

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství

**Obsah silice kmínu kořenného z různých pěstitelských
oblastí**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Blanka Kocourková, CSc.

Vypracovala:

Bc. Martina Klimešová

Brno 2008

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Obsah silice kmínu kořenného z různých pěstitelských oblastí** vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Diplomová práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana AF MZLU v Brně.

dne.....

podpis diplomanta.....

Poděkování:

Děkuji touto cestou paní Ing. Blance Kocourkové, CSc. za metodické vedení, cenné připomínky a rady, které mi s ochotou poskytovala.

Velké poděkování patří i mé rodině za finanční i psychickou podporu.

Abstrakt

Silice jsou produktem sekundárního metabolismu, vyskytují se ve vyšších rostlinách. Mají mnohostranný účinek na organismus. Silice tvoří hlavní účinnou složku různých koření v potravinářství.

Kmín kořený je v České republice pěstován především pro obsah silic. K stanovení obsahu silic v kmínu kořeném (*Carum carvi* L.) byly použity nažky z různých stanovišť a z různých variant pěstování. Ze stanovení můžeme učinit tyto závěry:

Na stanovišti ve Velemíně byl vyšší obsah silice z obou pěstitelských let odrůdy REKORD. U odrůdy SPRINTER (není u nás registrována) byl obsah silic v obou letech nižší.

Silice v nažkách kmínu, který byl pěstován v Huštěnovicích byly vyšší u odrůdy KEPRON, u ozimého kmínu byl obsah silic nižší a nedosáhl úrovně, kterou požaduje norma pro dvouletý kmín.

Obsah silic ovlivňuje hnojení. Nejnižší obsah silic byl u přihnojení hnojivem, kde je vyšší obsah dusíku a jsou tam 2 % oxidu hořečnatého (MgO). Tyto výsledky je třeba dále ověřovat.

V roce 2007 na stanovišti v Šumperku nebyly zjištěny mezi odrůdami v obsahu silice rozdíly. Rozdíly byly v obsahu karvonu a limonenu. Největší obsah karvonu, který je požadován byl u odrůdy REKORD.

Klíčová slova

kmín kořený, silice, karvon, limonen

Abstract

The essential oils are secondary metabolites, they occur in higher plants. They have a multimaterial effect on organism. They form the main active substance in various spices used in food industry.

Caraway is grown in the Czech Republic mainly for its content of the essential oils. The achenes from different sites and of different growing techniques to determine the content of the essential oil were used. It can be concluded that:

At Velemín station, there was a higher content of essential oil in REKORD variety in both seasons. The SPRINTER variety (not registered in the Czech Republic) showed lower content of essential oil than REKORD in both seasons.

The content of essential oil in caraway achenes grown in Huštěnovice was higher in KEPRON variety, and lower in winter caraway and failed to reach the level required for a biennial caraway.

The essential oil content is influenced by the fertilization. The lowest content of EO was obtained by the plants fertilized by preparation with higher dose of nitrogen and 2 % of magnesium oxide. It is necessary to check these results to the future. In 2007, no differences in essential oil content were found between the varieties at Šumperk locality. There were the differences in content of carvon and limonen. The demanded highest content of carvon was measured in REKORD variety.

Key words

caraway, the essential oils, carvon, limonen

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Cíl práce.....	9
3. Literární přehled	10
3.1. Využívání kmínu kořenného	10
3.2. Botanická a biologická charakteristika kmínu kořenného.....	12
3.3. Pěstování kmínu kořenného.....	21
3.4. Současný stav řešené problematiky	30
3.4.1. Tvorba silic	30
3.4.2. Sekreční struktury	32
3.4.3. Vliv prostředí na množství a kvalitu silic	33
3.4.4. Chemické složení silic	35
3.4.5. Izolace silic	38
3.4.6. Cena kmínové silice.....	40
4. Materiál a metodika	41
4.1. Materiál.....	41
4.1.1. Charakteristika stanovišť	41
4.1.2. Charakteristika rozborovaných vzorků.....	43
4.2. Metodika - postup při stanovení silice.....	44
5. Dosažené výsledky	46
6. Diskuze	51
7. Závěr	52
8. Seznam použité literatury	53
9. Seznam tabulek.....	61

1. Úvod

Silice – „éterické oleje“, „esenciální oleje“, nebo také „těkavé oleje“ jsou produktem sekundárního metabolismu rostlin. Vyskytují se jen ve vyšších rostlinách. Se silicemi a ostatními aromatickými látkami se obchodovalo už ve starověkém Egyptě, Mezopotámii a Indii. O pokrok se zasloužili Arabové, ale používání těchto produktů se rozšířilo ve středověké Evropě až se zvýšením zájmu o obsahové látky.

Destilace se používala po mnoho století, její plný rozvoj však nastal až ve 14. století ve Španělsku.

Z farmakologického hlediska mají silice mnohostranný účinek. Kromě desinfekčního, antibakteriálního, akaricidního, protihlístového, fungicidního, znečitlivujícího a uklidňujícího účinku mají některé silice příznivé účinky na zažívací ústrojí, ovlivňují hladké svalstvo a uvolňují křeče (JIRÁSEK A STARÝ 1986). Stimulují sekreci trávicích šťáv (digestiva, stomachika). Ovlivňují nespavost a různé psychosomatické potíže, snižující nervozitu. Silice anděliky, bazalky, heřmánku, hřebíčku, meduňky, máty a tymiánu vykazují spasmolytické účinky. Anýz, fenykl podporují peristaltiku střev (BRUNETON 1999).

V lidovém léčitelství jsou rostlinné druhy, které obsahují silice, nejvíce používány a oblíbeny, např. heřmánek, šalvěj nebo tymián. Uklidňující účinky mají silice kozlíku, levandule a meduňky (JIRÁSEK A STARÝ 1986). Mnohé siličnaté druhy působí močopudně (petržel, andělíka).

Silice účinkují proti mnoha bakteriím, zahrnující např. patogenní mikroorganismy obvykle rezistentní k antibiotikům (baktericidní i bakteriostatické účinky). Některé silice mají fungicidní účinky. Největší fungicidní účinky mají saturejka, skořice, tymián, hřebíček, levandule, eukalyptus, kmín a koriandr. Citran, geraniol, linalool nebo thymol jsou 5,2, 7,1 až 20 krát účinnější než fenol (BRUNETON 1999). Silné antimikrobiální účinky ukazují i silice z rostlin z oblasti subtropů a tropů, které mají většinou vysoký obsah citranu (*Leptospermum petersonii* (tea tree), *Backhousia citriodora* (myrtovník citrónový), *Eukalyptus citriodora* (eukalypt)) (SVOBODA *et al.* 2004). Silice jsou součástí mnoha mastí, krémů, gelů. Silice jsou často přidávány do kosmetických přípravků, kde mohou způsobit podráždění, přecitlivělost (skořicový aldehyd) a fototoxicitu (anděliková silice, bergamotová silice). V určitých dávkách mohou dráždit trávicí trakt, bronchy, ledviny (jalovcová silice, eukalyptová silice, borovicová silice). U mnoha silic

byla prokázána toxicita po nadměrném užívání (pelyňková silice).

Silice jsou zajímavé v oblasti výživy zvířat. Působí proti patogenním mikroorganismům a jako dietetika. Zchutňují krmné směsi, tím způsobují zvýšený příjem potravy a vyšší přírůstky. Mají srovnatelný účinek se syntetickými antibiotiky jejichž používání se stále více omezuje. Studie se týkají vlivu vybraných silic na střevní mikroflóru drůbeže (BROOKER 2004).

U určitých složek silic (safron, β -asaron, estragon) byly prokázány kancerogenní účinky u krys (nádory jater a tenkého střeva). Záleží na způsobu metabolismu těchto látek, u zvířat a lidí se liší také denní dávky indukující tvorbu tumorů (BRUNETON 1999).

Některé monoterpeny mohou sloužit jako rozpouštědla pro biologicky aktivní lipofilní látky (CARLTON 1990 in HAY *et al.* 1993). Důležité jsou i antioxidační schopnosti složek silic, které mohou být přidávány do zpracovávaných surovin, potravin. Tyto antioxidační látky hrají roli v neonatálním vývoji, v prevenci degenerativních onemocnění (kardiovaskulární choroby) a při stárnutí u savců včetně člověka (HALL A BURDETT 1975, WADE A TSUMITA 1984, PENZES *et al.* 1989 in HAY *et al.* 1993).

Silice tvoří hlavní účinnou složku různých koření v potravinářství. Ochucují pokrmy, působí příznivě na čich, chuť, zpříjemňují požití z jídla, mají význam jako základní chuťové a vonné složky v nealkoholických nápojích. Rovněž se používají k aromatizaci cukrářských výrobků, cukrovinek, čokolády, čaje a tabáku (JIRÁSEK A STARÝ 1986).

V České republice se považuje za nejpřístupnější silice kmínu kořeného, který se užívá jako koření.

2. Cíl práce

Cílem práce je stanovit obsah silic kmínu z různých let pěstování a různých stanovišť.

Silici stanovit podle nejčastěji užívané metody, která je uvedena v ČsL IV. z roku 1987.

Dalším cílem bude stanovit rozdíly v obsahu silic statistickými metodami.

3. Literární přehled

3.1. Využívání kmínu kořenného

Rodové jméno „*Carum*“ dostal kmín patrně podle maloasijské krajiny zvané „Karia“, druhové jméno „*carvi*“ snad pochází z arabského „karaway“ neboli „kmín“. V Anglii se podával na farmách kmínový koláč po setbě pšenice, a v alžbětinských dobách dávali farmáři kmín o žních tradičně do večerních pokrmů.

Po sňatku královny Viktorie a prince Alberta se stal kmín v Anglii velmi populárním, protože v Německu se kmín vždy běžně používal a královská rodina ho měla v oblibě. Kmín se často dává do svatebního koláče, nebo ho stavební hosté házejí na novomanžele pro štěstí, a také proto, aby jim pomohl zachovat věrnost. V dětských útulcích měl kmín u dětí mírnit škytavku. Názor, že „škytavka pro niž má starogermánština výraz, který současně znamená štkát, je živoucím znamením sváru mezi tělem a duchem v životě zasvěceném zbožnosti. Konflikt se zbožnou myslí přináší podobné potíže a stejné nesnáze jako „škytavka“. Je zcela zřejmé, že se na škytavku pohlíželo jako na závažný problém. V Americe se dětem před bohoslužbou podával kmín, fenykl a kopr, pravděpodobně proto, aby při ní neškytaly. Plodům těchto rostlin se říkalo „three meeting seeds“ neboji „trojí modlitební semínka“ (LAVENDEROVÁ, FRANKLINOVÁ 1999).

Kmín kořenný se používá prakticky ve všech kuchyních světa. Německý termín pro kmín, KÜMMEN, je dovozem z latinského *cuminum* pro kmín římský (kumin) a byl nesprávně použit pro, v Německu oblíbenou rostlinu, kmín kořenný.

Člověk využívá okoličnaté rostliny již od časů první civilizace v Číně, Evropě a v Americe (GOOD 1974 in HAY 1993) k jídlu, k dochucování a k farmaceutickým účelům, včetně výroby jedů (např. bolehlav, jednu z několika okoličnatých rostlin, které obsahují složky alkaloidového typu). Mezi nejdůležitější zemědělské a zahradnické druhy patří mrkev (*Daucus carota*), pastinák (*Pastinaca sativa*), celer (*Apium graveolens*) a skupina význačných důležitých koření: petržel (*Petroselinum crispum*), fenykl (*Foeniculum vulgare*), kerblík (*Anthriscus cerefolium*), andělíka lékařská (*Angelica archangelica/Archangelica officinalis*; French 1971 in HAY 1993), kopr (*Anethum graveolens*), koriandr (*Coriandrum sativum*), kmín (*Carum carvi*), římský kmín (*Cuminum cyminum*) a anýz (*Pimpinella anisum*). Posledních pět druhů, široce používaných spíše v podobě

semen než jako čerstvé či sušené byliny, se běžně pěstuje v subtropických a tropických zemích.

Kmín jako koření je pro svou typickou vůni, výraznou chuť a příznivé dietetické vlastnosti, nepostradatelný při výrobě pečiva, v masném a konzervářském průmyslu. Uplatnění najde také při výrobě likérů. Je neodmyslitelnou surovinou pro kosmetický průmysl. V lidovém léčitelství a ve farmacii je ceněn pro své karminativní, antiseptické, spasmolytické, baktericidní a fungicidní účinky (KAMENÍK 1996).

Kmín kořený zklidňuje nežádoucí mobilitu trávicího traktu, působí proti nadměrné tvorbě plynů, nadýmání a povzbuzuje činnost žláz s vnitřní sekrecí. Zvyšuje vylučování mléka a podporuje vykašlávání hlenu při onemocnění horních cest dýchacích. Při výrobě léčiv se používá jako chuťové korigens pro zastření nepříjemných chutí a pachů. Ve farmacii se z kmínu kořeného připravují aromatické oleje, sirupy a léčivé čaje s protikřečovým, baktericidním a fungicidním účinkem. Kmínová silice (*Carvi aetheroleum*) povzbuzuje tvorbu žaludeční šťávy, a tím i chuť k jídlu. Má velmi dobrý spasmolytický účinek, podobný fenyklové či koriandrové silici. Je karminativum a cholagogum, složkou mazadel na prokrvení pokožky. V humánní i veterinární medicíně je složkou mastí proti kožním parazitům. Silice tvoří součást průmyslově vyráběných kapek spasmolytického a laxativního sirupu (TOMKO 1999).

Plody, pokrutiny i sláma jsou hodnotným dietetickým krmivem, podporujícím tvorbu mléka. Zvyšují stravitelnost živin, omezují nadýmavost jiných krmiv, zvyšují chuť, příznivě působí na celkovou látkovou výměnu a zdravotní stav. Nejsou vhodné pro dojnice, neboť se po jejich konzumaci mohou v mléce objevovat pavůně. V krmné dávce pro prasata se kmín používá pro zatraktivnění krmiv, která jsou méně ochotně přijímána. V poslední době se otevírají nové možnosti pro využití kmínové silice v chemickém průmyslu, byla ověřena její schopnost inhibovat klíčení. Využitelná je jako retardant klíčení brambor a ve srovnání se syntetickými přípravky nevykazuje toxicitu (KAMENÍK 1996).

Všeobecně je droga složkou žaludečních a střevních přípravků – karminativ, laxancií, lihových destilátů a kapek, často kombinovaných s jinými účinnými siličnatými drogami, jako je například: *Anisi fructus*, *Coriandri Fructus*, *Foeniculi fructus* (TOMKO 1999).

Kmín kořený je pěstován především pro obsah silic. O využití silice rozhoduje její složení, procentuální zastoupení jejích jednotlivých složek je velmi široké (NEMÉTH 1998). Silice z obecného hlediska obsahují prchavé látky, vonící i bez vůně, lipofilní i ve vodě rozpustné. V čistém stavu jsou zpravidla bezbarvé, skladováním mírně oxidují a tmavnou. Za normální teploty jsou tekuté, některé částečně tuhnou. Hustota silic je většinou menší než 1 (TOMKO 1999).

3.2. Botanická a biologická charakteristika kmínu kořeného

Kmín luční se v přírodě vyskytuje na loukách, pastvinách a v jiných travinných porostech, zvláště ovlivněný mírným sešlapem. Půdy jsou to většinou čerstvě vlhké až vlhké s bohatou zásobou živin. V ČR se vyskytuje téměř po celém území s různou hustotou výskytu bez patrné zákonitosti (rozšíření je zčásti antropicky ovlivněno). Kmín se u nás vyskytuje ve všech nadmořských výškách, např. Sedlec u Mikulova (175 m n. m.) nebo na Sněžce (cca 1602 m n.m.) (TOMŠOVIC 1997). ŠPALDON (1986) uvádí výskyt planě rostoucího kmínu na loukách střední a severní Evropy, v Maroku, v Přední Asii a na Sibiři.

Kmín kořený *Carum carvi* L. patří do čeledi miříkovitých (*Apiaceae*, LINDL.). Rostliny z čeledi miříkovitých jsou jednoleté až vytrvalé byliny, které jsou zpravidla lysé nebo s jednoduchými chlupy mající ve všech vegetativních částech i v oplodí sekreční buňky (nádržky) a kanálky (TOMŠOVIC 1997).

Všechny okoličnaté rostliny jsou aromatické a produkují těkavé silice (monoterpeny, seskviterpeny a fenylypropanoidové sloučeniny) a související pryskyřice ve vyměšovacích kanálcích (*vittae*) v kořenech, stoncích, listech, květenstvích a plodech (HEGNAUER 1971 *in* HAY 1993).

Miříkovité jsou rozsáhlou a význačnou čeledí, zahrnující přibližně 300 rodů a 3 000 druhů aromatických bylin (GOOD 1974; HEYWOOD 1978 *in* HAY 1993). Ačkoli jsou rozšířeny téměř po celém světě, nejvíce odrůd je soustředěno v mírných a horských oblastech Starého světa (FRENCH 1971; FITTER 1978 *in* HAY 1993).

