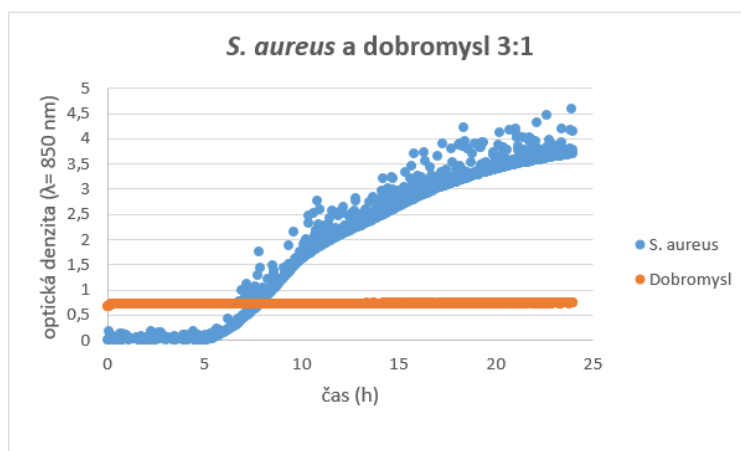




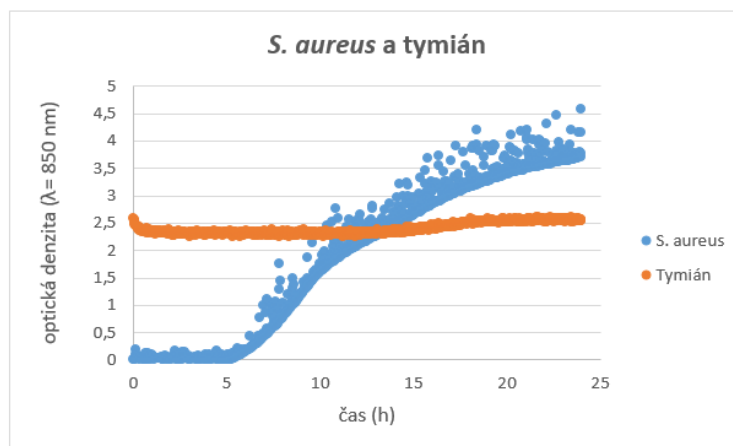
Graf 3 - *S. aureus* a dobromysl 1:1 (Soxhletův extraktor)

Z předchozích výsledů bylo rozhodnuto, že nejvhodnější koncentrací je poměr 3:1 rostlinného extraktu a destilované vody. Další měření probíhala s touto koncentrací.

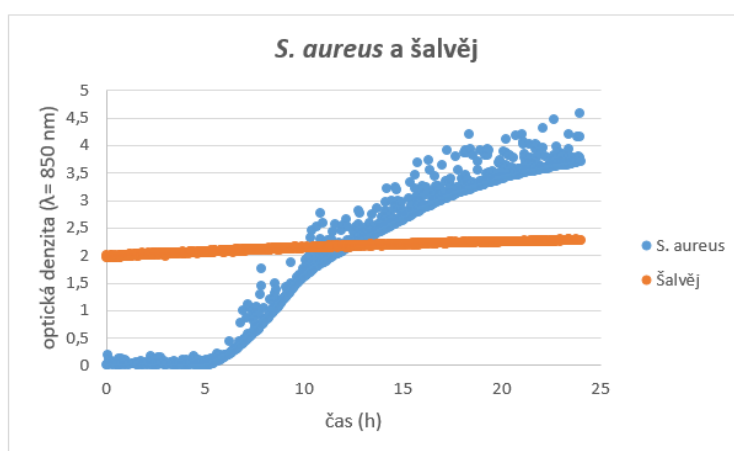
**Extrakt ze Soxhletova extraktoru a *S. aureus*:**



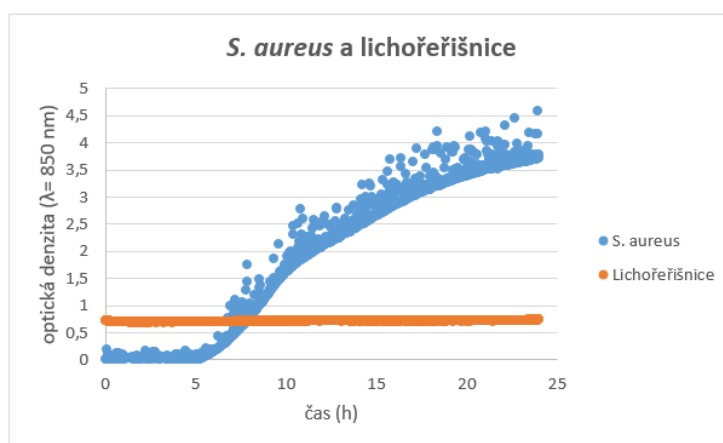
Graf 4 - *S. aureus* a dobromysl 3:1 (Soxhletův extraktor)



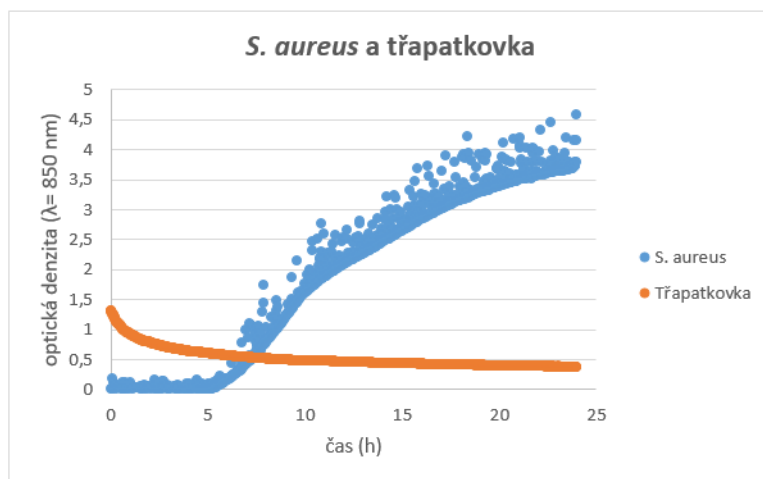
Graf 5 – *S. aureus* a tymián (Soxhletův extraktor)



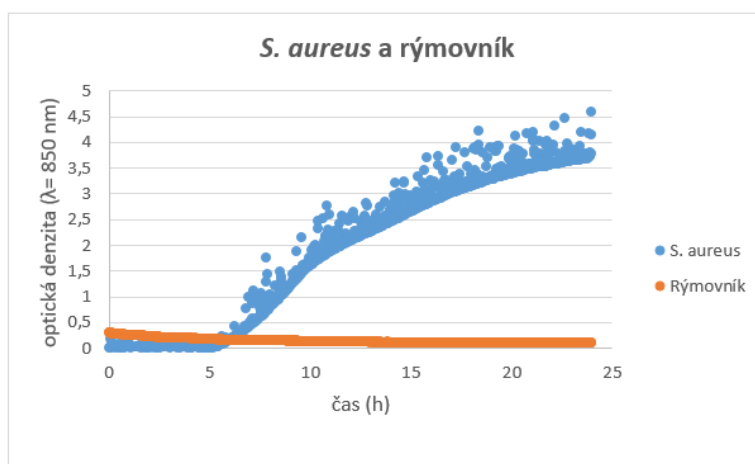
Graf 6 – *S. aureus* a šalvěj (Soxhletův extraktor)



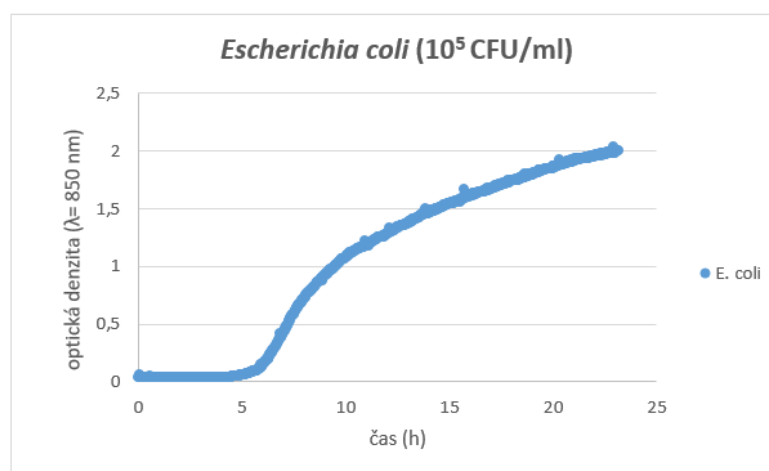
Graf 7 – *S. aureus* a lichořeřišnice (Soxhletův extraktor)



Graf 8 – *S. aureus* a třapatkovka (Soxhletův extraktor)

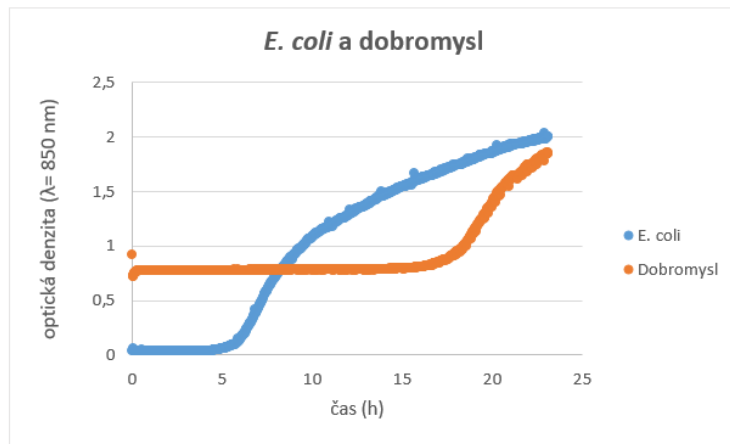


Graf 9 – *S. aureus* a rýmovník (Soxhletův extraktor)

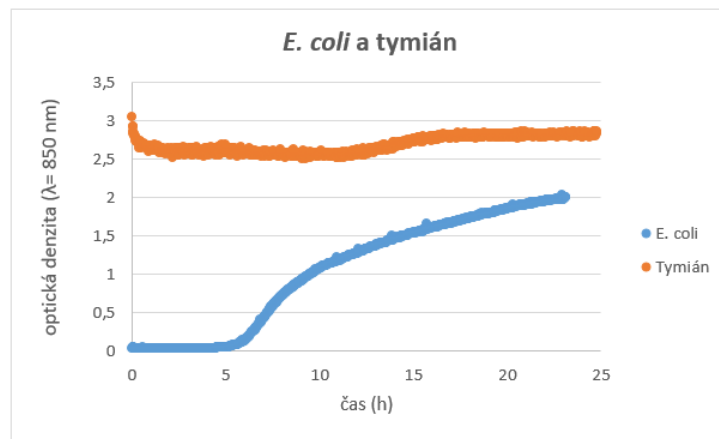


Graf 10 – Standardní vzorek *E. coli*

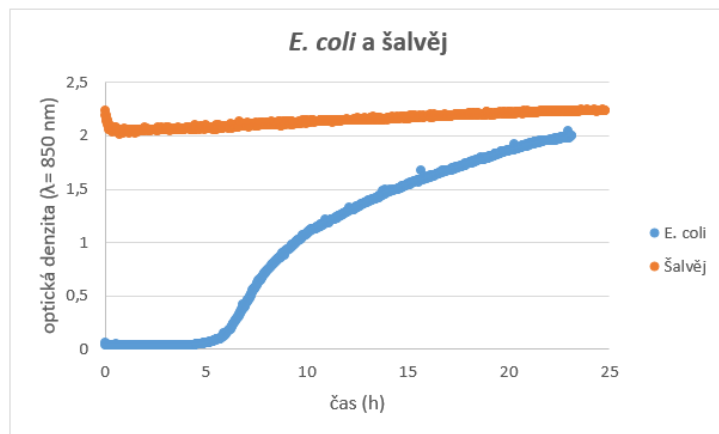
## Extrakt ze Soxhletova extraktoru a *E. coli*



