

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Konopí ve výživě člověka

Bakalářská práce

Anežka Pilgrová

Výživa a potraviny

Prof. MVDr. Eva Skřivanová, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Konopí ve výživě člověka" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Prof. MVDr. Evě Skřivanové, Ph.D., za cenné a odborné rady v průběhu psaní mé bakalářské práce, ale také za trpělivost a ochotu při komunikaci. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině a blízkým přátelům za nekončící podporu během mého studia.

Konopí ve výživě člověka

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývala problematikou zařazení konopí setého (*Cannabis sativa*) do výživy člověka. Nejprve se práce věnovala historii konopí, jeho obecné botanické charakteristice a následně nomenklatuře, která je stále aktuálním tématem, aby byl představen obecný přehled rostliny, o které tato práce pojednává. Dále byla zahrnuta podkapitola legislativy konopí jak v České republice, tak ve světě, za cílem vykreslit tuto problematiku, se kterou se konopí potýká.

Další kapitola je věnována účinným látkám, které se vyskytují v konopí. Zahrnuty jsou látky jako nepychotropní kanabinoidy, tokoferoly, mastné kyseliny a fenolické sloučeniny. Byly popsány jejich účinky a přínosy pro lidské zdraví. Společnost často vidí konopí pouze jako drogu, ačkoli obsahuje nespočet bioaktivních, zdraví prospěšných látek a je považováno za bohatý zdroj nutrientů.

Poslední část bakalářské práce byla věnována konopí v potravinách. Prvním bodem byl obecný přehled konopí v potravinách a do jakých potravin, a v jakých formách je přidáváno. Dále byla více rozepsána problematika konopného semínka, jelikož se z hlediska potravinářství využívá v největší míře a v některých zemích Evropy je povoleno do potravin přidávat pouze konopné semínko. V neposlední řadě se práce zaměřila na pekárenské a mléčné výrobky a studie, které se zabývaly suplementací konopí v těchto výrobcích.

Klíčová slova: *Cannabis sativa*, účinné látky, výživa člověka, potraviny, konopí seté

Cannabis sativa in human nutrition

Summary

This bachelor thesis dealt with the issue of incorporating hemp (*Cannabis sativa*) into human nutrition. Initially, the thesis focused on the history of hemp, its general botanical characteristics, and subsequently on nomenclature, which is still a relevant topic, in order to present a general overview of the plant that this thesis deals with. Furthermore, a subchapter on hemp legislation both in the Czech Republic and globally was included, with the aim of outlining the issue that hemp faces.

The next chapter was dedicated to the active substances found in hemp. These include non-psychoactive cannabinoids, tocopherols, fatty acids, and phenolic compounds. Their effects and benefits for human health were described. Society often perceives hemp solely as a drug, although it contains countless bioactive, health-promoting substances and is considered a rich source of nutrients.

The last part of the bachelor thesis was dedicated to hemp in food. The first point was a general overview of hemp in food and in which foods and forms it is added to products. The issue of hemp seed was further elaborated, as it is the most widely used from a food perspective, and in some European countries, only hemp seed is allowed to be added to food. Finally, the thesis focused on bakery and dairy products and studies that investigated hemp supplementation in these products.

Keywords: *Cannabis sativa*, active substances, human nutrition, food, hemp

Obsah

1 Úvod	- 7 -
2 Cíl práce.....	- 8 -
3 Literární rešerše.....	- 9 -
3.1 Konopí seté	- 9 -
3.1.1 Konopí seté - charakteristika	- 9 -
3.1.2 Nomenklatura konopí	- 10 -
3.1.3 Legislativa konopí v České republice a ve světě	- 13 -
3.2 Konopí seté a jeho účinné látky.....	- 15 -
3.2.1 Kanabinoidy.....	- 18 -
3.2.2 Tokoferoly	- 21 -
3.2.3 Mastné kyseliny	- 23 -
3.2.4 Fenolické sloučeniny	- 25 -
3.3 Konopí v potravinách.....	- 27 -
3.3.1 Konopné semínko	- 30 -
3.3.2 Pekárenské výrobky	- 31 -
3.3.3 Mléčné výrobky	- 32 -
4 Závěr	- 34 -
5 Literatura	- 36 -
6 Seznam použitých zkratek a symbolů.....	- 43 -

1 Úvod

Během posledních deseti let je konopí jako potravina a ingredience v různých potravinových výrobcích na vzrůstu zejména díky posunu v legálním statusu této rostliny, zájmu široké veřejnosti o zdravou stravu a také vhodnost konopí poskytnout zdravé a nutričně bohaté potravinové produkty (Aloo et al. 2022).

