

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



Výběr odrůd druhů *Allium sativum*, *Ocimum basilicum* a  
*Thymus* spp. z hlediska pěstování a využití

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Klouček Pavel Ph.D.

Autor práce: Klára Kostková

2012

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Výběr odrůd druhů *Allium sativum*, *Ocimum basilicum* a *Thymus spp.* z hlediska pěstování a využití“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne 12. dubna 2012

Klára Kostková

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlu Kloučkovi, Ph.D. za pomoc při výběru tématu, za odborné vedení a také za cenné připomínky a rady během psaní práce. Dále bych ráda poděkovala svým rodičům, kteří mi umožnili studium a vždy mě plně podporovali.

# Autorský referát

Silice jsou produktem sekundárního metabolismu rostlin. Jsou těkavé a nerozpustné ve vodě. Složení a výskyt silic v rostlině je u každého druhu zcela odlišný. U vybraných odrůd druhů *Allium sativum*, *Ocimum basilicum* a *Thymus vulgaris* byla zjišťována výtěžnost silice a látky, které v ní byly obsaženy. U tymiánu a bazalky se droga nachází v nati a u česneku v cibuli.

Ve Výzkumné stanici Praha - Uhřetěves bylo vyseto několik odrůd druhů *Thymus vulgaris* a *Ocimum basilicum*. V průběhu celé vegetace byl sledován počet rostlin, počet pater a rostliny byly následně odebrány. Celkem bylo uskutečněno 6 odběrů (červenec - září). Následně byly rostliny usušeny a hydrodestilací získána silice. Množství silice v mililitrech bylo přepočteno na kilogram sušené hmoty. *Allium sativum* nebyl vysazen ve Výzkumné stanici, ale byly pořízeny cibule z Genové banky v Olomouci. Složení silice ze získaných rostlin a látek v ní obsažených bylo vyhodnoceno na plynovém chromatografu.

Nejvyšších rozměrů dle počtu pater dosahovaly *Thymus vulgaris* od firmy Nohel Garden (8 pater) a *Ocimum basilicum* - chianti od firmy Kiepenkerl (7,5 patra) při odběru číslo 3. Při dalších odběrech nebyl patrný další nárůst. Hmotnost jedné rostliny (6. odběr) bazalky se pohybovala v rozmezí 17 - 20 g a tymiánu 2 - 4 g. Největší obsah silice byl dosažen u odběru číslo 3 (12. 8.), kdy byly rostliny v plném květu. Nejvyšší výtěžnost silice ve všech odběrech dosáhl *Thymus vulgaris* od firmy Nohel Garden, *Ocimum basilicum* - citrónová od firmy Kiepenkerl a *Allium sativum* odrůda Zahorsky.

Hlavní látkou ve všech odrůdách bazalky byl linalool s průměrným obsahem 50 %. Nejvyšší obsah linaloolu v průběhu vegetace vykazovala bazalka chianti (46-63 %). Dalšími látkami, které se v silici vyskytovaly byly eugenol u bazalky chianti a širokolisté, methylchavikol u bazalky salátové, neral a geranial u bazalky citrónové. U všech odrůd česneku kuchyňského zcela převažoval vyšší obsah diallyltrisulfidu oproti diallyldisulfidu. Na obsah diallyldisulfidu byl nejbohatší česnek odrůdy Kalen (prům. 40 %) a na diallyltrisulfid odrůda landrace (EVI-GEZ 09H0101077), průměrně 44,78 %. U odrůd tymiánu nebyl zcela viditelný rozdíl v obsahu látek, které byly v silici obsaženy. Obsah tymolu se pohyboval v rozmezí 57-67 % a obsah karvakrolu 2,6-4,1 %.

**Klíčová slova:** silice, hydrodestilace, bazalka, česnek, tymián

# Summary

Essential oil is a product of the secondary metabolism of plants. It is volatile and insoluble in the water. The composition and presence of essential oils in a plant is completely different among each species. For chosen varieties of species *Allium sativum*, *Ocimum basilicum* and *Thymus vulgaris* yield of essential oil and substance, which were contained in it, was being detected. For thyme and basil the drug is located in leaves and for garlic in the bulb.

In the Research station Praha – Uhřetěves several varieties of species *Thymus vulgaris* and *Ocimum basilicum* were sown. During the whole vegetation the number of plants, number of floors was observed and plants were subsequently gathered. There has 6 harvests in total (july - september). The plants were subsequently dried and essential oils were isolated by hydrodistillation. The amount of essential oil to yield in milliliters per kilogram of dried matter was converted. *Allium sativum* was not sown in Research station, but the bulbs were obtained from the Gene bank in Olomouc. The composition of essential oil from harvested plants and its composition was evaluated by gas chromatography.

The highest sizes number of floors was reached by *Thymus vulgaris* from the company Nohel Garden (8 floors) and *Ocimum basilicum* – chianti from the company Kiepenkerl (7,5 floors) for harvest number 3. For subsequent harvests were no significant increase. The weight of one plant of basil was in range of 17 – 20 g and thyme 2 – 4 g. The highest content of essential oil was reached in harvest number 6 (12. 8.), when the plants were in a full bloom. The highest yield of essential oil among all harvests was reached by *Thymus vulgaris* from the company Nohel Garden, *Ocimum basilicum* – citrónová from the company Kiepenkerl and *Allium sativum* variety Zahorsky.

The main substance in all varieties of basil was linalool with average content 50%. The highest content of linalool during the vegetation showed basil chianti (46-63%). Next substances, which were contained in essential oil were eugenol for basil chianti and širokolistá, methylchavikol for basil salátová, neral and geranial for basil citrónová. Among all varieties of garlic higher content of diallyltrisulfid then diallyldisulfid completely prevailed. Garlic variety Kalen (avg. 40%) was richest in content of diallyldisulfid and garlic variety landrace (EVIGEZ 09H0101077), average 44,78% was richest in content of diallyltrisulfid. Among varieties of thyme there was no visible difference in content of substances, which were contained in the essential oil. The content of tymol was in the range of 57 – 67% and the content of karvakrol was 2,6 – 4,1%.

**Keywords:** essential oil, hydrodistillation, basil, garlic, thyme

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Přehled literatury</b>	<b>4</b>
3.1	Produkce rostlin . . . . .	4
3.2	Silice . . . . .	5
3.2.1	Obecná charakteristika . . . . .	5
3.2.2	Historie . . . . .	6
3.2.3	Produkce . . . . .	8
3.2.4	Získávání . . . . .	9
3.2.5	Chemické složení . . . . .	10
3.2.6	Využití . . . . .	11
3.3	Vybrané druhy rostlin . . . . .	13
3.3.1	Bazalka pravá ( <i>Ocimum basilicum</i> ) . . . . .	13
3.3.2	Česnek kuchyňský ( <i>Allium sativum</i> ) . . . . .	16
3.3.3	Tymián ( <i>Thymus vulgaris</i> ) . . . . .	18
<b>4</b>	<b>Materiál a metody</b>	<b>22</b>
4.1	Odrůdy a jejich výsev . . . . .	24
4.2	Kontrola a ošetření porostu . . . . .	25
4.3	Odběry . . . . .	25
4.4	Zpracování vzorků . . . . .	26
4.5	Hydrodestilace . . . . .	27
4.6	Mikrodestilace . . . . .	27
4.7	Plynová chromatografie . . . . .	27
<b>5</b>	<b>Výsledky</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>43</b>
	<b>Literatura</b>	<b>44</b>
	<b>Seznam obrázků</b>	<b>49</b>



# 1. Úvod

Pěstování léčivých, aromatických a kořeninových rostlin (dále jen LAKR) má v ČR svoji tradici. Po vstupu ČR do Evropské unie se situace na trhu s LAKR změnila. V porovnání s předchozími roky byl zaznamenán pokles ploch téměř o 1/6. Po výrazném nárůstu ploch pěstování v letech 2003 a 2004 na 8 355 ha, došlo v roce 2006 k poklesu na 5 858 ha, z toho se léčivé rostliny pěstovaly na 2 429 ha, kořeninové a aromatické na 3 429 ha. Není zde evidována makovina. Hlavním důvodem takto výrazného kolísání je především stále se měnící situace v odbytu LAKR v tuzemském prostředí, dovoz zpracovatelských firem z Argentiny, Egypta, Polska, Turecka, Ukrajiny, Rumunska, Bulharska, Maďarska a dalších států za výhodné nákupní ceny (levná pracovní síla), někdy i horší kvality. Ve světovém i evropském měřítku ale nabývá pěstování na významu, a to v současné době ani ne tak z kvantitativního hlediska, jako především z pohledu rostoucích nároků na kvalitu produktu. Proto je hlavním světovým trendem posledních let zavedení správné pěstitelské praxe včetně posklizňové úpravy a skladování v konvenčním a ekologickém zemědělství (Štolcová a Vildová, 2008).

Léčivé rostliny byly až do začátku dvacátého století hlavním zdrojem léčivých přípravků. S rozvojem chemie se jejich význam začal snižovat, přesto jsou dnes důležitými surovinami farmaceutického průmyslu. Ve dvou třetinách obydleného světa jsou často jediným dosažitelným zdrojem při léčení člověka i hospodářských zvířat. Ve vyspělých státech světa se dnes velmi často využívají i jako zdroje alternativní medicíny (Štolcová, 2003).

V dnešní době představuje Evropa významné obchodní centrum s LAKR na trhu. Je to především dáno vysokou poptávkou a dobrými klimatickými podmínkami, které zde panují. Mezi nejvýznamnější pěstované druhy v Evropě můžeme zařadit kmín kořený, koriandr setý, fenykl obecný, ostropestřec mariánský, anýz vonný, pelyněk pravý, heřmánek pravý a třezalku tečkovanou. Mezi tradiční velkoplošně pěstované LAKR v ČR patří hlavně kmín kořený, ostropestřec mariánský a námel. Potěšující je, že stoupá zájem o pěstování zahrádkářským (hobby) způsobem a sběrem.

V souladu s EU i světem nabývá v tuzemském prostředí na vážnosti otázka kvality; předmětem zájmu pěstitelů i spotřebitelů se stále více stává ekologická produkce LAKR. V roce 2005 zaujímala ekologicky obhospodařovaná půda ve světě cca 26,46 mil. ha. V EU byla ekologická produkce v roce 2002 cca 3,36 % celkové zemědělsky využívané plochy.

V ČR v roce 2006 hospodařilo dle ČSÚ v ekologickém systému zemědělství 963 subjektů na výměře téměř 281,5 ha, což představuje 6,6 % zemědělského půdního fondu ČR. Ekologickým způsobem byly v roce 2006 v České republice pěstovány LAKR na 250 ha. Od roku 2007 je podpora poskytována v rámci Programu rozvoje venkova EAFRD, a to formou dotací na



hektar na základě nařízení vlády č. 79/3007 Sb. Nařízení stanovuje sazbu na 155 EUR/ha orné půdy, 71 EUR/ha trvalých travních porostů, 849 EUR/ha vinice, ovocného sadu nebo chmelnice a 564 EUR/ha orné půdy, na které je pěstována zelenina nebo speciální byliny.

Základem ekologického pěstování rostlin je vyvážený osevní postup, který umožňuje udržení nebo zvýšení úrodnosti půdy. Je zakázáno pěstování stejných nebo blízce příbuzných plodin po sobě. Důležitá je také výživa a hnojení. V případě ekologického pěstování LAKR jsou jako organická hnojiva používána zejména koňský hnůj, kompost, žampionový substrát, štěpky, rašelina, sláma a rostlinná jácha. K pěstování LAKR je základem pořízení správného rozmnožovacího materiálu z uznaných, ekologicky vedených ploch. V případě komodity LAKR je sortiment osiv a sadby malý nebo u některých chybí úplně. Proto se u některých LAKR využívá nemořené osivo a sadba vypěstovaná konvenčním způsobem (Štolcová a Vildová, 2008).

## 2. Cíl práce

Cílem této práce byl výběr nejvhodnějších odrůd *Allium sativum*, *Thymus vulgaris* a *Ocimum basilicum* z hlediska pěstování, výnosu, výtěžnosti (kvantitativní ukazatele) a složení silice (kvalitativní ukazatel).

Dílními cíli bylo vypěstovat z dostupných odrůd dostatek rostlinného materiálu, aby mohly být provedeny odběry a vyhodnocení ideální doby sklizně z hlediska výtěžnosti u jednotlivých druhů, ověření možnosti využití mikrodestilace jako alternativy k hydrodestilaci.

# 3. Přehled literatury

## 3.1 Produkce rostlin

V roce 2010 vzrostly v ČR pěstební plochy léčivých a kořeninových rostlin na 7864 ha s produkcí 5605 t a výnosem 0,71 t/ha. Na nízkých hodnotách výnosu v těchto letech nese podíl nejen průběh klimatických podmínek, ale také podíl nezkušených pěstitelů a vysoký podíl hlavní pěstované plodiny – ostropestřece. Dalšími nejvýznamnějšími velkoplošně pěstovanými komoditami byly v roce 2009 a 2010 stále kmín, námel a mák s využitím makoviny (Branžovský, 2010).

Rok	2000	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Sklizňová plocha (ha)</b>	7 019	11 421	8 355	5 858	5 184	4 015	5 674	7 864
<b>Produkce (t)</b>	4 558	7 289	7 666	4 727	3 925	3 847	3 900	5 605
<b>Výnos (t/ha)</b>	0,74	0,64	0,92	0,81	0,76	0,96	0,69	0,71

Tabulka 3.1: Vývoj ploch a produkce rostlin skupiny LAKR v ČR (Branžovský, 2011)

Na celém světě se pak obchoduje přibližně s 2500 druhy léčivých, aromatických a kořeninových rostlin, přes 4000 druhů patří mezi ohrožené. Nejvíce rostlinných druhů, používaných jako léčivé, kořeninové a aromatické rostliny pochází z asijského (Čína, Indie, Thajsko a Vietnam) a amerického centra (USA). V EU se jako léčivých, aromatických a kořeninových rostlin používá asi 2000 druhů, z toho ve Francii cca 900 druhů, v Německu 1500 druhů, v Maďarsku 270 druhů, v České republice 300 druhů atd. (Branžovský, 2010).

Celosvětově obchod s léčivými rostlinami (kapitola 1211 KN) dosáhl v roce 2009 dle statistické databáze komoditního trhu OSN - COMTRADE obrátu 3,172 mld. USD. Celosvětově bylo dovezeno 1,651 mld. USD a vyvezeno 1,520 mld. USD (Branžovský, 2010). Produkce tymiánu je celosvětově odhadována na 1 125 tis. USD, bazalky na 1 540 tis. USD a česneku na 1 200 tis. USD (Hay a Waterman, 1993).

Rok	Dovoz (mil. USD)	Vývoz (mil. USD)
1990	1 122,870	694,250
2007	1 510,062	1 306,294
2008	1 786,038	1 567,669
2009	1 651,540	1 520,238

Tabulka 3.2: Přehled světového obchodu LAKR (Branžovský, 2011)

Světový obchod léčivých, aromatických a kořeninových rostlin je realizován ve třech nejvýznamnějších obchodních centrech – evropském, americkém a asijském. Celosvětově je nej-

významnějším obchodním (importním) celkem Evropa. V rámci jednotlivých zemí zastávají nejvýznamnější místa Čína, USA, Německo a Indie – mezi hlavní vývozce léčivých, aromatických a kořeninových rostlin patří Čína, Německo, USA, Kanada, Indie, mezi dovozce pak USA, Čína, Německo, Japonsko a Francie. V roce 2009 byla největší část světového exportu léčivých, aromatických a kořeninových rostlin vyvezena z Číny, USA, Německa, Indie a Kanady; ve stejném období bylo 49 % světového importu dovezeno do USA, 15 % do Číny, 11 % do Německa, 10 % do Japonska a 9 % do Francie (Branžovský, 2010).

Nejvíce česneku se pěstuje ve Španělsku, Maďarsku, Itálii, Československu a Francii. Obrovské množství česneku pěstují v Číně, Indii, Egyptě a Japonsku. Argentina, Mexiko a USA jsou hlavními producenty česneku (Reuter a Sendl, 1994).

Rok	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Vývoj osevních ploch (ha)</b>	381	333	328	337	357	304	286	288
<b>Celková sklizeň (t)</b>	953	1 927	1 712	2 079	2 038	1 759	1 590	1 457
<b>Průměrný výnos (t/ha)</b>	2,50	5,79	5,22	6,17	5,70	5,78	5,57	5,06
<b>Průměrné roční ceny (Kč/t)</b>	32 050	40 131	44 744	43 268	53 622	66 183	58 423	59 340

Tabulka 3.3: Pěstování česneku v ČR (Buchtová, 2011)

Rok	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Spotřeba (kg/os./rok)</b>	1,2	1,1	0,8	0,9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8

Tabulka 3.4: Spotřeba česneku v ČR (Buchtová, 2011)

## 3.2 Silice

### 3.2.1 Obecná charakteristika

K nejdůležitějším surovinám pro výrobu parfémových kompozic a potravinářských aromat patří silice, někdy postaru nazývané esenciální oleje nebo též éterické oleje (Vonášek a kol., 1987). Silice jsou těkavé, přírodní, komplexní sloučeniny, které se vyznačují silným zápachem a vznikají jako sekundární metabolity aromatických rostlin. Silice jsou těkavé, tekuté, průzračné a zřídka barevné, jsou rozpustné v tučích i v organických rozpouštědlech s obecně nižší hustotou než voda (Bakkali a kol., 2008). Na vzduchu oxidují, houstnou a přecházejí

v pryskyřici, přičemž žloutnou, hnědnou až červenají a nabývají kyselé reakce (Blažek a kol., 1952).

Vyskytují se v různých částech rostlin ve zvláštních pletivech. Nacházejí se především v květech (jasmín, růže, tuberóza, ylang-ylang), nati (levandule, rozmarýna, máta, tymián), plodech (kmín, badyán, jalovec, pepř, citrón, koriandr), ale i na listech (bazalka, petitgraniová silice), kůře (cedr, santal, skořice) a kořenech (petržel, puškovec, angelika, iris) (Nováková a Šedivý, 1996).

Silice vyvolávají u živých organismů vedle vjemu vůně a chuti také důležitou biologickou aktivitu. Tato bioaktivita působí na různých orgánových úrovních a vyvolává určité žádoucí účinky podle druhu použité silice. Bioaktivita se však neprojevuje pouze příznivými vlivy, může vyvolávat i účinky nežádoucí. Rostlinné silice obsahují i látky, které se projevují různým stupněm jedovatosti – toxicity. Silice, které obsahují tyto látky, se potom nepoužívají vůbec nebo jen omezeně (Nováková a Šedivý, 1996). Rychle se vstřebávají a metabolizují v játrech a následně jsou vyloučeny ledvinami. Průměrná denní dávka, která není zdraví škodlivá je 5,7 mg/kg živé hmotnosti dospělého jedince (Antunes a Cavaco, 2010).

Význam rostlinných silic je objasněn jen částečně. Zatím jsou definovány jako lákadla pro opylující hmyz. Také plní v rostlině funkci fytoncidů, tedy látek s protipatogenními účinky (Nováková a Šedivý, 1996). V některých případech působí silice jako inhibitory klíčení a tím snižují konkurenci jiných rostlin. Silice se také využívají ke zlepšení chuti k jídlu u hospodářských zvířat, což vede k rychlejšímu růstu tělesné hmotnosti, stejně jako ke zlepšení trávení (Baser a Buchbauer, 2010).

Obecně platí, že silice jenž jsou vyrobeny z rostlin, které byly sklizené v průběhu květu nebo ihned po odkvětu vykazují nejsilnější antimikrobiální aktivitu (Burt, 2004).

Rostliny, byliny a koření stejně jako jejich silice a izolované směsi obsahují velké množství látek, které jak známo inhibují různé metabolické aktivity bakterií, kvasinek a plísní. Více než 1340 rostlin je známo jako potenciální zdroj antimikrobiálních látek (Davidson a kol., 2005).

