

Mendelova univerzita v Brně

Zahradnická fakulta v Lednici

Variabilita obsahu silic kmínu kořenného (*Carum carvi*, L.)

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce
Ing. Běla Svitáčková, CSc.

Vypracoval
Bc. Jiří Urbánek

Lednice 2015



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Jiří Urbánek**
Studijní program: Zahradnické inženýrství
Obor: Zahradnictví
Konzultant: Ing. Blanka Kocourková, CSc.
Název tématu: **Variabilita obsahu silic kmínu kořenného (*Carum carvi*,L.).**
Rozsah práce: cca 45 – 50 str. + přílohy

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování literární rešerže s tematikou šlechtění miřkovitých druhů z domácí a zahraniční literatury.
2. Cílem práce bude stanovení obsahu silic u sklizených nažek kmínu vybraných novošlechtění. Student se účastní zakládání kmenových školek kmínu kořenného na pracovišti šlechtitele v Agritecu s.r.o. Šumperk, budou popsány způsoby zakládání pokusů pro šlechtění kmínu. Obsah silic v nažkách se bude stanovovat podle metodiky uvedené v Českém lékopise vždy ve třech opakováních. Zjištěné hodnoty se statisticky vyhodnotí a na jejich základě se hodnocené vybrané kmeny kmínu doporučí do dalšího šlechtění. Postup prací bude pravidelně konzultován na odborném pracovišti.
3. Vlastní práce bude zpracována obvyklým způsobem, včetně tabulek, grafů, fotodokumentace. Zpracování práce bude konzultováno s vedoucí práce a odborníky na šlechtitelském pracovišti, včetně odborné konzultantky. Diplomová práce musí mít náležitosti odpovídající požadavkům studijního oddělení ZF (předepsaná struktura a obsah).


Seznam odborné literatury:

1. ŠMIROUS, P. – RŮŽIČKOVÁ, G. Comparison of economic features in caraway breeding (*Carum carvi* L.). In RŮŽIČKOVÁ, G. *Book of Abstracts from the 5th Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries (5th CMAPSEEC)*. 1. vyd. MZLU Brno: Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, 2008, s. 110. ISBN 978-80-7375-205-7.
2. RŮŽIČKOVÁ, G. a kol. *Léčivé a kořeninové rostliny z čeledi miříkovité*. 1. vyd. Olomouc: Petr Baštan, 2012. 123 s. ISBN 978-80-87091-37-1.
3. *Metodika pěstování kmínu kořeného*. VACULÍK, A. – KOCOURKOVÁ, B. – ŠMIROUS, P. – ODSTRČILOVÁ, L. – RŮŽIČKOVÁ, G. – SEIDENGLANZ, M. 2009.
4. RŮŽIČKOVÁ, G. – VACULÍK, A. – ŠMIROUS, P. – KOCOURKOVÁ, B. *The system of caraway (*Carum carvi* L.) production in the Czech Republic*. In: *Medicinal Plants and Sustainable Development*. 1. vyd. Hauppauge, New York, USA: Nova Science Publishers, Inc., 2011. s. 3–24. ISBN 978-1-61761-942-7.
5. ŠMIROUS, P. – RŮŽIČKOVÁ, G. – KOCOURKOVÁ, B. – FOJTOVÁ, J. Variability of qualitative parameters of winter form of caraway (*Carum carvi* L.). In *Habán, M.; Otepka, P. (edit) Book of Scientific Papers and Abstracts : 1st International Scientific Conference on Medicinal, Aromatic and Spice Plants, December 5 – 6, 2007, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic*. SPU, Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic , 2007, s. 15–19. ISBN 978-80-8069-973-4.
6. LUŽNÝ, J. – CHLÁDEK, M. – ŠTAMBERA, J. *Šlechtění zahradnických rostlin. : speciální, léčivé, kořeninové a aromatické rostliny . II*. 1. vyd. Praha: SPN, 1970. 178 s.

Datum zadání diplomové práce: říjen 2014

Termín odevzdání diplomové práce: květen 2015

L. S.


Bc. Jiří Urbánek
Autor práce


doc. Dr. Ing. Petr Salaš
Vedoucí ústavu




Ing. Běla Svitáčková, CSc.
Vedoucí práce


doc. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.
Děkan ZF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma: Variabilita obsahu silic kmínu kořenného (*Carum carvi*, L.) jsem vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici dne:

.....

podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval své vedoucí diplomové práce, Ing. Běle Svitáčkové, CSc., za její odborný dohled, trpělivost, cenné rady, informace a připomínky v průběhu zpracování diplomové práce.

Dále bych rád poděkoval Agritecu, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. v Šumperku, především Ing. Prokopu Šmirousovi, Ph.D. za poskytnuté informace. Chtěl bych touto cestou poděkovat Ing. Blance Kocourkové, CSc. a Ing. Heleně Pluháčkové, Ph.D. za cenné informace, které mi při psaní diplomové práce poskytly. Za rozbor vzorků pomocí plynové chromatografie patří mé díky Ing. Janě Kleinové, Ph.D.

OBSAH

1	Úvod	9
2	Cíl práce	11
3	Literární přehled	12
3.1	Botanické zařazení	12
3.2	Původ a rozšíření	12
3.3	Anatomická a morfoloická charakteristika kmínu kořenného	13
3.4	Využití kmínu	15
3.5	Technologie založení porostu kmínu kořenného.....	16
3.6	Šlechtění miříkovitých druhů	19
3.6.1	Šlechtění kmínu kořenného	19
3.7	Silice	23
3.7.1	Charakteristika silic a jejich význam	23
3.7.2	Složení silic	24
3.7.3	Metody izolace silic z rostlin	24
3.8	Obsahové látky kmínu kořenného	25
3.8.1	Kmínová silice <i>Carvi etheroleum</i>	27
3.9	Kvalita nažek kmínu	28
3.9.1	Farmaceutický průmysl	28
3.9.2	Potravinářský průmysl	28
4	Materiál a metody	30
4.1	Materiál	30
4.2	Metodika	32
4.2.1	Metoda stanovení silice	32

4.2.2	Plynová chromatografie	33
4.2.3	Statistické vyhodnocení	33
5	Výsledky	35
5.1	Obsah silic (ml. 100 g ⁻¹)	35
5.2	Obsah limonenu (%)	40
5.3	Obsah karvonu (%)	45
5.4	Porovnání obsahu limonenu (%) a karvonu (%).....	50
6	Diskuze	53
7	Závěr	56
8	Souhrn a Resume, Klíčová slova	57
9	Seznam použité literatury	58
10	Přílohy.....	63

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Seznam tabulek

Tabulka 1 Chemické složení kmínu v %.

Tabulka 2 Chromatografický podíl – limity.

Tabulka 3 Norma ČSN ISO 5561 pro potravinářský průmysl.

Tabulka 4 Seznam vzorků s jejich označením a přehledem jednotlivých kmenů.

Tabulka 5 Zjištěné hodnoty obsahu silic v ml. 100 g⁻¹.

Tabulka 6 Průkazné rozdíly mezi kmeny v obsahu silic (ml. 100 g⁻¹). **Tukeyův HSD test $\alpha=0,0500$.**

Tabulka 7 Obsah silic (ml. 100 g⁻¹) seřazení homogenních skupin (**Tukeyův HSD test, $\alpha=0,0500$**).

Tabulka 8 Zjištěné hodnoty obsahu limonenu (%) plynovou chromatografií.

Tabulka 9 Průkazné rozdíly mezi kmeny v obsahu limonenu (%). **Tukeyův HSD test $\alpha=0,0500$.**

Tabulka 10 Obsah limonenu (%) - seřazení homogenních skupin (**Tukeyův HSD test, $\alpha=0,0500$**).

Tabulka 11 Zjištěné hodnoty obsahu karvonu (%) plynovou chromatografií.

Tabulka 12 Průkazné rozdíly mezi kmeny v obsahu karvonu (%). **Tukeyův HSD test $\alpha=0,0500$.**

Tabulka 13 Obsah karvonu (%) - seřazení homogenních skupin (**Tukeyův HSD test, $\alpha=0,0500$**).

Seznam obrázků

Obrázek 1 Limonen a karvon.

Seznam grafů

Graf 1 Výsledky následného testování po analýze rozptylu.

Graf 2 Výsledky následného testování po analýze rozptylu.

Graf 3 Výsledky následného testování po analýze rozptylu.

Graf 4 Výsledky následného testování po analýze rozptylu.

Graf 5 Korelace mezi obsahem limonenu a karvonu.

1 Úvod

Kmín kořený se řadí do skupiny léčivých, kořeninových a aromatických rostlin LAKR. Nejvýznamnějšími velkoplošně pěstovanými plodinami této skupiny zůstávají ostropestřec, kmín, námel a mák (SVZ MZe LAKR, 2014).

Rodové jméno „*Carum*“ je pravděpodobně odvozeno od maloasijské krajiny, zvané „Karia“, druhové jméno „*carvi*“ pak z arabského „karaway“ neboli „kmín“ (BLAŽEK, KUČERA, HUBÍK, 1952).

Kmín kořený (*Carum carvi*, L.) je v současné době stále velmi žádanou tržní plodinou a pěstování této rostliny na našem území má bohatou tradici. Polní pěstování kmínu se na našem území datuje od druhé poloviny 19. století, kdy se kmín začal pěstovat na Čáslavsku. V této lokalitě vznikly krajové opadavé kultivary Český a Moravský (ŠMIROUS, KOCOURKOVÁ, 2006).

V České republice jsou velmi specifické podmínky vhodné pro pěstování kmínu dané půdní skladbou a přírodními podmínkami navazující na tradice, vždyť dlouhodobá zkušenost v pěstování kmínu je na našem území nenahraditelná (ANONYMUS (1), 2015).

V posledních letech i v současnosti si kmín stále drží postavení významné komodity českého zemědělství a je důležitou českou exportní komoditou. Dokladem významu kmínu pěstovaného v České republice je získání chráněného označení původu pro produkt „ČESKÝ KMÍN“ podle nařízení Rady (ES) č. 510/2006 o ochraně zeměpisných označení a označení původu zemědělských produktů a potravin. Základní kritéria pro využití přidělené známky jsou vymezení oblasti pěstování – ČR, používání registrované dvouleté odrůdy kmínu a kvalita nažek, která je vymezena minimálním obsahem silice 2,8 % (SVZ MZe LAKR, 2010, 2012).

Kmín se pěstuje a šlechtí především pro obsah silice v nažkách, které dávají kmínu typickou vůni, výraznou chuť a dietetické vlastnosti. O využití silice rozhoduje jejich složení a procentuální zastoupení jednotlivých složek.

Kmín se využívá jako koření, ve farmacii se z něj připravují aromatické oleje, sirupy a léčivé čaje s protikřečovým, baktericidním a fungicidním účinkem. V potravinářském průmyslu se semena používají při výrobě pečiva, likérů, v masném a konzervářském průmyslu.

Nažky obsahují 2 – 7 % silic s hlavními složkami karvon (50 – 60 %) a limonen (40 – 50 %), dále jsou zde zastoupeny myrcen, pinen, thujen, fenchen, kampfen, felanderen (MOUDRÝ a kol., 2011, ANONYMUS (2), 2015).

Pěstování, výzkum a šlechtění kmínu má v České republice dlouhou tradici. Kmín, díky své tradici, má specifické postavení jak mezi kořeninovými rostlinami, tak i mezi zemědělskými komoditami. Faktor, který limituje pěstování kmínu v našich podmínkách je cyklické kolísání vývoje cen, rozsah pěstebních ploch toto kolísání v podstatě kopíruje, Tabulka 15, 16, přílohová část. V posledních letech se zvyšuje poptávka po levném, tedy i méně kvalitním produktu. Vývoj ploch a produkce kmínu v České republice neustále kolísají, Tabulka 14, přílohová část.

Kmín je významnou českou exportní komoditou s dlouhodobě pozitivní bilancí zahraničního obchodu. Každý rok se v průměru z České republiky vyveze 50 % tuzemské produkce. Vývoz směřuje tradičně především do Rakouska, Slovenska, Polska, Německa a Ruska, Tabulka 19, přílohová část.

Dovoz kmínu zaznamenal v letech 2005 – 2009 výrazný nárůst, nejvíce se do České republiky dovezlo kmínu v roce 2008, v posledních letech dovoz kmínu klesá, Tabulka 18, přílohová část. Mezi hlavní dovozce kmínu patří především tyto státy – Finsko, Polsko, Slovensko, Rakousko, Kanada a nejnověji také Egypt (SVZ MZe LAKR, 2014).

Přehledy zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států od roku 2008 do roku 2014 jsou uvedeny, Tabulka 20, 21, 22, 23, 24, 25 v přílohové části.

Celková bilance zahraničního obchodu České Republiky s kmínem v letech 2003 – 2014 je uvedena, Tabulka 17, přílohová část.

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce je stanovení obsahu obsahových látek u sklizených nažek kmínu vybraných novošlechtění. Obsah obsahových látek v nažkách se bude stanovovat podle metodiky uvedené v Českém lékopise 2009. Získané hodnoty se statisticky vyhodnotí a budou poskytnuty Agritecu, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. v Šumperku jako podkladový materiál pro možnosti dalšího šlechtění.

3 Literární přehled

Rod *Carum* zahrnuje okolo 25 druhů, které se vyskytují převážně v mírném pásmu. Některé zajímavé druhy jako například *Carum bulbocastanum* s dužnatými, velmi chutnými kořeny býval v Anglii součástí masitých polévek, *Carum capense* poskytuje jedlé aromatické kořeny s příjemnou chutí i vůní. Malé jedlé hlízky pojídané už ve starověku syrové i vařené vytváří druh *Carum ferulaefolium*, původem ze Středomoří (MORAVEC, 1996).

3.1 Botanické zařazení

Carum carvi L. je řazen do:

- říše *Plantae* (rostliny)
- podříše *Tracheobionta* (cévnaté rostliny)
- oddělení *Magnoliophyta* (krytosemenné rostliny)
- třídy *Magnoliopsida* (dvouděložné)
- podtřídy *Rosidae*
- řádu *Apiales* (miříkotvaré)
- čeledi *Apiaceae* (miříkovité)
- rodu *Carum* (kmín)
- druh *Carum carvi* L. (kmín kořenný)

(ANONYMUS (3), 2015).

3.2 Původ a rozšíření

Kmín se zařazuje mezi nejstarší kořeninové rostliny na světě, používá se nejen jako koření, ale své uplatnění nachází i v lékařství. Pěstuje se převážně pro aromatické plody – nažky, v menší míře lze využít listy kmínu do salátů, omáček a polévek. Původ této rostliny lze pravděpodobně vystopovat v Malé a Střední Asii, z této oblasti se kmín rozšířil do Evropy.

Nejstarší písemné záznamy o této rostlině z našich zemí pochází z roku 1073, kdy je zmiňována v Kosmově kronice. Starší nálezy plodů kmínu pocházejí z archeologických výzkumů z kolových staveb z 3. tisíciletí před naším letopočtem.

Využívali je Egypťané, Řekové i Římané. Ve Švýcarsku byla semena kmínu objevena ve více než 5 000 let starých sedimentech na dně jezera. Staří Arabové kmín užívali k ochucování pokrmů a oblíbeným se stal olej získaný z lisování semen. Užívání kmínu se rychle rozšířilo téměř po celé Evropě i větší části Asie (ŠMIROUS, KOCOURKOVÁ, 2006, VACULÍK a kol., 2009, KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014).

Kmín byl součástí pokrmů už v době kamenné, byl nalezen v egyptských hrobkách. V místě zastávek starodávných karavanních tras podél hedvábné stezky. O kmínu je zmínka i v bibli. Kmín se dostal i do slavného dramatu Williama Shakespeara „Jindřich IV.“. Kmín je nabízen Falstaffovi slovy „jablko a pokrm z kmínu“. Kmín býval tradičním zakončením alžbětinských hostin (BREMNESSOVÁ, 2003).

V současné době se kmín pěstuje převážně v Evropě, vyjma Středomoří, v severozápadní Africe, na Kavkaze, ve Střední Asii, na Sibiři, Dálném východě, v severním Iránu, Afghánistánu, Mongolsku a severozápadní Číně. Do kultury byl zaveden v Americe a na Novém Zélandu, kde zplaněl (VACULÍK a kol., 2009, KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014).

Kmín je žádaným artiklem na mezinárodních trzích, přestože většinou převyšuje nabídka poptávku. Při dostatku jsou ceny kmínu obecně nízké, v období nedostatku dochází k rychlému růstu cen, tím pádem se plochy rozšiřují a cena v dalších letech v důsledku nadprodukce opět poklesne. Proto je tato komodita charakteristická nestabilními pěstitelskými plochami (WEISS, 2002).

Kmín jako planá rostlina se vyskytuje na loukách, pastvinách a jiných travnatých porostech, zvláště na půdách ovlivněných mírným sešlapem. Nejlépe prospívá na půdách čerstvě vlhkých až vlhkých, s dobrou zásobou živin (TOMŠOVIC, SLAVÍK, CHRTEK, 1997). Planě se vyskytuje nejvíce v oblastech pahorkatin a podhůří, méně v nížinách a horských polohách (KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014).

3.3 Anatomická a morfologická charakteristika kmínu kořenného

Kmín kořenný (*Carum carvi* L.) patří do čeledi miříkovitých (*Apiaceae*). Rostliny z této čeledi jsou většinou jednoleté až vytrvalé byliny se sekrečními buňkami nebo kanálky ve všech vegetativních částech a v oplodí (JAHODÁŘ, 2006).

Mezi hospodářsky významné druhy čeledě miříkovitých patří kmín, fenykl a koriandr. Mezi méně často hospodářsky pěstované, ale významné druhy, patří bedrník anýz, libeček lékařský a kopr vonný.

Synonymum pro název čeledi je *Umbelliferae* (okoličnaté) a *Daucaceae* (mrkvovité) a zahrnuje kolem 270 rodů s 2850 druhy. Největší rozšíření má tato čeleď v oblasti mírného a subtropického pásu severní polokoule. Kořeny mají vyvinuté zásobní pletivo tzv. zásobní kořeny, které mají různý tvar, nebo tvoří oddenky, pomocí kterých překonávají mimovegetační období. Listy jsou střídavé, většinou složené, často několikanásobně zpeřené a s nápadnou pochvou. Lodyha je nejčastěji dutá, rýhovaná.

Květenství vytváří jednoduchý nebo složený okolík. Okolíky jsou podepřené obalem a okolíčky zase obalíčkem. Květy jsou malé, vyskytující se na okraji květenství, mohou být paprskující, jsou oboupohlavné a pětičetné, někdy se zakrnělým kalichem. Tyčinek se v květu nachází pět, prašníky jsou žluté, zřídka mohou být i fialové.

Nejdůležitější částí z hlediska dalšího zpracování je obvykle plod. Plodem je poltivá dvounažka se 3 hřbetními a 2 postranními žebry a mezi žebry se nachází 4 brázdy, pod kterými se v pletivech vyskytují siličnaté kanálky.

Siličné a pryskyřičné kanálky se nacházejí nejenom v plodech, ale i v kořenech, stoncích a listech. Rostliny této čeledi obsahují kumariny, acetyleny, saponiny, flavonoidy, výjimečně i alkaloidy, naopak chybějí třísloviny.

Kmín kořenný patří mezi fakultativně dvouleté byliny a vytváří křulový kořen. Nejvíce se vyskytuje v dvouleté formě, v teplejších oblastech jižní Evropy je rozšířen jednoletý kmín. Úspěšným šlechtěním byla získána forma se zkrácenou délkou vegetační doby tzv. ozimá forma. (RŮŽIČKOVÁ a kol., 2012).

Kořen

Kořeny jsou vřetenovitého tvaru, silné s několika postranními rozvětvenými. Nedostatek boru má za následek jejich deformaci, kořeny jsou následkem nedostatku boru duté a mohou popraskat. Silice obsahují v malém množství a vařené je lze využívat jako zeleninu (WEISS, 2002).

Stonek

Přímé až obloukovitě vystoupavé lodyhy, vysoké od 0,3 m do 1,2 m, chudě větvené, hladké až jemně rýhované.

Listy

Přízemní a dolní lodyžní lístky jsou většinou řapíkaté, dosahující délky až 0,15 m a široké jsou až 0,07 m, čepel je úzce eliptická, 1 – 2 krát přenosečná s čárkovitými

úkrojky. Vrchní lodyžní lístky jsou menší a jednoduše členěné, přisedlé jsou na dlouhé blanité pochvě, která je lemovaná.

Květ

Květenství je ploché tvořené okolíky, složené z 8 – 11 okolíčků s 15 – 18 květy. Chybějí zde obaly i obalíčky. Kmín má oboupohlavné květy, zřídka se mohou vyskytovat pouze samičí. Kališní cípy úplně chybí nebo jsou pouze naznačeny, korunní lístky jsou obvejčitého tvaru a s přehnutým lalokem, asi 0,0015 m dlouhé, většinou bělavé, zřídka do růžové barvy.

Plod

Plodem kmínu jsou dvounažky. Dvounažky mají elipsovité až vejčité tvar, z boku jsou smáčklé, s tenkým poltivým karpoforem. Semeno je měsíčkovitě prohnuté, zašpičatělé, s 5 nápadnými vystouplými žebry (KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014).

3.4 Využití kmínu

Kmín kořený se pěstuje především za účelem získání silic a semen (nažek).

Kmínové nažky slouží k okořenění a k celkovému dochucení různých pokrmů. Používají se do různých druhů chleba, koláčů, cukroví, sušenek, sýrů, omelet, zeleninových salátů, vařených těstovin, polévek, omáček, rýže, používají se do nakládaného zelí, dušeného i pečeného masa (SMALL, 2006).