Popis rostlin čeledi miříkovitých od TOMŠOVICE (1997) je následovný:

Listy jsou střídavé, bez palistů, čepel většinou členěná nebo složená, zřídka celistvá. Řapík lodyžních listů je zpravidla se zřetelnou pochvou. Květenstvím je jednoduchý

nebo složený okolík (dílní květenství jsou okolíčky) nebo strboul.

Květy jsou zpravidla oboupohlavné, kalich je patrný jako 5 drobných lístků, korunních lístků je také 5, stejně jako tyčinek. Prašníky jsou žluté, pylová zrna trikolporátní, elipsoidní. Semeník je spodní a je srostlý ze dvou plodolistů, dvoupouzdrý (v každém pouzdře po jednom jednoobalném obráceném vajíčku), se 2 čnělkami. Plodem je dvounažka. Plod se většinou ve zralosti rozpadá na dvě merikarpia (plůdky). Morfologie a anatomie plodů v této čeledi je tak rozmanitá, že si vyžaduje vlastní terminologii. Merikarpia k sobě přiléhají tzv. komisurální (břišní) stranou. Na opačné hřbetní straně je zpravidla patrných 5 hlavních žebor mezi kterými jsou 4 vedlejší žebra, která však mohou být někdy zřetelnější než potlačená hlavní žebra. Na příčném řezu merikarpem jsou v oplodí patrné sekreční kanálky nejčastěji v uspořádání, kdy jsou 4 kanálky umístěny mezi žebry pod rýhami a dva jsou na břišní straně.

Miříkovité mohou být jednoleté rostliny, dvouleté rostliny i trvalky a jejich výška se liší od několika centimetrů až po několik metrů, snadno se však poznají podle charakteristických miříkovitých květenství. Z přísně botanického hlediska mají společné následující botanické znaky (HEYWOOD 1978 in HAY 1993):

stonky: vzpřímené, článkované a duté;

listy: střídavé, bez palistů, normálně rozčleněné;

květy: zmenšený kalich, pět okvětních lístků, pět volných tyčinek, spodní semeníky, které mají po dvou pestících a obsahují po jednom vajíčku, květy uspořádané do jednoduchého nebo složeného okolíku, většina okolíků je protandriálních (tyčinky dozrávají dříve než pestíky), jsou opylovány hmyzem a jsou autogamní;

plody: suchý schizocarp nese dva rýhované medycarpy obsahující po jednom semeni (rýhy obsahují siličné dutiny a pryskyřičné kanálky);

semena: olejový endosperm a malé embryo.

Rod *Carum* jsou zpravidla dvouleté lysé byliny s kulovým kořenem, lodyhami přímými až obloukovitě vystoupavými a s listy lichospeřenými s lístky do čárkovitých úkrojků peřenosečnými. Okolíky jsou složené, bohaté a ploché. Obal a obalíčky chybějící. Obvykle bílé květy kmínu jsou většinou oboupohlavné, zřídka pouze samčí. Dvounažky jsou elipsoidní až vejcovité, z boku smáčklé s tenkým poltivým karpoforem (spojuje

dvě rozpadající se merikarpia). Merikarpia (dílčí plod) je půlměsíčitě prohnutá, zašpičatělá a má pět vystouplých žeber. Sekreční kanálky jsou po jedné ve valekulách (rýhách) a dvě na komisurální straně. Stylopodium (terčovitě rozšířená báze čnělky na místě, kde je připojena k semeníku) je zploštěle kuželovité, čnělky jsou rozestálé a dolů skloněné. Tento rod má asi 30 druhů vyskytujících se ve středním mírném a subtropickém pásu (TOMŠOVIC 1997).

V literatuře bývá kmín rozdělen na dvě formy podle délky vegetační doby a to na kmín jednoletý (annual form) a kmín dvouletý (biennial form). NEMÉTH (1998) uvádí, že rozdíly v morfologii a anatomii jsou mezi těmito formami nepatrné a neurčité.

Kmín kořenový dvouletý *Carum carvi* L. je bylinou vytvářející v prvním roce bělavý kořen větvenovitě tvaru na povrchu příčně zvrásnělý, slabě se rozvětřující, a s listovou růžicí tvořenou řapíkatými listy (KOCOURKOVÁ 1996). Čepel listu je v obrysu úzce eliptická, s listy v osmi až dvanácti dosti oddálených jařmech postavených kolmo k listovému větvení vejčitého obrysu jedno až dvakrát peřenosečné s úkrojky posledního řádu čárkovitými, osinkově špičatými. Řapík přisedající krátkou rozšířenou pochvou, je o málo kratší než čepel (TOMŠOVIC 1997).

V druhém roce vegetace po ukončení jarovizačního procesu se diferencují generativní orgány (KOCOURKOVÁ 1996) a vyrůstá rýhová lodyha dlouhá 30 – 120 cm, větvená, přímá až obloukově vystoupavá. Množství bočních větví je ovlivněno geneticky a architekturou porostu (soliterní rostlina vytváří větší počet větví než rostlina v hustém zápoji). Lodyha je zelená, v době květu je zbarvena anthokyanem (ŠPALDON 1986). Listy na lodyze jsou postaveny střídavě, jsou lichospeřené, s lístky do čárkových úkrojků peřenosečnými. Jsou menší než listy v listové růžici a listy nižších pater rostliny, jsou jednodušeji členěné, přisedlé na dlouhé blanité pochvě, opatřené dvěma zuby (TOMŠOVIC 1997). Nejhornější redukovaný list se štětinatými úkrojky někdy napodobuje obal. Kališní cípy chybějí nebo jsou jen naznačeny. Korunní lístky jsou čistě bílé, zřídka růžové a obvejčivé s přehnutým lalokem, který je asi 1,5 mm dlouhý. Merikarpia je 3 – 5 mm dlouhá, 1,5 – 1,8 mm široká, lysá a šedohnědá (TOMŠOVIC 1997).

Drobné bílé květy jsou oboupohlavné a pestíkové. Jsou uspořádány ve středně velké složené okolíky, s různě dlouhou květní stopkou. Ve složeném okolíku je 3 – 10

jednoduchých okolíků, které jsou na 3 – 5 cm dlouhých stopkách. Okolíčky mají 14 – 21 kvítků. Květy jsou bez obalů a obalíčků, někdy mají 1 – 3 štětkovité lístky. Zakrnělý kalich má pět zoubků, které se střídají s pěti volnými korunními plátky opak srdčitého tvaru. Jsou bílé a většinou mají načervenalé žilky, jsou 1 mm dlouhé. Semeník je spodní, dvoupouzdrý, se dvěma čnělkami. Tyčinky jsou uspořádány podle čísla 5 a při otevření květu vystupují nad květní plátky. Dospívají dříve než blizny, takže nastává cizosprašnost. Okolíky jednotlivých stonků rozkvétají od centrálního okolíku směrem dolů. nejdříve rozkvétají okolíky na stoncích prvního řádu, potom druhého a dalšího řádu. Nakonec kvetou květy v okolících na dolních stoncích, a to zpravidla 25 – 30 dní od prvního květu. Podobný postup je při dozrávání (ŠPALDON 1986). Květy jsou cizosprašné, převážně hmyzosnubné (TOMŠOVIC 1997) a mají velký obsah nektaru a hojně je navštěvuje blanokřídlý hmyz (ŠPALDON 1986). Pyl kmínu při opylení není přenosný větrem a musí být přenášen hmyzem. Nektar i pyl jsou snadno přístupné a atraktivní pro mouchy a blanokřídlý hmyz, hlavním opylovačem jsou včely (MCGREGOR 1976). Tyčinky uvolňují pyl během prvních dvou dní, kdy je květ otevřen a třetího dne tyčinky vadnou. Blizna není do šestého až sedmého dne kvetení citlivá na pyl. Hlavní okolík je v samičím úseku kvetení, když vedlejší okolíky jsou v samčí fázi kvetení. Samoopylení v květu a uvnitř okolíku není obvyklé (VAN ROON, BLEIJANGERG 1964).

Plodem kmínu kořenného je dvounažka, která má elipsoidní až vejcovitý tvar, z boku je smáčklá (TOMŠOVIC 1997). Během dozrávání se mění zelená barva nažek na světlou až tmavě hnědou a klesá vlhkost semene z 60-ti % na 15 %. Na styčné ploše plodové stopky s bází dvounažky se nachází u opadavých odrůd kmínu zeslabená přehrádka (drobná buněčná dělicí vrstva), která se při dozrávání odděluje a dvounažky se poltí (ŠPALDON 1986). U neopadavých odrůd se nachází mezi endospermem a oplodím dutinka a dělicí vrstva chybí (HRADILÍK *in* VRZALOVÁ, PROCHÁZKA 1988). Kmín kořenný má počet chromozomů 20 ($n=10$) (ŠPALDON 1986). Průměrná hmotnost tisíce semen kmínu se pohybuje od 2,5 do 4 g. Hmotnost semen je podmíněna jak geneticky, tak také vlivem prostředí. Jednotlivé nažky jsou obloukovitě zakřivené, na obou koncích zúžené a mají pět zřetelných vystouplých žeber. Mezi nimi bývá většinou jeden sekreční kanálek a na pupeční (vnitřní) straně dva (ŠPALDON 1986). Nažky jsou dlouhé 4 – 7 mm, široké 0,7 – 1 mm a silné 0,7 – 1 mm. Semena obsahují 13 – 21 % tuku, 25 -36 %

dusíkatých látek, 13 – 19 % vlákniny, 5 – 18 % bezdusíkatých extraktivních, 5 – 7 %, popelovin, 1,5 % vosku a 9 – 13% vody (VRZALOVÁ, PROCHÁZKA 1988). Chemické složení kmínové nažky je uvedeno podle ŽÁČKA (1994) v tabulce číslo 1.

Tabulka č. 1: *Chemické složení kmínu v %*

Druh	Voda	N-látky	Silice	Tuk	Škrob	Vláknina	Popel	Extraktivní látky	pozn.
Kmín	13,1	19,9	2,23	16,5	4,5	20,1	6,2	14,4	3,1 cukru

(ŽÁČEK 1994)

Množství a složení silice je závislé nejenom na charakteru odrůdy, ale je také závislé na průběhu počasí při tvorbě a zrání plodů (KCOURKOVÁ 1996). Obsah silic a její složení je variabilní (WEISS 2002). Složení silice jednoho rostlinného druhu se může měnit v závislosti na zeměpisných a genetických faktorech (PENGELLY 2004). U čeledi *Apiaceae* je však plasticita složení silice málo popsána (BARAZANI *et al* 2002). Zastoupení kmínové silice v semeni se pohybuje v rozmezí 2 – 7 %. Jakost semen a jejich celkové uplatnění nezávisí jen na obsahu silic, ale i na zastoupení hlavních účinných složek, především karvonu (45 – 79 %) a limonenu, a na jejich vzájemném poměru. U našeho kmínu se uvádí poměr 55 : 45. Další složky silice jako například pinen, fenchen, kamfen, felandren aj. doplňují a zesilují dietetické a kurativní účinky. Tvorba karvonu probíhá současně s tvorbou obsahu oleje. U limonenu se nezjistila žádná závislost na obsahu oleje. U holandského kmínu se zjistil podíl karvonu 65%, u německého 45% a u českého více než 50% (ŠPALDON 1986). Poslední farmaceutická norma, Český lékopis 2005, požaduje aby kmínové nažky obsahovaly alespoň 3% silice, nejméně 50% karvonu.

U nás běžně pěstovaný kmín s vegetační dobou 340 – 360 dní je označován jako typický „český kmín“ zahrnující registrované odrůdy v ČR. V současné době se však objevuje obliba u našich pěstitelů pěstovat kmín označovaný jako ozimý, který se u nás na některých lokalitách pěstuje přesto, že není registrována v ČR žádná odrůda této formy. Tento kmín vyžaduje také jarovizaci, a proto se seje na konci léta v podobném termínu jako řepka ozimá (konec srpna). Zrání a sklizeň je zhruba o 14 dní později než

u předcházející formy kmínu. Jeho předností je, že uniká výraznému škodlivému napadení vlnovníkem kmínovým. Další formou kmínu, která se vyskytuje mezi pěstiteli je kmín, který se seje brzy z jara a v roce setí poskytuje úrodu. Tento kmín k produkci nažek nepotřebuje tak dlouhé jarovizační období jako předcházející kmíny a stačí mu chladné období po zasetí. Jeho nevýhodou je nižší výnos nažek a nižší obsah silic v nažkách proti ozimému a zejména dvouletému kmínu. (KRÁLÍK 2007)

Kmín kořený je rostlinou nenáročnou na teplo. Je tedy možno tuto rostlinu s úspěchem pěstovat i v nejvyšších zemědělsky využívaných polohách. Proto je kmín taky tradiční plodinou pěstovanou v bramborářských výrobních oblastech.

Je však plodinou velmi náročnou na světlo, které podmiňuje v prvním roce tvorbu vegetativních orgánů a vytvoření základů generativních orgánů. V druhém roce světlo ovlivňuje velikost a kvalitu sklizně (ŠPALDON 1986). Kmín je dlouhodobní rostlina. Nízká úroveň světla opoždí a snižuje výnos nažek. V roce 1992 byly založeny pokusy s odrůdou Bleija s cílem sledovat vliv světla na opylení. Dobré opylení je předpokladem pro vysoký výnos semene. Ve čtyřech pokusech bylo redukováno světlo na 19%, 39%, 69% a 90%. Vlivem redukce světla během kvetení se snížil výnos. To vysvětluje nižší výnosy v porostech, které byly zapleveleny, případně je-li v období vegetace velký počet dnů s vysokou oblačností (SMID and BOUWMEESTER 1993).

Světlo a teplota spolu úzce souvisí (in natura) a ani jeden z nich nemůže být izolován od dalších klimatických faktorů. Studie ukázaly, že výnos nažek a silice z velké části závisí na dostupnosti asimilátu karbohydrátů v raných fázích produkce semen. Rostliny kmínu vyžadují vysokou intenzitu světla a vysokou úroveň fotosyntézy, aby vyprodukovaly dostatek kvalitní silice. Také krátká fotoperioda přispívá k větší velikosti a počtu plodů u kmínu. Účinek světelné kvality a mechanismus, kterým světlo působí na produkci kmínu není stále objeven. Účinek fotoperiody je v podstatě úzce spojený s teplotou. Dvouletý kmín upřednostňuje přiměřené bezextrémní teploty, zatímco jednoletý kmín preferuje vyšší teploty pro svůj dobrý růst (NEMÉTH 1998).

Kmín je velmi náročný na vodu a to v obou letech vegetace (PÍSAŘÍK, HYŽDÍK 1955). V prvním roce potřebuje vodu nejvíce v srpnu, kdy se vytváří kořenová soustava a listová růžice. Ve druhém roce má kmín největší požadavky na vláhu v období intenzivního růstu, od konce dubna do konce května. Pozdější srážky nevyrovnají škodlivé působení

nedostatečné zimní vláhy. Optimální půdní vlhkost pro klíčení je 80% maximální vodní nasycenosti (HÁJEK 1996). Při nedostatečné půdní vlhkosti se prodlužuje klíčení a zejména vzcházení, které může trvat až 60 dní (ŠPALDON 1986). Při dostatečné vlhkosti se příznivě rozvíjí podzemní i nadzemní hmota, zvyšuje se příjem živin a procentuální obsah minerálních látek v rostlině. Dlouhodobé srážky během kvetení však prodlužují dobu kvetení, kmín nerovnoměrně dozrává a kvalita produkce se snižuje. Nadbytek vody způsobuje větší napadání rostlin patogeny a tím se může snížit výnos až o 50%. Nárokům kmínu na vláhové podmínky nejlépe odpovídají humidnější oblasti (KOCOURKOVÁ 1996). Celkové množství srážek má vliv na výnos a rozmístění výnosového potenciálu. Ve druhém roce se množství a kvalita světla výrazně uplatňuje v době dozrávání plodů. Semena s vysokou klíčivostí (nad 80%) a s vysokým obsahem silice (5 – 7 %) se vytvářejí v letech, v nichž po dobu dvou dekád v době dozrávání je denní teplota asi 18°C, ionizace je větší než 130 hodin a srážky nepřesahují 40 mm (ŠPALDON 1986).

Ve fázi kvetení a tvorby plodů je kmín také náročný na vyšší vzdušnou vlhkost. Vedlejší okolíky kvetou o 9 – 14 dnů později než hlavní okolík a z toho vyplývá, že se za optimální vlhkosti zkracuje doba kvetení a dozrávání je stejnoměrné. Z toho důvodu se daří kmínu v humidnějších oblastech. Při studeném a vlhkém počasí je nižší opylení, což přímo ovlivňuje výnos. Proto dochází ke kolísání výnosů během let s rozdílným průběhem počasí (BOUWMEESTER, SMID 1995).

Příliš časté a vydatné srážky v období kvetení stejně jako suché počasí negativně ovlivňují průběh oplodnění (ŠPALDON 1986). Množství vody ve druhém roce se projevuje nejen na celkové výši výnosu, ale i na rozmístění výnosového podílu na jednotlivých květních stoncích. Při větší vlhkosti připadá větší podíl na větve třetího a dalších pater, což působí i na rovnoměrnost dozrávání a omezování sklizňových ztrát. To také vysvětluje dobré hospodářské výsledky holandských a severoněmeckých pěstitelů a u našich pěstitelů v podhorských polohách s dostatkem vláhy (ŠPALDON 1986).