Hlavní složky s antimikrobiální aktivitou nalezené v silicích rostlin, bylin a kořenech jsou fenolické sloučeniny, terpeny, alifatické alkoholy, aldehydy, ketony a kyseliny (Davidson a kol., 2005). Obsah silic v rostlině kolísá nejen v průběhu jejího vývinu, ale též během 24 hodin, což dokazuje jejich aktivní zapojení do látkové výměny (Nováková a Šedivý, 1996).

### 3.2.2 Historie

V oblasti dnešního Orientu byly aromatické léčivé rostliny používány již asi před 5000 lety. Z dokladů starých kultur Sumerů, Asyřanů, Egypťanů, Řeků, Římanů a mnoha dalších poznáváme, jak velké bylo vědění o léčivých schopnostech rostlin a z nich získaných extraktů.

Dochované papýry, nápisy v chrámech nebo vykopané nádoby obsahující dodnes vonné masti nám umožňují nahlédnout do tajů tehdejšího bylinářství. Například na papýrech pocházejících z Egypta z období asi 1700 let př.n.l. je popsáno kromě jiného působení česneku a jalovce (Nováková a Šedivý, 1996). Zároveň sloužily silice z rostlin k mumifikaci, k léčení a ke kosmetickým účelům. O královně Kleopatře se říká, že její nezaměnitelná vůně byla svůdnější než její samotná krása (Grygárková, 2010). Hippokrates, který je autorem mnoha odborných pojednání a který žil v letech 460 – 377 př.n.l. v Řecku, přispěl k poznání působení rostlin na lidský organismus stejně jako Glaudius Galenus – dvorní lékař Marka Aurelia v Římě. Řecko i Řím jsou známy svou oblibou ve vonných olejích a mastích. Ty se používaly jak k potírání těla, tak i k přípravě koupelí, a to z důvodů lékařských a kosmetických (Nováková a Šedivý, 1996).

Ovšem vedle těchto pro nás známých velmocí využívaly aromatické byliny i všechny národnostní skupiny, od kmenů žijících v Africe až po americké Indiány. S pádem Římské říše v 5 stol. n. l. se centrum klasického vzdělávání přesunulo do Persie a Arábie. Arabové obohatili lidské znalosti o léčivých bylinách o mnohé exotické rostliny a koření. V 11. století se pak tyto informace díky vpádům arabských armád dostaly do Evropy. Nejvýznamějším dílem té doby byl Avicennův „Soubor pravidel v lékařství“. Právě Avicennovi se také připisuje objev destilace, díky němuž se otevřela možnost získat čisté silice. To pak vedlo k jejich dalšímu využívání v lékařství a rovněž i v jiných oborech (Nováková a Šedivý, 1996).

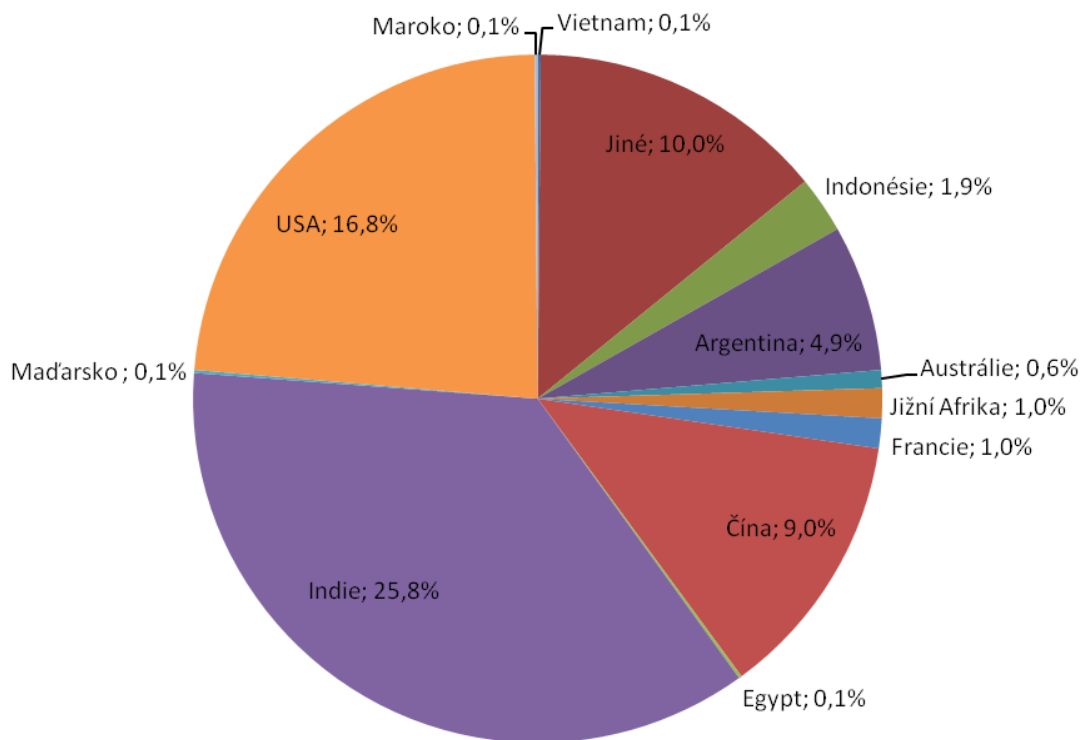
V době morových ran, jež zasáhly Evropu v 17. století, lidé pálili na ulicích borové větve a u nemocných v místnostech se spalovala řada dalších aromatických látek. Ty byly v této době nejúčinnějšími dostupnými antiseptiky. Nakolik byla tato opatření úspěšná, nevíme, avšak traduje se, že lékárníci a parfemáři, kteří přicházeli denně do styku s přírodními aromatickými látkami, byli vůči moru téměř imunní. Antiseptických vlastností aromatických rostlin se v lékařství využívalo až do 19. století. 17. století však bylo dobou rozmachu evropského bylinářství, ale také řadou neshod mezi lékárníky a lékaři na jedné straně a bylináři a kořenářkami na straně druhé. Přesto ještě řada silic patřila k oficiálním lékařským preparátům. Byla to například silice heřmánková, jalovcová, fenyklová, skořicová, tymiánová, rozmarýnová, koprová, myrňová a růžová (Nováková a Šedivý, 1996).

V průběhu 19. stol. byla řada silic analyzována a rozbory potvrdily zkušené znalosti našich předků. Některé vlastnosti se však v té době nepotvrdily nebo zůstaly neobjeveny. Celkový trend doby byl spíše nakloněn používání chemických léků. Výzkum silic však pokračoval zejména ve Francii na konci 19. stol., a to v souvislosti s výrobou parfémů. Řada parfemářských firem hledala možnosti dalšího využívání silic. K nim patřila i firma Gattefosse (Nováková a Šedivý, 1996). René Maurice Gattefossé, který v roce 1920 objevil léčivé vlastnosti silice z levandule. Na základě tohoto objevu začal blíže studovat antiseptické vlastnosti

silic rostlin a v roce 1937 vydal první moderní knihu o aromaterapii (Grygárková, 2010). S počátky léčivého využití silic je také spojeno jméno francouzského lékaře Jeana Valenta. Zajímal se o léčebné využití rostlin a později začal využívat hojivé síly silic. Účinnost této metody si ověřoval rovněž při své válečné praxi, kdy pomocí silic ošetřoval mnohá vážná zranění. V dnešní době se účinky silic stále prozkoumávají a aplikují v různých odvětvích (Nováková a Šedivý, 1996).

### 3.2.3 Produkce

Hlavní producentské země silic se nacházejí na každém kontinentu. V Evropě se centrum výroby nachází v zemích sousedících se Středozezemním mořem: Itálie, Španělsko, Portugalsko, Francie, Chorvatsko, Albánie a Řecko, stejně jako střední a východní Izrael. Mezi nejvýznamnější výrobce patří především Asie. Čína a Indie hrají hlavní roli, následuje Indonésie, Srí Lanka a Vietnam (Baser a Buchbauer, 2010).



Obrázek 3.1: Světová produkce silic, 2008 (Baser a Buchbauer, 2010)

### 3.2.4 Získávání

Názory se liší, pokud jde o historický původ produkce silic. Podle některých je Čína ko-  
lébkou hydrodestilace, zatímco jiní poukazují na kulturu Indů. Na druhou stranu jiní zase  
připisují zásluhy Arabům. Některé dochované zprávy naznačují, že vynález prvního přístroje  
na destilaci vody se zhruba před 5000 lety připisuje Inkům. Nicméně žádné písemné doku-  
menty nebyly nalezeny (Baser a Buchbauer, 2010). Silice se vyrábějí v zásadě třemi různými  
způsoby:

**Destilace vodní párou** Termín „destilace“ je odvozen z latinského „distillare“, což zna-  
mená „stéká“ (Baser a Buchbauer, 2010). Destilace vodní párou se používá většinou k výrobě  
silic ze semen, stonků, listů, dřeva, kořenů a pryskyřic (Vonášek a kol., 1987). V moderních  
destilačních technologiích se prohání rostlinným materiálem pára, která uvolní z pletiv mole-  
kuly aromatických látek. Vonná pára se vede do chladicí komory, kde se opět změní ve vodu se  
silicí plovoucí na povrchu (Hardingová, 2005). Moderní destilační zařízení se skládá z nádoby  
na biomasu, chladicího systému (kondenzátoru), odlučovače oleje a velkokapacitního parního  
generátoru. Vyextrahovanou biomasu lze použít jako kompost, nebo po vysušení jako palivo  
pro parní kotle (Baser a Buchbauer, 2010).

K získání jednoho litru silice destilací vodní parou je potřeba asi 7 tisíc kilogramů me-  
duňky, 160 kilogramů květů levandule, tisíc kilogramů květů jasmínu, 5 tisíc kilogramů květů  
růže. K získání jedné kapky růžového oleje potřebujeme 30 květů damašské růže, která se  
podobá růži šípkové (Grygárková, 2010).

**Extrakce rozpouštědly** se používá nejčastěji při zpracování květů. Takto získaná silice je  
označována jako konkrétní silice (essence concrète) neboli konkret. Kromě vonných kompo-  
nent obsahuje ještě balastní látky, především vosky. Ty se oddělí tak, že se konkrétní silice  
rozpustí v teplém lihu a vymrazí. Vosky se vyloučí, odfiltrují a z filtrátu se odpaří ethanol.  
Získá se tak silice absolutní, essence absolue (Vonášek a kol., 1987).

Již jen výjimečně se vonné silice extrahují či spíše absorbují z květů do tuků – enfleuráž,  
fr. enfleurage (Vonášek a kol., 1987). Enfleuráž může být provedena za studena bezpachým  
tukem, nejčastěji vepřovým sádlem, nebo za tepla macerací horkým tukem. Enfleuráž se vy-  
platí jen u vzácných silic, např. u silice z květů jasmínu nebo bělokvetu hlíznatého, známého  
jako tuberóza. Z tuku se po enfleuráži silice extrahuje organickými rozpouštědly. Vysoce kva-  
litní silice se získávají superkritickou fluidní extrakcí pomocí oxidu uhličitého. Oxid uhličitý  
je udržován pod tlakem v kapalném stavu v uzavřeném systému s rostlinnou drogou, ze které  
se uvolňuje silice (Nováková a Šedivý, 1996).



**Lisování** je technologie, která se uplatňuje při výrobě kvalitních silic z citrusových plodů. Lisování kůry se provádí nejčastěji při výrobě citrusových šťáv. Tříděné citrusové plody určité velikosti přicházejí do zařízení, kde každý plod zapadá do polokulovitého zubatého lůžka. Shora je stlačen stejným typem segmentu, jehož zuby zapadají do mezer lůžka. Vylisovaná silice je oplachována vodou a posléze odstředěna. Po vylisování je šťáva z plodu vysáta dutou jehlou pomocí vakua (Vonášek a kol., 1987).

### 3.2.5 Chemické složení

Silice jsou komplikované směsi látek obsažené v přírodních rostlinných materiálech (Vonášek a kol., 1987) a jsou produktem sekundárního metabolismu rostlin, během kterého dochází k degradaci látek metabolismu primárního, tedy cukrů, tuků a bílkovin (Nováková a Šedivý, 1996). Látky obsažené v silicích vznikají dvěma biogenetickými pochody. Hlavním je tzv. mevalonátová cesta, kdy se tvoří látky terpenické. Dalším pochodem je tzv. šikimátová cesta, kdy jsou tvořeny např. kumariny, furokumariny a fenolické látky (Nováková a Šedivý, 1996).

Silice obsahují vždy uhlovodíky a kyslíkaté látky (Vonášek a kol., 1987). Většina jich je bezbarvá a těkavá, přičemž oxidací během skladování mohou tmavnout (Kysilka, 2001). Převážná část jednotlivých složek silic má skelet složený z isoprenových molekul řazených za sebou podle isoprenového pravidla, patří tedy mezi terpeny (Vonášek a kol., 1987).

V silicích převažují monoterpeny (např. limonen v citrónové silici,  $\alpha$ -terpenin v koriandrové silici,  $\alpha$ -felandren ve fenyklové a eukalyptové silici, kafr v levandulové silici) s deseti uhlíkovými atomy v molekule (Vonášek a kol., 1987). Některé monoterpeny jsou toxické a vyskytují se např. u čeledí *Cupressaceae* a *Lamiaceae*, jsou základem pro strukturu iridoidních glykosidů, z nichž některé mají toxické účinky (Hrdina a kol., 2004).

Dále jsou v silicích zastoupeny seskviterpeny (např. chamazulen v heřmánkové silici) s patnácti uhlíky v molekule (Vonášek a kol., 1987). Seskviterpeny např. ve své biologicky aktivní formě – laktonu se velmi hojně vyskytuje v čeledi *Asteraceae* (*Artemisia* sp., *Inula* sp., *Stemmacantha* sp., *Tanacetum parthenium*, často jsou hořkými a vonnými metabolity jejich druhů. Vedle řady pozitivních biologických efektů (jsou účinnými látkami významných léčivých rostlin) vykazují některé nežádoucí až toxické či alergenní účinky (Hrdina a kol., 2004).

Vedle terpenů jsou v silicích také alifatické cyklické a aromatické sloučeniny, které kromě atomů uhlíku mají v molekule nejčastěji atom nebo atomy kyslíku, popřípadě dusíku nebo síry. Terpenické uhlovodíky nemají pro chuťové a vonné vlastnosti většinou rozhodující význam. Hlavními nositeli vonných a chuťových vlastností silic jsou jejich komponenty obsahující v molekule kyslík, nazývané také vonné principy silic. Jejich obsah je proto jedním z kritérií při hodnocení silic (Vonášek a kol., 1987).

### 3.2.6 Využití

Silice nebo některé z jejich složek se používají k výrobě parfémů a make-upu, v zubním lékařství, v zemědělství, při konzervaci potravin. Kromě toho jsou esenciální oleje používány k masáží a v lázeňských zařízeních (Bakkali a kol., 2008). V tabulce 3.5 je uveden obsah vonných látek a silice v kosmetických produktech.

<b>Produkt</b>	<b>Prům. obsah vonných látek v kosm. produktech (%)</b>	<b>Prům. obsah silice ve vonných látkách kosm. produktů (%)</b>
<b>Parfémy</b>	10 - 25	5 - 30
<b>Toaletní vody</b>	3 - 8	5 - 50
<b>Pleťová kosmetika</b>	0,1 - 0,6	0 - 10
<b>Deodoranty</b>	0,5 - 5	0 - 10
<b>Šampony</b>	0,3 - 2	0 - 5
<b>Sprchové gely a tekutá mýdla</b>	0,5 - 3	0 - 5
<b>Koupelové přípravky</b>	0,5 - 6	0 - 10
<b>Mýdla</b>	0,5 - 3	0 - 5
<b>Zubní pasty</b>	0,5 - 2,5	10 - 50
<b>Osvěžovače vzduchu</b>	0,5 - 30	0 - 20
<b>Prací prášky a gely</b>	0,1 - 0,5	0 - 5
<b>Aviváže</b>	0,1 - 0,5	0 - 10
<b>Čisticí prostředky pro domácnost</b>	0,5 - 5	0 - 5
<b>Technické výrobky</b>	0,1 - 0,5	0 - 5
<b>Aromaterapie</b>	0,1 - 0,5	100

Tabulka 3.5: Průměrný obsah vonných látek a silice v kosmetických produktech (Baser a Buchbauer, 2010)

Některé silice tvoří hlavní účinnou složku různých koření v potravinářství. Ochucují pokrmy, působí příznivě na čich a chuť (Jirásek a Starý, 1986). Antimikrobiální látky v potravinách se používají hlavně ze dvou důvodů: ke konzervaci potravin, aby nedocházelo ke kažení a k zabránění růstu patogenních mikroorganismů (Tajkarimi a kol., 2010). Vybrané silice a jejich působení proti patogenům jsou uvedeny v tabulce 3.6.

<b>Patogeny způsobující onemocnění</b>	<b>Silice působící na patogena</b>	<b>Látka působící na patogena</b>	<b>Druh rostlin obsahující silici</b>
<i>Alternaria spp.</i>	thyme oil	citral	<i>Thymus vulgaris</i> L.
<i>Botrytis cinerea</i>	thyme oil	a-Butylene thymol 2-Butene Caryophyllene oxide Methylcyclopropane	<i>Thymus glandulosus</i> <i>Thymus vulgaris</i> L.
<i>Colletotrichum spp.</i>	basil oil		<i>Ocimum basilicum</i> L.
<i>Fusarium spp.</i>	basil oil		<i>Ocimum basilicum</i> L.
<i>Rhizopus stolonifer</i>	thyme oil	thymol	<i>Thymus vulgaris</i> L.
<i>Verticillium theobromae</i>	basil oil		<i>Ocimum basilicum</i> L.

Tabulka 3.6: Silice a jejich příslušné sloučeniny s biologickou aktivitou proti posklizňovému onemocnění ovoce a zeleniny (Antunes a Cavaco, 2010)

Do oblasti potravinářského průmyslu patří rovněž výroba nápojů. Silice tam mají význam jako základní chuťové a vonné složky, a to v nealkoholických i alkoholických nápojích. Silice nebo jejich jednotlivé vonné složky se rovněž používají k aromatizaci cukrářských výrobků, cukrovinek, čokolády a tabáku (Jirásek a Starý, 1986). V tabulce 3.7 je uveden průměrný obsah chuťových látek a silice v potravinových produktech.

Potravinové výrobky	Prům. obsah chuťových látek v potr. produktech (%)	Prům. obsah silice v chuťových látkách potr. produktů(%)
Alkoholické nápoje	0,05 - 0,15	3 - 100
Nealkoholické nápoje	0,1 - 0,15	2 - 5
Sladkosti (cukrovinky, čokolády atd.)	0,15 - 0,25	1 - 100
Pekařské výrobky (koláče, sušenky apod.)	0,10 - 0,25	1 - 50
Zmrzlina	0,10 - 0,30	2 - 100
Mléčné výrobky, zákusky	0,05 - 0,25	1 - 50
Maso a výrobky z ryb (i konzervované)	0,1 - 0,25	10 - 20
Omáčky, kečup, koření	0,1 - 0,5	2 - 10
Potravinové koncentráty	0,1 - 0,5	1 - 25

Tabulka 3.7: Průměrný obsah chuťových látek a silice v potravinových produktech (Baser a Buchbauer, 2010)

Bylo prokázáno, že látky (např. terpineol, linalool, karvakrol, S-perillaldehyd a 1,8-cineol) vyskytující se v silicích mohou inhibovat některé patogeny, jenž se nacházejí ve vzduchu (např. *Bacillus cereus* ssp. *mycooides*, *Basillus* sp. a *Corynebacterium* sp.) a zlepšovat tak kvalitu ovzduší na místech, kde se scházejí lidé, jako jsou přednáškové sály, divadla a letiště (Krist a kol., 2008).

Účinné látky silic, jako je např. karvakrol a tymol se vyskytují v rostlinách a dodávají jim typickou chuť a vůni. Jejich mechanismus účinku proti bakteriím není doposud zcela znám, ale spekuluje se, že látky narušují buněčnou membránu. Tento antibakteriální účinek má za následek rozšíření membrány, zvýšení propustnosti a narušení membrány patogena (Simoes a kol., 2009).

