

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality a bezpečnosti potravin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Identifikace a relativní kvantifikace biologicky aktivních
látek v různých genotypech léčebného konopí
(*Cannabis sativa* L.)**

Diplomová práce

Bc. Natálie Javůrková

Kvalita a zpracování zemědělských produktů

Ing. Anežka Janatová, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci Identifikace a relativní kvantifikace biologicky aktivních látek v různých genotypech léčebného konopí (*Cannabis sativa* L.) v závislosti na způsobu zpracování jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí diplomové práce Ing. Anežce Janatové Ph. D. za její ochotu, čas, lidský a přátelský přístup po celou dobu naší spolupráce. Také jí děkuji za cenné rady, doporučenou literaturu a dodání motivace zpracovat téma, jak jen nejlépe umím. Dále bych chtěla poděkovat všem mým blízkým, rodině a přátelům kteří mne po celou dobu podporovali a snášeli mé věčné vyprávění o mé diplomové práci.

Identifikace a relativní kvantifikace biologicky aktivních látek v různých genotypech léčebného konopí (*Cannabis sativa* L.)

Souhrn

Konopí pro léčebné účely (dále jen „konopí“) je v České republice stále žhavě diskutovaným tématem. Ačkoliv je od dubna roku 2013 pěstování a užívání konopí pro léčebné účely povoleno. Naskytuje se zde velké množství otázek, pochybností a nepříjemných mýtů, které zastiňují pravý přínos rostliny. Konopí jako samostatný druh bylo domestikováno před tisíci lety (6000 př.n.l. v Číně) a jedná se o jednu z nejstarších pěstovaných plodin, pěstována nejen pro své léčebné účinky, hospodářské využití jako přadná plodina, ale také ve výživě a potravinářství. Konopí poskytuje člověku široké spektrum využití.

V první části literární rešerše je popsána základní charakteristika a klasifikace konopí, dále historie a legislativa aktuální k roku 2022.

V druhé části jsou popsány typické bioaktivní látky (dále jen „BAL“) a jejich synergie. V poslední části rešerše jsou blíže popsány konopné produkty a instrumentální metody.

Hlavním cílem této práce bylo identifikovat co nejvíce BAL v různých genotypech konopí, za účelem selekce mateřských rostlin unikátních svým složením pro budoucí pěstování na Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity na dalších 5 let.

Pro tento výzkum byly použity následující genotypy – Nordle, Cannatonic, CBD Caramel, Jack Skellington, Jacks Cleaner, Nurse Jackie, Shaman, Blueberry, CBG Force, Tangie, Forbidden Fruit. Usušená květenství jednotlivých genotypů byla homogenizována a následně byl proveden screening jednotlivých terpenoidních látek pomocí plynové chromatografie s hmotnostním spektrometrem. Pro stanovení kanabinoidů a jejich kyselin byla použita metoda vysoce účinné kapalinové chromatografie – tandemové hmotnostní spektrometrie.

Z extraktů byl zjištěn procentický podíl kvantifikovaných primárních kanabinoidů: CBC, CBD, CBG a THC. Na základě výsledků byly mezi sebou jednotlivé genotypy porovnány a pojmenovány dle převažujícího kanabinoidu. U většiny genotypu, pojmenované jako tetrahydrokanabinolové typy, převažovalo THC. Nejvyšší obsah THC ($\pm 18,650$ %) v extraktu byl detekován u genotypu Nurse Jackie 4. Kanabidiolovým typem byly pojmenovány genotypy CBD Caramel a Cannatonic 2. CBG Force je jednoznačným kanabigerolovým typem s nejvyšším obsahem CBG ($\pm 11,088$ %).

Analytickou separační metodou bylo identifikováno více než 40 terpenových látek, nejvíce zastoupenými terpeny nad byly: α -pinen, β -myrcen, D-limonen a karyofylen. Dalšími identifikovanými byly: β -pinen, β -ocimen, β -farnesen, humulen, selina-3,7(11)-diene, guaiol, 10-epi- γ -eudesmol a fytol. Dle dominantních terpenů byly jednotlivé odrůdy rozřazeny do čtyř skupin: pineno-myrcenový typ, myrcenový typ, myrceno-karyofylenový typ a karyofylenový typ. Díky získaným výsledkům se podařilo rozšířit spektrum jednotlivých genotypů unikátních svým složením BAL pro budoucí experimenty na ČZU.

Vzhledem k nedostatku relevantních studií, popisujících synergický efekt bioaktivních látek konopí, je zapotřebí se tímto podpůrným mechanismem podrobněji zabývat, nadále konopí zkoumat kvůli svému širokému léčebnému působení, aby bylo možné vybrat adekvátní uniformní chemotypy se specifickými léčebnými účinky pro danou léčbu.

Na závěr je důležité brát na vědomí, že ačkoliv má konopí řadu příznivých účinků, není to neškodný lék. Jak říká Lumír Ondřej Hanuš, cituji: „*Konopí neléčí vždy, neléčí každého, neléčí každou nemoc a neléčí každé stadium nemoci.*“

Klíčová slova: léčebné konopí, genotyp, kanabinoidy, terpenoidy, chromatografie

Identification and relative quantification of biologically active substances in different genotypes of medical cannabis (*Cannabis sativa* L.)

Summary

Cannabis for medicinal purposes (hereinafter "cannabis") is still a hotly debated topic in the Czech Republic. Although the cultivation and use of cannabis for medicinal purposes has been allowed since April 2013.

There are many questions, doubts and unpleasant myths that overshadow the true benefits of the plant. Cannabis as a distinct species was domesticated thousands of years ago (6000 BC in China) and it is one of the oldest cultivated crops, cultivated not only for its medicinal benefits, economic use as a fibre crop, but also in nutrition and food. Cannabis provides a wide range of uses for humans.

The first part of the literature review describes the basic characteristics and classification of cannabis, as well as the history and legislation current as of 2022.

In the second part, the typical bioactive substances (hereinafter referred to as "BAL") and their synergies are described. In the last part of the review, cannabis products and instrumental methods are described in more detail.

The main goal of this work was to identify as many BALs as possible in different genotypes of cannabis, and select mother plants with their unique composition of BALs for future cultivation at the Faculty of Agrobiological Sciences, Food and Natural Resources of the Czech University of Life Sciences ("CULS") for the next 5 years. The following genotypes were used for this research - Nordle, Cannatonic, CBD Caramel, Jack Skellington, Jacks Cleaner, Nurse Jackie, Shaman, Blueberry, CBG Force, Tangie, Forbidden Fruit.

The dried inflorescences of each genotype were homogenized and subsequently screened for individual terpenoid compounds using gas chromatography with mass spectrometry. High performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry was used for the determination of cannabinoids and their acids.

The percentage of quantified primary cannabinoids CBC, CBD, CBG and THC was determined from the extracts. Based on the results, the individual genotypes were compared with each other and named according to the predominant cannabinoid. For most genotypes, named as tetrahydrocannabinol types, THC was predominant.

The highest THC content (± 18.650 %) in the extract was detected in the Nurse Jackie 4 genotype. The cannabidiol type genotypes were named CBD Caramel and Cannatonic 2. CBG Force is the clear cannabigerol type with the highest CBG content (± 11.088 %).

More than 40 terpenes were identified by analytical separation method, the most abundant terpenes above were: α -pinene, β -myrcene, D-limonene and caryophyllene. Others identified were: β -pinene, β -ocimene, β -farnesene, humulene, selina-3,7(11)-diene, guaiol, 10-epi- γ -eudesmol and phytol.

According to the dominant terpenes, the varieties were classified into four groups: pinene-myrcene type, myrcene type, myrcene-caryophyllene type and caryophyllene type.

Thanks to the results obtained, it was possible to extend the spectrum of individual genotypes unique in their BAL composition for future experiments at the CULS.

Due to the lack of relevant studies describing the synergistic effect of cannabis bioactive compounds, it is necessary to investigate this supporting mechanism in more detail, to continue to study cannabis for its broad therapeutic action, in order to select adequate uniform chemotypes with specific therapeutic effects for a given treatment.

Finally, it is important to note that although cannabis has many beneficial effects, it is not a harmless drug. As Lumír Ondřej Hanuš says, and I quote: "*Cannabis does not always cure everyone, it does not cure every disease, and it does not cure every stage of disease.*"

Keywords: medical cannabis, genotype, cannabinoids, terpenoids, chromatography

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	2
3	Literární rešerše.....	3
3.1	Obecná charakteristika a klasifikace konopí (<i>Cannabis Sativa</i>).....	3
3.2	Konopí seté.....	4
3.3	Konopí indické.....	4
3.4	Konopí rumištní.....	4
3.5	Morfologická charakteristika konopí.....	5
3.6	Historický úvod a vývoj používání konopí.....	6
3.6.1	Čeští průkopníci.....	7
3.6.2	Současnost.....	8
3.7	Potence konopí.....	10
3.7.1	Monitoring potence konopí.....	10
3.8	Legislativa v ČR.....	11
3.8.1	Státní agentura pro konopí pro léčebné použití.....	11
3.8.2	Novela o návykových látkách.....	12
3.8.3	Léčebné konopí a indikace.....	13
3.8.4	Formy léčebného konopí.....	14
3.8.5	Spektrum léčebných odrůd.....	16
3.9	Konopí dostupné v ČR.....	16
3.9.1	Pěstování v ČR.....	16
3.9.2	Dovoz ze zahraničí.....	18
3.9.3	Uchovávání konopí.....	18
3.9.4	Konopné kluby a události.....	18
3.10	Indoor pěstování.....	20
3.11	Významné biologicky aktivní látky v konopí.....	22
3.12	Kanabinoidy.....	23
3.12.1	THC (delta-9- tetrahydrokanabinol).....	23
3.12.1.1	Farmakokinetika THC.....	24
3.12.1.2	Účinky THC.....	26
3.12.1.3	Tetrahydrokanabivarin (THCV).....	26
3.12.2	Kanabidiol (CBD).....	26
3.12.2.1	Účinky CBD.....	27
3.12.3	Kanabigerol (CBG) a Kanabichromen (CBC).....	27
3.12.4	Kanabinol (CBN).....	29

3.13	Terpeny	29
3.13.1	Monoterpeny	29
3.13.2	Seskviterpeny.....	30
3.14	Flavonoidy	31
3.15	Stilbenoidy	32
3.16	Alkaloidy	32
3.17	Entourage effect	32
3.18	Farmakodynamika kanabinoidů / Endokanabinoidní systém (EC)	33
3.18.1	Endokanabinoidní systém (ES).....	33
3.18.2	Lokalizace CB ₁ receptorů	34
3.18.3	Lokalizace CB ₂ receptorů	34
3.19	Konopné produkty ze sušeného květenství	35
3.19.1	Sušené květenství	35
3.19.2	Hašíš.....	35
3.19.3	Konopné oleje ze semen.....	35
3.19.4	Konopné silice	36
3.19.5	Konopné čaje a džusy.....	36
3.19.6	Konopný protein	36
3.20	Extrakce	37
3.21	Instrumentální analytické metody	37
3.21.1	Kapalná chromatografie (HPLC).....	37
3.21.2	Plynová chromatografie.....	37
4	Metodika a materiál	38
4.1	Biologický materiál	38
4.1.1	Zpracování rostliny.....	38
4.1.2	Chemikálie.....	39
4.2	Příprava vzorku pro analýzy	39
4.2.1	Homogenizace	39
4.2.2	Extrakce.....	40
4.2.3	Identifikace terpenických látek v konopí.....	42
4.2.4	Identifikace kanabinoidních látek v konopí	43
5	Výsledky	43
5.1	Zastoupení kanabinoidů ve vybraných genotypech konopí	44
5.2	Zastoupení terpenických látek ve vybraných genotypech konopí	45
5.2.1	Jack Skellington	45
5.2.2	Nurse Jackie	45
5.2.3	Conspiracy Kush	48
5.2.4	CBD Caramel	50

5.2.5	CBG – Force.....	53
5.2.6	Shaman	55
5.2.7	Blueberry	58
5.2.8	Forbidden Fruit	60
5.2.9	Tangie.....	64
5.2.10	Jacks Cleaner.....	66
5.2.11	Cannatonic.....	68
6	Diskuze.....	70
7	Závěr	73
8	Literatura.....	74
9	Zdroje obrázky	79
10	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	81

1 Úvod

Konopí (*Cannabis sativa*) je známou rostlinou již od pradávna, jedná se o jednu z nejstarších pěstovaných plodin, pro široké spektrum využití. Souhrnně veškeré starověké kultury a země, dle dostupných nálezů a památek, využívali konopí pro své hospodářské, rituální a léčebné účely i náboženské obřady. Velký důraz je kladen na moderní dějiny 20. století, které se soustřeďují na procesní vývoj mezinárodních a národních legislativních nařízení a pokusů o regulaci pěstování a užívání konopí. U konopí rozlišujeme tři základní poddruhy konopí setého (*Cannabis sativa*), které se od sebe navzájem liší mnoha vlastnostmi, pachem, dobou pěstování, chemickým zastoupením terpenoidů a různým místem výskytu. Byly také popsány a nalezeny jinými přírodovědci v lišících se obdobích. Z těchto důvodů se mezi sebou druhy konopí geneticky kříží v různých poměrech, aby vzešlo k požadovaným odrudám (Casano et al. 2011; McPartland 2018).

U konopí setého můžeme rozdělovat základní typy využívání: technické využití, rekreační užívání a léčebné užívání, avšak oficiální legální činností v České republice je pouze využití konopí pro léčebné použití v lékařské praxi, kdy známe přesný poměr a obsah látek THC a CBD.

Typické BAL pro konopí se nacházejí se ve vonné viskózní „pryskyřici“, která je produkována žláznatými trichomy rostliny. Pryskyřice neobsahuje pouze známé kanabinoidy, ale také řadu terpenických silic, flavonoidů, alkaloidů a řadu minoritních látek (Rätsch 2000). Synergie těchto BAL v konopí následovně moduluje celkové psychoaktivní účinky rostliny, známe jako – „entourage effect“. Od doprovodného účinku, mají farmakologicky aktivní látky, zejména fytokanabinoidy příznivý vliv i na endokanabinoidní systém (Ben-Shabat et al. 1998; Russo 2011)

V současnosti existuje nepřehledné množství genotypů konopí a další nové jsou stále šlechtěné, naším cílem je co nejlépe popsat konopnou rostlinu od semínka, přes indoor pěstování a kontrolované podmínky v pěstírně po celkové složení BAL. Kvalitní analýzy a zkoumání jednotlivých spekter BAL v konopí napomáhá, aby se k pacientům dostalo cílené léčebné konopí s žádoucími účinky.

Konopí má široký léčebný potenciál, proto bylo v mnoha zemích světa zakázáno, z důvodu jeho možného zneužití jako návykové látky. V současné době (2022) je léčebné konopí běžně využíváno ve zdravotnictví v mnoha zemích EU, ale i neevropských (Landa et al. 2020).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hlavním cílem práce bylo vyrobit ethanolové extrakty z vypěstovaných a vyselektovaných genotypů na FAPPZ na ČZU a následovně je analyzovat analytickou metodou GC–MS (plynová chromatografie s hmotnostním spektrometrem). Na základě výsledků identifikovat co nejvíce biologicky aktivních látek v různých genotypech konopí, za účelem selekce mateřských rostlin unikátních svým složením.

- **Hypotézy:** Lze předpokládat, že některé rostliny vybraných genotypů vypěstovaných ze semen budou svým složením unikátní.

3 Literární rešerše

3.1 Obecná charakteristika a klasifikace konopí (*Cannabis Sativa*)

Klasifikace konopí (Turner et al. 1980).

Říše – Rostliny (*Plantae*)

Podříše – Cévnaté rostliny (*Tracheophyta*)

Oddělení – Krytosemenné rostliny (*Magnoliophyta*, někdy též *Angiospermae*)

Třída – Dvouděložné (*Dicotyledoneae*)

Řád – Kopřivotvaré (*Urticales*)

Čeleď – Konopovité (*Cannabaceae*)

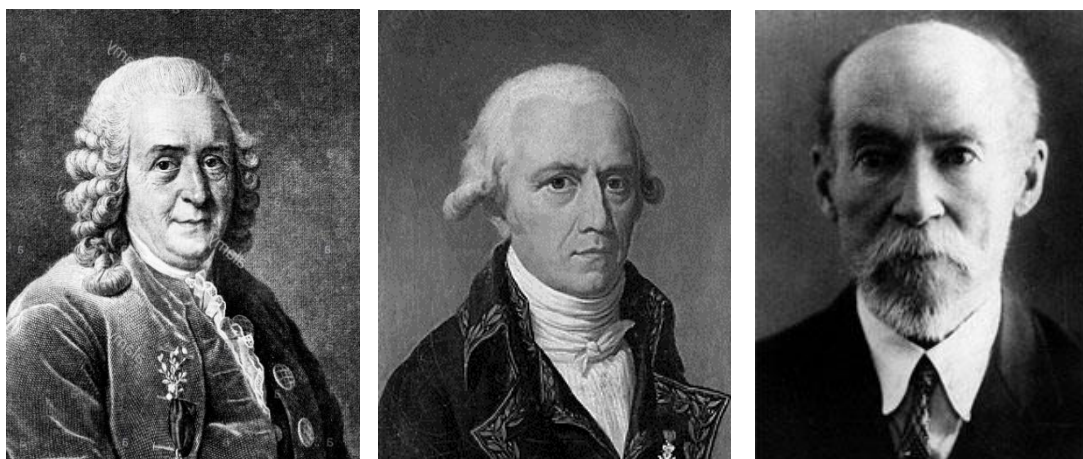
Rod – *Konopí* (*Cannabis*)

Druh – *sativa* Linné

Konopí je cévnatá krytosemenná rostlina z čeledi vyšších dvouděložných rostlin konopovité (*Cannabaceae*) společně s chmelem otáčivým (*Humulus lupulus*), ačkoliv chmel neobsahuje aktivní kanabinoidy (Landa et al. 2020). Tato přirozeně jednoletá rostlina, patří mezi dvoudomé (*Dioecie*), vlastnost rostliny vytvářet pouze samičí květenství (pestíkové) nebo samčí (tyčinkové). I jednodomé formy....

U konopí rozlišujeme základní poddruhy (kultivary) konopí setého (*Cannabis sativa*), jimiž jsou konopí seté (*C. sativa* ssp. *sativa*), indické (*C. sativa* ssp. *indica*) a konopí rumištní (*C. sativa* ssp. *ruderalis*) (McPartland 2018). Tyto základní druhy se od sebe navzájem liší mnoha vlastnostmi, pachem, dobou pěstování, chemickým zastoupením terpenoidů a různým místem výskytu. Byly také popsány a nalezeny jinými přírodovědci v lišících se obdobích. Z těchto důvodů se mezi sebou druhy konopí geneticky kříží v různých poměrech, aby vzešlo k požadovaným odrudám (Casano et al. 2011).

- **r.1737:** švédský přírodovědec Carl Linné našel a zařadil *C. sativa* ssp. *sativa* v podhůří Indických Himalájí;
- **r.1785:** francouzský přírodovědec, autor první knihy o evoluční teorii, Jean Baptiste Lamarck objevil *C. sativa* ssp. *indica* ve východní Indii;
- **r.1924:** ruský botanik Dmitrij Erastovich Janischewsky objevil a popsal *C. sativa* ssp. *ruderalis* v jihovýchodním Rusku (Kubánek 2009).



Obrázek 1. Carl Linné (*Carolus Linnaeus*), Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Dmitrij Erastovich Janischewsky (*Janishevski*)

Rozlišujeme dvě hlavní skupiny konopí podle požadovaného účelu využití: kultivary pěstované pro vlákno a semena (technické konopí) a kultivary pěstované pro léčbu (léčebné konopí) nebo rekreační užití (produktem jsou marihuana a hašiš).

3.2 Konopí seté

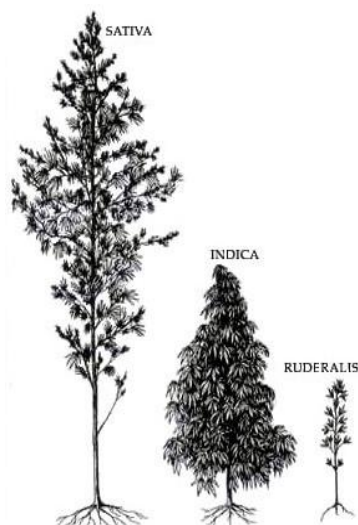
Konopí seté (*C. sativa* ssp. *sativa*) může dosahovat výšky až 3,5 metru (nebo více dle kultivaru), je méně rozvětvené se světle zelenými listy s tenkými dlouhými zubovitými čepelemi. Konopí seté pěstované pro technické účely, je celosvětově nejrozšířenějším, jelikož je nejbohatší na vlákno a obsahuje nízké množství psychoaktivních látek. Podle nařízení vlády ČR (č. 184/2021 Sb. o seznamu návykových látek) je technickým konopím označena registrovaná odrůda, u které zastoupení Δ^9 -THC (delta-9-tetrahydrokanabinol) nepřesahuje 1 % hmotnosti suché rostliny. Také se nejčastěji konzumuje usušená nadzemní část rostliny pro svoje léčebné či omamné a uvolňující účinky, se známým označením – marihuana.

3.3 Konopí indické

Konopí indické (*C. sativa* ssp. *indica*), které bylo nalezeno v Asii, má ze všech druhů největší množství kanabinoidů a množství pryskyřice, za které se poté vyrábí hašiš. Signifikantní charakteristikou je nižší vzrůst, bohaté rozvětvení, husté olistnění s tmavě zelenými listy a širokými čepelemi. Konopí indické má spíše sedativní a relaxační účinky.

3.4 Konopí rumištní

Konopí rumištní (*C. sativa* ssp. *ruderalis*) je volně rostoucí plevelná rostlina, nalezena v Eurasii, vyznačuje se nižším vzrůstem, slabým olistněním a samonakvétacím efektem (autoflowering), kdy rostlina kvete a zraje bez ohledu na světelnou periodu. Její gen se využívá při šlechtění nových odrůd, ačkoliv je její výtěžnost velmi nízká (Miovský et al. 2008).



Obrázek 2. Rozdílný vzrůst rostlin



Obrázek 3. Rozdíl v osazení květů různých druhů konopí

3.5 Morfologická charakteristika konopí

Charakteristická struktura konopí je jeden hlavní přímý stonek, z něhož vyrůstají postranní větve. Lodyha je hranatá a dutá, tvořená z dřevnaté a lýkové části. Samčí rostliny jsou vyšší a dříve dozrávají jak samičí.

Kořenový systém je tvořen kulovitým kořenem s vlásečnicovými kořínky po stranách, které jsou nepostradatelné pro výživu a vývoj celé rostliny. Čím hlouběji je konopná rostlina zasazena, tím bude její kořen delší a bohatší na postranní kořínky. Pro dosažení kvalitních výnosů je potřeba dbát na množství živin a vody v půdě. Na minerálních půdách s nízkou hladinou spodní vody může kořenový systém dosahovat až 2 metry a více, naopak na rašelinných půdách při hloubce vody méně než 1 metr kořen sahá do hloubky 40 cm (Miovský et al. 2008).

Samičí rostliny jsou tvořeny patrovitě osazenými pestíkovými květy, které tvoří husté květenství. Celou rostlinu pokrývají žláznaté trichomy, které produkují vonnou lepkavou hmotu, „pryskyřici“ s důležitými psychoaktivními látkami (zejména kanabinoidní a terpenoidní látky). Samčí rostliny mají malý obsah psychoaktivních látek. Vyprodukovaná konopná semena také neobsahují žádnou účinnou psychotropní látku, ale naopak jsou bohatým zdrojem omega-3-nenasycených mastných kyselin (PUFA), mononenasycených mastných kyselin (MUFA), esenciální linolové kyseliny (ALA) a vitaminů A, B1, B2, B6, C a E (Miovský et al. 2008). Semena jsou ve velkém množství využívána pro krmné účely a velmi malá část je uplatněna v potravinářství a v kosmetickém průmyslu (Kubánek 2009; Kuhnt et al. 2012).

V ČR jsou konopná semena v internetových obchodech běžně k dostání. Prodejci vždy doplňují informaci pro spotřebitele, že produkt je „pouze pro sběratelské účely“, za účelem ochránit své podnikání a trestní bezúhonnost. Prodej konopných semen není v České republice zákonem zakázán.



Obrázek 4 Květenství konopí, autor: Bc. Natálie Javůrková



Obrázek 5 Kořenový systém konopí, kulovitý kořen s vlásečnicovými kořínky; autor: Bc. Natálie Javůrková

3.6 Historický úvod a vývoj používání konopí

Konopí jako samostatný druh bylo domestikováno před tisíci lety (6000 př.n.l. v Číně) a jedná se o jednu z nejstarších pěstovaných plodin, pěstována nejen pro své léčebné účinky, hospodářské využití jako přadná plodina, ale také ve výživě a potravinářství. Konopí poskytuje člověku široké spektrum využití (Amaducci et al. 2014).

První zmínka o využití konopí pro léčebné účinky pochází ze Středního východu a Asie okolo 2737 př.n.l., kdy rostlina *C. sativa* byla využívána při léčbě revmatismu, gynekologických potíží, malárie, bakteriálních infekcí a pro své analgetické účinky, existují i historické záznamy o využívání konopí, které odkazují na čínský lékopis s názvem Shen–nung Pent–tshao Ching (v angličtině Divine Husbandman's Materia Medica), kdy autorem je čínský císař Shen Nung, také přezdívaný jako otec čínského zemědělství. Tyto lékopisy jsou staré více než 2000 let. Naopak v Indii bylo konopí náležitou součástí Ajurvédy (Hanuš 2009; Landa et al. 2020).

Na území Číny, před 6000 lety byly nalezeny střevice z konopného vlákna a papíry v hrobech. V Asýrii (označení pro území severní Mezopotámie v dnešním Iráku) v 3000–2000 př. n. l. byly objeveny hlíněné tabulky s lékopisy.

Konopí se přezdívalo různými názvy, dle způsobu použití.

- Gurgurru – název pro konopné provazy,
- Quunabu – konopí, které se užívalo při náboženských obřadech,
- Azalla – též “duchova ruka“, využíváno při léčení neurologických chorob,
- Gan–zi–gun–nu – též přezdívané jako “droga, která vezme duši“ jež znázorňovalo psychotomimetické účinky, konopí – cannabimimetické (schopnost kanabinoidních látek interagovat s endokanabinoidním systémem).

V Egyptě (1700 př. n. l.) se lékařské konopí nazývalo Šm–šm–tu, jehož lékařské účinky byly sepsány na Ebersově papyru společně s vědomostmi o ostatních léčivých rostlinách (datovaný 1500 př. n. l.). V dochovaném papyru je přibližně 900 receptů, proložených diagnózou, symptomy, fyziologickými popisy činnosti srdce, až po chirurgické ošetření ran. Egyptský papyrus je v současné době uschovaný v německé knihovně v Lipské univerzitě.

Využití konopí se později rozšířilo do dalších asijských zemí, na Blízký východ, do Asie, Jižní Afriky a Jižní Ameriky. Ve středověké Evropě, zejména v západní Evropě, konkrétně v Anglii v 19. st. bylo konopí široce používáno jako lék, zatímco ve Francii bylo známo jako „rekreační“ droga (Hanuš & Mechoulam 2005; Hanuš 2009).

Souhrnně veškeré starověké kultury a země, dle dostupných nálezů a památek, využívali konopí pro své hospodářské, rituální a léčebné účely i náboženské obřady. Velký důraz je kladen na moderní dějiny 20. století, které se soustřeďují na procesní vývoj mezinárodních a národních legislativních nařízení a pokusů o regulaci pěstování a užívání konopí.

Konopí seté lze i rozdělit do čtyř základních typů užívání: technické využití, rekreační užívání a léčebné užívání (Landa et al. 2020)

- Konopí bylo využíváno jako textilní plodina pro své pevné vlákno a odolnost proti slané vodě na námořnické plachty, lana, pytle. Také se používalo jako izolační materiál ve stavebnictví, či jako papír (Nissen et al. 2010). Zajímavostí je, že deklarace o

nezávislosti Spojených států amerických je sepsána na konopném papíře (Budařová 2015).

- Rekreačním využitím je myšleno používání a produkce konopí pro svoje omamné, uvolňující a halucinogenní účinky. V České republice se jedná o nelegální činnost.
- Léčivé využití konopí lze popsat jako domácí samoléčení a pěstování, které je též nelegálním. Avšak oficiální legální činností v České republice je využití konopí pro léčebné použití v lékařské praxi, kdy známe přesný poměr a obsah látek THC a CBD. Náležitý genotyp a poměr látek je důležitý při dávkování léčebného konopí pacientům, jelikož vše závisí na individuální diagnóze nemoci. Obsah účinných látek se může pohybovat u delta-9-tetrahydrokanabinolu od 0,3 % a maximálně 21,0 % a obsah kanabidiolu vyjádřený v procentech činí maximálně 23,0 %. Zároveň se jedná o konopí s certifikovanou bakteriální a plísňovou nezávadností (Landa et al. 2020). V České republice je konopí regulováno zákonem o návykových látkách č. 366/2021 Sb. A vyhláškou č. 307/2020 Sb., kterou se mění vyhláška č. 236/2015 Sb., o stanovení podmínek pro předepisování, přípravu, distribuci, výdej a používání individuálně připravovaných léčivých přípravků s obsahem konopí pro léčebné použití, Ministerstva zdravotnictví.