Velmi široké uplatnění nacházejí ve zpracovatelském průmyslu, při zpracování různých druhů zelenin – mrkve, zelí, květáku, okurek, cibule, brambor, cuket a mnoha dalších. Semena kmínu se přidávají do vody, kde se vaří zelí, tím se snižuje jeho pach. Při vaření se kmín přidává k bramborům, několika výzkumy je dokázána eliminace nepříznivého vlivu solaninu na lidský organismus. Do maďarského guláše se přidávají za účelem lepší stravitelnosti pokrmu, používají se do zapečených jablek a v Indii se podávají se směsí semen vždy na konci jídla.

Z kmínu se společně s cukrovou polevou připravují kmínové bonbony a mnoho dalších cukrovinek. Esence z kmínu dávají základ výroby likéru – tzv. kmínky. Semena kmínu se používají i v kosmetice, jsou součástí ústních a kolínských vod (BREMNESSOVÁ, 2003).

Mladé výhonky kmínu, které jsou aromatické vůně, lze přidat do salátů a polévek. Kořen kmínu se vaří a v kuchyni se využívá jako velice chutná kořenová zelenina. Odvar vyrobený ze semen má uklidňující účinek na trávení a žvýkání semen odstraňuje pach z úst, pomáhá i proti pálení žáhy (PHILLIPS, FOY, 1990).

V lékárenství se využívá éterický olej z kmínu jako základ k přípravě větrové vody (*Aqua carminativa*) a kmínového lihu (*Spiritus carvi*). V lékařství kmín působí jako spasmolytikum, karminativum a stomachikum. Spasmolytikum omezuje bolestivé stahy hladkého svalstva, karminativum působí proti nadýmání, plynatosti a stomachikum podporuje chuť k jídlu, činnost žaludku a trávení (BODLÁK, BODLÁKOVÁ, 2005, NEUGEBAUEROVÁ, 2006).

Droga je významná i bakteriostatickým účinkem a působením proti vnitřním parazitům. Podporuje tvorbu mléka u kojících žen a usnadňuje vykašlávání (HLAVA, VALÍČEK, 2005).

Upotřebením kmínu je mnohostranné, v zemědělství se přidává do krmiva pro zlepšení zažívání dobytka. Zbytek, který zůstane po destilaci oleje, lze rovněž využít jako krmivo (HRUŠKA, 2011).

Kmín se využívá jako přírodní inhibitor klíčení především u skladovaných brambor a cibule. Tyto účinky jsou dány obsahem karvonu, který je hlavní součástí kmínové silice (RAAL, ARAK, ORAV, 2012).

3.5 Technologie založení porostu kmínu kořenného

Kmín se standardní délkou vegetace se na pozemku pěstuje dva roky, je proto nutné věnovat maximální pozornost přípravě půdy před setím. Připravenou půdou musíme vytvořit vhodné podmínky pro setí a následné vzcházení drobných semen. Nejdříve se provede podmítka, poté se aplikuje některý registrovaný herbicid a nakonec minimálně střední orba se zapravením hnojiv (VACULÍK a kol., 2009).

Z hlediska výživy a hnojení je kmín rostlinou náročnou zejména na dusík, který aplikujeme v dělených dávkách (MOUDRÝ a kol., 2011).

Na pozemek kmín vyséváme do hloubky 0,015 – 0,020 m. Výsev se provádí mechanizovaně pomocí secích strojů do řádků s rozpětím 0,125 m. Kmín řadíme v osevním postupu nejlépe po obilninách a okopaninách, naopak nevhodnou předplodinou jsou jeteloviny, rozorané louky a olejniny (zvláště řepka). Opakované

zařazení kmínu na stejný pozemek je znovu možné po šesti letech, kvůli hrozbě přenosu chorob a škůdců (především vlnovník kmínový – *Aceria carvi*) (MOUDRÝ a kol., 2011, RŮŽIČKOVÁ a kol., 2012).

Pro setí používáme výhradně certifikované osivo, které zajišťuje vysokou čistotu a klíčivost. Vyplatí se použít osivo vyšší množitelské kategorie. Kmín patří mezi druhy uvedené v druhovém seznamu zákona č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby) ve znění pozdějších předpisů a Vyhláška 384/2006 Sb., kterou se stanoví podrobnosti uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin dále Vyhláška MZe č. 231/2007 Sb., kterou se mění vyhláška č. 384/2006 Sb., kterou se stanoví podrobnosti uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu. Kmín se zařazuje mezi olejniny. Vyrábí se z něj certifikované osivo (KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014).

Zdravotní stav – faktory ovlivňující výnos a kvalitu nažek

Kmín kořený, stejně jako většina plodin ze skupiny tzv. minoritních plodin, bojuje s problémem malého počtu registrovaných přípravků na ochranu rostlin, respektive jejich účinných látek.

Plevele

Kmín kořený se vyznačuje malou konkurenční schopností vůči většině plevelných druhů. Nejvíce se projevuje malá konkurenční schopnost v období vzcházení a v období těsně po vzejití. Je velmi důležité počítat se správně zvolenou a vhodně načasovanou herbicidní ochranou. Problémem je také fakt, že část povolených herbicidních přípravků lze do porostu kmínu aplikovat jen v určité fázi růstu a vývoje kmínu.

Z běžné pěstitelské praxe má udržení porostů kmínu v bezplevelném stavu velký vliv na výši výnosu semen, průběh vlastní sklizně a na celkovou kvalitu sklizených nažek kmínu (VACULÍK, 2014).

Choroby a škůdci

Vlnovník kmínový (*Aceria carvi*) a plochuška kmínová (*Depressaria daucella*) patří mezi dva hlavní škůdce kmínu. Tito dva škůdci se stali vážným problémem v hlavních oblastech pěstování kmínu v České republice.

Aceria carvi je drobný roztoč, který napadá rostlinné tkáně. V současnosti je to nejobávanější škůdce kmínu. Dvouletý kmín napadá škůdce v prvním roce pěstování, ale napadení porostu není patrné, a tak pěstitel netuší, že je jeho porost napaden. Po

přezimování dospělců dochází během dubna k rozmnožování roztočů a ke kladení vajíček. Po určité době se na rostlině objevují první příznaky. Na listech se objevují tvarové i barevné změny, ale nejlépe se napadené rostliny poznají podle změn na okolících. Okolíky se nejdříve liší barevně – udržují si zelenou barvu a poté pomalejší degradací chlorofylu. Nakonec okolíky místo nažek nesou háčky. Tento škůdce způsobuje výrazné ztráty nejen ve výnosu, ale ovlivňuje i kvalitu nažek (ZEMEK, KUROWSKÁ, KAMENÍKOVÁ, ROVENSKÁ, HAVEL, REINDL 2005, KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014).

Plochuška kmínová (*Depressaria daucella*) je nevýrazně šedohnědě zbarvená, rozpětí křídel se pohybuje mezi 0,022 – 0,025 m. Samičky kladou vejčka během dubna a května nejčastěji na lodyhy kmínu. Na květních lodyhách a okolících housenky minují až do předposledního instaru. Projevují se poškozením okolíků a vyžíráním květů a semen. Housenky jsou modravě šedé se žlutými pruhy, černými a bílými skvrnami. Kuklí se nejčastěji ve spodních částech lodyh, koncem léta dochází k líhnutí motýlů, kteří přezimují (ŠEFROVÁ, 2006).

Sklizeň kmínu a posklizňová opatření

Kmín kořený se sklízí přímo sklízecími mlátičkami, které se musí před sklizní vhodně seřídit. Vhodné seřízení minimalizuje ztráty při sklizni a zvyšuje kvalitu sklizených nažek, které nejsou mechanicky narušovány.

Posklizňové úpravy sklizeného materiálu zahrnují rychlé zbavení nažek přebytečné vlhkosti. Vlhkost sklizených nažek je nutné za pomoci sušení snížit pod 13%, případné zapaření kmínu velmi škodí jeho kvalitě. Při pěstování kmínu na semeno se při vyšší vlhkosti snižuje jeho vitalita a klíčivost. Během sušení sklizených nažek by teplota neměla vystoupat nad 35 °C. Při delším skladování je důležité chránit nažky kmínu před přímým slunečním světlem. Problémem při skladování nažek kmínu je výskyt živočišných škůdců převážně roztočů, účinným opatřením je plynování skladů.

Problémy při skladování způsobují pachy z okolí, samozahřívání a plesnivění. Důležité je zajistit odpovídající skladovací prostory a zajistit během skladování nažkám odpovídající pozornost (VACULÍK, ŠMIROUS, KOCOURKOVÁ, 2007).

3.6 Šlechtění miříkovitých druhů

Šlechtění léčivých a kořeninových rostlin je značně náročné, protože hlavním cílem je zvýšení obsahu účinných látek, silic a ne pouze vyšší výnos hmoty a celková vyrovnanost rostlin. Jedná se o dlouhodobý, nákladný proces. Je závislý na výběru rodičovských komponentů a na vybrané metodě pro tvorbu genetické variability. K dosažení těchto cílů nestačí jen běžné metody šlechtění, výnosová porovnání, hodnocení rezistence proti chorobám a škůdcům a kvalita osiva. Důležitější je používání chemických analytických metod, které stanoví obsah a složení účinných látek, jak u výchozího šlechtitelského materiálu, tak poté i u získaných materiálů.

Úspěšně lze šlechtit druhy léčivých rostlin, pro které jsou známy metody analytického hodnocení. Patří sem většina alkaloidních, glykosidních a siličnatých rostlin (STARÝ, SEVERA, JIRÁSEK, 1986).

U většiny druhů čeledi miříkovitých vznikly nové odrůdy převážně výběrem z přírodních populací. Týká se to především koriandru setého, bedrníku anýzu a kopru vonného. Metody šlechtění se liší podle opylení rostlin (samosprašné a cizosprašné druhy). Základní metodou šlechtění je selekce tj. výběr, selekce se dělí na pozitivní a negativní, individuální a hromadnou.

3.6.1 Šlechtění kmínu kořeného

Kmín patří mezi cizosprašné a hmyzosnubné rostliny. Množství a kvalita semene výrazně závisí na umístění včelstev k semenářským i produkčním porostům. Šlechtění kmínu je převážně zaměřeno na zvyšování úrody a kvalitu nažek. U nažek se pozornost šlechtitelů obrací na vyšší obsah silic, dále na odolnost proti vypadávání semen a zvyšování mrazuvzdornosti rostlin. V posledních letech se šlechtitelé zabývají jednorocními typy odrůd (HABÁN, ČERNÁ, DANČÁK, 2001, KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014).

Šlechtění kmínu má na našem území dlouhou tradici a úspěchy v podobě několika významných odrůd (URBÁNEK, 2013). Základy šlechtění položily krajové odrůdy získané výběrem z planých rostlin kmínu. Šlechtitel Hokeš se v Březince v Čechách jako jeden z prvních zabýval šlechtěním kmínu a vyšlechtil první odrůdu s názvem ČESKÝ. Tato odrůda byla povolena pěstovat od roku 1952. Odrůda se nazývala

HOKEŠŮV KMÍN. Na Moravě se šlechtěním před druhou světovou válkou zabýval Demela a vyšlechtil odrůdu MORAVSKÝ (ALMANACH, 2000, HABÁN, ČERNÁ, DANČÁK, 2001).

Použitým výchozím materiálem se staly i odrůdy holandského typu MANSOLTOV a KISTEMAKEROV (HABÁN, ČERNÁ, DANČÁK, 2001). Odrůdy ČESKÝ a MORAVSKÝ byly pouze opadavé odrůdy, vybrané z krajových odrůd, které později daly základ dalším odrůdám.

Nejvýznamnější šlechtitel František Procházka (1926 – 1989) pracoval na šlechtitelské stanici Keřkov – pracoviště Česká Bělá a rozšířil sortiment kmínu o výkonnou odrůdu EKONOM, která byla v roce 1964 zapsaná do Listiny povolených odrůd až do roku 1983. Tyto odrůdy byly opadavého typu, což omezovalo pěstování a použití sklízecích mlátiček.

Přelom v pěstování kmínu představuje odrůda REKORD, geneticky neopadavá odrůda. Jejím šlechtitelem je opět František Procházka. Nově vyšlechtěná odrůda způsobila změnu pěstování v České republice. Tato odrůda umožňovala sklizeň sklízecí mlátičkou, výchozím materiálem pro tuto odrůdu byly kmeny z VŠŮZ v Olomouci. Tím pádem nebylo nutné tolik kmínu dovážet a pěstební plochy se začaly rozšiřovat.

V současnosti pěstování kmínu na orné půdě a celková produkce řadí kmín na přední místo v pěstování rostlin skupiny léčivých, aromatických a kořeninových rostlin. Ke stabilizaci pěstování přispěly další povolené odrůdy PROCHAN (registrován 1990) a KEPRON (registrován 1994) (ŠMIROUS, KOCOURKOVÁ, 2006, SALAŠ, LUŽNÝ, 2009).

Ve 33. společném katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin Evropské unie z roku 2014 je zapsáno 11 odrůd kmínu kořeného. Konkrétně se jedná o odrůdy: APRIM, ASS, GINTARAS, KEPRON, KONCZEWICKI, MAUD, PLEWISKI, PROCHAN, REKORD, SYLVIA a VOLHOUDEN (ANONYMUS (4), 2015).

Odrůdy ze Seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize se doporučují pěstovat na našem území. Druhou možností pro výběr odrůd je využití Přehledu odrůd, který vydává každoročně ÚKZUZ.

V současnosti trh nabízí i neregistrované odrůdy kmínu kořeného. Jedná se hlavně o ozimou formu kmínu, dříve označovanou jako ALFA, a jarní formu označovanou jako SPRINTER. Tyto odrůdy jsou vhodné pro pěstování v méně vhodných oblastech pro kmín dvouletý. Tyto odrůdy nejsou uvedeny ve Státní odrůdové knize z roku 2014, ani nejsou uvedeny v Evropském katalogu a nejsou tak v souladu se

zákonem 219/2003 Sb., o oběhu osiva a sadby. Vyskytují se na trhu obvykle společně s kmínem dvouletým, jejich nevýhoda však spočívá v nižším obsahu silic a poskytují nižší výnos. Při pěstování registrovaných odrůd kmínu je předpoklad k maximálním výnosům v předepsané kvalitě (KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014).

V současné době se v České republice šlechtěním a výzkumem kmínu zabývá společnost Agritec, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o. Šumperk. Šlechtitelským úsilím byly získány výborné výsledky u formy kmínu se zkrácenou délkou vegetační doby, tzv. kmín ozimý. Odrůda kmínu APRIM, která byla v Šumperku vyšlechtěna, je první registrovanou odrůdou kmínu se zkrácenou délkou vegetační doby v České republice. Tato odrůda byla zaregistrována v roce 2014.

Firma se zabývá problematikou pěstování a šlechtění kmínu od roku 1995. Základním šlechtitelským postupem je selekce na vybrané znaky (především výnos a HTS nažek). S ohledem k dvouletosti kmínu se standardní délkou vegetační doby vznikly 2 skupiny genetického materiálu. Ze začátku probíhalo šlechtění pouze u kmínu dvouletého, v roce 1997 pak bylo rozšířeno na kmín se zkrácenou délkou vegetačního období. U tohoto druhu kmínu byly používány stejné šlechtitelské postupy jako u dvouletého kmínu. Vzhledem k jeho kratší vegetační době, bylo jeho výhodou každoroční získávání výsledků. To velmi urychlilo celý šlechtitelský proces. Vybrané rostliny byly zaizolovány, aby se dosáhlo samosprášení a homozygotyzace. Opakované nucené samosprášení bylo prováděno po pět generací následujících po sobě. U potomstva samosprášených genotypů byl vyhodnocován obsah silice v nažkách, celkový výnos nažek na rostlinu, neopadavost a zdravotní stav rostlin. Vybrané genotypy byly hodnoceny ve firemních výnosových zkouškách na parcelách o velikosti 10 m².

Šlechtitelským cílem u kmínu se zkrácenou délkou vegetace bylo vyšlechtit odrůdu, která bude mít podobné výnosové výsledky jako odrůdy kmínu se standardní délkou vegetace. Více než desetiletou šlechtitelskou prací se podařilo získat odrůdu kmínu, jejíž největší předností je kratší vegetační doba (zhruba o 3 – 4 měsíce) proti stávajícím odrůdám při zachování výnosu nažek (semen) a obsahu silice v nažkách.

Hlavní metodou pro šlechtění ozimého kmínu byla rekurentní fenotypová selekce, s následným samosprášením po dobu pěti generací, která byla použita na výnos nažek a obsah silic. Prvotní šlechtitelský materiál tvořilo 50 vybraných genotypů, každý z genotypů byl vyset na parcelku o velikosti 1 m² s větším počtem rostlin na parcelu.

Podle množství osiva byl každý genotyp vyset na parcelku o velikosti 1 m² s větším počtem rostlin. Dále proběhl výběr rostlin – silných a zdravých ze všech genotypů. Tyto genotypy byly zaizolovány ušitými sáčky z netkané textilie. Netkaná textilie květenství neprodyšně neuzavře, ale přitom dostatečně zabraňuje proniknutí cizího pylu do izolátoru.

U zaizolovaných rostlin docházelo k nižšímu výnosu nažek v důsledku omezeného opylení. Morfologické a výnosové znaky se sledovaly na nezaizolovaných rostlinách daného genotypu. Velmi důležitým znakem, který byl u rostlin sledován, byl obsah a složení silic v nažkách plodu kmínu. Rozbory se prováděly v laboratořích pomocí superkritické fluidní extrakce (SFE).

Krátký časový úsek mezi sklizní a následným setím nové generace nepokryl dobu nutnou pro laboratorní hodnocení a měl za následek zahrnutí výsledků obsahu silic do šlechtitelského výběru až v následující generaci. Postupným výběrem se získaly materiály, kde obsah silic neklesal pod 2,5 %, u některých materiálů přesáhl obsah silic i 5 %. HTS kmínu ozimého byla nižší než u dvouletého v důsledku drobnější morfologie nažky. Samosprašení se u některých genotypů projevilo inbreední depresí, kdy se podařilo získat ze zaizolovaných rostlin pouze několik kusů nažek.

Výběrem bylo získáno 10 samosprašených genotypů, které se zdály být vhodné a odpovídaly požadavkům na výnos nažek, obsah silice a vykazovaly dobrý zdravotní stav. Firma u těchto genotypů provedla výnosové zkoušky na parcelách o velikosti 10 m² a vybrala 6 perspektivních materiálů. Z vybraných 6 genotypů byla vytvořena syntetická populace, která byla v roce 2010 pod označením „Kmoz 2010/6“ přihlášena do registračních zkoušek ÚKZUZ.

Odrůda APRIM dosáhla ve státních zkouškách průměrného výnosu přes 2 t/ha, obsah silice od 2,5 % s více než polovičním podílem karvonu. Kratší vegetační doba odrůdy APRIM zajišťuje kratší pěstování a sklizeň a ze zdravotního hlediska uniká silnému tlaku velmi významného škůdce kmínu, hálčivci kmínovému (*Aceria carvi*) (ŠMIROUS, 2012, ANONYMUS (5), 2015).

Při šlechtění kmínu se v současné době využívá pozitivního a negativní výběru, vynuceného samosprašení a nejnověji také biochemické metody tvorby dihaploidů kmínu (ŠMIROUS, SMÝKALOVÁ, 2015).

3.7 Silice

3.7.1 Charakteristika silic a jejich význam

Silice jsou většinou vonné, těkavé rostlinné látky, které jsou tvořené směsí organických sloučenin. Jsou produktem sekundárního metabolismu rostlin, během kterého dochází k přeměně látek metabolismu primárního, tedy cukrů, bílkovin a tuků. Mezi nejvíce zastoupené organické sloučeniny v silicích patří terpeny, seskviterpeny a fenylypropanové deriváty. Dříve se silice kvůli své olejovité soudržnosti nazývaly „éterické oleje“. Silice jsou lipofilní sloučeniny, to znamená rozpustné v tucích a hydrofobní, nerozpustné ve vodě. V čerstvém stavu jsou bezbarvé, skladováním dochází k jejich oxidaci, pryskyřičnatění a tmavnutí. Uvádí se, že většina chuťových a aromatických látek se v rostlině nachází ve formě silic. Silice se v rostlinách vyskytují velmi často, vysledovat je můžeme přibližně u 3 000 rostlin, z tohoto počtu je významných asi 150 druhů. Rostliny obsahující větší množství silic označujeme rostlinami aromatickými (STARÝ, SEVERA, JIRÁSEK, 1986, TOMEK, 1999, SMALL, 2006).

Význam silic u rostlin je vyjasněný jen částečně. Předpokládá se, že jsou lákadlem pro opylující hmyz, fytoncidní účinek silic chrání rostliny před některými houbovými chorobami. Obsah silic v rostlině kolísá nejen během vegetace, ale i v průběhu dne, to ukazuje na jejich činnost v metabolismu rostliny (STARÝ, SEVERA, JIRÁSEK, 1986).

V článku, který vědci uveřejnili v Srbsku, se snažili zjistit antimikrobiální účinky silic různých koření a bylinek. Řada koření působí svými silicemi proti mikroorganismům – antimikrobiálně s různým účinkem. Tento článek poskytl přehled několika výzkumů zabývajících se nejznámějšími, široce používanými éterickými oleji. Silice byly získány například z těchto známých léčivých a kořeninových rostlin – kmín, skořice, hřebíček, tymián, bazalka, oregano, pepř, zázvor, šalvěj, rozmarýn a další. Byla sledována jejich aktivita proti běžným bakteriím a plísním, které mohou snadno kontaminovat potraviny – *Listeria* spp., *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp., *Escherichia* spp., *Aspergillus* spp., a mnoho dalších. Antimikrobiální aktivita silic je závislá na typu koření nebo bylin, typu potraviny a mikroorganismů, závisí na chemickém složení a množství extraktů v silicích.

Výsledky různých pokusů ukazují na velmi silný antimikrobiální potenciál u hřebíčku a skořice, střední inhibiční vliv na mikroorganismy mají kmín, oregano, šalvěj, tymián a rozmarýn. Naopak slabý inhibiční účinek mají pepř a zázvor (NEMET, ŠKRINJA, 2009).