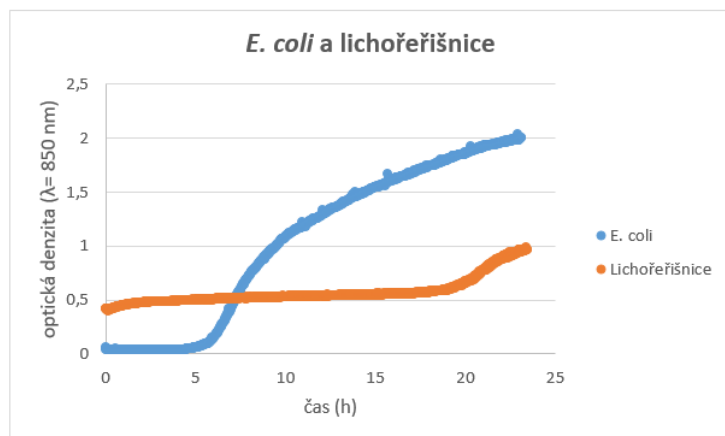
Graf 11 - *E. coli* a dobromysl (Soxhletův extraktor)



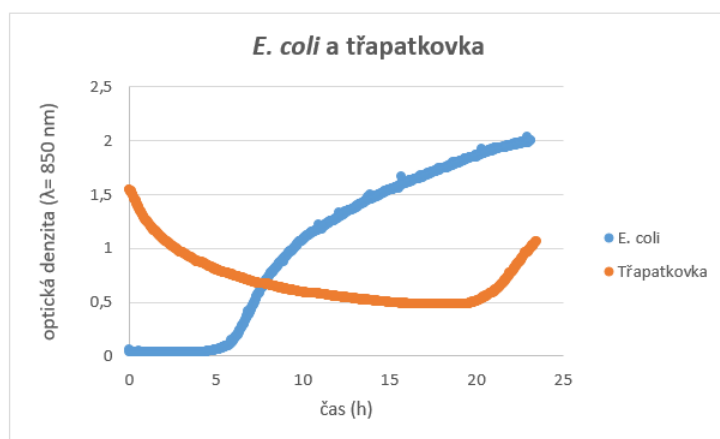
Graf 12 - *E. coli* a tymián (Soxhletův extraktor)



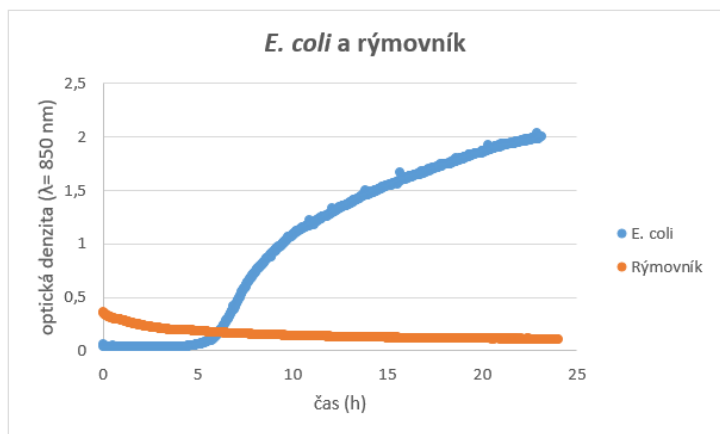
Graf 13 - *E. coli* a šalvěj (Soxhletův extraktor)



Graf 14 - E. coli a lichořeřišnice (Soxhletův extraktor)

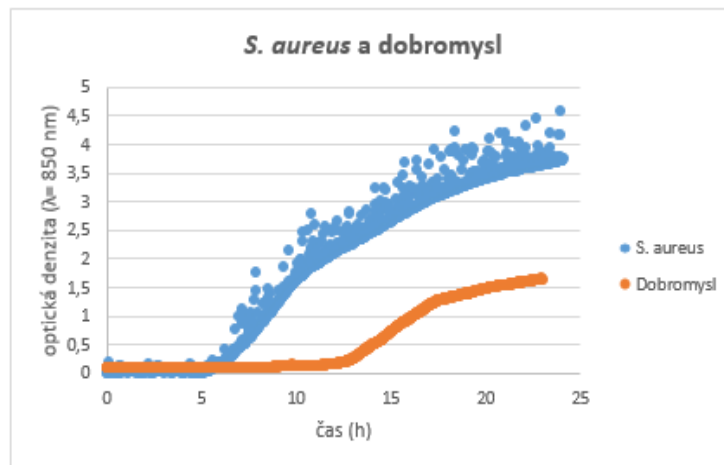


Graf 15 - E. coli a třapatkovka (Soxhletův extraktor)

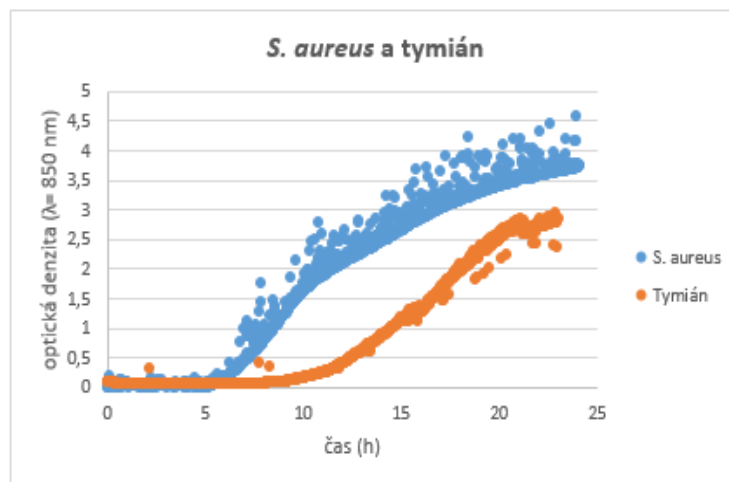


Graf 16 - E. coli a rýmovník (Soxhletův extraktor)

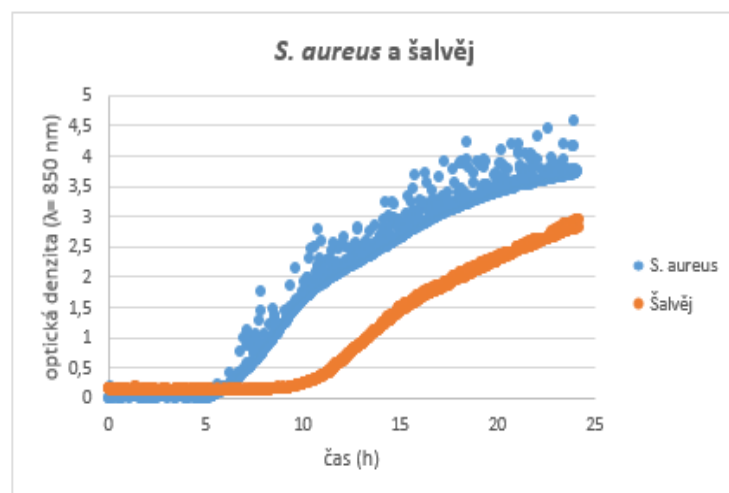
## Vodný extrakt a *S. aureus*



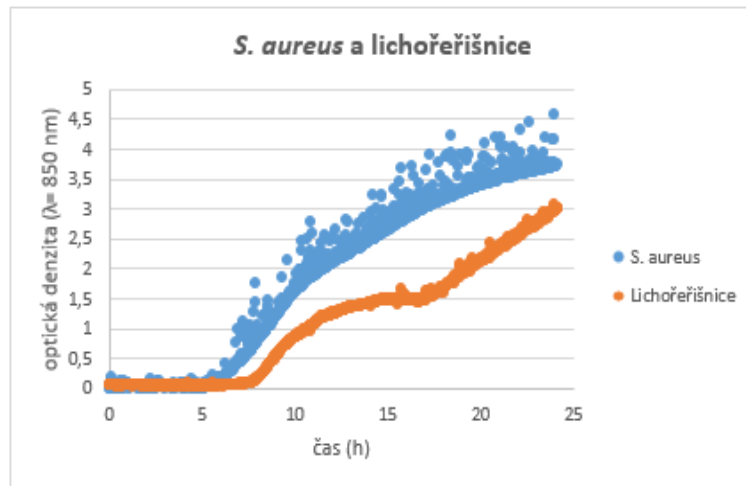
Graf 17 - *S. aureus* a dobromysl (vodný extrakt)



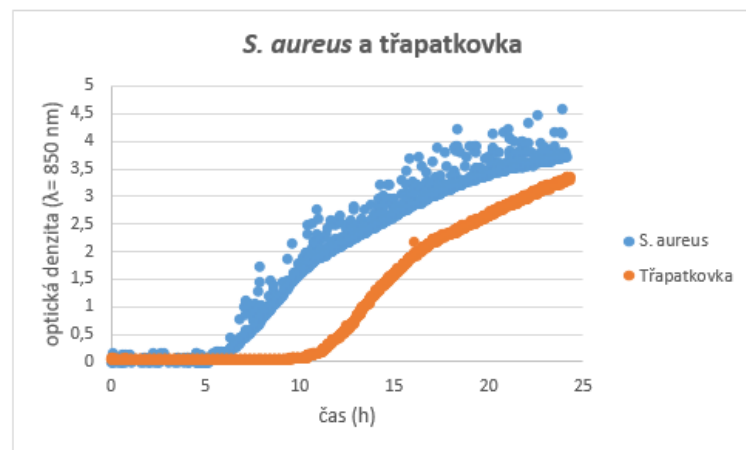
Graf 18 - *S. aureus* a tymián (vodný extrakt)



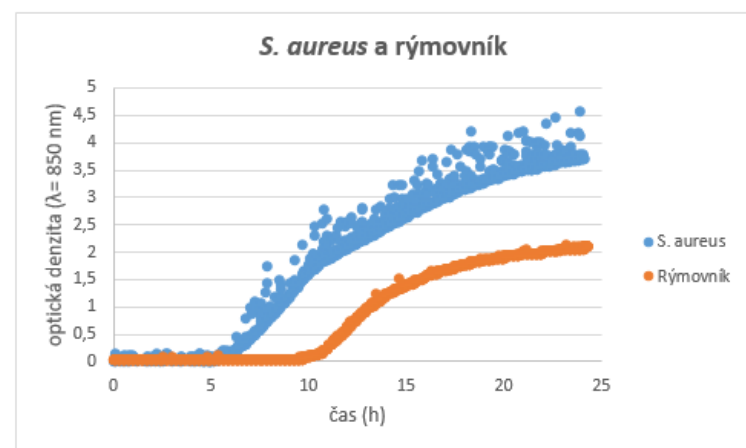
Graf 19 - *S. aureus* a šalvěj (vodný extrakt)



Graf 20 - *S. aureus* a lichořeřišnice (vodný extrakt)

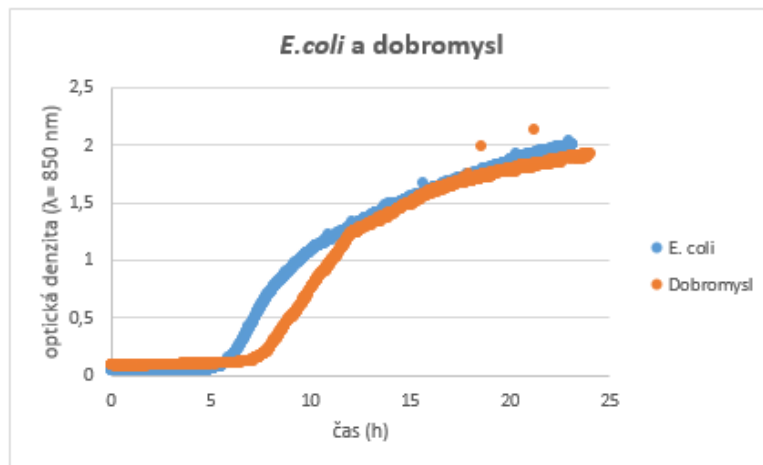


Graf 21 - *S. aureus* a třapatkovka (vodný extrakt)