### 3.3 Vybrané druhy rostlin

#### 3.3.1 Bazalka pravá (*Ocimum basilicum*)

Bazalka pravá pochází z Indie, středního východu a několika pacifických ostrovů. V oblasti středomoří se bazalka pěstuje už po tisíce let, ale do Západní Evropy ji přinesli až v 16. století obchodníci s kořením, zatímco do Ameriky a do Austrálie se dostala s prvními evropskými osadníky. Mezi tradiční produkční země dnes patří Itálie, Francie, Španělsko, Bulharsko, Egypt a Indie (McVicarová, 1997). Na Maltě hraje bazalka důležitou roli při namlouvání. Ženy na vdávání postaví hrnec s bazalkou na speciálně k tomuto účelu postavené konzoly

po stranách okna jako znamení, že jsou volné pro manželství (Vermeulen, 1999). V Anglii se bazalka pravá v alžbětinských časech šňupala proti nachlazení, aby pročistila mozek a zastavila bolení hlavy (McVicarová, 1997).

Bazalka patří do čeledi hluchavkovitých. Má silně větvenou, tupě čtyřhrannou až téměř oblou lodyhu a její listy jsou dlouze řapíkaté, s čepelí celistvou, eliptickou až vejčitou, slabě zvlňnou. Slonově bílé až narůžovělé květy jsou uspořádány v lichopřeslenech. Dorůstá do výšky 15 až 60 cm (Kreuter, 2003). Plodem jsou čtyři tmavohnědé tvrdky. Kvete od června do září (Richter a Severa, 1971).

Drogou je hustě listnatá nať, sklízená za květu, a to výhradně z pěstovaných rostlin. Droga je tmavozelená, s příjemnou vůní a chutí. Obsahuje asi 0,5 % silice (Jirásek a Starý, 1986). Účinnými látkami jsou silice, třísloviny, glykosidy a saponiny, které mají antiseptické vlastnosti (Hardingová, 2005).

Bazalka vyžaduje slunné, teplé stanoviště, které je chráněno před větrem a může být v polostínu (Sedliská, 2008). Studií bylo prokázáno, že světlo má vliv na rostoucí koncentraci monoterpenů a propyl-fenolů v rostlině (Barra, 2009). Půdy jsou vhodné spíše hlinitopísčité s vyšším obsahem humusu. Na podzim je pozemek třeba dobře prohnojit uleželou chlévskou mrvou a průmyslovými hnojivy (na 1 ha 100-200 kg superfosfátu, 400 kg 40% draselné soli a 100 kg ledku). Porost je zakládán především z předpěstovaných sazenic. V březnu je osivo vyséváno do poloteplého pařeniště nebo do truhlíků ve skleníku (Mikešová a Lukešová, 2004). Vzešlé rostliny jsou následně vysazovány na záhon při nočních teplotách nad 13 °C (McVicarová, 2005) do řádků vzdálených 30 cm od sebe. Vzdálenost jednotlivých rostlinek v řádku je 15 cm. Spotřeba osiva se pohybuje od 5 do 8 kg na ha (Mikešová a Lukešová, 2004).

Od června do srpna (Sedliská, 2008) se sklízí listy a kvetoucí výhonky k použití v čerstvém stavu, na sušení, popřípadě na konzervování v olivovém oleji (McVicarová, 2005). Pěstovaná rostlina se může sklízet i třikrát do roka. Nať se nesmí uřezávat příliš nízko u země, aby rostlina mohla znovu obrazit (Richter a Severa, 1971). Sušení probíhá přirozeným nebo umělým teplem do 40 °C na roštových sušárnách. Sesychávací poměr je 7-5:1 a vlhkost činí 13 % (Neugebauerová, 2006). Celkový výnos z jednoho hektaru bývá okolo 2 t (Mikešová a Lukešová, 2004).

Bazalka podporuje trávení a snižuje nadýmání. V lidovém léčení se bazalka užívá jako prostředek uklidňující, potopudný a podporující odhlehování. Zevně se doporučuje k obkladům na opruzeniny, případně ve formě kloktadla jako dezinfekční prostředek. Řezaná bazalková nať slouží jako oblíbené koření nebo k přípravě nálevů, které příznivě ovlivňují žaludeční činnost a podporují trávení (Šuk a Liška, 1995). V západních zemích, ve Španělsku a severní Africe se pěstují druhy s vyšším obsahem silice, jež se zpracovávají ve voňavkářství a likérnictví (Richter a Severa, 1971). Víno z listů tonizuje a působí jako afrodiziakum, neboť

stimuluje kůru nadledvinek (Bremnessová, 2005). Ve směsi s heřmánkem, meduňkou, mátou a fenýklem je obsažena v některých průmyslově vyráběných čajích (Richter a Severa, 1971). Listy bazalky odpuzují moskyty, vypuzují červy, léčí štípnutí hmyzem a akné (Bremnessová, 2005).

### **Bazalková silice (*Oleum basilici*)**

Bazalková silice se získává destilací kvetoucích stonků vodní párou. Výtěžnost silice se pohybuje v rozmezí od 0,05 % do 0,13 %. Silice je bezbarvá až slabě nažloutlá kapalina. Má intenzivní sladce kořenitou vůni. Některé silice pravděpodobně obsahují potenciálně toxické látky, jako je methylchavikol (estragol) a methyleugenol v koncentracích okolo 50 % (Baser a Buchbauer, 2010). Dalšími komponenty, které se v silici nacházejí jsou linalool, cineol a geraniol (Davidson a kol., 2005). U nás i jinde v Evropě pěstované rostliny skýtají silici s metylchavikolem a linaloleem. Odlišné typy silice obsahující kafr, metylester kyseliny skořicové nebo eugenol, produkují jiné kultivary bazalky pravé nebo blízce příbuzné druhy (Jirásek a Starý, 1986). Složení je značně variabilní podle původu rostliny (Nováková a Šedivý, 1996). Francouzské odrůdy neobsahují kafr, zatímco v silicích z oblasti Réunionu byl kafr zjištěn (Vonášek a kol., 1987).

Silice se používá do aromat pro masné výrobky, kořenicí směsi a některé pečivářské výrobky (Vonášek a kol., 1987). Silice je také vhodná jako koření do teplých pokrmů, salátů, zálivek a octů. Je doplňkem česnekové vůně (Nováková a Šedivý, 1996). Ve farmacii se užívá silice s metylchavikolem a linaloleem, protože spolu s doprovodnými tríslovinami působí příznivě na zažívací ústrojí, zlepšuje trávení a dezinfikuje močové cesty. Silici až se 60 % kafru získali v Indii z natě bazalky kilimandžárské (*Ocimum kilimandscharicum*), domácí ve východní tropické Africe. V evropské části bývalé SSSR pěstují pro „kafrovou“ silici bazalku mátolistou (*Ocimum menthaefolium*), původní v Etiopii a Arábii (Jirásek a Starý, 1986).

Použití zředěné silice k inhalacím snižuje mírně krevní tlak a je vhodným prostředkem při těžkém nachlazení i při únavě a celkovém ubývání sil. Zevně je vhodná proti kožním zánětům, zejména v ústní dutině, třeba při paradentóze (Janča a Zentrich, 1994).

Testováním 32 obsahových látek bazalky, které zahrnovaly fenoly, bylo zjištěno, že 0,05% eugenol, karvakrol, isoborneol, tymol nebo vanilin působil v agaru inhibičně proti bakteriím *Bacillus subtilis*, *Salmonella enteritidis*, *Stropharya aeruginosa*, *Proteus morgani* a *Escherichia coli*, což vedlo k závěru, že přítomnost hydroxylové skupiny zvyšuje antimikrobiální aktivitu (Davidson a kol., 2005).

### 3.3.2 Česnek kuchyňský (*Allium sativum*)

Česnek kuchyňský patří do čeledi česnekovitých a je řazen do rodu česneku (Linditsch, 1998). Patrně pochází z Kazachstánu, Uzbekistánu a západní Číny (Briggsová, 2009). Egypťané používali česnek v lékařství. Stroužky česneku dostávali denně jak otroci, stavící Cheopsovu pyramidu, tak římsí vojáci, aby jim vydržela síla. Do Velké Británie dovezli česnek pravděpodobně Římané. Anglický název česneku „garlic“ pochází zřejmě z anglosaských slov „leac“, což znamenalo bylinku v květináči a „gar“, kopí, podle tvaru stonku. Za první světové války se rašelíník, namočený v česnekové šťávě, přikládá na rány jako antiseptikum. Starý lidový lék na černý kašel byl stroužek česneku, vložený do bot nemocného. Podle pověry, stále ještě živé ve venkovských oblastech Nového Mexika, pomáhá česnek mladé dívce zapudit nechtěného nápadníka. V Indii se česnek používal proti zánětům, v Irsku na přelomu devatenáctého a dvacátého století byl používán proti boji s plicní infekcí (McVicarová, 1997).

Česnek je trvalka, ale obvykle se s ním zachází jako s letničkou (Briggsová, 2009). Česneková cibule se stává z 5 až 50 stroužků, které vyrůstají na společném podpučí, a každý stroužek je kryt kožovitou suknicí. Všechny stroužky jsou obaleny společnými a bílými nebo nafialovělými papírovitými suknicemi. Kořínky vyrůstají z báze podpučí. Listy má česnek úzké, zahnuté a oblá lodyha zakončená květenstvím bývá vysoká 30 až 90 cm (Kreuter, 2003). Kvete od června do srpna (Richter a Severa, 1971).

Drogou je cibule česneku setého práškovaná (*Allii sativi bulbus pulveratus*), která se získává řezáním, vymrazováním nebo sušením při teplotě nepřevyšující 65 °C a práškováním (Ministerstvo zdravotnictví, 2009). Droga má žluté zbarvení a výrazně páchne, ale intenzivně ostrý pach a palčivá chuť se projeví až při zpracování (Jirásek a Starý, 1986). Aby mohl být česnekový prášek využit k farmaceutickým účelům a byl ekonomicky rentabilní, měl by podle britského lékopisu obsahovat 4,5 mg allicinu na 1 g prášku (Baghalian a kol., 2004). Obsahuje také více než dvě stě různých substancí, jako například silici s organicky vázanou sírou, antibiolyticky účinné látky typu allicin, provitamin A, vitamin A a C, minerální a stopové prvky (K, P a Ca), enzymy, aminokyseliny, mastné kyseliny a flavonoidy (Hardingová, 2005), cholin, inulin, krevní tlak snižující rhodonát a rostlinná antibiotika (Grau a kol., 1996). V cibuli je asi 0,1 % silice a o ní je známo, že má antibakteriální a dezinfekční účinky (Briggsová, 2009).

Česnek je poměrně náročný na stanoviště. Česnek vyžaduje úrodnou půdu, a to zejména půdy písčitolhinité. Klima by mělo být teplé, slunné a ne příliš větrné a deštivé (Reuter a Sendl, 1994). Vhodná teplota pro pěstování je mezi 13 - 27 °C (Pokluda, 2008). Česnek se sází v mírných oblastech v říjnu, jinde v únoru, do jamek asi 5 cm hlubokých a asi 15 cm od sebe, řádky by měly být 30 až 40 cm od sebe (Briggsová, 2009). Vysazuje se 0,5 až 0,6 t stroužků česneku/ha. Je možné česnek také pěstovat ze semen, která se velmi řídkce vysévají přímo na pole, nebo se v truhlících nechají vzejít a sazenice se pak rozsazují. Seje se začátkem

srpna (Blažek a kol., 1952). Důležitým opatřením před pěstováním česneku je mořená sadba proti hádátku a houbovým chorobám. K hnojení česneku se nejčastěji používá síran amonný, síran draselný a superfosfát (Pokluda, 2008). V teplém podnebí se počátkem léta objevují u odrůd „paličáků“ květenství bílých kvítků a v nich místo semen pacibulky (McVicarová, 2005). Sklizeň česneku je závislá na typu dle narovnání palic nebo zasychání natě. Česnek se skladuje v dobře větraných prostorách při teplotách kolem 0 až 2 °C (Pokluda, 2008). Výnosy se pohybují od 0,8 do 1,3 t/ha a skladovatelnost je až 10 měsíců (Jirásek a Starý, 1986).

Šťáva z česneku odpuzuje hmyz a stabilizuje účinky hmyzího jedu (McVicarová, 1997). V kuchyni se používají prolisované stroužky do salátových dresinků, polévek, chleba, másla a do středomořských pokrmů (Hardingová, 2005). Česnekový extrakt snižuje vysoký krevní tlak, hladinu cholesterolu, cévní onemocnění a výskyt nádorů (Reuter a Sendl, 1994). Údajně však také snižuje hladinu cukru v krvi a zpomaluje krevní srážlivost (Sedliská, 2008). Česnek čistí krev a pokožku postiženou akné. Testy také prokázaly antibiotické účinky proti kvasinám rodu *Candida*, choleře, stafylokoků a salmonel (Bremnessová, 2005).

Bylo prokázáno, že diallyl trisulfid, který je sekundární složkou allicinu inhiboval proliferaci *Trypanosoma cruzi*, která způsobuje tzv. Chagasovu chorobu, projevující se onemocněním srdce a nervového systému (Meredith, 2008).

Ve studii bylo prokázáno, že působení česneku nemá vliv na anaerobní bakterie, působí pouze na aerobní bakterie. Studie také ukázala, že synergické působení česneku s antibiotiky prokázalo lepší účinky, než samotné působení antibiotik (Meredith, 2008).

### Česneková silice (*Oleum alli sativi*)

Silice se získává destilací rozdrčených cibulek vodní párou. Výťažnost silice se pohybuje od 0,1 % do 0,2 %. Čerstvá silice je světle žlutá, stářím tmavne. Má silnou, ostrou, česnekovou vůni. Mezi hlavní komponenty jež jsou v silici obsaženy patří diallyldisulfid, diethyldisulfid, diallyltrisulfid a allicin (Davidson a kol., 2005). Allin se rozkládá enzymem allinázou na allicin a další látky. Allicin je vysoce antibioticky účinný ještě při zředění 1:100 000, není však stabilní a rozkládá se rychle na česnekově páchnoucí sulfidy (Jirásek a Starý, 1986).

Některé prameny uvádějí, že česnekový olej je 200 krát silnější než dehydrovaný česnekový prášek a zhruba 900 krát silnější než čerstvý česnek (Meredith, 2008).

Česneková silice se používá do aromat pro masné a konzervářské výrobky, polévky, omáčky a koření směsi (Vonášek a kol., 1987). V kuchyni se česneková silice používá k ochucování všech slaných pokrmů, teplých i studených. Může se použít do salátů, zálivek, marinád, přidávat do másla a to následně použít při pečení masa nebo ryb (Nováková a Šedivý, 1996).

Bylo zjištěno, že asi z 560 kmenů obávaného *Staphylococcus aureus* jich česnek více než 500 spolehlivě ničí (Janča a Zentrich, 1994).



Silice vykazuje vysokou antimikrobiální aktivitu v plynné fázi. Při koncentraci 8,3  $\mu\text{l/l}$  inhibuje růst *Listeria monocytogens*, při koncentraci 530  $\mu\text{l/l}$  inhibuje růst *Escherichia coli* a *Pseudomonas aeruginosa* a při koncentraci 260  $\mu\text{l/l}$  inhibuje růst *Salmonella enteritidis* (Nedorostová a kol., 2006). Stejnou dávkou česneku byla prokázána 10 krát větší inhibice u *Escherichia coli* než u *Lactobacillus casei*. Přesný důvod proč došlo k takovéto odlišně působící inhibici není, ale může to být dáno odlišnou skladbou bakteriální membrány a její propustností pro allicin (Harris a kol, 2001).

### 3.3.3 Tymián (*Thymus vulgaris*)

Tymián obecný patří do čeledi *Lamiaceae* (Sedliská, 2008). Thymus z (řec.) thymos = síla, zmužilost, mysl, protože se rostlině přisuzoval sílicí a osvěžující účinek; vulgaris (lat.) = obecný, prostý (Blažek a kol., 1952). Většina druhů z této čeledi roste v oblasti Středozemního moře (McVicarová, 1997). Řekové pálili tymián jako kadidlo k očištění chrámů a domovů. Římští bylináři jej chválili jako prostředek k vykuřování s antiseptickými vlastnostmi a je pravděpodobné, že do Británie přivezli tymián právě Římané (Hardingová, 2005).

Tymián je vytrvalý polokeř, který dorůstá do výšky 30 cm, s lodyhami čtyřhrannými, šikmo větvenými, na spodu silně zdřevnatělými (Neubauer a kol., 1984). Listy jsou úzce elipsovitě, krátce řapíkaté, na okraji silně podvinuté, na rubu bíle plstnaté a na lici lysé, s hustými tečkovitými žlázkami. Květy jsou nahloučeny v úžlabí horních listů a tvoří přetrhovaný lichoklas. Květy jsou drobné s dvoupyským kalichem a fialovou nebo růžovou korunou (Černá, 1985). Plod je rozdělený na čtyři drobné vejčité tvrdky (Neubauer a kol., 1984). Tymián zůstává přes zimu zelený (Kreuter, 2003).

Drogou je tymiánová nať (*Thymi herba*). Jsou to usušené celé listy a květy. Obsahuje nejméně 12 ml silice v 1 kilogramu drogy a v silici 40 % tymolu a karvakrolu (Ministerstvo zdravotnictví, 2009). Droga je šedozeleň barvy, aromatická, s příjemně kořeněnou chutí. Nepřiměřené dávky nebo dlouhodobé užívání mohou způsobit tyreotoxikózu, a proto drogu nelze používat jako pochutinu v tzv. bylinkových čajích pro běžné pití (Jirásek a Starý, 1986). Nejvíce účinných látek je obsaženo v kvetoucí nati a listech, jež obsahují silici bohatou na tymol a další aromatické látky, dále hořčiny, trísloviny (deriváty kyseliny hydroxyskořicové, především kyselina rozmarýnová), deriváty acetophenonu, triterpeny, flavonoidy a saponiny (Jindrová, 2010).

Tymián vyžaduje teplé a slunné polohy chráněné před silnými větry (Mikešová a Lukešová, 2004). Studií bylo dokázáno, že nízká dostupnost vody má za následek zvýšení koncentrace monoterpenů u *Thymus piperella* (Barra, 2009). Půdy pro pěstování tymiánu jsou vhodné zejména hlinitopísčité, dostatečně humózní a zásobené vápnem. Vhodnými předplodinami jsou okopaniny nebo luskoviny. Pozemek je potřeba dobře pohnojit 30 t proleželého kompostu, 250 kg superfosfátu a 200 kg draselné soli na 1 ha (Mikešová a Lukešová, 2004).

Porost tymiánu lze založit trojím způsobem. Prvním způsobem je přímý výsev, z předpěstovaných sazenic nebo vegetativně. Přímý výsev se provádí v dubnu na dobře utužený pozemek do řádků vzdálených 50 cm. Spotřeba osiva na 1 ha se pohybuje okolo 3 kg. Pro předpěstování sazenic je osivo vyséváno do bedniček nebo teplého pařeniště od února do března nebo od července do září (Mikešová a Lukešová, 2004). Hloubka setí nesmí přesáhnout 3 cm (Neubauer a kol., 1984). Na 1 ha je zapotřebí asi 2 kg osiva. Když rostliny vyrostou, přesazují se na produkční pozemek do sponu 25 x 45 cm. Na 1 ha je zapotřebí 100 000 - 150 000 sazenic (Mikešová a Lukešová, 2004). Přímé výsevy i porosty sazenic se udržují plečkováním a pletím v bezplevelném stavu a odplevelují se i v řádcích ručním pletím (Neubauer a kol., 1984). Druhým způsobem založení porostu je pěstování z oddělků starších rostlin, které vyžaduje více praktických znalostí, avšak je méně náročné než pěstování ze sazenic. Po první sklizni se přihrne půda až k větvení, druhá sklizeň se již neprovádí. Za příznivého počasí se do podzimu vytvoří bohatý kořenový systém, trsy se mohou oddělovat a oddělky ihned vysazovat.