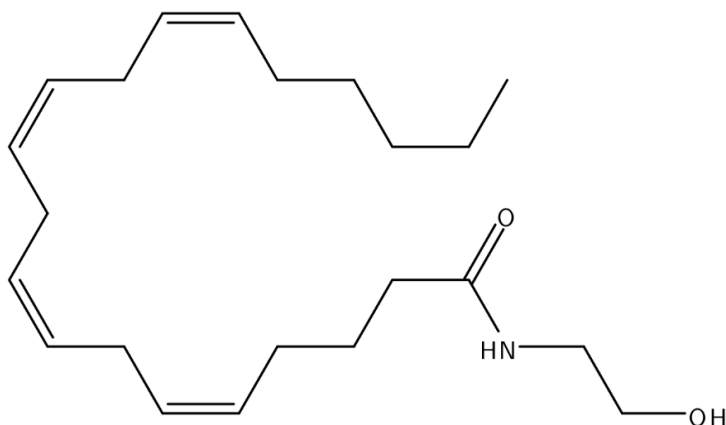
3.6.1 Čeští průkopníci

S příchodem moderních analytických metod došlo i k několika zásadním objevům. Naši čeští vědci patřili mezi významné průkopníky ve světě konopí. Na počátku 50. let 20. století profesor mikrobiologie Jan Kabelík a profesor Zdeněk Krejčí zkoumali antibiotické účinky na cca 2000 vyšších rostlin, které vedly k významným antibakteriálním účinkům na G+ bakteriích včetně patogenních mikrobů. Antibiotické účinky měly pozoruhodné baktericidní působení na *Staphylococcus aureus* (zvaný zlatý stafylokok) (Miovský et al. 2008). Toto pětileté úsilí vedlo k vědecké konferenci („Konopí jako lék“) na Lékařské fakultě Univerzity Palackého v Olomouci a vzešle publikaci v *Acta Universitas Olomucensis*.

V roce 1955 profesor Z. Krejčí v kooperaci s Františkem Šantavým byli prvními, kteří objevili kyselinu kanabidiolovou (CBDA), ačkoliv dle Landy et. al (2020) je objev připisován německým autorům.

Izraelský profesor chemie Raphael Mechoulam a profesor Yehiel Gaoni z Hebrejské univerzity a profesor F. Šantavý z Lékařské fakulty v Olomouci izolovali a popsali absolutní konfiguraci CBD a THC, včetně polohy dvojné vazby v monoterpenickém cyklu, nezávazně na sobě v roce 1963–1964.

V roce 1992 náš český profesor Lumír Ondřej Hanuš objevil endogenní kanabinoidy – neurotransmitery anandamidu, ze sanskrtského Ananda = vnitřní štěstí, věčná blaženost. Anandamid, celým názvem N-arachidonoyletanolamid, byl izolován v mozku prasete v Jeruzalemských laboratořích na Hebrejské univerzitě. Samotný objev kanabinoidních receptorů v těle a mozku se připisuje farmakologovi Williamu Anthony Devaneovi v roce 1988. Molekulární vědec William Devane zavedl screeningový test s použitím centrálního kanabinoidního (CB₁) receptoru pro farmakologickou identifikaci sloučeniny (Hanus 2009).



Obrázek 6 Anandamid (arachidonylethanolamid; AEA)

3.6.2 Současnost

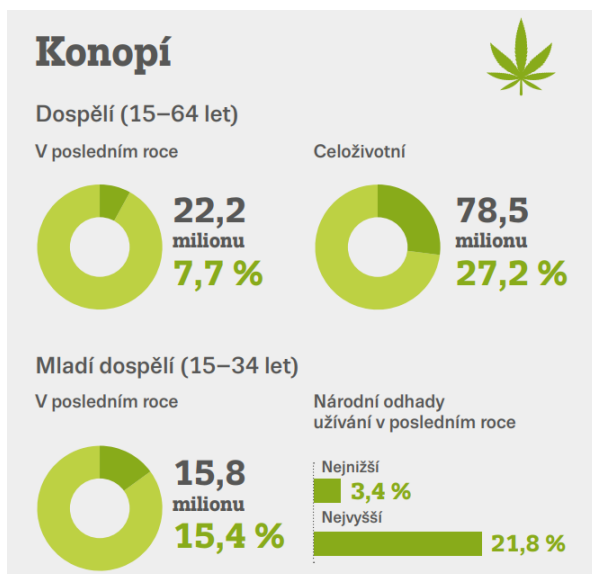
Prvním státem v Evropské unii, které pěstovalo a využívalo konopí pro léčebné účely bylo Holandsko (1. září 2003). Turisticky známým holandským místem, kde se distribuuje marihuana uživatelům jsou veřejné obchody, tzv. „Coffee Shopy“, kterých je nejvíce v hlavním městě Amsterdamu a Rotterdamu. Tolerovaný prodej konopí je max. do 5 g. V roce 2000–2001 byla založena národní agentura OMC (neboli Office of Medicinal Cannabis), která spadá pod holandské Ministerstvo zdravotnictví a zodpovídá za mikrobiologicky nezávadnou produkci konopí pro medicínské účely za přísných standardizovaných podmínek. OMC (Úřad pro léčebné konopí) se i podílí na vědeckých výzkumech, týkající se vývoje nových konopných léků. Farmaceuticky ošetřené a zkontrolované konopné produkty jsou baleny tak, aby obsahovaly max. 5 g léčebného konopí.

Specializovanou holandskou společností pro pěstování indoor konopí je Bedrocan. Rodinný podnik založený od roku 1984, který v současnosti využívá nejpokročilejší zemědělské technologie pro vývoj kvalitního farmaceuticky certifikovaného konopí a je hlavním dodavatelem pro nizozemský úřad.

V současné době (2022) je léčebné konopí běžně využíváno ve zdravotnictví v mnoha zemích EU, ale i neevropských.

„ Argentina, Austrálie, Rakousko (jež dovoluje jen přípravky z konopí, nikoliv konopí jako takové, Belgie (stejné omezení jako v Rakousku), Kanada, Chile, Kolumbie, Chorvatsko, Kypr (jen pro pacienty s rakovinou), **Česká republika**, Dánsko, Estonsko (se speciálním povolením), Finsko, Gruzie, Německo, Řecko, Irsko, Izrael, Itálie, Jamajka, Lucembursko, Makedonie, Malta, Mexiko, Nizozemí, Nový Zéland (jen přípravky z konopí), Norsko, Peru, Polsko, Portugalsko, San Marino, Slovinsko (jen léčebné přípravky z konopí), Jižní Afrika, Španělsko, Srí Lanka, Švýcarsko, Thajsko, Turecko (jen léky, připravené z konopí), Spojené království, Velká Británie, Severní Irsko, Uruguay, Vanuatu, Zimbabwe,..

Aljaška, Arizona, Arkansas, Kalifornie, Colorado, Connecticut, Delaware, hlavní město Washington (District of Columbia), Florida, Havaj, Illinois, Louisiana, Maine, Maryland,



Obrázek 8 Orientační přehled užívání konopí v EU v roce 2021, European Drug Report 2021 – EMCDDA

3.7 Potence konopí

Potence konopí udává obsah psychotropní látky THC v rostlinném materiálu, ale jejíž obsah se vlivem vegetačního růstu mění v jednotlivých částech rostliny. Nejvyšší obsah THC je v okvětních lístcích samičích rostlin a postupně obsah klesá. Od okvětních listů po stonek, kořen až semena. Jediným zdrojem těchto informací jsou represivní zdroje ze zabavených rostlin a následných chemických analýz a extraktů. Sice se jedná o přesné laboratorní metody, ale bohužel na různorodých nesrovnatelných rostlinných materiálech v rámci zabaveného technického konopí.

3.7.1 Monitoring potence konopí

V USA je obsah THC monitorován systémem s názvem Projekt monitorování účinnosti (PMP, Potency Monitoring Project), který je zajišťován Univerzitou v Mississippi a financován Národním ústavem pro zneužívání drog USA (NIDA). Tento projekt provádí laboratorní testy na nejrůznějším zabaveném konopí od celníků, FBI aj.

V Evropské unii do roku 1993 nebylo uskutečněno žádné systematické monitorování potence konopných drog. Se vzrůstajícím zájmem o potenci bylo zřízeno již zmíněné EMCDDA. Průměrný obsah THC u importované marihuany a hašiše (outdoor pěstovaných) v Evropě se pohybuje okolo 2–8 %, výjimkou je holandský hašiš pěstovaný v Holandsku, kdy obsah konopných látek dosahuje 16 %. V hydroponně pěstovaných odrůdách (indoor) je též průměrný obsah THC 2–3krát vyšší než ve venkovně pěstovaném konopí.

V České republice data o potenci konopí sbírá Kriministický ústav v Praze, které jsou předány Národní protidrogové centrále. Dle nashromážděného a zanalyzovaného množství zabavené hydroponické marihuany od roku 2004–2007, lze v posledních třech letech sledovat jistý nárůst THC, a to v rozmezí 3–12 %.

Častými důvody dostupnosti vysoko–potentního konopí je černý neregulovatelný trh, pěstování pro vlastní potřebu a internet, které sebou nesou jistá spekulativní rizika a přínosy. Možnými riziky jsou, že se konopný produkt dostane do nesprávných a mladých rukou, u nezkušených nebo geneticky predisponovaných uživatelů může zapříčinit adverzivní reakce (úzkosti, depersonalizace), psychotické poruchy, akutní intoxikaci a amotivační syndrom. Naopak přínosem vysoké koncentrace THC v konzumovaných konopných produktech je zdůrazňován u zastánců léčebného konopí, jako terapeutická látka (Miovský et al. 2008; Landa et al. 2020)

3.8 Legislativa v ČR

Konopí pro léčebné účely je v České republice stále žhavě diskutovaným tématem. Ačkoliv je od dubna roku 2013 pěstování a užívání konopí pro léčebné účely povoleno. Naskytuje se zde velké množství otázek, pochybností a nepříjemných mýtů, které zastiňují pravý přínos rostliny. V České republice bylo konopí regulováno zákonem o návykových látkách zákon č. 167/1998 Sb. a vyhláškou č. 307/2020 Sb., kterou se mění vyhláška č. 236/2015 Sb. „Vyhláška o stanovení podmínek pro předepisování, přípravu, distribuci, výdej a používání individuálně připravovaných léčivých přípravků s obsahem konopí pro léčebné použití.“

Nyní je regulováno zákonem č. 366/2021 Sb. ze dne 14. září 2021, kde se mění zákon č. 167/1998 Sb., o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. Změna proběhla v paragrafu 2 písmena a) , zní:

„a) návykovými látkami omamné látky a psychotropní látky přírodního nebo syntetického původu, které mají psychoaktivní účinky a současně jsou uvedeny v některé z příloh č. 1 až 7 nařízení vlády o seznamu návykových látek, s výjimkou látky konopí extrakt a tinktura, která obsahuje nejvýše 1 % látek ze skupiny tetrahydrokanabinolů a splňuje podmínku bezpečnosti podle zákona o obecné bezpečnosti výrobků“.

3.8.1 Státní agentura pro konopí pro léčebné použití

Činnost agentury je udělování licencí pro pěstování konopí a zajišťování souvisejících činností, jako jsou výkup vypěstovaného a sklizeného konopí, bezpečnost skladování, přepravy až po jeho distribuci do lékáren, dle zákona č. 366/2021 Sb., o návykových látkách. Celá tato oblast spadá pod Státní ústav pro kontrolu léčiv (SÚKL). V neposlední řadě plní dle zavedeného zákona veškeré informační povinnosti vůči MZ ČR a Policii ČR. Oddělení Státní agentury pro konopí pro léčebné (OSAKL) použití bylo zřízeno 1. 1. 2013. OSALK se v roce 2020 zabývalo zabezpečením veškerých procesů souvisejících se zajištěním dostupnosti léčivé látky KLP (konopí pro léčebné použití) pro české pacienty od tuzemského pěstitele.

Léčebné konopí, pro individuální použití, může předepsat pouze registrovaný lékař v „RLPO“ (Registr pro léčivé přípravky s omezením, § 39 odst. 5 zákona o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů č. 378/2007: kategorie výdej léčivého přípravku bez lékařského předpisu s omezením) formou elektronického receptu. Pokud má být vydán léčivý přípravek s omezením, pak farmaceut podle § 17 a vyhlášky č. 84/2008 ověří, zda jsou splněny náležité podmínky pro přípravu nebo výdej daného léčivého přípravku.

Tabulka 1 : Výdeje konopí v roce 2020 po měsících

Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
Počet vydaných el. receptů	920	1007	1045	855	1053	1324
Počet pacientů, kterým bylo KLP předepsáno (unikátní)	733	790	796	735	920	1103
Vydané množství KLP ¹⁾ v g	3398,79	3820,45	4527,53	4001,53	5078,38	6050,09

Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
1389	1165	1408	1363	1331	1307
1087	998	1199	1197	1127	1103
6409,41	5607,99	6857,49	7160,22	7064,54	6879,16

¹⁾ KLP – konopí pro léčebné použití

Z aktuálního ceníku na stránkách SÚKL (aktualizováno 24.3 2022), je prodejní cena KLP bez DPH/s DPH pro lékárny 143,75 Kč bez DPH/1 g; 165,31 Kč s DPH/1 gram od distributora Alliance Healthcare s. r. o. a pěstitele Elkoplast Slušovice s. r. o.

3.8.2 Novela o návykových látkách

Český prezident Miloš Zeman v pondělí 27.9 2021 podepsal novelu zákona o návykových látkách, která mění pravidla používání konopí ve zdravotnictví. Novela vyšla v platnost 1.1. 2021, kterou se mění dosavadní obsah THC v technickém konopí, které bude moct obsahovat až jedno procento účinné látky THC namísto 0,3 %.

Již brzy díky tomuto zavedení budou mít nemocní pacienti jednodušší přístup k inovativním lékům na vzácná onemocnění. Pacient má od 1. ledna 2020 nárok na úhradu 90% ceny individuálně připravovaného léčivého přípravku (IPLP) pro konečného spotřebitele u 30 g konopí pro léčebné použití, jehož druhy jsou uvedeny v příloze tohoto cenového předpisu Ministerstva zdravotnictví č. 1/2021/OLZP o regulaci cen individuálně připravovaných léčivých přípravků s obsahem konopí pro léčebné použití s účinností od 1.1.2021. Právní předpis stanoví, že maximální množství vydaného konopí pro léčebné využití nesmí překročit 180 g/na období jeden měsíc/ na jednoho pacienta.

Druhy konopí, které z hlediska obsahu účinných látek (THC a CBD) je v ČR k léčebným účelům možné použít se vždy označují kódem, druhem konopí a rozmezím THC a CBD.

3.8.3 Léčebné konopí a indikace

Onemocnění, na která je možné léčebné konopí používat dle aktuálně platné legislativy.

Tabulka 2 : Příloha č. 3 k vyhlášce č. 307/2020 Sb.

Indikace	Specializovaná způsobilost lékaře
Chronická neutišitelná bolest (zejména bolest v souvislosti s onkologickým onemocněním, bolest spojená s degenerativním onemocněním pohybového systému, systémovým onemocněním pojiva a imunopatologickými stavy, neuropatická bolest, bolest při glaukomu)	klinická onkologie radiační onkologie neurologie paliativní medicína léčba bolesti revmatologie ortopedie infekční lékařství vnitřní lékařství oftalmologie dermatovenerologie geriatrie
Spasticita a s ní spojená bolest u roztroušené sklerózy nebo při poranění míchy, nebolestivá úporná spasticita zásadním způsobem omezující pohyb a mobilitu, nebo dýchání pacienta, mimovolné kinézy způsobené neurologickým onemocněním a další zdravotní komplikace, mající původ v neurologickém onemocnění, nebo úrazu páteře s poškozením míchy, či úrazu mozku, neurologický třes způsobený Parkinsonovou chorobou a další neurologické potíže dle zvážení ošetřujícího lékaře	neurologie geriatrie
Nauzea, zvracení, stimulace apetitu v souvislosti s léčbou onkologického onemocnění nebo s léčbou onemocnění HIV	klinická onkologie radiační onkologie infekční lékařství dermatovenerologie geriatrie
Gilles de la Tourette	syndrom psychiatrie
Povrchová léčba dermatóz a slizničních lézí	infekční lékařství dermatovenerologie geriatrie

Jak je již zmíněno výše, pouze lékař se specializací, přístupem k centrálnímu úložišti (CÚ) a RLPO smí předepsat konopí na určenou diagnózu, a to výhradně formou elektronického receptu s omezením, kdy farmaceut v lékárně náležitě ověří elektronickou preskripci, zda nebylo překročeno maximální množství vydaného konopí pro daného pacienta (180 g) a veškeré ostatní informace o pacientovi. Lékárník nahlíží do elektronické lékové historie a při vydávání zodpovídá, aby pacient nebyl ohrožen zdvojeným užíváním stejných účinných látek, a aby mu neublížily vzájemné interakce společně podaných léčiv. Pacientovi se pak dostane do rukou

konopí, u kterého je zaručen přesně deklarovaný obsah účinných látek, jeho kvalita a konkrétní použití, které vždy určuje lékař.

Kouření konopí pro léčebné účinky není doporučováno, lékaři spíše upřednostňují inhalaci pomocí vaporizéru či perorální podání. Inhalační podání je od klasického kouření zdravější a s rychlejším rozšířením účinku po celém těle. Rostlinný materiál je zahříván na požadovanou teplotu 170–200 °C a nedochází k nechtěnému přepálení materiálu. Perorálním podáním je myšleno požití konopí se snadno vstřebatelnými potravinami. Nevýhodou tohoto způsobu užití je opožděný nástup účinku, který může vést až předávkování či zdravotním nevolnostem.

U každého léku mohou nastat jisté nežádoucí či nepříjemné účinky (nevolnost, nauzea...), které je důležité neprodleně řešit se svým ošetřujícím lékařem, velmi často jej nastává při začátku léčby, kdy se doporučuje, aby pacient byl pod dozorem poučené osoby či rodinného příslušníka či příčinou může být příliš vysoká dávka. Ve většině případů jsou nežádoucí účinky mírné a odezní během několika dnů.

Je důležité brát na vědomí, že ačkoliv má konopí řadu příznivých účinků, není to neškodný lék. Jak říká Lumír Ondřej Hanuš, cituji: „*Konopí neléčí vždy, neléčí každého, neléčí každou nemoc a neléčí každé stadium nemoci.*“

Kontraindikace

Stav pacienta, který zamezuje a znemožňuje podání léku, v tomto případě konopí.

- Psychóza (nevhodné pro pacienty s genetickou predispozicí, důležitá rodinná anamnéza)
- Srdeční poruchy (kanabinoidy ovlivňují srdeční tep a krevní tlak)
- Těhotenství (THC může mít negativní vliv na vývoj plodu)
- Kojení (určité látky z konopí, včetně THC, se mohou vylučovat do mateřského mléka)
- Jaterní poruchy (důležitá zdravá funkčnost jater, jelikož jsou primární orgánem, kde dochází k chemickému zpracování kanabinoidů po orálních použití)
- Závislost (abstinenční příznaky)
- Jiné léky (nežádoucí lékové interakce, vzájemné ovlivňování léku a účinných látek v konopí mohou vést až k zdravotním obtížím či alergii)

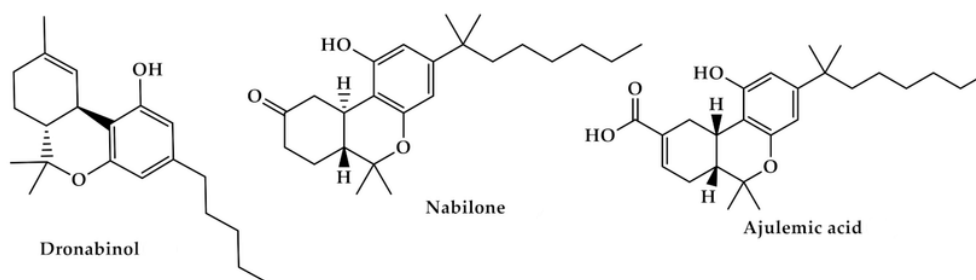
3.8.4 Formy léčebného konopí

Léčebné konopí je možné podávat různými způsoby, orálně: ve formě kapslí, pastilek, tinktur, pečených výrobků, nebo za použití pleťových masťů či dermálních sprejů, a odpařováním nebo kouřením sušeného květenství. Hromadně vyráběné syntetické kanabinoidy ve formě prášků jsou k dispozici na předpis: dronabinol, marinol a nabilon. Všechny produkty se liší v jejich koncentraci a poměru kanabinoidů.

- Dronabinol (obchodní jméno Marinol®) je schválen Úřadem pro kontrolu potravin a léčiv (FDA), lék obsahuje syntetické THC (dronabinol je izomerem) suspendované v sezamovém oleji a prodávány v 2,5/5/10 mg kapslích. Marinol je žlutý olej a je lepivý při pokojové teplotě. Využíván pro léčbu nevolnosti a zvracení vyvolaných

chemoterapií a jako stimulant chuti k jídlu u pacientů s AIDS, vhodný i pro pacienty trpící kachexií.

- Nabilon (Cesamet®) je též schválený FDA (již v roce 1985), jedná se o syntetický kanabinoidní a dibenzopyranový derivát s antiemetickou aktivitou, který napodobuje THC a je dodáván v 1 mg tobolkách. Použit též při léčbě nevolností vyvolané chemoterapií. Při dlouhodobém užívání přípravku může dojít ke změně duševního zdraví, z toho důvodu je podáván pacientovi jen po nezbytně nutnou dobu léčby (FDA–Approved Drugs 2017). Cesamet v Česku není dostupný.
- Nabiximols (Sativex®) je přírodní extrakt z konopí s poměrem 1:1 THC a CBD, který aktivuje CB₁ a CB₂ receptory. Podává se jako ústní žlutohnědý sprej se s 2,7 mg THC a 2,5 mg CBD. Nabiximols není v současné době schválen FDA pro žádnou aplikaci, a proto není dostupný v USA, ale v Evropských zemích, v Kanadě a na Novém Zélandě ano. Sativex je vhodný pro léčbu střední až těžké spasticity (svalové křeče) způsobenou roztroušenou sklerózou. Dle časopisu konopí (vydání číslo 5/2020) udávají, že léčivo Sativex si pacient hradí sám a cena se pohybuje okolo 8 000 korun za balení, které pacientovi vystačí na 1 měsíc.
- Cannador© je též přírodní extrakt z konopí s obsahem 2,5 mg THC a 1,25 mg CBD na kapsli, přibližný poměr THC a CBD je 2:1. Vyrábí se Institutem pro klinický výzkum v Berlíně.
- Epidiolex® je perorální roztok čistého CBD rostlinného původu (100 mg/ml), vyvinutý speciálně pro pacienty s epilepsií. FDA schválilo Epidiolexu dne 19. dubna 2018 (Rice & Cameron 2017).
- Syntetický kanabinoid ajulemová kyselina prochází vědeckým testováním, zda bude vhodným lékem pro artritické bolesti a záněty (Tauchen & Klouček 2020).



Obrázek 9 Chemické struktury analgetických kanabinoidů ; Chemical structures of the analgesic cannabinoids (Breijyeh et al. 2021)

3.8.5 Spektrum léčebných odrůd

Lékař může předepsat eRecept na široké spektrum léčebných odrůd s odlišnými obsahy účinných látek. Poměry THC a CBD jsou charakteristické dle typu užívání.

Tabulka 3 Orientační poměry kanabinoidů z časopisu *Konopí* čísla 5/2020, str. 30

THC:CBD orientační poměry	Využití
10:1	Vysoce psychoaktivní konopí s poměrem 10:1 i vyšším se používá pro neutišitelné bolesti, svalové křeče a při paliativní léčbě onkologických pacientů. Může být sedativní.
2:1	Středně psychoaktivní konopí, využíváno při léčbě spasticity, nechutenství a neuropatické bolesti.
1:1	Vyrovnaný poměr kanabinoidů. Je pacienty dobře tolerován. Používáno při léčbě roztroušené sklerózy a artritidy.
1:2	Poměr využíván při léčbě chronických bolestí, podrážděného gastrointestinálního traktu a proti stresu.
1:10	Vysoký poměr CBD, vykazující nepsychoaktivní účinky. Vhodné proti křečím, neurologickým třesům a epilepsii. Vhodné pro pacienty s nesnášenlivostí na THC.

Při užívání konopí, hlavně z dlouhodobého hlediska, je třeba zohledňovat míru tolerance a hladinu snášenlivosti, která s délkou užívání u pacientů roste.

3.9 Konopí dostupné v ČR

3.9.1 Pěstování v ČR

Pěstovat rostliny konopí pro léčebné použití může jen právnická nebo podnikající fyzická osoba, která je držitelem licence, kterou uděluje Státní agentura pro konopí pro léčebné použití (SAKL) a zajišťuje další související činnosti, jako je výkup vypěstovaného a sklizeného konopí po jeho distribuci do lékáren. Celá tato oblast spadá pod Státní ústav pro kontrolu léčiv (SÚKL). V neposlední řadě plní dle zavedeného zákona veškeré informační povinnosti vůči MZ ČR a Policii ČR.

- Elkoplast Slušovice s.r.o

První pěstitelskou společností pod licencí SAKL, která začala pěstovat léčebné konopí. Komerční pěstitelé se snaží eliminovat nežádoucí vlastnosti, a naopak zachovat a posílit požadované vlastnosti vzájemným křížením druhů a odrůd : *sativa*, *indica*, *sativa/indica*, *indica/ruderalis*, *sativa/ruderalis* (Miovský et al. 2008).

Tabulka 4 Příloha č. 2 k vyhlášce č. 307/2020 Sb: Kritéria pro konopí pro léčebné použití

Parametr	Metoda	Limit
Totožnost		
Makroskopický popis	Vizuální	Celá nebo nařezaná usušená vrcholičnatá květenství tmavě zelené, šedozeleň až hnědozelené barvy složená do hustých klasů. Drobné květy jsou obaleny listy, porostlými z horní strany žláznatými chlupy.
Tenkvrstvá chromatografie	ČL/Ph. Eur. ^{a)} 2.2.27	vizuální hodnocení
Zkoušky na čistotu		
Cizí příměsi	ČL/Ph. Eur. 2.8.2	max. 2 %
Ztráta sušením	ČL/Ph. Eur. 2.2.32	max. 10,0 %
Zbytky pesticidů	ČL/Ph. Eur. 2.8.13	Odpovídající limitům uvedeným v ČL/Ph. Eur. 2.8.13
Těžké kovy	ČL/Ph. Eur. 2.4.27	Pb – max. 5,0 µg/g Cd – max. 1,0 µg/g Hg – max. 0,1 µg/g
Aflatoxiny	ČL/Ph. Eur. 2.8.18	max. 2 µg/kg
– Aflatoxin B1		
– Celkový obsah aflatoxinů B1, B2, G1 a G2		max. 4 µg/kg
Mikrobiologická jakost	ČL/Ph. Eur. 2.6.12 a 2.6.13	max. 10 ³ CFU ^{b)} /g
ČL/Ph. Eur. 5.1.4		
– Celkový počet aerobních mikroorganismů		max. 10 ² CFU/g
– Celkový počet kvasinek/plísní		
Rozkladné produkty	HPLC ^{c)} – ČL/Ph. Eur. 2.2.29	max. 1 %
– kanabinol (CBN)		
Obsah		
– THC	HPLC – ČL/Ph. Eur. 2.2.29	v rozmezích podle přílohy č. 1 k této vyhlášce
– CBD		

a) Český lékopis/Evropský lékopis

b) Kolonie tvořící jednotka/y

c) Vysokoučinná kapalinová chromatografie

3.9.2 Dovoz ze zahraničí

Dovoz konopí ze zahraničí je Ministerstvem zdravotnictví povolen, avšak konopí musí splňovat veškeré požadavky jakosti kvality a obsahu účinných látek, které vychází z platných právních předpisů. Inspektorát omamných a psychotropních látek, který je součástí MZČR, má za úkol kontrolovat veškeré omezení vztahující se na konopí, konopnou „pryskyřici“ či extrakt. Cena vypěstovaného konopí v ČR či cena dováženého konopí není regulovaná a vychází z ceny, kterou jej distributor uvádí na trh.

3.9.3 Uchovávání konopí

Státní agentura pro konopí pro léčebné použití (SAKL) doporučuje jistá pravidla pro uchování konopí v domácích podmínkách.

- Uchovávat mimo dosah dětí
- Uchovávat v původním obalu v suchu při teplotě 25 °C
- Po uplynutí doby použitelnosti na obalu, donést do autorizované lékárny (tyto lékárny je možné vyhledat v databázi na www.sukl.cz), kde se následovně zlikviduje

3.9.4 Konopné kluby a události

Konopné společenské kluby (používanou zkratkou je CSC vycházející z anglického Cannabis Social Clubs) jsou nekomerční organizace, především působící ve Španělsku. V těchto společenských klubech (Pannagh, Kalamudia) mohou členové kupovat a užívat konopí za účelem relaxace, tak i léčby. Avšak je potřeba jej nezaměňovat se známými konopnými nizozemskými coffeeshopy, které neslouží jako spolky sdružující určitou skupinu lidí, ale jedná se o běžné veřejné podniky pro nákup marihuany (Běláčková & Zabranský 2011).

Cannabis Cup (Kanabis cup) – Každoročně pořádaná pěstitelská soutěž/slavnost v zemích, které legalizovaly léčebnou a rekreační marihuanu (Amsterdam, Arizona, Severní Karolína, Colorado, Denver, Detroit, Nevada...). Na soutěži se prezentují vypěstované konopné rostliny a produkty, dochází i k samotné „degustaci“ a posouzení chuti a účinku vzorků na porotce. Obdobný průběh jako na soutěžích vína, kdy someliéři srovnávají a posuzují odrůdy vín (Miovský et al. 2008).