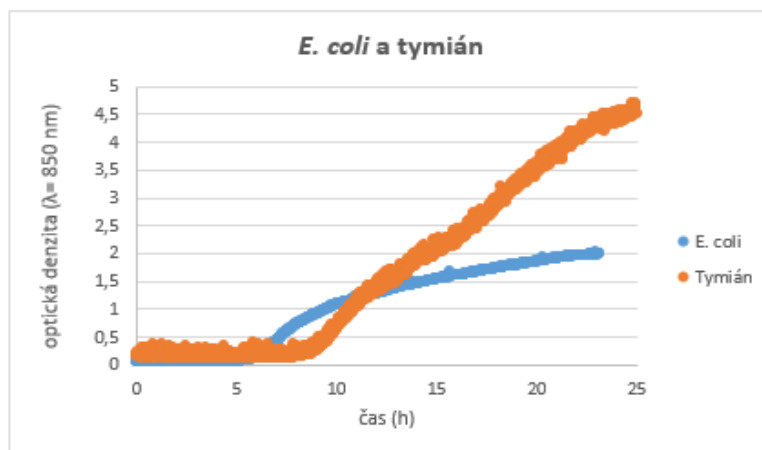


Graf 22 - *S. aureus* a rýmovník (vodný extrakt)

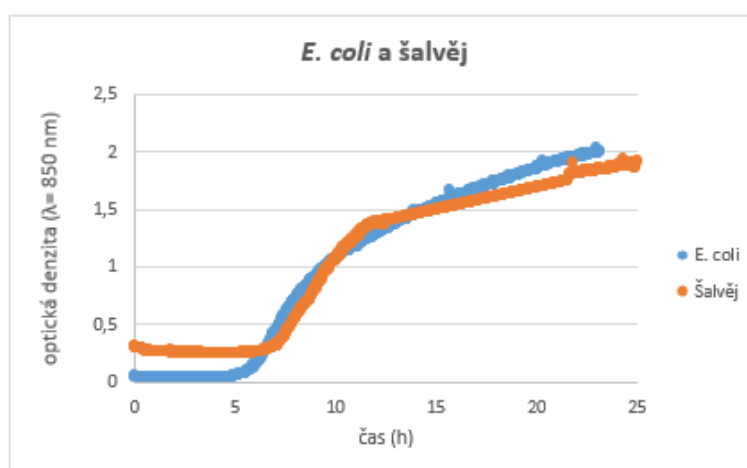
## Vodný extrakt a *E.coli*



Graf 23 - *E. coli* a dobromysl (vodný extrakt)

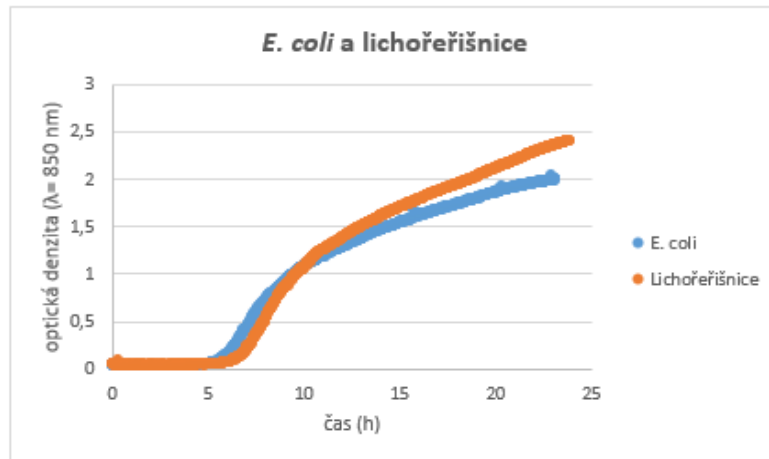


Graf 24 - *E. coli* a tymián (vodný extrakt)

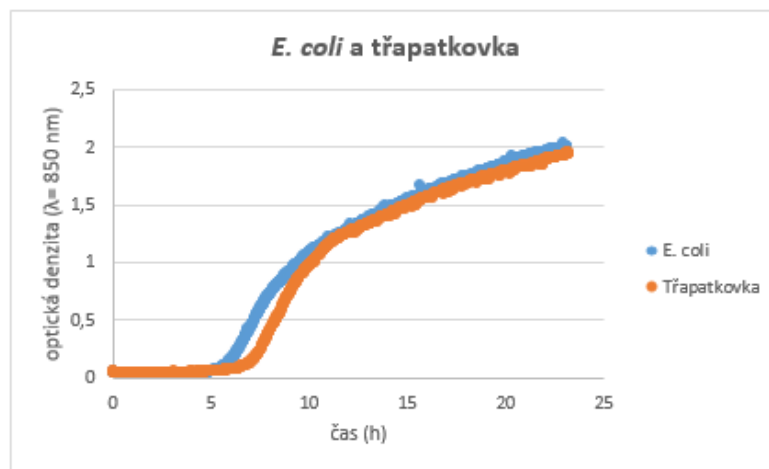


Graf 25 - *E. coli* a šalvěj (vodný extrakt)

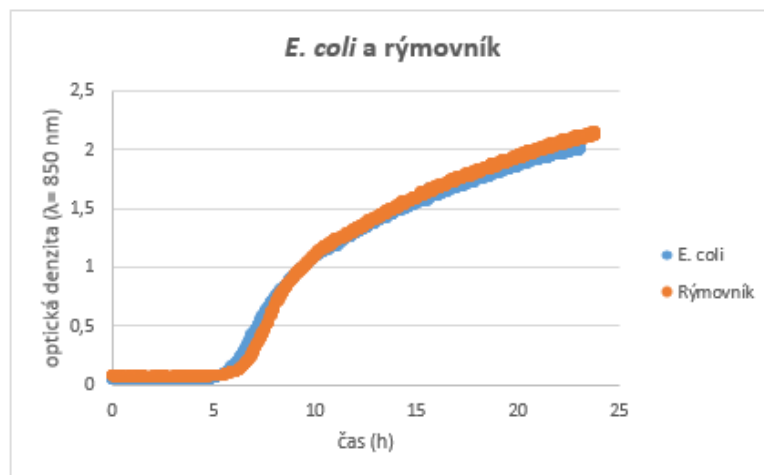




Graf 26 - *E. coli* a lichořeřišnice (vodný extrakt)



Graf 27 - *E. coli* a třapatkovka (vodný extrakt)



Graf 28 - *E. coli* a rýmovník (vodný extrakt)

## 6 Diskuze

V prvním kroku praktické části bylo nutné zjistit, jaké bude nejvhodnější ředění bakterií. Nejprve bylo použito ředění  $10^8$  CFU/ml, přičemž výsledky ukázaly, že je tato koncentrace příliš vysoká.

Bylo provedeno několik dalších pilotních testů, kterými bylo zjištěno, že nejvhodnější koncentrace bakteriálního inokula je  $10^5$  CFU/ml. Tato koncentrace byla následně používána pro testování všech připravených vzorků.

Dalším úkolem bylo zjistit nejvhodnější ředění extraktů (tedy MIC z hlediska ředění), které byly získány pomocí Soxhletova extraktoru. Byly připraveny vzorky, které byly ředěny destilovanou vodou v poměrech 3:1, 1:1 a 1:3. Nejlepší inhibiční efekt vykázal vzorek ředěný v poměru 3:1 (750  $\mu$ l extraktu a 250  $\mu$ l destilované vody). U vzorku v poměru 1:1 (500  $\mu$ l extraktu a 500  $\mu$ l destilované vody) nedošlo k inhibici růstu bakterií. Vzorek s ředěním 1:3 proto nebyl dále testován.

Pomocí přístroje Biosan RTS-1 byla měřena optická denzita a z těchto hodnot vytvořena růstová křivka bakterií v přítomnosti jednotlivých rostlinných extraktů (každý test trval 24 hodin).

Každý vzorek byl otestován při ředění v poměru 3:1 na dva bakteriální kmeny, na *S. aureus* (představitel G+ bakterií) a *E. coli* (představitel G- bakterií).

Jako první bylo provedeno měření extraktů ze Soxhletova extraktoru aplikovaných na *S. aureus*. U všech 6 rostlinných extraktů došlo k inhibici růstu bakterie *S. aureus* (GRAF 4–9). U žádného extraktu nedošlo k exponenciální fázi růstu.

U extraktů ze Soxhletova extraktoru aplikovaných na *E. coli* byly výsledky měření rozmanitější. U dobromysli (GRAF 11) probíhala Lag fáze 16 hodin, poté následovala exponenciální fáze. U tymiánu (GRAF 12) došlo v první hodině měření k poklesu, následovala stacionární fáze trvající 10 hodin. Okolo 11. hodiny začala fáze zpomaleného růstu, která trvala do 15. hodiny. Zbylých 10 hodin měření probíhala druhá stacionární fáze. U šalvěže (GRAF 13) došlo v první hodině rovněž k poklesu, do konce měření probíhala fáze zpomaleného růstu. U lichořeřišnice (GRAF 14) probíhala Lag fáze do 17. hodiny, následovala fáze exponenciálního růstu. Růstová křivka třapatkovky (GRAF 15) vykázala v prvních 18 hodinách pokles, následovala fáze exponenciálního růstu. U rýmovníku (GRAF 16) došlo k mírnému poklesu do 12. hodiny měření, dále navazovala stacionární fáze.

Druhým typem testovaných extraktů byly vodné extrakty. U žádného z extraktů aplikovaných na *E. coli* nedošlo k inhibici růstu (GRAF 17–22). Křivky všech rostlinných extraktů téměř kopírovaly standardní růstovou křivku *E. coli*. Rozdílem byla delší Lag fáze rostlinných extraktů o 1–3 hodiny oproti standardní růstové křivce *E. coli*. Jedinou výjimkou byl extrakt z tymiánu (GRAF 18), u kterého exponenciální růst probíhal až do konce měření (zatímco u standardní růstové křivky *E. coli* ke konci měření probíhala fáze zpomaleného růstu).

Vodné extrakty aplikované na *S. aureus* (GRAF 23–28) vykazaly lepší inhibiční efekt než na *E. coli*. Extrakt z dobromysli (GRAF 23) měl Lag fázi dlouhou 13 hodin, do 17. hodiny trvala fáze exponenciálního růstu a na ní navázala fáze zpomaleného růstu trvající do 24. hodiny. U tymiánu (GRAF 24) probíhala Lag fáze 9 hodin, následovala fáze exponenciálního růstu. Křivka šalvěže (Graf 25) měla podobný průběh jako křivka tymiánu. Exponenciální fáze přešla ve fázi zpomaleného růstu okolo 16. hodiny. Atypický průběh měla růstová křivka lichořeřišnice (GRAF 26) Lag fáze trvala 7 hodin, poté nastala první exponenciální fáze trvající 6 hodin. Mezi 13. a 16. hodinou probíhala stacionární fáze, na kterou navázala druhá exponenciální fáze.

Inhibici růstu bakterií způsobují antibakteriální látky obsažené v rostlinných extraktech. Z antibakteriálně působících látek se velmi pravděpodobně (dle získaných informací z rešerše) jedná o některé terpeny (karvakrol, thymol a karyofylen), seskviterpenové kumariny, taniny, flavony a chinony (1,4-benzochinon, naftochinon a antrachinon). Na základě dosažených výsledků můžeme konstatovat, že pro získání antibakteriálních látek z rostlin je vhodnější extrakce pomocí Soxhletova extraktoru do ethanolu, protože tímto způsobem získáme daleko větší množství výše uvedených antibakteriálně působících látek, než pouze výluhem z vody.

Jako první rozpouštědlo byla zvolena voda, která je silně polárním rozpouštědlem, druhou látkou je ethanol, který je méně polární, než voda, ale přecházejí do něj z části látky polární, tak i látky nepolární, které se v rostlinách vyskytují. A to je dle mého názoru důvodem, že extrakty získané extrakcí v ethanolu umožnily rozpustnost obou skupin látek a tím dosažení daleko lepších antibakteriálních efektů.