Nať se sklízí v plném květu, většinou ručně za pomoci srpů. Sklízí se celá kvetoucí nať ve výšce asi 5 cm nad zemí, bez dřevnatých částí rostlin. Pro regeneraci porostu musí zůstat na rostlinách několik listů (Černá, 1985). V jednom vegetačním roce dosáhneme i dvou sklizní. Druhou sklizeň provedeme nejpozději do 15. září. V prvním roce jsou výnosy tymiánu nižší. Můžeme počítat s 5 t suché nati z 1 hektaru. V dalších letech se výnos zvyšuje. Sesychávací poměr je 3-4:1. Nejvyšších výnosů se zpravidla dosahuje ve 3. a 4. roce (Neubauer a kol., 1984). Sušení tymiánu se provádí buď přirozeným teplem, nebo umělým do teploty 40 °C.

Tymián má účinek všeobecně dezinfekční, uvolňuje hleny a mírní křečovitý kašel. Osvědčuje se hlavně při zánětech horních cest dýchacích. Působí antisepticky a odstraňuje pach. Doporučuje se při zažívacích poruchách provázených křečemi a průjmami a rovněž proti střevním parazitům. V lidovém léčitelství se užívalo tymiánu především při úporném kašli, dále při chronickém zánětu průdušek a při průduškovém astmatu. Tymián je rovněž důležitým kořením se širokým uplatněním. Dezinfekčních vlastností se využívá v kosmetickém průmyslu při výrobě zubních past, kloktadel, ústních a pleťových vod, krémů, koupelových přísad aj. (Šuk a Liška, 1995).

Dva druhy, mateřídouška vejčitá (*Thymus pulegioides* L.) a mateřídouška úzkolistá (*Thymus serpyllum* L.) rostou v Litvě a dalších pobaltských státech. Bylo zjištěno, že *Thymus pulegioides* L. je vhodnější pro pěstování v těchto podmínkách než *Thymus serpyllum* L., protože výnos celkové biomasy po usušení je až 3 krát větší, vzrůst rostlin až 2,8 krát vyšší a obsahuje větší množství silice s biologicky aktivními látkami, jako jsou tymol, karvakrol, geraniol nebo linalool. Čtyři nejvíce plodné klony *Thymus pulegioides* L. obsahují 0,5-0,7 % silice. Nejvíce je zastoupen linalool (80,3 %), geraniol, karvakrol a tymol (Ložiene, 2008).

### **Tymiánová silice (*Oleum thymi*)**

Silice se získává destilací kvetoucí natě vodní párou. Výtěžnost se pohybuje okolo 0,5 %. Silice je růžová až červenohnědá kapalina, intenzivní, bylinné, pronikavé vůně s fenolickým nádechem (Vonášek a kol., 1987). Silice je mísitelná s ethanolem, etherem a etherem petrolejovým (Ministerstvo zdravotnictví, 2009).

Mezi hlavní komponenty silice patří tymol, karvakrol, linalool, geraniol a p-cymen.

V kuchyni se silice uplatní jako koření při uzení masa, do sýrů a sekaného masa, ke zvěřině, do salátů, do hrachových a fazolových pokrmů, k nakládání okurek, do omáček, k zelenině a na pizzu (Nováková a Šedivý, 1996).

Silice působí jako antidepresivum, nervové tonikum, antiseptikum, antimykotikum. Příznivě působí při únavě, nemoci dýchacích cest, revmatismu, svalové bolesti, nízkém krevním tlaku a zánětech dutin. Inhalace silice mírní dráždivý kašel a rýmu. Koupele napomáhají obranyschopnosti organismu (podporuje tvorbu bílých krvinek). Používá se jako kompozice

pro mýdla a koupelové pěny, do aromat pro masné a konzervářenské výrobky (Vonášek a kol., 1987).

Silice získané z tymiánu a oregána mohou inhibovat některé patogenní bakteriální kmeny, jako je *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella choleraesuis* a *Salmonella typhimurium*. Silice s vysokou koncentrací tymolu a karvakrolu jako je např. silice z oregána, saturejky a tymiánu obvykle brání v růstu více gram-pozitivním než gram-negativním bakteriím (Edris, 2007). Střední antimikrobiální aktivitou vůči potravinovým patogenním bakteriím disponuje tymián, který dokáže inhibovat *Salmonella aureus* již v koncentracích 0,017 - 0,033 na cm<sup>3</sup> vzduchu (Nedorostová a kol., 2006).

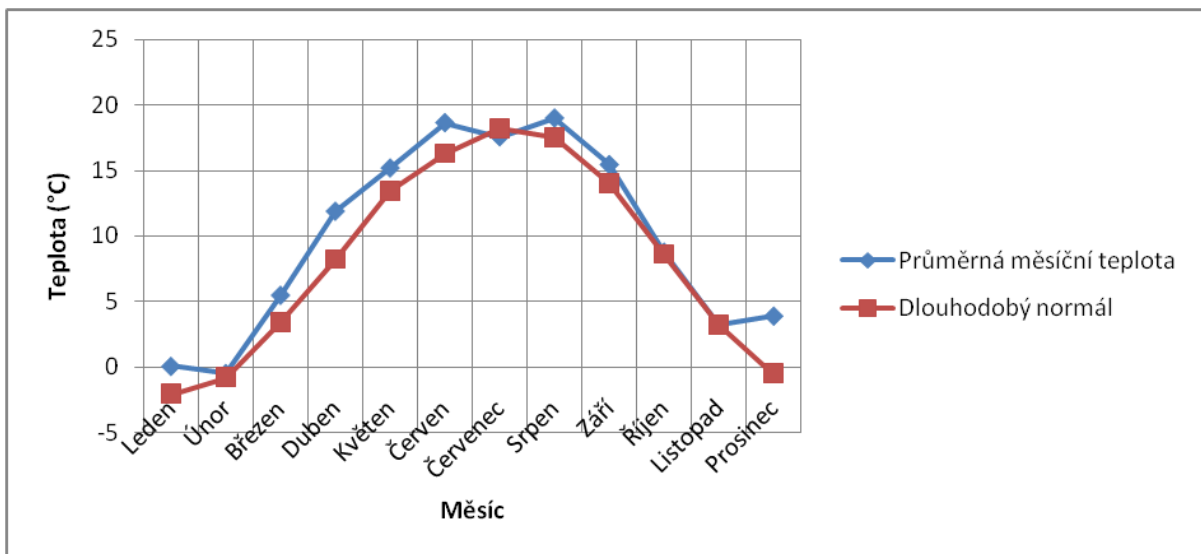
Thompson (1990) uvádí, že 1 mM karvakrolu tlumil nejméně 7 dní při teplotě 27 °C růst plísňí druhu *Aspergillus*, kdy při pH média 4,0 došlo ke snížení růstu mycelia o 50 % až 80 %.

## 4. Materiál a metody

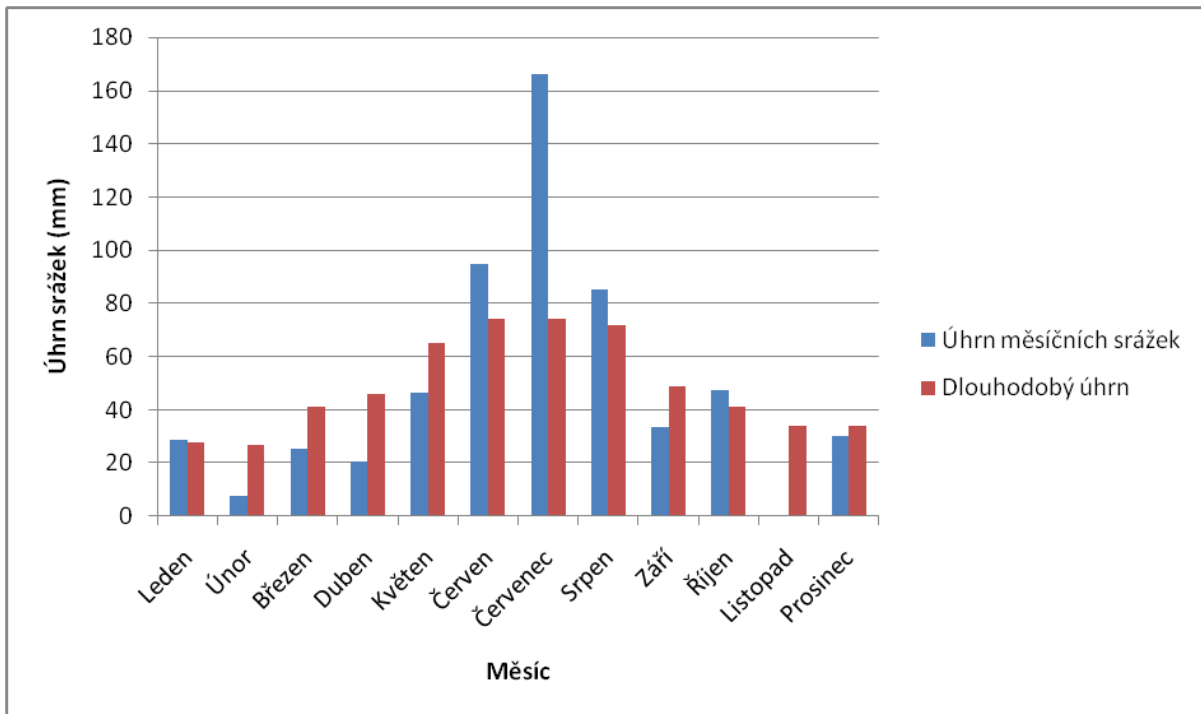
Pokus byl založen ve Výzkumné stanici Praha - Uhřetěves - Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Současná výměra orné půdy je 15,7 ha a to na dvou lokalitách (Uhřetěves 12,5 ha, Hájek 2,3 ha). Výzkum ekologického zemědělství začal v roce 1991 přechodným obdobím. V roce 1993 byly zahájeny odrůdové pokusy u hlavních a alternativních plodin (Katedra rostlinné výroby FAPPZ ČZU Praha, 2012).

Pokusná stanice leží v nadmořské výšce 295 m. Pozemky jsou řazeny do kvalitní řepařské oblasti - podtyp řepařsko-pšeničný. Půdním typem jsou zde hnědozemě, dle klasifikační stupnice Kopeckého patří půda do skupiny jílovitých hlín. Hloubka ornice činí 32 cm, humusový horizont dosahuje 70 cm a jeho profil je mírně až středně humózní s neutrální reakcí v celém horizontu. Hladina spodní vody se nachází v hloubce 1 m a má trvalý charakter. Ornice je mírně až středně humózní, 1,74 - 2,12 % (Bímová, 2009).

Průměrná denní teplota vzduchu dosahuje 8,3 °C a průměrná teplota ve vegetačním období 14,6 °C. Nejteplejším měsícem je červenec s průměrnou teplotou 18,2 °C. Zimy jsou relativně dlouhé se silnějšími mrazy, které se ojediněle objevují jako pozdní jarní mrazy, ještě koncem dubna a také mohou předčasně nastupovat již v říjnu. Průměrné teploty v roce 2011 jsou znázorněny na obrázku 4.1. Průměrné roční srážky dosahují 575 mm, z toho v období duben - září 380 mm. Nejbohatší srážky jsou v měsíci červnu a červenci, nejchudší v únoru. Průměrné srážky v roce 2011 jsou znázorněny na obrázku 4.2. Pokusné místo podle Langova dešťového faktoru patří do semihumidní oblasti. Sušší ráz podnebí je umírněn převládajícími západními a severozápadními větry, které snižují výpar (Kolektiv PS Uhřetěves, 2009).



Obrázek 4.1: Průměrné teploty - Uhřetěves 2011



Obrázek 4.2: Průměrný úhrn srážek - Uhřetěves 2011

## 4.1 Odrůdy a jejich výsev

Cibule česneku byly dodány z Genové banky v Olomouci pouze k získání silic a vyhodnocení, nebyly tedy pěstovány na pozemku. Osivo tymiánu bylo vybráno od firem Nohel Garden, Semo, Gardenson a Seva seed. Osivo bazalky od firem Semo (odrůda širokolistá a salátová), Kiepenkerl (odrůda chianti a citronová) a Gardenson. Odrůdy a hmotnost semen jsou uvedeny v tabulce 4.1. Osivo bylo vyseto 12.5. na ekologické ploše do předem připravené půdy. Pozemek, na kterém bylo osivo vyseto mělo výměru 18x4m, řádky od sebe byly vzdáleny 25 cm (tabulka 4.2. Po vysetí osiva došlo k zakrytí povrchu půdy bílou netkanou textilií, aby byly vytvořeny lepší podmínky pro vzcházení. Odrůdy česneku použité k hydrodestilaci jsou uvedeny v tabulce 4.3.

Rostlina	Hmotnost vysetých semen
<i>Thymus vulgaris</i> – Nohel Garden – (8-0051-69478-01)	0,3 g
<i>Thymus vulgaris</i> – Gardenson – (48)	0,1 g
<i>Thymus vulgaris</i> – Seva seed – (9-0041- L0215-01)	0,1 g
<i>Thymus vulgaris</i> – Semo – (8-0041-90218-01)	0,2 g = 600 semen (1 g na 1000 rostlin)
<i>Ocimum basilicum</i> Chianti – Kiepenkerl – (5639)	150 r.
<i>Ocimum basilicum</i> Salátová – Semo – (0-0040-99073-01)	1 g = 900 semen (3 g na 1000 rostlin)
<i>Ocimum basilicum</i> Širokolistá – Semo – (8-0040-90506-01)	1 g = 900 semen (3 g na 1000 rostlin)
<i>Ocimum basilicum</i> Citronová – Kiepenkerl – (5171)	150 r.
<i>Ocimum basilicum</i> – Gardenson – (46)	0,7 g

Tabulka 4.1: Hmotnost vysetých semen

Rostlina	Počet vysetých řádků
<i>Thymus vulgaris</i> – Nohel Garden – (8-0051-69478-01)	5+4
<i>Thymus vulgaris</i> – Gardenson – (48)	1
<i>Thymus vulgaris</i> – Seva seed – (9-0041- L0215-01)	1 g
<i>Thymus vulgaris</i> – Semo – (8-0041-90218-01)	8
<i>Ocimum basilicum</i> Chianti – Kiepenkerl – (5639)	9
<i>Ocimum basilicum</i> Salátová – Semo – (0-0040-99073-01)	7
<i>Ocimum basilicum</i> Širokolistá – Semo – (8-0040-90506-01)	9
<i>Ocimum basilicum</i> Citronová – Kiepenkerl – (5171)	8
<i>Ocimum basilicum</i> – Gardenson – (46)	2

Tabulka 4.2: Počet vysetých řádků jednotlivých rostlin

<b>Polovybíhající do květu</b>	<b>EVIGEZ</b>	<b>Stát původu</b>
Zahorsky	09H0100073	SVK
Alan	09H0100069	CZE
landrace (Pola de Siero 1)	09H0100262	ESP
landrace (CSK BK 87/27)	09H0100451	CZE
<b>Nepaličáci</b>		
Jampolskij	09H0100029	SUN
Thuringer (DDR 2)	09H0100064	DEU
landrace (CSK BK 87/28)	09H0100442	CZE
landrace (CSK BK 87/23)	09H0100452	CZE
landrace	09H0101077	POL
landrace	09H0101087	POL
Anton	09H0101196	CZE
Kalen	09H0101208	CZE
<b>Paličáci</b>		
landrace (Gagra 51)	09H0100211	SUN
Moravan	09H0100080	CZE
Ropal	09H0100081	CZE
landrace (Sochi 21)	09H0100221	SUN
landrace (CSK BK/16)	09H0100482	CZE
landrace (CSK BK/249/1)	09H0100498	CZE
landrace (Mutne 4)	09H0100515	CZE
landrace (Pavlovce 89)	09H0100805	SVK
landrace (Radnovce)	09H0100809	SVK
landrace	09H0101053	POL
Stanik	09H0101221	CZE
Unikát	09H0101224	CZE

Tabulka 4.3: Vybrané odrůdy česneku z genové banky v Olomouci

## 4.2 Kontrola a ošetření porostu

Porost byl v průběhu vegetace pravidelně kontrolován a zaznamenáván jeho stav (1.6., 15.6. a 29.6). Vyskytl se značný nárůst plevelů pod textilií, který byl ručně odstraněn. 15.6. byla odkryta netkaná textilie, jelikož rostliny dosahovaly značných rozměrů a nedocházelo k dalšímu nárůstu biomasy. Do meziřádků byla umístěna sláma, která posloužila jako mulč, aby nedocházelo k dalšímu výskytu plevelů.

## 4.3 Odběry

První odběr rostlin se uskutečnil 14.7. Rostliny byly odebrány náhodným způsobem ze všech řádků. Od každé odrůdy byl podle celkového počtu rostlin v řádcích stanoven počet rostlin,



který byl odebrán. Rostliny byly ustřiženy těsně nad zemí a následně vloženy do papírových pytlů. Celkem bylo uskutečněno 6 odběrů (14.7., 27.7., 12.8., 26.8., 8.9. a 23.9.). Všechny tyto odběry byly usušeny při teplotě 40 °C. Počet odebraných rostlin v průběhu vegetace je uveden v tabulce 4.4.

<b>Rostlina</b>	<b>14.7.</b>	<b>27.7.</b>	<b>12.8.</b>	<b>26.8.</b>	<b>8.9.</b>	<b>23.9.</b>
<i>Thymus vulgaris</i> – Nohel Garden – (8-0051-69478-01)	15	10	10	10	10	10
<i>Thymus vulgaris</i> – Gardenson – (48)	3	3	0	3	5	5
<i>Thymus vulgaris</i> – Seva seed – (9-0041- L0215-01)	0	0	0	0	1	1
<i>Thymus vulgaris</i> – Semo – (8-0041-90218-01)	10	10	10	10	10	10
<i>Ocimum basilicum</i> Chianti – Kiepenkerl – (5639)	5	5	5	5	5	5
<i>Ocimum basilicum</i> Salátová – Semo – (0-0040-99073-01)	5	5	5	5	5	5
<i>Ocimum basilicum</i> Širokolistá – Semo – (8-0040-90506-01)	2	2	2	2	2	2
<i>Ocimum basilicum</i> Citronová – Kiepenkerl – (5171)	5	5	5	5	5	5
<i>Ocimum basilicum</i> – Gardenson – (46)	0	0	1	0	1	1

Tabulka 4.4: Počet odebraných rostlin v průběhu vegetace

## 4.4 Zpracování vzorků

Po vysušení byly rostliny zváženy. Hmotnost určila, zda mohou být vzorky použity pro hydrodestilaci či mikrodestilaci. Pokud byla hmotnost nižší než 10 g, byly silice získávány pouze mikrodestilací a u vzorků, které přesahovaly hmotnost 10 g byla použita mikrodestilace i hydrodestilace. U česneku byla použita mikrodestilace i hydrodestilace, jelikož byla hmotnost cibulí dostačující.

## 4.5 Hydrodestilace

Byl sestaven clavengerův aparát, který byl připojen k chladicímu zařízení. Naváženo bylo určité množství rostlinného materiálu (dle celkové hmotnosti vzorku), maximálně 40 g. Vzorky byly rozemlety v elektrickém mixéru na práškovitou konzistenci. Rozemletý materiál byl nasypán do kádinky a zvážen. Do baňky s kulatým dnem o objemu 1 l bylo nalito 400 ml vody a vhozeny 2 varné kamínky, aby nedocházelo ke skrytému varu. Poté byl do baňky nasypán obsah z kádinky a celá směs byla promíchána. Baňka byla umístěna do topného hnízda a připojena k aparatuře. Destilace probíhala při teplotě 100 °C po dobu 4 hodin. Získaná silice byla následně odebrána do mikrozkušavky a odměřen obsah získané silice. Přebytečná voda byla z odebraného vzorku vysušena síranem sodným bezvodým. Po centrifugaci byla silice odebrána a skladována v -18 °C. Pro chemickou analýzu byl použit 1 mikrolitr silice a 1 ml hexanu. Vyhodnocení probíhalo v plynovém chromatografu.