Slavnost byla založena roku 1988 nizozemským redaktorem Stevenem Hagerem časopisu High Times. Událost je široce podporována aktivisty za dekriminálnízaci marihuany a sponzorována společnostmi prodávajícími produkty spojené s marihuanou. Zajímavostí je, že porotcem se může stát každý zkušený kuřák marihuany, který zaplatí poplatek ve vyšší 250 amerických dolarů. Mezi pozoruhodné porotce patřili: Tommy Chong, Snoop Dogg, Wiz Khalifa, Joe Rogan, Damian Marley, Kid Cudi, Rita Marley, B-Real, BOB, Alex Grey a dalších ikony undergroundu (High Times 2022; Available from <https://www.cannabiscup.com/>)

Tabulka 5 Přehled základních modelů pěstování konopí pro léčebné účely ve světě (EMCDDA: Italy: Country Drug Report 2019; Běláčková & Zabranský 2011)

Stát	Pěstování pro léčebné účely	Dostupnost konopí pro pacienty	Agentura/ kontrolní instituce
Nizozemí	Jeden kontrahovaný pěstitel Bedrocan	Síť lékáren	Office for Medicinal Cannabis
USA – federální program	University of Mississippi pro velmi omezené léčebné a výzkumné využití	Limitovaný Compassionate IND Program, oficiální ukončen v roce 1992	National Institute on Drug Abuse
USA – státní programy	Různé modely (pacienti, delegované osoby, licence)	Zpravidla zvláštní výdejny	-
Kanada – centrální pěstírna	Monopolní pěstitel Prairie Plant Systems Inc.	Nákup semen a sušiny přes dodávkovou službu	Health Canada (kanadské ministerstvo zdravotnictví)
Kanada – systém výdejen a samo-pěstitelů	Samotní pacienti a delegované osoby	Individuální nebo hromadný výdej, vlastní pěstování	Health Canada (kanadské ministerstvo zdravotnictví) – dodávka semen, neplní zde funkci „agentury“, pokud jde o výkup
Izrael	8 dobrovolných pěstitelů, pěstování v zakrytých sklenících bez využití umělého osvětlení	Výdejní místo nebo pěstitel přímo k pacientovi	Jednotka pod MZ, od 2011 („agentura“)
Španělsko	„sociální kluby“ pěstují konopí pro své členy	„sociální kluby“ zajišťují dodávku konopí pro své členy	-
Itálie	Istituto Chimico Farmaceutico Militare – Vojenský Farmaceutický institut ve Florencii	FM2 (léčivý přípravek, který byl schválen v září 2015) možné zakoupit v lékárnách	Italské ministerstvo zdravotnictví a obrany a vojenský Farmaceutický institut ve Florencii

	(Armádní laboratoře)		
Rakousko	Pěstovat smí pouze agentura, praxe není známa	Syntetický Marinol v lékárnách, rostlinné konopí není známo	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, AGES, úřad pro kontrolu léčiv pod MZ, “agentura”
Velká Británie	Pěstuje pouze společnost GW Pharmaceuticals	Dostupný přípravek Sativex	Medicines Control Agency
Česká republika	Elkoplast Slušovice s. r. o.	Síť lékáren	Alliance Healthcare s. r. o.

3.10 Indoor pěstování

Obecně můžeme pěstování konopí rozdělit na:

- venkovní tzv. outdoor
- pěstování v místnostech, tzv. indoor.

Technické (průmyslové) konopí, které bude využito pro vlákno nebo olejnatá semena, je pěstováno na poli. Zatímco konopí pro léčebné využití je pěstováno uvnitř s použitím umělého osvětlení, využívají se sodíkové, metalhalidové a halogenidové výbojky nebo fluorescentní zářivky. Jsou to speciální lampy sestavené z jednoduchého plechového stínítka a např. sodíkové výbojky, které se zavěšují v přímé blízkosti konopí dle výšky rostliny a rozdílného vegetačního cyklu pro maximální intenzitu světla a tepla, ale tak aby rostlinu nespálila. Díky umělému světlu může rostlina vykonávat potřebnou fotosyntézu. Za pomoci umělého osvětlení je denní cyklus rostliny prodloužen na 18 hodin světla a 6 hodin tmy za účelem, aby rostlina nekvetla, a naopak ve fázi kvetení je fotoperioda nastavena na 12:12 (tzn. 12 hodin světla a 12 hodin tmy). Při venkovních podmínkách rostlina dokončí svůj pěstební cyklus jednou za 4–5 měsíců, naopak při indoor pěstování je možné docílit za pomoci umělého osvětlení 3–4 pěstebních cyklu, kdy jeden cyklus trvá 3 měsíce. Vliv světla na růstovou fázi a fázi kvetení je dán množstvím červeného a far red spektra (spektrum nad 700 nm).

Důležitá je selektivita pouze samičích rostlin. Cílem indoor pěstování je jednotná identická plodina, která reaguje konstantně na stejné vlivy v pěstírně. Tato selektivita se docílí vegetativním množením řízků samičích mateřských rostlin (bezpohlavní klonování rostlin). Dále je v pěstírně potřeba zajistit vzduchotechniku pro správné odvětrávání, cirkulaci vzduchu a ideální vlhkost, zavlažovací systém pro pravidelnou závlahu rostlin, potřebné materiály (pěstební médium keramzit), živné roztoky, měřicí přístroje (pH metry, EC metr), postřiky proti parazitům a plísním aj (Blažejovský et al. 2008; Mr. José. 2018).

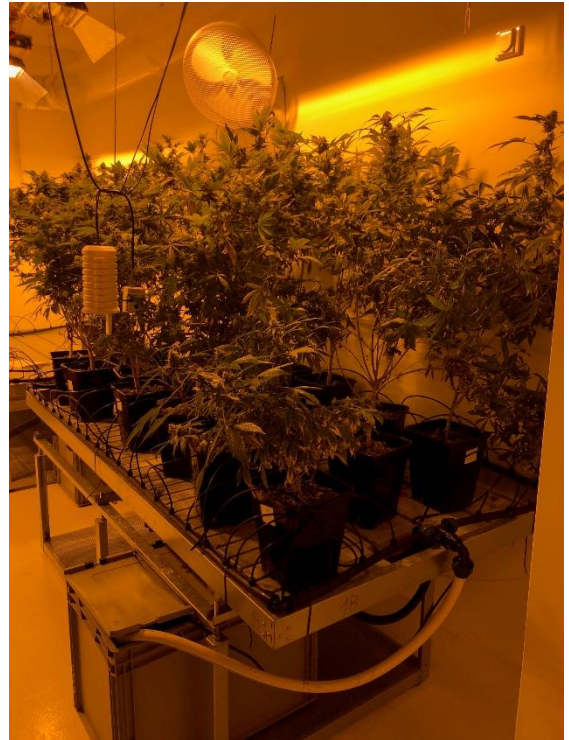
EC metr (electric conductivity) je ukazatelem elektrické vodivosti, kontroluje množství živin v roztoku. Jednotkou je mS/cm či jednotka ppm, dle značky EC metru. Čím více je ve vodě rozpuštěno solí, tím lépe voda vede elektrinu. Využívá se při měření koncentrace hnojiv či jiných rozpuštěných látek ve vodě. Obvyklá hodnota kohoutkové vody je EC 0,3–0,6 mS/cm.

Ve vegetativní fázi, živný roztok u semínek měl hodnotu EC 0,3 mS/cm, u našich pěstovaných rostlin bylo v živném roztoku naměřeno 0,8–1,2 mS/cm. S nástupem generativní fáze jsme přidávali potřebné živiny a hnojiva pro kvalitní růst rostliny, hodnota EC se v kvetoucí fázi pohybovala v rozmezí 1,2–2,5 mS/cm.

Ideální teplota je okolo 25–27 °C přes den a okolo 21–23 °C přes noc, je to klíčovým parametrem při pěstování, jelikož ovlivňuje transpiraci listů a příjem živin kořeny. Dále dbáme na vhodné pH pro správný růst. Konopí obecně vyhovuje spíše neutrální prostředí o hodnotě 7 pH. V indoor podmínkách je naopak vhodnější kyselější pH v rozmezí 5,8–6,2.



Obrázek 11 Vyklíčení semen v sadebních kostkách;
autor: Bc. Natálie Javůrková

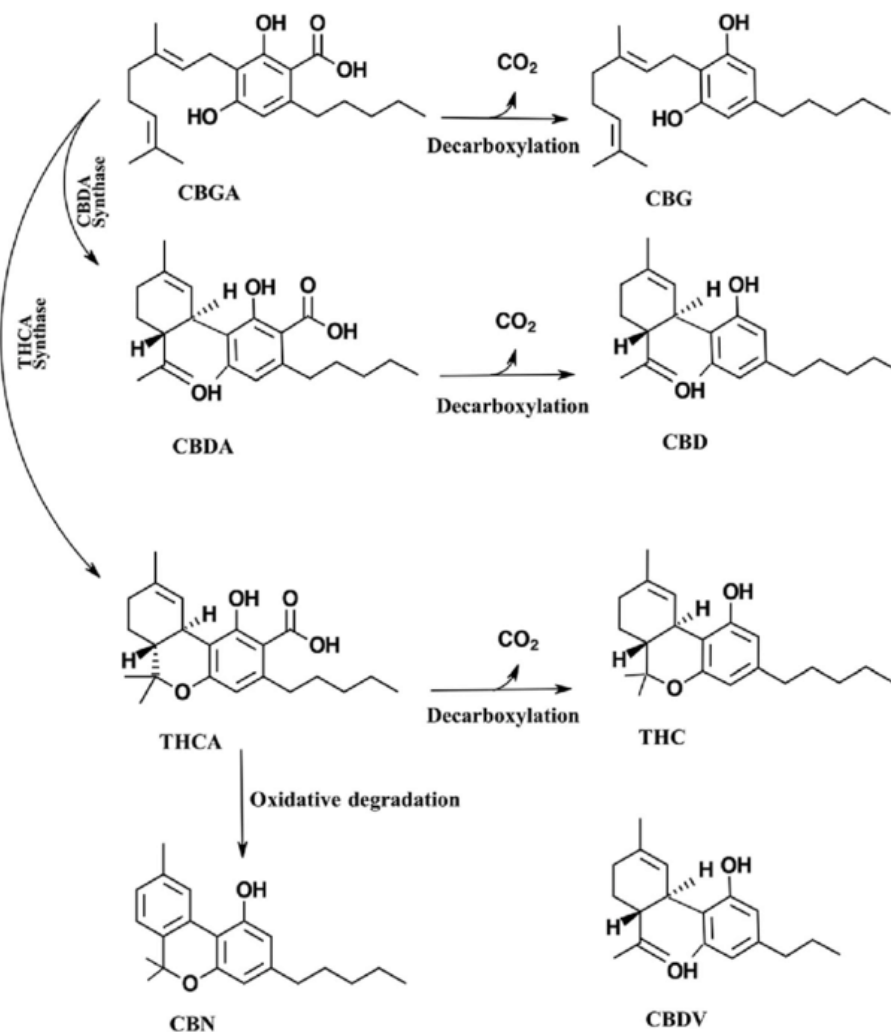


Obrázek 10 Čas sklizení a sušení vypěstovaného konopí;
autor: Bc. Natálie Javůrková

3.11 Významné biologicky aktivní látky v konopí

Konopí obsahuje více než 1400 přírodních látek, z tohoto množství je 144 látek označováno jako kanabinoidy, ale nejvíce pozornosti je věnováno majoritním konopným látkám: THC (delta-9- tetrahydrokanabinolu) a CBD (kanabidiolu), kdy se jedná o jedny z nejvíce prozkoumaných psychoaktivních látek, které prokazují potencionální léčebné účinky. Dalšími homologními méně známými látkami s propylovým bočním řetězcem jsou: kanabigerovarin (CBGV), kanabivarichromen (CBCV), kanabidivarin (CBDV) a tetrahydrokanabivarin (THCV) (Schultes et Hofmann, 1980).

Biologicky aktivní (také farmakologicky aktivní) je soubor látek reagující na organismus příznivě či nepříznivě (Landa et al. 2020; Tauchen & Klouček 2020). Kanabinoidy jsou typickými látkami pro konopí nacházející se ve vonné viskózní pryskyřici, která je produkována žláznatými trichomy. V pryskyřici se vyskytuje i řada terpenických silic (karyofyllen, humulen, farnesen, selinen, fellandren, limonen,..), cukrů, flavonoidů a alkaloidů (cholin, trigonellin, piperidin, etain, prolin, neurin, hordenin, kanabisativin) (Rätsch 2000). Květní vrcholky vysoce kvalitního konopí dokážou poskytnout až 15–20 % pryskyřice (Tauchen & Klouček 2020). V živých rostlinách či čerstvě usušeném konopí se přirozeně vyskytují nestabilní karboxylové kyseliny jako jsou CBGA (kanabigerolová kyselina), THCA (tetrahydrokanabinolová kyselina) a CBDA (kanabidiolová kyselina). Samotné kyseliny nemají psychoaktivní účinky. Aby se kanabinoidní kyseliny staly aktivními, musí projít dekarboxylací, dochází k odštěpení karboxylové skupiny (–COOH). Proces probíhá se stoupající teplotou od 130–210 °C, či působením vzduchu a světla, kdy se kyseliny přemění na kanabinoidy jako jsou THC a CBD (Sirikantaramas et al. 2005; Thakur et al. 2005; Miovský et al. 2008; Hanuš 2009). Tento děj v živé rostlině probíhá minimálně, jelikož jsou kanabinoidní kyseliny tvořeny a ukládány ve žláznatých trichomech, jsou tím chráněny před vnějším prostředím a působením kyslíku. CBGA se často označuje jako „mateřský“ kanabinoid, jelikož hraje důležitou roli v biosyntéze ostatních kanabinoidních látek.

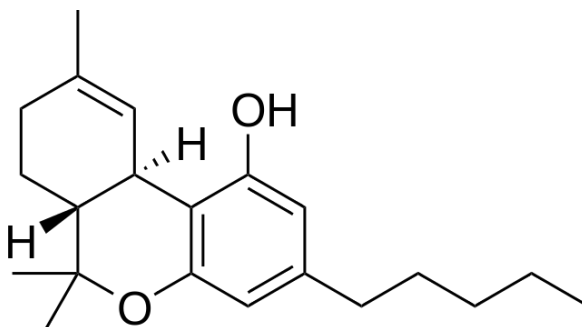


Obrázek 12 Nejběžnější kanabinoidy a znázorněná dekarboxylace v důsledku tepla. CBGA může konvertovat na CBDA a THCA pomocí CBDA syntázy a THCA syntázy. CBDA dále dekarboxyluje na CBD; THCA na THC v důsledku tepla a odtržení karboxylové skupiny; CBN vzniká postupnou oxidací a degradací tepla z THCA.

3.12 Kanabinoidy

3.12.1 THC (delta-9- tetrahydrokanabinol)

V konopí setém (*Cannabis sativa* L.) je identifikováno více než 1400 přírodních látek, z nichž 144 látek jsou látky kanabinoidní (fenolické monoterpenoidní látky, které jsou specifické pouze pro tuto rostlinu).



Obrázek 13 Strukturální vzorec tetrahydrokanabinolů (THC)

Nejhlavnější psychoaktivní látkou je THC nacházející se především v květenství konopí. V různých zdrojích je THC značeno např. Δ^1 -THC nebo Δ^9 -THC, rozdíl je v číslování terpenické části či systematické číslování, které je častější (Tauchen & Klouček 2020). Každá část konopí pěstovaná v různých zeměpisných podmínkách a pásmech obsahuje jiné koncentrace THC.

Tabulka 6 Výčet procent THC v částech konopí z knihy *Léčivé rostliny a jejich biologicky aktivní látky*, str. 20 (Tauchen & Klouček 2020)

Části konopí	Obsah THC [%]
Velké listy	0,5–1
Malé listy	1–3
Květové vrcholky	3–7
Listeny	5–10
Pryskyřice	14–25
Konopný olej	Až 60

3.12.1.1 Farmakokinetika THC

THC navozuje euforizující a stimulující účinky, má analgetické vlastnosti: uvolňuje svalstvo a pomáhá od svalové bolesti, zvyšuje chuť k jídlu (vhodné u pacientů s AIDS a pacientů procházejících si chemoterapiemi), potlačuje zvracení vyvolané onkolytiky, snižuje krevní tlak a ulevuje od chronických a neuropatických bolestí. U mnoha pacientům s roztroušenou sklerózou pomáhá THC proti třesu (Hanus 2009; Whiting et al. 2015). Samotné účinky THC se taktéž projevují deformací vnímaného času, depersonalizací, poruchou v komunikaci a motoriky, či se mohou objevit i zrakové, sluchové nebo hmatové iluze. Dochází k příjemné uvolněné náladě. Naopak euforické stavy může nahradit i tzv. „bad trip“ – nepříjemné až depresivní pocity, které se mohou projevit při neodhadnutí adekvátní dávky (Nelson et al. 1994; Eubanks et al. 2006; Landa et al. 2020).

Účinky THC se projevují vazbou na kanabinoidní receptory CB₁ a CB₂ (více ve farmakodynamice kanabinoidů 3.18).

Samotná intenzita účinků THC závisí na široké škále faktorů, jimiž jsou množství a forma podávání, způsob aplikace, kvalita konopí, koncentrace v jednotlivých částech organismu a prostup hematoencefalickou bariérou pomocí vazby na CB₁ receptory.

Způsoby aplikace jsou inhalační, perorální (požívání ve formě koláčků, marihuanových másel / popíjení konopného mléka), sublinguální (podání látky pod jazyk), rektální (alternativní podání do konečníku u pacientů s polykacími obtížemi) a injekční (intravenózní podání extrahovaného či synteticky vyrobeného THC sloužící primárně k výzkumným účelům jako standard pro dedukci koncentrací, odvození příslušných hodnot absorpce a biologickou dostupnost látky do organismu pro další potřebné formy aplikace). Sublinguální a rektální podání jsou aplikovány spíše z hlediska terapeutického k léčbě chorobných stavů.

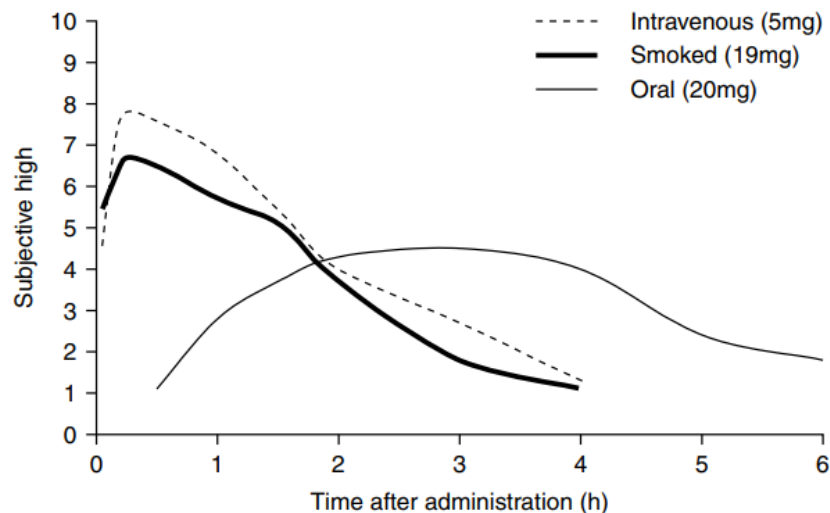


Fig. 4. Time course of average subjective effects after three modes of administration of Δ^9 -THC. A rating of the degree of 'high' was made by subjects on a 0–10 scale (estimated from figures by Hollister et al.^[28] and Ohlsson et al.^[29]) [reproduced from Grotenhermen,^[24] with permission].

Obrázek 14 Osa (x) – čas po aplikaci (h); osa (y) – subjektivní vnímání síly účinku

Z aplikačních cest konopí je nejrychlejší a nejrozšířenější forma podání – inhalační (kouření), kdy absorpce látky do těla je rychlá a plazmatická koncentrace v těle se dostavuje do 30 minut. Avšak trvání účinku je krátké a závisí i na inhalační technice (počet vdechů, retenci v plicích, vydechnutý objem a intenzita hoření). Při kouření dochází k důležitému dekarboxylačnímu ději, který nastává při teplotě 200–210 °C, kdy se kyselina tetrahydrokanabinolová (THCA) dekarboxyluje (odštěpení karboxylové skupiny – oxid uhličitý) na psychoaktivní THC. Konopí se nejčastěji kouří v podobě „jointu“ – ručně balené cigarety obsahující 0,5 – 1,0 g marihuany a různý poměr cigaretového či dýmkového tabáku (pro podporu hoření). THC v marihuane se pohybuje přibližně mezi 0,5 – 10 %. Při používání vodních a speciálních malých dýmek se využívá hašiš nebo hašišový olej, který obsahuje 2–50 % THC. Další alternativou jsou vaporizéry, které pouze ohřívají rostlinný materiál o určité teplotě (170–200 °C), nezapálí jej – nedochází k hoření, kanabinoidy jsou z rostlinného materiálu vylučovány do vzduchu teplem. Jedná se o kvalitní inhalační metodu, jelikož nedochází k tvorbě produkci benzenových a naftalenových formací při hoření. Opařené konopí se poté inhaluje ve formě par. Pára kvalitních vaporizérů může obsahovat až 95 % delta-9- tetrahydrokanabinolů.

Naopak nejdélejší trvání má perorální podání, které se pohybuje v rozmezí 1–6 hodin od aplikace. Trvání psychotropního účinku je variabilní, vzhledem k lipofilnímu charakteru THC a dalších kanabinoidů. Látka se hromadí v různých tkáních, kde jsou vázány na lipofilní nosič, především v tukové tkáni. Dalším ovlivňujícím faktorem je potrava a mobilita GIT. Marihuanu, hašiš či konopný hašišový olej je možné pozřít v surovém stavu, ale pro nástup požadovaných účinků, se provádějí kulinářské úpravy. Konopí se používá jako přísada na obohacení sádel, másel, mléka či alkoholu, které se dále přidávají do konzumenty oblíbených báboviček, koláčků a muffinů. Mezi velmi časté podávané lékové formy konopí jsou tablety s izolovanými kanabinoidy (CBD, THC), např. želatinové kapsle vyplněné dekarboxylovaným standardizovaným obsahem THC a CBD. Důležitým dějem při absorpci THC ústně je first-

pass efekt, jedná se o ztrátu určitého množství látky, která je vstřebána ve střevech po průchodu játry, THC je degradováno již v žaludku vlivem kyselého pH a množstvím potravy v trávicím traktu. Nevýhodou perorálního podání je neodhadnutí adekvátní dávky pro dosažení požadovaného účinku (Ohlsson et al. 1980; Grotenhermen 2004; Miovský et al. 2008).

Tabulka 7 : Plazmatické koncentrace v organismu absorbovaného THC po rozdílných možnostech podání

Aplikace	Plazmatické koncentrace THC [ng/ ml]
Intravenózní podání (5 mg, za 3 minuty)	161–316 ng/ ml
Inhalační aplikace (3–10 minuta) *	33–118 ng/l ve třetí minutě po inhalaci 268,4 ng/ml v deváté minutě po inhalaci
Perorální aplikace	0,58 – 12,48 ng/l

*Maximální plazmatická koncentrace THC se dostavuje mezi 3–10 minutou po inhalaci.

Hlavními metabolity THC v játrech jsou 1–hydroxy–THC a kyselina 11–nor–9–karboxy–THC, které katalyzuje lidský isoenzym P–450 2C9. Obdobně se mění i CBD na 7–hydroxykanabidiol.

3.12.1.2 Účinky THC

THC má kromě svého psychoaktivního působení i další prokázané prospěšné terapeutické účinky. Zásadní je analgetický účinek, kdy THC schopně tlumí bolest, pomáhá při léčbě chronických onemocnění, při léčbě bolesti poranění míchy či bolesti u centrální neuropatie a fibromyalgie (Maurer et al. 1990; Konrad et al. 2009; Slomski 2018).

Dalším již zmíněným pozitivním účinkem je vliv na apetit, kdy THC zvyšuje chuť k jídlu, vhodné využít konopí jako podpůrnou léčbu u pacientů s AIDS a pacientů procházející si pokročilými nádorovými onemocněními. Konopí též potlačuje zvracení vyvolané onkolytiky, nazývané jako antiemetický účinek (Nelson et al. 1994; Cotter 2009).

U pacientů s roztroušenou sklerózou je THC využíváno pro svůj antispastický účinek (protikřečový) (Rice & Cameron 2018).

THC a kanabinoidní molekuly mohou ovlivnit individuální průběh Alzheimerovi choroby mnohem lépe než předepisované běžné léky. Bylo prokázáno, že THC zabraňuje tvorbě „usazenin“ v mozku, zejména enzymu acetylcholinesteráze v tvorbě amyloidních plaků. Funguje jako inhibitor agregace amyloid–beta–peptidu (Eubanks et al. 2006; Szmitko & Verma 2008; Scuderi et al. 2014).

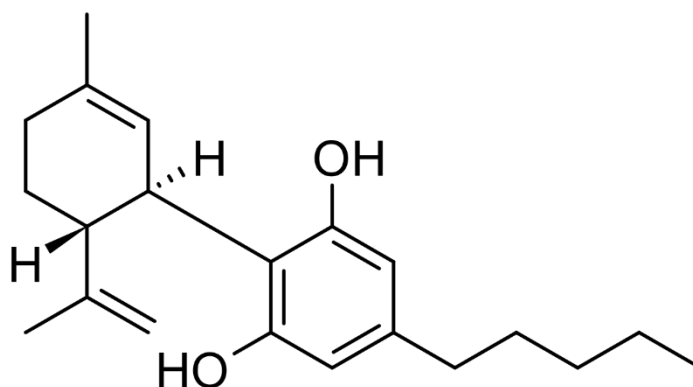
3.12.1.3 Tetrahydrokanabivarin (THCV)

THCV je propylderivátem THC. Podle pokusů se zvířaty se zdá, že účinkuje rychleji a odeznívá dříve než THC.

3.12.2 Kanabidiol (CBD)

Celosvětově tržně známou látkou je momentálně CBD, jelikož se jedná o látku legální s léčivými účinky. Již v roce 1963 byla stanovena přesná chemická struktura kanabidiolu izolovaného z konopného oleje. V konopí se CBD objevuje v průměru do 1 %. Například ve

významném nizozemském genotypu MC Bedrocan je obsah THC v průměru okolo 18 % (15,5 – 21 %) a obsah CBD do 1 % (Janatová et al. 2018). Národní agenturou pro léčebné konopí v ČR je tento poměr látek vyžadován.



Obrázek 15 Strukturální vzorec kanabidiolu (CBD)

Kanabidiol vykazuje neuroleptické účinky, z tohoto důvodu je vhodné k léčbě psychóz. Využívá se při léčbě úzkostí a neklidu, funguje jako inhibitor subjektivních změn (psychotické účinky) vyvolané THC (Rice & Cameron 2017; Landa et al. 2020).

Kanabidivarin (CBDV) je homolog a prekurzor kanabidiolu (CBD), je nepsychoaktivní. Strukturou se liší, CBDV má postranní řetězec kratší o dvě methylové (CH₂) skupiny. Britská farmaceutická firma GW Pharmaceuticals, která vyrábí již zmíněná syntetická konopná léčiva, má od roku 2014 CBDV patentované pod označením GWP42006. Látku testuje pro budoucí léčbu epilepsie (Amada et al. 2013).

3.12.2.1 Účinky CBD

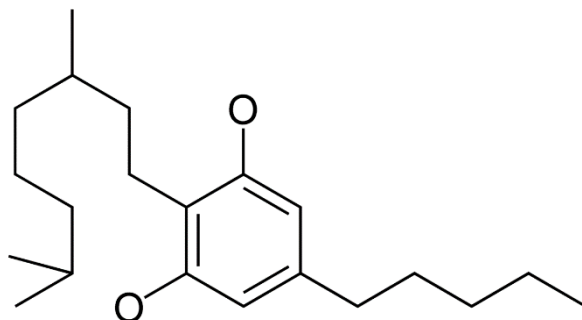
CBD má široké spektrum působnosti na lidský organismus. Kanabidiol se používá pro své antiaverzní účinky, kdy napomáhá snižovat odpor a diskomfort (Uribe–Marío et al. 2012). Obdobně jako u THC je CBD vhodné k léčbě schizofrenických pacientů, při léčbě Alzheimerovy choroby a má pozitivní vliv na nádorová onemocnění, kdy pomáhá inhibovat proliferaci nádorových buněk. U schizofreniků pomáhá snižovat halucinace a paranoiu, a naopak zvyšovat množství anandamidu v mozku, kvůli inhibici enzymu FAAH (neboli amidhydrolázy mastných kyselin, řádově z enzymů serinhydroláz), který anandamid rozkládá. Má protizánětlivé a neuroprotektivní účinky. Dále má CBD pozitivní účinky u pacientů trpících epilepsií, jako náhrada za nefunkční antiepileptické léky. Konopí se používá u různých forem epilepsií: syndrom Dravetové (těžké progresivní geneticky podmíněné epilepsie), Dooseho syndrom, „Lennoxův–Gastautův syndrom a idiopatická epilepsie. Naopak kdy THC podporuje apetit k jídlu, CBD jej tlumí (Landa et al. 2020).