Vztahem průběhu počasí na produkci kmínu se zabývali KOCOURKOVÁ, KRÁLÍK (2006), došli k závěrům, že pro výsev kmínu kořenného jsou vhodnější ranější výsevy. Při pozdějším výsevu (červen, červenec) se termín kvetení, zrání a tedy i sklizně porostu

opozdí jen nepatrně (několik dní) a že termín výsevu nemá významný vliv na obsah silice, toto je ovlivněno především faktory jako je ročník, odrůda popř. zdravotní stav, výživa apod.

Vývoj na začátku vegetace je pomalý. Kmín klíčí při teplotě 6 – 8°C, optimum pro klíčení je 12 – 24°C. Při půdní teplotě 9°C a teplotě vzduch 10 – 14°C kmín vzchází za 14 – 24 dnů. Tvorba listové růžice trvá asi měsíc. Dobře vyvinuté rostliny odolávají i velkým mrazům (-30°C). Generativní orgány se zakládají po skončení juvenilní fáze, která podmiňuje úplný přechod jarovizačního stádia. Nástup juvenilní fáze je závislý na výživném stavu rostliny. Rostlina má mít 13 – 14 listů, průměr kořenového krčku by měl dosahovat minimálně 7 mm. Podmínkou jarovizace je pokles teploty půdy v hloubce 5 -10 cm pod 12°C (KOCOURKOVÁ 1996). Mikroskopickým pozorováním vegetačních vrcholů u kmínu kořenného se zjistilo, že u ranějších odrůd nastává přechod z vegetativní do generativní fáze o 19 -22 dní dříve. Diferenciace vegetačního vrcholu probíhá u raných odrůd 7 dní, u pozdějších odrůd 13 – 15 dní (CHLÁDEK *in* ŠPALDON 1986). Jarovizace může za určitých podmínek proběhnout i na jaře, když po teplejším období, během kterého slabší rostliny zesílí a dosáhnou potřebného vývojového stupně, přijde dostatečný pokles teploty na minimální potřebnou dobu.

Na jaře již při teplotě 3°C začíná kmín vegetovat. Vytváří se rýhovaný stonek, který se větví. Počet větví je do značné míry ovlivněn prostředím. Lodyha roste do výšky 30 až 120 cm, je větvená, přímá až obloukovitě vystoupavá. Množství bočních větví je ovlivněno geneticky a architekturou porostu (solitérní rostlina vytváří větší počet větví než rostlina v hustém zápoji). Lodyha je zelená, v době kvetení bývá anthokyanově zabarvena. Po prodlužovacím růstu, při náběhu do květu, je kmín náročný na délku slunečního svitu a teplotu. Optimální je teplota v rozmezí 16 – 22 °C. Příliš vysoké teploty při dozrávání plodů způsobují větší ztráty silic, nízké teploty zase omezují syntézu silic. Rostlina po květu odumírá. Ve vegetaci do dalšího roku pokračují jen ty rostliny, které v tomto roce nebyly schopny vykvést (KOCOURKOVÁ 1996). Přirozený výskyt kmínu kořenného bývá na stanovištích s neutrální půdní reakcí, vysokou zásobou draslíku a střední až vyšší zásobou dusíku. Výživa kmínu v prvním vegetačním roce rozhoduje o stavu a produkční schopnosti porostu, neboť přechod z vegetativní do generativní fáze (v září) vyžaduje odpovídající zásobu živin v kořenech. Velikost kořene ovlivní celkové utváření rostliny, výšku, počet větví, počet okolíčků a hmotnost semene

na rostlině. Byla zjištěna kladná závislost obsahu silice v plodech a klíčivosti semen na velikosti kořene (WEGLARZ in VRZALOVÁ, PROCHÁZKA 1988).

Kmín není náročný na půdu, ale na půdní reakci. Vyhovují mu půdy s reakcí pH 6 – 7,5, tedy nejvhodnější jsou půdy s neutrální reakcí. Na kyselých půdách působí příznivě vápnění. Roste a dobře se vyvíjí v písčitohlinitých i jílovitých půdách s dobrým vodním režimem. Zvláště vhodné jsou lehčí, humózní, neslévavé půdy v semiaridních a semihumidních oblastech, v nichž kmín rychle a stejnoměrně vzchází a v letním období může vytvořit dostatečně silný porost. V aridních oblastech, pokud není možná závlaha, mohou být potíže se založením porostu zejména při pozdějším výsevu a vývinu kořene a listové růžice ve významném růstovém období (srpen – září) je zpomalený. V těchto oblastech je menší výnosová jistota. Polohy se vybírají chráněné před větry. Kmín nesnáší půdy velmi mělké, písčité, vysychavé, nevhodné jsou půdy těžké, zamokřené a zaplevelené zejména pýrem. Nejvhodnější pěstební oblastí z hlediska produkce kmínu jsou níže položené bramborářské oblasti, kde se nepěstují sadbové brambory a dále okrajové řepařské oblasti. V těchto oblastech se docilují stabilnější výnosy. V ostatních oblastech se kmín setkává s koncentrací a specializací jiných technických plodin. Jeho výnosová jistota závisí vedle ročníkových vlivů i na zvýšené pěstitelské péči (VRZALOVÁ, PROCHÁZKA 1988).

V posledních letech se pěstování kmínu kořenného v ČR rozšířilo do několika oblastí. Jihovýchodní část středních Čech (Benešov) bývala tradiční pěstitelskou oblastí kmínu, ale vlivem špatných odbytových podmínek se v této oblasti kmín přestává pěstovat. Tradiční pěstitelskou oblastí je i oblast východních Čech, kde se kmín pěstuje nejvíce (Českomoravská vysočina až předhůří Orlických hor). Rychle se rozvíjející oblastí s pěstováním kmínu je střední Morava (Haná, Dražanská vysočina), kde tato plodina nemá dlouhou tradici, ale pěstitelé rozšiřují spektrum pěstovaných plodin. Kmín kořenný se pěstuje také v dalších oblastech: západní část jižní Moravy (Třebíčsko, Žďársko, část Znojemska), předhůří Bílých Karpat (Uherské Hradiště, Zlín, Hodonín), oblast Oderských hor (Přerov, Kroměříž, Nový Jičín), a severní Morava (Jeseník, Opava). Většina ze jmenovaných území se převážně nachází v zemědělské výrobní oblasti řepařské a bramborářské, kde jsou pro pěstování kmínu kořenného v ČR vhodné podmínky (MINAŘÍK 2005).

3.3. Pěstování kmínu kořeného

Kmín kořený (*Carum carvi* L.) patří mezi nejstarší kořeninové rostliny využívané člověkem a také byl jako jedna z prvních kořeninových druhů zaveden do kultury (KADLEC, 1996). Nejpravděpodobnější původ této plodiny je z oblasti Malé a Střední Asie. Kmín je pravděpodobně nejstarším kořením používaným také v Evropě. Znali jej dobře staří Egypťané, Římané a Řekové (MIČÁNKOVÁ, LEJNAR 1991). Kmín kořený znali lidé od doby kamenné, což dosvědčují nálezy zbytků pokrmů pocházejících z této doby. Objeven byl i ve starých egyptských hrobkách a na místech odpočinku karavan podél „Hedvábné cesty“ v Číně (LAVENDEROVÁ, FRANKLINOVÁ, 1999).

V Evropě byl znám již v době neolitických kolových staveb ve třetím tisíciletí př. n. l., ale v té době ještě nebyl pěstován, neboť se využívalo planě rostoucího kmínu z přirozených stanovišť, ale překvapivě brzy byl zaveden i do kultury. První doložená písemná zmínka o pěstování kmínu pochází z doby vlády Karla Velikého na počátku devátého století, kdy byl pěstován na císařských statech. Z historických faksimilií ze dvanáctého století se dozvídáme o pěstování kmínu také na území dnešního Španělska a Maroka. K většímu rozšíření pěstitelských ploch kmínu došlo v IX. století v Holandsku, později také v Sasku a v ruské gubernii Tambov. S rozvojem chemického průmyslu koncem devatenáctého století vyvstala také větší potřeba kmínu jako suroviny pro získávání kmínové silice. Z tehdejších center pěstování kmínu v Anglii a Holandsku se šířilo pěstování do dalších zemí (HÁJEK 1996). Nejpěstovanějším byl velkoplodý nizozemský kmín z okolí města Groningenu.

I u nás má pěstování kmínu bohatou tradici. První zmínka o použití kmínu u nás je již v Kosmově kronice z roku 1073 (BERANOVÁ 1980). Ve druhé polovině devatenáctého století se začalo zkoušet pěstování na větších plochách na Čáslavsku, kam pan Havelka importoval osivo holandských kmínů, které přeséval a udržoval. Později toto osivo rozšiřoval jako krajovou odrůdu Ronovský. Z těchto materiálů byly výběry šlechtěny odrůdy Hokešův (1935), Moravský (1941) a Český (1952). První domácí odrůdou intenzivního typu byl Ekonom (1964), který byl stejně jako předešlé odrůdy opadavý (HÁJEK 1996). Na šlechtění odrůdy Ekonom se významnou mírou podílel šlechtitel František Procházka (1926 – 1989), který vyšlechtil na Šlechtitelské stanici Keřkov, pracoviště Česká Bělá, první neopadavou odrůdu kmínu kořeného registrovanou pod názvem REKORD v roce 1978. Tato odrůda, díky geneticky fixované neopadavosti

nažek, napomohla k velkovýrobnímu rozšíření pěstování kmínu, protože se porost mohl nechat plně dozrát a sklízet mlátičkami bez nebezpečí velkých ztrát vzniklých opadem nažek před nebo během sklizně. V té době byla na uvedeném pracovišti vypracována metodika pěstování kmínu pro naše podmínky. Postupně produkce kmínu stoupla natolik, že naše republika dosáhla soběstačnosti a významná část produkce se mohla exportovat (HÁJEK 1996). Nynější rozsah pěstování kmínu na orné půdě a celková produkce jej řadí ve skupině léčivých, aromatických a kořeninových na jedno z prvních míst spolu s ostropestřcem mariánským. Tuto, dnes i exportní komoditu, u nás pěstitelky stabilizovaly další vyšlechtěné a registrované neopadavé odrůdy kmínu, odrůda PROCHAN (registrace 1989) a odrůda KEPRON (registrace 1996). Odrůda KEPRON se nezkouší, protože majitel práv nepodal žádost o prodloužení registrace (ŠMIROUS 2008).

V současné době (2008) je ve Společném katalogu odrůd druhů zemědělských plodin Evropské unie zapsáno 12 odrůd kmínu kořeného, z toho jsou 2 odrůdy českého původu (ec.europa.eu).

Kmín kořený je stále významnou komoditou českého zemědělství a následně také důležitou položkou zahraničního obchodu s kořením. S ohledem na dlouholetou tradici pěstování, šlechtění a výzkumu má kmín v ČR stále specifické postavení a patří mezi rozhodující kořeninové rostliny. Faktorem omezujícím jeho pěstování v tuzemském prostředí je především ekonomická situace pěstitelů ve vztahu k uspokojení stále větších nároků na kvalitu produkce, tj. na odpovídající technologie pěstování i posklizňové úpravy.

Pěstování kmínu po silných letech 2001 – 2003 zaznamenává recesivní období, charakteristické každoročním poklesem pěstebních ploch kmínu až na 1 620 ha v roce 2006. Tento pokles je odpovědí na nestabilní prostředí odbytu kmínu a je určující pro cenový vývoj kmínu na tuzemském trhu, který zaznamenal, jak lze vidět v níže uvedeném přehledu, výrazný pokles v letech 2005 i 2006.

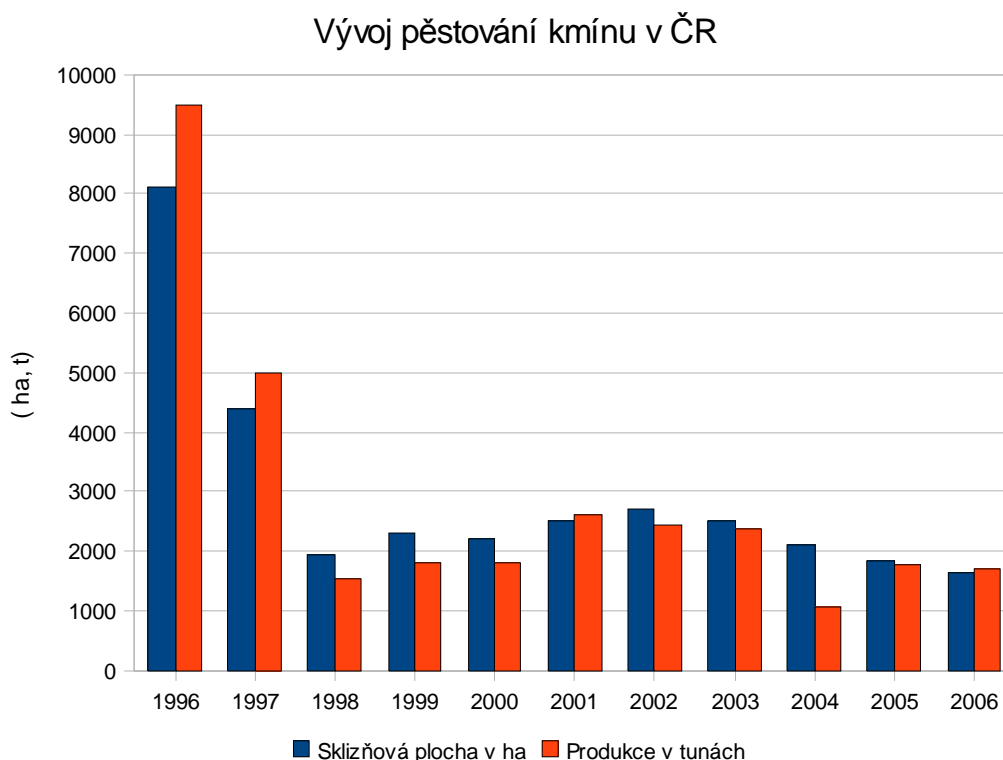
Tabulka číslo 2: *Vývoj ploch a produkce kmínu v ČR*

ROK	Sklizňová plocha v ha	Produkce v tunách	Výnos v t/ha
1985	3 692	2 215	0,60
1989	4 833	5 255	1,09
1990	6 124	6 549	1,07

1991	4 650	3 813	0,82
1992	5 343	4 590	0,86
1993	2 052	356	0,17
1994	2 350	2 103	0,88
1995	6 000	5 000	0,83
1996	8 120	9 500	1,00
1997	4 400	5 000	1,00
1998	1 950	1 520	0,80
1999	2 300	1 785	0,85
2000	2 210	1 800	0,75
2001	2 500	2 600	1,10
2002	2 700	2 449	0,91
2003	2 500	2 375	0,95
2004	2 100	1 050	0,50
2005	1 850	1 758	0,95
2006	1 620	1 701	1,05

(SITUAČNÍ A VÝHLEDOVÁ ZPRÁVA, ČERVENEC 2007)

Graf číslo 1: Vývoj pěstování kmínu kořenného v ČR



Tabulka číslo 3: Přehled cen zemědělských výrobců kmínu v ČR (Kč/kg)

Přehled cen zemědělských výrobců kmínu v ČR (Kč/kg)								
1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
14-34,-	18-40,-	25-48,-	35-52,-	31-48,-	22-38,-	25-40,-	17-24,-	17-24,-

(SITUAČNÍ A VÝHLEDOVÁ ZPRÁVA, ČERVENEC 2007)

Kmín, i přes výrazný pokles v posledních letech, stále patří v rámci LAKR k nejvýznamnějším českým exportním položkám, které dosahují dlouhodobě kladné bilance zahraničního obchodu, z objemového i z finančního hlediska. Výjimkou byl pouze rok 2005, kdy nabyla bilance ve finančním vyjádření záporné hodnoty.

(SITUAČNÍ A VÝHLEDOVÁ ZPRÁVA, ČERVENEC 2007)

Dovoz kmínu zaznamenává v posledním pětiletí poměrně významný nárůst, a to především v letech 2004 a 2005. V roce 2006 situace stagnovala, dovoz opět mírně poklesl na 395 t (o 21,3% méně oproti roku 2005). Nejvíce kmínu bylo dovezeno ze zemí EU, přičemž dominantní pozici zaujalo od roku 2005 Polsko, které tak dosud

odsunulo tradiční Rakousko. (SITUAČNÍ A VÝHLEDOVÁ ZPRÁVA, ČERVENEC 2007)

Vývoz kmínu po svém vrcholu v roce 2003, kdy bylo z ČR vyvezeno 2 037 t, klesl v následujících letech až na nejnižší úroveň 702 t v roce 2005. Až v roce 2006 zaznamenal vývoz kmínu mírný nárůst na 913 t (tj. 30,2% meziroční nárůst). V posledních letech patří mezi hlavní země určení pro český kmín tradiční Slovensko, kam v posledních dvou letech směřovalo přes 50% vyváženého kmínu, dále Německo, Nizozemsko, Ukrajina a Maďarsko. (SITUAČNÍ A VÝHLEDOVÁ ZPRÁVA, ČERVENEC 2007)

Pro pěstování kmínu jsou vhodné zejména semiaridní oblasti, půdy střední a lehčí, s dostatečným množstvím humusu a vápna. Nejvhodnější jsou pozemky v dobré půdní síle, chráněné před větrem s půdní reakcí pH 6 – 7,5. Z pěstování vylučujeme pozemky zamokřené, těžké, velmi mělké, písčité, vysychavé a silně zaplevelené (VRZALOVÁ, PROCHÁZKA 1988).