## 4.6 Mikrodestilace

Hmotnost navážky u tymiánu a bazalky nepřesahovala 0,2 g a u česneku 6 g. Rozemletý materiál byl umístěn do headspace vialky o objemu 10 ml. Do vialky bylo přidáno 5 ml destilované vody a pomocí hamiltonovy mikrostříkačky 1 mikrolitr vnitřního standardu (p-cymen, eugenol). Do směsi byl vhozen varný kamínek a pod víčko umístěna vata, která sloužila jako filtr, aby nedocházelo k zanesení kapilární kolony. Vialka byla utěsněna krimpovacím hliníkovým víčkem s PTFE silikonovými septy. Do druhé vialky byly odpipetovány 2 ml hexanu. Obě tyto vialky byly propojeny kapilární kolonou o průměru 0,53 mm. Vialka se směsí rostlinného materiálu a vody byla umístěna do blokového termostatu a druhá byla volně umístěna mimo termostat. Teplota termostatu byla 115 °C. Směs páry a silice překapávala do volně umístěné vialky po dobu jedné hodiny. Následně byla hexanová vrstva přepipetována do vialky o objemu 2 ml a analyzována na plynovém chromatografu.

## 4.7 Plynová chromatografie

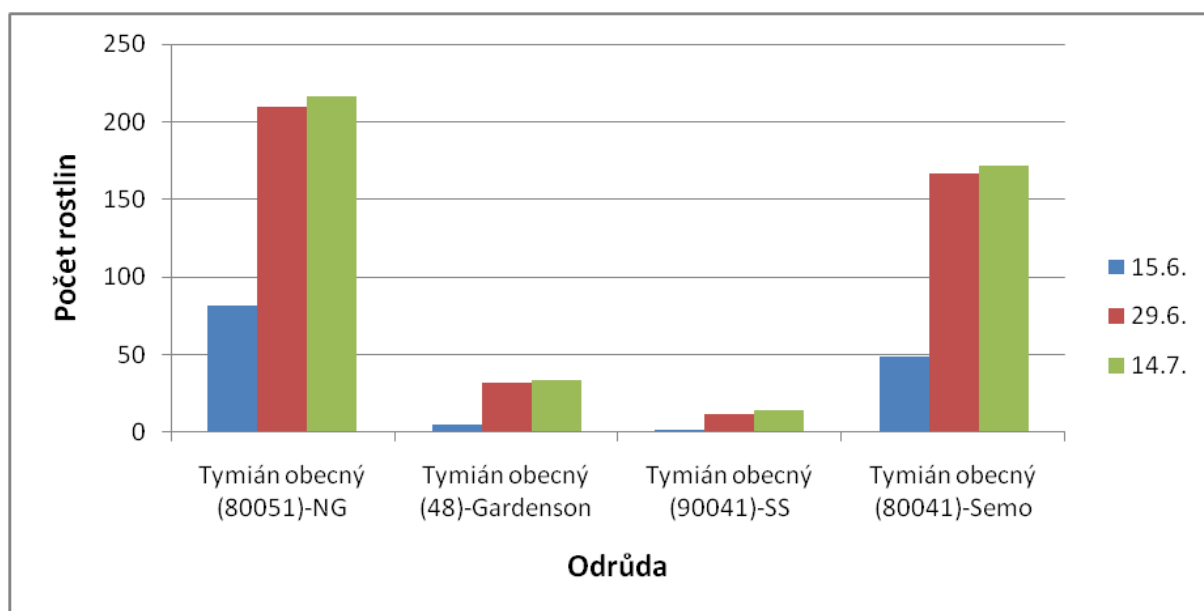
K indentifikaci jednotlivých složek silice byl použit plynový chromatograf s hmotnostním detektorem typu iontová past Varian 450-240 (Varian, Santa Clara, CA, USA). Byla použita VF-5MS kolona (Varian, Santa Clara, CA, USA) o průměru 0,25 mm, délce 30 m a tloušťce vrstvy 0,25  $\mu\text{m}$ . Hmotnostní spektra byla získána elektronovou ionizací při 70 eV. K nástřiku 1  $\mu\text{l}$  vzorku docházelo při teplotě 250 °C, v režimu split 1:50. Počáteční teplota kolony byla 50 °C, dále zvyšována po 3 °C/min do 250 °C a na této hodnotě byla udržována

konstantně po dobu 10 min. Identifikace jednotlivých složek silice byla provedena porovnáním jejich hmotnostního spektra a relativních retenčních indexů se standardy v databázi Národního institutu standardů a technologické knihovny USA (NIST 05) a s následujícími autentickými standardy (Sigma-Aldrich, ČR): para-cymen, thymol, karvakrol, eugenol. Relativní podíly jednotlivých složek silice byly hodnoceny pomocí plynového chromatografu s plameno-ionizačním detektorem Agilent 6890 GC-FID (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) s RTX-5 kolonou (Restek, Bellefonte) o průměru 0,18 mm, délce 20 m a tloušťce vrstvy 0,2  $\mu\text{m}$ . Ostatní parametry metody byly stejné jako u předchozí GC-MS metody. Nosným plynem byl dusík o čistotě 99,999 % a za konstantního průtoku 1 ml/min. Teplota při nástřiku a v detektoru byla 250 °C. Relativní podíly byly vypočítány vydělením jednotlivé plochy píků celkovou plochou všech píků. Pro všechny látky byly vypočítány průměry ze třech opakování a do souhrnné tabulky shrnující identifikované látky byly zahrnuty pouze látky, jejichž průměry byly větší než 1 %. Zařazování rostlin do jednotlivých chemotypů proběhlo na základě hodnocení složek silice, které se vyskytovaly alespoň u 95 % rostlin nebo v koncentracích větší než 5 %.

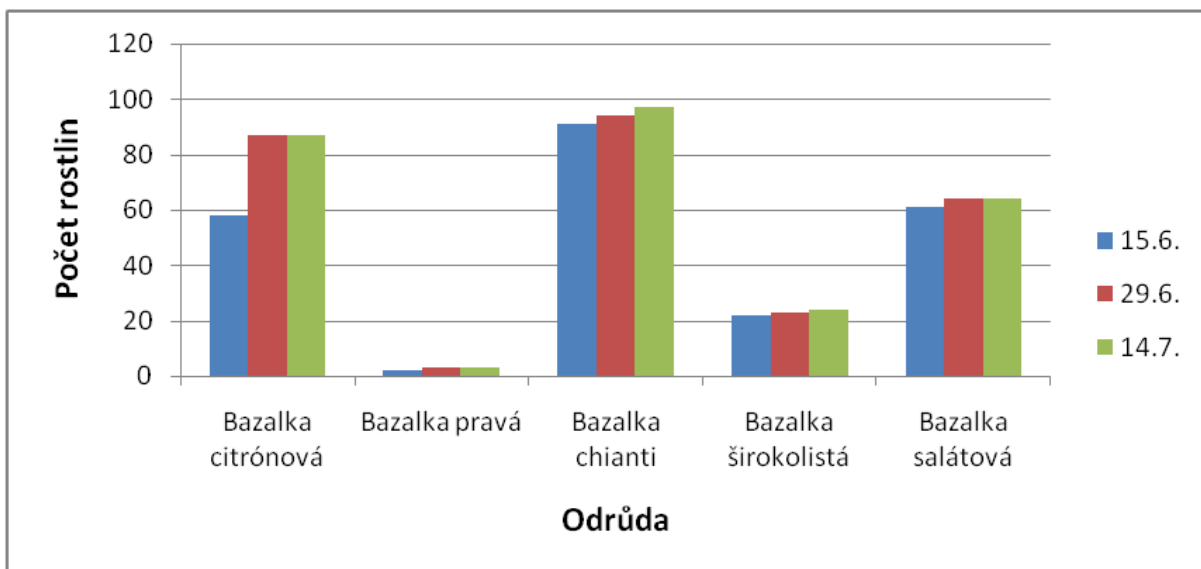
## 5. Výsledky

Výsledky pokusu jsou prezentovány v tabulkách a grafickém provedení. Ve výsledcích posuzují počet rostlin, počet pater rostlin, výtěžnost a chemické složení silice.

Přímé pěstování vybraných druhů není zcela spolehlivé oproti předpěstované sadbě. Na pozemku byl velmi nízký počet rostlin, které vzešly. Nejvyššího nárůstu počtu rostlin bylo v období od 15.-29.6, kdy byl zaznamenán vyšší úhrn srážek i vyšší průměrná teplota. Při prvním odběru 14.7. byl počet rostlin u tymiánu obecného (firma Nohel Garden) téměř dvojnásobný (200 ks) oproti ostatním. Počet rostlin je znázorněn v grafu 5.1. Stejného počtu rostlin (průměr 100 ks) dosáhla bazalka citrónová a bazalka chianti, které byly vypěstovány ze 150 semen, což ukazuje velmi dobrou klíčivost. Počet rostlin je znázorněn v grafu 5.2.

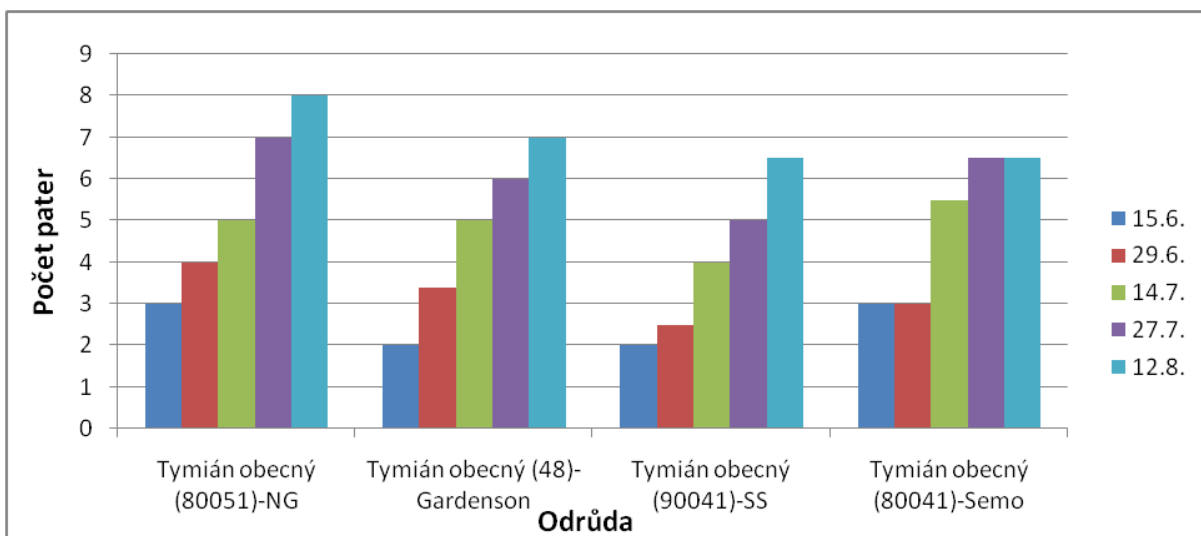


Obrázek 5.1: Počet rostlin - tymián

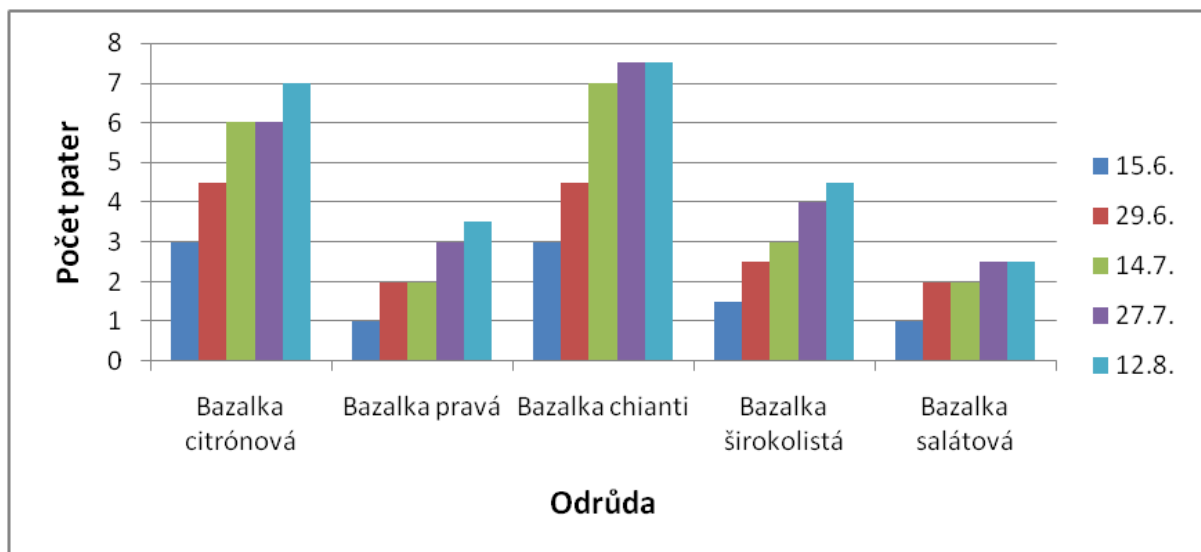


Obrázek 5.2: Počet rostlin - bazalka

U porostu tymiánu byl počet pater celkem vyrovnaný a nebyl zde zcela zřetelný rozdíl. Nejvíce pater však měl tymián obecný (7-8), firma Nohel Garden. Počet pater tymiánu je uveden v grafu 5.3. Počet pater byl nejnižší u bazalky salátové (1-3) a nejvyšší u bazalek chianti a citrónová (6-7). Počet pater bazalky je uveden v grafu 5.4.

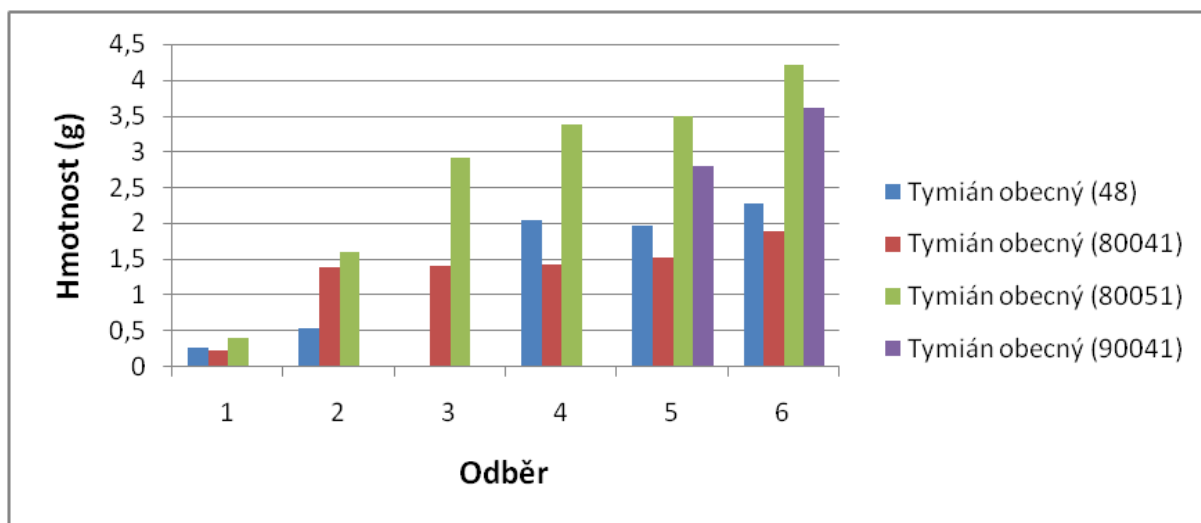


Obrázek 5.3: Počet pater - tymián



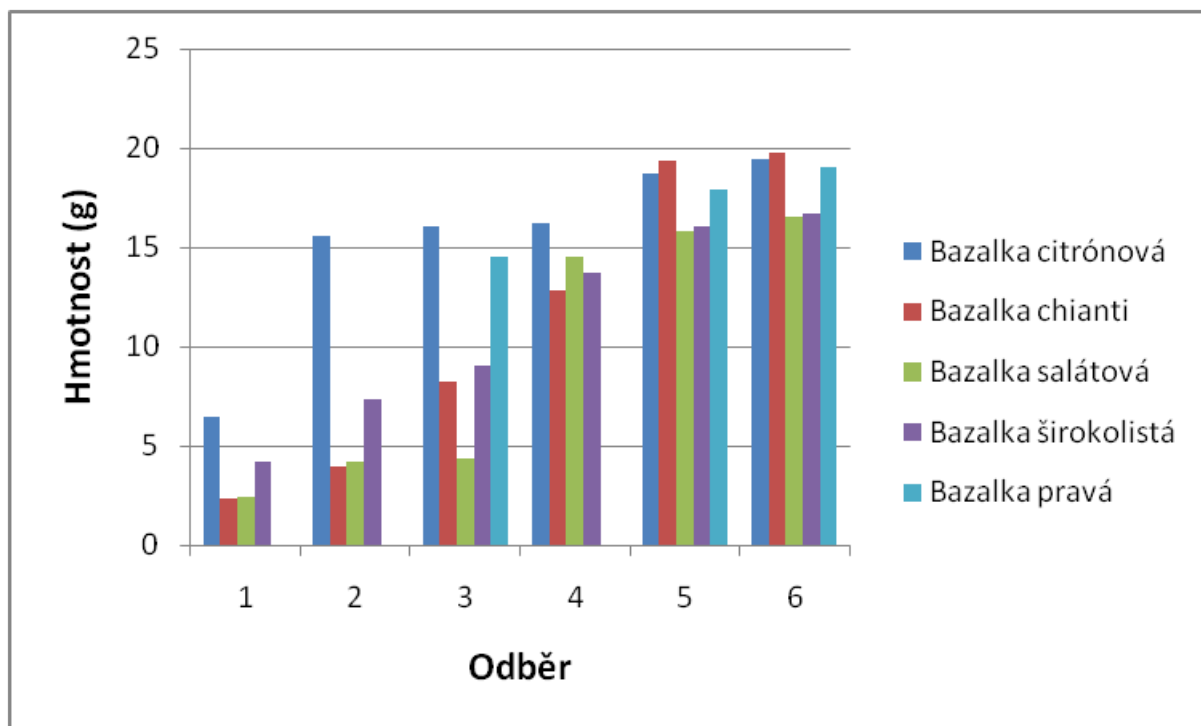
Obrázek 5.4: Počet pater - bazalka

Po usušení rostlin byla spočítána hmotnost jedné rostliny z každého odběru. Nejvyšší hmotnosti dosahoval tymián obecný (3-4,5 g), firma Nohel Garden a tymián obecný (2,5 g - 3,5 g), firma Seva seed. Hmotnost u těchto dvou tymiánů narůstala s přibývajícím odběry, zatímco u ostatních odrůd se hmotnost od 3. odběru nijak neměnila. Hmotnost jedné rostliny tymiánu v průběhu vegetace je znázorněna v grafu 5.5.



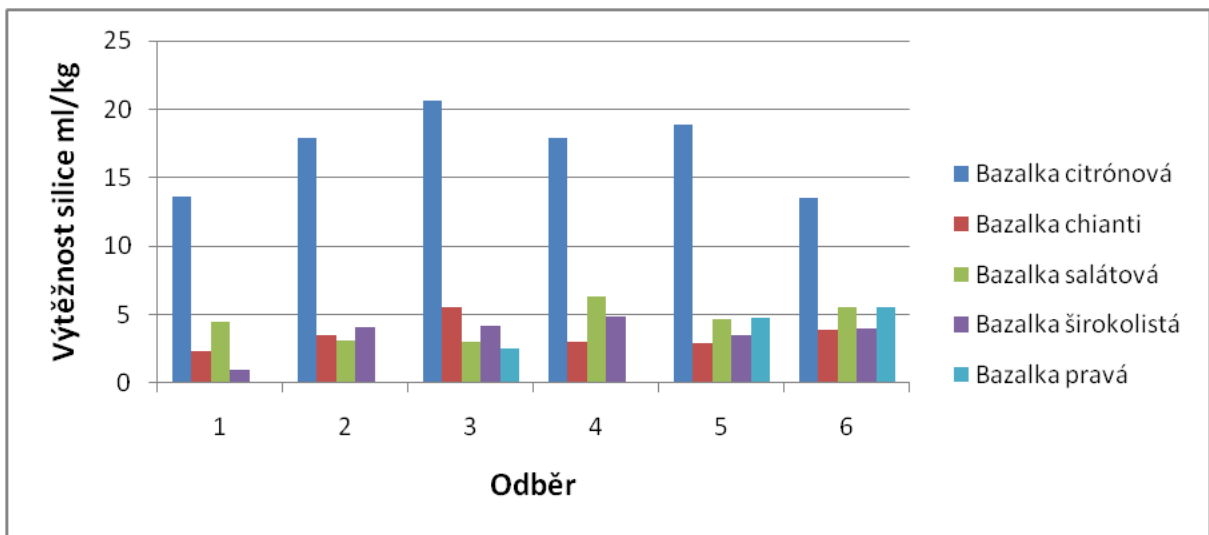
Obrázek 5.5: Hmotnost rostliny - tymián

Průměrná hmotnost bazalky citrónové (15 g) převyšovala ostatní odrůdy u 1.-4. odběru. Při 5. a 6. odběru byla již průměrná hmotnost (17-20 g) všech odrůd víceméně totožná s bazalkou citrónovou. Hmotnost jedné rostliny bazalky v průběhu vegetace je znázorněna v grafu 5.6.