3.7.2 Složení silic

Nejvýznamnější složky silic:

- **terpeny** (prekurzorem je kyselina mevalonová)
- **seskviterpeny** (prekurzorem je kyselina šikimová).

Terpeny zahrnují: monoterpenové uhlovodíky, aldehydy, alkoholy, ketony, kyseliny, estery, ethery.

Seskviterpeny se skládají: z uhlovodíků, fenolpropanoidů a kyslíkatých látek (TOMEK, 1999).

3.7.3 Metody izolace silic z rostlin

Získávání silic z rostlin je komplikovaný a drahý proces. Během izolace některé sloučeniny zanikají, jiné mění svojí strukturu, nebo se zcela rozloží. Vhodně zvolený postup izolace silic odráží výslednou kvalitu silic.

Destilace s vodní parou

Nejvíce používaná technika k extrakci silic je destilace s vodní parou. Princip této metody spočívá v tom, že pára, která se pod tlakem prohání rostlinnou hmotou, uvolní kapičky silic do vodních par, následuje vhánění páry do chladiče, kde se ochlazuje a opět kondenzuje na vodu a olej, který se snadno oddělí za pomoci dělicí nálevky (KANT, KANTOVÁ, 2002).

Silice jsou zpravidla lehčí než voda a drží se u hladiny (KYSILKA, 2015).

Destilát se jímá v kalibrované trubici, silice se zachycují v xylenu a vodní fáze se opět automaticky vrací zpátky do destilační baňky (ČESKÝ LÉKOPIS, 2009).

Metoda lisování

Při této metodě dochází k vytlačování šťávy přímo z rostlinného materiálu. Tato extrakce je využívána u rostlin s vysokým obsahem silic v povrchových částech drogy. Po vylisování není silice čistá, ale obsahuje vodu a různé látky, především pektiny a velmi často vytváří obtížně oddělitelnou emulzi (KYSILKA, 2015).

Enfleuráž, neboli extrakce tukem

Enfleuráž se provádí za studena pomocí tuku, nejčastěji se jedná o vepřové sádlo, druhou možností je za tepla macerací horkým tukem. Po enfleuráži se silice z tuku extrahují za pomoci organických rozpouštědel. Tato technika je drahá a vyplatí se provádět jen u vzácnějších silic.

Extrakce pomocí oxidu uhličitého CO₂

Díky extrakci za pomoci oxidu uhličitého lze získat vysoce kvalitní silici. Princip této metody spočívá v udržení CO₂ za pomoci tlaku v kapalném stavu v uzavřeném systému společně s rostlinnou drogou, z drogy se následně uvolňuje silice (NOVÁKOVÁ, ŠEDIVÝ, 1996).

Plynová chromatografie

Plynová chromatografie patří mezi analytické a separační metody. Plynová chromatografie zaujímá významné postavení v analýze těkavých látek. Mezi její hlavní výhody patří jednoduchost, rychlé provedení analýzy, účinná separace látek a relativně malé množství vzorku nezbytné k analýze (KAČÍRKOVÁ, 2010).

Princip separace látek pomocí plynové chromatografie je, že kolonou stacionární fáze prochází stále nosný plyn. Zkoušený vzorek se vnese do temperované nástřikové komory, kde se odpaří a poté je unášen nosným plynem do kolony. Složky vzorku se sorbují na začátku kolony ve stacionární fázi a pak se desorbují čerstvým nosným plynem. Nosný plyn unáší složky vzorku postupně ke konci kolony a dělicí proces se znovu opakuje. Detektor indikuje okamžitou koncentraci separovaných látek v nosném plynu. Signál detektoru se vyhodnocuje a z jeho časového průběhu (chromatogramu) se určí druh a kvantitativní zastoupení složek (ANONYMUS (6), 2015).

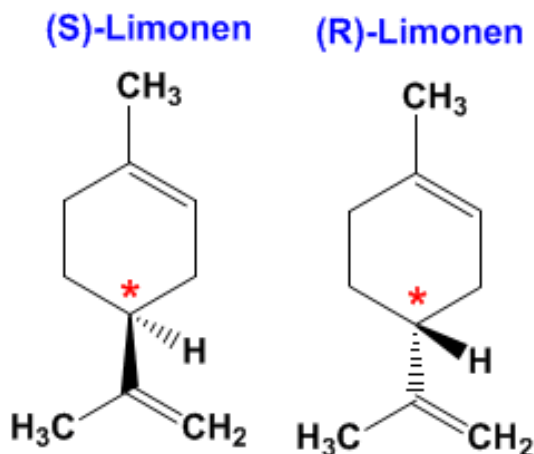
3.8 Obsahové látky kmínu kořenného

Hlavní obsahovou složkou kmínu jsou silice, které způsobují charakteristické chutě i vůně kmínu. KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014 uvádí obsah silice v plodech 3 – 7 %, MOUDRÝ a kol., 2011 uvádí 2 – 7 % silice.

Složení silic má hlavní vliv na následné využití silic. Hlavní obsahovou složkou silice nažek kmínu kořenného je nositel pachu (**S**) – (+) – **karvon** (50 – 80 %, lékopis vyžaduje minimálně 50 %) a asi 50 % silice tvoří (**R**) - (+) – **limonen**. Limonen je

pravděpodobně prekurzorem karvonu. Během dozrávání plodů kmínu se zvyšuje obsah karvonu, podíl limonenu naopak klesá.

Kromě těchto dvou základních látek obsahuje kmínová silice ještě další látky – beta myrcen, trans – dihydrokarvon, trans – karveol, thujon, anetol a pinen (SMALL, 2006, ČESKÝ LÉKOPIS, 2009, KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014). Chemické složení kmínu je uvedeno v tabulce 1.



Obrázek 1 Limonen a karvon.

převzato z: (ANONYM (7), 2015).

Podle SMALL, 2006 kvalitní silice vylisovaná z kmínu obsahuje 50 – 60 % karvonu, který vytváří typické kmínové aroma, charakteristicky teplé, bylinné, připomínající chleba a lehce navoněné květy, a kmínovou chuť, která bývá popisována jako teplá a lehce kořeněná. Naopak limonen, který tvoří kolem 45 % silice má čerstvou nasládlou citronovou vůni.

Tabulka 1 Chemické složení kmínu v % (ŽÁČEK, ŽÁČEK, 1994).

Druh	Voda	N - látky	Silice	Tuk	Škrob
Kmín	13,1	19,9	2,23	16,5	4,5
<i>(Carum carvi L.)</i>	Vláknina	Popel	Extraktivní látky		Poznámka
	20,1	6,2	14,4		3,1 cukru

3.8.1 Kmínová silice *Carvi etheroleum*

Hlavním kritériem hodnocení kvality kmínu je obsah silice. Celková kvalita, obsah a složení kmínové silice se liší a závisí především na podmínkách, ve kterých byly rostliny pěstovány. Sklizené nažky, které byly pěstovány v severnějších oblastech, obsahují většinou větší množství silic, naopak v teplých a sušších oblastech dochází ke snížení obsahu silice v nažkách a ke zvýšení podílu karvonu. Pěstováním v chladných a vlhčích lokalitách bylo prokázáno zvýšení sklizně silice a došlo ke zvýšení podílu limonenu na úkor karvonu (SMALL, 2006).

Podle Českého lékopisu z roku 2009 je drogou kmínová silice *Carvi etheroleum*, synonymum *Carvi aetheroleum*, která je definována jako silice získaná ze suchých plodů druhu *Carum carvi* L. destilací s vodní párou. Droga je čirá, bezbarvá nebo žlutá kapalina.

Požadavky na kvalitu a čistotu *Carvi etheroleum*, které vyžaduje Český lékopis 2009, jsou následující:

- relativní hustota 0,904 až 0,920
- index lomu 1,484 až 1,490
- optická otáčivost +65 ° až 81°
- číslo kyselosti – nejvýše 1,0
- chromatografický profil – limity jsou znázorněny v Tabulce 2.

Tabulka 2 Chromatografický podíl – limity (ČESKÝ LÉKOPIS, 2009).

Beta - myrcen	limonen	trans- dihydrokarvon	karvon	trans - karveol
0,1 až 1,0 %	30,0 až 45,0 %	nejvýše 2,5 %	50,0 až 65,0 %	nejvýše 2,5 %

Kmínová silice se skladuje ve zcela naplněných vzduchotěsných obalech, musí být chráněna před světlem, při teplotě nepřevyšující 25 °C (ČESKÝ LÉKOPIS, 2009).

3.9 Kvalita nažek kmínu

3.9.1 Farmaceutický průmysl

Kvalita nažek kmínu, které se zpracovávají ve farmaceutickém průmyslu, toto množství se pohybuje v rozmezí minimálně 10 – 15 % z celkové domácí produkce, se v České republice řídí požadavky platného lékopisu (KOCOURKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, 2014).

Drogou kmínu kořeného je kmínový plod *Carvi fructus*, který je podle Českého lékopisu z roku 2009 popisován jako celá usušená nažka druhu *Carum carvi* L. Požadavky na *Carvi fructus* jsou následující:

- obsah silice nejméně 30 ml/kg bezvodé drogy,
- obsah vody nejvýše 100 ml/kg,
- celkový obsah popela nejvýše 7,0 %.

Zkoušky totožnosti popisují plod jako téměř válcovitou dvounažku, většinou 3 mm až 6,5 mm dlouhou a 1 mm až 1,5 mm širokou. Nažky jsou obvykle jednotlivé, šedohnědé nebo hnědé, lysé, většinou srpovitého tvaru, na obou koncích zašpičatělé, každá s pěti vyniklými úzkými žebry. Pod lupou na příčném řezu mají tvar téměř pravidelného pětiúhelníku, na hřbetní straně se čtyřmi, na poutcové straně se dvěma siličnými kanálky (ČESKÝ LÉKOPIS, 2009).

3.9.2 Potravinářský průmysl

Kvalitu nažek, které se zpracovávají v potravinářském průmyslu, určuje vyhláška č. 331/1997 Sb. ve znění vyhlášky č. 419/2000 Sb. zákona č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích po úpravě zákonem č. 316/2004 Sb. Zákon o potravinách a tabákových výrobcích vymezuje požadavky na jakost (smyslové, fyzikální a chemické). Hodnoty fyzikálních a chemických požadavků se stanoví podle technických norem. V potravinářství se používá norma ČSN ISO 5561 platná od roku 1997, která je zobrazena v Tabulce 3 (RŮŽIČKOVÁ a kol., 2012).

Tabulka 3 Norma ČSN ISO 5561 pro potravinářský průmysl (RŮŽIČKOVÁ a kol., 2012).

Požadavky na kmín celý, tmavý a světlý (ČSN ISO 5561)		
Kmín tmavý s tvorbou plodů v druhém roce	Kmín tmavý jsou téměř zralé plody (dvounažky) <i>Carum carvi</i> , L. Plody se po sušení mlácením rozdělí na dvě nažky. Nažky jsou 4 – 6 mm dlouhé, srpovitého tvaru, s pěti podélnými světle žlutými až okrovými žebry. Povrch mezi žebry je hnědý.	
Kmín světlý s tvorbou plodů v prvním roce	Kmín světlý vykazuje stejné znaky jako kmín tmavý. Nažky jsou však poněkud menší a světlejší	
Vůně a chuť	Chuť kmínu musí být typická a aromatická. Výrobek musí být bez cizích pachů a příchutí, vč. zatuchlosti. Vůně tmavého kmínu je poněkud výraznější než kmínu světlého.	
Napadení hmyzem, plísněmi apod.	Kmín celý nesmí obsahovat živý hmyz a plísně a musí být v podstatě prostý mrtvého hmyzu, částic hmyzu a znečištění způsobeného hlodavci, viditelných pouhým okem. Pokud je zvětšení větší než desetinásobné, musí být tato skutečnost uvedena v protokolu o zkoušce. Kmín tmavý a světlý nesmějí být napadeny houbou <i>Sclerotinia</i> .	
Příměsi	Pro účely této normy se za příměsi považují	Všechny části rostlin kmínu tmavého nebo kmínu světlého kromě semen
		Všechny ostatní příměsi živočišného, rostlinného nebo minerálního původu
	Celkový obsah příměsí v kmínu tmavém a v kmínu světlém, stanovený podle metody uvedené v ISO 927, nesmí být vyšší než 1 % (mm/mm)	
Chemické požadavky		
Vlastnosti	Kmín tmavý, dvouletý	Kmín světlý, jednoletý
Vlhkost, %, nejvýše	13	12
Celkový popel, %, nejvýše	8	9
Popel nerozpustný v kyselině, % v sušině, nejvýše	1,5	2
Sílice, % v sušině, nejméně	2,5	1,5
Obsah silic musí být stanoven po rozemletí		

4 Materiál a metody

4.1 Materiál

Pokus probíhal v období let 2013 – 2014 ve spolupráci s Výzkumným ústavem AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. v Šumperku. Ke stanovení obsahu a složení silic v kmínu kořeném (*Carum carvi*, L.) byly použity nažky ze šlechtění dvouletého kmínu. Jedná se o výběr z 36 kmenů, které byly pěstovány pod různým označením na 10 m² parcelách. Vzorky dodané firmou AGRITEC měly hmotnost 50 g. Jednotlivé vzorky byly odebrány z kmenů z parcel o velikosti 10 m². Seznam vzorků a jejich označení jsou uvedeny v Tabulce 4.

Tabulka 4 Seznam vzorků s jejich označením a přehledem jednotlivých kmenů (ŠMIROUS, 2015).

Vzorek číslo	Označení materiálu	Poznámka
1	1a/1	Kmeny kmínu kořeného ze sklizně 2012. Před sklizní 2012 bylo odebráno 20 rostlin, ty byly rozebrány a vyhodnoceny. Rostliny s největším počtem nažek a nejvyšší HTS tvoří základ kmene – kmenové matky. Při rozboru bylo hodnoceno 20 rostlin, osivo je ze 3-4 nejlepších rostlin v genotypu z okolíků hlavních řádů. V roce 2013 proběhl výsev těchto 3-4 nejlepších rostlin. V roce 2014 sklizeň 20 nejlepších rostlin, vyhodnocení a ponechání osiva z nejlepších rostlin. Sklizeň ostatních rostlin z 10 m ² parcely a z těchto rostlin vzorek o hmotnosti 50g na stanovení silic.
2	1a/2	
3	1b/1	
4	2a/1	
5	2a/2	
6	2b/1	
7	3a/1	
8	3b/1	
9	4a/1	
10	4a/2	
11	4b/1	
12	5a/1	
13	5a/2	
14	6a/2	
15	6b/1	
16	7a/2	

17	7b/1	
18	8a/1	
19	8a/2	
20	8b/2	
21	9a/2	
22	10a/1	
23	10a/2	
24	H 1b1/1	
25	H 1b2/11	
26	H 1b2/13	
27	H 4a1/3	
28	H 9a1/5	
29	H 10a3/9	
30	6a/1	Jedná se o genotypy šlechtění z dřívějších let. Osivo pochází ze sklizně izolovaných rostlin z roku 2006, poté opět zaizolovány, jedná se asi o 4 izolaci R rekord, P prochan, K kepron. Další samosprášení proběhlo v roce 2008, 2010 a 2012. Během sklizně 2012 hodnocení a vybrané materiály opět do samosprášení 2013/2014 a také jeden materiál do výnosových zkoušek 2013/2014.
31	5-1/1	Výběr rostlin z genotypů 2007/2008 na parcelách 10 m ² . V roce 2008 první izolace přímo na parcelách 10m ² , v roce 2010 další izolace, v roce 2012 další. Po sklizni 2012 hodnocení: nejlepší materiál do výnosových zkoušek 2013/2014, další do samosprášení 2013/2014.
32	H 8a/12	Výběry z rostlin z genotypů 10 m ² (2007-2008), které měly největší HTS (více jak 4g). Jedná se o

		druhou generaci. První setí a izolace 2009/2010, druhá 2011/2012. Po sklizni 2012 hodnocení, nejlepší materiál do výnosových zkoušek (10 m ²) 2013/2014, ostatní samosprášení (1m ²) 2013/2014.
33	H 7b/1	Potomstvo ze samosprášených rostlin v roce 2012. Byl proveden výběr, nejlepší HTS a výnos na rostlinu – použito opět do samosprášení (1 m ²) v roce 2013/2014, vybrané 3 materiály použity ve výnosových zkouškách (10 m ²) v roce 2013/2014.
34	H 8b/2	
35	H 10a/2	
36	R2	Parcela s odrůdou Rekord, na stanovení silice vybrány nažky z jedné parcely.

4.2 Metodika

4.2.1 Metoda stanovení silice

Hodnocení vybraného materiálu kmínu kořenného z období října – prosince 2014 bylo provedeno ve spolupráci s Ústavem pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství Mendelovy univerzity v Brně a Ústavem chemie a biochemie Mendelovy univerzity v Brně destilací s vodní párou dle metody Českého lékopisu 2009.

Izolace a stanovení obsahu silic v rostlinných drogách se provádí destilací s vodní párou na zvláštním přístroji za dále uvedených podmínek. Stanovení proběhlo bez přidání xylenu - nelze ho oddělit od získané silice a silice by nemohla být použita pro analýzu limonenu a karvonu plynovou chromatografií

Nažky o hmotnosti přibližně 30 g byly rozemlety mlýnkem. Pomletý vzorek byl rozdělen na část A a část B. Z pomletého vzorku se odvážilo 10 g kmínu pro část A i B na laboratorních vahách s přesností na tisícinu gramu pro získání průměrné hodnoty.

Každá část vzorku byla ihned převedena do varné baňky, zde se k pomletému vzorku přidalo 200 ml destilované vody. Do každé varné baňky byly přidány 3 varné kamínky proti skrytému varu. Baňky byly umístěny do topného hnízda a spojeny

zábrusy s destilačním přístrojem pro destilaci silic. Následně byl zapnut přívod tepla a chlazení.

Vlastní destilace probíhala 90 minut, rychlostí 2 ml - 3 ml za 60 sekund. Po ustálení teplotních poměrů a úplném shromáždění silice se oddělená vrstva pomalu vypustí do dělené trubice a na stupnici se odečte objem silice v ml/10g.

Silice se pak oddělí, kmínová silice má hustotu $0,9090 \text{ g.cm}^{-3}$, proto zůstává na hladině vody v trubici destilační aparatury a snadno se oddělí vypuštěním pomocí trojcestného kohoutu z aparatury do vialky, vzorek se označí a uchová v mrazicím zařízení, čímž se zamezí oxidaci a dalším fyzikálně – chemickým změnám.

4.2.2 Plynová chromatografie

Analýza karvonu a limonenu v kmínové silici byla provedena na Ústavu chemie a biochemie Mendelovy univerzity v Brně v prosinci roku 2014 plynovým chromatografem HP 4890D (Hewlett Packard) s plamenově – ionizačním detektorem (GC – FID). Separace látek probíhala na koloně HP – 5MS (5% difenyl – 95% dimethylpolysiloxan, 30 m x 0,25 mm i.d., 0,25 μm). Pro měření byl zvolen teplotní program: $T_1 = 100^\circ\text{C}$, $t_1 = 0 \text{ min.}$, $15^\circ\text{C}/\text{min}$ na $T_2 = 280^\circ\text{C}$, $t_2 = 0 \text{ min.}$ Teplota injektoru dosahovala 270°C , teplota detektoru 290°C .

Na kolonu byl dávkován 1 μl roztoku silice naředěné hexanem. Dělič toku byl nastaven v poměru 40:1, průtok nosného plynu helia byl 1 ml/min.

Výsledné chromatografy byly zpracovány pomocí stanice CSW (verze 1.7, Data Apex, Praha)

Naměřené výsledky byly sestavené do tabulek a statisticky vyhodnoceny.

4.2.3 Statistické vyhodnocení

Získané hodnoty obsahových látek byly zpracovány do vstupních tabulek v programu Microsoft Excel 2010. Pro vyhodnocení výsledků byl použit program STATISTICA 12.

Byly získány základní statistické charakteristiky – aritmetický průměr, rozptyl, směrodatná odchylka, směrodatná chyba, variační koeficient, 25. kvantil, medián a 75. kvantil.

Rozdíly mezi jednotlivými vzorky (kmeny) byly zhodnoceny jednofaktorovou analýzou variance (pro obsah silic, limonenu i karvonu) programem STATISTICA 12, aby bylo možné prohlásit, zda jsou mezi jednotlivými kmeny statisticky významné rozdíly. Pro analýzu rozdílu mezi jednotlivými kmeny byla použita metoda následného testování a Tukeyův HSD test, $\alpha=0,0500$.