Vyšlechtěním nových odrůd neopadavého typu kmínu (Rekord, Prochan, Kepron) se Česká republika zařadila k evropské, resp. světové špičce ve šlechtění kmínu. Tyto odrůdy se kromě neopadavosti vyznačují také vysokým obsahem silice, proto je „český kmín“ na evropských a světových trzích žádaný a má vysoký kredit (KAMENÍK 1996). V Německu a Holandsku byla šlechtění kmínu také věnována velká pozornost. Holandský kmín je dodnes nejžádanější na světových trzích (HABÁN *et al.* 2001).

Tabulka číslo 4: Dovoz kmínu do ČR podle kalendářních roků (kód KN 0909 3000, 0909 4000)

Ukazatel	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Množství v t	249,4	188,3	159,0	155,3	134,4	443,3	502,7	395,5
Hodnota v tis. Kč	11 705,3	11 359,3	11 438,4	13 168,5	12 480,1	19 675,2	20 548,6	19 275,7

(SITUAČNÍ A VÝHLEDOVÁ ZPRÁVA, ČERVENEC 2007)

REKORD je odrůdou registrovanou v roce 1978 v České Bělé. Šlechtění odrůdy začalo již v roce 1962, kdy bylo osivo odrůdy Ekonom ozářeno dávkou 18 000r na gamacelu. Z vyšetého ozářeného osiva byly vyhledávány rostliny s neopadavými nažkami v plné zralosti. V roce 1978 byly zkoušky ukončeny a byla povolena první neopadavá odrůda (HÁJEK 1996). Výška rostlin je středně vysoká, rostliny jsou vzpřímeného vzrůstu. Listy sytě zelené, středně velké s jemnými úkrojky. Kvete bíle, ojediněle se vyskytují

narůžovělá květenství. Velikost okolíků střední, rozložení v horní části rostliny. Výnosy nažek ročníkově vyrovnané s vysokým obsahem silic. Zdravotní stav průměrný s náznakem větší citlivosti na soubor kořenových a stonkových chorob (*Fusarium sp.*, *Rhizoctonia sp.* apod.). Přizpůsobivá ve všech oblastech pěstování kmínu (KADLEC 1996).

PROCHAN je odrůdou registrovanou v roce 1990 a výchozím materiálem byla holandská odrůda Bleija. Suchá semena byla ozářena dávkou 3 000r. Následně byla v letech 1985 až 1989 vytvořena z vybraných kmenů populace, která byla zapsána do Listiny povolených odrůd, jako odrůda pod názvem Prochan (HÁJEK 1996). Jedná se o neopadavý typ dvouletého kmínu kořenného. Průměrná výška rostlin dosahuje 96 cm se středně silným až velkým květenstvím. Listy středně velké, zeleně zbarvené s jemnými úkrojky, pochvatě řapíkaté. Okolíky středně velké až velké. Nažky výrazně neopadavé, světle hnědé. Odrůda má dobrou odolnost vůči vymrzání, je vzdorná poléhání. Kvete bíle s pozdějším nakvétáním oproti odrůdě Rekord. Výnosy vysoké, ročníkově vyrovnané. Pěstitelsky přizpůsobivá odrůda s určitou vzdorností proti kořenovým a stonkovým chorobám (KADLEC 1996).

KEPRON je odrůdou registrovanou v roce 1994, je tedy v současné době nejmladší odrůdou kmínu kořenného registrovanou v České republice. Tady je nutno se zamyslet, zda-li nezaostává české šlechtitelství a po vynikajících výsledcích s neopadavými odrůdami nenastane období úpadku pěstování Českého kmínu s tak dobrou kvalitou. Pro odrůdu Kepron byla rovněž jako u Prochanu výchozím materiálem odrůda Bleija ozářená dávkou 3 000r s následujícím výběrem rostlin odpovídajícího typu. V následujících třech letech po ozáření byl u odrůdy Kepron zaznamenán o 11% vyšší výnos než u kontrolní varianty, kterou činila odrůda Rekord (HÁJEK 1996). Rovněž odrůda Kepron je také neopadavý typ dvouletého kmínu kořenného. Výška rostlin střední, větvení střední až velké. Květ bílý, okolíky pootevřené, barva nažek světle hnědá. Přezimování na úrovni odrůdy Rekord a Prochan. V kvetení a zrání je na úrovni odrůdy Rekord, avšak odrůda Prochan je oproti odrůdě Kepron mírně pozdější. Stejnomenost dozrávání pravidelná. Kepron je přizpůsobivá odrůda s dobrými výnosy nažek. Zdravotní stav průměrný (KADLEC 1996). Odrůda se nezkouší, protože majitel práv nepožádal o prodloužení registrace od roku 2007 (ŠMIROUS 2008).

ÚKZUZ (2006) uvádí, že odrůda Rekord je určená k produkci semene pro potravinářské účely a je dvouletého charakteru, neopadává. Je řazen mezi středně rané odrůdy kmínu se střední výškou. Obsah silice v semeni je vysoký, podíl karvonu v silici je standardní. Odrůda Rekord je určena do všech pěstitelských oblastí kmínu kořenného. Předností téhle odrůdy má být vysoký obsah silice v semeni a naopak pěstitelským rizikem může být nižší výnos. Udržovatelem této odrůdy je SATIVA Keřkov, a.s., SEMPRA PRAHA a.s., a OSEVA PRO, s.r.o., Praha.

Prochan je dle ÚKZUZ odrůdou určenou rovněž pro potravinářské účely, je dvouletého charakteru, neopadává. Je středně raná a polopozdní odrůda a rostliny jsou středně vysoké. Obsah silice v semeni je středně vysoký až vysoký s podílem karvonu v silici standardním. Odrůda je určena do všech pěstitelských oblastí kmínu kořenného. Předností Prochanu je vysoký výnos a pěstitelská rizika nemají výrazný charakter. Udržovatelem je SATIVA Keřkov, a.s., a SEMPRA PRAHA a.s.

Kepron je jako předcházející odrůdy určen k produkci semene pro potravinářské účely, dvouletého charakteru, neopadává. Je středně ranou odrůdou se střední výškou rostlin. Obsah silice v semeni je středně vysoký až vysoký s podílem karvonu standardním. Rovněž i tahle odrůda je určena do všech pěstitelských oblastí kmínu kořenného. Přednostmi je vysoký výnos s nevýznamnými pěstitelskými riziky. Udržovatelem odrůdy Kepron je SATIVA Keřkov, a.s.

BLEIJA byla první zahraniční neopadavou odrůdou kmínu, která vznikla na základě pečlivé selekce na nepřítomnost oddělovací vrstvy ve stopkách poupat, květů a plodů. Zdrojem pro selekci bylo potomstvo dvou neopadavých rostlin nalezených ve stodole, které měly proti ostatním rostlinám ještě většinu semen na sobě a dále potomstvo pěti neopadavých rostlin vybraných z 2 500 sledovaných rostlin tradiční odrůdy Volhouden. Postupným výběrem a křížením vzniklo 12 rodů, které tvořili základ neopadavé odrůdy Bleija, která byla v roce 1972 zařazena do oficiálního seznamu doporučených odrůd v Holandsku (NEMÉTH 1998).

V současné době je možno se na trhu setkat i s neregistrovanými odrůdami kmínu kořenného, které nejsou typické pro Český kmín, protože se jedná o kmíny se zkrácenou dobou vegetace. Jde o ozimou formu kmínu dříve označovanou jako ALFA, a jarní formu označovanou jako SPRINTER. Tyto neregistrované odrůdy se pěstují v některých

zemědělských podniků a jsou na trh dodávány zpravidla s kmínem dvouletým. Tento obsahuje podstatně menší množství silic (u ozimé formy je obsah o třetinu nižší, u jarní formy pak až o polovinu) a poskytuje i nižší výnos. Pěstování těchto neregistrovaných odrůd je stále v oblibě některých pěstitelů, protože v teplejších, sušších a tedy méně vhodných oblastech pro kmín dvouletý se daří právě těmto neregistrovaným odrůdám. Naopak ve vlhčích a chladnějších oblastech Vysočiny se těmto odrůdám nedaří. Pěstování registrovaných odrůd a odrůd, které prošly odrůdovými zkouškami ÚKZUZ dává první předpoklad k dosažení maximálního výnosu kmínu kořenného v požadované kvalitě. Pěstitelé by měli respektovat zákon č. 316/2006 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby). (www.ukzuz.cz)

Šlechtění se v první řadě zaměřuje na typy s neopadavými nažkami, které zaručují jistotu výnosu. Z ostatních hospodářských vlastností je v popředí zájmu rychlost růstu v prvním roce, dobrá odolnost proti vyzimování, stejnoměrnost kvetení, dobré nasazení okolíků v horní třetině rostliny, vzdornost k poléhání a chorobám jistota v nasazování a výnosu nažek, zvýšení semenářské jakosti a to nejen klíčivosti, ale i půdní vzházivosti. Zároveň se sleduje i možnost zvýšení silic v nažkách. Šlechtění je směřováno především na kmín dvouletý, i když byly zkoušeny i kmíny jednoleté, nebo ozimé formy kmínu (Hájek 1996). Vynořují se však určité pochybnosti o „udržení“ základního znaku, a to neopadavosti u odrůdy REKORD. Bylo by potřebné zrevidovat metodiku udržovacího šlechtění a případně ji doplnit o sledování stálosti základních anatomických předpokladů rostlin kmínu pro zajištění neopadavosti (KLUMPAR 1999). Neopadavost (přítomnost nebo nepřítomnost oddělovací vrstvy ve stopkách plodů) je založena monogenně dominantně (NEMÉTH 1998). V rámci projektu NAZV (Národní agentura pro zemědělský výzkum) „Biodiverzita kmínu kořenného (*Carum carvi*, L.) a možnosti jeho využití v integrované rostlinné produkci“, který byl řešen v letech 1997 – 2000, byly hodnoceny odrůdy kmínu registrované v ČR. Z výsledků pokusů ve Šlechtitelské stanici Česká Bělá a Agritec s.r.o. Šumperk zaměřených na vyhodnocení odrůdových vlastností odrůd Rekord, Procha a Kepron vyplývá, že v morfologických znacích nejsou u uvedených odrůd rozdíly v jednotlivých letech ani podle stanoviště, i když odrůda Kepron měla větší četnost nejvyšších hodnot. Tato odrůda vykazovala však v rámci sledovaných souborů největší variabilitu znaků. V morfologických rozborech nejvyšších

hodnot dosáhla odrůda Kepron u znaků výška rostliny, počet větví prvního a druhého řádu, počet a hmotnost nažek v okolících na větvích prvního řádu, výnos nažek na jednu rostlinu a na jednotku plochy. U odrůdy Prochan byly zjištěny vyšší hodnoty pouze v počtu okolíčků na hlavním okolíku, v počtu nažek v hlavním okolíku a v obsahu silic v nažkách hlavního okolíku (KOCOURKOVÁ, FIŠEROVÁ 2001). Obsah silice v odrůdách byl závislý na průběhu počasí ve sledovaných letech. Nejvyšší obsah silic pravidelně vykazovala odrůda Rekord, podíl karvonu neklesl pod 50% a mezi odrůdami nebyly zjištěny podstatné rozdíly. U všech odrůd neklesl obsah silic pod 3%. Jelikož výše uvedené odrůdy nevykazovaly podstatné rozdíly, je účelné se zaměřit na šlechtění, které by vycházelo z odrůdy s největší variabilitou, tedy s nejmladší odrůdou Kepron. Sledování rozdílů v habitu rostlin by mohlo být podkladem k vytvoření typu výkonné rostliny kmínu. O výnosové schopnosti odrůd mohou rozhodovat především znaky s největším variačním rozpětím (např. počet větví a okolíků na rostlině, počet semen v okolíku a HTS) (ŠMIROUS ml. 1999).

Zařazení kmínu kořenného v osevním postupu

Doporučuje se pro pěstování vybrat pozemek s jednotnou předplodinou a agrotechnikou. Vhodnými předplodinami jsou obilniny a okopaniny. Nevhodné jsou jeteloviny, rozorané louky, jiné travní porosty a olejniny, zejména řepka (VRZALOVÁ, PROCHÁZKA 1998). Tyhle důležité poznatky ovšem celá řada pěstitelů nedodrží.

Po sobě se zařazuje kmín nejdříve za šest let z důvodu přenosu chorob a škůdců. Výsevek se provádí na pozemky vzdálené nejméně 200 m od současných kultur či zaoraných porostů, aby se předešlo rozšiřování roztočů (KOCOURKOVÁ 1996).

Porost kmínu se zakládá setím do krycí plodiny, nebo jako čistá kultura. Jako čistá kultura může být hlavní plodinou, nebo jako následná plodina po brzy sklizených předplodinách. Takovou předplodinou může být např. žito sklizené na zeleno (KAMENÍK 2001). Proti tomu VRZALOVÁ, PROCHÁZKA (1988) uvádějí sníženou klíčivost kmínu po žitě a některých léčivých rostlinách (náprstník vlnatý, rulík zlomocný, oman pravý, šalvěj lékařská).

Výživa a hnojení

Kmín je rostlina náročná na živiny, především dusík (ŠPALDON 1986). Nejvyšší potřeba dusíku v prvním roce vegetace je v období intenzivního rozvoje listové růžice (červenec

– srpen) a ve druhém roce ve fázi metání (tvorba stonků a větví) (VRZALOVÁ, PROCHÁZKA 1998). Nejvyšší odběr draslíku je ve fázi metání a na počátku kvetení, u fosforu a vápníku na počátku podzimu v prvním vegetačním roce a ve fázi tvorby plodů (KORDANA, LESNIEWSKA, GOLEZ *in* VRZALOVÁ, PROCHÁZKA 1998). Účinek živin nelze u kmínu vyjadřovat jen jednotkami výnosu. Podíl sklizně semen je malý v porovnání s celkovou hmotou rostliny, kterou kmín během dvou roků vytvoří. Na výnos 1 – 2 t semen musí v době květu vytvořit 30 – 40 t.ha⁻¹ zelené hmoty (VRZALOVÁ, PROCHÁZKA 1988). Umožnit správný vývojový cyklus rostlin, zabezpečit optimální vývin výnosotvorných prvků a zdravou kondici předpokládá, že půda je ve staré síle a dávka živin pro kulturu kmínu bude činit 120 – 180 kg.ha⁻¹ N, 140 kg P₂O₅ (62 kg P) a 120 kg K₂O (100kg K) (VRZALOVÁ, PROCHÁZKA 1988).

Hnojení provádíme před setím, část fosforu můžeme dodat v množství 40 – 50 kg P₂O₅ (17,6 – 22,0 kg P) na hektar ve formě superfosfátu před koncem vegetace na podzim. Dusík se hnojí dělenými dávkami. První 2/3 plánované dávky dusíku dodáme kmínu v roce výsevu. Dusík se aplikuje při výsevu v čisté kultuře před setím v ledkové formě nebo ve formě síranu amonného. Osvědčuje se také DAM 390 před setím. Při setí kmínu do podsevů se přihnojení dusíkem provede po sklizni krycí plodiny. Ve druhém vegetačním roce porosty posoudíme a dobře zapojené, s dobře vyvinutými kořeny (síla alespoň 5 mm), husté, již nemusíme hnojit dusíkem. Dusíkem přihnojíme pouze porosty velmi řídké, kde je méně než 100 rostlin na m² nebo kde převládají rostliny nedostatečně vyvinuté. Hnojíme zde ledkovou formou a dávkami odpovídajícími skutečné potřebě. DAM nelze použít brzy na jaře, protože způsobuje popálení rostlin poškozených mrazem (KOCOURKOVÁ 1996). Při pěstování kmínu v krycí plodině se dávky hnojiv zvyšují o potřebu krycí plodiny (KRÁLÍK, KOCOURKOVÁ 2004). V posledních letech nejsou známy práce, které by se zabývaly hnojením kmínu kořenného.