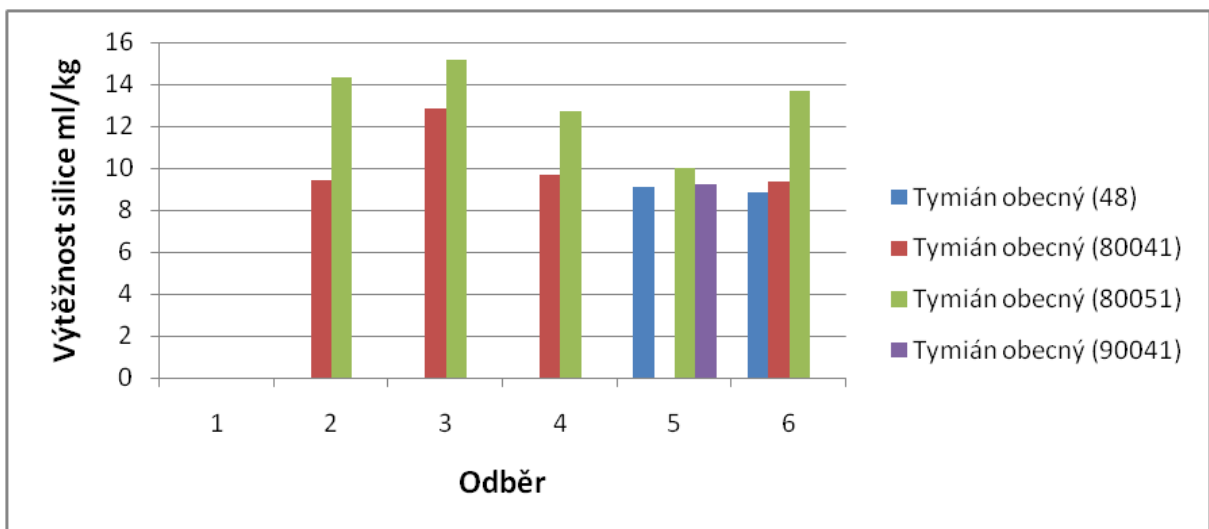


Obrázek 5.6: Hmotnost rostliny - bazalka

Hydrodestilace se ukázala jako vhodná metoda pro získávání silice z většího počtu rostlin. Nejvyšší výtěžnost silice byla u bazalky citrónové (15-20 ml/kg), u ostatních odrůd byla výtěžnost oproti bazalce citrónové velmi nízká (max. 5 ml/kg). Výtěžnost bazalkové silice zobrazuje graf 5.7. Nejvíce silice bylo získáno z tymiánu obecného od firmy Nohel Garden (12-15 ml/kg) a z tymiánu obecného od firmy Semo (10-12 ml/kg). Výtěžnost tymiánové silice zobrazuje graf 5.8. U *Ocimum basilicum* a *Thymus vulgaris* byl pokles výtěžnosti silice u 5. odběru a nárůst u 6. odběru. Na tuto změnu může mít vliv nižší úhrn srážek a vyšší teplota vzduchu mezi odběry. Nejvyšší výtěžnost silice byla u česneků původem z České republiky a Slovenské republiky. U odrůdy Zahorsky byla výtěžnost 3,35 ml/kg, u odrůdy landrace (CSK BK 87/27) 3,08 ml/kg a u odrůdy Alan 2,7 ml/kg. Výtěžnost česnekové silice je znázorněna v grafu 5.9.

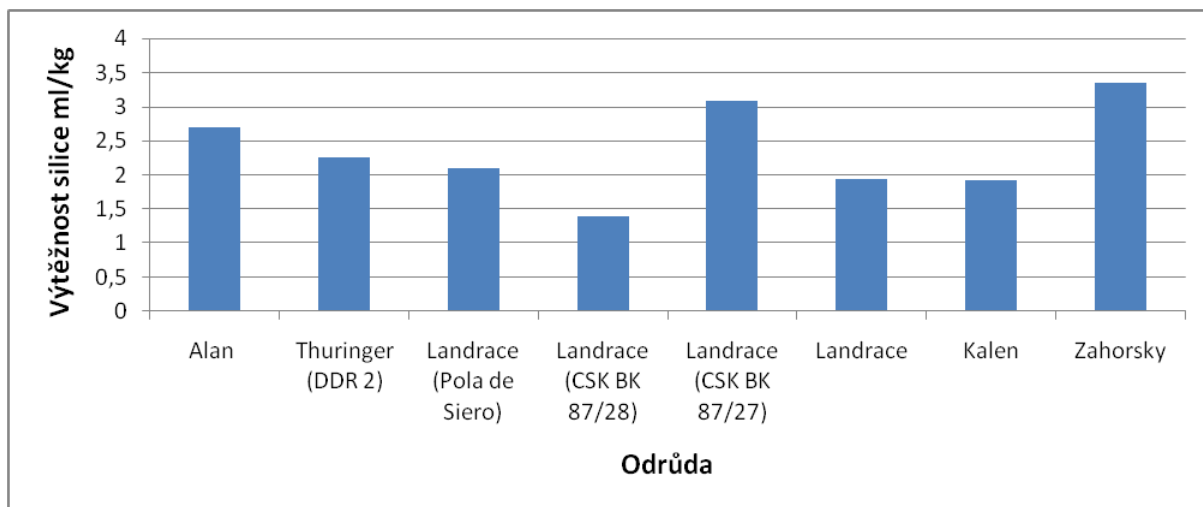


Obrázek 5.7: Hydrodestilace - bazalka



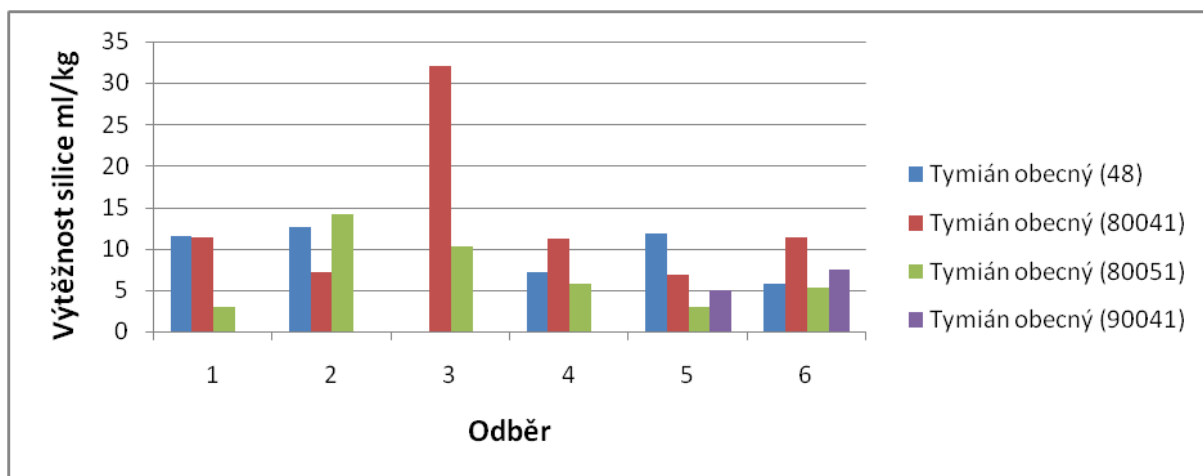
Obrázek 5.8: Hydrodestilace - tymián



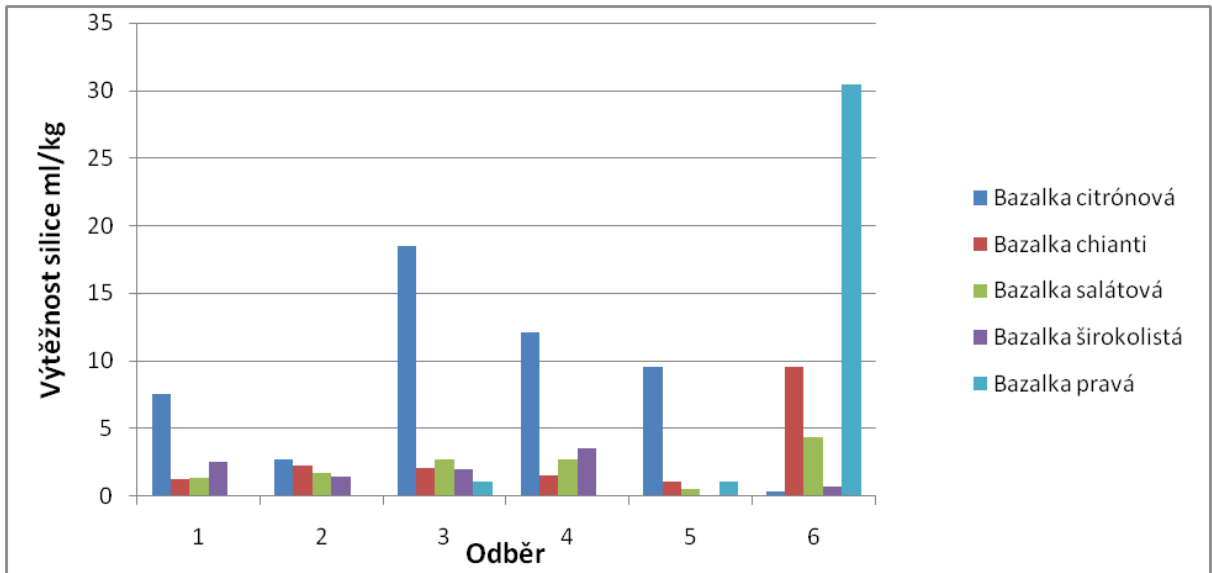


Obrázek 5.9: Hydrodestilace - česnek

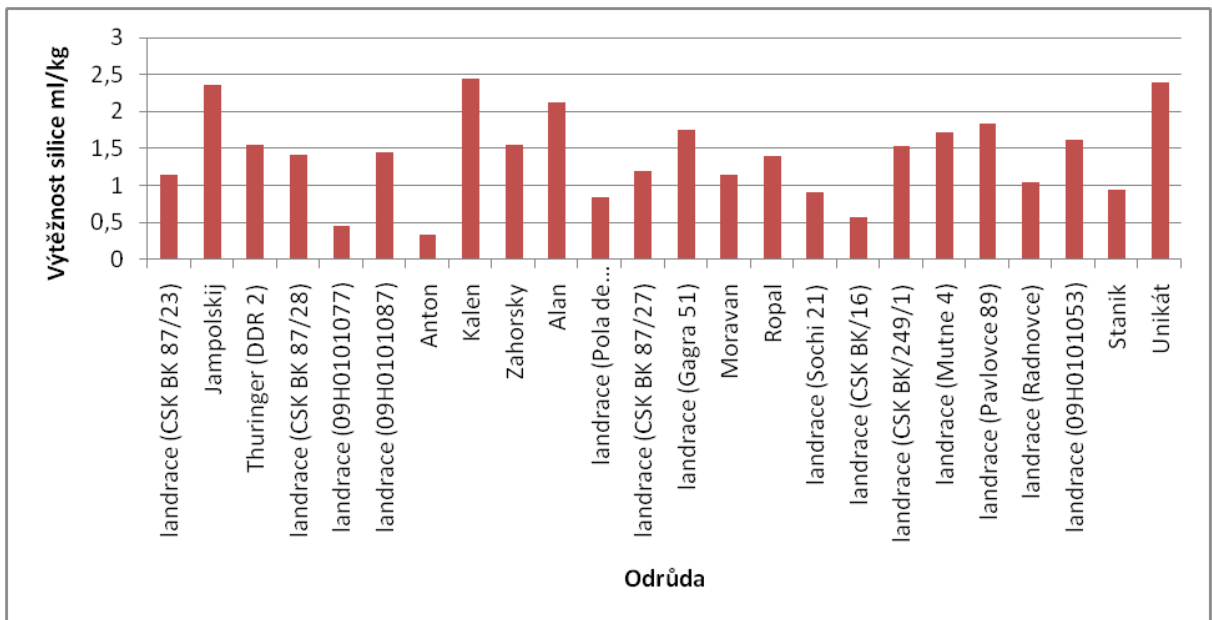
Získávání silice pomocí mikrodestilace se ukázalo jako nevhodné. Výsledné údaje byly zcela rozdílné v porovnání s hydrodestilací a hodnoty výtěžnosti silic ve všech odběrech byly velmi kolísavé. Výtěžnost silice u tymiánu a bazalky pomocí mikrodestilace znázorňují grafy 5.10 a 5.11. Vysoký obsah silice u česneku byl zaznamenán opět u českých odrůd (Kalen, Alan a Unikát) a u jedné západoevropské (Jampolskij). Výtěžnost silice česneku je vyobrazena v grafu 5.12.



Obrázek 5.10: Mikrodestilace - tymián

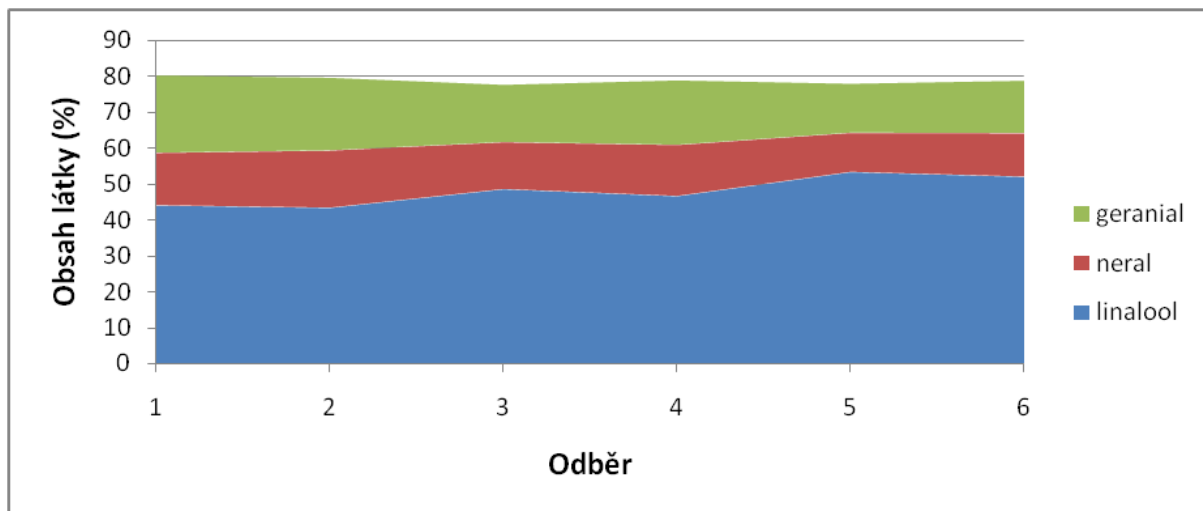


Obrázek 5.11: Mikrodestilace - bazalka

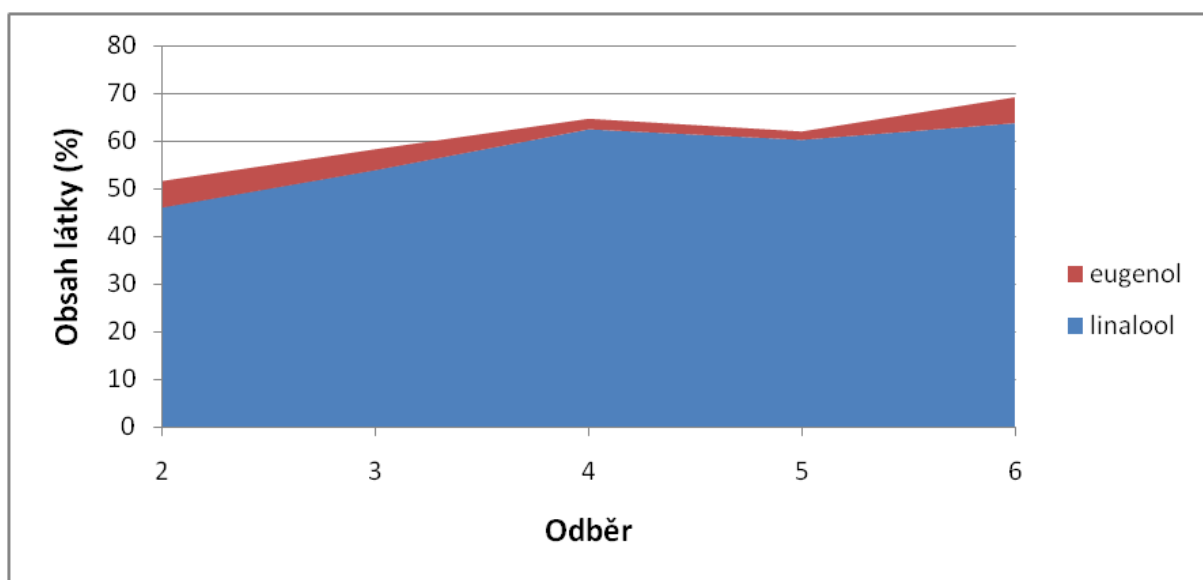


Obrázek 5.12: Mikrodestilace - česnek

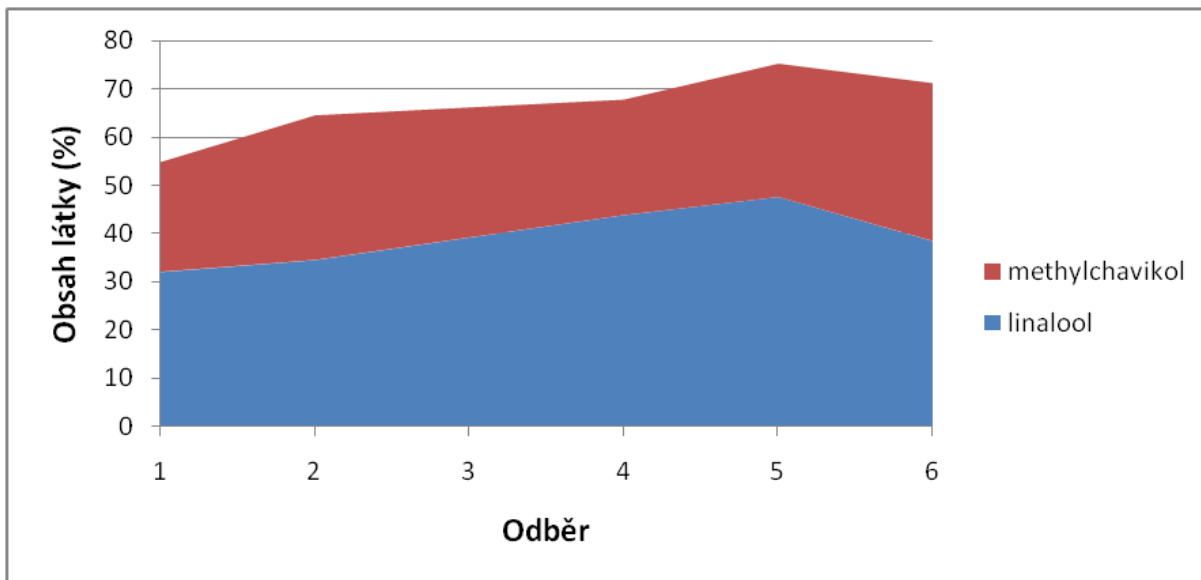
Linalool je hlavní látkou ve všech hodnocených bazalkách. Průměrný obsah linaloolu v odrůdách bazalky byl 50 %. Nejvíce linaloolu v průběhu vegetace obsahovala bazalka chianti (46-63 %) a nejméně bazalka salátová (32-47 %). Dalšími látkami, které se v silici vyskytovaly, byly eugenol u bazalky chianti (průměrně 3 %) a širokolisté (průměrně 7,5 %), methylchavikol u bazalky salátové (prům. 27,5 %), neral (prům. 13,5 %) a geranial (prům. 17,3 %) u bazalky citronové. Obsah účinných látek v odrůdách bazalky je uveden v grafech 5.13, 5.14, 5.15 a 5.16.