5 Výsledky

5.1 Obsah silic (ml. 100 g⁻¹)

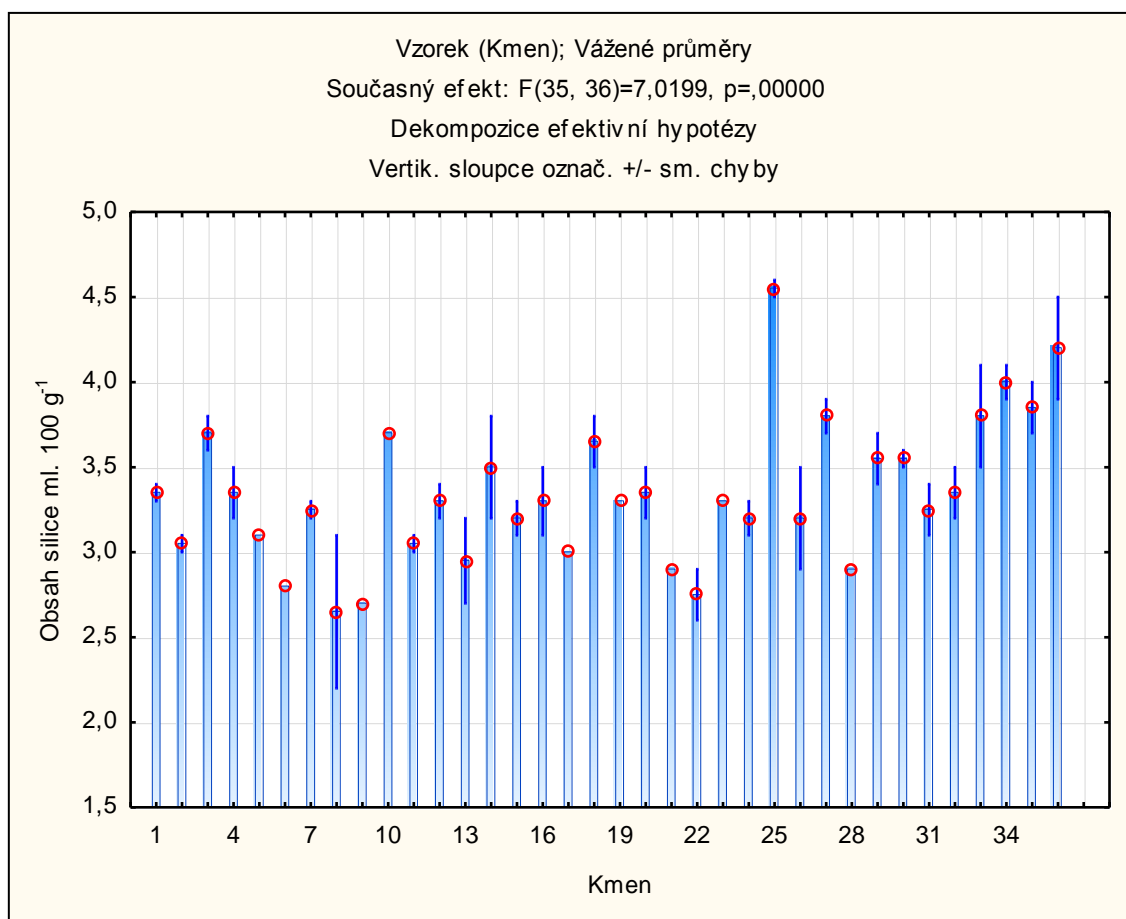
Tabulka 5 Zjištěné hodnoty obsahu silic v ml. 100 g⁻¹.

Vzorek (Kmen)	Silice ml. 100 g ⁻¹		
	část A	část B	Průměr
1	3,3	3,4	3,35
2	3	3,1	3,05
3	3,6	3,8	3,7
4	3,2	3,5	3,35
5	3,1	3,1	3,1
6	2,8	2,8	2,8
7	3,3	3,2	3,25
8	3,1	2,2	2,65
9	2,7	2,7	2,7
10	3,7	3,7	3,7
11	3,1	3	3,05
12	3,2	3,4	3,3
13	3,2	2,7	2,95
14	3,2	3,8	3,5
15	3,3	3,1	3,2
16	3,1	3,5	3,3
17	3	3	3
18	3,5	3,8	3,65
19	3,3	3,3	3,3
20	3,2	3,5	3,35
21	2,9	2,9	2,9
22	2,6	2,9	2,75
23	3,3	3,3	3,3
24	3,3	3,1	3,2
25	4,6	4,5	4,55
26	3,5	2,9	3,2
27	3,7	3,9	3,8
28	2,9	2,9	2,9
29	3,4	3,7	3,55
30	3,6	3,5	3,55
31	3,1	3,4	3,25
32	3,2	3,5	3,35
33	4,1	3,5	3,8
34	4,1	3,9	4
35	4	3,7	3,85
36	3,9	4,5	4,2
\bar{x}	3,34	3,35	3,34

Základní statistické charakteristiky pro obsah silic, limonenu a karvonu (aritmetický průměr, rozptyl, směrodatná odchylka, směrodatná chyba, variační koeficient, 25. kvantil, medián a 75. kvantil) jsou uvedeny v příloze, **Tabulka 26, 27 a 28.**

V **Tabulce 5** jsou uvedené všechny vzorky (kmeny), vzorek se rozdělil na část A a část B. V **Tabulce 5** je uveden obsah silic v jednotkách ml. 100 g⁻¹ dle Českého lékopisu 2009 z měření části A i B, dále je zde uvedena průměrná hodnota každého vzorku.

Byly zjištěny vysoce průkazné rozdíly mezi zkoumanými 36 vzorky (kmeny) v obsahu silic. Pro analýzu rozdílů mezi jednotlivými kmeny byla použita metoda následného testování, která je znázorněna na následujícím grafu.



Graf 1 Výsledky následného testování po analýze rozptylu.

Graf 1 udává vysokou variabilitu vzorků (kmenů) s označením 8, 13, 14, 26, 33 a 36. Tyto vzorky vykazovaly v jednotlivých částech vzorku největší variabilitu. Nejvyšší variabilita v rámci jednoho vzorku byla zjištěna u vzorku číslo 8, obsah silic měl hodnotu u části A 3,1 ml. 100 g⁻¹ a části B 2,2 ml. 100 g⁻¹. U vzorků (kmenů) 5, 6, 9, 17, 19, 21, 23 a 28 nebyla variabilita prokázána, obě dvě části vzorku měly stejný obsah silic.

Průměrné hodnoty obsahu silic se pohybovaly od dolní hranice 2,65 ml. 100 g⁻¹ u vzorku (kmene) 8 do nejvyšší průměrné hodnoty u horní hranice 4,55 ml. 100 g⁻¹ silice u vzorku (kmene) 25. K horní hranici se blíží tyto vzorky (kmene) – vzorek (kmen) 36, 34, 33, 35 a 27. Ke spodní hranici se blíží vzorky 9, 22, 6, 21 a 28. Podle KOCOURKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, 2014, která uvádí obsah silice v plodech 3 – 7 % a MOUDRÝ a kol, 2011, který uvádí obsah silic v plodech od 2 do 7 %, se všechny průměrné hodnoty pohybovaly v rozmezí uvedených hodnot obsahu silic. Žádný vzorek se nepřiblížil k hornímu obsahu silic (6–7 %).

Tabulka 6 Průkazné rozdíly mezi kmene v obsahu silic (ml. 100 g⁻¹). **Tukeyův HSD test $\alpha=0,0500$.**

Vzorek	Obsah silice Průměr	Homogenní skupiny	a	b	c	d	e	f	g	h
8	2,650	a	****							
9	2,700	a	****							
22	2,750	ab	****	****						
6	2,800	abc	****	****	****					
21	2,900	abcd	****	****	****	****				
28	2,900	abcd	****	****	****	****				
13	2,950	abcde	****	****	****	****	****			
17	3,000	abcde	****	****	****	****	****			
2	3,050	abcde	****	****	****	****	****			
11	3,050	abcde	****	****	****	****	****			
5	3,100	abcdef	****	****	****	****	****	****		
26	3,200	abcdef	****	****	****	****	****	****		
15	3,200	abcdef	****	****	****	****	****	****		
24	3,200	abcdef	****	****	****	****	****	****		
31	3,250	abcdef	****	****	****	****	****	****		
7	3,250	abcdef	****	****	****	****	****	****		
23	3,300	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	
12	3,300	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	
16	3,300	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	

19	3,300	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	
1	3,350	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	
32	3,350	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	
4	3,350	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	
20	3,350	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	
14	3,500	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	
29	3,550	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	
30	3,550	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	
18	3,650	bcdefgh		****	****	****	****	****	****	****
3	3,700	cdefgh			****	****	****	****	****	****
10	3,700	cdefgh			****	****	****	****	****	****
33	3,800	defgh				****	****	****	****	****
27	3,800	defgh				****	****	****	****	****
35	3,850	efgh					****	****	****	****
34	4,000	fgh						****	****	****
36	4,200	gh							****	****
25	4,550	h								****

Tabulka 7 Obsah silic (ml. 100 g⁻¹) seřazení homogenních skupin (Tukeyův HSD test, $\alpha=0,0500$).

	Číslo vzorku (kmene)	Hodnota od – do
1.	25	4,550
2.	36	4,200
3.	34	4,000
4.	35	3,850
5.	27, 33	3,800
6.	3,10	3,700
7.	18	3,650
8.	30, 29, 14, 20, 4, 32, 1, 19, 16, 12, 23	3,550 – 3,300
9.	7, 31, 24, 15, 26, 5	3,250 – 3,100
10.	11, 2, 17, 13	3,050 – 2, 950
11.	28, 21	2, 900
12.	6	2, 800
13.	22	2,750
14.	9, 8	2,700 – 2, 650

Tabulky 6 a 7 uvádí průkazné rozdíly mezi vzorky (kmene) v obsahu silic na základě vyhodnocení Tukeyův HSD testu, $\alpha=0,0500$. V **Tabulce 6** jsou jednotlivé vzorky uspořádané od nejnižší hodnoty po nejvyšší hodnotu, v této tabulce je patrný princip určení homogenních skupin. Homogenní skupiny ukazují rozdíly mezi

jednotlivými vzorky. Platí princip – čím vyšší rozdíl mezi písmeny, tím větší rozdíl v obsahu silic v kmenech.

V **Tabulce 7** jsou jednotlivé vzorky (kmeny) seřazené od vzorků (kmenů) s nejvyšším obsahem silic po vzorky (kmeny), které obsahovaly nejméně silic. Z 36 zkoumaných vzorků (kmenů) kmínu dosáhly na hranici alespoň 4 ml.100g⁻¹ (%) silic pouze 3 vzorky (kmeny) – 25, 36, 34. V názkách kmínu kořenného byl nejvyšší průkazný obsah silic zjištěn u vzorku (kmene) 25 – vzorek (kmen) s označením H 1b2/11, který obsahoval 4, 550 ml. 100 g⁻¹. Nejnižší obsah silic byl průkazně zjištěn u vzorků (kmenů) 8 a 9, které obsahovaly 2,650 – 2,700 ml. 100 g⁻¹ silic.

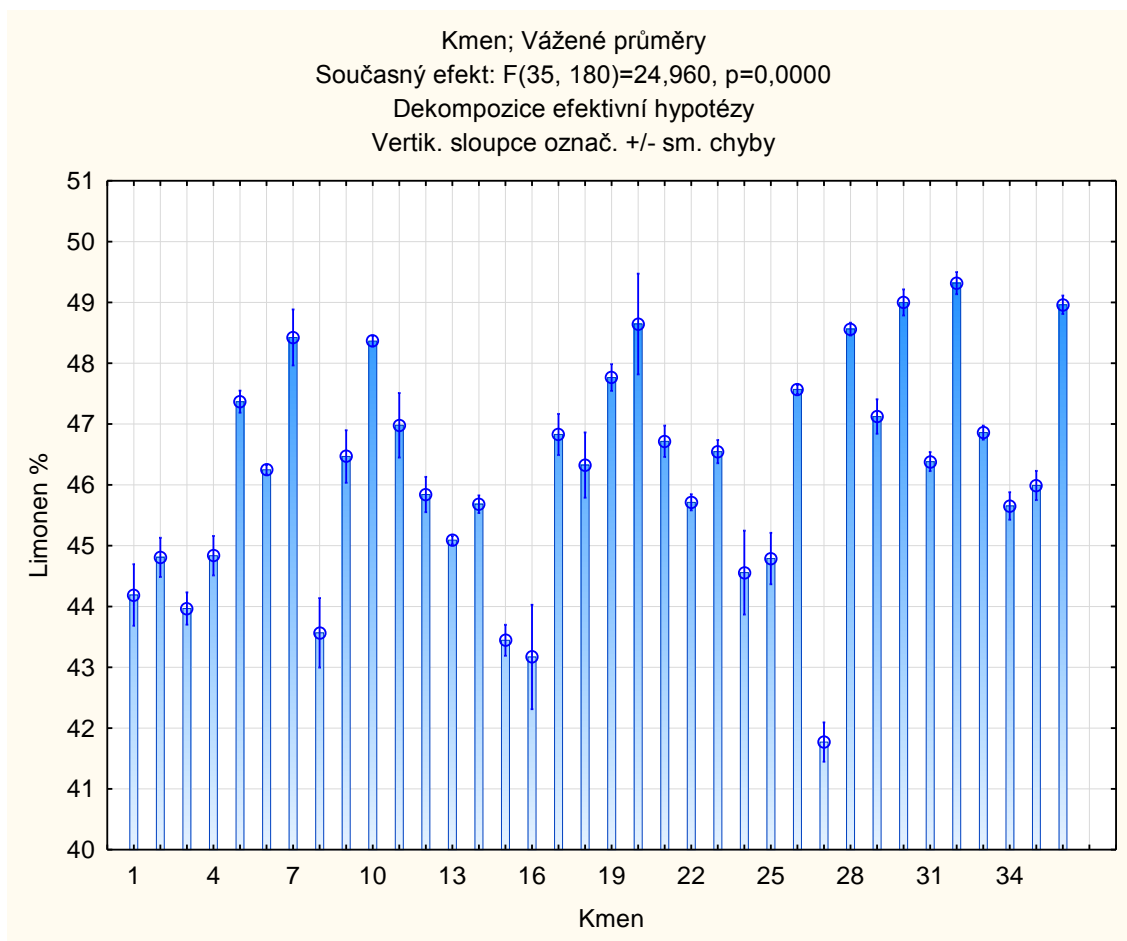
Hodnoty obsahu silic se pohybovaly od 4,550 ml. 100 g⁻¹ do 2, 650 ml. 100 g⁻¹. Nejlepší vzorky (kmeny), které obsahovaly nejvíce silic, jsou 25, 36, 34, 35, 27 a 33. Nejhorší vzorky (kmeny), u kterých byl zjištěn nejnižší obsah silic, jsou 8, 9, 22, 6, 21 a 28.

5.2 Obsah limonenu (%)

Tabulka 8 Zjištěné hodnoty obsahu limonenu (%) plynovou chromatografií.

Limonen (%)									
Vzorek	Část A				Část B				Průměr vzorku
	díl a	díl b	díl c	Průměr A	díl a	díl b	díl c	Průměr B	
1	43,04	42,93	43,22	43,06	45,39	45,27	45,28	45,32	44,19
2	43,90	44,28	44,24	44,14	45,10	45,37	45,95	45,47	44,81
3	44,44	44,42	44,78	44,55	43,46	43,43	43,28	43,39	43,97
4	45,54	45,49	45,58	45,53	44,21	44,46	43,76	44,14	44,84
5	48,02	47,81	46,95	47,59	47,3	47,14	46,99	47,14	47,37
6	46,04	46,14	46,50	46,23	46,06	46,4	46,34	46,27	46,25
7	47,69	47,11	47,44	47,41	49,38	49,58	49,34	49,44	48,43
8	44,88	44,88	44,73	44,83	42,63	42,11	42,17	42,30	43,57
9	45,60	45,23	45,72	45,52	47,60	47,43	47,21	47,41	46,47
10	48,63	48,55	48,19	48,46	48,13	48,47	48,22	48,27	48,37
11	45,83	45,94	45,64	45,80	48,28	48,27	47,92	48,16	46,98
12	46,68	46,56	46,17	46,47	45,29	45,17	45,18	45,21	45,84
13	45,19	45,02	44,94	45,05	45,38	45,06	44,95	45,13	45,09
14	45,81	45,57	46,28	45,88	45,60	45,64	45,19	45,48	45,68
15	43,90	44,05	44,00	43,99	42,55	43,13	43,03	42,90	43,46
16	41,43	41,16	41,18	41,26	44,79	45,18	45,28	45,08	43,17
17	48,03	46,59	47,65	47,42	45,86	46,36	46,49	46,24	46,83
18	45,29	45,47	47,58	46,11	47,69	47,21	44,71	46,54	46,33
19	48,40	48,26	48,07	48,24	47,34	47,11	47,42	47,29	47,77
20	47,05	46,89	46,48	46,81	50,30	50,47	50,68	50,48	48,65
21	47,33	47,14	47,39	47,28	46,26	46,12	46,06	46,15	46,72
22	45,95	46,03	46,01	46,00	45,28	45,57	45,44	45,43	45,72
23	46,78	46,88	47,20	46,95	46,18	46,17	46,07	46,14	46,55
24	42,97	42,95	43,14	43,02	46,15	45,90	46,23	46,09	44,56
25	43,55	43,39	45,24	44,06	45,63	45,34	45,58	45,52	44,46
26	47,62	47,71	47,80	47,71	47,32	47,57	47,40	47,43	47,57
27	41,02	41,19	40,96	41,06	42,42	42,38	42,66	42,48	41,77
28	48,71	48,10	48,76	48,52	48,46	48,79	48,56	48,60	48,56
29	47,62	47,94	47,70	47,75	46,51	46,44	46,54	46,50	47,13
30	48,03	49,38	48,87	48,76	49,00	49,38	49,35	49,24	49,00
31	46,74	46,92	45,95	46,54	46,39	46,03	46,27	46,23	46,39
32	49,24	49,83	49,39	49,49	48,52	49,32	49,61	49,15	49,32
33	46,83	46,54	46,51	46,63	47,04	47,18	47,06	47,09	46,86
34	46,04	46,22	46,20	46,15	45,12	45,25	45,09	45,15	45,65
35	46,55	46,66	46,30	46,50	45,42	45,29	45,73	45,48	45,99
36	49,35	49,25	49,30	49,30	48,6	48,63	48,65	48,62	48,96

Části vzorku A i B byly pro stanovení limonenu plynovou chromatografií rozděleny na tři díly. Z měření byly vypočteny průměry, které jsou uvedeny v **Tabulce 8**.



Graf 2 Výsledky následného testování po analýze rozptylu.

Byly zjištěny vysoce průkazné rozdíly mezi hodnocenými 36 vzorky (kmeny) v obsahu limonenu. Pro analýzu rozdílů mezi jednotlivými vzorky (kmeny) byla použita metoda následného testování, která je znázorněna v **Grafu 2**.

Z **Grafu 2** je patrná vysoká variabilita u vzorků (kmenů) s označením 16, 20 a 24. Tyto vzorky (kmeny) vykazovaly i v jednotlivých částech vzorku (kmene) nejvyšší variabilitu. Naopak malá variabilita obsahu limonenu je u vzorků (kmenů) 13, 22 a 33.

Průměrné hodnoty obsahu limonenu se pohybovaly od spodní hranice 41,77 % u vzorku (kmene) 27 do nejvyšší průměrné hodnoty obsahu limonenu u horní hranice 49,32 % u vzorku (kmene) 32. Vyšší průměrný obsah limonenu mají vzorky (kmeny) 30 (49,00 %), 36 (48,96 %), 20 (48,65 %), 28 (48,56 %), 7 (48,43 %) a 10 (48,37 %).

Nižší průměrný obsah limonenu mají kromě vzorku (kmene) 27 (41,77 %), vzorky (kmeny) 16 (43,17 %), 15 (43,36 %), 8 (43,57 %), 3 (43,97 %) a vzorek (kmen) 1 (44,19 %).

V **Tabulkách 9 a 10** jsou uvedeny průkazné rozdíly mezi kmeny v obsahu limonenu (%) na základě vyhodnocení Tukeyův HSD testu, $\alpha=0,0500$. V **Tabulce 9** jsou jednotlivé vzorky seřazené od nejnižší hodnoty po nejvyšší hodnotu.

V **Tabulce 10** jsou jednotlivé vzorky (kmeny) seřazené od vzorků (kmenů) s nejvyšším obsahem limonenu po vzorky (kmeny), které měly nejnižší obsah limonenu. Ze šlechtitelského pohledu platí – čím je obsah limonenu nižší, tím stoupá obsah karvonu.

Hodnoty obsahu limonenu se pohybovaly od 41,770 % do 49,318 %. Vzorky (kmeny), které obsahovaly nejméně limonenu, jsou 27, 16, 15, 8 a 3, naopak nejvíce limonenu obsahovaly vzorky (kmeny) 32, 30, 36, 20 a 28.

Tabulka 9 Průkazné rozdíly mezi kmeny v obsahu limonenu (%). Tukeyův HSD test $\alpha=0,0500$.

Tukeyův HSD test: proměnná Limonen % (Tabulka 3) Homogenní skupiny, $\alpha=0,05000$ (Netřípné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,80996, sv = 180,00																		
Vzorek	Limonen Průměr	Homogenní skupiny	a	b	c	d	e	f	g	h	ch	i	j	k	l	m	n	o
27	41,771	a	****															
16	43,169	ab	****	****														
15	43,444	ab	****	****														
8	43,567	ab	****	****														
3	43,967	bc		****	****													
1	44,189	bcd		****	****	****												
24	44,557	bcde		****	****	****	****											
25	44,788	bcdef		****	****	****	****	****										
2	44,807	bcdef		****	****	****	****	****	****									
4	44,837	bcdefg		****	****	****	****	****	****	****								
13	45,090	bcdefgh		****	****	****	****	****	****	****	****							
34	45,653	cdefghch		****	****	****	****	****	****	****	****	****						
14	45,680	cdefghch		****	****	****	****	****	****	****	****	****						
22	45,712	cdefghchi		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****					
12	45,841	cdefghchi		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****					
35	45,990	defghchi		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****					
6	46,248	efghchi		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****					
18	46,325	efghchi		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****					
31	46,382	efghchij		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****				
9	46,467	efghchijk		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****				
23	46,546	efghchijk		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****				
21	46,716	fghchijkl		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****			
17	46,829	ghchijkl		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****			
33	46,860	hchijkl		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****			
11	46,981	hchijklm		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****			
29	47,124	chijklmn		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****		
5	47,368	chijklmno		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
26	47,569	chijklmno		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
19	47,765	ijklmno		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
10	48,365	ijklmno		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
7	48,424	klmno		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
28	48,562	lmno		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
20	48,646	lmno		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
36	48,962	mno		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
30	48,999	no		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
32	49,318	o		****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	

Tabulka 10 Obsah limonenu (%) - seřazení homogenních skupin (**Tukeyův HSD test**, $\alpha=0,0500$).