Pro lepší představu toho, které látky se do různých rozpouštědel budou extrahovat, slouží tzv. rozdělovací koeficient n-oktanol/voda. Tady platí, že čím vyšší bude hodnota tohoto rozdělovacího koeficientu, tím snadněji budou látky přecházet do nepolárních rozpouštědel.

Po ukončení všech měření byla zaznamenána naměřená optická denzita (TABULKA 5) z přístroje Biosan RTS-1. Hodnoty optické denzity vzorků ze Soxhletova extraktoru byly nižší než hodnoty vodných extraktů. Z výsledků je patrné, že čím vyšší je hodnota optické denzity, tím je vyšší nárůst bakterií. Důvodem je tvorba zákalu způsobená růstem bakterií v měřených vzorcích. Výjimkou byl extrakt ze šalvěže aplikovaný na *E. coli*. Vyšší optická denzita u extraktu ze Soxhletova extraktoru byla pravděpodobně způsobena zákalem vzniklým během doby, kdy byl extrakt uskladněn v lednici.

## 7 Závěr

Bakterie jsou běžnou součástí našeho okolí. Jsou schopné se množit na různých površích i v našich tělech. Některé druhy jsou prospěšné, jiné druhy způsobují různá onemocnění, která jsou více či méně závažná. Díky jejich neuvěřitelným vlastnostem jsou schopny se adaptovat na změny prostředí a zvyšovat tak svou rezistenci na určité látky. Tento fakt má za následek, že léčba bakteriálních onemocnění je stále složitější.

Jedno z možných řešení je využití rostlinných látek. Rostliny v sobě obsahují velké množství antibakteriálních látek, které můžeme v boji s bakteriemi využít.

Bakalářská práce se zabývá působením antibakteriálních látek rostlin na bakteriální kmeny. Práce se skládá z teoretické a praktické části.

V praktické části je popsán postup přípravy extraktů: vodného a extraktu ze Soxhletova extraktoru. Dále je popsána příprava živného bujONU a bakteriálního inokula. Z časových důvodů bylo vybráno šest rostlin z plánovaných deseti (dobromysl, tymián, šalvěj, třapatkovka, lichořeřišnice a rýmovník), dva bakteriální kmeny. Z bakterií byl vybrán *S. aureus* a *E. coli* jako zástupci G+ a G- bakterií.

Minimální inhibiční koncentrací z hlediska ředění pro extrakty ze Soxhletova extraktoru byla stanovena koncentrace 3:1 (750  $\mu$ l extraktu a 250  $\mu$ l destilované vody). Nejsilnější inhibiční efekt vykázaly rostlinné extrakty ze Soxhletova extraktoru aplikované na *S. aureus*. Stejně extrakty aplikované na *E. coli* vykázaly inhibiční efekt pouze ve 3 případech (tymián, šalvěj a rýmovník). U ostatních rostlin došlo k nárůstu bakterií.

Vodné extrakty nebyly ředěny (byl použit 1 ml extraktu) z důvodu předpokladu nižšího množství vyextrahovaných účinných látek. Vodné extrakty neměly na *E. coli* žádný inhibiční efekt. U aplikace na *S. aureus* došlo ve všech případech k prodloužení Lag fáze a následnému nárůstu bakterií v porovnání se standardní bakteriální křivkou.

Z provedených měření je patrný vztah mezi hodnotami optické denzity a nárůstem bakterií. S rostoucím počtem bakterií ve vzorku dochází ke zvyšování optické denzity.

Závěrem lze konstatovat, že poměr ředění 3:1 (750  $\mu$ l rostlinného extraktu a 250  $\mu$ l destilované vody) je z hlediska získání MIC nejvhodnější. Všechny vzorky ze Soxhletova extraktoru inhibovaly růst bakterií *S. aureus* a *E. coli*. 1 ml vodného extraktu neobsahoval dostatečné

množství antibakteriálních látek, proto nedošlo k inhibici růstu bakterie *E. coli*. U bakterie *S. aureus* došlo k prodloužení Lag fáze.

Výzkum této práce by mohl pokračovat vyhodnocením vzorků zbylých rostlin, které byly navrženy v rešerši (měsíček, levandule, máta a třezalka). Z dalších běžně používaných rostlin bych pro výzkum navrhovala zařadit zázvor, lékořice, rozmarýn. Práce by mohla být rozšířena o testování na dalších bakteriálních kmenech. Doporučila bych testování na bakteriích *Klebsiella pneumoniae* a *Pseudomonas aeruginosa*.

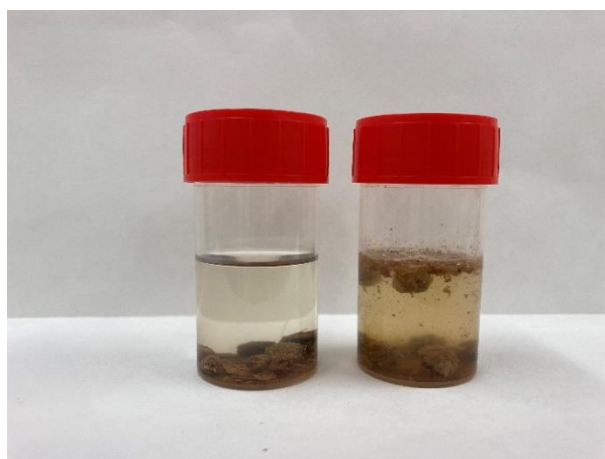
## 8 Příloha



Obrázek 25 - Vzorky naložené v ethanolu. Foto: autor



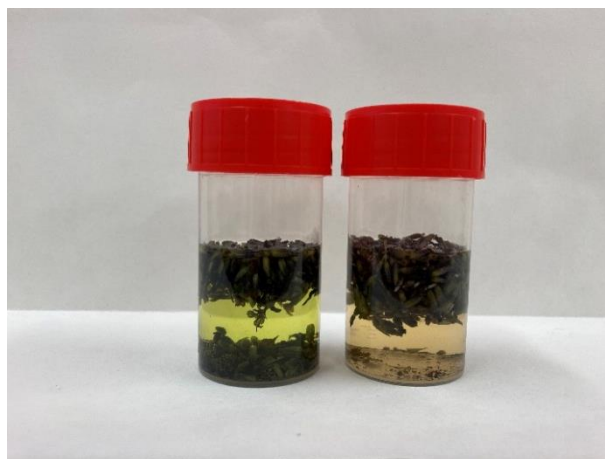
Obrázek 23 - Šalvěj lékařská (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 24 - Lichořeřišnice větší (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 28 - Dobromysl obecná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 27 - Levandule lékařská (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 26 - Vzorky naložené v destilované vodě. Foto: autor



Obrázek 29 - Měsíček lékařský (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 30 - Tymián obecný (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 31 - Třezalka tečkovaná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 32 - Máta peprná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 33 - Třapatkovka nachová (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 34 - Rýmovník (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor

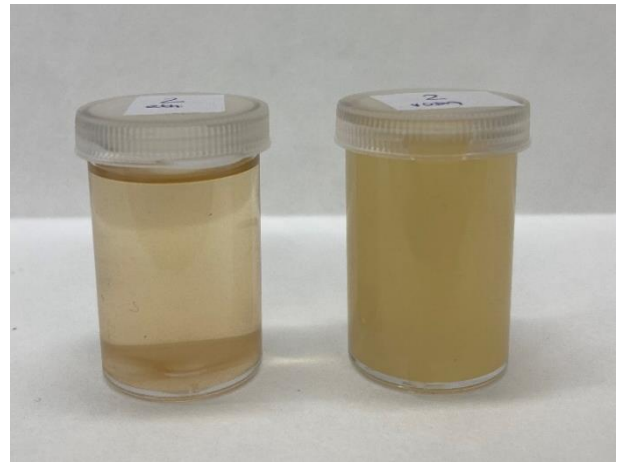




Obrázek 35 - Přefiltrované vzorky po měsíci uležení – ethanol. Foto: autor



Obrázek 36 - Přefiltrované vzorky – Šalvěj lékařská (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 37 - Přefiltrované vzorky – Lichořeřišnice větší (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



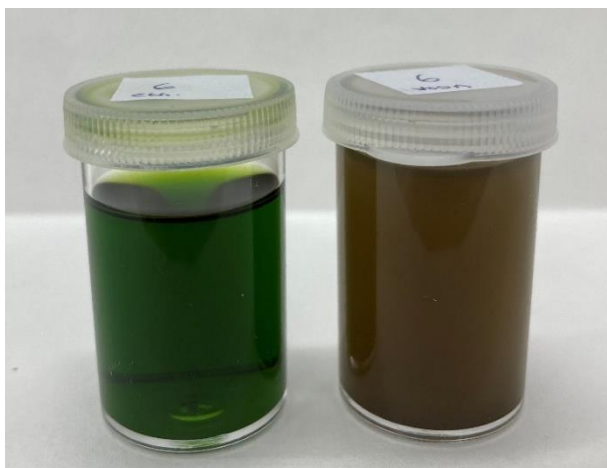
Obrázek 38 - Přefiltrované vzorky po měsíci uležení – destilovaná voda. Foto: autor



Obrázek 39 - Přefiltrované vzorky – Dobromysl obecná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 40 - Přefiltrované vzorky – Levandule lékařská (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 41 - Přefiltrované vzorky – Tymián obecný (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 42 - Přefiltrované vzorky – Měsíček lékařský (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



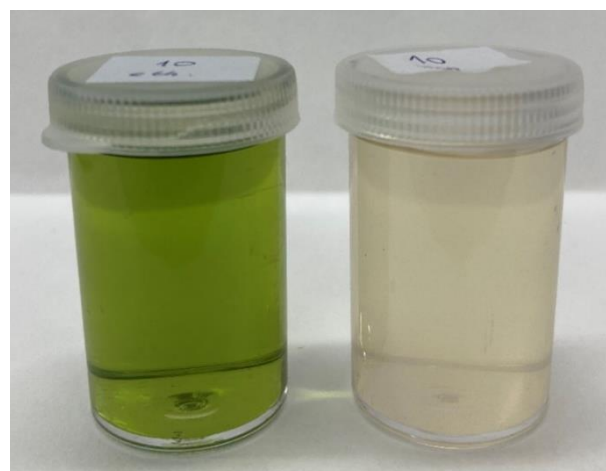
Obrázek 43 - Přefiltrované vzorky – Třezalka tečkovaná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 44 - Přefiltrované vzorky – Máta peprná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 45 - Přefiltrované vzorky – Třapatkovka nachová (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor



Obrázek 46 - Přefiltrované vzorky – Rýmovník (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor

MIC (ppm) of EOs for:	
Bacterial strain	Sage
<b>Gram negative</b>	
<i>Enterobacter</i>	
<i>aerogenes</i>	
ATCC 13048	75,000
<i>E. cloacae</i>	38,330
<i>Escherichia coli</i>	
ATCC 25922	66,670
<i>Pseudomonas</i>	
<i>aeruginosa</i>	
ATCC 27853	>100,000
<i>P. fluorescens</i>	>100,000
<i>P. putida</i>	>100,000
<i>Salmonella</i>	
Typhimurium	
ATCC 14028	50,000
<b>Gram positive</b>	
<i>Bacillus cereus</i>	
ATCC 11778	83,330
<i>Lactobacillus brevis</i>	
ATCC 8287	16,500
<i>L. plantarum</i>	
ATCC 8014	6,830
<i>Listeria innocua</i>	
NCTC11288	3,440
<i>L. monocytogenes</i>	
ATCC 7644	1,875
<i>L. monocytogenes</i>	
NCTC11994	1,460
<i>L. monocytogenes</i>	
NCTC7973	940
<i>L. monocytogenes</i>	
CW329	1,250
<i>L. monocytogenes</i>	
IL323	4,170
<i>S. aureus</i>	
ATCC 25923	5,000
<i>S. aureus</i>	
NCTC1803	10,000

Obrázek 47 - MIC vybraných esenciálních olejů proti vybraným druhům G- a G+ bakterií (šalvěj).  
 Autor: Guitierrez et. al. 2008. Upraveno autorem