3.4. Současný stav řešené problematiky

3.4.1. Tvorba silic

Silice jsou z fyziologického hlediska exkrety. Hromadí se v různých částech rostlinných orgánů: především v květech (heřmánek), plodech (kmín, koriandr, fenykl, anýz), listech (meduňka, máta, eukalyptus), kůře (skořicovník), dřevu (jalovcové dřevo),

oddencích (puškvorec, kurkuma), kořenech (andělíka) a semenech (muškátový ořech). Sekreční struktury jsou buď na povrchu rostliny nebo v rostlinných tkáních. Typ sekreční struktury je specifický pro čeleď nebo druh. Jsou to žlaznaté chlupy, papily, siličné buňky, kanálky a anatomicky vhodně stavěné mezibuněčné prostory (SVOBODA 2000). V rostlinách čeledi hluchavkovitých se silice hromadí v mnohobuněčných žlaznatých trichomech, u čeledi hvězdčicové se na květech, stoncích a listech nacházejí siličné kanálky často spojené svazky cévními. V rostlinách čeledi vavřínovitých jsou velké siličné buňky v kůře stonku, kdežto v listech jsou tyto buňky v mesofylu. U čeledi myrtovité a routovité vzniká sekreční tkáň ze speciální mateřské buňky dělením v buňky dceřiné, které se dělí a odstupují od centrální dutiny. Buňky kolem nádržky produkují esenciální olej a nádržka se dále rozšiřuje prostřednictvím lýzy jejich buněčných stěn. Například na kůře citrusových druhů jsou pouhým okem viditelné velké kulaté siličné nádržky nebo žlázy. Esenciální oleje z rostlin čeledi miříkovité se tvoří v dlouhých sekrečních kanálcích, které se nazývají *vittae*. Vznikají schizogenně v plodech a kořenech. V čeledi zázvorovité se v osemeni vyskytují obdélníkovité siličné buňky, které se nacházejí v semeni a oddenku. Samostatné siličné buňky se nacházejí rozptýlené v oddenku. Můžeme tedy shrnout, že esenciální oleje jsou syntetizovány ve speciálních buňkách nebo skupinách buněk. Ale obecně se vyskytují v převaze v jedné části rostliny nebo orgánu jako jsou listy, květy, kalichy, plody, kořeny atd. (LAWRENCET 2001).

Jejich význam pro rostlinu je objasněn pouze částečně. Zatím se uvádí, že mohou být lákadly pro hmyz a že fytoncidní účinky chrání rostlinu před některými houbovými chorobami (JIRÁSEK 1986). Mohou být faktory v allelopathii, inhibitory klíčení. Podle některých autorů mohou terpenoidy podporovat určitý druh komunikace jako selektivní biologické impulsy. Mohou v rostlinách působit jako usměrňovače transpirace. Z hlediska energie a zdrojů je syntéza silic pro rostlinu velmi nákladná a ukazuje, že tyto metabolity musí mít důležitou funkci jako záchranné mechanismy rostliny. Hlavní funkce: obrana proti býložravcům, hmyzu, obratlovcům, houbám, bakteriím a virům a pro hojení ran. Poskytují signály pro opylovače a látky dispergované na semenech a plodech důležité v komunikaci mezi rostlinami a symbiotickými organismy. Mluví se také o možnosti jejich role v obraně proti UV záření (GREENWAY A SVOBODA 2003). Obsah silice kolísá během vegetace, ale i během dne což ukazuje na roli silic

v metabolismu rostlin. Obsah silic v jednotlivých druzích kolísá. Např. květy růží, které poskytují jednu z nejdražších silic – růžový olej, obsahují jen 0,01% silice. Naproti tomu poupata hřebíčkovce kořenného, poskytují známé koření „hřebíček“ obsahují 16-18%. Složení silice v jednotlivých orgánech téhož druhu nebývá stejné. Zatímco např. v kůře skořicovníku cejlonského je hlavní složkou silice skořicový aldehyd, v silici listů je nejznámější eugenik, v silici kořenů kafr. Obsah silice u pěstovaných siličnatých druhů ovlivňuje termín sklizně, zdravotní stav rostlin, ošetření přípravky na ochranu rostlin a oblast pěstování (JIRÁSEK 1986).

3.4.2. Sekreční struktury

Množství a kvalita syntetizovaných a skladovaných substancí kolísá mezi orgány, v jednotlivých růstových fázích, během dne, v rozdílných rostlinných částech a dokonce v rámci populací. Většina substancí je syntetizována v buněčné cytoplasmě, endoplasmatickém retikulu a kumulována ve vakuolách nebo specializovaných buňkách, sekretována do specializovaných mezibuněčných prostor a sekrečních struktur (FAHN 1988 in GREENWAY, SVOBODA 2003).

Sekreční struktury mohou být rozděleny do dvou skupin, interní v rámci rostlinných pletiv a externí na epidermis. Interní sekreční struktury zahrnují sekreční buňky, sekreční dutiny a kanálky. Externí sekreční struktury se vyskytují ve formě žlázatých trichomů (SVOBODA *et. al* 2000). Je mnoho specializovaných sekrečních pletiv jako hydathody, mléčnice, nektárie a osmofory.

Terpeny a další vedlejší produkty metabolismu rostlin jsou odstraňovány aktivní nebo pasivní sekrecí. Sekrece znamená proces separace z protoplastu, v užším slova smyslu, uvolněné substance, která má speciální fyziologický účinek (enzymy, hormony). Separace produktů metabolismu je exkrece (KISSER 1958 in ESAU 1965). Sekreční prostory ve formě dutin nebo kanálků se tvoří buď schizogenně nebo lysigenně nebo kombinací obou postupů. Schizogenní prostory jsou zpevněné sekrečními buňkami obsahujícími epithelium. Lysigenní prostory jsou obklopeny více či méně rozloženými buňkami, které porušené tvoří prostor. Oddělování buněk při tvorbě schizogenních prostor se může vyskytovat s předchozím dělením buněk nebo bez dělení. Později buňky lemují rozdělený prostor a umožňují tak jeho zvětšení. Prostory mohou být kruhové (*Burseraceae*, *Leguminoseae*, *Myrtaceae*), nebo prodloužené a kanálky

(*Coniferae*, *Anacardiaceae*, *Araliaceae*, *Compositae*, *Apiaceae*). Exkreta mohou být těkavé terpeny (*Pittosporae*, *Guttiferae*, *Myrtaceae*, *Apiaceae*), viskózní balzámy (*Coniferae*, *Araliaceae*), gumoreziny (*Clusoidae*), latex (*Papaveraceae*, některé *Apiaceae*, *Cactaceae*), gummy nebo slizy (*Araliaceae*, *Sterculariaceae*). V lysigenních prostorech exkrece vzniká v buňkách před tím než se tyto buňky rozloží (*Citrus*, *Eucalyptus*). Rozpuštění začíná v několika buňkách, pak se dále rozšiřuje na přilehlé buňky (ESAU 1965).

V rostlinách čeledi miříkovité (*Apiaceae*) tvoří sekreční kanálky větvenou síť, často vedoucí z kořenů přes stonek do listů, květů a plodů. V plodech se nazývají vittae (BOSABALIDIS, 1996 in GREENWAY, SVOBODA 2003).

3.4.3. Vliv prostředí na množství a kvalitu silic

Složení silic jednoho druhu se může měnit v závislosti na zeměpisných a genetických faktorech, to je fenomén známý jako chemický polymorfismus (PENGELLY 2004). Chemotypy jsou mezi siličnatými rostlinami velmi běžné. Jedním z nejlepších příkladů je tymián (*Thymus vulgaris* L.) ze západního Středomoří. Tento druh, který je morfologicky homogenní, má sedm odlišných chemotypů: šest v aridních oblastech nebo na jihu Francie (thymol, karvakrol, geraniol, linalool, α -terpineol nebo trans-4-thujanol a cis-8-myrcenol) a jeden v Španělsku (cineol) (BRUNETON 1999). Nedávné studie domácích populací hořkého fenyklu v Izraeli potvrdily výskyt čtyř odlišných skupin v závislosti na nadmořské výšce. Jsou založeny na poměru trans-anetholu/esragolu. Chemotyp je taxonomická jednotka, která se liší od zbytku populací složením sekundárních metabolitů. Plasticita chemického složení v různých podmínkách u *Apiaceae* je méně známá, některé práce se týkají petržele (*Petroselinum vulgare* L.). Některé práce jsou známy u čeledi *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Papaveraceae* (FELKLOVÁ 2003, BARAZANI *et. al.* 2002).

Teplota, délka dne, výživa a vlhkost mohou urychlit nebo zpomalit tvorbu sekundárních látek, vzhledem k tomu, že mají schopnost krátit nebo prodloužit určité vývojové fáze rostlin (FELKLOVÁ 2003). Vliv klimatických faktorů na obsah účinných látek je hlavně nepřímý. Ovlivňující metabolické procesy, které jsou spojeny s tvorbou účinných látek (např. působení světla na tvorbu siličnatých žlázek, a tím i tvorba silice). U siličnatých rostlin se nejčastěji sledoval vliv světla a sucha. Potvrdilo se, že oba faktory podporují

tvorbu silice a vysvětlení vychází z názoru, že nedostatek kyslíku a uzavření průduchů podporuje tvorbu terpenů. U siličnatých rostlin je rovněž důležitá otázka potřeby vody. Předpokládá se, že silice mohou sloužit k omezení transpirace tím, že se odpařují do blízkosti transpirující rostliny, klesá-li příjem fyziologicky přístupné vody v půdě a klesne-li v poledních hodinách silně atmosférická vlhkost, prodělávají rostliny tzv. stav dočasného zavadání, který opakovaním vede u siličnatých rostlin v určitých oblastech k přizpůsobení jejich metabolismu, kdy se tvoří významné množství látek potřebných pro tvorbu terpenů. Některé údaje nasvědčují tomu, že se tvorba silic stimuluje na teplých sušších stanovištích. Tyto údaje však neplatí obecně. Existují případy, kdy závlahy kladně ovlivnily tvorbu silic na slunných lokalitách mezofytních typů rostlin – *Menta x piperita*, *Melissa officinalis*, *Ocimum basilicum*, *Carum carvi* (FELKLOVÁ 2003).

Pro dané druhy je poměr jednotlivých složek v silici během vývinu velmi variabilní. Tak tedy pro mátu peprnou (*Mentha x piperita* L.), pokles obsahu (-)-menthonu byl pozorován během vegetačního cyklu a korespondoval se snížením obsahu (-)- mentholu a (+) – neomentholu. Tyto změny je možné běžně pozorovat u dalších druhů, například fenyklu, mrkve a koriandru (hladina linaloolu je o 50% vyšší ve zralých plodech než v nezralých). Teplota, relativní vlhkost, suma světelných dní a dlouhodobé povětrnostní podmínky uplatňují přímý vliv, hlavně na druhy u kterých ovládají akumulaci struktury v povrchových tkáních (např. žlázkaté trichomy u *Lamiaceae*). Pokud jsou tyto struktury uloženy hlouběji v pletivu, kvalita silice je více konstantní. Například u máty peprné dlouhé dny a mírné noci vedou k vyššímu výnosu silice a ke zvýšení obsahu menthofuranu v silici. Naproti tomu, chladné noci podmiňují tvorbu mentholu. Také kultivační zásahy mají vliv na výnos a kvalitu finálního produktu (hnojení, množství N, P a K, závlahový režim). Zkušenosti ukazují, že neexistují jednotná pravidla pro všechny případy (BRUNETON 1999).

Silice rostlin čeledi miříkovité obsahují množství složek zahrnující mono- a sesquiterpeny, alifatické neterpenoidy, ftaloidy a deriváty fenyylpropanu, ale je nápadné, že některé složky se vyskytují běžně v čeledi (limonen, 3-karen, anethol, apiol a myristicin) a některé jsou specifické pro určitý druh (fenchon, karvon, některé ftaloidy) (KUBECZKA *et al.* 1982 in HAY *et al.* 1993).

Jak se ukazuje, chemická diverzita na úrovni druhů (infraspécifická variabilita) je spíše

pravidlem než výjimkou. Znalost infraspecifické variability může být užitečná při identifikaci odlišných odrůd podle hlavních složek silice, například kořen petržele a odrůdy s hladkými celokrajnými listy obsahují myristicin a apiol v listech a plodech, zatímco kadeřavé typy odrůd obsahují pouze myristicin (FRANZ a GLASL 1976 in HAY *et al.* 1993). Podle TITZE *et al.* (1983) a BOSE *et al.* (1986) kolísá obsah silice a její složení u kozlíku lékařského (*Valeriana officinalis*) u jednotlivých rostlin (HAY *et al.* 1993). Velmi známé jsou chemotypy u heřmánku pravého (*Matricana recutita* (L.) RAUSCH). Byly objeveny typy s obsahem bisabololoxidu –A, bisabololoxidu –B, bisabolonoxidu, α –bisabololu, chamazulenu a bez chamazulenu a jeho prekorzorů (MOTL *et al.* 1977, FRANZ 1982 in HAY *et al.* 1993).

3.4.4. Chemické složení silic

Silice používané ve farmacii, parfumerii a potravinářství jsou téměř výhradně složeny z komponent patřících do skupin terpenů a derivátů fenypropanů. Tvoří se dvěma cestami, a to mevalonátovou (vznikají terpeny) a šikimátovou (vznikají fenolické látky, kumariny).

Některé silice obsahují produkty degradace netěkavých složek (HAY *et al.* 1993).

Terpeny (terpenoidy)

Terpeny tvoří základ silic a jsou v nich bohatě zastoupeny. Hlavní stavební jednotkou terpenů je isopren. Řadíme sem několik tisíc přírodních látek. Vyskytují se ve všech formách živé hmoty, ale biologické funkce známe jen u malého počtu. Terpeny lze především považovat za „smyslové molekuly“. Mnohé jsou příjemné vonící látky, jiné jsou barevné. Dělíme je podle počtu isoprenoidních jednotek, z nichž jsou zbudovány jejich molekuly (HAY *et al.* 1993).

HAY *et al.* (1993) systematizuje terpeny následovně:

- a) pravé monoterpeny (silice, oleopryskyřice, iridoidy)
- b) nepravé monoterpeny (pyrethriny)
- c) sesquiterpeny (silice, serviterpenoidní laktony)
- d) diterpeny
- e) triterpeny a steroidy (saponiny, kardiotonické glykosidy, fytoosteroly,

modifikované triterpeny)

f) karoteny

g) polyisopreny.

Monoterpeny se vyskytují převážně v rostlinách, jsou to těkavé kapaliny, tvoří součást silic a balzámů. Dalším zdrojem rozmanitosti struktur jsou změny prostorového uspořádání molekul prostřednictvím center asymetrie. Například menthol má tři asymetrické uhlíky, může tedy teoreticky tvořit osm (2³) různých stechiometrických konformací. Tyto isomery mají i odlišné organoleptické vlastnosti (HAY *et al.* 1993).

Seskviterpeny jsou alifatické mono-, di- a tricyklické struktury. Mají o pět uhlíků ve struktuře více než monoterpeny a tedy větší schopnost stereochemické diverzity (HAY *et al.* 1993). Jsou méně těkavé než monoterpeny, ale tvoří podstatnou část některých silic. Patří sem také např. juvenilní hormon juvebion, fytohormony, rostlinné pohlavní atraktanty (sirenin), feromony (farnesol), antibiotika (trichothecin) a vonné látky (santaloly, cedreny), mono a polycyklické uhlovodíky (β – bisabolen, β – karyofylen) (BRUNETON 1999). Zajímavou skupinu tvoří seskviterpenické laktony, z nichž přes 90% je obsaženo v rostlinách čeledi *Asteraceae*. Byla u nich prokázána biologická aktivita různého typu. Některé způsobují hořkou chuť rostlin, jiné jsou přímo toxické pro hospodářská zvířata a další mají odpudivý účinek pro hmyz.

Molekuly diterpenů se skládají ze čtyř C₅ jednotek, sesterpenů z pěti, triterpenů ze šesti a tetraterpenů z osmi jednotek. Tetraterpeny se přímo nepodílí na tvorbě silic (karotenoidy, fytohormony, steroidy, alkaloidy) (HAY *et al.* 1993).

Deriváty fenylypropanu (fenylpropanoidy)

Vyskytují se méně často než terpeny. Strukturu fenylypropanu tvoří šestiuhlíkatý aromatický kruh a tříuhlíkatý postranní řetězec. Postranní řetězec vždy obsahuje dvojnou vazbu, výjimečně kyslíkatou funkční skupinu (cinnamaldehyd ve skořicovém oleji). Aromatický kruh může být substituován až čtyřmi kyslíky, na které může být dále vázána metylová skupina a vytváří se pak etylétery. Jsou to často alkyl a propenol fenoly, někdy aldehydy, charakteristické pro čeleď *Apiaceae* (anetol, anisaldehyd, apiol, metylchavikol), ale také pro hřebíček, muškátový ořech, pelyněk, bazalku, puškovec, skořicovník (eugense, asason, safrol, skořicový aldehyd). Dále se můžeme setkat s

vanilinem, methyl anthranilátem (BRUNETON 1999).

Složky různého původu

Tyto komponenty pocházejí z přeměn netěkavých složek a často jsou zodpovědné za ovocné vůně. Mohou se vyskytovat v podobě konkrētu a absolutnu, které působí rozdílně podle způsobu přípravy. Pokud jsou extrahované pomocí destilace vodní parou, mohou se v silicích vyskytovat.