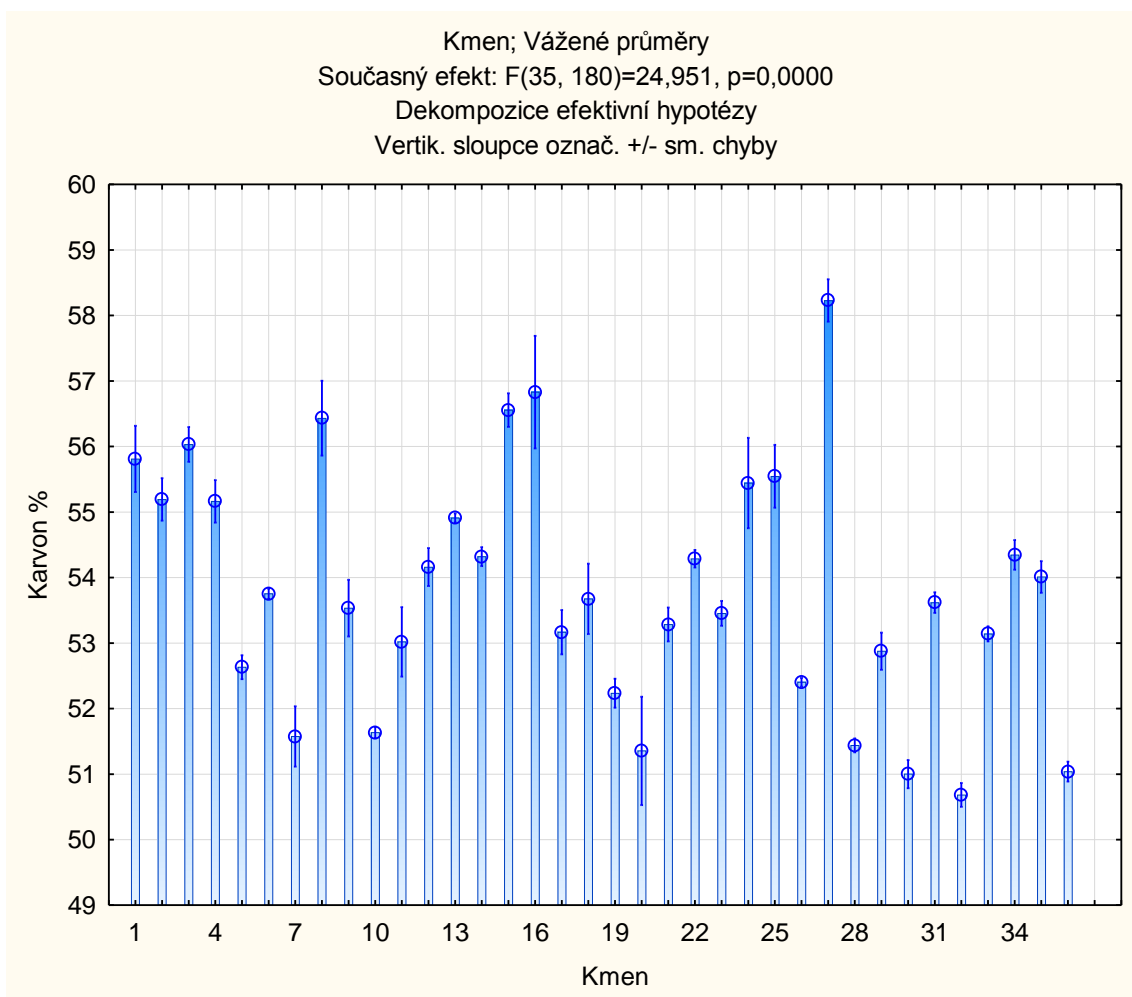
Skupina	Číslo vzorku (kmene)	Hodnota od – do
1	32	49,318
2	30	48,999
3	36	48,962
4	20, 28	48,645 – 48,561
5	7	48,424
6	10	48,365
7	19	47,764
8	26, 5	47,568 – 47,367
9	29	47,123
10	11	46,980
11	33	46,859
12	17	46,828
13	21	46,715
14	23, 9	46,546 – 46,466
15	31	46,382
16	18, 6	46,325 – 46,248
17	35	45,990
18	12	45,840
19	22, 14, 34	45,712 – 45,653
20	13	45,089
21	4	44,836
22	2, 25	44,806 – 44,788
23	24	44,556
24	1	44,188
25	3	43,967
26	8, 15, 16	43,567 – 43,169
27	27	41,770

5.3 Obsah karvonu (%)

Tabulka 11 Zjištěné hodnoty obsahu karvonu (%) plynovou chromatografií.

Karvon (%)									
Vzorek	Část A				Část B				Průměr vzorku
	díl a	díl b	díl c	průměr A	díl a	díl b	díl c	průměr B	
1	56,97	57,07	56,78	56,94	54,61	54,73	54,72	54,68	55,81
2	56,10	55,72	55,76	55,86	54,90	54,63	54,05	54,53	55,20
3	55,56	55,58	55,22	55,45	56,54	56,57	56,73	56,61	56,03
4	54,47	54,51	54,42	54,47	55,79	55,54	56,24	55,86	55,17
5	51,98	52,19	53,05	52,41	52,7	52,86	53,01	52,86	52,63
6	53,96	53,86	53,50	53,77	53,94	53,61	53,66	53,74	53,75
7	52,31	52,89	52,56	52,59	50,62	50,42	50,66	50,56	51,58
8	55,12	55,12	55,27	55,17	57,38	57,89	57,83	57,70	56,44
9	54,40	54,77	54,28	54,48	52,41	52,57	52,79	52,59	53,54
10	51,37	51,45	51,81	51,54	51,87	51,53	51,78	51,73	51,64
11	54,17	54,06	54,36	54,20	51,73	51,73	52,08	51,84	53,02
12	53,32	53,44	53,83	53,53	54,71	54,83	54,82	54,79	54,16
13	54,81	54,98	55,06	54,95	54,62	54,94	55,05	54,87	54,91
14	54,20	54,43	53,72	54,12	54,40	54,36	54,81	54,52	54,32
15	56,10	55,95	56,00	56,02	57,45	56,87	56,97	57,10	56,56
16	58,57	58,84	58,83	58,74	55,21	54,82	54,72	54,92	56,83
17	51,97	53,42	52,35	52,58	54,14	53,61	53,51	53,75	53,17
18	54,71	54,53	52,42	53,89	52,31	52,79	55,29	53,46	53,68
19	51,60	51,74	51,93	51,76	52,66	52,89	52,58	52,71	52,24
20	52,95	53,11	53,52	53,19	49,70	49,53	49,32	49,52	51,36
21	52,67	52,86	52,61	52,72	53,74	53,88	53,94	53,85	53,29
22	54,05	53,97	53,99	54,00	54,72	54,43	54,57	54,57	54,29
23	53,23	53,12	52,80	53,05	53,82	53,83	53,93	53,86	53,46
24	57,03	57,05	56,86	56,98	53,85	54,10	53,77	53,91	55,45
25	56,455	56,61	56,76	56,61	54,37	54,66	54,42	54,48	55,55
26	52,38	52,30	52,20	52,29	52,68	52,43	52,43	52,51	52,43
27	58,98	58,81	59,04	58,94	57,58	57,63	57,34	57,52	58,23
28	51,29	51,91	51,24	51,48	51,54	51,21	51,44	51,40	51,44
29	52,39	52,06	52,30	52,25	53,49	53,56	53,46	53,50	52,88
30	51,97	50,62	51,13	51,24	51,00	50,62	50,65	50,76	51,00
31	53,26	53,08	54,05	53,47	53,61	53,97	53,73	53,77	53,62
32	50,76	50,17	50,61	50,51	51,48	50,68	50,39	50,85	50,68
33	53,17	53,46	53,49	53,37	52,96	52,82	52,94	52,91	53,14
34	53,96	53,78	53,80	53,85	54,88	54,75	54,91	54,85	54,35
35	53,45	53,34	53,71	53,50	54,58	54,71	54,27	54,52	54,01
36	50,65	50,75	50,71	50,70	51,4	51,37	51,36	51,38	51,04

Části vzorku A i B byly pro stanovení karvonu plynovou chromatografií rozděleny na tři díly. Z těchto měření byly vypočteny průměry, které jsou uvedeny v **Tabulce 11**.



Graf 3 Výsledky následného testování po analýze rozptylu.

Byly zjištěny vysoce průkazné rozdíly mezi hodnocenými 36 vzorky (kmeny) v obsahu karvonu. Pro analýzu rozdílů mezi jednotlivými vzorky (kmeny) byla použita metoda následného testování, která je znázorněna v **Grafu 3**.

Z **Grafu 3** vyplývá vysoká variabilita u vzorků (kmenů) s označením 16, 20, 24 a 8. Tyto vzorky (kmeny) vykazovaly v jednotlivých částech vzorku (kmene) nejvyšší variabilitu. Naopak malá variabilita obsahu karvonu je u vzorků (kmenů) 6, 10, 13, 22, 26, 28 a 33.

Průměrné hodnoty obsahu karvonu se pohybovaly od spodní hranice 50,68 % u vzorku (kmene) 32 do nejvyšší průměrné hodnoty obsahu karvonu do horní hranice

58,23 % u vzorku (kmene) 27. Vyšší průměrný obsah karvonu mají vzorky (kmeny) 16 (56,83 %), 15 (56,56 %), 8 (56,44 %), 1 (55,81 %) a 3 (53,03 %).

Nižší průměrný obsah karvonu mají kmeny – 30 (51,00%), 36 (51,04 %), 20 (51,36 %), 28 (51,44 %), 10 (51,64 %), 7 (51,58 %).

V **Tabulce 12 a 13** jsou uvedeny průkazné rozdíly mezi vzorky (kmeny) v obsahu karvonu (%) na základě vyhodnocení Tukeyův HSD testu, $\alpha=0,0500$. V **Tabulce 12** jsou jednotlivé vzorky (kmeny) uspořádané od nejnižší hodnoty po nejvyšší hodnotu.

V **Tabulce 13** jsou jednotlivé vzorky (kmeny) seřazené od vzorků (kmenů) s nejvyšším obsahem karvonu po vzorky (kmeny), které obsahovaly nejméně karvonu.

Hodnoty obsahu karvonu se pohybovaly od 50,628 % do 58,229 %. Nejlepší vzorky (kmeny), které obsahovaly nejvíce karvonu, jsou 27, 16, 15, 8 a 3. Naopak nejnižší obsah karvonu měly vzorky (kmeny) 32, 30, 36, 20 a 28.

Tabulka 12 Průkazné rozdíly mezi kmeny v obsahu karvonu (%) Tukeyův HSD test $\alpha=0,0500$.

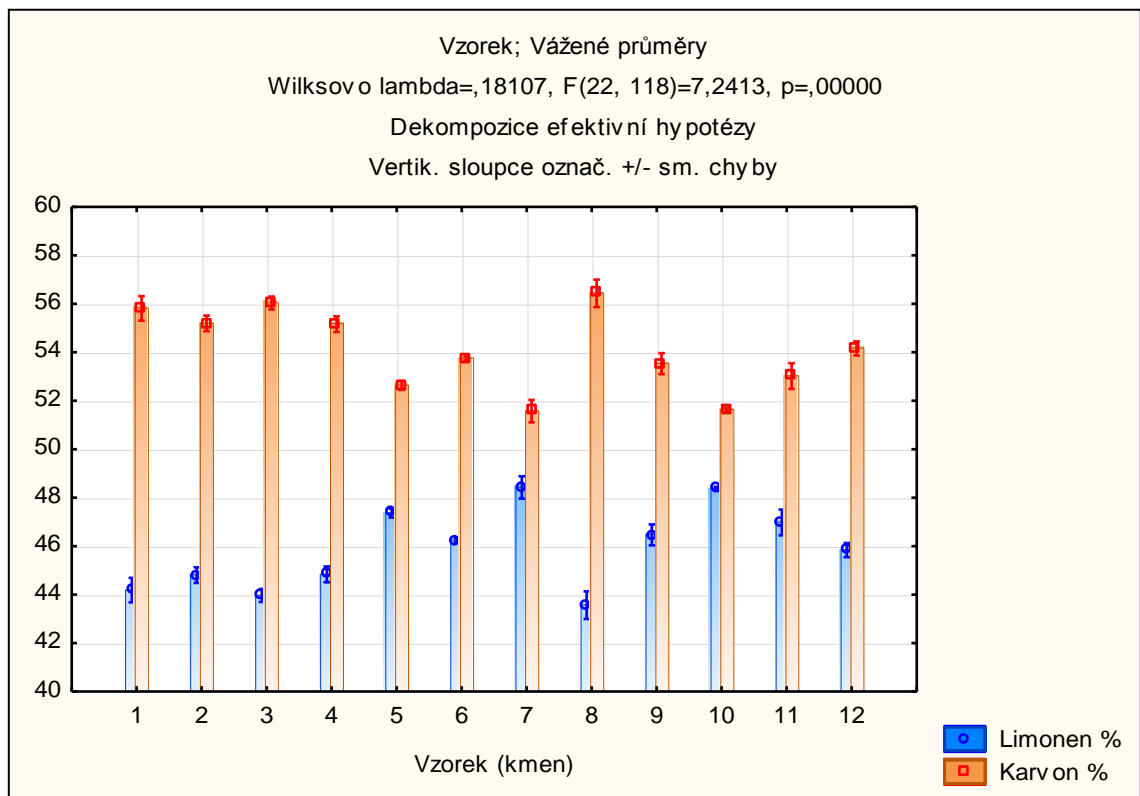
Tukeyův HSD test; proměnná Karvon %, (Tabulka3)Homogenní skupiny, alfa = ,050000 (Neúplně vyhledávaní)Chyba: meziskup. PČ = ,81807, sv = 180,00

Vzorek	Karvon % (Průměr)	Homogenní skupiny	a	b	c	d	e	f	g	h	ch	i	j	k	l	m	n	o	p
32	50,682	a	****																
30	51,001	ab	****	****															
36	51,039	abc	****	****	****														
20	51,354	abcd	****	****	****	****													
28	51,438	abcd	****	****	****	****	****												
7	51,576	abcde	****	****	****	****	****	****											
10	51,635	abcdef	****	****	****	****	****	****	****										
19	52,235	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	****									
26	52,403	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	****	****								
5	52,632	abcdefg	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****							
29	52,877	bddefgh	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****						
11	53,020	cdefghch	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****					
33	53,140	defghch	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****				
17	53,166	defghchi	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****			
21	53,285	defghchij	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****		
23	53,454	efghchijk	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
9	53,534	efghchijk	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
31	53,618	fghchijkl	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
18	53,675	ghchijkl	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
6	53,753	ghchijkl	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
35	54,010	ghchijklm	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
12	54,160	ghchijklmn	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
22	54,288	hchijklmnn	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
14	54,320	hchijklmnn	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
34	54,347	hchijklmnn	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
13	54,910	chijklmno	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
4	55,164	ijklmno	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
2	55,193	ijklmno	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
24	55,443	klmno	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
25	55,546	lmno	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
1	55,811	mno	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
3	56,033	no	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
8	56,433	op	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
15	56,556	op	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
16	56,831	op	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
27	58,229	p	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

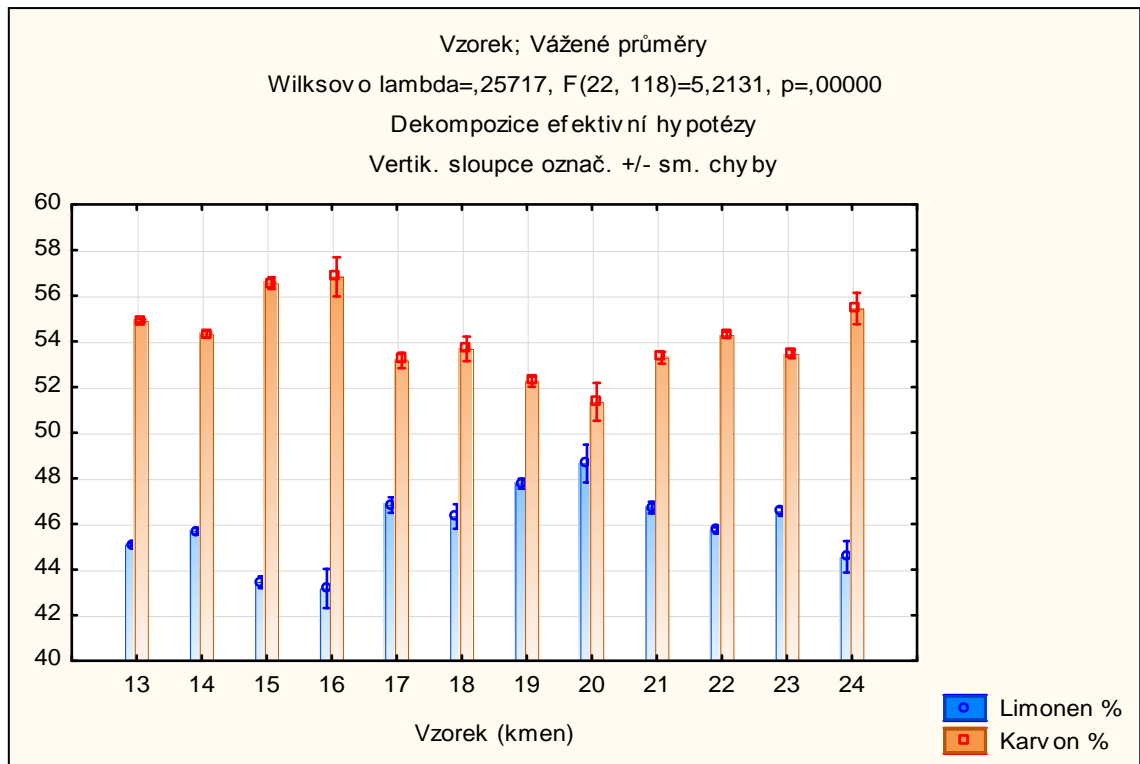
Tabulka 13 Obsah karvonu (%) - seřazení homogenních skupin (Tukeyův HSD test, $\alpha=0,0500$).

Skupina	Číslo vzorku (kmene)	Hodnota od – do
1	27	58,229
2	16, 15, 8	56,830 – 56,432
3	3	56,033
4	1	55,811
5	25	55,545
6	24	55,443
7	2	55,193
8	4	55,163
9	13	54,910
10	34, 14, 22	54,347 – 54,287
11	12	54,159
12	35	54,009
13	6, 18	53,753 – 53,675
14	31	53,618
15	9, 23	53,533 – 53,453
16	21	53,284
17	17	53,166
18	33	53,140
19	11	53,019
20	29	52,876
21	5, 26	52,632 – 52,402
22	19	52,235
23	10	51,635
24	7	51,575
25	28, 20	51,438 – 51,354
26	36	51,038
27	30	51,000
28	32	50,682

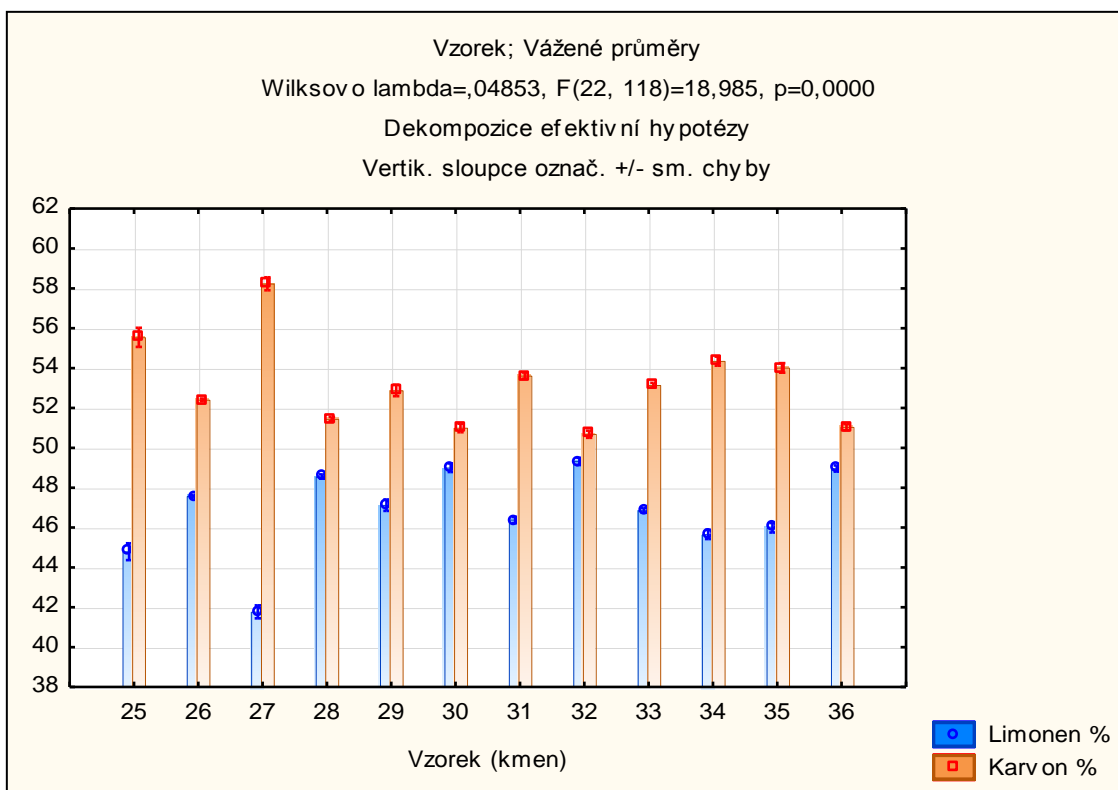
5.4 Porovnání obsahu limonenu (%) a karvonu (%)



Graf 4 a Výsledky následného testování po analýze rozptylu.