3.12.3 Kanabigerol (CBG) a Kanabichromen (CBC)

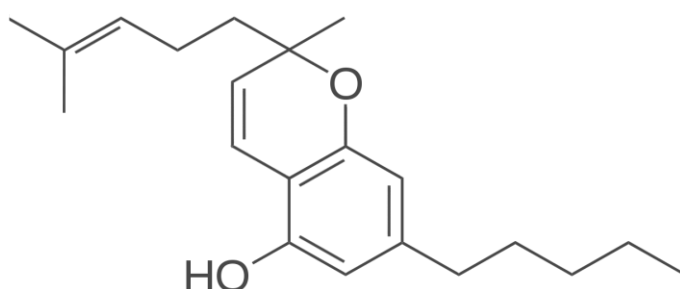
Kromě delta–9–tetrahydrokanabinolu (THC) a kanabidiolu (CBD) mají příznivé účinky na lidské zdraví i další fytokanabinoidy, jako je kanabigerol (CBG) a kanabichromen (CBC). CBG je přímým prekurzorem CBC.

Kanabigerol je též protizánětlivou, antioxidační a protirakovinnou látkou. Z experimentálních studií se vědci domnívají, že by CBG mohlo být potencionálním lékem na střevní záněty, jakou je Crohnova choroba a ulcerózní kolitida (Borrelli et al. 2013). Na výzkumných modelech, jakou jsou myši nebo potkani, vědci prokázali, že CBG má protinádorové vlastnosti, zejména proti rakovině prsu (Ligresti et al. 2006).

Kanabichromen (CBC) byl poprvé izolován z konopí v roce 1966, pouhé dva roky po izolaci THC (Pollastro et al. 2018). Též byly prokázány protizánětlivé účinky, in vitro výzkum poukazoval na významnou schopnost snižovat buněčnou proliferaci nádorových buněk (Baek et al. 1998).



Obrázek 17 Strukturální vzorec kanabigerolu (CBG)



Obrázek 16 Strukturální vzorec kanabichromenu (CBC)

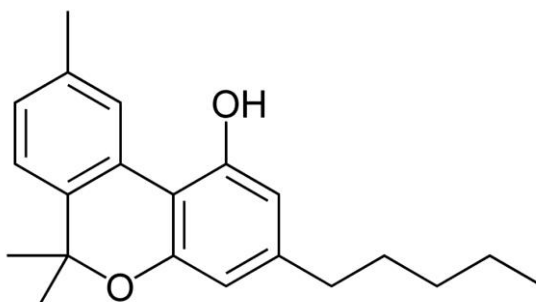
Vysoký obsah CBC je přítomen především u chemotypů s převažujícím poměrem CBD. Tyto pěstované rostliny mohou mít ve fázi růstu podíl CBC až 90 %, ten však rychle klesá na 1–5 %, což je konečný obsah CBC v rostlině v závislosti na odrůd (Zagozen et al. 2021). Dle Pollastro et al. (2018) CBC nepřesahuje 0,2–0,3 % v sušině.

V roce 2008 vědci zjistili, že všechny hlavní kanabinoidy, včetně CBG a CBC, vykazují silné antimikrobiální vlastnosti vůči multirezistentním kmenům *Staphylococcus aureus*, který způsobuje záněty kůže a měkkých tkání až po život ohrožující sepsi („otravy krve“).

Extrakty z konopí bohaté na CBDA a CBGA (kanabidiolovou a kanabigerolovou kyselinu) vykazují významnou inhibici aldózoreduktázy (AR) v organismu, enzym AR mění glukózu na sorbitol, sorbitol se akumuluje a znemožní efektivní metabolismus glukózy v krvi, hladina glukózy se zvýší, což vede k cukrovce. Tato studie ukazuje schopnost konopí pomáhat při prevenci nebo léčbě diabetu (Zagozen et al. 2021).

3.12.4 Kanabinol (CBN)

Původně se CBN považovalo za silně psychotropní látku v konopí, což bylo chybné tvrzení, je pouze mírně psychoaktivní. V čerstvém konopí nalezen ve stopovém množství, jelikož je metabolitem THC, vzniká postupnou oxidací a degradací tepla z THCA (McCallum et al. 1975). Samotné CBN je vůči oxidativní degradaci stabilní. Domnívají se, že CBN je nejsilnějším kanabinoidem podporující spánek, ideální pro léčbu nespavosti.



Obrázek 18 Strukturální vzorec kanabinolu (CBN)

3.13 Terpeny

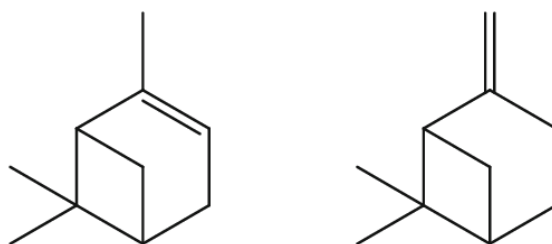
Těkavé terpenické sloučeniny, které určují složení silic v rostlině. Terpeny jsou stejně jako kanabinoidní látky shromažďovány ve žláznatých trichomech a jsou též lipofilními sloučeninami, které snadno procházejí membránami a hematoencefalickou bariérou. Jsou důležitými nositeli vůní a chutí mezi různými kultivary konopí v závislosti na zralosti samičích květenství. Mají též farmakologické účinky (terpenoidní složky v koncentracích vyšších než 0,05 % jsou považovány za farmakologicky zajímavé (Taylor 2020), působí protizánětlivě, antihyperglykemicky a analgeticky, také jsou účinnými antibiotiky. V konopí bylo identifikováno mnoho druhů terpenických látek, základními skupinami jsou monoterpeny a seskviterpeny. Názvy terpenoidních látek se často vztahují k atributům vůně, proto jsou hlavními složkami éterických olejů (Turner et al. 1980; Russo 2011).

3.13.1 Monoterpeny

α -pinen je bicyklický monoterpen a nejrozšířenější terpen v přírodě (zejména u jehličnanů – borovic, v rozmarýnu, eukalyptu, pomerančové kůře), přičemž jeho hlavní úloha spočívá v odpuzování hmyzu. U lidí má protizánětlivé, gastro-protektivní vlastnosti a bronchodilatační účinky, napomáhá rozšiřovat průdušky a lepšímu přívádění vzduchu do plic. Také má významnou antibakteriální aktivitu proti kmenu *Staphylococcus aureus* (zlatý stafylokok) a proti bakterii *Campylobacter jejuni* (Silva et al. 2012).

Dále funguje jako inhibitor acetylcholinesterázy jako podpora paměti, antagonisticky proti deficitům krátkodobé paměti vyvolaným intoxikací THC (Miyazawa & Yamafuji 2005).

β -pinen a α -pinen jsou známé jako enantiomery (optické antipody). Mají stejný sumární vzorec, ale jejich molekulové uspořádání se liší, navzájem se zrcadlí. β -pinen má obdobné účinky jako α -pinen (Russo 2011).



Obrázek 19 Strukturální vzorce: (vlevo) alfa – pinen, (vpravo) beta – pinen

β -myrcen je běžný nacyklický monoterpénoid v konopí, dokáže blokovat zánět a jaterní karcinogenezi způsobenou aflatoxinem. Společně s D-limonenem bývá nejhojněji zastoupený terpenoid. Také je uznávaným sedativem jako součást chmelových přípravků pro podporu spánku, hojně využíván v Německu. Existují hypotézy, kdy se domnívají, že myrcen je významným sedativním terpenoidem a v kombinaci s THC, může vyvolat na lidský organismus známý účinek s anglickým názvem „couch-lock“, v překladu „gaučový zámek/vytuhnutí na pohovce“ (při hladině β -myrcenu > 0,5 %), který je střídavě odsuzován nebo oceňován (Sommano et al. 2020).

Limonen je silný imunostimulant při inhalaci a anxiolytikum, používá se při prevenci léčby rakoviny prsu vyvoláním apoptózy (typ programované buněčné smrti nezbytné k zastavení proliferace nádorových buněk). Známou odrůdou je Super Lemon Haze, díky své výrazné citronové vůni, za kterou je zodpovědný právě limonen, který se běžně nachází v kůře citrusových plodů.

β -ocimen je též běžný monoterpén vykytující se v přírodě. V botanické medicíně je β -ocimen známý pro svou antimykotickou a protinádorovou aktivitu a odolností vůči škůdcům. Také je důležitý pro sociální regulaci včelstev včely medonosné. Synergie kanabinoidů a ocimenu je stále nejasná, ale zasluhuje si více pozornosti, vzhledem k tomu, že standardizované konopí distribuované do lékáren od společnosti Bedrocan obsahuje významný obsah β -ocimenu.

Dalšími monoterpény jsou α -terpinen, linalol (protinádorový účinek), terpinolen (antioxidant) (Russo 2011; Russo & Marcu 2017).

3.13.2 Seskviterpeny

Jedná se o terpeny, skládající se ze tří isoprenových jednotek.

β -karyofylen je nejběžnějším seskviterpenoidem, je považován za fytoKANABINOID, jelikož vykazuje podobné chování jako CBD, jeho chemická struktura mu umožňuje se navázat na receptor CB₂ v endokanabinoidním systému, který může mít vztah k protizánětlivým účinkům. Karyofylen může pomáhat při léčbě úzkostí, deprese a jako lék na dermatitidu.

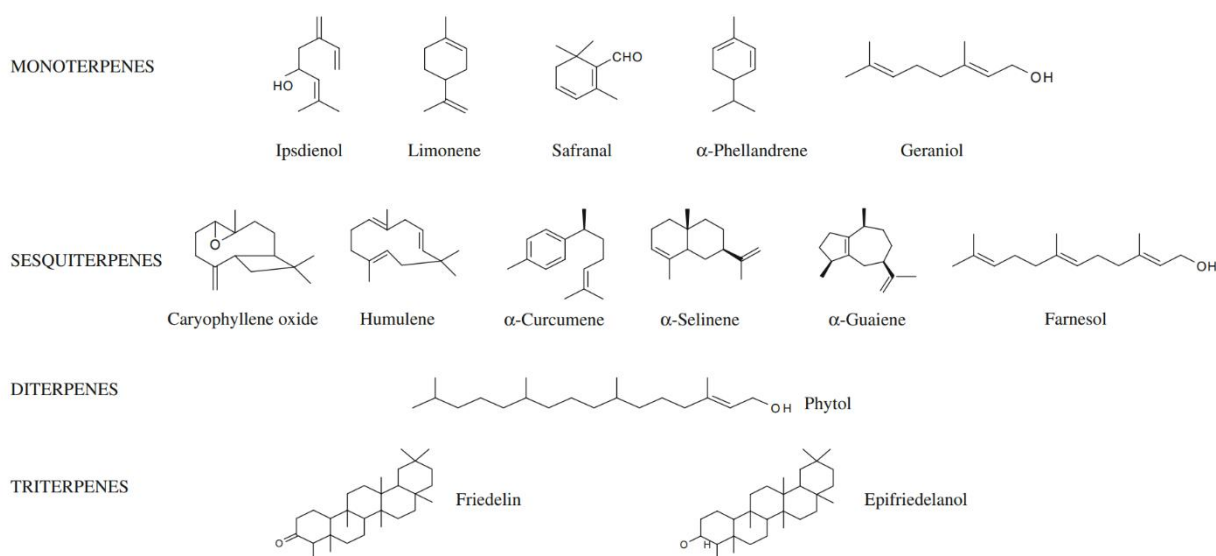
Je mu přisuzované štiplavé pepřové aroma. Karyofylenoxid je seskviterpenoidní oxid, hlavní aromatickou sloučeninou a oxidačním produktem β -karyofylenu, který se používá jako signální molekula pro trénování psů pro vyhledávání drog. Karyofylenoxid je též obsažen v meduňce

lékařské (*Melissa officinalis*) a eukalyptu (*Melaleuca stypheloides*). Také má prokazatelně protiplísňové a insekticidní účinky (Russo & Marcu 2017; Sommano et al. 2020).

Humulen, známý také jako α -humulen nebo α -karyofylen, je monocyklický seskviterpen, který je hlavní silicí pro chmel otáčivý (*Humulus lupulus*), ale můžeme jej nalézt i v konopné pryskyřici, šalvěji či ženšenu. Humulen má též protizánětlivé vlastnosti. Rostlinám poskytuje i určitou obranu před octomilkami obecnými a zabraňuje pomnožení (Russo & Marcu 2017).

Dalšími seskviterpeny jsou elemen, kurkumen, guaiol, α -guaien a α -selinen (Russo 2011).

Dle Casano (2011) z vědeckého článku: Rozdíly v terpenových profilech různých kmenů *Cannabis sativa* L., poukazuje, že u chemotypů „indica“ dominovaly terpeny: β -myrcen, limonen nebo α -pinen. Naopak odrůdy „sativa“ se vyznačovaly větším zastoupením terpenoidů: α -terpinolen nebo α -pinen. Z důsledku různého relativního obsahu terpenoidů ve dvou hlavních biotypech, mohou vykazovat odlišné léčivé vlastnosti. Proto je důležité se podrobněji zabývat synergií mezi různými sekundárními metabolity, aby bylo v budoucnu možné lépe objasnit fytokomplex konopí a umožnit výběr chemotypů se specifickými léčebnými účinky.



Obrázek 20 Příklady izolovaných terpenoidů z *Cannabis sativa* (Flores-Sanchez & Verpoorte 2008)

3.14 Flavonoidy

Flavonoidy jsou látky, které jsou obsaženy ve všech rostlinách a houbách. Jsou vysoce účinnými antioxidanty, chrání buňky před volnými kyslíkovými radikály a působí protizánětlivě. Také jsou schopny ovlivňovat a regulovat činnost rostlinných hormonů (auxinů) a rozmnožování rostliny.

Konopí obsahuje poměrně velké množství flavonoidních glykosidů. Např. kvercetin je příbuzný aglykonu rutinu, nejvyšší obsah kvercitinu je v samčích konopných květech. Obvykle se vyskytuje ve formě glykosidu, flavonoid spojen s molekulou cukru.

Dalšími aglykony jsou C-glykosidy vitexin a orientin, dále luteolin, kaempferol a apigenin + jejich glykosidy: sophorosidy a glukuronidy (Flores-Sanchez & Verpoorte 2008).

3.15 Stilbenoidy

Jsou látky fenolického charakteru, velmi obdobně jako flavonoidy ovlivňuje mechanismy v rostlině. Stilbenoidy se podílí na obranných mechanismech rostliny, inhibují růst a signalizují nástup k dormanci.

3.16 Alkaloidy

Alkaloidy jsou přírodní dusíkaté látky s rozdílnými vlastnostmi, vytvářejí se při přeměně aminokyselin. V konopí bylo identifikováno okolo 10 alkaloidů, jimiž jsou protoalkaloidy: cholin, neurin, L-(+)-isoleucin-betain a muskarin; fenethylamin – hordenin a pyridin – trigonellin, mezi dva významné konopné alkaloidy patří kanabisativin a anhydrokanabisativin, které jsou biosynteticky odvozené od spermidinu. Alkaloidy jsou identifikovány a izolovány z konopných kořenů, listů, stonků a semen (Flores-Sanchez & Verpoorte 2008).

Pro znázornění orientačního množství alkaloidů, vycházím ze studie zabývající se analýzou konopných kořenů z roku 2017, kde identifikovali další aktivní látky kromě alkaloidů (např. triterpenoidy – friedelin nebo epifriedelanol) a došli k výsledkům, že kořeny obsahují v průměru 2,5 mg/kg kanabisativinu a 0,3 mg/kg anhydrokanabisativinu (Ryz et al. 2017).

3.17 Entourage effect

Příjemně vonné atributy terpenických látek a jejich směsí v závislosti na jejich proměnném zastoupení v konopí vyvolávají rozdílně vonný dojem na uživatele konopí, což ovlivňuje jejich preference jednotlivých odrůd. Jelikož různé odrůdy konopí se liší nejen svým poměrem dvou hlavních kanabinoidů, CBD (CBDA) a THC (THCA), ale i v poměru mezi nimi, dokonce i jedna a ta samá odrůda může vykazovat značné rozdíly (Nahler 2019).

Další atributy přisuzované konopným terpenům, včetně léčivých vlastností, jsou zatím stále zkoumány.

Nelze opomenout důležitý mechanismus zahrnující farmakologickou synergii mezi kanabinoidy, terpenickými látkami, flavonoidy a dalšími složkami konopí - „Entourage effect“ takzvaný "doprovodný efekt", který zdokumentoval Ethan B. Russo. Mezi předpokládané aspekty doprovodného efektu konopných extraktů patří léčba deprese, úzkostí, epilepsie, rakoviny a infekcí. Účinky fyto-kanabinoid-terpenové synergie na člověka je neprobádaná oblast, která bude vyžadovat pečlivý výzkum, jelikož existují pouze omezené klinické důkazy zodpovědné za tyto doprovodné účinky (Russo 2011; Booth & Bohlmann 2019). Samotný koncept doprovodného efektu byl poprvé vytvořen jako hypotetický nápad již v roce 1998, kdy se domnívali, že ke každému fyto-kanabinoidu existuje kombinace doprovodných terpenových látek ve prospěch pozitivních účinků na organismus (Ben-Shabat et al. 1998).

Ačkoliv Cogan (2020) popisuje, že přehled výzkumu z roku 2020 nenalezl ve většině studií žádný vliv a že výzkum dospěl spíše k závěru, že se jedná o marketingový tah.

Naopak Russo (2011) potvrzuje již zmíněné sedativní (ospalé) účinky ve spojení látek THC a β -myrcenu či synergie limonenu a CBD+CBG při prevenci potenciální léčby rakoviny prsu

vyvoláním apoptózy rakovinotvorných buněk. Nebo synergie α -pinenu a THC má u lidí protizánětlivé a bronchodilatační účinky, kdy napomáhá rozšiřovat průdušky k lepšímu přivádění vzduchu do plic.

3.18 Farmakodynamika kanabinoidů / Endokanabinoidní systém (EC)

Díky izolaci a identifikaci THC se vědci během několika posledních let začali více zajímat o mechanismy účinku marihuany na organismus a vlivech na endogenní systém. Endokanabinoidní systém se ve vědecké komunitě stal jako vysoce relevantní téma. Farmakodynamika kanabinoidů je soubor všech biologických účinků (absorpci, distribuci a exkreci látek), které působením biochemických a biofyzikálních funkcí ovlivňují živý organismus až na buněčné úrovni. Jelikož rozdílně si odporující neurofarmakologické účinky THC a CBD ve vztahu ke kanabinoidním receptorům CB₁ a CB₂ poukazují na lišící se účinky na lidský organismus.

3.18.1 Endokanabinoidní systém (ES)

Endokanabinoidní systém je endogenní komplexní signální systém, který se podílí na řadě fyziologických funkcích v orgánech a obnovy homeostázy. Schopnost endokanabinoidního systému je kontrolovat i chuť k jídlu a příjem potravy. Modulace endokanabinoidní aktivity má řadu prospěšných účinků u většiny lidských onemocnění a chorob, mezi které řadíme diabetes a jeho komplikace, neurodegenerativní, zánětlivá a kardiovaskulární onemocnění, nemoci gastrointestinálního traktu, psychiatrické poruchy, termogenezi a nádorová onemocnění (Szmítka & Verma 2008).

Endokanabinoidní systém byl popsán na počátku 90. let 20. století. Je tvořen kanabinoidními receptory (CB₁ a CB₂), endokanabinoidy (endogenní lipidové mediátory, odvozené od mastných kyselin) a molekulárního aparátu potřebného pro vlastní syntézu a degradaci (enzymy FAAH, MAGL – monoacylglycerol lipáza z enzymů serinhydroláz) (De Petrocellis et al. 2004; Di Marzo et al. 2004; Pagotto et al. 2006; Szmítka & Verma 2008).

Dosud byly identifikovány a molekulárně charakterizovány pouze dva kanabinoidní receptory, ačkoliv farmakologické studie poukazují, že v hippocampu mohou existovat další neidentifikované kanabinoidní receptory (Begg et al. 2005). Kanabinoidní receptory obsahují sedm transmembránových spanningových domén a jsou spřaženy s G proteinem typu 1 (CB₁ receptor) a typu 2 (CB₂ receptor). Mezi endokanabinoidní ligandy (endokanabinoidy) patří anandamid (arachidonoyl ethanolamid; AEA), noladin éter (2-AGE), virodamin a NADAs (N-arachidonoyl dopamin), které aktivují kanabinoidní receptory. Strukturně se podobají prostaglandinům. Intenzita působení endokanabinoidů ovlivňuje zejména aktivita enzymů zodpovědných za biosyntézu a biodegradaci.

THC působí jako alosterický modulátor a parciální agonista na receptorech CB₁ a CB₂, CBD je naopak nekompetitivním negativním alosterickým modulátorem na receptorech CB₁ a inverzní agonista na CB₂ receptoru. CBD působí na CB₁ a CB₂ receptory ve tkáních a CNS tak, že je brání před aktivací a tím snižuje celkový stres organismu oproti THC, které centra v mozku aktivuje, funguje podobně jako neurotransmiter.

Externí stimuly, jako je chutné jídlo může též vyvolat chronickou aktivaci ES, která vede k produkci endokanabinoidních ligandů. Ty dále interagují s CB receptory v CNS, výsledkem jsou zvýšené metabolické dráhy v játrech.

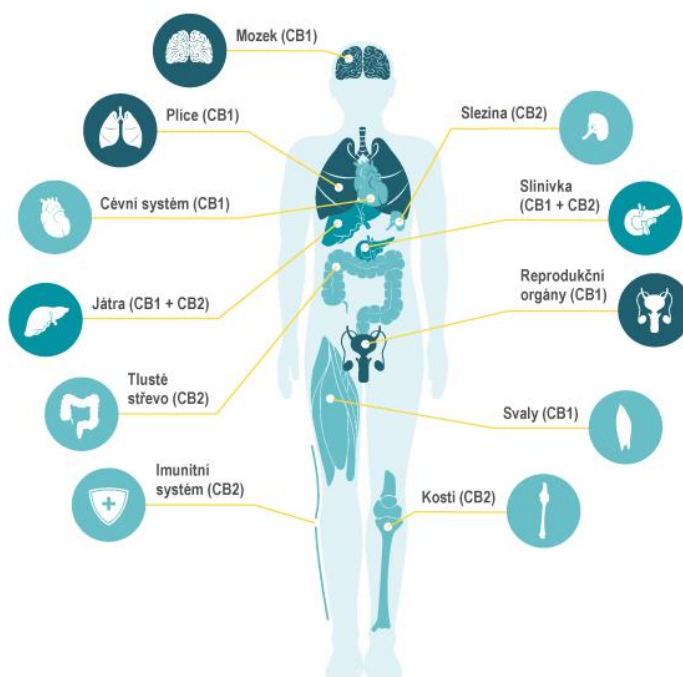
3.18.2 Lokalizace CB₁ receptorů

Nejvíce jsou lokalizovány v centrální nervové soustavě (CNS), v neuronech, hipokampusu, mozečku a bazálních gangliích, ale též se nachází v buňkách hladké svaloviny, buňkách imunitního systému a buňkách kosterních svalů (Mechoulam et al. 1965; Onaivi & Leonard 2002; Szmítka & Verma 2008; Kaplan 2012).

Zdá se, že tyto receptory modulují odměňující vlastnosti na specifické mezolimbické oblasti v mozku. Například vazba CB₁ receptoru a THC v mozku, může vyvolat „Reward Pathway“ (dráha odměny), kdy je zvýšená aktivita v dopaminergním mezokortikolimbickém systému, které je spojeno s euforickými účinky. Jedná se závislost organismu na THC a nutnosti opakovaného podání látky za cíleným euforickým pocitem (Landa et al. 2020). Naopak receptory přítomné v játrech, gastrointestinálním traktu, slinivce a v adipocytech mají regulační roli v metabolických funkcích, jako je využití energie a skladování (Pagotto et al. 2006; Szmítka & Verma 2008)

3.18.3 Lokalizace CB₂ receptorů

CB₂ receptory jsou lokalizovány především na úrovni imunitního a hematopoetického systému, ve slezině a imunitních buňkách, jakou jsou leukocyty a dendritické buňky, které mohou hrát důležitou fyziologickou roli v imunitní odpovědi organismu a zánětu (Szmítka & Verma 2008). Nedávno byly identifikovány funkční receptory CB₂ i v mozkové kůře, mozečku a ve slinivce břišní, kde jeho aktivace vede ke snížení sekrece inzulínu v adipocytech (Juan–Picó et al. 2006).



Obrázek 21 Lokace kanabinoidních receptorů CB₁ a CB₂ v lidském těle

3.19 Konopné produkty ze sušeného květenství

3.19.1 Sušené květenství

Sušenému květenství se u rekreačních uživatelů přezdívá marihuana naopak pacienti používají termín konopí. Marihuana/konopí představuje tedy vysušené samičí květy s okvětními lístky (slangově nazývané jako – „palice“), případně i s listy rostliny. Potence rostliny roste od stonku směrem nahoru ke květům. Spodní listy a stonek mají relativně nízký obsah psychoaktivních kanabinoidů. Obsah THC se u šlechtěných odrůd variabilně odlišuje, s příchodem nových technik a metod lze získat konopí o obsahu až 20 % THC, avšak ve většině evropských zemích má marihuana 2–8 % THC. Zelená usušená drť je poté připravena pro inhalaci či další úpravu. Mezi konzumenty se marihuaně také slangově říká: „marjánka, tráva, zelí, ganja, skunk, joint,“ apod.

3.19.2 Hašiš

Hašiš se získává zpracováním zralých samičích květů, je to konopná pryskyřice tmavě zelené až hnědé barvy. Dle barvy se této droze také přezdívá: „haš, čokoláda, bahno nebo shit.“ Obsahuje více THC než marihuana, v průměru přibližně nad 20 %. Z výroční zprávy z roku 2021 od EMCDDA je oznámeno, že hašiš prodávaný v Evropě má nyní vyšší potenci než dříve, obsahuje průměrně 20–28 % THC, což je dvakrát více než u marihuany. Mezi největší producenty hašiše lze zařadit Maroko, Pákistán, Afganistán, Albánie a Libanon. V České republice se na černém trhu nejčastěji objevuje hašiš pouze z dovozu ze severní Afriky. Hašiš se dá vyrobit mnoha způsoby: přesíváním sušeného materiálu skrze pletivo/ tkaninu/ síto či třením květů rukama, na kterých ulpívá čistá pryskyřice.

Extrakcí hašiše je možné si vyrobit tekutý konopný hašišový olej podobný Fénixovým slzám, kdy se surový rostlinný materiál rozpouští v různých polárních rozpouštědél (96% ethanol, aceton, petroléter, izopropyl-alkohol nebo butan), které se za odlišných teplot odpařují. Konopné oleje obsahují přibližně okolo 15–50 % THC. Hašišový olej se využívá ve formě kapek, které se aplikují na cigaretový filtr či tabák. Mezi uživateli se vyskytuje vzácně kvůli jeho vysoké ceně na černém trhu (Miovský et al. 2008).

3.19.3 Konopné oleje ze semen

Konopné oleje za studena lisované z konopných semen řadíme na základě spektra mastných kyselin do skupiny kvalitních stolních rostlinných olejů. Jelikož obsahuje poměrně vysoké množství esenciálních mastných kyselin pro člověka (tabulka 8).

Za studena lisované oleje jsou vhodné především pro studenou kuchyni na ochucení salátů či už hotových pokrmů (Ruman & Včeláková 2008).

Obsah mastných kyselin [%]

Semeno	esenciální mastná kyselina	kyselina linolová	kyselina α - linolenová	kyselina γ - linolenová	kyselina olejová	kyselina stearová
Konopí	80	50-70	15-25	1-4	10-16	2-3
Len	72	14	58	0	19	4
Slunečnice	65	65	<1	0	4	5
Sója	63	55	8	0	23	4
Oliva	8	8	<1	0	76	16

3.19.4 Konopné silice

Éterické oleje se získávají destilací z usušených a zhomogenizovaných listů a květů konopí. Využívají se k aromaterapii.

3.19.5 Konopné čaje a džusy

Popíjení konopného čaje pro své zdravotní účely je známe už tisíce let, především pro navození psychické pohody a relaxace, či při rituální činnosti. Rok po legalizaci konopí v ČR (2014) SÚKL vydal doporučení pro pacienty dva způsoby užití konopí: inhalace a výluh.

Konopné čaje/sáčky obsahují nadrcené konopné listy či květenství, popřípadě jsou ve směsi se sušeným ovocem či jinou směsí čajů. Čaj z konopí je vhodný proti zvracení, nadýmání, nechutenství či jako úleva od bolesti a migrén. Skvěle funguje také při problémech se spánkem. Nástup účinku trvá déle, pro maximální účinnost BAL se doporučuje do čaje přidat kokosový olej, máslo či CBD olej ihned po zalití, pro lepší extrakci látek ze směsi (1 čajová lžička tuku na 200-300 ml vody). Jelikož THC je lipofilního charakteru, není rozpustný ve vodě.

Konopné džusy jsou další možností, jak zužitkovat celou rostlinu, zpracování je obdobné jak při klasickém zeleninovém/ovocném smoothie. Sice konopné džusy nenavozují euforický stav, ale přináší zdravotní výhody a pro tělo prospěšné látky: vlákninu, chlorofyl, terpeny, kanabinoidy a minerální látky (Magazín konopí, 2018).

3.19.6 Konopný protein

Syrovátkové proteiny mohou způsobovat křeče či nadýmání u sportovců nebo nejsou vhodné pro alergiky na bílkoviny kravského mléka. Vhodnou alternativou jsou rostlinné proteiny, např. konopný protein, který je 100 % legální. Nezatěžuje trávicí systém, obsahuje základní proteiny abumin a edestin, dále i vlákninu a chlorofyl.

3.20 Extrakce

Separační metoda, při které využívám dvě nemísitelné fáze. K rozpuštění a k oddělení látek dochází za pomoci změny rozpustnosti a fázové rovnováhy. Extrakce se využívá mezi kapalnými fázemi nebo mezi námi kapalnou a pevnou fází – vyluhování konopí.