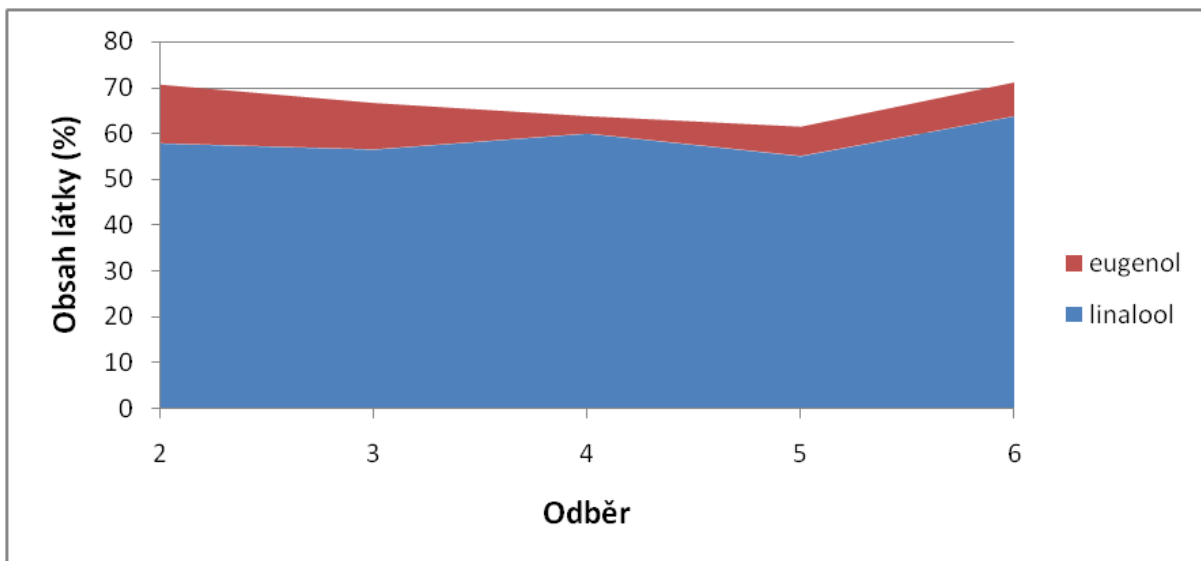
Obrázek 5.13: Obsah účinných látek v bazalce citronové



Obrázek 5.14: Obsah účinných látek v bazalce chianti

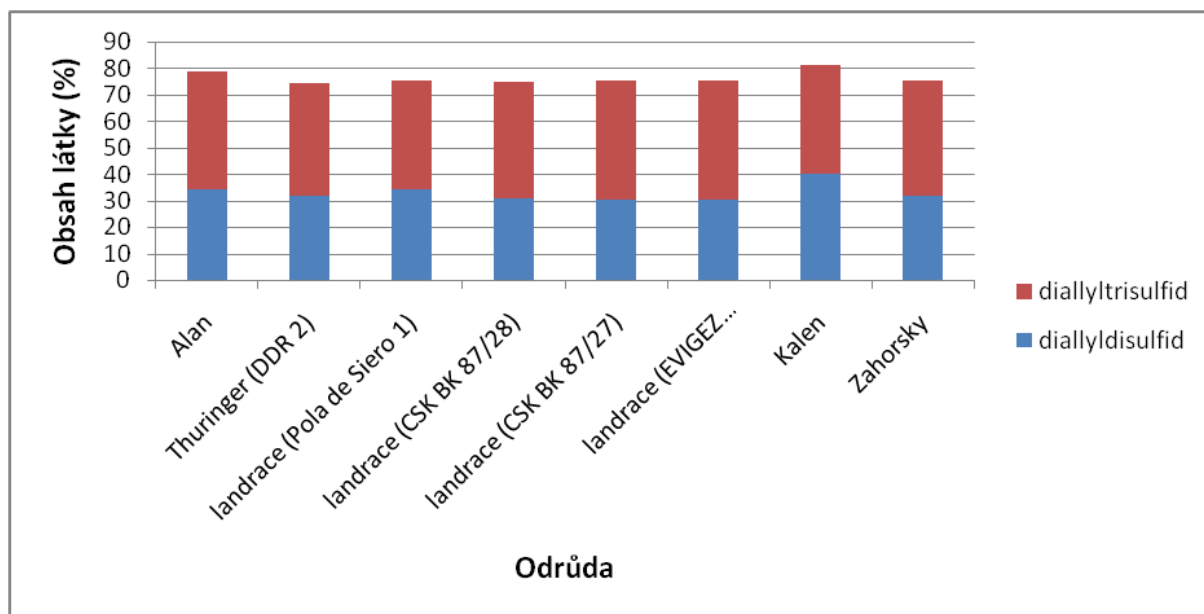


Obrázek 5.15: Obsah účinných látek v bazalce salátové



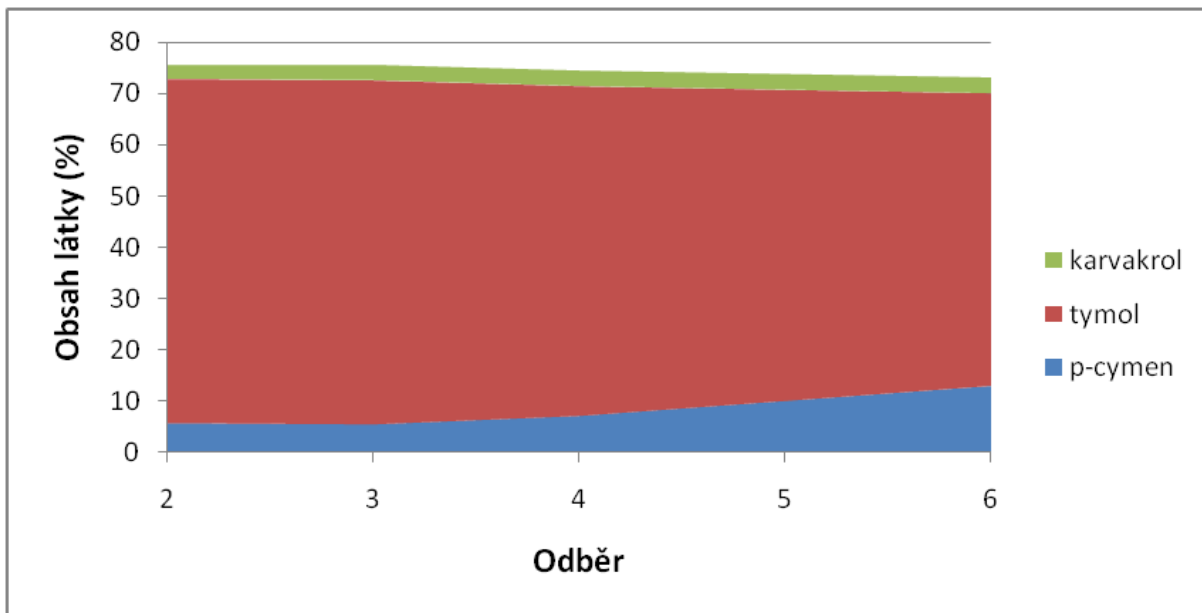
Obrázek 5.16: Obsah účinných látek v bazalce širokolisté

Z hlediska obsahových látek bylo větší procentuální (o 10 %) zastoupení diallyltrysulfidu u všech odrůd česneku. Nejvíce diallyldisulfidu (34-40 %) bylo vyhodnoceno u odrůd Kalen, Alan a landrace (Pola de Siero 1) a nejvíce diallyltrysulfidu (44-45 %) bylo vyhodnoceno u odrůd Alan, landrace (CSK BK 87/27) a landrace (EVIGEZ 09H0101077). Obsah látek v silici uvádí graf 5.17.

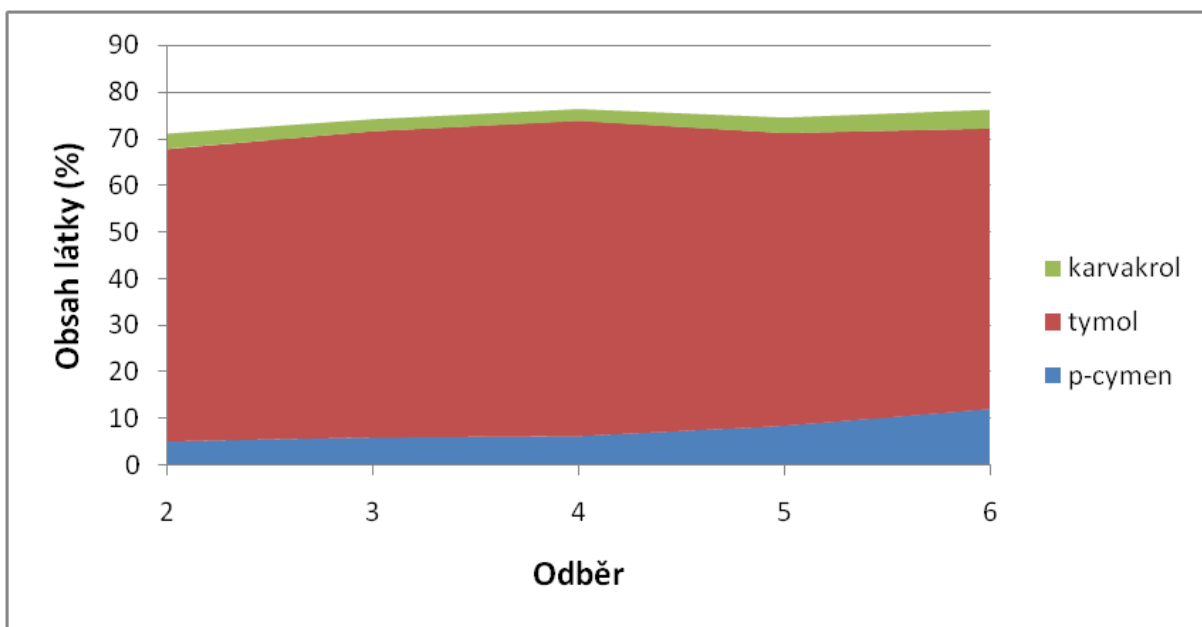


Obrázek 5.17: Obsah diallyldisulfidu a diallyltrysulfidu v odrůdách česneku

U tymiánu byly hodnoceny dvě účinné látky (tymol a karvakrol). Prekurzorem tymolu a karvakrolu je p-cymen. Při poklesu obsahu p-cymenu ve většině případů stoupal obsah karvakrolu, tymolu a při nárůstu p-cymenu, klesal obsah karvakrolu, tymolu. V průběhu vegetace se měnil obsah látek v silici. Nejvíce tymolu bylo v rostlině v období květu a karvakrolu ke konci vegetace. Průměrný obsah tymolu ze všech odběrů ve všech odrůdách byl 64 % a průměrný obsah karvakrolu byl 3,1 %. Obsah účinných látek u odrůd tymiánu obecného je uveden v grafech 5.18 a 5.19.



Obrázek 5.18: Obsah účinných látek v tymiánu obecném (80041)



Obrázek 5.19: Obsah účinných látek v tymiánu obecném (80051)

## 6. Diskuze

Mezi hlavní látky, které se v naší česnekové silici nacházely patřily diallyldisulfid a diallyltrisulfid. Průměrný obsah těchto látek v silici byl 70 %, z toho diallyldisulfid 33 % a diallyltrisulfid 43 %. Ve studii, kterou provedli Martinez-Velazquez a kol. (2011) byl průměrný obsah diallyldisulfidu 30,93 % a diallyltrisulfidu 33,57 %. Rattanachaikunsopon a Phumkhachorn (2009) zjistili ve své studii obsah diallyldisulfidu 25,09 % a diallyltrisulfidu 10,58 %. U odrůd česneku íránského *Allium sativum* var. *sativum* byl obsah diallyldisulfidu 8 %, diallyltrisulfidu 5,5 % a u *Allium sativum* var. *holmense* obsah diallyldisulfidu 2 %, diallyltrisulfid nebyl přítomen (Kharazi, 2005). Obsah látek, který byl uveden ve studiích byl velice nízký oproti našim výsledkům. Vysoký obsah diallyldisulfidu a diallyltrisulfidu v česneku může ovlivňovat odrůda a vhodné klimatické podmínky pro pěstování.

Ehnert a kol. (2012) zjistil, že diallyldisulfid působí účinněji oproti diallylsulfidu. Také uvedl, že česnek má antioxidační účinky a snižuje poškození buněk - osteoblastů vystavených pasivnímu kouření.

Nejvyšší obsah látek v česnekové silici byl prokázán u odrůd Kalen, Alan a Landrace (Pola de Siero 1). Byl hodnocen obsah dvou účinných látek (diallyldisulfid a diallyltrisulfid). Ve všech odrůdách byl vyšší obsah diallyltrisulfidu (43 %). Martinez-Velazquez a kol. (2011) testovali působení česnekové silice, která obsahovala diallyltrisulfid (33,57 %), diallyldisulfid (30,93 %) a methylallyltrisulfid (11,28 %). Ve studii bylo prokázáno, že silice o koncentraci od 20 do 1,25 % působí akaricidně proti larvám *Rhipicephalus micropulus* v deseti dnech jejich věku. Výsledky ukázaly, že česneková silice působí vysokou úmrtnost larev (90 - 100%) ve všech testovaných koncentracích na 10 dní staré larvy klíšťat *Rhipicephalus micropulus*. U českých odrůd byl zaznamenán vyšší obsah diallyltrisulfidu oproti obsahu, který byl ve studii uveden.

Ve studii, kterou provedli Rattanachaikunsopon a Phumkhachorn (2009) uvedli, že česneková silice měla velmi nízkou koncentraci diallylmonosulfidu (1,62 %) ve srovnání s ostatními. Obsah diallyldisulfidu byl (25,09 %), diallyltrisulfidu (16,04 %) a diallyltetrasulfidu (10,58 %). Zkoumali také působení silice proti *Vibrio cholera*, která je hlavním patogenem v potravinách v Thajsku a způsobuje cholera. Je přítomna v syrových a lehce vařených potravinách. Antibakteriální účinky byly prokázány pouze u diallyldisulfidu.

Ve dvou odrůdách česneku íránského *Allium sativum* var. *sativum* a *Allium sativum* var. *holmense* byl zjišťován obsah látek. V odrůdě *Allium sativum* var. *sativum* byl obsažen diallylsulfid (1,3 %), diallyldisulfid (8 %), methylallyldisulfid (19 %), methylallyltrisulfid (3,2 %), diallyltrisulfid (5,5 %), diallyltetrasulfid (2 %), 2,3-dimethyl triofen (1,8, %), 5-methyl-1,2,3-thiadiazol (5 %) a 1,2-ditiolan-3-karboxylové kyseliny (1,5 %). U odrůdy *Allium sativum* var.

*holmense* bylo množství látek následující: diallyldisulfid (2 %), methyl-allyltrisulfid (6,3 %), diallyltetrasulfid (5 %) a cyklopentanthiol (2,5 %) (Kharazi, 2005).

Hlavní látkou ve všech námi získaných silicích z bazalky byl linalool. Průměrný obsah linaloolu v odrůdách bazalky byl 50 %. Dalšími látkami, které se v silici vyskytovaly byly eugenol u bazalky chianti (průměrně 3 %) a širokolisté (průměrně 7,5 %), methylchavikol u bazalky salátové (prům. 27,5 %), neral (prům. 13,5 %) a geranial (prům. 17,3 %) u bazalky citrónové. Ve studii, kterou provedli Verma a kol. (2012) byl obsah linaloolu 14,3-34,1 % a methylchavikolu 84,3-94,3 %. Figueredo a kol. získávali bazalkovou silici pomocí hydrodestilace a mikrovlnné extrakce. Mezi hlavní látky, které byly v silici obsaženy je řazen linalool (30,44 % a 34,90 %), methylchavikol (25,48 % a 31,40 %) a methylcinnamate (19,31 % a 13,19 %). Obsah linaloolu a methylchavikolu v našich odrůdách bazalky převyšoval obsahy těchto látek, které byly uvedeny ve studiích.

Dvě odrůdy *Ocimum basilicum* Vikardusha a CIM-Saumya pěstovaných v regionu západních Himalájí byly hodnoceny z hlediska výnosu a složení silice v různých fázích růstu v průběhu dvou období sklizně (jaro-léto a deštivý podzim). Nejvyšší výtěžnost silice byla získána v plném květu při správném obdělávání půdy u obou odrůd. Výtěžnost silice z čerstvě získaného rostlinného materiálu byla u odrůdy Vikardusha v období jaro-léto 0,22-0,61 %, na podzim 0,18-0,46 % a u odrůdy CIM-Saumya jako-léto 0,45-1,14 % a na podzim 0,68-1,04 %. Silice odrůdy Vikardusha obsahovala methylchavikol (84,3 - 94,3 %), zatímco silice odrůdy CIM-Sumya obsahovala methylchavikol (62,5 - 77,6 %) a linalool (14,4-34,1 %). Tato studie jasně ukázala, že odrůda, doba sklizně a ontogeneze mají značný vliv na výnos a kvalitu silice. Množství methylesteru chavikolu v odrůdách pěstovaných v oblasti Himalájí je vyšší než v jiných částech Indie (Verma a kol., 2012). Výtěžnost silice bazalky citrónové se pohybovala od 1,4 do 1,8 %. U ostatních odrůd byla výtěžnost maximálně 0,6 %. K hydrodestilaci byl použit sušený materiál.

Figueredo a kol. (2011) se zabývali chemickým složením bazalkové silice získané hydrodestilací a mikrovlnnou extrakcí. Mezi dominantní látky získané hydrodestilací a mikrovlnnou destilací patří linalool (30,44 % a 34,90 %), methylchavikol (25,48 % a 31,40 %) a methylcinnamate (19,31 % a 13,19 %). Odlišný způsob získávání silice ovlivňuje její následné složení.

Wogiatzi a kol. (2011) hodnotili výtěžnost silice u bazalky širokolisté (odrůda Large Leaf Basil a Genovese) a bazalky úzkolisté (odrůda Finissimo Verde a Palla a Larosa Emanuele-Sementi). Oba tyto kultivary byly pěstovány dva roky. Výtěžnost silice u širokolistých bazalek byla 1,3 % až 2,1 % a u bazalek úzkolistých 1,5 % až 1,8 %. Hlavními účinnými látkami byly linalool a eugenol. U širokolistých odrůd zůstal obsah linaloolu konstantní, zatímco obsah eugenolu se v průběhu dvou let měnil. U úzkolistých odrůd se měnil obsah linaloolu a obsah eugenolu zůstal stejný. Výtěžnost silice české odrůdy bazalky širokolisté od firmy Semo byla



0,35-0,45 %. Výtěžnost silice, která byla ve studii hodnocena je vyšší oproti naší odrůdě, jelikož rostliny z nichž se silice získávala byly pěstovány v Řecku, kde jsou velice příznivé podmínky pro pěstování.