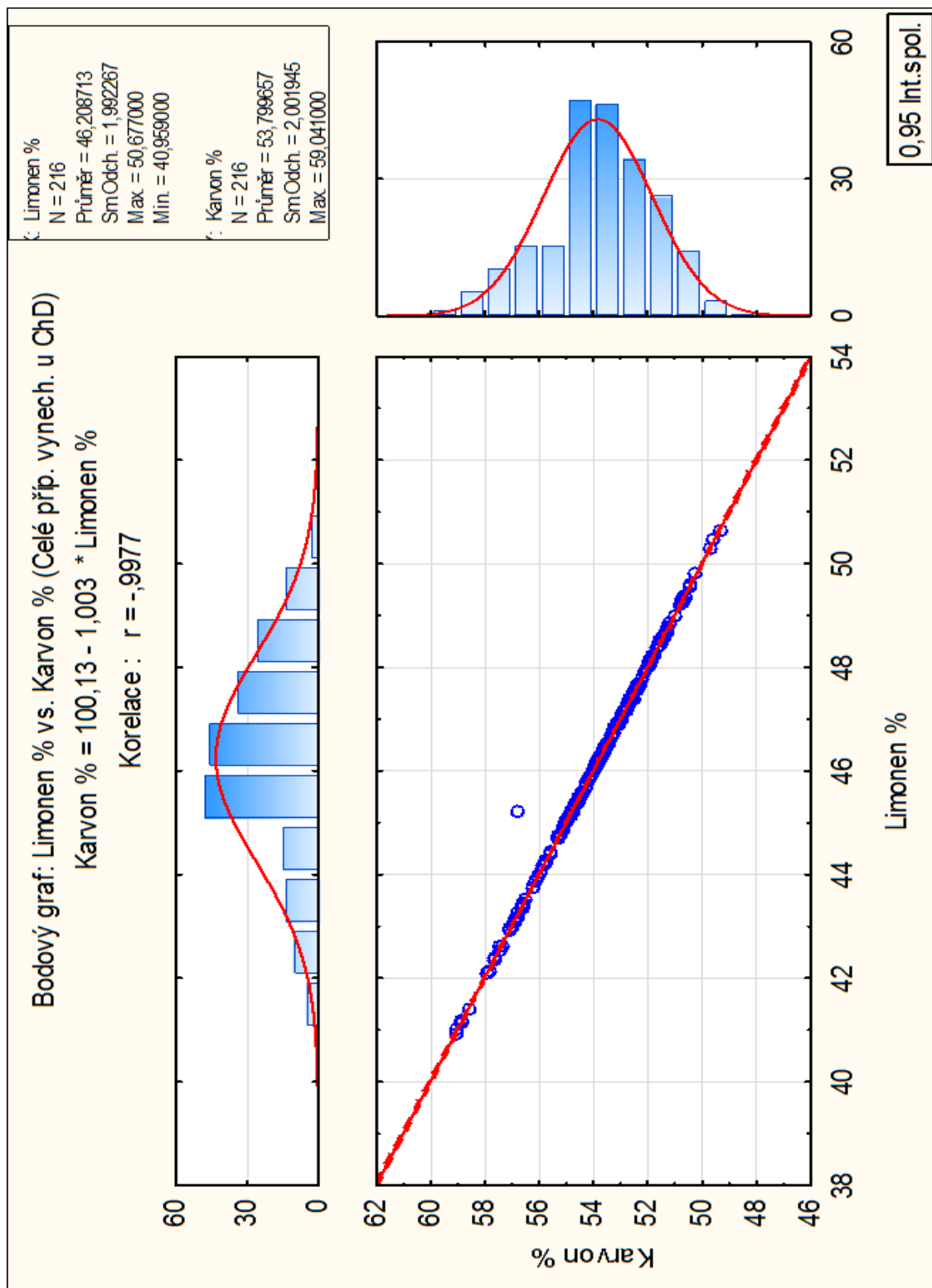
Graf 4 b Výsledky následného testování po analýze rozptylu.



Graf 4 c Výsledky následného testování po analýze rozptylu.

Z **Grafu 4** u jednotlivých vzorků je patrný vysoce průkazný rozdíl mezi limonenem a karvonem. Graf navzájem porovnává průměrné obsahy limonenu a karvonu, které jsou hlavními obsahovými složkami kmínové silice.

Z **Grafu 4** vyplývá, že nejlepší obsah karvonu ku limonenu mají vzorky (kmeny) 27, 16, 15, 24 a 25.



Graf 5 Korelace mezi obsahem limonenu a karvonu.

Graf 5 ukazuje vysoce průkaznou korelaci mezi obsahem karvonu a obsahem limonenu u 36 sledovaných vzorků (kmenů) kmínu kořenného. Potvrzuje skutečnost, že během dozrávání stoupá podíl obsahu karvonu a podíl limonenu klesá. Korelace a její průkaznost je velmi silná a vysoce průkazná.

6 Diskuze

Kmín kořený (*Carum carvi* L.) je důležitou tržní plodinou, jeho rozšíření a pěstování má v České republice a dalších oblastech celého světa velmi dlouhou a úspěšnou tradici pěstování. Kmín má všestranné využití. V současné době pro udržení a podpoření jeho významu vyžaduje neustálé využívání všech dostupných informací z výzkumu, šlechtění a pěstování (VACULÍK a kol., 2009).

Diplomová práce byla vypracována ve spolupráci s Ústavem pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství a Ústavem chemie a biochemie Mendelovy univerzity v Brně a firmou AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. v Šumperku, která dodala vzorky. Ke stanovení byly vybrány a doporučeny vzorky (kmeny) s průměrným obsahem karvonu nad 50 %. Obsah karvonu nad 50 % se uvádí ve většině norem.

Jednotlivé vzorky (kmeny) se po stanovení obsahu silic, karvonu a limonenu mezi sebou lišily. Rozdíl v průměrném obsahu silic se pohyboval od nejnižší stanovené hodnoty 2,65 ml. 100 g⁻¹ u vzorku (kmene) 8 po nejvyšší naměřenou hodnotu 4,55 ml. 100 g⁻¹ u vzorku (kmene) 25. Pod obsah 3 ml. 100 g⁻¹ silic se v průměrném obsahu silice dostaly ještě vzorky (kmeny) 9, 22, 6, 28, 21 a vzorek (kmen) 13. ŠMIROUS, KOCOURKOVÁ, 2006, MOUDRÝ a kol., 2011 udávají obsah silic od 2 do 7 %. Všechny dosažené výsledky odpovídají tomuto rozsahu silic.

Rozdílný obsah silic udávají RŮŽIČKOVÁ a kol., 2012 a KOCOURKOVÁ, PLUHÁČKOVÁ, RŮŽIČKOVÁ, 2014. Uvádí obsah silice v nažkách v rozmezí 3 – 7 %. Vzorky (kmeny) 8, 9, 22, 6, 28, 21 a 13 neodpovídají tomuto rozmezí, a proto se nehodí pro další šlechtění z hlediska obsahu silic. Horní hranice 7 % nebyla zjištěna u žádného testovaného vzorku (kmene).

V Seznamu doporučených odrůd z roku 2014, jsou uvedeny dvě dvouleté odrůdy – REKORD a PROCHAN. Z významných hospodářských vlastností registrovaných odrůd je zde uveden obsah silic z měření z období 2011 – 2013. U odrůdy Rekord činí průměrný obsah silic 4,32 %, u odrůdy Prochan 4,04 %. Rozdíly mezi průměrnými hodnotami silic u hodnocených vzorků (kmenů), které představují šlechtitelské materiály a registrovanými odrůdami jsou patrné.

K průměrnému obsahu silic u registrovaných dvouletých odrůd se přiblížily pouze 2 vzorky (kmeny) – 25 (4,55 %) a 34 (4,00 %). Tyto vzorky se nejvíce přiblížily k průměrnému obsahu silic u registrovaných dvouletých odrůd. Na průměrný obsah silic mají velký vliv i jednotlivé ročníky, průběh počasí, sklizeň nažek a jejich zralost,

choroby a škůdci, půdní podmínky a ostatní faktory. Hodnocené vzorky (kmeny) jsou vyhodnoceny pouze za sklizňové období 2013 – 2014.

SEDLÁKOVÁ, KOCOURKOVÁ, LOJKOVÁ, KUBÁŇ, 2003 udávají, že ke stanovení obsahu silic v kmínu lze využít superkritickou fluidní extrakci SFE, jak ukázal pokus u dvouletých odrůd KEPRON, PROCHAN a REKORD, pěstovaných v období let 1998 – 2000. Nažky byly sklizeny na začátku zrání a v plné zralosti. Po sklizni se posuzoval obsah silice, větší obsah silice se podařilo prokázat u nažek sklizených v plné zralosti.

Český lékopis z roku 2009 uvádí obsah silice nejméně 30 ml/kg bezvodé drogy. U vzorků (kmenů) 8, 9, 22, 6, 21, 28 a 13 bylo dosaženo průměru pod 30 ml/kg, což je méně, než je minimální obsah udávaný Českým lékopisem z roku 2009. Ostatní vzorky (kmeny) splňují předepsané normy v obsahu silic.

Pro potravinářské účely se používá norma ČSN ISO 5561 platná od roku 1997, která stanovuje obsah silic u kmínu dvouletého nejméně 2,5 %. Tuto hodnotu splňují všechny hodnocené vzorky (kmeny) dvouletého kmínu (RŮŽIČKOVÁ a kol., 2012).

U každého vzorku (kmene) byly stanoveny hlavní složky kmínové silice – limonen (%) a karvon (%). VACULÍK a kol., 2009 uvádí jako hlavní složku silic karvon, obsah 50 – 80 %, který je nositelem pachu a limonen obsah asi 50 %. Během dozrávání stoupá podíl obsahu karvonu a podíl limonenu klesá. Obsah limonenu a obsah karvonu se kryl s těmito údaji. Hodnoty limonenu se pohybovaly od 41,77 % u vzorku (kmene) 27 do hodnoty 49,32% u vzorku (kmene) 32, karvon byl změřen v rozmezí 50,68 % u vzorku (kmene) 28 a nejvyšší obsah karvonu byl zjištěn u vzorku (kmene) 27 (58,23 %). Limonen a karvon v hodnocených vzorcích (kmenech) odpovídaly těmto hodnotám.

SEIDLER-ŁOŻYKOWSKA, KĘDZIA, KARPIŃSKA, BOCIANOWSKI, 2011 uvádí, že limonen a karvon, které jsou hlavními složkami kmínové silice představují 95 % veškeré silice.

VENSKUTONIS, KVIETKAUSKIENE, BYLAITE, SIULIAUSKAS 1999 uvádí obsah limonenu v rozmezí 38,2 - 52,3 % a obsah karvonu 45,7 – 59,7 %. Získané výsledky těmto hodnotám odpovídají.

LARIBI, KOUKI, BETTAIEB, MOUGOU, MARZOUK 2012 udává, že obsah limonenu se pohybuje v rozmezí 16,15 – 29,11 % a obsah karvonu 61,58 – 77,25 %. RAAL, ARAK, ORAV, 2012 tuto variabilitu potvrzuje, uvádí obsah limonenu 1,5 – 51,3 % a obsah karvonu 44,5 – 95,9 %.

ŠMIROUS, 2015 uvádí, že se ve Výzkumném ústavu AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. v Šumperku, šlechtí dvouletý a ozimý kmín zejména na obsah silic. Do dalšího roku šlechtění pak postupují materiály s vyšším obsahem silic, správným poměrem karvonu ku limonenu, dobrým zdravotním stavem, odpovídající výškou rostlin a s nejkratší vegetační dobou.

Z tohoto pohledu lze doporučit z hodnocených materiálů pro další šlechtění vzorky (kmeny) číslo 25, 27, 34, 35 a 3.

7 Závěr

Vypracování diplomové práce probíhalo v období 2014 – 2015 ve spolupráci s Ústavem pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství Mendelovy univerzity v Brně a s Ústavem chemie a biochemie Mendelovy univerzity v Brně a firmou AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby s.r.o. v Šumperku, která se zabývá i šlechtěním kmínu. K rozboru firma dodala 36 vzorků (kmenů) nažek kmínu.

Zkoumané vzorky (kmeny) potvrdily variabilitu obsahu silic u sklizených nažek vybraných novošlechtění. Nejnižší stanovená hodnota obsahu silic byla naměřena u vzorku (kmene) 8 (2,65 ml. 100 g⁻¹), nejvyšší (4,55 ml. 100 g⁻¹) u vzorku (kmene) 25. Žádný vzorek (kmen) nedosáhl horní hranice 6 -7 % obsahu silic.

Registrované odrůdy kmínu, farmaceutický průmysl a potravinářský průmysl mají rozdílné požadavky na minimální obsah silic v nažkách kmínu. U registrovaných dvouletých odrůd kmínu, vyšlechtěných v České republice, byl u odrůdy REKORD obsah silic ze sklizňových let 2011 – 2013 4,32 %, u odrůdy PROCHAN byl obsah silic 4,04 %. Z hodnocených vzorků (kmenů) mají nejlepší obsah silic vzorky (kmeny) 25 (4,55 %) a 34 (4,00 %).

Pro farmaceutické využití Český lékopis z roku 2009 uvádí minimální obsah silic nejméně 30 ml/kg bezvodé drogy. Pouze vzorky (kmeny) 8, 9, 22, 6, 21, 28 a 13 se na tuto normu nedostaly, proto bych je do dalšího šlechtění nedoporučil.

U dvouletého kmínu pro potravinářské účely je vyžadován minimální obsah silic 2,5 %. Z tohoto pohledu všechny zkoumané vzorky (kmeny) vyhovují.

Plynovou chromatografií byly stanoveny u každého vzorku (kmene) hlavní složky kmínové silice. Hlavní složky kmínové silice jsou limonen a karvon, které se uvádějí v %. Obsah karvonu by měl být vždy vyšší než průměrný obsah limonenu. Tato skutečnost byla s jistotou potvrzena u všech hodnocených vzorků (kmenů).

Obsah limonenu se pohyboval u vzorku (kmene) 27 (41,77 %) až po vzorek (kmen) 32 (49,32 %). Karvon byl změřen v rozmezí 50,68 % u vzorku (kmene) 28 a nejvyšší obsah karvonu byl zjištěn u vzorku (kmene) 27 (58,23 %).

Variabilita obsahu silic u všech vzorků (kmenů) byla prokázána. Jako nejvhodnější materiál pro další šlechtění se jeví vzorky (kmeny) s označením 25, 27, 34, 35 a 3.

8 Souhrn a Resume, Klíčová slova

Cílem práce bylo prokázat variabilitu obsahu silic u hodnocených 36 vzorků (kmenů) z vybraných novošlechtění kmínu kořenného (*Carum carvi* L.).

V literární části byl nejdříve popsán samotný kmín, jeho morfologie, původ a rozšíření. Následovalo shrnutí o jeho nejdůležitějším využití, dále byla krátce popsána jeho pěstební technologie a zdravotní stav. Další kapitola se věnovala šlechtění miřkovitých druhů se zaměřením na kmín. V posledních dvou kapitolách literárního přehledu jsou popsány rostlinné silice a obsahové látky kmínu kořenného.

Praktická část přibližuje jednotlivé vzorky (kmeny), poté je zde popsána destilace s vodní párou na zjištění obsahu silic a plynová chromatografie, kterou proběhla analýza obsahu limonenu a karvonu.

Vzorky (kmeny) číslo 25, 27, 34, 35 a 3 byly vyhodnoceny jako nejlepší pro další šlechtění z hlediska obsahu silic a měly správný poměr karvonu ku limonenu.

Klíčová slova: kmín kořenný, vzorky (kmeny), Český lékopis, silice, limonen, karvon, šlechtění.

Resume

The aim of the thesis was to prove the variability of the essence content by 36 evaluated samples (tribes) from the chosen new selection of caraway (*Carum carvi* L.).

Caraway, its morphology, origin and spread was described in the literary part. It is followed by the summary of its most important use, its cultivating technology and the state of health was also described shortly. Next chapter devoted to the selection of apiaceae species with a view to caraway. Last two chapters describe plant essences and the content matters of caraway.

The practical part gives an idea of individual samples (tribes), then the distillation with steam for finding of essence content and gas chromatography, which the analysis of limonene and carvone content was done, was described.

The samples (tribes) number 25, 27, 34, 35 and 3 were evaluated as the best for the next selection from the standpoint of essence content and they had the right proportion of carvone to limonene.

Key words: caraway, samples (tribes), Czech formulary, essence, limonene, carvone, selection.

9 Seznam použité literatury

1. *Almanach českého a moravského šlechtění rostlin*. Českomoravská šlechtitelská a semenářská asociace, 2000, 220 s.
2. BLAŽEK, Z., KUČERA, M., HUBÍK, J. *Léčivé rostliny ve sběru a v kultuře*. 1. vyd. Praha: Zdravotnické nakladatelství, 1952, 410 s.
3. BODLÁK, J., BODLÁKOVÁ, M. *Byliny v léčitelství, v kosmetice a v kuchyni*. Olomouc: Poznání, 2005, 295 s. ISBN 80-86606-40-6.
4. BREMNESSOVÁ, L. *Bylinář: zdraví, krása a radost*. 5.vyd. Praha: Fortuna Print, 2003, 286 s. ISBN 80-7321-074-6.
5. *Český lékopis 2009 (ČL2009): Pharmacopoea Bohemica MMIX (Ph.B. MMIX)*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2009, 1176 s. ISBN 978-80-247-2994-7.
6. *Český lékopis 2009 (ČL2009): Pharmacopoea Bohemica MMIX (Ph.B. MMIX)*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2009, s. 1177-2672. ISBN 978-80-247-2994-7.
7. HRUŠKA, B. *Jak se léčit rostlinami: herbář 145 léčivých rostlin s předpisy lidového léčení*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2011, 455 s. ISBN 978-80-7451-110-3.
8. HABÁN, M., ČERNÁ, K., DANČÁK, I. *Koreninové rostliny*. Nitra: Ústav vedecko-technických informací pre pôdohospodárstvo, 2001, 145 s. ISBN 80-85330-95-4.
9. HLAVA, B., VALÍČEK, P. *Léčivé byliny: [rady pěstitelům]*. Vyd. 2. Praha: Aventinum, 2005, 191 s. ISBN 80-7151-249-4.
10. JAHODÁŘ, L. *Farmakobotanika: semenné rostliny*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006, 258 s. ISBN 80-246-1225-9.
11. KAČÍRKOVÁ, M. *Vliv škůdců na obsah sílice u mříkovitých druhů koření*. Brno, 2010. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
12. KANTH, J., KANTHOVÁ, J. *Přírodní léčiva, homeopatie, étherické oleje, krystaly, domácí léky*. 1. Vyd. Praha: Slovart, 2002. 256 s. ISBN 80-7209-547-1.
13. KOCOURKOVÁ, B., RŮŽIČKOVÁ, G., PLUHÁČKOVÁ, H. *Pěstování speciálních plodin*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, 100 s. ISBN 978-80-7509-020-14.
14. MORAVEC. *Zahradnický slovník naučný I A - C*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. ISBN 80-85120-62-3.

15. MOUDRÝ, J. a kol. *Alternativní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2011, 142 s. ISBN 978-80-86726-40-3.
16. NEUGEBAUEROVÁ, J. *Pěstování léčivých a kořenových rostlin*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006, 122 s. ISBN 80-7157-997-1.
17. NOVÁKOVÁ, B., ŠEDIVÝ, Z. *Praktická aromaterapie*. Praha: Pragma, 1996, 399 s. ISBN 80-7205-371-x.
18. PHILLIPS, R., FOY, N. *Herbs*. 1st ed. London: Pan Books, 1990, 192 s. ISBN 0-330-30725-8.
19. RŮŽIČKOVÁ, G. a kol. *Léčivé a kořeninové rostliny z čeledi miříkovité*. 1. vyd. Olomouc: Petr Baštan, 2012, 123 s. ISBN 978-80-87091-37-1.
20. SALAŠ, P., LUŽNÝ, J. *Stručná historie zahradnictví III*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009, 96 s. ISBN 978-80-7375-321-4.
21. SMALL, E. *Velká kniha koření, bylin a aromatických rostlin*. Vyd. 1. Praha: Volvox Globator, 2006, 1021 s. ISBN 80-7207-462-8.
22. STARÝ, F., SEVERA F., JIRÁSEK V. *Kapesní atlas léčivých rostlin*. 1. vyd. Praha: SPN, 1986, 319 s.
23. SVZ MZe LAKR, BRANŽOVSKÝ, I., PŘIBYLOVÁ, Z., BUCHTOVÁ, I. *Situační a výhledová zpráva Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2010, 49. s. ISBN 978-80-7084-908-8.
24. SVZ MZe LAKR, PŘIBYLOVÁ, Z. *Situační a výhledová zpráva Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2014, 49. s. ISBN 978-80-7434-192-2.
25. ŠEFROVÁ, H. *Rostlinolékařská entomologie*. 1. vyd. Brno: Konvoj, 2006, 257 s. ISBN 80-7302-086-6.
26. ŠMIROUS, P. *Aktuální informace o výsledcích ve šlechtění kmínu. In Kolektiv autorů 2012. Aktuální otázky pěstování léčivých, aromatických a kořeninových rostlin: 18 odborný seminář s mezinárodní účastí: Lednice 5 – 6. 12. 2012*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2012, 6 – 10 s. ISBN 978-80-7375-670-3.
27. TOMEK, J. *Farmakognózia*. Martin: Osveta, 1999, 422 s. ISBN 80-8063-014-3.
28. TOMŠOVIC, P., SLAVÍK, B., CHRTEK, J. *Květena České republiky*. 1.vyd. Praha: Academia, 1997, 568 s. ISBN 80-200-0590-0.