3.21 Instrumentální analytické metody

Pro identifikaci a stanovení složitého chemického složení konopí využíváme analytické metody. Nejčastěji využívanými instrumentálními metodami jsou plynová i kapalinová chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií.

3.21.1 Kapalná chromatografie (HPLC)

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (dále už jen „HPLC“ – High Performance Liquid Chromatography) slouží k separaci složek ze vzorku za účelem stanovení přítomnosti a přesné koncentrace látek. Podobně jako plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií umožňuje prokázat i velmi nízké koncentrace látek ve vzorku, a to díky vysokotlakému čerpadlu, které umožňuje průtok mobilní fáze kolonou menších rozměrů, v níž je stacionární fáze vázaná na částice o velikosti pouze několik mikrometrů. Tato separační metoda je vhodná spíše pro dělení organických méně těkavých kapalných a tuhých látek, např. kanabinoidů. Z důvodu identifikace těkavých terpenických látek byla v metodice zvolena plynová chromatografie.

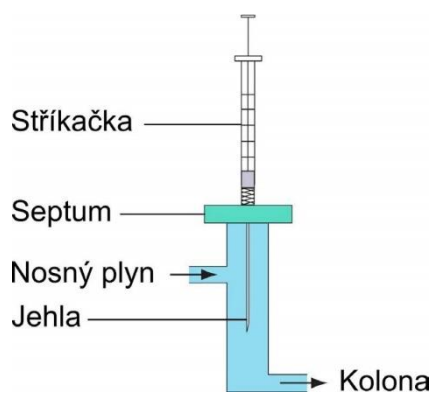
3.21.2 Plynová chromatografie

Plynová chromatografie především ve spojení s hmotnostním spektrem (GC-MS – Gas chromatography–mass spectrometry) je z nejčastěji používaných analytických separačních metod pro stanovení kanabinoidů či terpenických látek.

Metoda je určena k dělení a stanovení plynů, kapalin i pevných látek s bodem varu do cca 400 °C a následné analýze látek dle molárních hmotností za pomoci dostupných databází a knihoven s hmotnostními spektry.

Princip spočívá v rozdělování složek analytu mezi dvě hlavní fáze, fází mobilní (plyn) a fází nepohyblivou (stacionární). Náš extrakt ve vialkách se nastříkne (vnese) do vyhřívané komory (injektoru), kde se odpaří ve formě par. Páry jsou dále unášeny nosným plynem do kolony, kde dochází k separaci jednotlivých složek, každá složka totiž postupuje kolonou svou vlastní rychlostí a vstupuje do detektoru. Detektor indikuje okamžitou koncentraci separovaných látek v nosném plynu a průchodu sledovaných látek se elektrický signál změní – zaznamená se chromatografický pík. Výsledným grafickým záznamem je chromatogram.

Podle polohy a výšky píku lze s jistou pravděpodobností identifikovat obsažené látky ve vzorku. V chromatogramu je na ose (y) zaznamenána odezva detektoru a na ose (x) čas.



Obrázek 22 Schéma nástřikového portu (injektoru)

4 Metodika a materiál

4.1 Biologický materiál

Rostliny konopí byly pěstovány v laboratoři na FAPPZ ČZU v Praze indoor způsobem v kontrolovaných podmínkách (teplota, vlhkost a cirkulace vzduchu, výživa rostlin, obsah CO₂ v atmosféře).

Ke dni 12.10 2021 bylo zasazeno 104 semen různých genotypu konopí. V průběhu ledna byla provedena selekce samičích rostlin, samčí jedinci byly odstraněni. Po selekci a dopěstování bylo celkem sklizeno 37 samičích rostlin.

4.1.1 Zpracování rostliny

Po usušení rostlin bylo květenství odděleno od stonků a odstraněné přebytečné lístky v okolí květenství. Sušené květenství bylo zváženo a uloženo do světlo – nepropustných a neprodyšných pytlů.

Tabulka 9 Pěstované odrůdy konopí a jejich charakteristika

Genotyp	Šlechtitel	Rodokmen	Sat/Ind (%)	Vegetace	Indikace
Nordle	Mr. Nice	50 % Afghan x 50 % Skun	20/80	7–10 týdnů	Proti stresu, bolesti a úzkostem
Cannatonic	Resin Seeds	MK Ultra (F1) x G13 Haze	50/50	9–10 týdnů	Vhodné na nevolnosti, proti zvracení a bolestem, nespavost
CBD Caramel	Barneys Farm	Brazilian x Himalaya x Afghan x CBD Enriched	30/70	50–60 dní	Na úzkosti, deprese a stres.
Jack Skellington	SubCool's The Dank	Killer Queen G–13 Dom x Jack The Ripper x Cindy 99 x G–13	70/30	8 týdnů	Stres, deprese, bolest, nevolnost, nechutenství
Jacks Cleaner	SubCool's The Dank	{Pluton x Lambsbread x Purple Haze x Northern Lights} x Jack Herer	60/40	65–70 dní	Deprese, únava, stres, bolest
Nurse Jackie	Homegrown Natural Wonders	Medicine Woman X Jack the Ripper	85/15	56–63 dní	Nevolnost, ADHD, úleva od bolesti, deprese
Conspiracy Kush	SubCool's The Dank	Obama Kush x Space Queen	30/70	55–60 dní	Relaxující, vhodné na nespavost, stres,

					bolest, únavu, deprese
Shaman	Dutch Passion	Purple x Unknown Skunk	87,5/12,5	8–9 týdnů	Pomáhá od bolesti, anorexii a kachexii, vhodné na psychiatrickými příznaky a autoimunitní choroby
Blueberry	Dutch Passion	Thailand x Afghani x Purple Thai	20/80	8–10 týdnů	Na bolest a anorexii a kachexii
*CBG – Force	Dutch Passion	Neznamé	–	7 týdnů	Nepsychoaktivní, s THC pod 0,2 %, relaxační a léčebné účinky
*Tangie	US Specials	California Orange x Skunk Hybrid	převážně sativa	8–10 týdnů	Navozující euforický, ale relaxační efekt.
*Forbidden Fruit	US Specials	Cherry Pie x Tangie.	převážně indica	9 týdnů	Na úzkosti, deprese a stres. Oblíbené kvůli své chuti

<https://en.seedfinder.eu/>; <https://www.leafly.com/>

*feminizovaná semena

4.1.2 Chemikálie

- 96% Ethanol (VWR Chemicals; USA)
- Saturevané alkany (C7–C30; 1000 µg/ml; Sigma–Aldrich; St. Louis, Missouri, USA)

4.2 Příprava vzorku pro analýzy

4.2.1 Homogenizace

Sušené a navážené vzorky byly jednotlivě zhomogenizované na kulovém mlýně (oscilační mlýn MM 200; Retsch; Německo) společně s kovovými kuličkami v horizontální poloze. Pohyb mlecích kuliček způsobil náraz s vysokou energií na vzorek materiálu a tím se sušené květenství namlelo na jemný lepkavý prášek za dobu 5 minut při frekvenci 25 kmitů za sekundu.



Obrázek 23 Mlecí nádoby a připravený navážený vzorek sušeného květenství



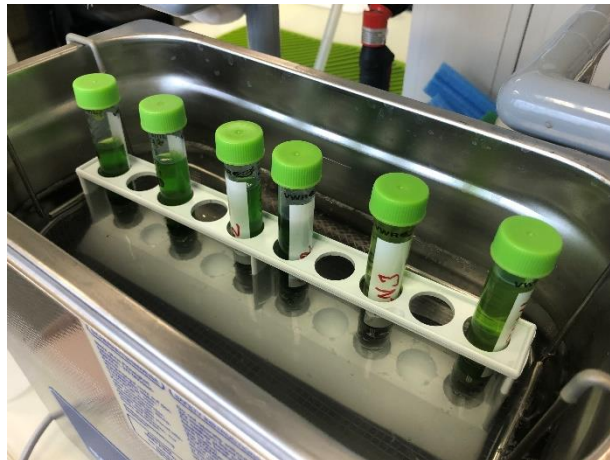
Obrázek 24 Oscilační mlýn MM 200 s nastaveným programem

4.2.2 Extrakce

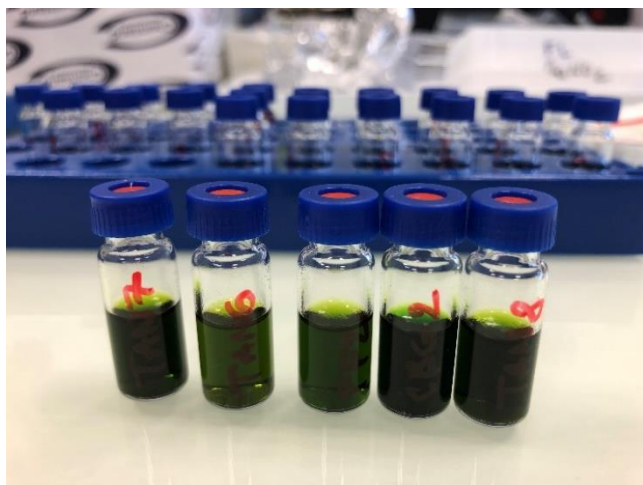
Vzorek byl přesypán z mlecích nádobek do centrifugačních zkumavek ($V = 15 \text{ ml}$) společně s dvěma kovovými kuličkami, z důvodu velkého množství ulpívání bioaktivních látek (BAL) na povrchu. Mlecí nádoba byla vypláchnuta požadovaným množstvím 96% ethanolu, aby chom docílili požadované koncentrace ($c = 100 \text{ mg/ml}$) a zároveň měli co nejmenší ztráty BAL. Následně byly vzorky vloženy do ultrazvukové lázně (Bandelin Sonorex Digitec DT 510 F; Německo); po dobu 30 minut pro rychlejší extrakci materiálu do rozpouštědla. Poté byly vyjmuty kovové koule ze zkumavek a vzorky byly centrifugovány (Hettich Universal 320R; Německo) po dobu 10 min, při teplotě $20 \text{ }^\circ\text{C}$ a RCF (relativní odstředivá síla) 9000 otáček. Po centrifugaci byly extrakty přeneseny přes membránový filtr (LUT Syringe PTFE, 13 mm, $0,45 \text{ } \mu\text{m}$) do vialek o objemu 2 ml.



Obrázek 25 Přespaný namletý vzorek zalitý rozpouštědlem



Obrázek 26 Vzorky v ultrazvukové lázni na dobu 30 minut



Obrázek 27 Vzorky připravené k GC-MS analýze



Obrázek 28 Odebírání vzorku a následné přefiltrování do vialek

4.2.3 Identifikace terpenických látek v konopí

Připravené vzorky byly připraveny na analýzu v plynovém chromatografu s hmotnostním detektorem 5975C (GC–MS) (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA). Detekované terpenoidní a kanabinoidní látky pomocí GC–MS byly identifikovány na základě porovnání hmotnostních spekter, literatury a standardu alkanů.

Tabulka 10 Výčet parametrů GC–MS

Parametry	GC–MS
Kolona	HP–5MS 30 m × 0,25 mm, 0,25 μm
Mobilní fáze	methanol
Nosný plyn	helium, 1 ml/min, konstantní tok
Režim nástřiku	Splitless 230 °C
Dělicí poměr	–
Teplotní program	60 °C na 3,5 min, 3,5 °C/min na 150 °C, 30 °C/min na 300 °C po 10 min
Teplota Detektoru	300 °C
Nástřik	1,5 μl



Obrázek 29 GC–MS; plynový chromatograf s hmotnostním detektorem 5975C

4.2.4 Identifikace kanabinoidních látek v konopí

Pro stanovení kanabinoidních látek byla použita metoda vysoce účinné kapalinové chromatografie – tandemové hmotnostní spektrometrie. Byla prováděna na 6500+ QTRAP hmotnostním spektrometru (ABSciex, Concord, Kanada) se zdrojem TurboV vybaveným ShimadzuNexera X2 HPLC (Shimadzu, Japonsko).

Primární kanabinoidy byly analyzovány v pozitivním režimu MRM při koncentraci 0,01 mg/ml methanolu. Další podmínky pro analýzu jsou uvedené v Tabulce 11.

Tabulka 11 Výčet parametrů HPLC-MS/MS

Parametry	HPLC-MS/MS
Kolona	Ace Excel 2 Super C18 (100 x 2.1 mm, 3µm)
Mobilní fáze	Methanol
Průtoková rychlost	0,3 ml/min
Dělicí poměr	-
Teplota detektoru	350 °C
Nástřík	2 µl

5 Výsledky

Selekce odrůd konopí pro budoucí vegetativní rozmnožování byla vztažena k výnosovým potenciálům ze souběžného experimentu na FAPPZ v pěstírně a dále vyhodnocena a doporučena dle variabilního spektra kanabinoidních a terpenových látek pro budoucí experimenty.

Výsledky majoritních kanabinoidů jsou znázorněny v Tabulce 12.

Výsledky terpenického spektra v jednotlivých odrůdách jsou znázorněny v tabulce s podmíněným barevným formátováním pro sensoricky jednodušší přehlednost. Vysoké hodnoty z relativního obsahu látek jsou zbarveny zelenou barvou, naopak hodnoty s nulovým či nízkým zastoupením jsou zbarveny do oranžové až červené.

Obsah látek etanolových a metanolových extraktů [%] je relativní a orientační.

Dle retenčních časů a standardů (alkany C₇-C₂₃) byly vypočítány retenční indexy, které byly následovně porovnány s literaturou (Adams 1995; Marchini 2014; Janatová 2019).

5.1 Zastoupení kanabinoidů ve vybraných genotypech konopí

Tabulka 12 Zastoupení majoritních primárních kanabinoidů v odrůdách konopí v procentech

Genotyp	CBC [%]	CBD [%]	CBG [%]	THC [%]
Nurse Jackie 1	0,618	0,109	1,079	13,586
Nurse Jackie 3	0,638	0,089	1,057	12,360
Nurse Jackie 4	1,371	0,173	0,993	18,650
Nurse Jackie 5	1,324	0,134	1,353	15,997
CBD Caramel 1	0,843	7,100	1,393	6,320
CBD Caramel 3	0,541	4,315	0,759	5,159
CBD Caramel 4	0,725	6,652	1,132	7,268
CBD Caramel 5	1,298	9,505	1,725	9,174
CBD Caramel 6	1,060	8,010	0,869	8,340
Conspiracy Kush	0,616	0,179	2,560	17,190
CBG Force 2	1,236	1,372	3,940	0,955
CBG Force 4	3,702	2,640	11,088	1,050
CBG Force 5	0,652	1,498	4,207	0,302
Shaman 1	0,508	0,088	1,673	8,676
Shaman 2	0,415	0,059	0,588	9,569
Shaman 5	0,391	0,055	0,650	9,877
Blueberry 3	0,630	0,078	1,313	11,102
Blueberry 5	1,033	0,160	2,808	17,248
Forbidden Fruit 1	1,703	0,139	1,654	16,257
Forbidden Fruit 2	0,825	0,105	1,260	13,512
Forbidden Fruit 3	0,590	0,082	1,175	13,372
Forbidden Fruit 4	0,820	0,104	1,494	13,682
Forbidden Fruit 5	0,646	0,116	0,844	14,989
Forbidden Fruit 6	1,462	0,128	1,505	14,557
Forbidden Fruit 7	1,255	0,119	1,455	13,783
Forbidden Fruit 8	0,831	0,116	1,725	13,821
Forbidden Fruit 9	0,654	0,082	0,927	11,842
Forbidden Fruit 10	0,665	0,083	0,858	12,278
Tangie 1	0,908	0,057	0,692	9,548
Tangie 3	0,956	0,118	1,390	14,846
Tangie 5	0,876	0,137	2,378	16,933
Tangie 6	0,753	0,116	1,161	14,047
Tangie 7	1,327	0,083	2,599	11,597
Tangie 8	0,833	0,079	0,730	14,304
Tangie 9	0,787	0,132	1,310	15,203
Jacks Cleaner	0,935	0,078	1,264	11,581
Cannatonic 1	0,774	0,102	0,881	12,478
Cannatonic 2	1,290	8,044	1,323	11,302

Dle kvantifikace kanabinoidních látek CBC, CBD, CBG a THC ve vybraných odrůdách konopí, měl nejvyšší obsah CBC ($\pm 3,702$ %) a CBG ($\pm 11,088$ %) genotyp CBG Force 4. CBD

obsahoval nejvíce genotyp Cannatonic 2 ($\pm 8,044$ %) a THC bylo nejvíc zastoupeno u Nurse Jackie 4 ($\pm 18,650$ %).

Z Nurse Jackie vynikal Nurse Jackie 4, avšak nejvíce CBG obsahuje Nurse Jackie 1 ($\pm 1,079$ %). Z CBD Caramel byl nejdominantnější ve všech hodnotách CBD Caramel 5, ke všemu je hodnota CBD:THC v poměru 1:1. Genotyp Conspiracy Kush byl třetí v nejvyšším zastoupení THC ($\pm 17,19$ %) ze všech genotypů. Druhým genotypem s největším obsahem CBD je Cannatonic 2 s $\pm 8,044$ %. Více než polovina odrůd obsahovala více jak $\pm 10\%$ THC.

5.2 Zastoupení terpenických látek ve vybraných genotypch konopí

5.2.1 Jack Skellington

Po dopěstování a selekce pohlaví u rostlin, byla odrůda JS vyřazena z důvodu, že nebyla vypěstována žádná samičí rostlina.

5.2.2 Nurse Jackie

Z hlediska výnosových parametrů byly z odrůdy Nurse Jackie (NJ) selektovány tyto dva genotypy: NJ4 a NJ5.

Tabulka 13 Nurse Jackie 4

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,934	0,34	933	1005		1015
α-Pinene	14,287	7,28	941	939		936
Camphene	14,991	0,17	957	953		950
β -terpinen	16,036	0,17	980			1026
β-Pinene	16,248	5,31	984	980	982	978
β-Myrcene	16,688	27,17	993	991	991	987
3-Carene	17,737	1	1016	1001		1017
D-Limonene	18,607	4,57	1036	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,38	0,21	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,833	1,19	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,711	0,24	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,122	0,18	1130	1119	1132	
cis-Verbenol	24,868	0,43	1167	1189	1176	
endo-Borneol	25,258	0,08	1175		1197	1165
L- α -Terpineol	26,324	0,74	1196	1372		1176
Ylangene	34,547	0,03	1383	1436	1435	1376
trans- α -Bergamotene	36,27	0,01	1424	1420		1434
α -Santalene	36,389	0	1427	1418		
Caryophyllene	36,684	3,51	1434	1415	1435	1421
cis- α -Bergamotene	37,058	1,75	1444		1421	1426
(E)- β -Famesene	37,769	0,16	1461	1491	1458	

Humulene	38,086	1,22	1469	1485		1455
β -Selinene	39,424	0,24	1500	1508		1494
α -Farnesene	39,748	0,34	1509	1509	1509	
β -Bisabolene	39,997	0,2	1516	1538	1538	1503
α -Cadinene	40,558	0	1531			
Guaiene	40,741	0,14	1536	1542	1541	
Selina-3,7(11)-diene	41,319	1,66	1551	1564	1566	1542
Nerolidol	42,021	0,27	1569		1581	1569
γ -Elemene	42,228	1,5	1574	1581	1588	
Caryophyllene oxide	43,26	0,12	1600	1658	1599	1578
Guaiol	43,629	1,7	1611			1620
α -epi-7-epi-5-Eudesmol	43,974	0,09	1620	1619	1618	
10-epi- γ -Eudesmol	44,637	1,94	1639			1653
β -Guaiene	44,963	0,53	1648	1649		
Globulol	46	0,06	1676	1583		
Bulnesol	46,254	0,33	1683	1666		1690
Cubenol	46,51	0,02	1690	1642		
α -Bisabolol	46,666	0,64	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,907	0,01	1700	1634	1682	
Phytol	60,325	0,57	2116	1949		

Tabulka 14 Nurse Jackie 5

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,93	0,33	933	1005		1015
α-Pinene	14,28	4,05	941	939		936
Camphene	15,00	0,04	957	953		950
β -terpinen	16,04	0,15	980			1026
β -Pinene	16,25	3,52	984	980	982	978
β-Myrcene	16,68	20,71	992	991	991	987
3-Carene	17,74	1,07	1016	1001		1017
D-Limonene	18,63	3,66	1036	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,37	0,98	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,83	1,17	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,71	0,09	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,13	0,11	1130	1119	1132	
cis-Verbenol	24,88	0,4	1168	1189	1176	
endo-Borneol	25,27	0,03	1175		1197	1165
L- α -Terpineol	26,32	0,73	1196	1372		1176
Ylangene	34,52	0	1382	1436	1435	1376
trans- α -Bergamotene	36,44	0,01	1428	1420		1434
α -Santalene	36,50	0,01	1430	1418		
Caryophyllene	36,69	9,07	1435	1415	1435	1421

cis- α -Bergamotene	37,07	1,18	1444		1421	1426
(E)- β -Farnesene	37,77	0,34	1461	1491	1458	
Humulene	38,09	2,39	1469	1485		1455
β -Selinene	39,42	0,31	1501	1508		1494
α -Farnesene	39,75	0,41	1509	1509	1509	
β -Bisabolene	40,01	0,42	1516	1538	1538	1503
α -Cadinene	40,70	0,24	1535			
Guaien	40,76	0,09	1536	1542	1541	
Selina-3,7(11)-diene	41,31	1,65	1551	1564	1566	1542
Nerolidol	42,02	0,78	1569		1581	1569
γ -Elemene	42,23	0,91	1574	1581	1588	
Caryophyllene oxide	43,26	0,25	1600	1658	1599	1578
Guaiol	43,63	2,07	1611			1620
α -epi-7-epi-5-Eudesmol	43,97	0,12				
10-epi- γ -Eudesmol	44,64	1,97	1620	1619	1618	
β -Guaiene	44,96	0,3	1639			1653
Globulol	44,96	0,3	1648	1649		
Bulnesol	45,99	0,05	1676	1583		
Cubenol	46,25	0,23	1683	1666		1690
α -Bisabolol	46,49	0,06	1689	1642		
β -Acorenol	46,66	1,44	1694	1683	1625	1703
Phytol	46,90	0,1	1700	1634	1682	
	60,33	0,27	2116	1949		

Genotyp NJ4 vykazuje nejvyšším zastoupením β -myrcenu ($\pm 27,17$ %) z celkové odrůdy Nurse Jackie. Druhou nejvíce zastoupenou látkou je α -pinen a D-limonen. NJ4 a NJ5 by se daly nazvat dle Russoa (2011) a Fishedick (2017) : jako genotypy myrcenového typu podle dominantního terpenu. NJ5 dále disponuje vysokým poměrem karyofylenu ($\pm 9,07$ %) než u NJ4.

5.2.3 Conspiracy Kush

Jakožto jedinou samičí rostlinou se stává selektována pro další generaci.

Tabulka 15 Conspirace Kush

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,93	0,3	933	1005		1015
α -Pinene	14,29	0,87	941	939		936
Camphene	14,99	0,14	957	953		950
β -terpinen	16,03	0,14	979			1026
β -Pinene	16,25	1,47	984	980	982	978
β-Myrcene	16,68	14,29	992	991	991	987
3-Carene	17,73	0,93	1016	1001		1017
D-Limonene	18,59	6,32	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,38	0,25	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,84	1,13	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,71	0,38	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,13	0,34	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,26	0,06	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,32	0,84	1196		1197	1165
Ylangene	34,55	0,04	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,27	0,12	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,53	0,16	1431	1420		1434
Caryophyllene	36,70	11,43	1435	1418		
cis- α -Bergamotene	37,07	2,8	1444	1415	1435	1421
(E)- β -Famesene	37,75	1,16	1461		1421	1426
Humulene	38,09	3,37	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,42	0,6	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,75	0,85	1509	1508		1494
β -Bisabolene	39,99	0,12	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,69	0,34	1535	1538	1538	1503
Guaien	40,76	0,35	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,32	2,53	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,02	0,73	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,23	1,86	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,26	0,17	1600	1581	1588	
Guaiol	43,63	2,18	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,97	0,1	1620			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,64	2,97	1639	1619	1618	
β -Guaiene	44,93	0,69	1647			1653
β -Eudesmol	45,75	0,27	1669	1649		
Globulol	46,00	0,14	1676	1583		
Bulnesol	46,25	0,42	1683	1666		1690
Cubenol	46,48	0,03	1689	1642		
α -Bisabolol	46,66	0,6	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,90	0,08	1700	1634	1682	
Phytol	60,33	0,42	2116	1949		

Vůně a chuť této odrůdy je její výjimečností, má svěží až citrónový nádech díky poměrně vysokému obsahu D-limonenu ($\pm 6,39$ %). Zároveň dominují terpeny: β -myrcen ($\pm 14,29$ %) a karyofylen ($\pm 11,43$ %).

5.2.4 CBD Caramel

Tabulka 16 CBD Caramel 1

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	14,066	0	941	1005		1015
α-Pinene	14,989	5,31	957	939		936
Camphene	16,053	0,25	980	953		950
β -terpinen	16,248	0	984			1026
β -Pinene	16,682	2,95	992	980	982	978
β-Myrcene	17,76	28,19	1016	991	991	987
3-Carene	18,587	0	1035	1001		1017
D-Limonene	19,364	6,61	1052	1031	1036	1025
β-Ocimene	20,442	6,08	1074	1050	1056	1029
Linalool	22,713	1,71	1121	1098	1101	1086
Fenchol	23,13	0,61	1130	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	25,237	0,48	1175	1119	1132	
endo-Borneol	26,095	0,24	1192	1189	1176	
L- α -Terpineol	27,816	0,6	1230		1197	1165
Ylangene	35,145	0	1396	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,506	0,01	1430	1436	1435	1376
α -Santalene	36,685	0,21	1434	1420		1434
Caryophyllene	37,087	6,61	1444	1418		
cis- α -Bergamotene	37,746	2,15	1461	1415	1435	1421
(E)- β -Famesene	38,079	1,75	1469		1421	1426
Humulene	38,883	2,51	1488	1491	1458	
β -Selinene	39,747	0,21	1509	1485		1455
α -Farnesene	39,998	0,45	1516	1508		1494
β -Bisabolene	40,629	0,49	1533	1509	1509	
α -Cadinene	40,76	0,32	1536	1538	1538	1503
Guaien	41,317	0,42	1551			
Selina-3,7(11)-diene	42,023	3,05	1569	1542	1541	
Nerolidol	42,23	0,55	1574	1564	1566	1542
γ -Elemene	43,235	1,03	1600		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,627	0,2	1611	1581	1588	
Guaiol	43,959	1,96	1620	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	44,63	0,07	1639			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,925	2,63	1647	1619	1618	
β -Guaiene	45,393	0,89	1660			1653
β -Eudesmol	45,978	0,08	1675	1649		
Globulol	46,258	0,14	1683	1583		
Bulnesol	46,476	0,11	1689	1666		1690
Cubenol	46,664	0,02	1694	1642		
α -Bisabolol	46,899	1,38	1700	1683	1625	1703
β -Acorenol	47,078	0,07	1705	1634	1682	
Phytol	61,608	0,77	2157	1949		

Tabulka 17 CBD Caramel 6

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	14,01	0	935	1005		1015
α -Pinene	14,29	3,92	941	939		936
Camphene	15,00	0,24	957	953		950
β -terpinen	15,99	0	979			1026
β -Pinene	16,25	2,53	984	980	982	978
β-Myrcene	16,68	31,72	993	991	991	987
3-Carene	17,75	0	1016	1001		1017
D-Limonene	18,59	5,93	1035	1031	1036	1025
β-Ocimene	19,37	4,9	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,84	3,25	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,72	0,53	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,13	0,48	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,26	0,14	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,35	0,69	1197		1197	1165
Ylangene	34,54	0	1382	1372		1176
trans- α -	36,25	0,14	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,51	0,14	1430	1420		1434
Caryophyllene	36,68	6,73	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,09	1,37	1445	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,76	1,14	1461		1421	1426
Humulene	38,09	2,64	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,44	0,14	1501	1485		1455
α -Farnesene	39,75	0,14	1509	1508		1494
β -Bisabolene	40,01	0,25	1517	1509	1509	
α -Cadinene	40,64	0,22	1533	1538	1538	1503
Guaïen	40,77	0,2	1537			
Selina-3,7(11)-	41,32	1,7	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,05	0,28	1570	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,23	0,35	1574		1581	1569
Caryophyllene	43,27	0,16	1600	1581	1588	
Guaïol	43,63	4,61	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,98	0,28	1620			1620
10-epi-γ-Eudesmol	44,63	4,42	1639	1619	1618	
β -Guaïene	44,964	1,05	1648			1653
β -Eudesmol	45,74	2	1669	1649		
Globulol	45,99	0,27	1676	1583		
Bulnesol	46,26	0,75	1683	1666		1690
Cubenol	46,49	0,1	1689	1642		
α -Bisabolol	46,67	1,36	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,91	0,22	1700	1634	1682	
Phytol	60,35	0,31	2117	1949		

Z odrůd CBD Caramel byly dle potencionálních výnosových parametrů vybrány genotypy CBD Caramel 1 a 6.

Co se týče terpenického spektra, obě rostliny jsou silně myrcenového typu ($> \pm 28\%$). CBD Caramel 1 a 6 dle výsledku neobsahují α -phellandren, karene a ylangen oproti CBD Caramel 5 viz. příloha 2. Dalšími hojně zastoupenými látkami jsou: α -pinen, D-limonen, β -ocimen, guaiol a 10-epi- γ -Eudesmol.