MIC (ppm) of EOs for:

Bacterial strain	Oregano	Thyme
Gram negative		
<i>Enterobacter</i>		
<i>aerogenes</i>		
ATCC 13048	800	770
<i>E. cloacae</i>	190	440
<i>Escherichia coli</i>		
ATCC 25922	350	660
<i>Pseudomonas</i>		
<i>aeruginosa</i>		
ATCC 27853	3,170	3,170
<i>P. fluorescens</i>	1,500	1,670
<i>P. putida</i>	1,500	1,500
<i>Salmonella</i>		
Typhimurium		
ATCC 14028	550	1,175
Gram positive		
<i>Bacillus cereus</i>		
ATCC 11778	425	740
<i>Lactobacillus brevis</i>		
ATCC 8287	55	440
<i>L. plantarum</i>		
ATCC 8014	60	425
<i>Listeria innocua</i>		
NCTC11288	130	130
<i>L. monocytogenes</i>		
ATCC 7644	70	80
<i>L. monocytogenes</i>		
NCTC11994	80	115
<i>L. monocytogenes</i>		
NCTC7973	70	80
<i>L. monocytogenes</i>		
CW329	70	110
<i>L. monocytogenes</i>		
IL323	130	140
<i>S. aureus</i>		
ATCC 25923	30	175
<i>S. aureus</i>		
NCTC1803	30	160

Obrázek 48 - MIC vybraných esenciálních olejů proti G- a G+ bakteriím (dobromysl a tymián).  
 Autor: Gutierrez et al. 2008. Upraveno autorem

rostlina	optická denzita			
	Soxhlet		vodný extrakt	
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>
dobromysl	0,74	1,85	1,64	1,92
tymián	2,61	2,83	2,85	4,55
šalvěj	2,33	2,23	2,81	1,86
ličořeřišnice	0,70	0,96	2,99	2,41
třapatkovka	0,37	1,06	3,34	1,94
rýmovník	0,09	0,11	2,09	2,14

Tabulka 5 - Hodnoty optické denzity

## 9 Zdroje

ABDNEZHAD, Roghayeh, Masoumeh SIMBAR, Zohre SHEIKHAN, Faraz MOJAB a Malihe NASIRI, 2019. Salvia officinalis Reduces the Severity of the Premenstrual Syndrome. *Complementary Medicine Research* [online]. **26**(1), 39–46. ISSN 2504-2092, 2504-2106. Dostupné z: doi:10.1159/000490104

ALASALVAR, Hamza a Zeliha YILDIRIM, 2021. Ultrasound-assisted extraction of antioxidant phenolic compounds from Lavandula angustifolia flowers using natural deep eutectic solvents: An experimental design approach. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* [online]. **22**, 100492. ISSN 2352-5541. Dostupné z: doi:10.1016/j.scp.2021.100492

ARUMUGAM, Greetha, Mallappa Kumara SWAMY a Uma Rani SINNIHA, 2016. Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng: Botanical, Phytochemical, Pharmacological and Nutritional Significance. *Molecules* [online]. **21**(4), 369. Dostupné z: doi:10.3390/molecules21040369

ASCHE, C., 2005. Antitumour quinones. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry* [online]. **5**(5), 449–467. ISSN 1389-5575. Dostupné z: doi:10.2174/1389557053765556

BADEKOVA, Karakoz Zh., Gayane A. ATAZHANOVA, Tomas KACERGIUS, Saule B. AKHMETOVA a Marlen K. SMAGULOV, 2021. Formulation of an Origanum vulgare based dental gel with antimicrobial activity. *Journal of Taibah University Medical Sciences* [online]. **16**(5), 712–718. ISSN 1658-3612. Dostupné z: doi:10.1016/j.jtumed.2021.05.009

BARROS, Romy Gleyse Chagas, Julianna Karla Santana ANDRADE, Ubatã Corrêa PEREIRA, Christean Santos DE OLIVEIRA, Yara RAFAELLA RIBEIRO SANTOS REZENDE, Tais OLIVEIRA MATOS SILVA, Juliete PEDREIRA NOGUEIRA, Nayjara CARVALHO GUALBERTO, Hannah CAROLINE SANTOS ARAUJO a Narendra NARAIN, 2020. Phytochemicals screening, antioxidant capacity and chemometric characterization of four edible flowers from Brazil. *Food Research International* [online]. **130**, 108899. ISSN 0963-9969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2019.108899

BEDNÁŘ, Marek, 1996. *Lékařská mikrobiologie: bakteriologie, virologie, parazitologie*. Praha: Marvil. ISBN 978-80-238-0297-9.

BEHESHTI-ROUY, Maryam, Mohadese AZARSINA, Loghman REZAIE-SOUFI, Mohammad Yousef ALIKHANI, Ghodratollah ROSHANAIE a Samira KOMAKI, 2015. The antibacterial effect of sage extract (Salvia officinalis) mouthwash against Streptococcus mutans in dental plaque: a randomized clinical trial. *Iranian Journal of Microbiology*. **7**(3), 173–177. ISSN 2008-3289.

BIGGS, Matthew, Jekka MCVICAR a Bob FLOWERDEW, 2004. *Velká kniha zeleniny, bylin a ovoce*. Praha: Volvox Globator. ISBN 978-80-7207-537-9.

BIOSAN, 2018. *Biosan RTS-1 Personal Bireactor* [online]. 2018. Dostupné z: [https://biosan.lv/media/products/files/rts-1-rts-1c-en-3-405-072018\\_V0E4uKq.pdf](https://biosan.lv/media/products/files/rts-1-rts-1c-en-3-405-072018_V0E4uKq.pdf)

BOUČEK, 2017. *Rozdíly v imunitní odpovědi u pacientů s dlaždicobuněčným karcinomem hlavy a krku v závislosti na etiologii* [online]. 2017. Dostupné z: <https://www.lf1.cuni.cz/document/74124/hr-boucek-abstrakt.pdf>

BRANDAO, Eduardo M., Paulo H. D. M. BRANDÃO, Ivone A. SOUZA, Gerson S. PAIVA, Marcos DE C. CARVALHO a Claudio M. LACERDA, 2013. Antineoplastic Effect of Aqueous Extract of *Plectranthus Amboinicus* in Ehrlich Ascites Carcinoma. *Journal of Cancer* [online]. **4**(7), 573–576. ISSN 1837-9664. Dostupné z: doi:10.7150/jca.6730

BRONDANI, Juliana Calil, Camila Helena FERREIRA CUELHO, Lucas Damo MARANGONI, Rachel DE LIMA, Camille Gaube GUEX, Iuri de Franca BONILHA a Melania Palermo MANFRON, 2016. Traditional usages, botany, phytochemistry, biological activity and toxicology of *Tropaeolum majus* L. - A review. *Boletín Latinoamericano Y Del Caribe De Plantas Medicinales Y Aromaticas*. **15**(4), 264–273. ISSN 0717-7917.

BŘÍŽDALA, Jan, 2012. *Organická chemie pro gymnázia* [online]. 2012. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/261491#section=Information-Sources>

BUCKLE, Jane, 2015. Aromatherapy for Stress in Patients and Hospital Staff. *Alternative and Complementary Therapies* [online]. **21**(5), 210–213. ISSN 1076-2809. Dostupné z: doi:10.1089/act.2015.29016.jbu

BÜCHI LABORTECHNIK AG, 2019. *Rotavapor® R-100 Operation Manual* [online]. 2019. Dostupné z: [https://assets.buchi.com/image/upload/v1619794901/pdf/Operation-Manuals/OM\\_11593663\\_R-100\\_en.pdf](https://assets.buchi.com/image/upload/v1619794901/pdf/Operation-Manuals/OM_11593663_R-100_en.pdf)

BURIVAL, Zbyněk, 2017. *Extrakce na Soxhletově přístroji* [online]. 2017. Dostupné z: [http://www.chemickepokusy.cz/soxhletova\\_extrakce.php](http://www.chemickepokusy.cz/soxhletova_extrakce.php)

CAHYANA, Yana a Tsani ADIYANTI, 2021. Flavonoids as Antidiabetic Agents. *Indonesian Journal of Chemistry* [online]. **21**(2), 512–526. ISSN 2460-1578. Dostupné z: doi:10.22146/ijc.58439

CLEFF, Marlete Brum, Iara WENDISCH, Angela L. CABANA, Maria Regina RODRIGUES, Joao Roberto BRAGA DE MELLO, Mario Carlos ARAUJO MEIRELES a Jesus JAIME HERNANDEZ-ESCARENO, 2011. Experimental vaginal candidiasis: Assessment of *Origanum vulgare* for its treatment. *African Journal of Microbiology Research*. **5**(24), 4207–4211. ISSN 1996-0808.

COWAN, Marjorie Murphy, 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews* [online]. **12**(4), 564–582. Dostupné z: doi:10.1128/CMR.12.4.564

CRUCERIU, Daniel, Ovidiu BALACESCU a Elena RAKOSY, 2018. *Calendula officinalis*: Potential Roles in Cancer Treatment and Palliative Care. *Integrative Cancer Therapies* [online]. **17**(4), 1068–1078. ISSN 1534-7354. Dostupné z: doi:10.1177/1534735418803766

DEMASI, Sonia, Maria Gabriella MELLANO, Nicole Mélanie FALLA, Matteo CASER a Valentina SCARIOT, 2021. Sensory Profile, Shelf Life, and Dynamics of Bioactive Compounds during Cold Storage of 17 Edible Flowers. *Horticulturae* [online]. **7**(7), 166. Dostupné z: doi:10.3390/horticulturae7070166

DE OLIVEIRA, Aimêe A., Leandro P. FRANÇA, Aline de S. RAMOS, José Luiz P. FERREIRA, Ana Clara B. MARIA, Kelson M. T OLIVEIRA, Earle S. Araújo JR, Jonathas N. DA SILVA, Adjane D. S. BRANCHES, Gabriel de A. BARROS, Noam G. DA SILVA, Wanderli P. TADEI, Ana Claudia F. AMARAL a Jefferson R. DE ANDRADE SILVA, 2021.

Larvicidal, adulticidal and repellent activities against *Aedes aegypti* L. of two commonly used spices, *Origanum vulgare* L. and *Thymus vulgaris* L. *South African Journal of Botany* [online]. **140**, 17–24. ISSN 0254-6299. Dostupné z: doi:10.1016/j.sajb.2021.03.005

DE OLIVEIRA, Pollyanna Francielli, Carla Carolina MUNARI, Heloiza Diniz NICOLELLA, Rodrigo Cassio Sola VENEZIANI a Denise Crispim TAVARES, 2016. Manool, a *Salvia officinalis* diterpene, induces selective cytotoxicity in cancer cells. *Cytotechnology* [online]. **68**(5), 2139–2143. ISSN 1573-0778. Dostupné z: doi:10.1007/s10616-015-9927-0

DÉTÁR, Enikő, Éva Zámbořině NÉMETH, Beáta GOSZTOLA, Ildikó DEMJÁN a Zsuzsanna PLUHÁR, 2020. Effects of variety and growth year on the essential oil properties of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) and lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.). *Biochemical Systematics and Ecology* [online]. **90**, 104020. ISSN 0305-1978. Dostupné z: doi:10.1016/j.bse.2020.104020

DIREKVAND-MOGHADAM, Ashraf a Afra KHOSRAVI, 2012. The impact of a novel herbal Shirazi *Thymus Vulgaris* on primary dysmenorrhea in comparison to the classical chemical Ibuprofen. *Journal of Research in Medical Sciences*. **17**(7), 668–670. ISSN 1735-1995.