29. URBÁNEK, J. *Tradice a historie pěstování a šlechtění léčivých, aromatických a kořeninových rostlin v České republice*. Lednice, 2013. Bakalářská práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
30. VACULÍK, A. a kol. *Metodika pěstování kmínu kořeného*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009, 29 s. ISBN 978-80-7375-290-3.
31. VACULÍK, A., ŠMIROUS, P., KOCOURKOVÁ, B. *Vliv herbicidního ošetření na výnos a obsah silic u kořeninových rostlin pěstovaných v České republice*. Brno, 2007. Disertační práce. MZLU v Brně, 158 s.
32. VACULÍK, A. *Možnosti herbicidní ochrany kmínu kořeného proti nežádoucímu zaplevelení. Aktuální otázky pěstování léčivých, aromatických a kořeninových rostlin: 19. Odborný seminář s mezinárodní účastí. Brno 16. 12. 2014*. Brno: Ediční středisko MENDELU v Brně, 2014, 75 – 82 s. ISBN 978 – 80 – 7375 – 933 – 9.
33. WEISS, E. *Spice crops*. Wallingford, Oxon, UK: CABI Pub., c2002, vi, 411 s. ISBN 0-85199-605-1.
34. ŽÁČEK, Z., ŽÁČEK, A. *Potravinářské tabulky*. 1.vyd. Praha: SPN, 1994, 484 s. ISBN 80-04-24474-2.

Elektronické zdroje

- [1] ANONYMUS (1): Úvodní slovo předsedy sdružení Český kmín [online]. 2015 [cit. 2015-04-17]. Dostupné z: <http://www.ceskykmin.cz/cz/>
- [2] ANONYMUS (2): Kořeninové rostliny [online]. [cit. 2015-04-17]. Dostupné z: <http://www.agritec.cz/cs/koreninove-rostliny>
- [3] ANONYMUS (3): Classification: Classification for Kingdom Plantae Down to Species *Carum carvi* L. [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=CACA19>
- [4] ANONYMUS (4): Společný katalog odrůd druhů zemědělských rostlin — 33. úplné vydání [online]. 2014 [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=uriserv:OJ.C_.2014.450.01.0001.01.CES
- [5] ANONYMUS (5): APRIM - popis odrůdy [online]. 2015 [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: <http://www.agritec.cz/cs/aprim-popis-odrudy>
- [6] ANONYMUS (6): 7. KAPITOLA: CHROMATOGRAFIE [online]. 2015 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/kzm/KZM_07.pdf

- [7] ANONYMUS (7): *Limonen* [online]. 2015. [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: <http://www.biosite.dk/leksikon/limonen.htm>
- [8] KYSILKA, J. *Silice* [online]. 2015 [cit. 2015-04-26]. Dostupné z: <http://www.biotox.cz/naturstoff/chemie/ch-silice.html>
- [9] LARIBI, Bochra, Karima KOUKI, Taoufik BETTAIEB, Abdelaziz MOUGOU a Brahim MARZOUK. Essential oils and fatty acids composition of Tunisian, German and Egyptian caraway (*Carum carvi* L.) seed ecotypes: A comparative study. *Industrial Crops* [online]. 2013, roč. 41, s. 312-318 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?sid=a2a3d704-fade-4c3c-ba2a-ce2a6629e0ce%40sessionmgr115&vid=0&hid=104&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=edselp&AN=S092666901200266X>
- [10] NEMET, N. T., ŠKRINJA, M. M. ANTIMICROBIAL EFFECTS OF SPICES AND HERBS ESSENTIAL OILS [online]. 2009 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1450-7188/2009/1450-71880940195S.pdf>
- [11] RAAL, A., ARAK, E., ORAV, A. The content and composition of the essential oil Found in *Carum carvi* L. commercial fruits obtained from different countries. *Journal of Essential Oil Research* [online]. 2012, roč. 24, č. 1, s. 53-59 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=8441a3bf-7f48-4efe-81f8-a7b318bb51a0%40sessionmgr110&vid=6&hid=117>
- [12] SEDLÁKOVÁ, J., KOCORKOVÁ, B., LOJKOVÁ, L., KUBÁŇ, V. Determination of essential oil content in caraway (*Carum carvi* L.) species by means of supercritical fluid extraction [online]. 2003 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: http://www.cazv.cz/2003/pse6_03/6-sedlakova.pdf
- [13] SEIDLER-ŁOŻYKOWSKA, Katarzyna, Bogdan KĘDZIA, Elżbieta KARPIŃSKA a Jan BOCIANOWSKI. Microbiological activity of caraway (*Carum carvi* L.) essential oil obtained from different origin. *Acta Scientiarum: Agronomy* [online]. 2013, roč. 35, č. 4, s. 495-500 [cit. 2015-04-22]. DOI: 10.4025/actasciagron.v35i4.16900. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=091f0e5e-8729-4203-b623-36667c3d6742%40sessionmgr114&vid=2&hid=104>
- [14] Seznam doporučených odrůd z roku 2014 - Zehnálek, P., Holubář, J. Přehledy odrůd hořčice bílé, máku setého, lnu olejného a kmínu kořeného 2014 [online].

- 2015.[cit.2015-05-05]. Dostupné z:
http://eagri.cz/public/web/file/297072/Olejninny_2014.pdf
- [15] SVZ MZe LAKR, TOŠOVSKÁ, M., BUCHTOVÁ, I. Situační a výhledová zpráva Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny. [online]. 2012 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/188525/SVZ_2012_konecna_verze.pdf
- [16] ŠMIROUS, P., SMÝKALOVÁ, I. Průběžné výsledky šlechtění kmínu [online]. 2015 [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: <http://www.agritec.cz/cs/prubezne-vysledky-slechteni-kminu>
- [17] ŠMIROUS, P., B. KOCOURKOVÁ. Výběr vhodných genotypů kmínu kořeného (*Carum carvi*, L.) pro jeho další šlechtění [online]. 2006 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://acta.mendelu.cz/pdf/actaun200654020117.pdf>
- [18] ŠMIROUS, 2015 poskytnuté fotografie Dostupné z: <https://onedrive.live.com/?cid=E86F9BA19FAA1922&id=e86f9ba19faa1922%21698&authkey=%21AMJd3cD2nDhCvOE>
- [19] VENSKUTONIS, R., D. KVIETKAUSKIENE, E. BYLAITE a A. SIULIAUSKAS. Characterization of caraway (*Carum carvi* L.) cultivated in Lithuania [1999] [online]. 1999 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LT2000000009>
- [20] ZEMEK, R., KUROWSKÁ, M., KAMENÍKOVÁ, L., ROVENSKÁ, G., HAVEL, J. REINDL, F. Studies on phenology and harmfulness of *Aceria carvi* Nal. (Acari: Eriophyidae) on caraway, *Carum carvi* L., in the Czech Republic. *Journal of Pest Science* [online]. 2005, roč. 78, č. 2, s. 115-116 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10340-004-0079-9/fulltext.html>

ŠMIROUS, P., 2015, Elektronické sdělení, Ing. Prokop Šmirous, Ph.D.
prokop@agritec.cz.

10 Přílohy

Tabulky

Tabulka 14 Vývoj ploch a produkce kmínu v ČR.

Tabulka 15 Přehled cen zemědělských výrobců kmínu v ČR (Kč/kg).

Tabulka 16 Přehled spotřebitelských cen kmínu v ČR (Kč/100g).

Tabulka 17 Bilance zahraničního obchodu ČR s kmínem v období 2003 – 2014.

Tabulka 18 Dovoz kmínu do ČR v období 2005 - 2014

Tabulka 19 Vývoz kmínu z ČR v období 2005 – 2014

Tabulka 20 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Tabulka 21 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Tabulka 22 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Tabulka 23 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Tabulka 24 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Tabulka 25 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Tabulka 26 Základní statistické charakteristiky pro obsah silic (ml. 100 g⁻¹).

Tabulka 27 Základní statistické charakteristiky pro obsah limonenu (%).

Tabulka 28 Základní statistické charakteristiky pro obsah karvonu (%).

Obrázky

Obrázek 2 Plán pokusů kmínu dvouletého 2013 – 2014.

Obrázek 3 Krabice se vzorky kmínu z vybraných novošlechtění.

Obrázek 4 Nažky kmínu před destilací s vodní parou.

Obrázek 5 Květenství kmínu kořenného v laboratoři pro výběr nejlepšího osiva.

Obrázek 6 Vialky pro vypuštění silice z destilační aparatury.

Obrázek 7 Varná baňka s rozemletým vzorkem kmínu a spojená s destilačním přístrojem – průběh vlastní destilace.

Obrázek 8 Šipka znázorňující vydestilovanou silici.

Obrázek 9 Kvetoucí kmín kořený.

Obrázek 10 Kvetoucí porost kmínu, zaizolované rostliny.

Obrázek 11 Nažky kmínu těsně před sklizní.

Tabulka 14 Vývoj ploch a produkce kmínu v ČR.

Rok	Sklizňová plocha v ha	Produkce v t	Výnos v t/ha
1985	3 692	2 215	0,6
1990	6 124	6 549	1,07
1995	6 000	5 000	0,83
2000	2 210	1 800	0,75
2001	2 500	2 600	1,1
2002	2 700	2 449	0,91
2003	2 500	2 375	0,95
2004	2 100	1 050	0,5
2005	1 850	1 758	0,95
2006	1 620	1 701	1,05
2007	2 319	1 603	0,80
2008	1 490	1 411	0,95
2009	1 944	1 405	0,72
2010	3 670	2 619	0,71
2011	4 372	3 475	0,79
2012	2 954	2 818	0,95
2013	2 109	1 370	0,65
2014	2 173	2 009	0,92

Pramen: sdružení ČESKÝ KMÍN, ČSÚ

Poznámka: * od roku 2008 sleduje plochu pěstování kmínu ČSÚ
(zdroj: SVZ LAKR, 2014)

Tabulka 15 Přehled cen zemědělských výrobců kmínu v ČR (Kč/kg).

Rok	2003	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Cena (Kč)	22-38	17-24	23-40	20-40	40-41	37-43	25-32	20-25
Rok	2013	2014						
Cena (Kč)	22-25	25-57						

Pramen: MZe, sdružení ČESKÝ KMÍN

(zdroj: SVZ LAKR, 2014)

Tabulka 16 Přehled spotřebitelských cen kmínu v ČR (Kč/100g).

Rok/měsíc	01	02	03	04	05	06
2006	25,14	24,95	25,52	26,63	26,83	27,01
2007	25,51	25,45	26,31	27,03	27,93	26,48
2008	26,43	27,01	26,51	26,77	27,96	28,37
2009	31,28	31,16	31,45	31,46	31,19	30,42
2010	31,65	31,79	31,46	31,58	31,48	32,1
2011	28,43	28,35	30,38	30,49	30,6	30,54
2012	31,56	31,34	32,39	32,45	31,85	30,85
2013	33,60	33,01	34,39	35,55	35,88	36,98
2014	36,48	36,86	36,21	37,57	37,00	36,09
Rok/měsíc	07	08	09	10	11	12
2006	27,49	26,11	25,53	26,03	25,89	25,69
2007	26,63	26,91	24,92	24,09	25,78	26,48
2008	29,72	30,32	30,76	31,18	31,36	30,63
2009	31,93	31,44	30,84	31,1	30,66	30,95
2010	32,89	32,54	31,38	29,79	29,84	28,36
2011	30,75	30,02	29,24	29,23	29,83	30,39
2012	31,85	30,85	31,58	31,45	32,30	31,52
2013	35,96	35,31	35,45	36,26	35,07	36,62
2014	35,15	36,60	36,02	36,30	34,30	35,19

Pramen: ČSÚ

(zdroj: SVZ LAKR, 2014)

Tabulka 17 Bilance zahraničního obchodu ČR s kminem v období 2003 – 2014.

Ukazatel	Množství v t	Hodnota v tis. Kč
2003	1 902,3	50 205,4
2005	198,9	- 1 416,3
2006	517,7	960,7
2007	720,9	12 830,8
2008	325,7	3 412,3
2009	- 76,4	- 2 847,1
2010	508,3	10 537,1
2011	1 088,0	30 256,8
2012	714,4	19 660,3
2013	753,9	12 240,1
2014*	540,5	16 866,0

Pramen: Statistika zahraničního obchodu

Poznámka: * období od 1. 1. 30. 9. 2014

(zdroj: SVZ LAKR 2012, 2014)

Tabulka 18 Dovoz kmínu do ČR v období 2005 – 2014.

Ukazatel	Množství v t	Hodnota v tis. Kč
2005	502,7	20 548,6
2006	395,5	275,7
2007	504,7	20 700,7
2008	1 155,2	55 272,2
2009	1 315,3	61 824,1
2010	699,8	41 238,3
2011	436,1	25 617,4
2012	435,1	19 672,1
2013	675,0	26,928,5
2014*	755,6	33 385,5

Pramen: Statistika zahraničního obchodu

Poznámka: * období od 1. 1. – 30. 9. 2014

(zdroj: SVZ LAKR, 2012, 2014)

Tabulka 19 Vývoz kmínu z ČR v období 2005 – 2014

Ukazatel	Množství v t	Hodnota v tis. Kč
2005	701,6	19 132,3
2006	913,2	20 236,4
2007	225,6	33 531,5
2008	1 480,9	58 684,5
2009	1 238,9	58 977,0
2010	1 208,2	51 795,4
2011	1 524,1	55 874,2
2012	1 149,5	39 332,4
2013	1 428,9	39 168,6
2014*	1 296,1	50 251,5

Pramen: Statistika zahraničního obchodu

Poznámka: * období od 1. 1. – 30. 9. 2014

(zdroj: SVZ LAKR, 2012, 2014)

Tabulka 20 Přehled zahraničního obchodu ČR s kminem v marketingových rocích podle států.

Rok 2008/09	DOVOZ		VÝVOZ		OBCHODNÍ BILANCE	
	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč
<i>celkem</i>	934,2	50 724,9	1 486,9	62 419,9	552,7	11 695,0
<i>z toho:</i>						
Dánsko	0,0	0,0	3,0	420,0	3,0	420,0
Egypt	6,0	272,6	0,0	0,0	- 4,5	- 432,8
Finsko	4,5	432,8	0,0	0,0	- 4,5	- 432,8
Kanada	265,9	13 764,2	0,0	0,0	- 265,9	- 13 764,2
Litva	0,0	0,0	23,0	1 143,4	23,0	1 143,4
Maďarsko	12,0	799,2	24,2	1 272,6	12,2	473,3
Německo	3,7	227,3	52,2	1 737,7	48,5	1 510,4
Nizozemsko	60,0	624,2	0,0	0,0	- 60,0	- 2 624,2
Polsko	386,3	18 473,9	228,9	9 408,2	- 157,4	- 9 065,7
Rakousko	93,7	8 150,7	751,2	28 170,0	657,5	20 019,3
Rumunsko	0,0	0,0	5,9	312,6	5,9	312,6
Rusko	0,0	0,0	42,0	2 059,2	42,0	2 059,2
Slovensko	94,7	5 289,0	326,3	16 153,1	231,6	10 864,1
Ukrajina	0,0	0,0	26,0	1 312,6	26,0	1 312,6

Pramen: Statistika zahraničního obchodu.

(zdroj: SVZ LAKR, 2012)

Tabulka 21 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Rok 2009/10	DOVOZ		VÝVOZ		OBCHODNÍ BILANCE	
	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč
celkem	1 155,1	54 468,1	1 242,6	57 095,4	87,5	2 627,3
<i>z toho:</i>						
Bělorusko	0,0	0,0	10,0	485,8	10,0	485,8
Egypt	461,6	13 204,2	0,0	0,0	- 461,6	- 13 204,2
Indie	7,4	299,0	0,0	0,0	- 7,4	- 299,0
Kanada	200,1	10 582,1	0,0	4,9	- 200,1	- 10 577,2
Litva	0,0	0,0	45,7	2 033,3	45,7	2 033,3
Maďarsko	0,2	12,7	34,1	1 485,3	33,9	1 472,6
Německo	0,7	90,2	25,0	1 087,2	24,3	996,9
Nizozemsko	29,7	1 402,7	0,0	0,0	- 29,7	- 1 402,7
Polsko	157,9	11 250,7	357,0	14 677,8	199,1	3 427,1
Rakousko	153,3	9 932,7	198,0	9 930,0	44,8	- 2,8
Rumunsko	0,0	0,0	20,1	952,8	20,1	952,8
Rusko	0,0	0,0	58,0	2 380,9	58,0	2 380,9
Slovensko	135,8	6 989,5	458,2	22 180,3	322,4	15 190,8
Ukrajina	0,0	0,0	33,0	1 435,3	33,0	1 435,3

Pramen: Statistika zahraničního obchodu.

(zdroj: SVZ LAKR, 2014)

Tabulka 22 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Rok 2010/11	DOVOZ		VÝVOZ		OBCHODNÍ BILANCE	
	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč
<i>celkem</i>	608,4	36 004,5	1 528,6	60 291,3	920,2	24 286,8
<i>z toho:</i>						
Egypt	50,0	1 713,7	0,0	0,0	- 50,0	- 1 713,7
Finsko	67,7	2 662,1	3,4	641,1	- 64,3	- 2 021,0
Indie	1,9	273,2	10,0	1 097,5	8,1	824,3
Izrael	3,8	557,2	0,0	0,0	- 3,8	- 557,2
Kanada	129,8	7 572,6	0,0	2,2	- 129,8	- 7 570,4
Litva	0,0	0,0	19,8	876,5	19,8	876,5
Maďarsko	0,0	0,0	68,3	2 495,5	68,3	2 495,5
Německo	4,5	554,5	343,8	13 037,0	339,3	12 482,5
Nizozemsko	4,5	362,1	70,8	2 635,2	66,3	2 373,1
Polsko	204,8	12 031,8	321,6	8 920,1	116,8	- 3 111,7
Rakousko	58,6	5 386,5	126,0	5 497,8	- 67,4	- 111,3
Rumunsko	0,0	0,0	48,0	1 874,1	48,0	1 874,1
Rusko	0,0	0,0	22,0	822,0	22,0	822,0
Slovensko	74,2	4 255	8 469,0	21 544,4	8 394,8	17 289,4
Sýrie	4,2	366,6	0,0	0,0	- 4,2	- 366,6

Pramen: Statistika zahraničního obchodu.

(zdroj: SVZ LAKR, 2014)

Tabulka 23 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Rok 2011/12	DOVOZ		VÝVOZ		OBCHODNÍ BILANCE	
	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč
celkem	440,6	21 909,9	1 082,0	38 241,3	641,4	16 331,4
<i>z toho:</i>						
Egypt	0,5	61,1	0,0	0,0	- 0,5	-61,1
Finsko	194,4	5 654,4	0,0	0,0	- 194,4	- 5 654,4
Indie	2,7	385,9	0,0	0,0	2,7	385,9
Litva	0,3	13,7	8,1	626,5	7,8	612,8
Maďarsko	0,2	4,9	265,8	6 674,0	265,6	6 642,1
Německo	13,6	1 078,7	144,1	5 003,7	130,5	3 925,0
Nizozemsko	0,9	39,3	0,0	0,0	- 0,9	- 39,3
Polsko	89,6	4 764,7	167,2	4 241,4	- 77,6	- 523,3
Rakousko	30,0	2 841,3	76,3	3 792,2	46,3	950,9
Rumunsko	0,0	0,0	50,5	1 240,8	50,5	1 240,8
Rusko	0,0	0,0	41,0	1 288,9	41,0	1 288,9
Slovensko	66,4	4 416,1	313,0	14 320,9	246,4	9 904,8
Sýrie	19,3	1 142,8	0,0	0,0	- 19,3	- 1 142,8

Pramen: Statistika zahraničního obchodu.

(zdroj: SVZ LAKR, 2014)

Tabulka 24 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Rok 2012/13	DOVOZ		VÝVOZ		OBCHODNÍ BILANCE	
	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč
<i>celkem</i>	509,2	22 317,8	1 369,4	39 830,0	860,2	17 512,2
<i>z toho:</i>						
Belgie	4,1	197,9	0,0	0,0	- 4,1	- 197,9
Bulharsko	0,0	0,0	11,0	264,5	11,0	264,5
Finsko	181,7	4 087,3	0,0	0,0	- 181,7	- 4 087,3
Francie	1,1	62,5	0,0	0,0	- 1,1	- 62,5
Indie	5,7	849,5	0,0	0,0	- 5,7	- 849,5
Litva	33,9	806,4	0,0	0,5	- 33,9	- 805,9
Maďarsko	0,0	0,0	121,9	2 691,6	121,9	2 691,6
Německo	0,7	97,0	171,1	4 976,7	170,4	4 879,7
Nizozemsko	6,1	442,4	43,9	1 213,3	37,8	770,9
Polsko	105,0	5 531,4	429,2	9 742,7	324,2	4 211,3
Rakousko	1,3	184,7	59,7	2 838,9	58,4	2 654,2
Rumunsko			21,0	469,4	21,0	469,4
Slovensko	135,5	7 255,5	488,4	16 054,4	352,9	8 798,9
Sýrie	19,5	1 979,3	0,0	0,0	- 19,5	- 1 979,3
Španělsko	1,0	40,0	9,9	126,7	8,9	86,7
Turecko	2,2	330,8	0,0	0,0	- 2,2	- 330,8

Pramen: Statistika zahraničního obchodu.

(zdroj: SVZ LAKR, 2014)

Tabulka 25 Přehled zahraničního obchodu ČR s kmínem v marketingových rocích podle států.

Rok 2013/14	DOVOZ		VÝVOZ		OBCHODNÍ BILANCE	
	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč	tuny	tis. Kč
celkem	993,4	39 190,6	1 421,4	45 038,9	428,0	5 843,3
<i>z toho:</i>						
Bulharsko	0,0	0,0	0,8	18,0	0,8	18,0
Dánsko	0,0	0,0	0,7	64,7	0,7	64,7
Finsko	121,2	4 438,7	0,0	0,0	- 121,1	- 4 438,7
Indie	5,4	897,2	74,6	2 395,9	69,2	1 498,7
Litva	40,2	1 271,0	0,0	1,0	- 40,2	- 1 270,0
Maďarsko	0,0	0,0	200,7	5 688,8	200,7	5 688,8
Německo	0,9	228,2	224,6	8 133,4	223,7	7 905,2
Nizozemsko	8,5	712,2	44,7	1 520,1	36,2	807,9
Norsko	0,0	0,0	5,7	1 100,9	5,7	1 100,9
Polsko	606,4	18 611,4	246,5	4 402,7	- 359,9	- 14 208,7
Rakousko	2,8	321,5	64,8	2 230,8	62,0	1 909,3
Rumunsko	0,0	0,0	8,3	311,8	8,3	311,8
Slovensko	141,7	9 159,1	550,0	19 145,2	408,3	9 986,1

Pramen: Statistika zahraničního obchodu.