5.2.5 CBG – Force

Tabulka 18 CBG 5

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,96	0	933	1005		1015
α -Pinene	14,29	0,85	941	939		936
Camphene	15,00	0,27	957	953		950
β -terpinen	16,02	0,01	979			1026
β -Pinene	16,26	0,83	984	980	982	978
β-Myrcene	16,68	28,49	992	991	991	987
3-Carene	17,60	0,02	1013	1001		1017
D-Limonene	18,59	8,97	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,29	0,01	1050	1050	1056	1029
Linalool	21,95	0,01	1103	1098	1101	1086
Fenchol	22,72	1,1	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,13	0,71	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,24	0,43	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,33	1,08	1196		1197	1165
Ylangene	34,54	0,18	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,15	0,01	1421	1436	1435	1376
Caryophyllene	36,68	15,53	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,10	1,88	1445	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,75	1,58	1461		1421	1426
Humulene	38,09	4,59	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,43	1,09	1501	1485		1455
α -Farnesene	39,81	2,34	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,99	0,24	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,66	0,14	1534	1538	1538	1503
Guaïen	40,76	0,2	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,33	1,38	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,02	0,8	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,23	0,01	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,25	0,53	1600	1581	1588	
Guaïol	43,50	0,01	1607	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,85	0,11	1617			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,60	0,15	1638	1619	1618	
β -Guaïene	45,00	0,04	1649			1653
β -Eudesmol	45,75	0,03	1669	1649		
Globulol	45,95	0,04	1675	1583		
Bulnesol	46,25	0,02	1683	1666		1690
Cubenol	46,54	0,03	1690	1642		
α -Bisabolol	46,76	0,09	1696	1683	1625	1703

β -Acorenol	46,93	0,01	1701	1634	1682
Phytol	60,33	2,49	2116	1949	

Ačkoliv genotypy CBG 2 a CBG 4 vykazují nadprůměrný obsah myrcenu ($\pm 41,03 - 45,46$ %) ze všech vypěstovaných rostlin, pro variabilnější výběr odrůd pro budoucí experimenty byla vyselektována CBG 5 jakožto signifikantní myrcenovo-karyofylénový typ viz. příloha 3. Dále CBG 5 obsahuje jakožto jediná nejvyšší relativní množství fytolu (2,49 %).

5.2.6 Shaman

Z výnosových parametrů byly vyselektovány odrůdy Shaman (SH) 2 a 5, SH2 byl zvolen především na základě svých sensorických vlastností, kvůli svému atraktivnímu fialově zbarvenému květenství.

Tabulka 19 Shaman 2 - fialové zbarvení

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	14,07	0	936	1005		1015
α -Pinene	14,287	1	941	939		936
Camphene	14,996	0,32	957	953		950
β -Pinene	16,25	2,24	984	980	982	978
β-Myrcene	16,679	23,69	992	991	991	987
3-Carene	17,708	0	1015	1001		1017
D-Limonene	18,585	6,13	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,403	0	1053	1050	1056	1029
Linalool	21,833	1,91	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,707	1,02	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,127	0,79	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,241	0,26	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,328	0,97	1196		1197	1165
Ylangene	34,548	0,11	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,259	0,01	1424	1436	1435	1376
Caryophyllene	36,686	16,74	1435	1418		
cis- α -Bergamotene	37,063	2,62	1444	1415	1435	1421
(E)- β -Famesene	37,753	0,14	1461		1421	1426
Humulene	38,087	6,08	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,416	1,18	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,754	0,72	1509	1508		1494
β -Bisabolene	39,987	0,12	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,424	0,13	1527	1538	1538	1503
Guaien	40,768	1,14	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,307	4,91	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,03	0,91	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,234	1,21	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,258	0,22	1600	1581	1588	
Guaiol	43,615	0,22	1610	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	44,032	0,03	1622			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,544	0,59	1636	1619	1618	
β -Guaiene	44,909	0,9	1646			1653
β -Eudesmol	45,784	1,4	1670	1649		
Globulol	45,988	0,35	1676	1583		

Bulnesol	46,262	0	1683	1666		1690
Cubenol	46,514	0,02	1690	1642		
α -Bisabolol	46,661	2,55	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,869	0,01	1699	1634	1682	
Phytol	60,336	0,64	2116	1949		

Tabulka 20 Shaman 5

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,93	0,22	933	1005		1015
α-Pinene	14,29	21,66	941	939		936
Camphene	15,00	0,33	957	953		950
β -Pinene	16,25	5,11	984	980	982	978
β-Myrcene	16,69	33,48	993	991	991	987
3-Carene	17,74	5,21	1016	1001		1017
D-Limonene	18,62	0,44	1036	1031	1036	1025
β-Ocimene	19,37	9,43	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,84	1,16	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,64	0	1119	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,12	0,02	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,26	0,06	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,34	0,05	1197		1197	1165
Ylangene	34,55	0,2	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,19	0	1422	1436	1435	1376
α -Santalene	36,52	0,01	1430	1420		1434
Caryophyllene	36,68	3,27	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,09	0,71	1444	1415	1435	1421
(E)- β -Famesene	37,80	0,57	1462		1421	1426
Humulene	38,08	1,46	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,43	0,36	1501	1485		1455
α -Farnesene	39,81	0,45	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,99	0,07	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,72	0,22	1535	1538	1538	1503
Guaiene	40,75	0,15	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,30	2,07	1550	1542	1541	
Nerolidol	42,04	0,23	1570	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,23	0,7	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,26	0,11	1600	1581	1588	
Guaiol	43,59	0,01	1610	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	44,02	0,01	1622			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,53	0,23	1636	1619	1618	
β -Guaiene	44,91	0,45	1646			1653

β -Eudesmol	45,785	0,44	1670	1649		
Globulol	45,99	0,03	1676	1583		
Bulnesol	46,22	0	1682	1666		1690
Cubenol	46,48	0	1689	1642		
β -Acorenol	46,66	0,43	1693	1683	1625	1703
α -Bisabolol	46,67	0,52	1694	1634	1682	
Phytol	60,34	0,33	2116	1949		

Mezi odrůdami jsou signifikantní rozdíly, u SH2 převládá zastoupení látek: β -myrcenu, D-limonenu, karyofylenu, humulenu a selina-3,7(11)-dienu. Naopak u SH5 jsou silně majoritní látky α -pinen, β -pinen, β -myrcen, karef, β -ocimen, které jsou u SH2 ve velmi minoritním zastoupení. SH2 má nulový obsah β -ocimenu.

5.2.7 Blueberry

Tabulka 21 Blueberry 3

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	-	-	-			
α-Pinene	14,283	16,2	941	939		936
Camphene	14,985	0,45	957	953		950
β -terpinen	16,079	0	980			1026
β-Pinene	16,246	7,06	984	980	982	978
β-Myrcene	16,686	29,99	993	991	991	987
3-Carene	17,79	0,01	1017	1001		1017
D-Limonene	18,587	6,12	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,413	0	1053	1050	1056	1029
Linalool	21,839	1,18	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,711	0,77	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,126	0,35	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,247	0,31	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,323	0,71	1196		1197	1165
Ylangene	34,353	0,01	1378	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,255	0,02	1424	1436	1435	1376
Caryophyllene	36,682	4,57	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,086	0,56	1445	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,749	0,32	1461		1421	1426
Humulene	38,089	0,62	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,437	0,09	1501	1485		1455
α -Farnesene	39,806	0,24	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,993	1,06	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,636	0,08	1533	1538	1538	1503
Guaien	40,766	0,11	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,295	1,9	1550	1542	1541	
Nerolidol	42,022	0,23	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,227	0,36	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,253	0,12	1600	1581	1588	
Guaiol	43,629	2,5	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,972	0,19	1620			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,633	2,45	1639	1619	1618	
β -Guaiene	44,95	0,76	1648			1653
β -Eudesmol	45,738	1,16	1669	1649		
Globulol	45,993	0,19	1676	1583		
Bulnesol	46,271	0,03	1683	1666		1690
Cubenol	46,501	0,04	1689	1642		

α-Bisabolol	46,662	3,95	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,892	0,08	1700	1634	1682	
Phytol	60,333	1,58	2116	1949		

Z Blueberry (BB) odrůdy byl vyselektován genotyp BB5 dle nejvyššího výnosu, jedná se o myrcenový typ s vysokým obsahem dalších látek: α -pinen ($\pm 16,2$ %) a D-limonen ($\pm 6,12$ %), oproti ostatním odrůdám i terpenickou látkou: α -bisabolol.

5.2.8 Forbidden Fruit

Odrůda Forbidden Fruit (FF) byla výnosově ze všech nejhojnější, dle výnosového potenciálu byly vybrány genotypy FF2, FF4 a FF9.

Tabulka 22 Forbidden Fruit 2

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,90	0,01	932	1005		1015
α -Pinene	14,27	0,6	941	939		936
Camphene	14,97	0,19	957	953		950
β -terpinen	16,07	0	980			1026
β -Pinene	16,23	1,23	983	980	982	978
β-Myrcene	16,66	22,31	992	991	991	987
3-Carene	17,74	0	1016	1001		1017
D-Limonene	18,57	7,03	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,37	0	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,82	0,77	1100	1098	1101	1086
Fenchol	22,70	0,45	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,11	0,37	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,24	0,16	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,32	0,59	1196		1197	1165
Ylangene	34,54	0,01	1382	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,25	0,27	1423	1436	1435	1376
α -Santalene	36,51	0,06	1430	1420		1434
Caryophyllene	36,69	15,04	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,08	3,2	1444	1415	1435	1421
(E)- β -Famesene	37,74	2,42	1460		1421	1426
Humulene	38,08	4,36	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,41	0,22	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,81	1,36	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,99	0,32	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,63	0,45	1533	1538	1538	1503
Guaien	40,76	0,29	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,30	2,12	1550	1542	1541	
Nerolidol	42,02	0,53	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,22	1,22	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,25	0,43	1600	1581	1588	
Guaiol	43,63	5,6	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-Eudesmol	43,97	0,45	1620			1620
β -Guaiene	44,94	1,65	1647			1653
β -Eudesmol	45,74	3,36	1669	1649		
Globulol	46,00	0,39	1676	1583		
Bulnesol	46,27	0,14	1683	1666		1690
Cubenol	46,50	0,27	1689	1642		
α -Bisabolol	46,65	1,3	1693	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,90	0,23	1700	1634	1682	
Phytol	60,33	0,19	2116	1949		

Tabulka 23 Forbidden Fruit 4

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,934	0,57	933	1005		1015
α -Pinene	14,29	3,43	941	939		936
Camphene	14,975	0,1	957	953		950
β -terpinen	16,039	0,29	980			1026
β-Pinene	16,247	5,29	984	980	982	978
β -Myrcene	16,685	1,41	993	991	991	987
3-Carene	17,731	1,66	1016	1001		1017
D-Limonene	18,618	5,24	1036	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,373	2,16	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,819	0,02	1100	1098	1101	1086
Fenchol	22,714	0,33	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,13	0,26	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,249	0,09	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,33	1,02	1196		1197	1165
Ylangene	34,581	0	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,199	0	1422	1436	1435	1376
α -Santalene	36,414	0	1428	1420		1434
Caryophyllene	36,683	9,08	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,086	0,94	1444	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,767	0,25	1461		1421	1426
Humulene	38,086	3,36	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,415	0,1	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,814	0,72	1511	1508		1494
β -Bisabolene	40,022	0,05	1517	1509	1509	
α -Cadinene	40,593	0	1532	1538	1538	1503
Guaien	40,762	0,17	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,304	2,09	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,02	0,55	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,222	0,46	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,256	0,25	1600	1581	1588	
Guaiol	43,629	5,76	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,969	0,33	1620			1620
β -Guaiene	44,965	0,56	1648			1653
β -Eudesmol	45,738	3,26	1669	1649		
Globulol	46	0,2	1676	1583		
Bulnesol	46,258	0,58	1683	1666		1690
Cubenol	46,501	0,14	1689	1642		
α -Bisabolol	46,66	0,44	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,908	0,1	1700	1634	1682	
Phytol	60,325	0,92	2116	1949		

Tabulka 24 Forbidden Fruit 9

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,942	0,02	933	1005		1015
α -Pinene	14,292	0,58	941	939		936
Camphene	14,995	0,16	957	953		950
β -terpinen	16,040	0,02	980			1026
β -Pinene	16,255	1,21	984	980	982	978
β-Myrcene	16,684	23,85	993	991	991	987
3-Carene	17,747	0	1016	1001		1017
D-Limonene	18,589	5,82	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,385	0,01	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,936	0,06	1103	1098	1101	1086
Fenchol	22,714	0,6	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,120	0,45	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,248	0,19	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,335	0,49	1196		1197	1165
Ylangene	34,736	0,02	1387	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,260	0,37	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,509	0,36	1430	1420		1434
Caryophyllene	36,691	18,6	1435	1418		
cis- α -Bergamotene	37,097	3,34	1445	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,748	3,34	1461		1421	1426
Humulene	38,085	6,35	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,422	0,82	1501	1485		1455
α -Farnesene	39,809	1,67	1511	1508		1494
β -Bisabolene	40,000	0,33	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,630	0,59	1533	1538	1538	1503
Guaien	40,775	0,08	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,306	2,35	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,019	0,55	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,227	0,87	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,248	0,53	1600	1581	1588	
Guaiol	43,630	2,9	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,967	0,19	1620			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,635	2,72	1639	1619	1618	
β -Guaiene	44,953	0,36	1648			1653
β -Eudesmol	45,732	1,77	1669	1649		
Globulol	45,991	0,18	1676	1583		
Bulnesol	46,247	0,08	1683	1666		1690
Cubenol	46,497	0,06	1689	1642		
α -Bisabolol	46,661	1,64	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,904	0,06	1700	1634	1682	
Phytol	60,326	0,48	2116	1949		

Z hlediska terpenového spektra se genotypy variabilně doplňují. U FF2 jsou nejdominantnějším terpeny β -myrcen a karyofylen. Genotyp FF4 má variabilní obsah látek, za zmínku stojí

poměrně vysoký obsah guaiolu. Zajímavé je, že u odrůd FF2 a FF4 nebyl identifikován 10-epi- γ -eudesmol. Sice FF9 je též myrcenovo-karyofylénový typ jako FF2, ale bylo by vhodné se zaměřit i na odrůdy s vyšším poměrem humulenu či u FF8 selina-3,7(11)-dienu pro větší variabilnost vzorků v budoucím výzkumu, viz. příloha 6.

5.2.9 Tangie

Tabulka 25 Tangie 6

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,932	0,04	933	1005		1015
α -Pinene	14,291	0,97	941	939		936
Camphene	14,997	0,28	957	953		950
β -terpinen	15,998	0,01	979			1026
β -Pinene	16,25	1,88	984	980	982	978
β-Myrcene	16,681	13,86	992	991	991	987
D-Limonene	18,591	6,87	1035	1001		1025
β -Ocimene	19,556	0	1056	1031	1036	1029
Linalool	21,858	0,58	1101	1050	1056	1086
Fenchol	22,723	0,43	1121	1098	1101	1099
trans-2-Pinanol	23,134	0,38	1130	1112	1123	
endo-Borneol	25,254	0,19	1175	1119	1132	
L- α -Terpineol	26,342	0,69	1197	1189	1176	1165
Ylangene	34,56	0,12	1383		1197	1176
trans- α -Bergamotene	36,272	0,28	1424	1372		1376
α -Santalene	36,514	0,33	1430	1436	1435	1434
Caryophyllene	36,693	30,2	1435	1420		
cis- α -Bergamotene	37,095	3,2	1445	1418		1421
(E)- β -Famesene	37,755	2,05	1461	1415	1435	1426
Humulene	38,088	10,69	1469		1421	
β -Selinene	39,424	1,27	1501	1491	1458	1455
α -Farnesene	39,821	0,55	1511	1485		1494
β -Bisabolene	40,001	0,2	1516	1508		
α -Cadinene	40,651	0,39	1533	1509	1509	1503
Guaien	40,773	0,73	1537	1538	1538	
Selina-3,7(11)-diene	41,317	2,91	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,05	0,12	1570	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,232	0,97	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,248	0,92	1600	1581	1588	
Guaiol	43,621	0	1610	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,794	0,13	1615			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,543	1,02	1636	1619	1618	
β -Guaiene	44,92	0,33	1647			1653
β -Eudesmol	45,783	0,73	1670	1649		
Globulol	45,987	0,06	1676	1583		
Bulnesol	46,189	0	1681	1666		1690
Cubenol	46,509	0,09	1690	1642		
α -Bisabolol	46,679	0,49	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,885	0	1699	1634	1682	
Phytol	60,348	0,15	2117	1949		

Odrůda Tangie (TAN) 6 byla vybrána na základě výnosového potenciálu, dále disponuje velmi hojným zastoupením β -myrcenu, D-limonenu, karyofylenu a humulenu. Je zajímavé, že u všech ostatních TAN genotypů, krom TAN 7, nebyl identifikován a naměřen β -ocimen. Z toho důvodu, ačkoliv TAN7 není výnosově optimální, by bylo vhodné jej zařadit též do výběru budoucích experimentů na FAPPZ viz. příloha 7.

5.2.10 Jacks Cleaner

Tabulka 26 Jacks Cleaner

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,93	0,47	933	1005		1015
α -Pinene	14,28	2,19	941	939		936
Camphene	14,91	0,01	955	953		950
β -terpinen	16,04	0,24	980			1026
β-Pinene	16,25	3,65	984	980	982	978
β-Myrcene	16,68	6,08	992	991	991	987
3-Carene	17,74	1,56	1016	1001		1017
D-Limonene	18,65	3,68	1036	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,38	0,29	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,84	0,14	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,70	0,01	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,13	0,1	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,20	0,02	1174	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,33	0,64	1196		1197	1165
Ylangene	34,72	0,07	1386	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,23	0	1423	1436	1435	1376
α -Santalene	36,45	0	1429	1420		1434
Caryophyllene	36,69	13,85	1435	1418		
cis- α -Bergamotene	37,06	1,32	1444	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,76	0,05	1461		1421	1426
Humulene	38,09	3,75	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,42	0,45	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,75	0,53	1509	1508		1494
β -Bisabolene	40,00	0,29	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,70	0,29	1535	1538	1538	1503
Guaien	40,76	0,08	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,30	1,84	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,02	1,52	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,23	0,97	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,26	0,22	1600	1581	1588	
Guaiol	43,63	2,37	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,98	0,12	1620			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,64	2,18	1639	1619	1618	
β -Guaiene	44,97	0,2	1648			1653
β -Eudesmol	45,74	1,47	1669	1649		
Globulol	46,00	0,2	1676	1583		
Bulnesol	46,25	0,33	1683	1666		1690
Cubenol	46,49	0,01	1689	1642		
α -Bisabolol	46,67	2,36	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,91	0,09	1700	1634	1682	
Phytol	60,33	0,74	2116	1949		

Odrůda Jacks Cleaner je dle terpenové spektra spíše karyofylenový typ s variabilním obsahem β -pinenu, β -myrcenu, D-limonenu a humulenu.

5.2.11 Cannatonic

Tabulka 27 Cannatonic 1

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,94	0,02	933	1005		1015
α -Pinene	14,291	1	941	939		936
Camphene	14,993	0,33	957	953		950
β -terpinen	15,967	0,02	978			1026
β -Pinene	16,25	1,98	984	980	982	978
β-Myrcene	16,677	20,42	992	991	991	987
3-Carene	17,726	0,01	1016	1011		1017
D-Limonene	18,586	8,79	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,532	0	1055	1050	1056	1029
Linalool	21,842	1,63	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,708	0,82	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,131	0,66	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,256	0,29	1175	1189		1165
L- α -Terpineol	26,34	0,47	1197		1197	1176
Ylangene	34,478	0	1381	1372		
trans- α -Bergamotene	36,251	0,19	1424	1436	1435	1376
Caryophyllene	36,684	13,68	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,075	2,15	1444	1414	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,748	0,99	1461		1421	1426
Humulene	38,085	3,95	1469	1491	1458	
α -Farnesene	39,817	0,81	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,992	0,71	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,642	0,18	1533	1538	1538	1503
Selina-3,7(11)-diene	41,309	2,37	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,025	0,57	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,228	1,38	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,255	0,26	1600	1581	1588	
Guaiol	43,63	4,92	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,98	0,26	1621			1620
10-epi-γ-Eudesmol	44,634	4,59	1639	1619	1618	
Cubenol	46,484	0,14	1689	1642		
α -Bisabolol	46,668	2,45	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,902	0,19	1700	1634	1682	
Phytol	60,334	0,48	2116	1949		

Tabulka 28 Cannatonic 2

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,932	0	933	1005		1015
α -Pinene	14,286	0,9	941	939		936
Camphene	14,997	0,28	957	953		950
β -Pinene	16,249	1,88	984	980	982	978
β-Myrcene	16,687	36,49	993	991	991	987
3-Carene	17,708	0	1015	1011	1036	1017
D-Limonene	18,587	9,45	1035	1031		1025
β -Ocimene	19,475	0	1054	1050	1056	1029
Linalool	21,842	0,86	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,707	0,71	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,124	0,58	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,236	0,28	1175	1189	1176	1165
L- α -Terpineol	26,327	0,82	1196		1197	1176
Ylangene	34,564	0,04	1383	1372		
trans- α -Bergamotene	36,261	0,29	1424	1436	1435	1376
Caryophyllene	36,683	10,01	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,093	3,25	1445	1414		1421
(E)- β -Farnesene	37,749	2,84	1461			1426
Humulene	38,086	3,12	1469	1509	1458	
α -Farnesene	39,809	1,75	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,997	0,4	1516		1509	
α -Cadinene	40,63	0,47	1533	1538	1538	1503
Selina-3,7(11)-diene	41,312	2,92	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,022	0,84	1569		1566	1542
γ -Elemene	42,229	1,42	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,247	0,15	1600	1581	1588	
Guaiol	43,612	0,1	1610	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	44,077	0,01	1623			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,626	0	1639	1619	1618	
Cubenol	46,527	0	1690	1583	1625	
α -Bisabolol	46,665	1,55	1694	1683		1703
β -Acorenol	47,217	0,01	1709	1634	1682	
Phytol	60,33	0,65	2116	1949		

Odrůda Cannatonic je dle terpenových spekter spíše β -myrcenovo-karyofylenový typ, další hojně zastoupenou látkou je D-limonen ($\pm 8,79$ - $9,45$ %) a humule (± 3 %), u Cannatonic 1 ještě guaiol a 10-epi- γ -Eudesmol, které Cannatonic 2 skoro neobsahuje.

6 Diskuze

V extraktech vybraných genotypů bylo za pomoci GC-MS identifikováno více než 40 různých terpenických látek a za pomoci HPLC-MS/MS primární kanabinoidní látky CBC, CBG, CBD a THC. Konopí je geneticky velmi různorodá rostlina, jedna a ta samá odrůda může vykazovat značné rozdíly v zastoupení jednotlivých BAL viz. výsledky.

Vybrané mateřské rostliny na základě výnosového potenciálu měly, až na jisté výjimky, hojně zastoupení i majoritních kanabinoidů, skvělým příkladem je vybraný genotyp Nurse Jackie 4, který převyšoval ostatní genotypy v zastoupení THC ($\pm 18,650\%$). CBG Force, jak již napovídá název, dominoval nad ostatními v zastoupení CBC ($\pm 3,702\%$) a CBG ($\pm 11,088\%$), dalo by se jej pojmenovat jakožto **kanabigerolový** typ. Avšak u většiny genotypů převládal obsah THC, možné zařadit za **tetrahydrokanabinolový** typ.

Genotyp CBD Caramel je ukázkovým a jediným příkladem vyrovnaného poměru CBD:THC, CBD Caramel 5 - CBD ($\pm 9,505\%$): THC ($\pm 9,174\%$), který je ideální pro pacienty s roztroušenou sklerózou. K tomu to poměru se ještě přibližuje genotyp Cannatonic 2 - CBD ($\pm 8,044\%$): THC ($\pm 11,302\%$). CBD Caramel 1 a 5 lze zařadit za **kanabidiolový** typ.

Až na genotyp CBD Caramel, CBG Force a Cannatonic 2, všechny ostatní genotypy obsahovaly CBD v průměru $\pm 0,107\%$.

Studie o obsahu kanabinoidů v různých genotypech konopí (*Cannabis sativa* L.) pozorovala pár shodných genotypů: Conspiracy Kush, Nurse Jackie, Jacks Cleaner a Jack Skellington (Janatová et al. 2018). Dle této studie byly nejvyšší hodnoty THC naměřeny u genotypů Jacks Cleaner ($\pm 20,77\%$) a Jack Skellington ($\pm 19,45\%$). Bohužel Jack Skellington byl po dopěstování vyřazen z důvodu nevypěstování samičí rostliny. Avšak náš genotyp Jacks Cleaner obsahoval pouze $\pm 11,581\%$ THC. Kdy nejvyšší obsah THC z našich genotypů obsahoval Nurse Jackie 4. Poměřit lze i hodnoty genotypu Nurse Jackie, který dle studie (Janatová et al. 2018) obsahoval THC ($\pm 17,41\%$) a CBD ($\pm 0,56\%$), obsah THC je srovnatelný s naším výsledkem, avšak průměrné hodnoty CBD jsou ($\pm 0,126\%$) velmi nízké. U genotypu Conspiracy Kush jsou naše hodnoty CBD též nižší než dle poměřované studie. Naopak obsah THC se liší v rámci jednoho procenta.

Vysoký obsah kanabinoidu ($> \pm 1\%$) CBC byl naměřen u genotypů CBG Force 2 a 4, Nurse Jackie 4 a 5, CBD Caramel 5 a 6, Blueberry 5, Forbidden Fruit 1,6 a 7, Tangie 7 a Cannatonic 2.

Výsledky zastoupených majoritních kanabinoidů v daném genotypu lze považovat za konzistentní, jedinou výjimkou je Cannatonic 1, který se silně liší od Cannatonic 2 obsahem CBD ($\pm 0,102\%$), kdy rozdíl v obsahu CBD je až $\pm 7,9\%$. Důležitým požadavkem u genotypů je tedy jeho uniformita v rámci jedné odrůdy.

Zajímavé je i srovnání analyzovaných genotypů se „standardem“ – genotypem „Bedrocan“ od Nizozemské společnosti Bedrocan, který má průměr THC (15,5 – 21 %) a CBD do 1 % (Janatová et al. 2018). Tento poměr je též vyžadován Národní agenturou pro léčebné konopí v ČR. Z našich odrůd tento poměr splňují pouze genotypy NJ 4 a 5, Conspiracy Kush, BB5, FF1, Tangie 5 a 9 a Cannatonic 2.

Dle Nahlera (2019) jsou nejčastěji ve všech kultivarech zastoupené terpeny: β -myrcen, α -pinen, D-limonen a β -ocimen. Ačkoliv to není vždy pravidlem např. s látkou β -ocimen viz.

odrůdy: Cannatonic, genotypy Tangie, Forbidden Fruit, Shaman obsahovali v některých případech nulové zastoupení...

Dle Casano (2011) z vědeckého článku: Rozdíly v terpenových profilech různých kmenů *Cannabis sativa* L., poukazuje, že u chemotypů „*indica*“ dominovaly terpeny: β -myrcen, limonen nebo α -pinen. Naopak odrůdy „*sativa*“ se vyznačovaly větším zastoupením terpenoidů: α -terpinolen nebo α -pinen.

Avšak β -myrcen dominoval skoro ve všech odrůdách, až na genotypy FF1, FF4, SH1, TAN1, TAN6 a JC1 viz. přílohy. S tvrzením, že chemotypy spíše „*indica*“ mají větší zastoupení D-limonenu, považuji za pravdivé. Příkladem jsou odrůdy CBD Caramel, Conspiracy Kush či Forbidden Fruit. Naopak tvrzení o α -pinenu u převažujících chemotypů „*indica*“ se potvrdilo pouze u odrůdy CBD Caramel, genotypy CBD3 a CBD5 viz. příloha 2. Nejvyšší obsah α -pinenu ($\pm 21,66$ %) ze všech odrůd obsahoval genotyp SH5 (Shaman – *sativa/indica*: 87,5/12,5 %). Signifikantní odrůdou s nejvíc zastoupeným obsahem β -myrcenu byla CBG Force, genotypy CBG2 a CBG4 ($\pm 41,03$ - $45,46$ %), avšak tyto genotypy nebyly selektovány jako budoucí mateřské rostliny z důvodu požadované variability odrůd. Jelikož většina odrůd jsou myrcenového typu, proto byl vybrán CBG5 jakožto myrceno-karyofylenový typ.

U odrůdy Nurse Jackie, byly z hlediska výnosových parametrů vyselektovány dva genotypy: NJ4 a NJ5, dle terpenického spektra bych doporučovala zařadit i odrůdu NJ3 viz. příloha 1, která sice má nulové zastoupení α -phellandrenu, β -terpinenu a karenu, ale signifikantně vykazuje nejvyšší hodnoty α -pinenu ($\pm 18,48$ %), β -myrcenu ($\pm 15,12$), karyofylenu ($\pm 10,77$ %) a guaiolu a 10-epi- γ -eudesmolu, které stojí za pozornost.

Conspiracy Kush je výjimečný pro svůj citrónový nádech díky poměrně vysokému obsahu D-limonenu ($\pm 6,39$ %). Avšak nejvyšší obsah D-limonenu ze všech odrůd převládá u genotypů CBG 4 ($\pm 10,89$ %) viz. příloha 3 a Cannatonic 2 ($\pm 9,45$ %).