DORMAN, H. J. D. a S. G. DEANS, 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* [online]. **88**(2), 308–316. ISSN 1365-2672. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x

EDDIN, Lujain Bader, Niraj Kumar JHA, M. F. Nagoor MEERAN, Kavindra Kumar KESARI, Rami BEIRAM a Shreesh OJHA, 2021. Neuroprotective Potential of Limonene and Limonene Containing Natural Products. *Molecules* [online]. **26**(15), 4535. Dostupné z: doi:10.3390/molecules26154535

EUC, 2021. *Premenstruační syndrom* [online]. 2021. Dostupné z: <https://euc.cz/clanky-a-novinky/clanky/premenstruacni-syndrom-zvladnete-diky-lekum-i-prirodni-lecbe/>

FARRER-HALLS, Gill, 2007. *Aromaterapie od A do Z: podrobný průvodce světem esenciálních olejů*. V Praze: Metafora. ISBN 978-80-7359-086-4.

FU, Bo, Lin WANG, Xiaoxiao YU, Xianying FANG, John MACK, Somila DINGISWAYO, Tebello NYOKONG, Xu LIANG a Haijun XU, 2021. Borneol-triarylcorrole hybrids with chiral-optical response and anticancer behaviours. *Dyes and Pigments* [online]. **195**, 109699. ISSN 0143-7208. Dostupné z: doi:10.1016/j.dyepig.2021.109699

GARCIA, Charlene S. C., Caroline MENTI, Ana Paula F. LAMBERT, Thiago BARCELLOS, Sidnei MOURA, Caroline CALLONI, Cátia S. BRANCO, Mirian SALVADOR, Mariana ROESCH-ELY a João a. P. HENRIQUES, 2016. Pharmacological perspectives from Brazilian *Salvia officinalis* (Lamiaceae): antioxidant, and antitumor in mammalian cells. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* [online]. **88**, 281–292. ISSN 0001-3765, 1678-2690. Dostupné z: doi:10.1590/0001-3765201520150344

GARZÓN, G. A. a R. E. WROLSTAD, 2009. Major anthocyanins and antioxidant activity of Nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*). *Food Chemistry* [online]. **114**(1), 44–49. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2008.09.013



GHASEMNEZHAD TARGHI, Reza, Vahid CHANGIZI, Farhang HADDAD, Mansour HOMAYOUN a Shokouhozaman SOLEYMANIFARD, 2016. Origanum vulgare leaf extract protects mice bone marrow cells against ionizing radiation. *Avicenna Journal of Phytomedicine*. **6**(6), 678–685. ISSN 2228-7930.

GHELARDINI, Carla, Nicoletta GALEOTTI, Giuseppe SALVATORE a Gabriela MAZZANTI, 1999. Local Anaesthetic Activity of the Essential Oil of *Lavandula angustifolia*. *Planta Medica* [online]. **65**(08), 700–703. ISSN 0032-0943, 1439-0221. Dostupné z: doi:10.1055/s-1999-14045

GISMONDI, Angelo, Gabriele DI MARCO, Enrico Luigi REDI, Luigi FERRUCCI, Maria CANTONETTI a Antonella CANINI, 2021. The antimicrobial activity of *Lavandula angustifolia* Mill. essential oil against *Staphylococcus* species in a hospital environment. *Journal of Herbal Medicine* [online]. **26**, 100426. ISSN 2210-8033. Dostupné z: doi:10.1016/j.hermed.2021.100426

GLISZCZYŃSKA, Anna a Peter E. BRODELIUS, 2012. Sesquiterpene coumarins. *Phytochemistry Reviews* [online]. **11**(1), 77–96. ISSN 1572-980X. Dostupné z: doi:10.1007/s11101-011-9220-6

GOMES, Tânia A. T., Waldir P. ELIAS, Isabel C. A. SCALETSKY, Beatriz E. C. GUTH, Juliana F. RODRIGUES, Roxane M. F. PIAZZA, Luís C. S. FERREIRA a Marina B. MARTINEZ, 2016. Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Brazilian Journal of Microbiology* [online]. **47**, 3–30. ISSN 1517-8382. Dostupné z: doi:10.1016/j.bjm.2016.10.015

GREN, Agnieszka, Renata MUCHACKA, Zofia GOC, Edyta KAPUSTA, Magdalena SEMLA, Marta BATORYNA a Marta GAWRONEK, 2016. Echinacea Purpurea Modulates the Peripheral Blood Cell Count, in a Mice Inflammation Model. In: A. PAVLIK, P. SLAMA a P. SKARPA, ed. *Animal Physiology 2016* [online]. Brno: Mendel Univ Brno, s. 49–56 [vid. 2021-11-14]. ISBN 978-80-7509-416-2. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000400583400008>

GRUNWALD, Jorg a Christof JANICKE, 2008. *Zelená lékárna*. Praha: Svojtka & Co. ISBN 978-80-7352-600-9.

GURGEL, Ana P. A. D., Jackeline G. DA SILVA, Ana R. S. GRANGEIRO, Haroudo S. XAVIER, Rinalda A. G. OLIVEIRA, Maria S. V. PEREIRA a Ivone A. DE SOUZA, 2009. Antibacterial Effects of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Lamiaceae) in Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Latin American Journal of Pharmacy*. **28**(3), 460–464. ISSN 0326-2383.

GUTIERREZ, Jorge, Gabriel RODRIGUEZ, Catherine BARRY-RYAN a Paula BOURKE, 2008. Efficacy of Plant Essential Oils against Foodborne Pathogens and Spoilage Bacteria Associated with Ready-to-Eat Vegetables: Antimicrobial and Sensory Screening. *Journal of Food Protection* [online]. **71**(9), 1846–1854. ISSN 0362-028X, 1944-9097. Dostupné z: doi:10.4315/0362-028X-71.9.1846

GYRDYMOVA, Yulia V. a Svetlana A. RUBTSOVA, 2022. Caryophyllene and caryophyllene oxide: a variety of chemical transformations and biological activities. *Chemical Papers* [online]. **76**(1), 1–39. ISSN 2585-7290. Dostupné z: doi:10.1007/s11696-021-01865-8

HERBALISTA, 2018a. *Máta peprná* [online]. 2018. Dostupné z: <http://www.herbalista.cz/bylinky/mata-peprna-mentha-piperita/>

HERBALISTA, 2018b. *Třezalka tečkovaná* [online]. 2018. Dostupné z: <https://www.herbalista.cz/bylinky/trezalka-teckovana-hypericum-perforatum/>

HERBALISTA, 2019. *Lichořeřišnice větší* [online]. 2019. Dostupné z: <https://www.herbalista.cz/bylinky/lichorerisnice-vetsi-tropaeolum-majus-l/>

HERBALISTA, 2021. *Třapatkovka nachová* [online]. 2021. Dostupné z: <https://www.bylinkovo.cz/rymovnik-vyzrajte-na-rymu-a-dalsi-neduh/>

HOSEINI-MAZINANI, Seyed-Mostafa a Alireza HADIPOUR, 2016. The Response of *Calendula officinalis* L. Essential Oil Constituents to Biofertilizer. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* [online]. **19**(3), 632–639. ISSN 0972-060X, 0976-5026. Dostupné z: doi:10.1080/0972060X.2014.897593

HURYCH, Jakub, Roman ŠTÍCHA, UNIVERZITA KARLOVA, 2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA, a ÚSTAV LÉKAŘSKÉ MIKROBIOLOGIE, 2020. *Lékařská mikrobiologie: repetitorium*. ISBN 978-80-7553-844-4.

CHEN, Xiaotian, Lanyue ZHANG, Chenyu QIAN, Zhiyun DU, Peng XU a Zhangmin XIANG, 2020. Chemical compositions of essential oil extracted from *Lavandula angustifolia* and its prevention of TPA-induced inflammation. *Microchemical Journal* [online]. **153**, 104458. ISSN 0026-265X. Dostupné z: doi:10.1016/j.microc.2019.104458

JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK, 2014. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 978-80-7182-338-4.

KACHUR, Karina a Zacharias SUNTRES, 2020. The antibacterial properties of phenolic isomers, carvacrol and thymol. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. **60**(18), 3042–3053. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2019.1675585

KALÁBOVÁ, Jana, 2013. *Studium antimikrobiálního účinku vybraných druhů koření* [online]. 2013. Dostupné z: <https://docplayer.cz/17465788-Studium-antimikrobiálního-účinku-vybraných-druhů-koreni.html>

KAPLAN, Halil Mahir, 2017. Protective Effect Of *Hypericum Perforatum* Extract On Gentamicin Induced Ototoxicity. *Gazi Medical Journal* [online]. **28**(1), 8–10. ISSN 2147-2092. Dostupné z: doi:10.12996/gmj.2017.03

KASEM, Rehab F., Radwa H. HEGAZY, Mona A. A. ARAFA a Mona M. ABDELMOHSEN, 2014. Chemopreventive effect of *Mentha piperita* on dimethylbenz[a]anthracene and formaldehyde-induced tongue carcinogenesis in mice (histological and immunohistochemical study). *Journal of Oral Pathology & Medicine* [online]. **43**(7), 484–491. ISSN 1600-0714. Dostupné z: doi:10.1111/jop.12150

KECSKÉSOVÁ, Viktória, 2016. *Matematické modelování růstu mikroorganismů* [online]. 2016. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/44398741.pdf>

KIM, Gi-Chang, Jin-Sook KIM, Gyoung-Mi KIM a Song-Yi CHOI, 2017. Anti-adipogenic effects of *Tropaeolum majus* (nasturtium) ethanol extract on 3T3-L1 cells. *Food & Nutrition*

*Research* [online]. **61**(1), 1339555. ISSN 1654-6628, 1654-661X. Dostupné z: doi:10.1080/16546628.2017.1339555

KOPECKÁ, Jana a Gabriela ROTKOVÁ, 2017. *Stanovení citlivosti mikroorganizmů k antibiotikům, stanovení koncentrace antibiotik* [online]. 2017. Dostupné z: [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/js17/cviceni\\_mikrobiologie/web/pages/stanoveni\\_citlivosti\\_atb.html](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/js17/cviceni_mikrobiologie/web/pages/stanoveni_citlivosti_atb.html)

KURKIN, V. A., A. S. AKUSHSKAYA, E. V. AVDEEVA, E. I. VELMYAIKINA, E. D. DAEVA a V. I. KADENTSEV, 2011. Flavonoids from *Echinacea purpurea*. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry* [online]. **37**(7), 905–906. ISSN 1608-330X. Dostupné z: doi:10.1134/S1068162011070120

LABORATORY OF BIOSCIENCES, FUNCTIONAL, INTEGRATED AND MOLECULAR EXPLORATION, SCHOOL OF SCIENCES AND TECHNOLOGY - MOHAMMEDIA, HASSAN II UNIVERSITY OF CASABLANCA, Zineb CHOUKAIRI, Tahar HAZZAZ, Mustapha LKHIDER, José Manuel FERRANDEZ a Taoufiq FECHTALI, 2019. Effect of *Salvia officinalis* L. and *Rosmarinus officinalis* L. leaves extracts on anxiety and neural activity. *Bioinformation* [online]. **15**(3), 172–178. ISSN 09738894, 09732063. Dostupné z: doi:10.6026/97320630015172

LIU, Songyu, Yu LONG, Shuang YU, Dingkun ZHANG, Qiyue YANG, Zhimin CI, Mingquan CUI, Yulu ZHANG, Jinyan WAN, Dan LI, Ai SHI, Nan LI, Ming YANG a Junzhi LIN, 2021. Borneol in cardio-cerebrovascular diseases: Pharmacological actions, mechanisms, and therapeutics. *Pharmacological Research* [online]. **169**, 105627. ISSN 1043-6618. Dostupné z: doi:10.1016/j.phrs.2021.105627

MAHMOODI, Merat, Fatemeh AYOABI, Azita AGHAEI, Mehdi RAHMANI, Zahra TAGHIPOUR, Azar HOSSEINI, Abdollah JAFARZADEH a Mojtaba SANKIAN, 2019. Beneficial effects of *Thymus vulgaris* extract in experimental autoimmune encephalomyelitis: Clinical, histological and cytokine alterations. *Biomedicine & Pharmacotherapy* [online]. **109**, 2100–2108. ISSN 0753-3322. Dostupné z: doi:10.1016/j.biopha.2018.08.078

MCKENNA, John, 2001. *Alternativy k antibiotikům*. Cestlice: Pavla Momcilová - Medica Publishing. ISBN 978-80-85936-39-1.