(zdroj: SVZ LAKR, 2014)

Tabulka 26 a Základní statistické charakteristiky pro obsah silice (ml. 100 g⁻¹).

Vzorek	Obsah silice (ml. 100 g⁻¹) Průměr	Obsah silice (ml. 100 g⁻¹) Směrodatná odchylka	Obsah silice (ml. 100 g⁻¹) Variační koeficient
1	3,350	0,071	2,111
2	3,050	0,071	2,318
3	3,700	0,141	3,822
4	3,350	0,212	6,332
5	3,100	0,000	0,000
6	2,800	0,000	0,000
7	3,250	0,071	2,176
8	2,650	0,636	24,015
9	2,700	0,000	0,000
10	3,700	0,000	0,000
11	3,050	0,071	2,318
12	3,300	0,141	4,285
13	2,950	0,354	11,985
14	3,500	0,424	12,122
15	3,200	0,141	4,419
16	3,300	0,283	8,571
17	3,000	0,000	0,000
18	3,650	0,212	5,812
19	3,300	0,000	0,000
20	3,350	0,212	6,332
21	2,900	0,000	0,000
22	2,750	0,212	7,714
23	3,300	0,000	0,000
24	3,200	0,141	4,419
25	4,550	0,071	1,554
26	3,200	0,424	13,258
27	3,800	0,141	3,722
28	2,900	0,000	0,000
29	3,550	0,212	5,976
30	3,550	0,071	1,992
31	3,250	0,212	6,527
32	3,350	0,212	6,332
33	3,800	0,424	11,165
34	4,000	0,141	3,536
35	3,850	0,212	5,510
36	4,200	0,424	10,102
Vš.skup.	3,344	0,450	13,465

Tabulka 26 b Základní statistické charakteristiky pro obsah silice (ml. 100 g⁻¹).

Vzorek	Obsah silice (ml. 100 g⁻¹) Rozptyl	Obsah silice (ml. 100 g⁻¹) Směrodatná chyba	Obsah silice (ml. 100 g⁻¹) 25.kvantil
1	0,005	0,050	3,300
2	0,005	0,050	3,000
3	0,020	0,100	3,600
4	0,045	0,150	3,200
5	0,000	0,000	3,100
6	0,000	0,000	2,800
7	0,005	0,050	3,200
8	0,405	0,450	2,200
9	0,000	0,000	2,700
10	0,000	0,000	3,700
11	0,005	0,050	3,000
12	0,020	0,100	3,200
13	0,125	0,250	2,700
14	0,180	0,300	3,200
15	0,020	0,100	3,100
16	0,080	0,200	3,100
17	0,000	0,000	3,000
18	0,045	0,150	3,500
19	0,000	0,000	3,300
20	0,045	0,150	3,200
21	0,000	0,000	2,900
22	0,045	0,150	2,600
23	0,000	0,000	3,300
24	0,020	0,100	3,100
25	0,005	0,050	4,500
26	0,180	0,300	2,900
27	0,020	0,100	3,700
28	0,000	0,000	2,900
29	0,045	0,150	3,400
30	0,005	0,050	3,500
31	0,045	0,150	3,100
32	0,045	0,150	3,200
33	0,180	0,300	3,500
34	0,020	0,100	3,900
35	0,045	0,150	3,700
36	0,180	0,300	3,900
Vš.skup.	0,203	0,053	3,100

Tabulka 26 c Základní statistické charakteristiky pro obsah silice (ml. 100 g-1).

Vzorek	Obsah silice (ml. 100 g⁻¹) Medián	Obsah silice (ml. 100 g⁻¹) 75.kvantil
1	3,350	3,400
2	3,050	3,100
3	3,700	3,800
4	3,350	3,500
5	3,100	3,100
6	2,800	2,800
7	3,250	3,300
8	2,650	3,100
9	2,700	2,700
10	3,700	3,700
11	3,050	3,100
12	3,300	3,400
13	2,950	3,200
14	3,500	3,800
15	3,200	3,300
16	3,300	3,500
17	3,000	3,000
18	3,650	3,800
19	3,300	3,300
20	3,350	3,500
21	2,900	2,900
22	2,750	2,900
23	3,300	3,300
24	3,200	3,300
25	4,550	4,600
26	3,200	3,500
27	3,800	3,900
28	2,900	2,900
29	3,550	3,700
30	3,550	3,600
31	3,250	3,400
32	3,350	3,500
33	3,800	4,100
34	4,000	4,100
35	3,850	4,000
36	4,200	4,500
Vš.skup.	3,300	3,600

Tabulka 27 a Základní statistické charakteristiky pro obsah limonenu (%).

Vzorek	Limonen (%) Průměr	Limonen (%) Směrodatná odchylka	Limonen (%) Variační koeficient
1	44,189	1,238	2,802
2	44,807	0,791	1,766
3	43,967	0,650	1,478
4	44,837	0,796	1,775
5	47,368	0,444	0,938
6	46,248	0,192	0,416
7	48,424	1,126	2,325
8	43,567	1,398	3,208
9	46,467	1,057	2,275
10	48,365	0,210	0,434
11	46,981	1,299	2,764
12	45,841	0,710	1,548
13	45,090	0,168	0,373
14	45,680	0,355	0,778
15	43,444	0,626	1,441
16	43,169	2,105	4,877
17	46,829	0,830	1,772
18	46,325	1,314	2,836
19	47,765	0,540	1,131
20	48,646	2,027	4,166
21	46,716	0,632	1,353
22	45,712	0,326	0,713
23	46,546	0,466	1,002
24	44,557	1,688	3,789
25	44,788	1,034	2,309
26	47,569	0,183	0,385
27	41,771	0,791	1,894
28	48,562	0,261	0,537
29	47,124	0,696	1,477
30	48,999	0,525	1,071
31	46,382	0,383	0,827
32	49,318	0,445	0,903
33	46,860	0,282	0,602
34	45,653	0,553	1,212
35	45,990	0,589	1,280
36	48,962	0,371	0,758
Vš.skup.	46,209	1,992	4,311

Tabulka 27 b Základní statistické charakteristiky pro obsah limonenu (%).

Vzorek	Limonen (%) Rozptyl	Limonen (%) Směrodatná chyba	Limonen (%) 25.kvantil
1	1,533	0,505	43,035
2	0,626	0,323	44,236
3	0,422	0,265	43,433
4	0,633	0,325	44,207
5	0,197	0,181	46,990
6	0,037	0,078	46,060
7	1,268	0,460	47,440
8	1,953	0,571	42,171
9	1,117	0,432	45,600
10	0,044	0,086	48,193
11	1,686	0,530	45,834
12	0,504	0,290	45,176
13	0,028	0,069	44,952
14	0,126	0,145	45,570
15	0,392	0,256	43,027
16	4,432	0,859	41,175
17	0,689	0,339	46,360
18	1,726	0,536	45,286
19	0,292	0,221	47,340
20	4,107	0,827	46,893
21	0,399	0,258	46,120
22	0,106	0,133	45,435
23	0,218	0,190	46,171
24	2,850	0,689	42,970
25	1,070	0,422	43,550
26	0,034	0,075	47,395
27	0,626	0,323	41,020
28	0,068	0,106	48,460
29	0,484	0,284	46,510
30	0,275	0,214	48,866
31	0,147	0,157	46,026
32	0,198	0,182	49,238
33	0,080	0,115	46,540
34	0,306	0,226	45,120
35	0,347	0,240	45,420
36	0,138	0,152	48,627
Vš.skup.	3,969	0,136	45,192

Tabulka 27 c Základní statistické charakteristiky pro obsah limonenu (%).

Vzorek	Limonen (%) medián	Limonen (%) 75.kvantil
1	44,244	45,284
2	44,693	45,368
3	43,940	44,436
4	44,972	45,535
5	47,220	47,806
6	46,242	46,400
7	48,517	49,383
8	43,680	44,880
9	46,469	47,433
10	48,345	48,546
11	46,932	48,274
12	45,729	46,562
13	45,038	45,190
14	45,618	45,805
15	43,517	43,998
16	43,109	45,182
17	46,538	47,651
18	46,342	47,581
19	47,743	48,256
20	48,675	50,474
21	46,698	47,328
22	45,759	46,008
23	46,478	46,879
24	44,522	46,150
25	45,289	45,584
26	47,595	47,705
27	41,784	42,420
28	48,636	48,757
29	47,077	47,698
30	49,172	49,379
31	46,331	46,737
32	49,356	49,610
33	46,935	47,057
34	45,644	46,199
35	46,011	46,550
36	48,949	49,295
Vš.skup.	46,209	47,605

Tabulka 28 a Základní statistické charakteristiky pro obsah karvonu (%).

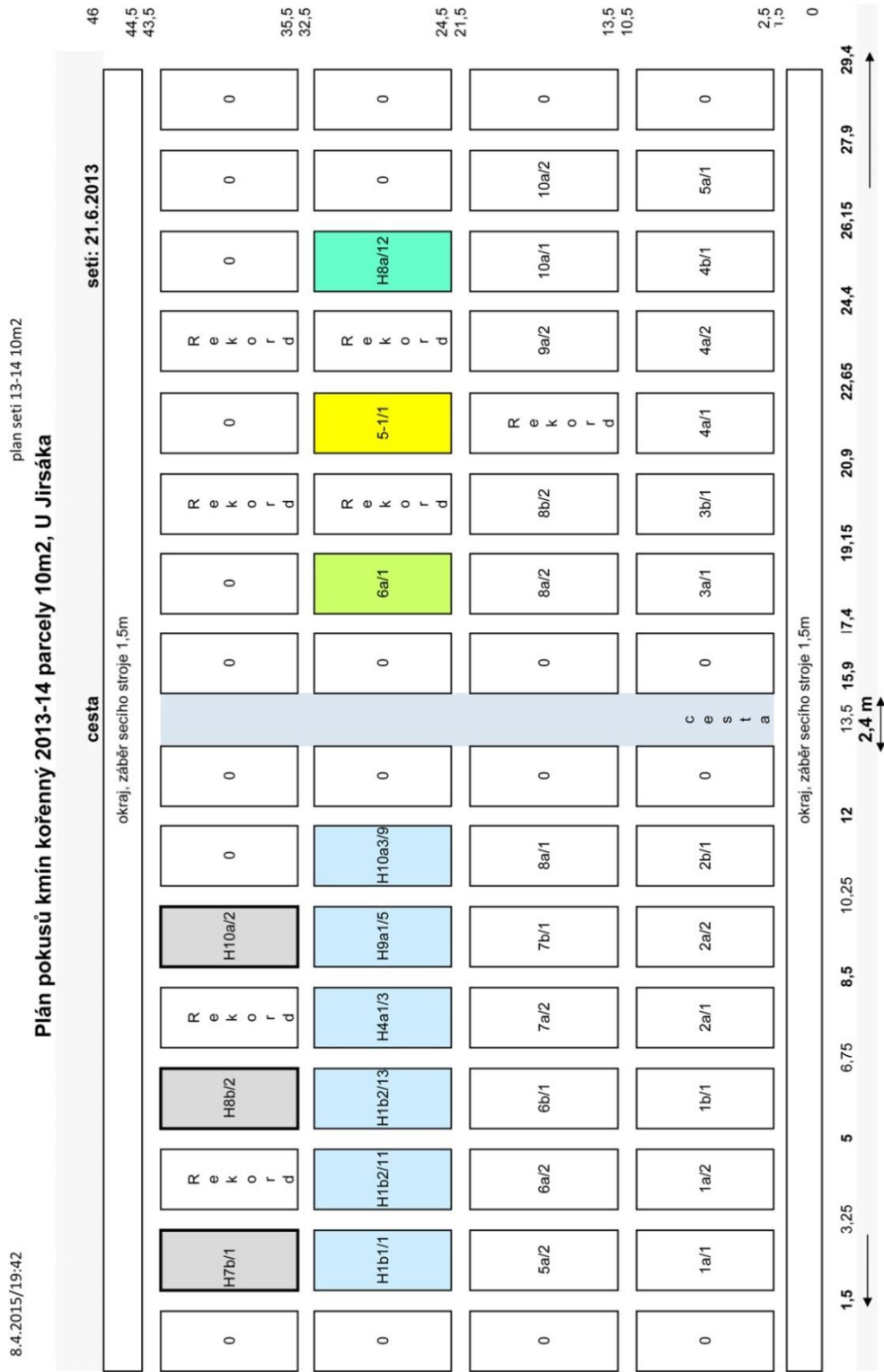
Vzorek	Karvon (%) Průměr	Karvon (%) Směrodatná odchylka	Karvon (%) Variační koeficient
1	55,811	1,238	2,218
2	55,193	0,791	1,434
3	56,033	0,650	1,160
4	55,164	0,796	1,442
5	52,632	0,444	0,844
6	53,753	0,191	0,355
7	51,576	1,126	2,183
8	56,433	1,398	2,476
9	53,534	1,057	1,974
10	51,635	0,210	0,407
11	53,020	1,299	2,449
12	54,160	0,710	1,310
13	54,910	0,168	0,306
14	54,320	0,355	0,654
15	56,556	0,626	1,107
16	56,831	2,105	3,705
17	53,166	0,827	1,555
18	53,675	1,314	2,447
19	52,235	0,540	1,034
20	51,354	2,027	3,946
21	53,285	0,632	1,186
22	54,288	0,326	0,600
23	53,454	0,466	0,873
24	55,443	1,688	3,045
25	55,546	1,172	2,111
26	52,403	0,163	0,311
27	58,229	0,791	1,358
28	51,438	0,261	0,507
29	52,877	0,696	1,316
30	51,001	0,525	1,029
31	53,618	0,383	0,715
32	50,682	0,445	0,879
33	53,140	0,282	0,531
34	54,347	0,553	1,018
35	54,010	0,589	1,090
36	51,039	0,371	0,727
Vš.skup.	53,800	2,002	3,721

Tabulka 28 b Základní statistické charakteristiky pro obsah karvonu (%).

Vzorek	Karvon (%) Rozptyl	Karvon (%) Směrodatná chyba	Karvon (%) 25.kvantil
1	1,533	0,505	54,716
2	0,626	0,323	54,632
3	0,422	0,265	55,564
4	0,633	0,325	54,465
5	0,197	0,181	52,194
6	0,036	0,078	53,610
7	1,268	0,460	50,617
8	1,953	0,571	55,120
9	1,117	0,432	52,567
10	0,044	0,086	51,454
11	1,686	0,530	51,726
12	0,504	0,290	53,438
13	0,028	0,069	54,810
14	0,126	0,145	54,195
15	0,392	0,256	56,002
16	4,432	0,859	54,818
17	0,683	0,337	52,349
18	1,726	0,536	52,419
19	0,292	0,221	51,744
20	4,107	0,827	49,526
21	0,399	0,258	52,672
22	0,106	0,133	53,992
23	0,218	0,190	53,121
24	2,850	0,689	53,850
25	1,374	0,479	54,416
26	0,027	0,066	52,295
27	0,626	0,323	57,580
28	0,068	0,106	51,243
29	0,484	0,284	52,302
30	0,275	0,214	50,621
31	0,147	0,157	53,263
32	0,198	0,182	50,390
33	0,080	0,115	52,943
34	0,306	0,226	53,801
35	0,347	0,240	53,450
36	0,138	0,152	50,705
Vš.skup.	4,008	0,136	52,395

Tabulka 28 c Základní statistické charakteristiky pro obsah karvonu (%).

Vzorek	Karvon (%) medián	Karvon (%) 75.kvantil
1	55,757	56,965
2	55,307	55,764
3	56,061	56,567
4	55,028	55,793
5	52,780	53,010
6	53,758	53,940
7	51,484	52,560
8	56,321	57,829
9	53,532	54,400
10	51,655	51,807
11	53,069	54,166
12	54,271	54,824
13	54,963	55,048
14	54,382	54,430
15	56,483	56,973
16	56,891	58,825
17	53,463	53,610
18	53,658	54,714
19	52,257	52,660
20	51,325	53,107
21	53,302	53,880
22	54,242	54,565
23	53,523	53,829
24	55,479	57,030
25	55,559	56,614
26	52,406	52,431
27	58,216	58,980
28	51,364	51,540
29	52,924	53,490
30	50,828	51,134
31	53,670	53,974
32	50,644	50,762
33	53,065	53,460
34	54,356	54,880
35	53,990	54,580
36	51,052	51,373
Vš.skup.	53,791	54,814



Obrázek 2 Plán pokusů kmínu dvouletého 2013 – 2014

(ŠMIROUS, 2015).



Obrázek 3 Krabice se vzorky kmínu z vybraných novošlechtění (URBÁNEK, 2014).



Obrázek 4 Nažky kmínu před destilací s vodní parou (URBÁNEK 2014).



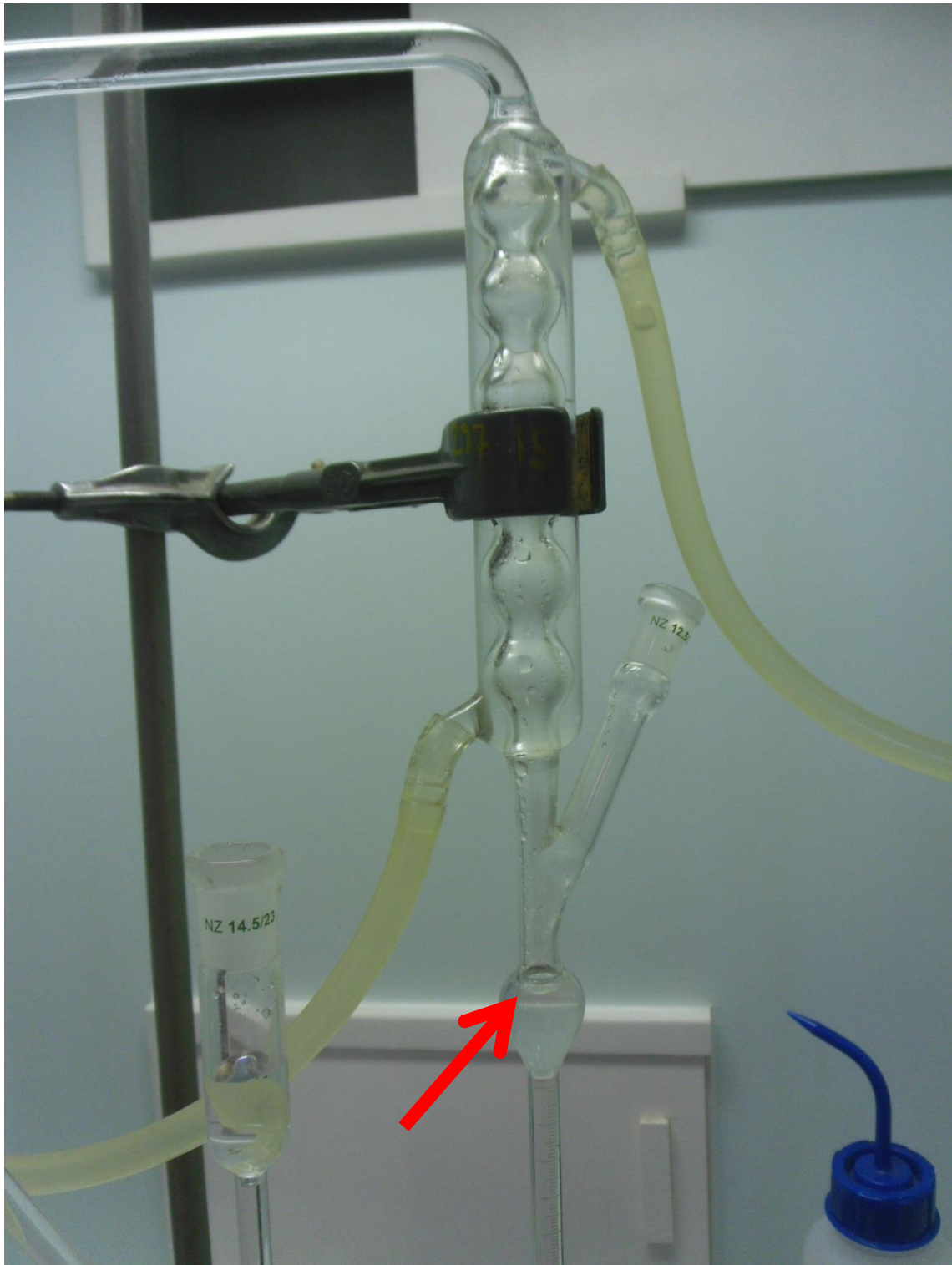
Obrázek 5 Květensví kmínu kořenného v laboratoři pro výběr nejlepšího osiva (URBÁNEK, 2015).



Obrázek 6 Vialky pro vypuštění silice z destilační aparatury (URBÁNEK, 2014).



Obrázek 7 Varná baňka s rozemletým vzorkem kmínu a spojená s destilačním přístrojem – průběh vlastní destilace (URBÁNEK, 2014).



Obrázek 8 Šipka znázorňující vydestilovanou silici

(URBÁNEK, 2014).



Obrázek 9 Kvetoucí kmín kořený

převzato: (ŠMIROUS – AGRITEC, 2015).



Obrázek 10 Kvetoucí porost kmínu, zaizolované rostliny
převzato: (ŠMIROUS – AGRITEC, 2015).



Obrázek 11 Nažky kmínu kořenného těsně před sklizní

převzato: (ŠMIROUS – AGRITEC, 2015).