Z odrůdy CBD Caramel byly na základě výnosového potenciálu vybrány odrůdy CBD Caramel 1 a 6, které jsou silně myrcenového typu. Pokud prostory pěstírny disponují volným místem, bylo by vhodné si ponechat z hlediska vyšší variability genotyp CBD Caramel 5, kvůli svému pestřejšímu obsahu terpenických látek, jako jsou α -pinen ($\pm 14,3$ %), β -pinen ($\pm 7,25$ %), karen ($\pm 3,5$ %), D-limonen, β -ocimen. CBD Caramel 5 je jediným genotypem, který obsahuje karen. Za povšimnutí stojí i poměrně vysoký obsah karyofylenu ($\pm 10,73$ %), cis- α -bergamotenu, (E)- β -famesenu a humulenu u genotypu CBD Caramel 3 viz. příloha.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 5.6, SH2 byl selektován zejména na základě svého borůvkově fialového zbarvení, za které je zodpovědný pigmentový flavonoid – antokyan, který mu dodává magický vzhled. Zbarvení se mění v závislosti na pH, vysoké hodnoty antokyanů neprospívají. Kyselé roztoky antokyanů zbarvují červeně, neutrální fialově a zásadité modře. Roztok v našich indoor podmínkách se pohyboval v rozmezí pH 5,8–6,2.

Antokyan se jinak používají jako potravinové barvivo s označením E163. Jedná se tedy o bezpečné aditivum v potravinářství.



Obrázek 30 Genotyp SH2 s viditelným fialovým zbarvením v pěstírně na FAPPZ na ČZU, autorka: Bc. Natálie Javůrková

U odrůdy Blueberry dle rovnoměrného zastoupení ostatních terpenů by bylo vhodné si ponechat genotyp BB3 též viz. příloha 5. U BB3 oproti jiným odrůdám jsou hojně zastoupeny terpeny: guaiol ($\pm 5,69\%$), 10-epi- γ -Eudesmol ($\pm 5,92\%$) či β -Eudesmol ($\pm 3,1\%$).

Odrůda Tangie, společně s genotypy SH1 a SH2, obsahovala nejvíce humulenu (u genotypu TAN6 až $\pm 10,69\%$).

S podobnými studii zabývající se identifikací jednotlivých terpenických látek a jejich zastoupení v konopí (Namdar et al. 2018; Shapira et al. 2019), můžeme konstatovat, že se naše výsledky do jisté míry shodují zejména v rozpoznání dominantních terpenů, avšak díky novým šlechtěním a jiným podmínkám pěstování nikdy nemohou být výsledky analogické.

Dle Russoa (2011) a Fishedicka (2017) je možné genotypy pojmenovat na základě dominantního terpenu či terpenů. Podle výsledků můžeme našich 10 vyselektovaných genotypů rozřadit následovně: **pineno-myrcenový** typ: genotypy Shaman 5 a Blueberry 3; **myrcenový** typ: genotypy Nurse Jackie 4 a 5, Cannatonic 2, CBD 1 a CBD 6; **myrceno-karyofylenový** typ: CBG 5, Shaman 2, Forbidden Fruit 2 a 9, Cannatonic 1 a **karyofylenový** typ: FF4, Tangie 6 a Jacks Cleaner.

7 Závěr

Cílem této práce bylo identifikovat co nejvíce BAL v různých genotypech konopí za pomoci GC-MS, za účelem selekce mateřských rostlin unikátních svým složením. Do studie byly použity konopné rostliny různých odrůd vypěstované v pěstírně na FAPPZ na ČZU a dále převedeny na etanolové extrakty, které byly uchovány pro další analýzy.

Na základě výsledků a předpokladů se nám předpovězená hypotéza potvrdila. Mnoho vybraných či nevybraných genotypů na základě výnosového potenciálu jako mateřské rostliny byly unikátní svým složením kanabinoidů, terpenických látek nebo také barvou (pozoruhodný genotyp Shaman 2). Variabilita jednotlivých odrůd se potvrdila i touto prací, kdy jednotlivé genotypy vykazovaly rozdílné seskupení, obsahy a poměry kanabinoidů a terpenických látek. Dle nejvyššího obsahu kanabinoidní látky (CBD, CBG a THC) a dle nejdominantnějšího terpenu byly také následovně pojmenovány. Nejvíce zastoupenými terpeny byly α -pinen, β -myrcen a karyofylen. Hodnoty dalších identifikovaných terpenů D-limonenu, β -ocimenu, cis- α -bergamotenu, (E)- β -farnesenu, humulenu, guaiolu a 10-epi- γ -eudesmolu byly variabilní dle genotypů. Kvantifikace zastoupených majoritních kanabinoidů v daném genotypu lze považovat za konzistentní, jedinou výjimkou je Canantonic 1. Důležitým požadavkem u genotypů je tedy uniformita v rámci jedné odrůdy.

Cíle práce se podařilo splnit, jak teoreticky v rámci literární rešerše, tak i v praktické části. V práci jsou shrnuty veškeré dosavadní vědecké poznatky o léčebném konopí, současná legislativa aktuální k roku 2022 a významné bioaktivní látky.

Terapeutický potenciál konopí je stále velmi neprobádaný, terpenické látky, stovka dalších minoritních bioaktivních sloučenin vyskytujících se přirozeně v konopí a entourage effect by si zasloužily mnohem více pozornosti, a nejen rostliny posuzovat na základě poměru THC:CBD. Je nutné zdůraznit, že léčba konopím je vysoce individuální záležitost, neboť každý jedinec reaguje odlišně, a co pomůže jednomu, nemusí pomoci druhému. Proto doufám, že selekce vybraných mateřských rostlin napomůže dalším experimentálním výzkumům na FAPPZ pro lepší pochopení BAL a jejich účinnosti na živý organismus.

8 Literatura

- Adams Robert P. 1995. Identification of Essential Oil Components by Gas chromatography/Mass Spectrometry. Allured Publishing Corporation: Illinois
- Amada N, Yamasaki Y, Williams CM, Whalley BJ. 2013. Cannabidiol (CBD) suppresses pentylenetetrazole (PTZ)-induced increases in epilepsy-related gene expression. *PeerJ* **1**. PeerJ, Inc. Available from [/pmc/articles/PMC3840466/](https://doi.org/10.7554/peerj.3840) (accessed April 2, 2022).
- Amaducci S, Scordia D, Liu FH, Zhang Q, Guo H, Testa G, Cosentino SL. 2014. ARTICLE IN PRESS G Model Key cultivation techniques for hemp in Europe and China. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.06.041> (accessed August 16, 2021).
- Baek SH, Kim YO, Kwag JS, Choi KE, Jung WY, Han DS. 1998. Boron trifluoride etherate on silica-A modified Lewis acid reagent (VII). Antitumor activity of cannabigerol against human oral epitheloid carcinoma cells. *Archives of pharmacal research* **21**:353–356. *Arch Pharm Res*. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9875457/> (accessed March 26, 2022).
- Begg M, Pacher P, Bátkai S, Osei-Hyiaman D, Offertáler L, Fong MM, Liu J, Kunos G. 2005. Evidence for novel cannabinoid receptors. *Pharmacology and Therapeutics* **106**:133–145. Elsevier Inc.
- Běláčková V, Zabranský T. 2011. Pěstování léčebného konopí - analýza zahraničních zkušeností z regulačního a ekonomického hlediska:11. Available from http://199757.w57.wedos.ws/wp-content/uploads/2018/09/2011_S_Belackova_Pestovani.pdf (accessed March 26, 2022).
- Ben-Shabat S, Fride E, Sheskin T, Tamiri T, Rhee MH, Vogel Z, Bisogno T, De Petrocellis L, Di Marzo V, Mechoulam R. 1998. An entourage effect: inactive endogenous fatty acid glycerol esters enhance 2-arachidonoyl-glycerol cannabinoid activity. *European Journal of Pharmacology* **353**:23–31.
- Blažejovský M, Tomiček P, Roman M. 2008. *Metamfetamin a Cannabis metodická příručka SKPV TOXI*. 1. vydání. Národní protidrogová centrála a Kriminologický ústav Praha, Praha.
- Booth JK, Bohlmann J. 2019. Terpenes in *Cannabis sativa* – From plant genome to humans. *Plant Science* **284**:67–72. Elsevier Ireland Ltd.
- Borrelli F et al. 2013. Beneficial effect of the non-psychoactive plant cannabinoid

- cannabigerol on experimental inflammatory bowel disease. *Biochemical Pharmacology* **85**:1306–1316.
- Breijyeh Z, Jubeh B, Bufo SA, Karaman R, Scrano L. 2021. Cannabis: A Toxin-Producing Plant with Potential Therapeutic Uses. *Toxins* **13**. NLM (Medline).
- Bridgeman MB, Abazia DT. 2017. Medicinal Cannabis: History, Pharmacology, And Implications for the Acute Care Setting. *Pharmacy and Therapeutics* **42**:180. MediMedia, USA. Available from /pmc/articles/PMC5312634/ (accessed August 30, 2021).
- Budařová J. 2015. Konopná medicína, staronová cesta ke zdraví. Available from: <https://youtu.be/TGaLKxelYZs>
- Casano S, Grassi G, Martini V, Michelozzi M. 2011. Variations in Terpene Profiles of Different Strains of *Cannabis sativa* L.
- Cogan PS. 2020. The ‘entourage effect’ or ‘hodge-podge hashish’: the questionable rebranding, marketing, and expectations of cannabis polypharmacy. *Expert Review of Clinical Pharmacology* **13**:835–845. Taylor and Francis Ltd.
- De Petrocellis L, Cascio MG, Di Marzo V. 2004. The endocannabinoid system: A general view and latest additions. *British Journal of Pharmacology* **141**:765–774.
- Di Marzo V, Bifulco M, De Petrocellis L. 2004. The endocannabinoid system and its therapeutic exploitation. *Nature Reviews Drug Discovery* **3**:771–784.
- Eubanks LM, Rogers CJ, Beuscher IV AE, Koob GF, Olson AJ, Dickerson TJ, Janda KD. 2006. A molecular link between the active component of marijuana and Alzheimer’s disease pathology. *Molecular Pharmaceutics* **3**:773–777.
- Fda. 2017. Available from www.fda.gov/medwatch. (accessed March 21, 2022).
- Flores-Sanchez IJ, Verpoorte R. 2008. Secondary metabolism in cannabis. *Phytochemistry Reviews* **7**:615–639.
- Grotenhermen F. 2004. Cannabinoids for therapeutic use: Designing systems to increase efficacy and reliability. *American Journal of Drug Delivery* **2**:229–240.
- Hanuš LO. 2009. Pharmacological and therapeutic secrets of plant and brain (endo)cannabinoids. *Medicinal Research Reviews* **29**:213–271.
- Hanuš LO, Mechoulam R. 2005. Cannabinoid chemistry: an overview.
- High Times. 2022. High Times Cannabis Cup - Cannabis Cup. Available from <https://www.cannabiscup.com/> (accessed March 7, 2022).
- Janatová A, Fraňková A, Tlustoš P, Hamouz K, Božik M, Klouček P. 2018. Yield and cannabinoids contents in different cannabis (*Cannabis sativa* L.) genotypes for medical use. *Industrial Crops and Products* **112**:363–367.

- Juan-Picó P, Fuentes E, Javier Bermúdez-Silva F, Díaz-Molina FJ, Ripoll C, Rodríguez de Fonseca F, Nadal A. 2006. Cannabinoid receptors regulate Ca²⁺ signals and insulin secretion in pancreatic β -cell. *Cell Calcium* **39**:155–162. Elsevier Ltd.
- Konrad C, Weber J, Schley M, Casutt M, Gerber H, Schuepfer G, Rukwied R, Schleiner W, Ueberall M. 2009. Tetrahydrocannabinol (Delta 9-THC) treatment in chronic central neuropathic pain and fibromyalgia patients: Results of a multicenter survey. *Anesthesiology Research and Practice* **2009**.
- Kubánek V. 2009. Konopí a mák : (pěstování, výrobky, legislativa). Tribun EU, Brno.
- Landa L, Juřica J, et al. 2020. Léčebné konopí v současné medicínské praxi. Grada Publishing, Praha.
- Ligresti A, Moriello AS, Starowicz K, Matias I, Pisanti S, De Petrocellis L, Laezza C, Portella G, Bifulco M, Di Marzo V. 2006. Antitumor activity of plant cannabinoids with emphasis on the effect of cannabidiol on human breast carcinoma. *The Journal of pharmacology and experimental therapeutics* **318**:1375–1387. *J Pharmacol Exp Ther*. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16728591/> (accessed March 26, 2022).
- Maurer M, Henn V, Dittrich A, Hofmann A. 1990. Delta-9-tetrahydrocannabinol shows antispastic and analgesic effects in a single case double-blind trial. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience* **240**:1–4. Springer-Verlag.
- McCallum NK, Yagen B, Levy S. 1975. Cannabinol: a rapidly formed metabolite of 520-1520-1520-1. *Experientia* **31**:520–521. Birkhäuser-Verlag.
- McPartland JM. 2018. Cannabis Systematics at the Levels of Family, Genus, and Species. *Cannabis and Cannabinoid Research* **3**:203–212. Mary Ann Liebert Inc.
- Miovský M, et al. 2008. Konopí a konopné drogy Adiktologické kompendium. GRADA, Praha 7.
- Miyazawa M, Yamafuji C. 2005. Inhibition of acetylcholinesterase activity by bicyclic monoterpenoids. *Journal of agricultural and food chemistry* **53**:1765–1768. *J Agric Food Chem*. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15740071/> (accessed March 31, 2022).
- Mr. José. 2018. Jak pěstovat konopí indoor 2.0.
- Nahler G. 2019. Introduction. Available from https://webgate.ec.europa.eu/foods_system/main/ (accessed April 14, 2022).
- Namdar D, Mazuz M, Ion A, Koltai H. 2018. Variation in the compositions of cannabinoid and terpenoids in *Cannabis sativa* derived from inflorescence position along the stem and extraction methods. *Industrial Crops and Products* **113**:376–382. Elsevier B.V.

- Nelson K, Walsh D, Deeter P, Sheehan F. 1994. A phase II study of delta-9-tetrahydrocannabinol for appetite stimulation in cancer-associated anorexia. - *PsycNET. Journal of Palliative Care*. Available from <https://psycnet.apa.org/record/1994-46417-001> (accessed March 21, 2022).
- Nissen L, Zatta A, Stefanini I, Grandi S, Sgorbati B, Biavati B, Monti A. 2010. Characterization and antimicrobial activity of essential oils of industrial hemp varieties (*Cannabis sativa* L.). *Fitoterapia* **81**:413–419. Elsevier B.V. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2009.11.010>.
- Ohlsson A, Lindgren J -E, Wahlen A, Agurell S, Hollister LE, Gillespie HK. 1980. Plasma delta-9-tetrahydrocannabinol concentrations and clinical effects after oral and intravenous administration and smoking. *Clinical Pharmacology & Therapeutics* **28**:409–416.
- Pagotto U, Marsicano G, Cota D, Lutz B, Pasquali R. 2006. The emerging role of the endocannabinoid system in endocrine regulation and energy balance. *Endocrine Reviews* **27**:73–100.
- Pollastro F, Caprioglio D, Prete D Del, Rogati F, Minassi A, Tagliatalata-Scafati O, Munoz E, Appendino G. 2018. Cannabichromene. *Natural Product Communications* **13**:1189–1194. Natural Product Incorporation.
- Rätsch C. 2000. *Konopí jako lék*. Volvox Globator.
- Rice J, Cameron M. 2017. Cannabinoids for Treatment of MS Symptoms: State of the Evidence. *Current Neurology and Neuroscience Reports* **18**. Current Medicine Group LLC 1.
- Ruman, Včeláková. 2008. *Revue POTRAVINÁŘSKÁ*.
- Russo EB. 2011. Taming THC: Potential cannabis synergy and phytocannabinoid-terpenoid entourage effects. *British Journal of Pharmacology* **163**:1344–1364.
- Russo EB, Marcu J. 2017. Cannabis Pharmacology: The Usual Suspects and a Few Promising Leads. *Advances in Pharmacology* **80**:67–134. Academic Press Inc.
- Ryz NR, Remillard DJ, Russo EB. 2017. Cannabis Roots: A Traditional Therapy with Future Potential for Treating Inflammation and Pain. *Cannabis and Cannabinoid Research* **2**:210–216. Mary Ann Liebert Inc.
- Scuderi C, Steardo L, Esposito G. 2014. Cannabidiol promotes amyloid precursor protein ubiquitination and reduction of beta amyloid expression in SHSY5YAPP+ cells through PPAR γ involvement. *Phytotherapy Research* **28**:1007–1013. John Wiley and Sons Ltd.
- Shapira A, Berman P, Futoran K, Guberman O, Meiri D. 2019. Tandem Mass Spectrometric

- Quantification of 93 Terpenoids in Cannabis Using Static Headspace Injections. *Analytical Chemistry* **91**:11425–11432. American Chemical Society.
- Silva AR de, PM L, MM B de A, DC C, CS A, DS A. 2012. Biological activities of α -pinene and β -pinene enantiomers. *Molecules (Basel, Switzerland)* **17**:6290–6304. *Molecules*. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22634841/> (accessed March 31, 2022).
- Sirikantaramas S, Taura F, Tanaka Y, Ishikawa Y, Morimoto S, Shoyama Y. 2005. Tetrahydrocannabinolic acid synthase, the enzyme controlling marijuana psychoactivity, is secreted into the storage cavity of the glandular trichomes. *Plant and Cell Physiology* **46**:1578–1582.
- Slomski A. 2018. THC for Chronic Pain. *JAMA* **320**:1631. NLM (Medline).
- Sommano SR, Chittasupho C, Ruksiriwanich W, Jantrawut P. 2020. The Cannabis Terpenes. *Molecules (Basel, Switzerland)* **25**. NLM (Medline).
- Szmitko PE, Verma S. 2008. The endocannabinoid system and cardiometabolic risk. *Atherosclerosis* **199**:248–256.
- Tauchen J, Klouček P. 2020. Léčivé rostliny a jejich biologicky aktivní látky. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Taylor S V. 2020. Safety Evaluation of Essential Oils : Constituent-Based Approach Utilized for Flavor Ingredients—An Update. *Handbook of Essential Oils*:253–274. CRC Press. Available from <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781351246460-9/safety-evaluation-essential-oils-sean-taylor> (accessed March 31, 2022).
- Thakur GA, Duclos RI, Makriyannis A. 2005. Natural cannabinoids: Templates for drug discovery. *Life Sciences* **78**:454–466.
- Turner CE, Elsohly MA, Boeren EG. 1980. Constituents of Cannabis sativa L. XVII. a review of the natural constituents. *Journal of Natural Products*:69–234.
- Veverka R. 2018. *Magazín Konopí*. Legal Publishing. 1804-9818
- Whiting PF et al. 2015. Cannabinoids for medical use: A systematic review and meta-analysis. *JAMA - Journal of the American Medical Association* **313**:2456–2473. American Medical Association.
- Zagozen M, Cerenak A, Kreft S. 2021. Cannabigerol and cannabichromene in Cannabis sativa L. *Acta Pharmaceutica* **71**:355–364. Sciendo.

9 Zdroje obrázky

Obrázek 1. Carl Linné (Carolus Linnaeus), Jean–Baptiste Pierre Antoine de Monet, Dmitrij Erastovich Janischewsky (Yanishevski), Dostupné z:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/68/Carl_von_Linn%C3%A9.jpg/450px-Carl_von_Linn%C3%A9.jpg

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Jean-Baptiste_de_Lamarck.jpg

https://ast.wikipedia.org/wiki/Dmitri_Yanishevski

Obrázek 2. Rozdílný vzrůst rostlin, Dostupné z:

<https://www.zelenazeme.cz/images/articles/p1/f423/druhy-konopi.jpg>

Obrázek 3. Rozdíly v osazení květů různých druhů konopí, Dostupné z:

<https://ocs.ca/blogs/cannabis-basics/the-cannabis-plant>

Obrázek 6. Anandamid, Dostupné z:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8e/Anandamide.svg/400px-Anandamide.svg.png>

Obrázek 7. Přehled amerických států, kde je konopí dekriminlizované pro léčebné účely,

Dostupné z: <https://medicalmarijuana.procon.org/legal-medical-marijuana-states-and-dc/>

Obrázek 8. Orientační přehled v EU z roku 2021, Dostupné z:

<https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/13838/TDAT21001ENN.pdf>

Obrázek 9. Breijyeh Z, Jubeh B, Bufo SA, Karaman R, Scrano L. 2021. Cannabis: A Toxin-Producing Plant with Potential Therapeutic Uses. *Toxins* 13. NLM (Medline).

Obrázek 12. Nejběžnější kanabinoidy a znázorněná dekarboxylace v důsledku tepla, Dostupné z:

https://www.researchgate.net/figure/The-most-common-cannabinoids-and-their-conversion-pathway-by-decarboxylation-because-of_fig1_346162786

Obrázek 13. Strukturní vzorec tetrahydrokanabinolů (THC) Dostupné z:

https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=144805

Obrázek 14. Grotenhermen F. 2003. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of cannabinoids. *Clinical Pharmacokinetics* 42:327–360.

Obrázek 15. CBD, Dostupné z:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9a/Cannabidiol.svg/500px-cannabidiol.svg.png>

Obrázek 16. CBG, Dostupné z:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/67/CBG-type_cyclization_of_cannabinoids.png/1600px-CBG-type_cyclization_of_cannabinoids.png?20060109205025

Obrázek 17. CBC, Dostupné z:

<https://www.leafscience.com/wp-content/uploads/2017/05/cannabichromene-cbc-structure.jpg>

Obrázek 18. CBN, Dostupné z:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5f/Cannabinol.svg/1200pxcannabinol.svg.png>

Obrázek 19. Chemické struktury pinenu, Dostupné z:

https://media.springernature.com/lw685/springer-static/image/art%3A10.1007%2Fs00253-016-8066-7/MediaObjects/253_2016_8066_Fig1_HTML.gif

Obrázek 20. Flores-Sanchez IJ, Verpoorte R. 2008. Secondary metabolism in cannabis. *Phytochemistry Reviews* 7:615–639.

Obrázek 21. Lokace CB receptorů, Dostupné z: https://www.aquahemp.cz/data/USR_001_MINERALS70/lidsky_endokannabinoidni_system.jpg

Obrázek 22. Nástřikový port, Dostupné z: https://storage.googleapis.com/labrulez-bucket-strapi-h3hsga3/HPST_Obrazek_3_Schema_nastrikoveho_portu_a4b2d3a34b/HPST-Obrazek-3-Schema-nastrikoveho-portu_1.jpg

10 Seznam použitých zkratek a symbolů

Δ 9-THC – delta-9-tetrahydrokanabinol
AEA – anandamid; arachidonoylethanolamid
ALA – esenciální linolová kyselina
CBC – kanabichromen
CBCV – kanabivarichromen
CBD – kanabidiolu
CBDA – kanabidiolová kyselina
CBDV – kanabidivarin
CBG – kanabigerol
CBGA – kanabigerolová kyselina
CBGV – kanabigerovarin
CBN – kanabinol
CSC – Konopné společenské kluby; Cannabis Social Clubs
CÚ – centrální úložiště
ČR – Česká republika
ČZU – Česká zemědělská univerzita
EC – endokanabinoidní systém
EC – elektrická vodivost
EHS – Evropské hospodářské společenství
EMCDDA – Evropské monitorovací centrum pro drogy a drogovou závislost
EU – Evropská unie
FAPPZ – Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
FDA – Úřadem pro kontrolu potravin a léčiv
GC-MS – Plynová chromatografie s hmotnostním spektrometrem
IPLP – individuálně připravovaného léčivého přípravku
HPLC – kapalná chromatografie
KLP – konopí pro léčebné použití
NADAs – N-arachidonoyl dopamin
NIDA – Národním ústavem pro zneužívání drog USA
NMS – Národní monitorovací středisko pro drogy a drogové závislosti
MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny esenciální linolové kyseliny
MZČR – Ministerstvo zdravotnictví České republiky
OMC – Office of Medicinal Cannabis
OSAKL – Oddělení Státní agentury pro konopí pro léčebné
PMP – Potency Monitoring Project
PUFA – polynenasycené mastné kyseliny
RLPO – Registr pro léčivé přípravky s omezením
SAKL – Státní agentura pro konopí pro léčebné použití
SÚKL – Státní ústav pro kontrolu léčiv
THCA – tetrahydrokanabinolová kyselina
THCV – tetrahydrokanabivarin
WHO – Světová zdravotní organizace

Samostatné přílohy

Příloha 1: Obsah terpenických látek odrůd: Nurse Jackie 1 a Nurse Jackie 3

Nurse Jackie 1

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,93	0,33	933	1005		1015
α -Pinene	14,28	4,05	941	939		936
Camphene	15,00	0,04	957	953		950
β -terpinen	16,04	0,15	980			1026
β -Pinene	16,25	3,52	984	980	982	978
β-Myrcene	16,68	20,71	992	991	991	987
3-Carene	17,74	1,07	1016	1001		1017
D-Limonene	18,63	3,66	1036	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,37	0,98	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,83	1,17	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,71	0,09	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,13	0,11	1130	1119	1132	
cis-Verbenol	24,88	0,4	1168	1189	1176	
endo-Borneol	25,27	0,03	1175		1197	1165
L- α -Terpineol	26,32	0,73	1196	1372		1176
Ylangene	34,52	0	1382	1436	1435	1376
trans- α -Bergamotene	36,44	0,01	1428	1420		1434
α -Santalene	36,50	0,01	1430	1418		
Caryophyllene	36,69	9,07	1435	1415	1435	1421
cis- α -Bergamotene	37,07	1,18	1444		1421	1426
(E)- β -Farnesene	37,77	0,34	1461	1491	1458	
Humulene	38,09	2,39	1469	1485		1455
β -Selinene	39,42	0,31	1501	1508		1494
α -Farnesene	39,75	0,41	1509	1509	1509	
β -Bisabolene	40,01	0,42	1516	1538	1538	1503
α -Cadinene	40,70	0,24	1535			
Guaien	40,76	0,09	1536	1542	1541	
Selina-3,7(11)-diene	41,31	1,65	1551	1564	1566	1542
Nerolidol	42,02	0,78	1569		1581	1569
γ -Elemene	42,23	0,91	1574	1581	1588	
Caryophyllene oxide	43,26	0,25	1600	1658	1599	1578
Guaiol	43,63	2,07	1611			1620
α -epi-7-epi-5-	43,97	0,12	1620	1619	1618	
10-epi- γ -Eudesmol	44,64	1,97	1639			1653
β -Guaiene	44,96	0,3	1648	1649		
Globulol	45,99	0,05	1676	1583		

Bulnesol	46,25	0,23	1683	1666		1690
Cubenol	46,49	0,06	1689	1642		
α -Bisabolol	46,66	1,44	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,90	0,1	1700	1634	1682	
Phytol	60,33	0,27	2116	1949		

Nurse Jackie 3

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	14,03	0	935	1005		1015
α-Pinene	14,29	18,48	941	939		936
Camphene	14,99	0,36	957	953		950
β -terpinen	16,05	0	980			1026
β-Pinene	16,25	5,21	984	980	982	978
β-Myrcene	16,68	15,12	992	991	991	987
3-Carene	17,71	0	1015	1001		1017
D-Limonene	18,59	3,91	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,38	0,21	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,84	1,8	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,72	0,42	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,13	0,32	1130	1119	1132	
cis-Verbenol	24,87	0,01	1167	1189	1176	
endo-Borneol	25,25	0,17	1175		1197	1165
L- α -Terpineol	26,33	0,46	1196	1372		1176
Ylangene	34,56	0,02	1383	1436	1435	1376
trans- α -Bergamotene	36,26	0,19	1424	1420		1434
α -Santalene	36,50	0,19	1430	1418		
Caryophyllene	36,69	10,77	1435	1415	1435	1421
cis- α -Bergamotene	37,09	2,27	1445		1421	1426
(E)- β -Farnesene	37,75	1,77	1461	1491	1458	
Humulene	38,09	3,01	1469	1485		1455
β -Selinene	39,43	0,51	1501	1508		1494
α -Farnesene	39,82	1,92	1511	1509	1509	
β -Bisabolene	40,08	1,39	1518	1538	1538	1503
α -Cadinene	40,64	0,34	1533			
Guaian	40,77	0,23	1537	1542	1541	
Selina-3,7(11)-diene	41,33	1,66	1551	1564	1566	1542
Nerolidol	42,02	0,68	1569		1581	1569
γ -Elemene	42,23	0,98	1574	1581	1588	
Caryophyllene oxide	43,25	0,42	1600	1658	1599	1578
Guaiol	43,63	3,13	1611			1620
α -epi-7-epi-5-	43,97	0,1	1620	1619	1618	

10-epi-γ-Eudesmol	44,64	3,3	1639			1653
β -Guaiene	44,95	1,08	1648	1649		
Globulol	46,00	0,16	1676	1583		
Bulnesol	46,25	0,53	1683	1666		1690
Cubenol	46,49	0,03	1689	1642		
α -Bisabolol	46,67	0,45	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,91	0,11	1700	1634	1682	
Phytol	60,33	0,54	2116	1949		