Hlavní látky v tymiánové silici, které byly získány hydrodestilací, jsou tymol a karvakrol. Průměrný obsah tymolu byl 64 % a karvakrolu 3,1 %. Jamshidi a kol. (2006) ve své studii hodnotili látky, které byly obsaženy v *Thymus kotschyanus*. Obsah karvakrolu se pohyboval v rozmezí 60,82 - 82,05 % a obsah tymolu v rozmezí 1,56 - 13,94 %. Ve studii, kterou se zabýval Avcı (2011) byla získána silice z *Thymus praecox* ssp. *scorpilii* (Velen) Jalas var. *laniger* (Borbas). Hlavní složky v silici byly tymol a karvakrol. Průměrný obsah tymolu byl 48,10 % a karvakrolu 22,20 %. Obsah látek u *Thymus kotschyanus* a u *Thymus praecox* ssp. *scorpilii* (Velen) Jalas var. *laniger* (Borbas) je zcela variabilní oproti našim odrůdám. V našich odrůdách byl vyšší obsah tymolu.

Nejvyšší výtěžnost silice (12-15 ml/kg) byla prokázána u tymiánu obecného od firmy Nohel Garden a u tymiánu obecného firmy Semo (10-12 ml/kg). Obsah tymolu u těchto dvou odrůd, který byl získán z prvních odběrů byl vyšší (65 %) než z odběrů ke konci vegetace (60 %). Obsah karvakrolu u výše zmíněných odrůd byl vyšší ke konci vegetace (3,4 %). Ve studii byl hodnocen *Thymus kotschyanus*, který je cenným rostlinným druhem a roste převážně v horských oblastech. Různé druhy této rostliny se vyskytují převážně v oblasti Středomoří. Obsah látek v silici se lišil u rostlin, které byly odebrány v různé nadmořské výšce. Obsah karvakrolu se pohyboval v rozmezí 60,82-82,05 % a obsah tymolu v rozmezí 1,56-13,94 % (Jamshidi a kol., 2006). Procentuální zastoupení látek je zcela opačné oproti odrůdám, které se pěstují v našem klimatickém pásu.

V jižní části Turecka bylo hodnoceno chemické složení silice z planých rostlin *Thymus praecox* ssp. *scorpilii* (Velen) Jalas var. *laniger* (Borbas) (mateřídouška časná). Pro účel získání silice byly vzorky odebrány ve třech nadmořských výškách (1030, 1230, 1250) v jižním Turecku. Z usušeného rostlinného materiálu byla následně získána silice. Výtěžnost silice z rostlin, jenž byly odebrány v 1030 m.n.m. byla 2,73 %, v 1230 m.n.m. byla 2,07 % a v 1250 m.n.m. byla 1,98 %. Hlavní složky v silici byly tymol a karvakrol. Průměrný obsah tymolu byl 48,10 % a karvakrolu 22,20 %. Nejvyšší obsah (46,02 %) karvakrolu byl obsažen v rostlinách, které se nacházely 1030 m.n.m. a nejvíce (69,09 %) tymolu v rostlinách z 1250 m.n.m. Změny v obsahu silic mohly být způsobeny genetickou nebo ekologickou variabilitou. Velký podíl na množství látek v rostlině má i pěstování v různých nadmořských výškách (Avcı, 2011). Naše odrůdy tymiánu, které byly pěstovány 295 m.n.m. měly rozdílný obsah látek. Tymol byl zastoupen z 65% a karvakrol z 3,5 %.

## 7. Závěr

Cílem této práce byl výběr nejvhodnějších odrůd *Allium sativum*, *Thymus vulgaris* a *Ocimum basilicum* z hlediska pěstování, výnosu, výtěžnosti (kvantitativní ukazatele) a složení silice (kvalitativní ukazatel).

Z výsledků vyplynuly tyto závěry:

- nejvyšší hmotnost jedné rostliny měla bazalka citrónová od firmy Kiepenkerl a tymián obecný od firmy Nohel Garden
- z hlediska nejvyšší výtěžnosti silice byla nejlepší bazalka citrónová (15-20 ml/kg), tymián obecný od firmy Nohel Garden (12-15 ml/kg) a česnek kuchyňský odrůda Zahorsky (3,35 ml/kg)
- mezi dvě látky, které byly v česnekové silici obsaženy patřil diallyldisulfid a diallyltrisulfid. Nejvíce diallyldisulfidu (34-40 %) bylo vyhodnoceno u odrůd Kalen, Alan a landrace (Pola de Siero 1) a nejvíce diallyltrisulfidu (44-45 %) bylo vyhodnoceno u odrůd Alan, landrace (CSK BK 87/27) a landrace (EVIGEZ 09H0101077)
- hlavní účinnou látkou ve všech odrůdách bazalky byl linalool (prům. 50 %). Dalšími látkami, které se v silici vyskytovaly byly eugenol u bazalky chianti a širokolisté, methylchavikol u bazalky salátové, neral a geranial u bazalky citrónové.
- mezi dvě hlavní látky v tymiánové silici je řazen tymol a karvakrol.

Přímé pěstování bazalky pravé a tymiánu obecného ve venkovních podmínkách je vhodnou volbou i v našem klimatickém pásu. Z hlediska dobré vzházivosti semen a vyrovnanému růstu porostou je vhodné pěstovat bazalku citrónovou od firmy Kiepenkerl a tymián obecný od firmy Nohel Garden. Výtěžnost silice z kilogramu suchých rostlin se u odrůd bazalky pohybuje 5-20 ml, u česneku kuchyňského 0,5-3,5 ml a u tymiánu obecného 10-15 ml. Výtěžnost silice je tedy velmi dobrá. Nejvyšší výtěžnost silice měla bazalka citrónová, česnek kuchyňský odrůda Zahorsky a tymián obecný od firmy Nohel Garden. Na základě této studie budou vybrány jednotlivé odrůdy pro následné maloparcelkové polní pokusy.

# Literatura

- [1] Antunes, M.D., Cavaco, A.M. 2010. The use of essential oils for postharvest decay control. A review. *Flavour and Fragrance Journal* 25, 351 - 366.
- [2] Avci, A.B. 2011. Chemical variation on the essential oil of *Thymus praecox* ssp. *scorpilii* var. *laniger*. *International Journal of Agriculture and Biology* 13, 607 - 610.
- [3] Baghalian, K., Ziai, S.A., Naghavi, M.R., Badi, H.N., Khalghi, A. 2005. Evaluation of allicin content and botanical traits in Iranian garlic *Allium sativum* L. ecotypes. *Scientia Horticulturae* 103, 155-166.
- [4] Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. 2007. Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology* 46, 446 - 475.
- [5] Baser, K.H.C., Buchbauer, G. 2010. *Handbook of Essential Oils - Science, Technology, and Applications*. CEC Press Taylor & Francis Group. United States of America. 994 s.
- [6] Bímová, L. 2009. Vliv dlouhodobého ekologického hospodaření na půdní vlastnosti. Česká zemědělská univerzita. Praha. 65 s.
- [7] Blažek, Z., Kučera, M., Hubík, J. 1952. *Léčivé rostliny ve sběru a v kultuře*. Zdravotnické nakladatelství. Praha. 296 s.
- [8] Branžovský, I., Příbylová, Z., Buchtová, I. 2010. *Situační a výhledová zpráva - léčivé, aromatické a kořeninové rostliny*. Odbor rostlinných komodit Ministerstva zemědělství. Praha. 49 s. ISBN 978807084908.
- [9] Bremnessová, L. 2005. *Užitkové rostliny*. Knižní klub. Praha. 304 s. ISBN: 802421301X.
- [10] Briggsová, M. 2009. *Česnek a cibule*. Fortuna Libri. Praha. 160 s. ISBN: 9788073214944.
- [11] Buchtová, I. 2011. *Situační a výhledová zpráva - zelenina*. Odbor rostlinných komodit Ministerstva zemědělství. Praha. 71 s. ISBN: 9788070849880.
- [12] Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *International Journal of Food Microbiology* 94, 223 - 253.
- [13] Černá, L. 1985. *Malý herbář léčivých rostlin II.díl - pěstování*. Léčivé rostliny n.p. 89 s.
- [14] Davidson, P. M., Sofos, J.N., Branen, A.L. 2005. *Antimicrobials in food*. Taylor & Francis Group. 722 s. ISBN 0-8247-4037-8.

- [15] Ehnert, S., Braun, K.F., Buchholz, A., Freude, T., Egana, J.T., Schenck, T.L., Schyschka, L., Neumaier, M., Döbele, S., Stöckle, U., Nussler, A.K.. 2012. Diallyl-disulphide is the effective ingredient of garlic oil that protects primary human osteoblasts from damage due to cigarette smoke. *Food Chemistry* 132, 724 - 729.
- [16] Edris A.E. 2007. Pharmaceutical and Therapeutic Potentials of Essential Oils and Their Individual Volatile Constituents. *Phytotherapy research* 21, 308 - 323.
- [17] Felklová, M., Kocourková, B. 2003. Pěstování léčivých rostlin (pro farmaceuty). Veterinární a farmaceutická univerzita. Brno. 100 s. ISBN: 807305458.
- [18] Figueredo, G., Ünver, A., Chalchat, J.C., Arslan, D., Özcan, M.M. 2011. A Research On The Composition Of Essential Oil Isolated From Some Aromatic Plants By Microwave And Hydrodistillation (Article in press). *Journal of Food Biochemistry*.
- [19] Grau, J., Jung, R., Münker, B. 1996. Bobulovitě, užitkové a léčivé rostliny. Knižní klub. Praha. 287 s. ISBN 8071763691.
- [20] Grygárková, P. S. 2010. Aromaterapie. Zahrádkář. 2. X-XI.
- [21] Hardingová, J. 2005. Tajemný svět bylin. Slovart, s.r.o. Praha. 256 s. ISBN: 8072097075.
- [22] Harris, J.C., Cottrell, S.L., Plummer, S., Lloyd, D. 2001. Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). *Appl Microbiol Biotechnol* 57, 282 - 286.
- [23] Hay, R.K.M., Waterman P.G. 1993. Volatile oil crops. Longman Scientific & Technical. England. 185 s. ISBN: 0582005574.
- [24] Hrdina, V., Hrdina, R., Jahodář, L., Martinec, Z. 2004. Přírodní toxiny a jedy. Galén. Praha. 302 s. ISBN: 8072622560.
- [25] Jamshidi, A.M., Aminzadeh, M., Azarnivand, H., Abedi, M. 2006. Effect of evaluation for quality and quantity of essential oil *Thymus kotschyanus* (Damavand - Tar). *Journal of Medicinal Plants* 5, 17 - 22.
- [26] Janča, J., Zentrich J.A. 1994. Herbář léčivých rostlin 1. Eminent. Praha. 288 s. ISBN: 8085876027.
- [27] Jindrová, J. 2010. Ottův průvodce přírodou - Léčivé rostliny. Ottovo nakladatelství. Praha. 495 s. ISBN 9788073605889.
- [28] Jirásek, V., Starý, F. 1986. Kapesní atlas léčivých rostlin. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 319 s. ISBN: 1432189.

- [29] Katedra rostlinné výroby FAPPZ ČZU v Praze. Výzkumná stanice Praha - Uhříněves [online]. 2012 [cit. 2012-3-27].  
Dostupné z <<http://krv.agrobiologie.cz/psu2008/psindex.htm>>.
- [30] Kharazi, P.R. 2005. GC and mass-spectrometric comparison of organo sulfur compounds in two varieties of Iranian garlic. Phosphorus, Sulfur and Silicon and the Related Elements 180, 1399-1403.
- [31] Kolektiv PS Uhříněves. Pokusná stanice v Uhříněvsi [online]. Bio - ekologický měsíčník. Červen 2009 [cit. 2012-3-27].  
Dostupné z <[http://www.vhpress.cz/clanky/bio0906\\_uhrineves.pdf](http://www.vhpress.cz/clanky/bio0906_uhrineves.pdf)>.
- [32] Kreuter, M.L. 2003. Bylinky nejlepší druhy a odrůdy. Rebo Productions CZ. Dořejevica. 95 s. ISBN: 8072342770.
- [33] Krist, S., Sato, K., Glasl, S., Hoferl, M., Saukel, J. 2008. Antimicrobial effect of vapours of terpeniols, R-linalool, carvacrol, S-perillaldehyde and 1,8-cineole on airborne microbes using a room diffuser. Flavour and Fragrance Journal 23, 353 - 356.
- [34] Kysilka, J. Silice [online]. Biotox. 30.července 2001 [cit. 2011-4-3].  
Dostupné z <<http://www.biotox.cz/naturstoff/chemie/default.html>>.
- [35] Linditsch, J. 1998. Léčíme se česnekem. IŽ s.r.o. 105 s. ISBN: 8024016923.
- [36] Ložiene, K. 2008. Selection of fecund and chemically valuable clones of thyme (*Thymus*) species growing wild Lithuania. Industrial Crops and Products 29, 502 - 508.
- [37] Martinez-Velazquez, M., Rosario-Cruz, R., Castillo-Herrera, G., Flores-Fernandez, J.M., Alvarez, A.H., Lugo-Cervantes, E. 2011. Acaricidal effect of Essential Oils from *Lippia graveolens* (Lamiales: Verbenaceae), *Rosmarinus officinalis* (Lamiales: Lamiaceae), and *Allium sativum* (Liliales: Liliaceae) Against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). Journal of Medical Entomology 48, 822- 827.
- [38] McVicarová, J. 1997. Velká kniha bylinek. Volvox Globator. Praha. 256 s. ISBN: 8072070517.
- [39] McVicarová, J. 2005. Velká kniha o bylinkách. Euromedia Group. Praha. 288 s. ISBN: 8024212188.
- [40] Meredith, T.J. 2008. The complete book of garlic - A Guide for Gardeners, Growers, and Serious Cooks. Timber Press. London. 330 s. ISBN - 13: 9780881928839.

- [41] Mikešová, I., Lutovská, M. 2004. Léčivé rostliny - o sběru a pěstování. Dokořán. Praha. 234 s. ISBN: 8086569683.
- [42] Ministerstvo zdravotnictví České republiky. 2009. Český lékopis 1. - 3. díl. Grada Publishing. Praha. 3968 s. ISBN 9788024729947.
- [43] Nedorostová, L., Klouček, P., Štolcová, M., Kokoška, L. 2006. Screening antimikrobiální aktivity u vybraných druhů siličnatých léčivých rostlin. Sborník referátů, XII. odborný seminář - Aktuální otázky pěstování, zpracování a využití léčivých, aromatických a kořeninových rostlin. Česká zemědělská univerzita. Praha. 129 s. ISBN: 8021315660.
- [44] Neubauer, Š., Klimeš, K., Černá, L. 1984. Léčivé rostliny I - pěstování léčivých rostlin na malých plochách. SVÉPOMOC. Praha. 153 s. ISBN: 3801384
- [45] Neugebauerová, J. 2006. Pěstování léčivých a kořeninových rostlin. Mendelova univerzita. Brno. 122 s. ISBN: 8071579971.
- [46] Nováková, B., Šedivý, Z. 1996. Praktická aromaterapie – přirozená cesta ke zdraví, kráse a vitalitě. PRAGMA. Praha. 399 s. ISBN: 807205371X.
- [47] Pokluda, R. 2008. Rozdíly v pěstování cibulové zeleniny. Zahrádkář 8, 18-19 s.
- [48] Rattanachaikunsopon, P., Phumkhachorn, P. 2009. Antimicrobial activity of elephant garlic oil against *Vibrio cholerae* in vitro and in a food model. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry 73, 1623 - 1627.
- [49] Reuter, H.D., Sendl, A. 1994. *Allium sativum* and *Allium ursinum*: Chemistry, Pharmacology and Medicinal Applications. Economic and Medicinal Plant Research volume 6, 56-91.
- [50] Richter, M., Severa, F. 1971. Léčivé rostliny. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 326 s.
- [51] Sedliská, B. 2008. Život s bylinkami pro kuchyň, zdraví a krásu. Svojtka & Co. Praha. 160 s. ISBN: 9788073527860.
- [52] Simoes, M., Bennett, R.N., Rosa E.A.S. 2009. Understanding antimicrobial activities of phytochemicals against multidrug resistant bacteria and biofilms. Natural Product Reports 26, 746 - 757.
- [53] Štolcová, M. Systém multimediální elektronické publikace [online]. Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny. 2003 [cit. 2012-3-27].  
Dostupné z <[http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul\\_key=57](http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=57)>.

- [54] Štolcová, M., Vildová, A. 2008. Nové trendy v pěstebních technologiích léčivých, aromatických a kořeninových rostlin. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 10 s. ISBN: 9788072711895.
- [55] Šuk, V., Liška, P. . 1995. Léčivé rostliny a čajové směsi. X-EGEM. Praha. 123 s. ISBN: 8071990019.
- [56] Thompson, D.P. 1990. Influence of pH on the fungitoxic activity of naturally occurring compounds. J. Food. Prot. 58:482-429.
- [57] Tajkarimi, M., Ibrahim, S.A., Cliver, D.O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. Food control.
- [58] Verma, R.S., Padalia, R.C., Chauhan, A. 2012. Variation in the volatile terpenoids of two industrially important basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars during plant ontogeny in two different cropping seasons from India. Journal of the Science of Food and Agriculture 92, 626-631.
- [59] Vermeulen, N. 1999. Encyklopedie bylin a koření. Rebo Productions. Praha. 319 s. ISBN 8072340670.
- [60] Vonášek, F., Trepková, E., Novotný, L. 1987. Látky vonné a chuťové. SNTL – Nakladatelství technické literatury. Praha. 438 s. ISBN: 0481087.
- [61] Wogiatzi, E., Papachatzis, A., Kalorizou, H., Chouliara, A., Chouliaras, N. 2011. Evaluation of essential oil yield and chemical components of selected basil cultivars 25, 2525-2527.

# Seznam obrázků

3.1	Světová produkce silic, 2008 (Baser a Buchbauer, 2010) . . . . .	8
4.1	Průměrné teploty - Uhříněves 2011 . . . . .	23
4.2	Průměrný úhrn srážek - Uhříněves 2011 . . . . .	23
5.1	Počet rostlin - tymián . . . . .	29
5.2	Počet rostlin - bazalka . . . . .	30
5.3	Počet pater - tymián . . . . .	30
5.4	Počet pater - bazalka . . . . .	31
5.5	Hmotnost rostliny - tymián . . . . .	31
5.6	Hmotnost rostliny - bazalka . . . . .	32
5.7	Hydrodestilace - bazalka . . . . .	33
5.8	Hydrodestilace - tymián . . . . .	33
5.9	Hydrodestilace - česnek . . . . .	34
5.10	Mikrodestilace - tymián . . . . .	34
5.11	Mikrodestilace - bazalka . . . . .	35
5.12	Mikrodestilace - česnek . . . . .	35
5.13	Obsah účinných látek v bazalce citronové . . . . .	36
5.14	Obsah účinných látek v bazalce chianti . . . . .	36
5.15	Obsah účinných látek v bazalce salátové . . . . .	37
5.16	Obsah účinných látek v bazalce širokolisté . . . . .	37
5.17	Obsah diallyldisulfidu a diallyltrisulfidu v odrůdách česneku . . . . .	38
5.18	Obsah účinných látek v tymiánu obecném (80041) . . . . .	39
5.19	Obsah účinných látek v tymiánu obecném (80051) . . . . .	39



# Seznam tabulek

3.1	Vývoj ploch a produkce rostlin skupiny LAKR v ČR (Branžnovský, 2011) . . .	4
3.2	Přehled světového obchodu LAKR (Branžnovský, 2011) . . . . .	4
3.3	Pěstování česneku v ČR (Buchtová, 2011) . . . . .	5
3.4	Spotřeba česneku v ČR (Buchtová, 2011) . . . . .	5
3.5	Průměrný obsah vonných látek a silice v kosmetických produktech (Baser a Buchbauer, 2010) . . . . .	11
3.6	Silice a jejich příslušné sloučeniny s biologickou aktivitou proti posklizňovému onemocnění ovoce a zeleniny (Antunes a Cavaco, 2010) . . . . .	12
3.7	Průměrný obsah chuťových látek a silice v potravinových produktech (Baser a Buchbauer, 2010) . . . . .	13
4.1	Hmotnost vyšetých semen . . . . .	24
4.2	Počet vyšetých řádků jednotlivých rostlin . . . . .	24
4.3	Vybrané odrůdy česneku z genové banky v Olomouci . . . . .	25
4.4	Počet odebraných rostlin v průběhu vegetace . . . . .	26