MELO, Ailton C., Simone C. A. COSTA, Alanna F. CASTRO, Amanda N. V. SOUZA, Samantha W. SATO, Francislaine A. R. LÍVERO, Emerson L. B. LOURENÇO, Irinéia P. BARETTA a Evellyn C. W. LOVATO, 2018. Hydroethanolic extract of *Tropaeolum majus* promotes anxiolytic effects on rats. *Revista Brasileira de Farmacognosia* [online]. **28**(5), 589–593. ISSN 0102-695X. Dostupné z: doi:10.1016/j.bjp.2018.06.006

MESSAOUDI MOUSSII, Imane, Kaotar NAYME, Mohammed TIMINOUNI, Jamal JAMALEDDINE, Houda FILALI a Farid HAKKOU, 2020. Synergistic antibacterial effects of Moroccan *Artemisia herba alba*, *Lavandula angustifolia* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Synergy* [online]. **10**, 100057. ISSN 2213-7130. Dostupné z: doi:10.1016/j.synres.2019.100057

MILIAN VAZQUEZ, Pedro Miguel, Julia Madeline SEIFE RODRIGUEZ, Roberto Morales OJEDA, Lidia Vazquez MONTERO, Carlos Martin ALVAREZ a Maira Quiros ENRIQUEZ, 2010. *Calendula officinalis* L. for the topical treatment of recurrent vaginal candidiasis. *Boletín*

*Latinoamericano Y Del Caribe De Plantas Medicinales Y Aromaticas*. **9**(5), 343–352. ISSN 0717-7917.

MISHIMA, Satoshi, Kiyoto SAITO, Hiroe MARUYAMA, Makoto INOUE, Takenori YAMASHITA, Torao ISHIDA a Yeunhwa GU, 2004. Antioxidant and Immuno-Enhancing Effects of Echinacea purpurea. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* [online]. **27**(7), 1004–1009. ISSN 0918-6158, 1347-5215. Dostupné z: doi:10.1248/bpb.27.1004

MISHRA, Arun K., Amrita MISHRA, PRAGYA a Pronobesh CHATTOPADHYAY, 2018. Screening of acute and sub-chronic dermal toxicity of Calendula officinalis L essential oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* [online]. **98**, 184–189. ISSN 0273-2300. Dostupné z: doi:10.1016/j.yrtph.2018.07.027

MOGHADDAM, Mohammad, Maryam POURBAIGE, Heydar Kourosch TABAR, Nasrin FARHADI a Seyed Mohammad Ahmadi HOSSEINI, 2013. Composition and Antifungal Activity of Peppermint (*Mentha piperita*) Essential Oil from Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* [online]. **16**(4), 506–512. ISSN 0972-060X. Dostupné z: doi:10.1080/0972060X.2013.813265

MONTEIRO, Julio Marcelino, Ulysses Paulino de ALBUQUERQUE, Elcida de Lima ARAÚJO a Elba Lúcia Cavalcanti de AMORIM, 2005. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. *Química Nova* [online]. **28**, 892–896. ISSN 0100-4042, 1678-7064. Dostupné z: doi:10.1590/S0100-40422005000500029

NIIZU, P.y. a Delia B. RODRIGUEZ-AMAYA, 2005. Flowers and Leaves of *Tropaeolum majus* L. as Rich Sources of Lutein. *Journal of Food Science* [online]. **70**(9), S605–S609. ISSN 1750-3841. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2621.2005.tb08336.x

OLENNIKOV, D. N. a L. M. TANKHAEVA, 2010. Quantitative determination of phenolic compounds in *Mentha piperita* leaves. *Chemistry of Natural Compounds* [online]. **46**(1), 22–27. ISSN 1573-8388. Dostupné z: doi:10.1007/s10600-010-9516-6

OLIVEIRA, Daniela Moura de a Deborah Helena Markowicz BASTOS, 2011. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. *Química Nova* [online]. **34**, 1051–1056. ISSN 0100-4042, 1678-7064. Dostupné z: doi:10.1590/S0100-40422011000600023

OPLETAL, Lubomír, 2016. *Přírodní látky a jejich biologická aktivita. sekundární metabolity rostlin*. ISBN 978-80-246-2084-8.

PADERTA, Lukáš a Silvie LUBĚNOVÁ, 2017. *Superbyliny: 50 léčivěk pro 21. století*. ISBN 978-80-87575-77-2.

PALANI, S., S. RAJA, R. NARESH a B. SENTHIL KUMAR, 2010. Evaluation of nephroprotective, diuretic, and antioxidant activities of *Plectranthus amboinicus* on acetaminophen-induced nephrotoxic rats. *Toxicology Mechanisms and Methods* [online]. **20**(4), 213–221. ISSN 1537-6516. Dostupné z: doi:10.3109/15376511003736787

PAMELA MASON, 2008. *1000 rad domácího lékaře: ověřené způsoby léčení běžných zdravotních obtíží*. Praha: Reader's Digest Výběr. ISBN 978-80-86880-64-8.

PAMPLONA ROGER, Jorge D, 2008. *Encyklopedie léčivých rostlin*. Praha: Advent-Orion. ISBN 978-80-7172-119-2.

PATEL, Om P. S., Richard M. BETECK a Lesetja J. LEGOABE, 2021. Antimalarial application of quinones: A recent update. *European Journal of Medicinal Chemistry* [online]. **210**, 113084. ISSN 0223-5234. Dostupné z: doi:10.1016/j.ejmech.2020.113084

PEDAGOGICKÁ FAKULTA MASARYKOVY UNIVERZITY, 2008. *Vakuová technika* [online]. 2008. Dostupné z: [https://assets.buchi.com/image/upload/v1619794901/pdf/Operation-Manuals/OM\\_11593663\\_R-100\\_en.pdf](https://assets.buchi.com/image/upload/v1619794901/pdf/Operation-Manuals/OM_11593663_R-100_en.pdf)

PELKONEN, Olavi, Khaled ABASS a Jacqueline WIESNER, 2013. Thujone and thujone-containing herbal medicinal and botanical products: Toxicological assessment. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* [online]. **65**(1), 100–107. ISSN 0273-2300. Dostupné z: doi:10.1016/j.yrtph.2012.11.002

PHARMA AND BIOTECH INDUSTRY REPORTS (FIRMA), 2012. *Klinicky významné bakterie*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-588-6.

PREETHI, Korengath Chandran a Ramadasan KUTTAN, 2009. Hepato and reno protective action of *Calendula officinalis* L. flower extract. *Indian Journal of Experimental Biology*. **47**(3), 163–168. ISSN 0019-5189.

PUBCHEM, [b.r.]. *alpha-Thujone* [online]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/261491#section=Information-Sources>

PUBCHEM, [b.r.]. *Borneol* [online]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/64685>

PUBCHEM, [b.r.]. *Limonene* [online] [vid. 2021c-12-08]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/22311>

PUBCHEM, [b.r.]. *Thymol* [online] [vid. 2021d-12-08]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6989>

RAJESH, Venugopalan a Kathirvel GAYATHRI, 2015. Angiogenesis modulation by *Plectranthus amboinicus* leaf extract and its fractions on chorioallantoic membrane and tumor induced angiogenesis. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine* [online]. **15**(4), 257–276. ISSN 2211-1069. Dostupné z: doi:10.1007/s13596-015-0198-2

RATHOD, Nikheel Bhojraj, Piotr KULAWIK, Fatih OZOGUL, Joe M. REGENSTEIN a Yesim OZOGUL, 2021. Biological activity of plant-based carvacrol and thymol and their impact on human health and food quality. *Trends in Food Science & Technology* [online]. **116**, 733–748. ISSN 0924-2244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2021.08.023

RODRÍGUEZ-ANGELES, Guadalupe, 2002. Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. *Salud Pública de México* [online]. **44**(5) [vid. 2021-11-16]. ISSN 0036-3634. Dostupné z: doi:10.1590/S0036-36342002000500011

SHIMADA, Atsumi, Hiroshi UENO a Masanori INAGAKI, 2021. Glutaminase inhibitory activities of pentacyclic triterpenes isolated from *Thymus vulgaris* L. *Natural Product Research* [online]. **0**(0), 1–5. ISSN 1478-6419. Dostupné z: doi:10.1080/14786419.2021.1921766

SCHAUER, Thomas, Claus CASPARI a Miroslav VOLF, 2014. *Svět rostlin: 1150 květin, trav, travin, stromů a keřů střední Evropy*. Čestlice: Rebo. ISBN 978-80-255-0840-4.

SCHINDLER, Jiří, 2010. *Mikrobiologie: pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3170-4.

SIKANDER, Mohammad, Shabnam MALIK, Kehkashan PARVEEN, Maqsood AHMAD, Deepak YADAV, Zubair Bin HAFEEZ a Manish BANSAL, 2013. Hepatoprotective effect of *Origanum vulgare* in Wistar rats against carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity. *Protoplasma* [online]. **250**(2), 483–493. ISSN 1615-6102. Dostupné z: doi:10.1007/s00709-012-0431-5

SILVA, Ana Sanches, Devesh TEWARI, Antoni SUREDA, Ipek SUNTAR, Tarun BELWAL, Maurizio BATTINO, Seyed M. NABAVI a Seyed F. NABAVI, 2021. The evidence of health benefits and food applications of *Thymus vulgaris* L. *Trends in Food Science & Technology* [online]. [vid. 2021-11-17]. ISSN 0924-2244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2021.11.010

SIVOK, Petr, 2021. *Rýmovník: vyzrajte na rýmu a další neduhy* [online]. 6 2021. Dostupné z: <https://www.bylinkovo.cz/rymovnik-vyzrajte-na-rymu-a-dalsi-neduh/>

SPIPKOVÁ, Jiřina, Jan MARTIN a Tomáš SIATKA, 2016. *Farmakognozie* [online] [vid. 2021-12-15]. ISBN 978-80-246-3294-0. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1338010>

STAHL-BISKUP, E. a R. P. VENSKUTONIS, 2012. 27 - Thyme. In: K. V. PETER, ed. *Handbook of Herbs and Spices (Second Edition)* [online]. B.m.: Woodhead Publishing, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, s. 499–525 [vid. 2021-11-17]. ISBN 978-0-85709-039-3. Dostupné z: doi:10.1533/9780857095671.499

STEŠEVIĆ, Danijela, Željko JAĆIMOVIĆ, Zlatko ŠATOVIĆ, Aida ŠAPČANIN, Gordan JANČAN, Milica KOSOVIĆ a Biljana DAMJANOVIĆ-VRATNICA, 2018. Chemical Characterization of Wild Growing *Origanum vulgare* Populations in Montenegro. *Natural Product Communications* [online]. **13**(10), 1934578X1801301031. ISSN 1934-578X. Dostupné z: doi:10.1177/1934578X1801301031

ŠÍSTKOVÁ, 2016. *Faktory ovlivňující množství a kvalitu látek fenolické povahy v rodu Salvia. L. (šalvěj)* [online]. Lednice. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Dostupné z: [https://theses.cz/id/j7hq6r/zaverecna\\_prace.pdf](https://theses.cz/id/j7hq6r/zaverecna_prace.pdf)

'T HART, L. A., 1991. Immunomodulation by quinones. *Pharmaceutisch Weekblad* [online]. **13**(3), 127–129. ISSN 1573-739X. Dostupné z: doi:10.1007/BF01981529

TAHER, Yousef A., 2012. Antinociceptive activity of *Mentha piperita* leaf aqueous extract in mice. *Libyan Journal of Medicine* [online]. **7**(1), 16205. ISSN 1993-2820. Dostupné z: doi:10.3402/ljm.v7i0.16205

ULLAH, Naveed, Mir Azam KHAN, Taous KHAN, Afzal Haq ASIF a Waqar AHMAD, 2014. *Mentha piperita* in nephrotoxicity - a possible intervention to ameliorate renal derangements associated with gentamicin. *Indian Journal of Pharmacology* [online]. **46**(2), 166. ISSN 0253-7613. Dostupné z: doi:10.4103/0253-7613.129309

UZBAY, Tayfun I., 2008. Hypericum perforatum and substance dependence: a review. *Phytotherapy Research* [online]. **22**(5), 578–582. ISSN 1099-1573. Dostupné z: doi:10.1002/ptr.2420

VAZIRIAN, M, M MOHAMMADI, M H FARZAEI, G AMIN a Y AMANZADEH, [b.r.]. Chemical composition and antioxidant activity of *Origanum vulgare* subsp. *vulgare* essential oil from Iran. 6.