- složky pocházející z degradace mastných kyselin
- složky pocházející z degradace terpenů
- ostatní složky (N, S složky) (BRUNETON 1999)

Tabulka č. 5: *Složení kmínové silice*

Obsahové látky v Carvi oleum
(+)-karvon (do 65%)
limonen (do 50%)
Myrcen
Karneol
Dihydrokarveol
Dihydrokarvon
D3-karen
Sabinin
a-pinen
Kamen

zdroj: (faf.vfu.cz)

Biosyntéza hlavních složek silic

Výchozím materiálem pro biosyntézu isoprenoidní jednotky je acetyl-CoA, vznikající převážně v mitochondriích, K tvorbě je dále zapotřebí redukované NADPH, produkované hlavně pentozovým cyklem a energie, vnášená do reakce pomocí ATP. Biosyntézu isoprenoidní jednotky katalyzují enzymy lokalizované v membránových strukturách endoplasmatického retikula (HAY *et al.* 1993).

Obrovské množství struktur sekundárních metabolitů vzniká jednou ze tří

biosyntetických cest nebo z kombinace dvou nebo více těchto cest. Jsou acetátová, mevalonátová (kyseliny nebalonové) a šikimátová (kyseliny šikimátové) cesta. Ovšem vyšší rostliny, některé řasy a bakterie využívají pro syntézu izoprenoidů neobvyklou cestu DOXP/MEP. Tato biosyntéza probíhá v plastidech (WANKE *et al.* 2001).

Pro stanovení obsahu karvonu a limonenu se používá převážně plynová chromatografie s plamenoionizační (FID) nebo hmotnostní (MS) detekcí. Lze však s výhodou použít i vysoce účinnou kapalinovou chromatografii (HPLC) s UV nebo polarimetrickou detekcí, derivační spektrofotometrie v UV oblasti a protonové magnetické resonance.

3.4.5. Izolace silic

a) destilace vodní parou prostá

Je to nejméně šetrný způsob získávání silice. Destilací se poškozují jemnější složky silice. Přesto se však s ohledem na poměrně nízké náklady používá tento postup nejčastěji. Izolace probíhá v přístrojích na stanovení silic. Využívá se zde schopnosti silic těkat s vodními parami a zpětně po ochlazení kondenzovat. Silice se s vodou zachycuje v zásobní baničce přístroje a stáhnutím do kapiláry je možno po kalibraci odečíst její objem.

b) destilace nasycenou vodní parou

Rostlinný materiál nepřichází do styku s vodou, ale pára je hnána přes perforovanou desku s materiálem. Po zrychlení operace a snížení výdeje energie je možno použít vyššího tlaku (1 – 3 bary). Limitující je ale typ silice a jejích složek, zvyšuje se teplota, kvalita silice se může zhoršit.

c) hydrodifúze

Spočívá v pulzním propouštění vodní páry pod malým tlakem (0,02 – 0,15 bary) přes rostlinný materiál ze shora dolů. Složení takto získaného produktu je odlišné od silice získané klasickým destilačním způsobem. Tato procedura šetří čas a energii.

d) lisováním epikardu plodů *Citrus* sp. za studena

e) další destilační metody

Jedním ze způsobů je destilace vodní parou mikrovlnami ve vakuu.

f) extrakce organickými rozpouštědly

Extrakcí rostlinného materiálu v organických rozpouštědlech (benzín, petroléter)

vzniká tzv. konkret, který obsahuje balastní látky. Po další extrakci konketu v ethanolu

vzniká absolutní silice.

g) enfleuráž

Bezpečným tukem za studena, zpravidla vepřovým sádlem nebo macerací horkým tukem za tepla. Enfleuráž se vyplatí jen u vzácných silic (jasmín), z tuku se potom silice extrahuje organickými rozpouštědly.

h) superkritická fluidní extrakce (CO₂, propan).

Někteří autoři uvádějí, že silice získaná superkritickou fluidní extrakcí má odlišné složení než silice získaná destilací vodní parou. Silice je extrahována z drogy fluidním extraktorem a jímána do nádoby s n-hexanem (BRUNETON 1999).

Izolace silic u kmínu kořeného

Nejméně šetrným způsobem získávání silice je destilace vodní parou, protože se při ní poškozují jemnější složky silice. Přesto se však s ohledem na poměrně nízké náklady používá tento postup nejčastěji. Mezi alternativní postupy patří například tzv. enfleuráž bezpachým tukem za studena, lisování suroviny, macerace horkým tukem za tepla, extrakce v organických rozpouštědlech (benzín, petroléter) a superkritická fluidní extrakce pomocí oxidu uhličitého.

V České republice se k průmyslové izolaci silic používá převážně destilačních metod. Pokud se kmín bude zpracovávat ve farmácii, řídí se požadavky na kvalitu Českým lékopisem. Lékopis přesně vymezuje požadavky na obsah silice a její kvalitu a určuje a popisuje metodu stanovení obsahu silice. Pro kvalitu kmínu používaného na zpracování v potravinářském průmyslu se požadavky odvíjí ze zákona o potravinách 110/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů (306/2000 Sb.), respektive z vyhlášky č. 339/2001 Sb. o metodách zkoušení a způsobu odběru a přípravy kontrolních vzorků za účelem zjišťování jakosti a zdravotní nezávadnosti potravin nebo surovin určených k jejich výrobě a jakosti tabákových výrobků. Z této vyhlášky vyplývají požadavky na jakost, fyzikální a chemické vlastnosti a metody stanovení těchto hodnot (obsahu silice). Vyhláška č. 339/2001 Sb. o metodách zkoušení doporučuje metody zkoušení přednostně používané stejným způsobem pro různé komodity, dále pak uvádí, že pokud existují pro jednotlivé metody jiné, alternativní postupy, je možno použít kterýkoliv postup. Vyhláška č. 419/2000 Sb. pro koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky a ochucovadla

a hořčici odkazuje pro stanovení obsahu na technické normy ČSN ISO 6571 Koření, kořenící látky a byliny – stanovení obsahu těkavých olejů a ostatní ČSN ISO normy (stanovení obsahu vlhkosti, stanovení celkového popela atd.).

Dále se pro stanovení obsahu silic používá ještě dosud, používaná norma ČSN 58 0110 Metody zkoušení koření, některé laboratoře používají oblíbenou metodu z ČsL IV. (Československý lékopis IV., 1987). Bylo zjištěno, že i když má laboratoř nebo instituce zapracované určité postupy ve svých metodikách, těchto postupů se nedrží. Nejedná se však pouze o samotnou destilační metodu, ale rozdíly v postupech se týkají například přípravy vzorku pro analýzu (mletí, velikost částic, typy mlýnků, frakce použité k analýze atd.) (RŮŽIČKOVÁ 2004).

Kmín kořený (*Carum carvi L.*) je v České republice významnou minoritní plodinou, jehož plochy dosahují v posledních letech (od 1998) 2000 až 2500 ha. V našich podmínkách se kmín pěstuje nejčastěji jakou dvouletá plodina, buď v krycí plodině nebo jako čistá kultura. Kmín se převážně pěstuje v bramborářské a řepařské výrobní oblasti, někteří pěstitelé jej však zařazují i v kukuřičné výrobní oblasti (KOCOURKOVÁ 1996).

Silice se získávají destilací vodní parou a lisováním. Nažky kmínu obsahují 2 – 7 % silic. V silici je především karvon (50 – 60 %) a limonen (40 – 50 %). V menším množství obsahuje silice také pinen, thujon, kamfen, felandren atd. (SVOBODA 2000).

3.4.6. Cena kmínové silice

Ceny silice se stanovují na základě kalkulací, množství při odběru, kvalitě: lékopisná, potravinářská, na poptávce a období cenových relací samotného kmínu. Dosavadní cena je od 550 do 650 Kč/kg s tím, že větším odběrem (odběr na sudy tj. 180 kg jeden sud) klesá cena. Rozdíly ceny lékopisné a potravinářské se v současné době nedají uplatnit, i když lékopisná silice je redestilovaná a tedy energeticky i finančně náročnější. (JOSEF KAČER 2008).

4. Materiál a metodika

4.1. Materiál

K stanovení obsahu silic v kmínu kořeném (*Carum carvi* L.) byly použity nažky z různých stanovišť a z různých variant pěstování.

4.1.1. Charakteristika stanovišť

Stanoviště Velemín - Kmín byl pěstován na pozemcích Sdružení soukromých zemědělců Velemín, který se nachází ve výrobní oblasti bramborářsko-ovocnářské, subtypu ječného, litoměřického okresu na jižním úpatí Českého středohoří. Nadmořská výška pěstebních pozemků se pohybuje od 145 m n.m. (u břehů Labe) až k místům v Českém středohoří s maximální výškou 450 m n.m. Sdružení obhospodařuje 940 ha zemědělské půdy, z tohoto orná půda činí 806 ha tj.85,75%. Pěstování kmínu se v rozmezí let 1998-2003 pohybovalo od 32 ha, v roce 1998 do 117 ha a v roce 2003 - 2005 120 ha což představuje 3,4-12,5% zemědělské půdy. Typ půdy v této pěstitelské oblasti je hnědozem s mírnou podzolizací, která v některých místech přechází na černozem (6,1%). Převažujícím druhem půdy jsou půdy písčitohlinité a hlinité, část pozemků má jílovitohlinitý podklad.

Stanoviště Huštěnovice - kmín byl pěstován ve firmě FYTO Huštěnovice, která se nachází v okrese Uherské Hradiště. Tato lokalita je v kukuřičné výrobní oblasti.

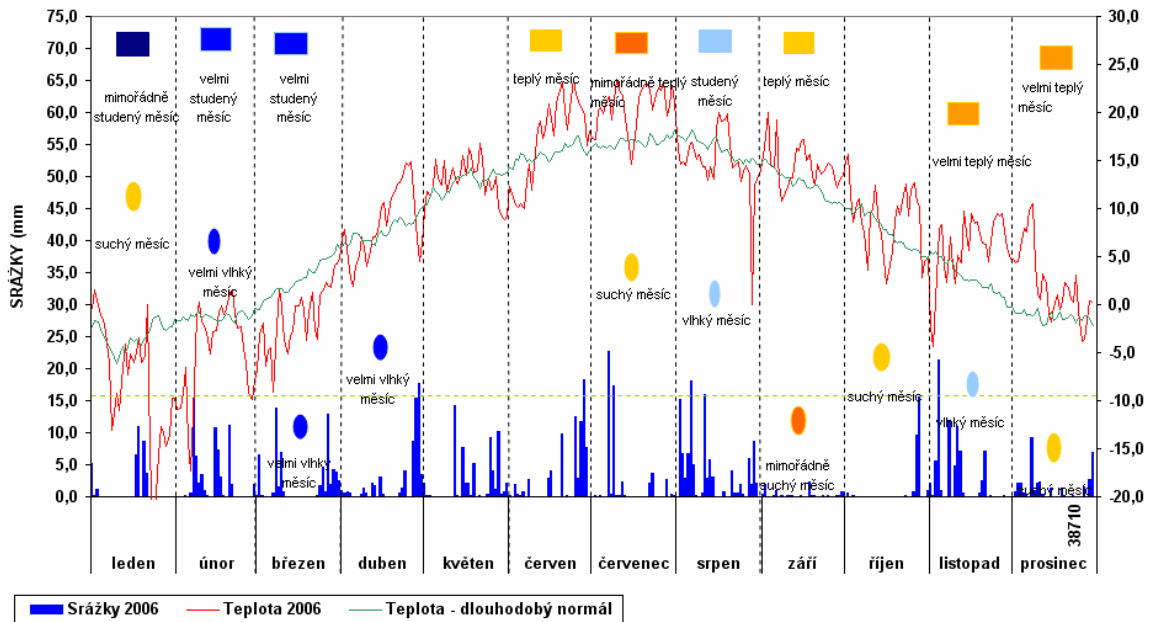
Z hlediska geologické charakteristiky je zde matečný substrát tvořen bezkarbonátovými nivními uloženinami, v menší míře karbonátovými nivními uloženinami a pleistocénními štěrkovými terasami, lokálně také sprašemi. V dané lokalitě se nachází výhradně černozem degradovaná na spraši a černozem (typická) na spraši. Většina půd vyskytujících se v zájmovém území patří dle NOVÁKA mezi půdy středně těžké.

Podle agrochemického rozboru je zde dobrý obsah fosforu, vyhovující obsah draslíku a dobrý obsah hořčíku. Je doporučováno opatrné přihnojování draslíkem. Kmín je zde pěstován od roku 1995 na rozloze od 50 do 90 ha. Vybraná lokalita je v nadmořské výšce 186 m. n. m.

Stanoviště Šumperk - Kmín byl pěstován ve firmě Agritec s. r. o. Šumperk. Lokalita se nachází na rozhraní okrajové řepařské a bramborářské výrobní oblasti, v subtypu bramborářsko-pšeničném, v podhůří Jeseníků. Plocha byla v nadmořské výšce 328 m n. m. Půdotvorný substrát tvoří sprašové pokryvy, na kterých se tvoří půdní typ

ilimerizovaná půda, subtyp oglejená, velmi hluboká až hluboká, půdní druh hlinitá až hlinitojílovitá.

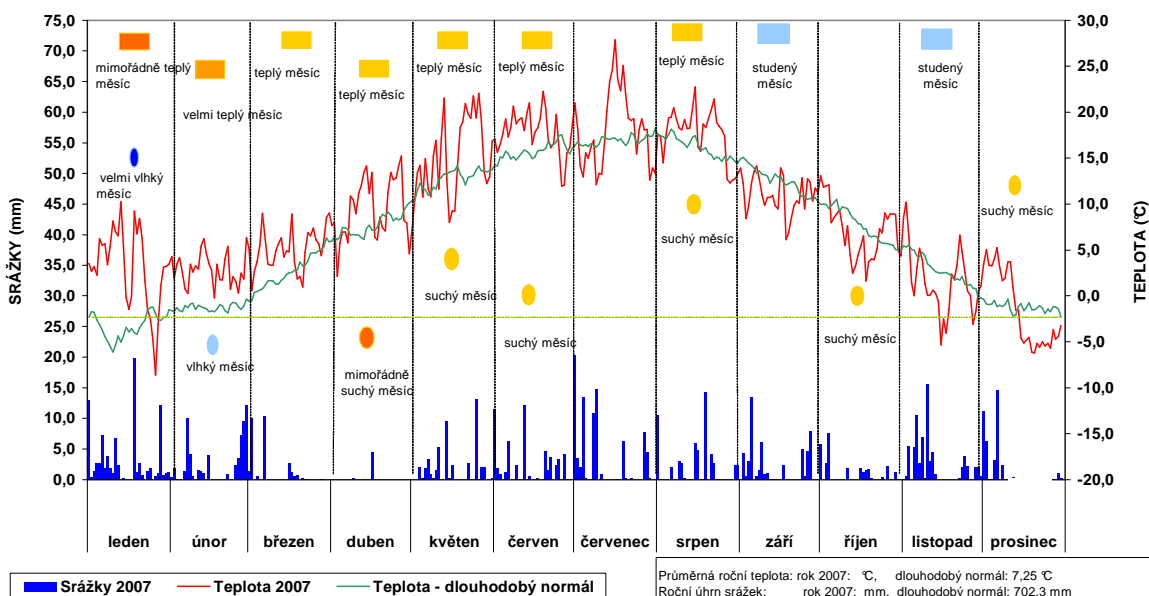
Graf č.2: Počasí v roce 2006, lokalita Šumperk



(zdroj: Agritec Šumperk s r.o., 2008)

V období 2006 se na lokalitě Šumperk vyskytly čtyři období sucha, jak je zřejmé z grafu, které měly vliv na produkci kmínu. První období bylo začátkem dubna, které bylo mimořádně suché, druhé květnu 2007. V této době dochází k vzházení kmínu. Třetí období sucha nastalo v červenci až srpnu 2007, kdy se sklízí krycí plodina. Po sklizni krycí plodiny kmín potřebuje dobré podmínky pro růst, především dostatek světla. Čtvrté období nastalo v září až říjnu 2007, kdy je kmín již sklizen. Grafy jsou zpracovány na základě denních teplot a sumy denních srážek.

Graf č.3: Počasí v roce 2007, lokalita Šumperk



(zdroj: Agritec Šumperk s r.o., 2008)

4.1.2. Charakteristika rozborovaných vzorků

K rozborům na obsah silic byly použity vzorky z výše uvedených stanovišť.

Ze stanoviště Velemín byly rozborovány vzorky nažek kmínu z pěstitelského období 2001 – 2002 a z období 2002 – 2003 (rozbory byly provedeny v roce 2004), které byly skladovány v chladničce do teploty 10°C. Jednalo se o dvě odrůdy, které se zde pěstovaly v uvedených letech a to o odrůdu SPRINTER. Jedná se o jednoletou odrůdu (seje se a sklízí v jednom vegetačním roce), která není v ČR registrována a není registrována ani ve Společném katalogu odrůd EU, od roku 2005 se nepěstuje. Dále se z toho pracoviště rozborovaly nažky odrůdy REKORD, která je popsána v literárním přehledu.