Příloha 2: Odrůdy CBD Caramelu 3,4,5

CBD Caramel 3

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams PS.)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,93	0,04	933	1005		1015
α-Pinene	14,29	15,55	941	939		936
Camphene	14,99	0,33	957	953		950
β -terpinen	16,03	0,01	979			1026
β-Pinene	16,25	6,07	984	980	982	978
β-Myrcene	16,68	7,93	992	991	991	987
3-Carene	17,74	0,01	1016	1001		1017
D-Limonene	18,59	2,9	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,38	0	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,85	0,71	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,72	0,2	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,14	0,21	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,26	0,15	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,33	0,19	1196		1197	1165
Ylangene	34,56	0,05	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,26	0,6	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,50	0,49	1430	1420		1434
Caryophyllene	36,68	10,73	1434	1418		
cis-α-Bergamotene	37,10	3,88	1445	1415	1435	1421
(E)-β-Farnesene	37,75	4,52	1461		1421	1426
Humulene	38,09	4,18	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,43	0,5	1501	1485		1455
α -Farnesene	39,74	0,53	1509	1508		1494
β -Bisabolene	40,00	0,43	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,63	0,7	1533	1538	1538	1503
Guaien	40,77	0,62	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,32	2,54	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,03	0,53	1569	1564	1566	1542

γ -Elemene	42,23	0,8	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,24	0,34	1600	1581	1588	
Guaiol	43,63	2,59	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-Eudesmol	43,97	0,07	1620			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,64	1,63	1639	1619	1618	
β -Guaiene	44,93	0,75	1647			1653
β -Eudesmol	45,76	1,56	1670	1649		
Globulol	45,99	0,22	1676	1583		
Bulnesol	46,25	0,11	1683	1666		1690
Cubenol	46,49	0,02	1685	1642		
α -Bisabolol	46,74	0,46	1696	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,91	0,1	1700	1634	1682	
Phytol	60,32	1,28	2116	1949		

CBD Caramel 4

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,894	0	932	1005		1015
α -Pinene	14,285	4,68	941	939		936
Camphene	14,988	0,26	957	953		950
β -Pinene	16,250	2,74	984	980	982	978
β-Myrcene	16,679	25,19	992	991	991	987
3-Carene	17,653	0	1014	1001		1017
D-Limonene	18,584	6,55	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,363	4,79	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,833	2,57	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,712	0,63	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,128	0,47	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,239	0,23	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,332	0,7	1196		1197	1165
Ylangene	34,535	0,03	1382	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,266	0,39	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,505	0,31	1430	1420		1434
Caryophyllene	36,684	10,83	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,100	1,02	1445	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,748	2,84	1461		1421	1426
Humulene	38,086	4,19	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,424	0,3	1501	1485	1455	
α -Farnesene	39,819	0,83	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,987	0,31	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,633	0,5	1533	1538	1538	1503
Guaien	40,762	0,09	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,329	0,5	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,024	0,54	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,164	0	1573		1581	1569

Caryophyllene oxide	43,252	0,4	1600	1581	1588	
Guaiol	43,631	2,96	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-Eudesmol	43,973	0,16	1620			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,632	3,76	1639	1619		
β -Guaiene	44,967	0,4	1648			1653
β -Eudesmol	45,738	0,76	1669	1649		
Globulol	45,992	0,12	1676	1583		
Bulnesol	46,257	0,24	1683	1666		1690
Cubenol	46,328	0,06	1685	1642		
α -Bisabolol	46,735	0,37	1696	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,908	0,15	1700	1634	1682	
Phytol	60,324	0,66	2116	1949		

CBD Caramel 5

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,93	0,38	933	1005	1015
α-Pinene	14,28	14,30	941	939	936
Camphene	14,98	0,34	957	953	950
β -terpinen	16,03	0,13	979		1026
β-Pinene	16,25	7,25	984	980	982
β-Myrcene	16,68	18,49	992	991	991
3-Carene	17,73	3,50	1016	1001	1017
D-Limonene	18,59	7,86	1035	1031	1036
β-Ocimene	19,36	7,52	1052	1050	1056
Linalool	21,85	0,62	1101	1098	1101
Fenchol	22,71	0,53	1121	1112	1123
trans-2-Pinanol	23,11	0,49	1130	1119	1132
endo-Borneol	25,25	0,16	1175	1189	1176
L- α -Terpineol	26,33	0,81	1196		1197
Ylangene	34,55	0,11	1383	1372	1176
trans- α -Bergamotene	36,29	0,00	1425	1436	1435
α -Santalene	36,46	0,00	1429	1420	1434
Caryophyllene	36,68	2,75	1434	1418	
cis- α -Bergamotene	37,09	0,93	1445	1415	1435
(E)- β -Farnesene	37,81	1,04	1462		1421
Humulene	38,09	0,82	1469	1491	1458
β -Selinene	39,40	0,11	1500	1485	1455
α -Farnesene	39,82	0,44	1511	1508	1494
β -Bisabolene	40,12	0,25	1519	1509	1509
α -Cadinene	40,70	0,47	1535	1538	1538
Guaien	40,91	0,02	1540		1503
Selina-3,7(11)-diene	41,30	0,97	1550	1542	1541

Nerolidol	42,10	0,00	1571	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,22	0,35	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,28	0,12	1601	1581	1588	
Guaiol	43,60	0,01	1610	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,89	0,02	1618			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,69	0,00	1640	1619	1618	
β -Guaiane	44,92	0,12	1647			1653
β -Eudesmol	45,79	0,31	1670	1649		
Globulol	46,00	0,00	1676	1583		
Bulnesol	46,39	0,00	1686	1666		1690
Cubenol	46,55	0,00	1691	1642		
α -Bisabolol	46,67	0,48	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,93	0,00	1701	1634	1682	
Phytol	60,34	0,49	2116	1949		

Příloha 3: Odrůdy CBG – Force

CBG 2

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI RI (Adams 1995)	RI RI (Janatová 2019)	RI RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,855	0	931	1005	1015
α -Pinene	14,287	0,8	941	939	936
Camphene	14,988	0,14	957	953	950
β -Terpinen	16,089	0	981		1026
β -Pinene	16,253	0,89	984	980	982
β-Myrcene	16,681	45,46	992	991	991
3-Carene	17,752	0,01	1016	1001	1017
D-Limonene	18,596	8,25	1035	1031	1036
β -Ocimene	19,194	0	1048	1050	1056
Linalool	21,852	0,03	1101	1098	1101
Fenchol	22,719	0,72	1121	1112	1123
trans-2-Pinanol	23,127	0,6	1130	1119	1132
endo-Borneol	25,269	0,32	1175	1189	1176
L- α -Terpineol	26,348	0,71	1197		1197
Ylangene	34,256	0	1376	1372	1176
trans- α -Bergamotene	36,233	0,17	1423	1436	1435
α -Santalene	36,489	0,18	1430	1420	1434
Caryophyllene	36,682	4,39	1434	1418	
cis- α -Bergamotene	37,106	1,14	1445	1415	1435
(E)- β -Famesene	37,757	1,34	1461		1421
Humulene	38,082	1,63	1469	1491	1458

β -Selinene	39,603	0,01	1505	1485		1455
α -Farnesene	39,831	0,8	1512	1508		1494
β -Bisabolene	39,986	0,17	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,622	0,16	1533	1538	1538	1503
Guaiene	40,770	0,2	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,321	1,27	1551	1542	1541	
γ -Elemene	42,031	0,22	1569	1564	1566	1542
Nerolidol	42,057	0,14	1570		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,253	0,44	1600	1581	1588	
Guaiol	43,632	3,68	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-Eudesmol	43,969	0,24	1620			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,629	4	1639	1619	1618	
β -Guaiene	44,943	1,38	1647			1653
β -Eudesmol	45,743	1,81	1669	1649		
Globulol	45,998	0,09	1676	1583		
Bulnesol	46,266	0,26	1683	1666		1690
Cubenol	46,484	0,12	1689	1642		
α -Bisabolol	46,796	0	1697	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,903	0,11	1700	1634	1682	
Phytol	60,352	0,51	2117	1949		

CBG 4

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,879	0,01	931	1005		1015
α -Pinene	14,283	0,97	941	939		936
Camphene	14,992	0,26	957	953		950
β -Pinene	16,253	1,04	984	980	982	978
β -Myrcene	16,680	41,03	992	991	991	987
3-Carene	17,622	0,01	1013	1001		1017
D-Limonene	18,586	10,89	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,398	0,01	1053	1050	1056	1029
Linalool	21,879	0,06	1102	1098	1101	1086
Fenchol	22,711	1	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,134	0,68	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,242	0,39	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,334	1,21	1196		1197	1165
Ylangene	34,551	0,07	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,256	0,06	1424	1436	1435	1376
Caryophyllene	36,684	5,85	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,097	0,46	1445	1415	1435	1421

(E)- β -Farnesene	37,752	0,52	1461		1421	1426
Humulene	38,090	0,95	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,426	0,43	1501	1485		1455
α -Farnesene	39,818	1,79	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,971	0,15	1515	1509	1509	
α -Cadinene	40,655	0,09	1534	1538	1538	1503
Guaien	40,774	0,15	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,326	2,27	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,031	0,3	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,260	0,08	1575		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,259	0,4	1600	1581	1588	
Guaiol	43,629	2,63	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5- 10-epi- γ -Eudesmol	43,960	0,18	1620			1620
β -Guaiene	44,634	2,46	1639	1619	1618	
β -Eudesmol	44,959	0,33	1648			1653
Globulol	45,738	1,23	1669	1649		
Bulnesol	46,015	0,15	1676	1583		
α -Bisabolol	46,253	0,22	1683	1666		1690
Cubenol	46,437	0,08	1688	1642		
β -Acorenol	46,501	0,07	1689	1683	1625	1703
Phytol	46,879	0,1	1699	1634	1682	
	60,321	1,02	2116	1949		

Příloha 4: Odrůda Shamana 1

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,971	0,03	934	1005		1015
α -Pinene	14,291	0,84	941	939		936
Camphene	14,996	0,24	957	953		950
β -Pinene	16,252	1,66	984	980	982	978
β-Myrcene	16,677	17,55	992	991	991	987
3-Carene	17,786	0	1017	1001		1017
D-Limonene	18,586	7,14	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,292	0	1050	1050	1056	1029
Linalool	21,843	0,91	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,709	0,94	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,123	0,72	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,247	0,29	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,329	0,89	1196		1197	1165
Ylangene	34,545	0,01	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,263	0,25	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,507	0,27	1430	1420		1434

Caryophyllene	36,687	18,95	1435	1418		
cis- α -Bergamotene	37,097	2,66	1445	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,751	2,41	1461		1421	1426
Humulene	38,086	6,7	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,431	0,99	1501	1485		1455
α -Farnesene	39,767	1,82	1510	1508		1494
β -Bisabolene	40,087	0,76	1519	1509	1509	
α -Cadinene	40,636	0,49	1533	1538	1538	1503
Guaiene	40,77	0,23	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,309	1,91	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,029	0,46	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,223	0,53	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,251	0,77	1600	1581	1588	
Guaiol	43,627	3,35	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5- 10-epi- γ -Eudesmol	43,976	0,19	1621			1620
β -Guaiene	44,636	1,57	1639	1619	1618	
β -Eudesmol	44,954	0,78	1648			1653
Globulol	45,748	1,84	1669	1649		
Bulnesol	45,986	0,17	1676	1583		
Cubenol	46,27	0,04	1683	1666		1690
α -Bisabolol	46,503	0,17	1689	1642		
β -Acorenol	46,67	0,32	1694	1683	1625	1703
Phytol	46,893	0,13	1700	1634	1682	
	60,33	0,89	2116	1949		

Příloha 5: Blueberry 3

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,933	0,56	933	1005		1015
α-Pinene	14,289	3,42	941	939		936
Camphene	14,999	0,17	957	953		950
β -terpinen	16,043	0,3	980			1026
β-Pinene	16,250	5,35	984	980	982	978
β -Myrcene	16,686	1,45	993	991	991	987
3-Carene	17,735	1,72	1016	1001		1017
D-Limonene	18,622	5,18	1036	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,373	2,01	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,936	0,14	1103	1098	1101	1086
Fenchol	22,710	0,37	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,135	0,34	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,237	0,12	1175		1197	

L- α -Terpineol	26,326	0,92	1196	1372		1165
Ylangene	34,526	0,02	1382	1436	1435	1176
trans- α -Bergamotene	36,214	0,01	1423			1376
Caryophyllene	36,682	9,46	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,081	1,04	1444	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,778	0,27	1461		1421	1426
Humulene	38,086	3,45	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,420	0,11	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,819	1,18	1511	1508		1494
β -Bisabolene	40,070	0,32	1518	1509	1509	
α -Cadinene	40,576	0,01	1532	1538	1538	1503
Guaien	40,754	0,31	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,306	2,04	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,023	0,57	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,226	0,43	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,256	0,28	1600	1581	1588	
Guaiol	43,630	5,69	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,977	0,32	1621			1620
10-epi-γ-Eudesmol	44,637	5,92	1639	1619	1618	
β -Guaiene	44,972	0,46	1648			1653
β-Eudesmol	45,733	3,1	1669	1649		
Globulol	45,987	0,37	1676	1583		
Bulnesol	46,262	0,31	1683	1666		1690
Cubenol	46,498	0,14	1689	1642		
α -Bisabolol	46,674	0,18	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,912	0,23	1700	1634	1682	
Phytol	60,332	0,91	2116	1949		

Příloha 6: Spektra odrůdy Forbidden Fruit

Forbidden fruit 1

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,925	0,01	932	1005		1015
α -Pinene	14,292	1,09	941	939		936
Camphene	14,994	0,34	957	953		950
β -terpinen	16,043	0,01	980			1026
β -Pinene	16,252	2,01	984	980	982	978
β-Myrcene	16,681	11,66	992	991	991	987
3-Carene	17,746	0	1016	1001		1017
D-Limonene	18,589	12,07	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,427	0	1053	1050	1056	1029
Linalool	21,836	1,75	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,719	0,44	1121	1112	1123	1099

trans-2-Pinanol	23,124	0,73	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,261	0,21	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,336	0,91	1197		1197	1165
Ylangene	34,545	0,1	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,267	0,47	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,511	0,55	1430	1420		1434
Caryophyllene	36,694	21,98	1435	1418		
cis-α-Bergamotene	37,096	4,65	1445	1415	1435	1421
(E)-β-Farnesene	37,748	4,47	1461		1421	1426
Humulene	38,087	6,34	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,421	0,91	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,809	1,85	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,999	0,53	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,636	0,9	1533	1538	1538	1503
Guaiene	40,767	0,56	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,303	3,8	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,025	0,99	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,224	1,32	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,240	0,53	1600	1581	1588	
Guaiol	43,600	0,11	1610	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,959	0	1620			1620
β -Guaiene	45,005	0	1649			1653
β -Eudesmol	45,782	0,41	1670	1649		
Globulol	45,985	0,07	1676	1583		
Bulnesol	46,153	0,01	1680	1666		1690
Cubenol	46,414	0,35	1687	1642		
α -Bisabolol	46,665	3,26	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	47,234	0,03	1710	1634	1682	
Phytol	60,332	0,78	2116	1949		

Forbidden Fruit 3

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,931	0	933	1005		1015
α -Pinene	14,287	0,92	941	939		936
Camphene	14,995	0,24	957	953		950
β -terpinen	16,084	0	980			1026
β -Pinene	16,252	0,99	984	980	982	978
β-Myrcene	16,681	38,82	992	991	991	987
3-Carene	17,734	0	1016	1001		1017
D-Limonene	18,586	10,16	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,414	0	1053	1050	1056	1029
Linalool	21,870	0,14	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,713	1,05	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,129	0,75	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,258	0,36	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,335	1,17	1196		1197	1165

Ylangene	34,552	0,06	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,263	0,06	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,467	0	1429	1420		1434
Caryophyllene	36,685	5,56	1434	1418		
cis- α -Bergamotene	37,095	0,42	1445	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,749	0,63	1461		1421	1426
Humulene	38,084	1,83	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,437	0,43	1501	1485		1455
α -Farnesene	39,822	1,78	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,981	0,14	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,420	0,04	1527	1538	1538	1503
Guaïen	40,773	0,52	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,328	2,46	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,033	0,27	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,248	0,15	1575		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,253	0,36	1600	1581	1588	
Guaïol	43,626	2,59	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,972	0,16	1620			1620
β -Guaïene	44,934	0,83	1647			1653
β -Eudesmol	45,743	1,26	1669	1649		
Globulol	46,007	0,19	1676	1583		
Bulnesol	46,254	0,44	1683	1666		1690
Cubenol	46,513	0,07	1690	1642		
α -Bisabolol	46,657	0,01	1693	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,912	0,12	1700	1634	1682	
Phytol	60,320	1,17	2116	1949		

FF6

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,939	0,03	933	1005		1015
α -Pinene	14,292	0,41	941	939		936
Camphene	14,995	0,22	957	953		950
β -terpinen	16,079	0	980			1026
β -Pinene	16,250	1,48	984	980	982	978
β-Myrcene	16,683	20,01	993	991	991	987
3-Carene	17,687	0	1015	1001		1017
D-Limonene	18,588	6,21	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,419	0	1053	1050	1056	1029
Linalool	21,841	1,42	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,707	0,6	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,128	0,46	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,254	0,21	1175	1189	1176	
Ylangene	34,543	0,03	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,253	0,04	1424	1436	1435	1376
Caryophyllene	36,692	22,28	1435	1418		
cis- α -Bergamotene	37,073	1,75	1444	1415	1435	1421

(E)- β -Farnesene	37,755	0,25	1461		1421	1426
Humulene	38,086	8,37	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,420	0,4	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,813	1,94	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,989	0,51	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,706	0	1535	1538	1538	1503
Guaiene	40,763	0,1	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,292	4,31	1550	1542	1541	
Nerolidol	42,025	0,71	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,226	1,12	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,253	0,49	1600	1581	1588	
Guaiol	43,626	2,48	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5- 10-epi- γ -Eudesmol	43,980	0,17	1621			1620
	44,629	2,8	1639	1619	1618	
β -Guaiene	44,928	1,18	1647			1653
β -Eudesmol	45,735	0,12	1669	1649		
Globulol	45,995	0,05	1676	1583		
Bulnesol	46,234	0,01	1682	1666		1690
Cubenol	46,491	0,11	1689	1642		
α -Bisabolol	46,665	5,35	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,902	0,14	1700	1634	1682	
Phytol	60,342	0,24	2116	1949		

FF7

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,929	0,27	933	1005		1015
α-Pinene	14,286	6,19	941	939		936
Camphene	14,985	0,17	957	953		950
β -terpinen	16,036	0,13	979			1026
β -Pinene	16,248	4,6	984	980	982	978
β-Myrcene	16,685	25,92	993	991	991	987
3-Carene	17,733	0,88	1016	1001		1017
D-Limonene	18,596	4,88	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,380	0,15	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,834	0,93	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,712	0,34	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,123	0,29	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,256	0,11	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,327	0,86	1196		1197	1165
Ylangene	34,557	0,02	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,250	0,09	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,514	0,09	1430	1420		1434
Caryophyllene	36,682	4,15	1434	1418		

cis- α -Bergamotene	37,070	1,72	1444	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,748	0,92	1461		1421	1426
Humulene	38,086	1,53	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,420	0,27	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,755	0,45	1510	1508		1494
β -Bisabolene	40,012	0,06	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,632	0,22	1533	1538	1538	1503
Guaïen	40,762	0,26	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,322	1,6	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,015	0,48	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,226	1,09	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,262	0,05	1600	1581	1588	
Guaïol	43,629	2,42	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,968	0,11	1620			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,637	2,63	1639	1619	1618	
β -Guaïene	44,959	0,56	1648			1653
β -Eudesmol	45,735	1,18	1669	1649		
Globulol	46,003	0,09	1676	1583		
Bulnesol	46,246	0,97	1683	1666		1690
Cubenol	46,455	0,01	1688	1642		
α -Bisabolol	46,665	0,23	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,906	0,09	1700	1634	1682	
Phytol	60,325	0,66	2116	1949		

FF8

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,95	0,02	933	1005		1015
α -Pinene	14,28	0,62	941	939		936
Camphene	14,99	0,18	957	953		950
β -terpinen	16,08	0	980			1026
β -Pinene	16,25	1,23	984	980	982	978
β-Myrcene	16,68	16,18	992	991	991	987
3-Carene	17,73	0,01	1016	1001		1017
D-Limonene	18,58	6,04	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,27	0	1050	1050	1056	1029
Linalool	21,84	1,23	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,71	0,58	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,13	0,49	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,24	0,18	1175	1189	1176	
Ylangene	34,56	0,12	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,26	0,03	1424	1436	1435	1376
Caryophyllene	36,70	25,09	1435	1418		

cis- α -Bergamotene	37,07	2,72	1444	1415	1435	1421
(E)- β -Famesene	37,75	0,27	1461		1421	1426
Humulene	38,09	7,35	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,43	1,37	1501	1485		1455
α -Farnesene	39,81	2,43	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,98	0,23	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,43	0,05	1528	1538	1538	1503
Guaien	40,77	1,06	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,31	6,24	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,02	1,17	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,23	1,04	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,26	0,4	1600	1581	1588	
Guaiol	43,61	0,18	1610	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	44,05	0,01	1623			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,55	1,34	1637	1619	1618	
β -Guaiene	45,02	0	1649			1653
β -Eudesmol	45,80	0,88	1671	1649		
Globulol	45,99	0,16	1676	1583		
Bulnesol	46,24	0	1682	1666		1690
Cubenol	46,43	0,2	1687	1642		
α-Bisabolol	46,66	4,76	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,90	0,01	1700	1634	1682	
Phytol	60,32	0,48	2116	1949		

FF10

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,918	0,03	932	1005		1015
α -Pinene	14,284	0,74	941	939		936
Camphene	14,985	0,23	957	953		950
β -terpinen	16,037	0,01	980			1026
β -Pinene	16,249	1,42	984	980	982	978
β-Myrcene	16,682	22,07	992	991	991	987
3-Carene	17,746	0	1016	1001		1017
D-Limonene	18,586	7,19	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,39	0,01	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,835	1,53	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,709	0,68	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,122	0,49	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,248	0,18	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,331	0,61	1196		1197	1165
Ylangene	34,559	0,07	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,262	0,34	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,504	0,35	1430	1420		1434

Caryophyllene	36,692	16,53	1435	1418		
cis- α -Bergamotene	37,098	2,88	1445	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,746	3,11	1461		1421	1426
Humulene	38,09	6,39	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,421	0,61	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,806	1,29	1511	1508		1494
β -Bisabolene	39,991	0,37	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,637	0,57	1533	1538	1538	1503
Guaïen	40,774	0,44	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,308	3,02	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,02	0,8	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,228	0,72	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,255	0,46	1600	1581	1588	
Guaïol	43,628	2,84	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5- 10-epi- γ -Eudesmol	43,974	0,2	1620			1620
β -Guaïene	44,635	3,37	1639	1619	1618	
β -Eudesmol	44,928	0,95	1647			1653
Globulol	45,748	1,55	1669	1649		
Bulnesol	45,985	0,23	1676	1583		
Cubenol	46,268	0,01	1683	1666		1690
α -Bisabolol	46,484	0,04	1689	1642		
β -Acorenol	46,662	1,88	1694	1683	1625	1703
Phytol	46,911	0,11	1700	1634	1682	
	60,326	0,72	2116	1949		

Příloha 7: Terpenová spektra odrůd Tangie

Tangie 1

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	14,03	0,00	935	1005		1015
α -Pinene	14,29	0,50	941	939		936
Camphene	14,99	0,14	957	953		950
β -terpinen	16,03	0,00	979			1026
β -Pinene	16,25	1,01	984	980	982	978
β-Myrcene	16,68	21,91	992	991	991	987
3-Carene	17,62	0,00	1013	1001		1017
D-Limonene	18,59	4,93	1035	1031	1036	1025
β -Ocimene	19,38	0,00	1052	1050	1056	1029
Linalool	21,83	1,98	1101	1098	1101	1086
Fenchol	22,72	0,42	1121	1112	1123	1099
trans-2-Pinanol	23,14	0,35	1130	1119	1132	
endo-Borneol	25,24	0,14	1175	1189	1176	
L- α -Terpineol	26,33	0,40	1196		1197	1165
Ylangene	34,55	0,11	1383	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,27	0,30	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,51	0,35	1430	1420		1434

Caryophyllene	36,69	26,24	1435	1418		
cis- α -Bergamotene	37,09	3,71	1445	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,75	2,87	1461		1421	1426
Humulene	38,09	7,17	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,42	1,16	1500	1485		1455
α -Farnesene	39,76	0,78	1510	1508		1494
β -Bisabolene	40,00	0,16	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,63	0,13	1533	1538	1538	1503
Guaiene	40,77	0,33	1537			
Selina-3,7(11)-diene	41,31	3,61	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,02	0,62	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,23	1,37	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,24	0,47	1600	1581	1588	
Guaiol	43,61	0,17	1610	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5- 10-epi- γ -Eudesmol	44,07	0,02	1623			1620
	44,73	0,88	1641	1619	1618	
β -Guaiene	45,00	0,00	1649			1653
β -Eudesmol	45,79	0,98	1670	1649		
Globulol	45,98	0,25	1675	1583		
Bulnesol	46,20	0,01	1681	1666		1690
Cubenol	46,50	0,04	1689	1642		
α -Bisabolol	46,66	0,77	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	47,00	0,00	1703	1634	1682	
Phytol	60,33	0,50	2116	1949		

Tangie 3

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,937	0,01	933	1005		1015
α -Pinene	14,293	0,54	941	939		936
Camphene	14,990	0,16	957	953		950
β -Pinene	16,252	1,36	984	980	982	978
β-Myrcene	16,691	31,62	993	991	991	987
D-Limonene	18,590	5,74	1035	1001		1025
β -Ocimene	19,389	0	1052	1031	1036	1029
Linalool	21,841	1	1101	1050	1056	1086
Fenchol	22,707	0,66	1121	1098	1101	1099
trans-2-Pinanol	23,131	0,57	1130	1112	1123	
endo-Borneol	25,253	0,18	1175	1119	1132	
L- α -Terpineol	26,340	0,51	1197	1189	1176	1165
Ylangene	34,542	0,02	1382	1372		1176
trans- α -Bergamotene	36,264	0,23	1424	1436	1435	1376
α -Santalene	36,509	0,24	1430	1420		1434
Caryophyllene	36,687	16,49	1435	1418		
cis- α -Bergamotene	37,086	2,84	1444	1415	1435	1421
(E)- β -Farnesene	37,750	1,98	1461		1421	1426
Humulene	38,082	5,95	1469	1491	1458	
β -Selinene	39,417	0,63	1500	1485		1455

α -Farnesene	39,809	1,11	1511	1508		1494
β -Bisabolene	40,004	0,15	1516	1509	1509	
α -Cadinene	40,637	0,29	1533	1538	1538	1503
Guaien	40,754	0,24	1536			
Selina-3,7(11)-diene	41,314	1,54	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,025	0,63	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,224	1,21	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,246	0,28	1600	1581	1588	
Guaiol	43,628	2,93	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-Eudesmol	43,981	0,1	1621			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,634	3,43	1639	1619	1618	
β -Guaiene	44,971	0,19	1648			1653
β -Eudesmol	45,739	0,77	1669	1649		
Globulol	45,986	0,25	1676	1583		
Bulnesol	46,267	0,04	1683	1666		1690
Cubenol	46,501	0,17	1689	1642		
α -Bisabolol	46,673	0,17	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,897	0,12	1700	1634	1682	
Phytol	60,335	0,56	2116	1949		

Tangie 7

Názvy BAL	RT [min]	Area %	RI	RI (Adams 1995)	RI (Janatová 2019)	RI (Marchini 2014)
α -Phellandrene	13,931	0,32	933	1005		1015
α -Pinene	14,284	1,81	941	939		936
Camphene	15,005	0,07	957	953		950
β -terpinen	16,037	0,19	979			1026
β -Pinene	16,247	3,04	984	980	982	978
β-Myrcene	16,678	13,82	992	991	991	987
D-Limonene	18,594	6,69	1035	1001		1025
β-Ocimene	19,364	6,87	1052	1031	1036	1029
Linalool	21,833	1,3	1101	1050	1056	1086
Fenchol	22,711	0,41	1121	1098	1101	1099
trans-2-Pinanol	23,127	0,37	1130	1112	1123	
endo-Borneol	25,246	0,12	1175	1119	1132	
L- α -Terpineol	26,319	1,07	1196	1189	1176	1165
Ylangene	34,534	0,03	1382		1197	1176
trans- α -Bergamotene	36,264	0,25	1424	1372		1376
α -Santalene	36,503	0,27	1430	1436	1435	1434
Caryophyllene	36,682	6,06	1434	1420		
cis- α -Bergamotene	37,083	2,74	1444	1418		1421
(E)- β -Farnesene	37,746	2,33	1461	1415	1435	1426
Humulene	38,083	2,36	1469		1421	
β -Selinene	39,417	0,41	1500	1491	1458	1455
α -Farnesene	39,799	0,37	1511	1485		1494
β -Bisabolene	39,992	0,21	1516	1508		
α -Cadinene	40,638	0,09	1533	1509	1509	1503

Guaien	40,767	0,13	1537	1538	1538	
Selina-3,7(11)-diene	41,315	3,42	1551	1542	1541	
Nerolidol	42,019	0,43	1569	1564	1566	1542
γ -Elemene	42,226	1,15	1574		1581	1569
Caryophyllene oxide	43,247	0,2	1600	1581	1588	
Guaiol	43,622	1,99	1611	1658	1599	1578
α -epi-7-epi-5-	43,968	0,11	1620			1620
10-epi- γ -Eudesmol	44,630	2,23	1639	1619	1618	
β -Guaiene	44,929	0,34	1647			1653
β -Eudesmol	45,768	1,34	1670	1649		
Globulol	45,989	0,19	1676	1583		
Bulnesol	46,244	0,12	1682	1666		1690
Cubenol	46,484	0	1689	1642		
α -Bisabolol	46,665	0,88	1694	1683	1625	1703
β -Acorenol	46,908	0,07	1700	1634	1682	
Phytol	60,338	0,62	2116	1949		