VELDHUIZEN, E. J. A., J. L. M. TJEERDSMA-VAN BOKHOVEN, C. ZWEIJTZER, S. A. BURT a H. P. HAAGSMAN, 2006. Structural requirements for the antimicrobial activity of carvacrol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. **54**(5), 1874–1879. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf052564y

VELICKOVIC, Dragan, Novica RANDJELOVIC, Mihailo RISTIC, Ana VELICKOVIC a Andrija SMELCEROVIC, 2003. Chemical constituents and antimicrobial activity of the ethanol extracts obtained from the flower, leaf and stem of *Salvia officinalis* L. *Journal of the Serbian Chemical Society* [online]. **68**(1), 17–24. ISSN 0352-5139, 1820-7421. Dostupné z: doi:10.2298/JSC0301017V

VERMA, Alok K. a Ram PRATAP, 2012. Chemistry of biologically important flavones. *Tetrahedron* [online]. **68**(41), 8523–8538. ISSN 0040-4020. Dostupné z: doi:10.1016/j.tet.2012.06.097

VISWANATHASWAMY, A. H. M., B. C. KOTI, Aparna GORE, A. H. M. THIPPESWAMY a R. V. KULKARNI, 2011. Antihyperglycemic and Antihyperlipidemic Activity of *Plectranthus Amboinicus* on Normal and Alloxan-Induced Diabetic Rats. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*. **73**(2), 139–145. ISSN 0250-474X.

WIKISKRIPTA, 2018. *X-vázaná adrenoleukodystrofi* [online]. 2018. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/X-v%C3%A1zan%C3%A1\\_adrenoleukodystrofi](https://www.wikiskripta.eu/w/X-v%C3%A1zan%C3%A1_adrenoleukodystrofi)

XUAN, Song Hua, Ga Yoon KIM, Ji Yeon YU, Jee Won KIM, Ye Rim YANG, Young Hee JEON, Yoon Ju JEONG, A. Rang KIM a Soo Nam PARK, 2016. Antioxidant and Cellular Protective Effects against Oxidative Stress of *Calendula officinalis* Flowers Extracts in Human Skin Cells. *Applied Chemistry for Engineering* [online]. **27**(6), 620–626. ISSN 1225-0112. Dostupné z: doi:10.14478/ace.2016.1093

YOO, Hyun-Jun a Su-Kyung JWA, 2018. Inhibitory effects of  $\beta$ -caryophyllene on *Streptococcus mutans* biofilm. *Archives of Oral Biology* [online]. **88**, 42–46. ISSN 0003-9969. Dostupné z: doi:10.1016/j.archoralbio.2018.01.009

ZAGUMENNIKOV, V. B., E. Yu. BABAEVA, A. L. PETROVA a I. P. MALAKHOVA, 2013. Studies of total ash and moisture in fresh *Echinacea purpurea* herb. *Pharmaceutical Chemistry Journal* [online]. **46**(10), 603–605. ISSN 1573-9031. Dostupné z: doi:10.1007/s11094-013-0854-0

ZÁVODSKÁ, Radka, 2006. *Biologie buněk: základy cytologie, bakteriologie, virologie*. Praha: Scientia. ISBN 978-80-86960-15-9.

ZHU, Qiu-Yan, San TANG, Xiao-Qian YANG, Huang DING, Xiao-Dan LIU, Xin-Bing ZENG, Xiao-Ping HUANG a Chang-Qing DENG, 2022. Borneol enhances the protective effect

against cerebral ischemia/reperfusion injury by promoting the access of astragaloside IV and the components of *Panax notoginseng* saponins into the brain. *Phytomedicine* [online]. **94**, 153822. ISSN 0944-7113. Dostupné z: doi:10.1016/j.phymed.2021.153822



## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Šalvej lékařská ( <i>Salvia officinalis</i> ). Autor: Walther Otto Müller. 1897 .....	13
Obrázek 2 - Lichořeřišnice větší ( <i>Tropaeolum majus</i> ). Autor: Sydenham Edwards. 1787 .....	17
Obrázek 3 - Levandule lékařská ( <i>Lavandula angustifolia</i> ). Autor: Franz Eugen Köhler. 1897 .....	21
Obrázek 4 - Dobromysl obecná ( <i>Origanum vulgare</i> ). Autor: Carl Axel Magnus Lindman. 1917 .....	24
Obrázek 5 - Měsíček lékařský ( <i>Calendula officinalis</i> ). Autor: Franz Eugen Köhler. 1897 .....	27
Obrázek 6 - Tymián obecný ( <i>Thymus vulgaris</i> ). Autor: Walther Otto Müller. 1897 .....	31
Obrázek 7 - Máta peprná ( <i>Mentha x piperita</i> ). Autor: Franz Eugen Köhler. 1897 .....	34
Obrázek 8 - Třezalka tečkovaná ( <i>Hypericum perforatum</i> ). Autor: Otto Wilhelm Thomé. 1885 .....	37
Obrázek 9 - Třapatkovka nachová ( <i>Echinacea purpurea</i> ). Autor: Alice Chodura. 1787 .....	40
Obrázek 10 - <i>Plectranthus amboinicus</i> . Autor: Kuttelvaserova Stuchelova .....	42
Obrázek 11 - 1,4-benzochinon. Autor: Bangin – Vlastní dílo pomocí BKChem. 2006 .....	48
Obrázek 12 - Naftochinon. Autor: Karol Głąb – Vlastní dílo pomocí Inkscape. 2007 .....	48
Obrázek 13 - Antrachinon. Autor: Calvero – Vlastní dílo pomocí: ChemDraw .....	48
Obrázek 14 - Thymol. Autor: PubChem .....	53
Obrázek 15 - Karvakrol. Autor: PubChem .....	53
Obrázek 16 - Limonen. Autor: PubChem .....	54
Obrázek 17 - Borneol. Autor: PubChem .....	55
Obrázek 18 - Thujon. Autor: PubChem .....	56
Obrázek 19 - Karyofylen. Autor: PubChem .....	57
Obrázek 20 - Soxhletův extraktor. Foto: autor .....	65
Obrázek 21 - Jednoduchá rotační vakuová odparka. Foto: autor .....	67
Obrázek 22 - Biosan RTS-1. Foto: autor .....	69
Obrázek 23 - Lichořeřišnice větší (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	87
Obrázek 25 - Vzorky naložené v ethanolu. Foto: autor .....	87
Obrázek 24 - Šalvěj lékařská (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	87
Obrázek 26 - Levandule lékařská (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	87
Obrázek 27 - Dobromysl obecná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	87
Obrázek 28 - Vzorky naložené v destilované vodě. Foto: autor .....	87
Obrázek 29 - Měsíček lékařský (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	88
Obrázek 30 - Tymián obecný (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	88
Obrázek 31 - Třezalka tečkovaná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	88
Obrázek 32 - Máta peprná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	88

Obrázek 33 - Třapatkovka nachová (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor ...	88
Obrázek 34 - Rýmovník (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	88
Obrázek 35 - Přefiltrované vzorky po měsíci uležení – ethanol. Foto: autor.....	89
Obrázek 36 - Přefiltrované vzorky – Šalvěj lékařská (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	89
Obrázek 37 - Přefiltrované vzorky – Lichořeřišnice větší (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	89
Obrázek 38 - Přefiltrované vzorky po měsíci uležení – destilovaná voda. Foto: autor .....	89
Obrázek 39 - Přefiltrované vzorky – Dobromysl obecná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	89
Obrázek 40 - Přefiltrované vzorky – Levandule lékařská (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	89
Obrázek 41 - Přefiltrované vzorky – Tymián obecný (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	90
Obrázek 42 - Přefiltrované vzorky – Měsíček lékařský (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	90
Obrázek 43 - Přefiltrované vzorky – Třezalka tečkovaná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	90
Obrázek 44 - Přefiltrované vzorky – Máta peprná (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	90
Obrázek 45 - Přefiltrované vzorky – Třapatkovka nachová (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor .....	90
Obrázek 46 - Přefiltrované vzorky – Rýmovník (vlevo ethanol, vpravo destilovaná voda). Foto: autor.....	90
Obrázek 47 - MIC vybraných esenciálních olejů proti vybraným druhům G- a G+ bakterií (šalvěj). Autor: Guitierrez et. al. 2008. Upraveno autorem.....	91
Obrázek 48 - MIC vybraných esenciálních olejů proti G- a G+ bakteriím (dobromysl a tymián). Autor: Gutierrez et al. 2008. Upraveno autorem.....	92

## Seznam grafů

Graf 1 - Standardní vzorek <i>S. aureus</i> .....	70
Graf 2 - <i>S. aureus</i> (vyšší koncentrace) a dobromysl 3:1 (Soxhletův extraktor).....	71
Graf 3 - <i>S. aureus</i> a dobromysl 1:1 (Soxhletův extraktor) .....	73
Graf 4 - <i>S. aureus</i> a dobromysl 3:1 (Soxhletův extraktor) .....	73
Graf 5 - <i>S. aureus</i> a tymián (Soxhletův extraktor) .....	74
Graf 6 - <i>S. aureus</i> a šalvěj (Soxhletův extraktor).....	74
Graf 7 - <i>S. aureus</i> a lichořeřišnice (Soxhletův extraktor) .....	74
Graf 8 - <i>S. aureus</i> a třapatkovka (Soxhletův extraktor) .....	75
Graf 9 - <i>S. aureus</i> a rýmovník (Soxhletův extraktor).....	75
Graf 10 - Standardní vzorek <i>E. coli</i> .....	75
Graf 11 - <i>E. coli</i> a dobromysl (Soxhletův extraktor).....	76
Graf 12 - <i>E. coli</i> a tymián (Soxhletův extraktor).....	76
Graf 13 - <i>E. coli</i> a šalvěj (Soxhletův extraktor) .....	76
Graf 14 - <i>E. coli</i> a lichořeřišnice (Soxhletův extraktor).....	77
Graf 15 - <i>E. coli</i> a třapatkovka (Soxhletův extraktor).....	77
Graf 16 - <i>E. coli</i> a rýmovník (Soxhletův extraktor) .....	77
Graf 17 - <i>S. aureus</i> a dobromysl (vodný extrakt).....	78
Graf 18 - <i>S. aureus</i> a tymián (vodný extrakt).....	78
Graf 19 - <i>S. aureus</i> a šalvěj (vodný extrakt).....	78
Graf 20 - <i>S. aureus</i> a lichořeřišnice (vodný extrakt) .....	79
Graf 21 - <i>S. aureus</i> a třapatkovka (vodný extrakt).....	79
Graf 22 - <i>S. aureus</i> a rýmovník (vodný extrakt) .....	79
Graf 23 - <i>E. coli</i> a dobromysl (vodný extrakt) .....	80
Graf 24 - <i>E. coli</i> a tymián (vodný extrakt) .....	80
Graf 25 - <i>E. coli</i> a šalvěj (vodný extrakt).....	80
Graf 26 - <i>E. coli</i> a lichořeřišnice (vodný extrakt).....	81
Graf 27 - <i>E. coli</i> a třapatkovka (vodný extrakt) .....	81
Graf 28 - <i>E. coli</i> a rýmovník (vodný extrakt).....	81

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1- Příprava rostlinných vzorků .....	64
Tabulka 2 - Hmotnost rostlinných vzorků pro extrakci v Soxhletově extraktoru .....	66
Tabulka 3 - Hmotnost extraktu po destilaci .....	68
Tabulka 4 - Vzorky dobromysli .....	71
Tabulka 5 - Hodnoty optické denzity .....	93