Ze stanoviště Huštěnovice byly rozborovány vzorky nažek kmínu z pěstitelského období 2002 – 2003 (rozbory byly provedeny v roce 2004), které byly skladovány v chladničce do teploty 10°C. Jednalo se o odrůdu KEPRON a neregistrovaný materiál, který je v praxi pěstován jako kmín se zkrácenou vegetační dobou. Ze staniště Huštěnovice byly dále rozborovány nažky, které byly přihnojovány hnojivy

následujícího složení:

a - 3,2% N, 1,5 % P₂O₅, 2,0% K₂O, 1,3% MgO, 3,0% SO₄ (5 l na ha)

b - 2,2% K₂O, 1,8% MgO, 2,2% SO₄ , 0,2% Fe, 0,5% Zn, 0,1% Mn, 0,07% Cu, 0,03% Mo, 0,1% B (3 l na ha)

c - 3,0% N, 1,0 % P₂O₅, 4,0% K₂O, 1,5% MgO, 1,5,0% SO₄ , 0,2% B (5 l na ha)

d - 4,1% N, 2,0% MgO, 1,8,0% SO₄ , 0,3% Fe, 0,4% Zn, 0,2% Mn, 0,1% Cu, 0,2% Mo, 0,3% B (3 l na ha)

Ze stanoviště Šumperk byly rozborovány vzorky nažek kmínu z pěstitelského období 2006 – 2007 (rozborů byly provedeny v roce 2008), které byly skladovány v chladničce do teploty 10°C. Jednalo se o odrůdy REKORD, PROCHAN, KEPRON, což jsou odrůdy popsané v literární části. Silice získané destilací nažek všech třech odrůd byly dále rozborovány na zjištění obsahu karvonu a limonenu, hlavních složek kmínové silice.

4.2. Metodika - postup při stanovení silice

U kmínu kořenného se stanovuje jako kritérium kvality, obsah silic a v nich množství karvonu a limonenu a jejich vzájemný poměr. Pro kvalitu kmínu je od roku 1998 závazná vyhláška č. 331/1997 Sb. (419/2000 Sb.) Zákona o potravinách a tabákových výrobcích 110/1997. Vyhláška (ČSN 58 0110) požaduje obsah silic nejméně 2,5% (ml/100g). Pro využití ve farmaceutickém průmyslu je závazný Český lékopis z roku 2005, který požaduje obsah 30 ml.kg⁻¹ silice a nejméně 50 % zastoupení karvonu. Pro izolaci a stanovení obsahu silic se využívá převážně destilace s vodní parou.

Destilace s vodní parou

Pro destilaci s vodní parou byla použita metoda podle ČSN 58 0110. Do destilační baňky 1 l byl navážen vzorek alespoň 10 g nemletého kmínu kořenného, přidáno 400 ml vody a varné kamínky. Vzorek byl destilován 4 hodiny. Chlazení bylo vypnuto a chvíli bylo destilováno bez vaty, až silice kvantitativně stekla. Poté bylo vypnuto zahřívání a po 5 minutách byl odečten objem vydestilované silice. Množství silice v procentech bylo pak následně vypočteno podle níže uvedeného vzorce (Destilační přístroj viz obr č.1).

- Použitá metoda podle ČSN 58 0110
- Navážka vzorku pro kmín nejméně 10 g

- Vzorek nerozemletý, stanovení se provádělo z celých nažek kmínu.
- Vzorek vpraven do destilační aparatury s 400 ml vody a destilován 4 hodiny.
- Odečteno množství silice v cm^3
- Vypočten obsah podle vzorce:

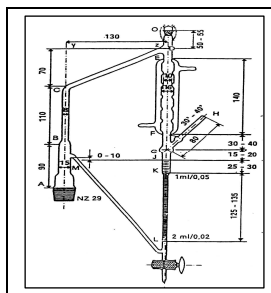
$$\text{Obsah silice (\%)} = (100 \cdot a \cdot h) : n$$

Kde a je objem silice v cm^3

h hustota v $\text{g} \cdot \text{cm}^3$

n navážka vzorku v g

Obrázek č. 1: Destilační přístroj pro stanovení obsahu silic podle metody ČSN 58 0110



5. Dosažené výsledky

V průběhu řešení diplomové práce byl obsah silic stanovován v nažkách získaných od pěstitele z Velemína (okr. Děčín), kde se pěstovaly registrovaná odrůda REKORD, která je dvouletého charakteru a odrůda SPRINTER, která je v České republice neregistrovaná a je jednoletého charakteru. Rozdíly mezi obsahem silic v těchto odrůdách byly zhodnoceny pomocí analýzy rozptylu a bylo zjištěno, že nejsou průkazné rozdíly mezi roky, ale jsou velmi vysoce průkazné rozdíly mezi odrůdami.

Tabulka č. 6: *Analýza rozptylu pro obsah silice z Velemína*

Zdroj variability	Součet čtverců	St. vol.	Průměrný čtverec
Rok	0,077	1	0,077
Odrůda	2,784	1	2,784***
Interakce 2. řádu	0,019	1	0,019
Chyba	0,578	8	0,072
Celkem	3,458	11	0,314

Tabulka č. 6a: *Průměrný obsah silice v %*

rok	op.	Odrůda	
		REKORD	SPRINTER
2002	1	2,94	2,5
	2	3,26	2,36
	3	3,29	1,98
	průměr	3,16	2,28
2003	1	3,3	2,47
	2	3,6	2,68
	3	3,31	1,93
	průměr	3,4	2,36
	průměr	3,28 a	2,32 b

a,b = statisticky odlišné páry ($P < 0,05$)

Z tabulky č. 6a vyplývá, že při pěstování kmínu na stanovišti Velemín v letech 2002, 2003 nejsou rozdíly mezi lety, ale rozdílný obsah silice poskytují odrůdy. Tradiční odrůda REKORD měla obsah silice téměř o 1% vyšší než je obsah silice v odrůdě SPRINTER. Podle vyhlášky zákona o potravinách obě odrůdy na stanovišti Velemín poskytují odpovídající obsah silic. Norma pro jednoletou odrůdu požaduje min. 1,5% silice v nažkách kmínu.

Dále byl stanovován obsah silic z nažek, které byly vyprodukované při pěstování na

stanovišti v Huštěnovicích. Rozdíly mezi typy kmínu byly průkazné.

Tabulka č.7: *Analýza rozptylu pro obsah silic z Huštěnovic*

Zdroj variability	Součet čtverců	St. vol.	Průměrný čtverec
Odrůda	1,118	1	1,118*
Chyba	0,495	4	0,124
Celkem	1,613	5	0,323

Tabulka č. 7a: *Obsah silic na stanovišti Huštěnovice r. 2004*

rok	op.	KEPRON	Kmín neregistrovaný se zkrácenou dobou růstu
2004	1	2,40	2,24
	2	3,25	1,96
	3	3,20	2,06
	průměr	2,95 a	2,09 b

a,b = statisticky odlišné páry (P < 0,05)

Z tabulky č. 7 vyplývá, že při pěstování kmínu na stanovišti Huštěnovice v roce 2004 je rozdíl mezi obsahem silice. Odrůda KEPRON má vyšší obsah silic o 0,86% než neregistrovaný kmín. Opět byl obsah silic odpovídající NORMĚ pro kmín ČSN , která uvádí že dvouletý kmín (KEPRON) má obsah silic o 0,45% vyšší než min. 2,5% a kmín neregistrovaný se zkrácenou dobou růstu měl obsah vyšší o 0,59% než uvádí příslušná norma.

Obsah silic ovlivňuje také přihnojení. V Huštěnovicích proběhly pokusy, kde se kmín přihnojoval v období dlouhivého růstu a zelené zralosti hnojivy s mikroprvky pod označením a, b, c, d. Složení těchto hnojiv uvádí následující přehled:

a - 3,2% N, 1,5 % P₂O₅, 2,0% K₂O, 1,3% MgO, 3,0% SO₄ (5 l na ha)

b - 2,2% K₂O, 1,8% MgO, 2,2% SO₄ , 0,2% Fe, 0,5% Zn, 0,1% Mn, 0,07% Cu, 0,03% Mo, 0,1% B (3 l na ha)

c - 3,0% N, 1,0 % P₂O₅, 4,0% K₂O, 1,5% MgO, 1,5,0% SO₄ , 0,2% B (5 l na ha)

d - 4,1% N, 2,0% MgO, 1,8,0% SO₄ , 0,3% Fe, 0,4% Zn, 0,2% Mn, 0,1% Cu, 0,2% Mo, 0,3% B (3 l na ha)

V roce 2004 v Huštěnovicích se aplikovala hnojiva s mikroprvky tak jak jsou dodávána na trh pro olejninu a cukrovku pod označením Mikroprvky a MgNSol.

Tabulka č.8: *Analýza rozptylu pro obsah silic z různých variant přihnojení*

Zdroj variability	Součet čtverců	St. vol.	Průměrný čtverec
Přihnojení	7,093	3	2,364 _{xx}
Chyba	5,959	20	0,298
Celkem	13,052	23	0,567

Rozdíly mezi variantami hnojení byly vysoce průkazné.

Tabulka č. 8a: *Obsah silic na stanovišti Huštěnovice z různých variant přihnojení*

varianta přihnojení			
a	b	c	d
3,78	5,42	3,97	3,29
3,63	4,67	3,80	3,03
3,81	4,85	3,92	3,13
4,99	3,73	4,41	3,03
4,99	3,65	4,30	3,08
5,21	3,68	4,28	2,75
4,40a	4,33a	4,11a	3,05b

Nejvyšší obsah silic měly nažky přihnojené hnojivem „a“. Nejnižší obsah silic byl u varianty „d“. V hnojivu označeném jako „d“ je vyšší obsah dusíku a jsou tam 2% oxidu hořečnatého (MgO). To mohl být důvod, proč byl obsah silic u této varianty nižší.

S ohledem ke zjištěným výsledkům obsahu silic na stanovištích ve Velemíně a Huštěnovicích a vlivu přihnojení na obsah silic jsme se zaměřili v roce 2007 na zhodnocení rozdílu obsahu silic mezi registrovanými odrůdami, které byly vypěstovány na stanovišti v Šumperku. Mezi sledovanými odrůdami, které byly sklizeny v roce 2007 nebyly analýzou rozptylu zjištěny průkazné rozdíly. Obsah silic u všech tří sledovaných odrůd se lišil o 0,05 – 0,11% což dokladuje výsledek analýzy rozptylu v tabulce č. 10. Naopak vysoce průkazné rozdíly mezi odrůdami byly v obsahu karvonu a limonenu což dokladují tabulky č. 11 a 12.

Výsledky analýzy rozptylu pro limonen a karvon byly podrobeny mnohonásobnému porovnávání pomocí testu minimální průkazné difference. Bylo zjištěno, že vysoký obsah karvonu byl u odrůdy REKORD a nejnižší obsah karvonu o 4,11% byl u odrůdy KEPRON. Rozdíl karvonu v porovnání REKORD x PROCHAN činí 2,33%. U limonenu jsou tendence opačné. Výsledky testu minimální průkazné difference vyjadřuje tabulka č.13.

Tabulka č.9: *Obsah limonenu a karvonu v % v silici – Šumperk 2007*

odrůda	opakování	% silice	% limonen	% karvon
Kepron	1	4,6	41,43	58,57
	2	4,2	40,25	59,75
	3	4,2	38,96	61,04
	4	4,6	43,08	56,92
	5	4,8	42,45	57,55
	6	4,5	42,22	57,78
	7	4,8	43,76	56,24
	8	4,8	42,62	57,38
	9	4,4	42,80	57,20
	průměr	4,54	46,08	53,93
Prochan	1	4,7	45,01	54,99
	2	4,6	44,46	55,54
	3	4,4	44,05	55,95
	4	4,8	45,51	54,49
	5	4,7	44,74	55,26
	6	4,4	38,99	61,01
	7	5,2	46,10	53,90
	8	4,4	45,08	54,92
	9	4,1	44,66	55,34
	průměr	4,59	44,29	55,71
Rekord	1	4,5	47,08	52,92
	2	4,5	46,36	53,64
	3	4,5	46,14	53,86
	4	4,8	46,22	53,78
	5	4,2	45,51	54,49
	6	4,4	45,17	54,83
	průměr	4,48	41,95	58,04

a,b,c = statisticky odlišné páry (P< 0,05)

Tabulka č.10: *Analýza rozptylu pro obsah silice v %*

Zdroj variability	Součet čtverců	St. volnosti	Průměrný čtverec
odrůda	0,040	2	0,020
chyba	1,439	21	0,069
celkem	1,480	23	0,064

Tabulka č. 11: *Analýza rozptylu pro obsah limonenu v %*

Zdroj variability	Součet čtverců	St. volnosti	Průměrný čtverec	významnost
odrůda	63,982	2	31,991	xxx
chyba	54,825	21	2,611	
celkem	118,808	23	5,166	

Tabulka č.12: *Analýza rozptylu pro obsah karvonu v %*

Zdroj variability	Součet čtverců	St. volnosti	Průměrný čtverec	významnost
Odrůda	63,982	2	31,991	xxx
chyba	54,825	21	2,611	
celkem	118,808	23	5,166	

Tabulka č.13: *Průměrné hodnoty silice, limonenu a karvonu*

	Průměrná hodnota	% silice	% limonenu	% karvonu
odrůda	Kepron	4,48	46,08a	53,93c
	Prochan	4,59	44,29b	55,71b
	Rekord	4,54	41,95c	58,04a

a,b,c = statisticky odlišné páry (P< 0,05)

6. Diskuze

Složení silic jednoho druhu se může podle PENGELLYHO (2004) měnit v závislosti na zeměpisných a genetických faktorech. Jde o chemický polymorfismus. Variabilita v obsahu silic podle FELKLOVÉ 2003 a BARAZANIHO *et al* 2002 je obsah silic závislý i na pěstitelské technologii.

U čeledi *Apiaceae* je plasticita chemického složení méně známá.

Obsah silic v % v kmínu kořeném je znak, který byl podle výsledků KRÁLÍKA 2007 ovlivněn statisticky velmi vysoce průkazně stanovištěm a ročníkem. Mezi odrůdami tento autor nezjistil v obsahu silice statistickou průkaznost. Tyto výsledky jsme v naší práci potvrdili. Můžeme však tvrzení KRÁLÍKA 2007 doplnit o zjištění, že jsou rozdíly ve složení silice. Odrůda REKORD měla vysoký obsah karvonu ve srovnání s dalšími odrůdami. Zajímavý byl obsah silice u jednoleté odrůdy SPRINTER, která není uvedená ve Společném katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin. Dosáhla při pěstování obsah silic 2,28 – 2,36%, což je více než je požadavek normy pro jednoletý kmín (1,5%). V souladu s KRÁLÍKEM 2007 jsme zjistily rozdíly, i když jen průkazné po rozdílném přihnojení hnojivy s mikroprvky.

ŠPALDON (1986) uvádí, že obsah silice v kmínovém plodu činí 2 – 7 % . Ve srovnání s výsledky jsme horní hranice 7 % nedosáhli. Ve všech variantách jsme však docílili v průměru více jak 20 ml.kg⁻¹ silice, což je méně než je minimální požadavek Českého lékopisu z roku 2005. Pro potravinářské účely dle ČSN ISO 58 0110 by stačil obsah silice nad 2,5 %, což by splňovaly naše výsledky z roku 2007 ze stanoviště Šumperk, dále výsledky z různých variant přihnojení z roku 2005. Více jak 2,5 % měly nažky kmínu ze stanoviště Velemín. Požadavek normy na 2,5 % nesplnil kmín se zkrácenou vegetační dobou.

Podle WEISSE (2002) je obsah silic velmi variabilní což jsme v práci potvrdili.

7. Závěr

Kmín kořený je v České republice pěstován především pro obsah silic. Silice z obecného hlediska obsahují prchavé látky, vonící i bez vůně, lipofilní i ve vodě rozpustné. V čistém stavu jsou zpravidla bezbarvé, skladováním mírně oxidují a tmavnou. K stanovení obsahu silic v kmínu kořeném (*Carum carvi* L.) byly použity nažky z různých stanovišť a z různých variant pěstování a odrůd. Ze stanovení můžeme učinit tyto závěry:

1) Na stanovišti ve Velemíně ve sklizňových letech 2002 a 2003 byl vyšší obsah silice (3,28%) odrůdy REKORD. U odrůdy SPRINTER (není u nás, ani v EU registrována) byl obsah silic (2,32%) v obou letech nižší.

2) Silice v nažkách kmínu, které byly pěstovány v Huštěnovicích ve sklizňovém roce 2003 byly vyšší u odrůdy KEPRON (2,95%) a u kmínu se zkrácenou vegetační dobou byl obsah silic nižší a nedosáhl úrovně, kterou požaduje norma pro dvouletý kmín.

3) Rozdílné byly obsahy silic, které byly přihnojeny různými hnojivy v Huštěnovicích a sklizeny v roce 2005 (pěstitelské období 2003 – 2004). Nejvyšší obsah silic měly nažky přihnojené hnojivem „a“ (4,40%). Nejnižší obsah silic byl u přihnojení hnojivem „d“ (3,05%). V hnojivu označeném jako „d“ je vyšší obsah dusíku a jsou tam 2% oxidu hořečnatého (MgO). To mohl být důvod, proč byl obsah silic u této varianty nižší.

Tyto výsledky je třeba dále ověřovat.

4) Ve sklizňovém roce 2007 na stanovišti v Šumperku nebyly zjištěny mezi odrůdami v obsahu silice rozdíly. Rozdíly byly v obsahu karvonu a limonenu. Největší obsah karvonu, který je požadován byl u odrůdy REKORD.

8. Seznam použité literatury

AGRITEC ŠUMPERK S.R.O., 2008: emailová korespondence s Ing. Prokopem Šmirousem
PhD. prokop@agritec.cz

BARAZANI O., COHENY., FAIT A., DIMINSHTEIN S., DUDAIN N., RAVID U., PUTIEVSKY E.,
FRIEDMAN J., 2002: Chemotypic differentiation in indigenous populations of
Foeniculum vulgare var. *vulgare* in Israel. *Biochem. Syst. Ecol.*, 30: 721-731. ISBN:
0305-1978.

BERANOVÁ M., 1980: *Zemědělství starých Slovanů*. Academia. nakladatelství České
akademie věd, Praha, 217-219.

BOUWMEESTER H. J., SMID H. G., 1995: Seed yield in caraway (*Carum carvi*). 1. Role of
pollination. *Journal of Agricultural Science*. 124: 2, 235-244, 28 ref.

BRUNETON J., 1999: *Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants*. 2nd edition.
Intercept Ltd, Andover. ISBN: 1-898298-63-7.

BRUNETON J., 1999: *Toxic Plants, Dangerous to Humans and Animals*. Intercept, Ltd,
Andover. ISBN: 1-898298-62-9.

CELIKEL F. G., VANDOORN W. G., 1995: Solute leakage, lipid peroxidation and protein
degradation during the senescence of *Iris* tepals. *Physiologia Plantarum* 94 : 515 – 521.

ČESKOSLOVENSKÝ LÉKOPIS IV., 1987, Avicenum Praha ISBN 08-016-87

ČESKÝ LÉKOPIS, 2002: 1. Díl, Evropská část I. Grada Publishing, a.s. Praha. ISBN 80-
247-0464-1.

ČESKÝ LÉKOPIS, 2002: 2. Díl, Evropská část II. Grada Publishing, a.s. Praha. ISBN 80-
247-0464-1.

ČESKÝ LÉKOPIS, 2002: 3. Díl, Evropská část III. Grada Publishing, a.s. Praha. ISBN 80-247-0464-1.

ČESKÝ LÉKOPIS, 2002: Doplněk 2003. Grada Publishing, a.s. Praha. ISBN 80-247-0930-9.

ČESKÝ LÉKOPIS, 2005: Vydalo nakladatelství GRADA Publishing, a.s., Praha, 2005 (ISBN 80-247-1532-5, má 3 díly, závazně se postupuje od 15.12.2005)

ČESKÝ LÉKOPIS, 2005: Doplněk 2006, nakladatelství stejné, jen rok 2006 (ISBN 80-247-1939-8, 1. a 2. díl, závazně se postupuje od 1. listopadu 2006)

ESAU K., 1965: Plant Anatomy. 2nd edition. John Willey & Sons, New York.

<http://faf.vfu.cz/html/docs/plants/carum/olvd1.html>>[online], [cit 27.12.2007]

FIŠER F., 1996: Ochrana porostu kmínu proti plevelům. Perspektivy uplatnění kmínu v zemědělství ČR. Sborník referátů MZLU, 35: 22-25.

FIŠEROVÁ H., KOCOURKOVÁ B., KLEMŠ M., 1998: Fyziologické charakteristiky registrovaných odrůd kmínu kořenného (*Carum carvi* L.). Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí v Brně 3. – 4. listopadu 1998 (ISBN 80-902436), 242 – 245, 1998.

FIŠEROVÁ, H., KLEMŠ, M., 1999: Fyziologické charakteristiky registrovaných odrůd kmínu kořenného. Sborník referátů ze semináře pro pěstitele kmínu, Brno 1999, 27-33.

GREENWAY R. I., SVOBODA K. P., 2003: Secretory structures of medicinal and aromatic plants. Medicinal Plants and Their Uses. Conference of Association of Applied Biologists, Imperial College, London, 23.-25.4 2003.

HÁJEK K., 1996: Šlechtění kmínu a předpoklad dalšího vývoje. Sborník ze semináře

Perspektivy uplatnění kmínu v zemědělství ČR, MZLU Brno, 18-20.

HABÁN, M., ČERNÁ, K., DANČÁK, I., 2001: Rasca lúčna (*Carum carvi* L.). Koreninové rostliny. ÚVTIP Nitra 2001, str. 53-71.

HAY R. K. M., WATERMANN P. G., 1993: Volatile Oil Crops – their biology, biochemistry and production. Longman Scientific & Technical, Harlow. ISBN 0-582-00557-4.

HRADILÍK J., CÍSAŘOVÁ H., 1975a: Studium dormance nažek kmínu (*Carum carvi* L.). Rostlinná výroba, 21(4): 351 - 364.

HRADILÍK J., CÍSAŘOVÁ H., 1975b: The role of abscisic acid (ABA) in achenes of dormant cumin. Acta Univ. Agric. XXIII., 4: 748-753.

HRADILÍK J., FIŠEROVÁ H., 1980: Role abscisové kyseliny v dormanci nažek kmínu *Carum carvi* L. Acta univ. agric. (Brno), fac. agron. XXVIII, 2: 39-64.

JIRÁSEK V., STARÝ F., 1986: Atlas léčivých rostlin. SPN, Praha.

Kačer Josef, 2008: emailová korespondence

KADLEC T. 1996: Odrůdová skladba kmínu kořeného. Perspektivy uplatnění kmínu v zemědělství ČR, Sborník referátů MZLU, 35 : 15 – 17.

KAMENÍK J., 1996: Kmín kořený v současné rostlinné produkci. Perspektivy uplatnění kmínu v zemědělství ČR, Sborník referátů MZLU, 1996, 35 : 8 – 10.

KAMENÍK J., 2001: Základy agrotechniky kmínu. Tématická příloha kmín, Úroda, Praha Strategie s.r.o., 8, 3, , 3-4.

KAMENÍK J., 2005: Monitorování produkce, vývozu a dovozu. Jarní seminář pro pěstitele kmínu, Krucemburk, 15.2.2005.

KRÁLÍK, J., 2007: Zvyšování kvalitativních a kvantitativních parametrů u kmínu kořeného (*Carum carvi* L.), disertační práce.

KRÁLÍK, J., KOCOURKOVÁ, B., 2004: Increase qualitative and quantitative parameters of caraway (*Carum carvi* L.). Proceedings of Ph.D. students conference, Brno, Czech Republic, (ISBN 80-7157-813-4), s 22.

KREJČÍ J., 1996: Ochrana kmínu proti plevelům. Perspektivy uplatnění kmínu v zemědělství ČR, Sborník referátů MZLU, 35 : 25 – 28.

KOCOURKOVÁ B., 1996: Biologie a agrotechnika kmínu kořeného. Perspektivy uplatnění kmínu v zemědělství ČR, Sborník referátů. MZLU, 35 : 11-14.

KOCOURKOVÁ B., FIŠEROVÁ H., 2001: Biodiverzita registrovaných odrůd kmínu kořeného. Tématická příloha Kmín. Úroda 8, 3, 2001, 2-3.

KLUMPAR J., 1999: Několik realistických poznámek k pěstování kmínu. Sborník referátů pro pěstitele kmínu, Brno, MZLU, 1999, 49 : 13-15.

KUŽMA Š., 1992: Metodická příručka pro ochranu rostlin. MZe ČR, 1992, 187 s.

LAVENDEROVÁ S., FRANKLINOVÁ, A., 1999: Magické rostliny aneb byliny od A do Z, nakladatelství Volvox Globator Praha, 1999, z anglického originálu přeložila Dana Čížková, 1. vydání, 460 s, ISBN 80-7207-279-X.

LAWRENCET, B. M., 2001: Essential oil: from agriculture to chemistry. The International Journal of Aromatherapy, 10 (3/4): 82-98. ISSN: 0962-4562.

MC GREGOR S.E.: Insect Pollination Of Cultivated Crop Plants, 1976. The Carl Hayden Bee Research Center, USDA, [online], c 2003, [cit 21.5.2008], <<http://gears.tucson.ars.ag.gov/book/>>.

MHEEN H. J., 1994: Comparison and development (during the ripening phase) of theseed and carvone yield of (summer) caraway and dill. Verslag Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond. No. 184, 105 pp.; 7 ref.

MIČÁNKOVÁ M., LEJNAR J., 1991: Rostliny v léčbě, kuchyni a kosmetice. SEUT Praha, 176 s.

MINAŘÍK J., 2005: Monitorování produkce, vývozu a dovozu. Jarní seminář pro pěstitele kmínu, Krucemburk, 15.2.2005.

NAŘÍZENÍ č. 2073/2005 ES, o mikrobiologických požadavcích na potraviny, způsobu jejich kontroly a hodnocení. <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/Notice.do?val=444271:cs&lang=cs&list=469499:cs,444271:cs,441829:cs,438306:cs,434699:cs,434494:cs,434493:cs,434212:cs,428806:cs,419564:cs,&pos=2&page=1&nbl=10&pgs=10&hwords>[online], [cit 14.5.2008]

NEMÉTH E., 1998: Caraway. The Genus Carum. Harwood Academic Publishers, The Netherlands, 195 s, ISBN: 90-5702-395-4.

NORMA ČSN 58 0110 schválena 25.3.1964

ODSTRČILOVÁ L., ONDŘEJ M., 1999: Ochrana porostů kmínu proti nejzávažnějším houbovým patogenům. Sborník referátů pro pěstitele kmínu, Brno, MZLU, 1999, 49:22-26.

ONDŘEJ M., a kol., 2001: Biodiverzita kmínu kořenného (*Carum carvi* L.) a možnosti jeho využití v integrované rostlinné produkci. Závěrečná zpráva k úkolu NAZV č. EP 7043.

ONDŘEJ M., 2003: Závěrečná zpráva k úkolu NAZV č. EP 7043. AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby s.r.o., Šumperk, 2003.

ONDŘEJ M., 1996: Choroby kmínu. Perspektivy uplatnění kmínu v zemědělství ČR, Sborník referátů MZLU, 1996, 35 : 28-30.

PENGELLY A. 2004: The Constituents of Medicinal Plants. 2nd ed. CABI Publishing,

UK.

PETER K. V., 2001: Handbook of Herbs and Spices. Boca Raton, CRC Press. ISBN 0-8493-1217-5.

PROCHÁZKA F., 1980: Agrotechnika kmínu. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe, č. 16, Praha ÚVT, 1980.

ROON E., VAN BLEIJENBERG H. I., 1964: Breeding Caraway for Non-Shattering Seed. Euphytica, 13 : 281-293.

RŮŽIČKOVÁ G., 2004: Srovnání metod stanovení kvality koření. Závěrečná zpráva z projektu č. 1230 FRVŠ 2003.

SEDLÁKOVÁ J., 2003: Vliv vnějších faktorů na obsah silic v rostlinách. Disertační práce, MZLU v Brně.

SEDLÁKOVÁ J., KOCOURKOVÁ B., KUBÁŇ V., 2001: Determination of essential oils content and their composition in Caraway (*Carum carvi* L.). Czech J. Food Sci., 19:

SITUAČNÍ A VÝHLEDOVÁ ZPRÁVA LÉČIVÉ, AROMATICKÉ A KOŘENINOVÉ ROSTLINY, ČERVENEC 2007, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha 1, ISBN 978-80-7084-605-6

Společný katalog odrůd druhů kmínu kořeného.

<http://ec.europa.eu/food/plant/propagation/catalogues/comcat_agri_2008/61.html>

[online], [cit 14.5.2008]

SVOBODA K. P., SVOBODA T. G., SYRED A. D., 2000: Secretory Structures of Aromatic and medicinal Plants. Microscopic Publications, Knighton. ISBN: 0-9538461-0-5.

SMALLFIELD B. M., VAN KLINK J. W., PERRY N. B., DODUS K. G., 2001: Coriander spice: Effects of fruit crushing and distillation time on yield and composition. Journal of

Agricultural and Food Chemistry, 49 (1): 118-123. ISSN 0021-8561.

ŠPALDON E., A KOL., 1986: Rostlinná výroba. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 675-683.

SMID H. G., BOUWMEESTER H. J., 1993: Effect of light and pollination on the seed set and oil synthesis in caraway. Trial results for 1992, Verslag CABO-DLO. No 181, 33 pp. Of tables: 1 fig., 17 ref., 1993.

ŠMIROUS P., ml., .2008: ústní sdělení.

ŠMIROUS P., ml., 1999: Variabilita morfologických a kvalitativních znaků kmínu kořeného. Diplomová práce, MZLU Brno, 1999.

ŠMIROUS P., KOCOURKOVÁ B., FIŠEROVÁ H., KRÁLÍK J., 2004: Breeding of caraway in Czech Republic. 3rd Conference on medicinal and aromatic plants of southeast european countries, Nitra, Slovak Republic 5.-8. September (ISBN 80-8069-396-X), s 68-69.

ŠMIROUS P., VACULÍK A. 2001: Ochrana kmínu proti plevelům. Úroda, tématická příloha kmín. 8, 3, 2001, 4-6.

TICHÁ H., 1996: Zkušenosti s ochrannou kmínu proti chorobám. Sborník referátů ze semináře Perspektivy uplatnění kmínu v zemědělství ČR. MZLU Brno, 1996, str. 31-32.

TOMKO J. a kol., 1999: Farmakognózia. 2. vydání, Osveta Martin, 422 s.

TOMŠOVIC P., 1997: Květena ČR. Academia Praha, díl 5, 560 : 316-318.

Úplné znění zákona č. 316/2006 Sb. 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), jak vyplývá z pozdějších změn uveřejněno č. 98/2006 sbírka zákonů na straně 3842 <<http://www.ukzuz.cz/index.php?id=legislativa>> [online], [cit 14.5.2008]

VÁVROVÁ M., 2004: Výzkum a šľachtenie liečivých, aromatických a špeciálnych plodín vo VO VÚZ Nové Zámky. In: Zborník z odborného seminára s medzinárodnou účasťou „Ekonomika a manažment pestovania a spracovania liečivých, aromatických a kořeninových rastlín“, Nitra, 2.-3. 12. 2004. 26-31. ISBN 80-7139-107-7.

VRZALOVÁ J., PROCHÁZKA F., 1988: Systém pěstování kmínu. Ministerstvo zemědělství a výživy ČR.

VYHLÁŠKA č. 211/2004 Sb., (459/2005) o metodách zkoušení a způsobu odběru a přípravy kontrolních vzorků.
<<http://www.szpi.gov.cz/cze/legislativa/article.asp?id=56221&cat=2166&ts=2ec67>>
[online], [cit 14.5.2008],

VYHLÁŠKA č. 158/2004 Sb., (68/2005) kterou se stanoví maximálně přípustné množství pesticidů v potravinách a potravinových surovinách.
<<http://www.szpi.gov.cz/cze/aktuality/article.asp?id=56205&cat=2176&ts=3ec39>>[online], [cit 14.5.2008]

WANKE M., SKORUPINSKA-TUDEK K., SWIEZEWSKA E., 2001: Isoprenoid biosynthesis via 1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate/2-C-methyl-D-erythritol 4-phosphate (DOXP/MEP) pathway. Acta Biochimica Polonica, 48 (3): 663-672. ISSN: 0001-527X.

WEISS E. A., 2002: Spice Crops. CABI Publishing. ISBN 0-85199-605-1.

ŽÁČEK Z., ŽÁČEK A., 1994: Potravinářské tabulky. Státní pedagogické nakladatelství Praha

9. Seznam tabulek

Tabulka č. 1: *Chemické složení kmínu v %*

Tabulka č. 2: *Vývoj ploch a produkce kmínu v ČR*

Tabulka č. 3: *Přehled cen zemědělských výrobců kmínu v ČR (Kč/kg)*

Tabulka č. 4: *Dovoz kmínu do ČR podle kalendářních roků (kód KN 0909 3000, 0909 4000)*

Tabulka č. 5: *Složení kmínové silice*

Tabulka č. 6: *Analýza rozptylu pro obsah silice z Velemína*

Tabulka č. 6a: *Průměrný obsah silic v %*

Tabulka č. 7: *Analýza rozptylu pro obsah silic z Huštěnovic*

Tabulka č. 7a: *Obsah silic na stanovišti Huštěnovice r. 2004*

Tabulka č. 8: *Obsah silic na stanovišti Huštěnovice z různých variant přihnojení*

Tabulka č. 9: *Obsah limonenu a karvonu v % v silici – Šumperk 2007*

Tabulka č. 10: *Analýza rozptylu pro obsah silice v %*

Tabulka č. 11: *Analýza rozptylu pro obsah limonenu v %*

Tabulka č. 12: *Analýza rozptylu pro obsah karvonu v %*

Tabulka č. 13: *Průměrné hodnoty silice, limonenu a karvonu*