Mnoho potravinářských společností, producentů a maloobchodníků hledají, vzhledem k legalizaci potravinářského konopí, příležitosti k prodeji produktů obohacených o konopí (Xu et al. 2022). Konopí je cennou plodinou s širokým rozsahem použití, od využití v potravinářském, farmaceutickém, agrochemickém průmyslu, až po energetický, kosmetický a textilní průmysl (Aloo et al. 2022). V mnoha zemích Evropy je povoleno do potravin přidávat pouze konopné semínko a jeho deriváty, z důvodu nízkého obsahu Δ^9 -THC (Xu et al. 2022).

Konopné semínko je velmi dobrým zdrojem makroživin (bílkovin, tuků a vlákniny), minerálů (fosforu, draslíku, hořčíku, vápníku, sodíku, železa, manganu, zinku a mědi) a fytonutrientů (tokoferolů, karotenoidů a sterolů), obsahuje ovšem také anti-nutriční látky (kyselina fytová, tanniny, inhibitory trypsinu). Typicky obsahuje celé konopné semínko okolo 25-35 % tuku, 20-25 % bílkovin a 20-30 % sacharidů, které převážně tvoří stravitelná vlákna, tyto hodnoty se ovšem mohou lišit podle kultivaru rostliny a agronomických podmínek (Burton et al. 2022). Pravděpodobně nejznámějším produktem z konopného semínka je konopný olej. Tento olej je jako funkční potravina výjimečně bohatým zdrojem dvou esenciálních mastných kyselin, kyseliny linolonové (n-6) a kyseliny α -linolenové (n-3), poměr n-6 ku n-3 v konopném oleji se pohybuje v hodnotách okolo 2:1 a 3:1, tento poměr je udáván jako ideální pro lidské zdraví (Crini et al. 2020). Dále je konopný olej významným zdrojem nepsychotropních kanabinoidů, tokoferolů a fenolických sloučenin, tyto bioaktivní látky vykazují pozitivní efekt na lidské zdraví.

Konopí je považováno za nízko nákladovou, ekologickou, udržitelnou a víceúčelovou rostlinu. Jeho důležitou a velkou výhodou je fakt, že se celá rostlina dá využít pro různé účely. Z vědeckého hlediska je konopí předmětem mnoha studií a provádí se velký počet výzkumů po celém světě. Mezi další důvody, proč zájem o konopí v potravinářství roste, patří například vzrůstající zájem o valorizaci 'agropotravinářských vedlejších produktů', hledání nových zdrojů bílkovin, produkce bioproduktů (bioaktivních peptidů, přírodních antioxidantů a nových přírodních nápojů), také ale můžeme zmínit potravinové alergie, welfare hospodářských zvířat a negativní dopad na životní prostředí spojen se získáváním živočišných zdrojů bílkovin (Crini et al. 2020).

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo na základě literární rešerše vyhledat a sepsat základní informace o rostlině konopí setém (*Cannabis sativa*), jeho bioaktivní látky a jejich pozitivní efekt na zdraví člověka, zmapovat potravinářské produkty obohacené o konopí a jaký vliv má konopí na jejich nutriční, technologické a senzorické vlastnosti.

3 Literární rešerše

3.1 Konopí seté

3.1.1 Konopí seté - charakteristika

Konopí je jedna z nejstarších pěstovaných rostlin, pro svá vlákna v lýku stonku a pro svůj olej v semenech začala být cíleně pěstována již před přibližně 5000 lety (Small & Cronquist 1976). Jiné zdroje se shodují na tom, že konopí bylo původně pěstováno a kultivováno v Číně. Například Martinelli et al. (2021) ve své práci zmiňuje fakt o terapeutickém využití konopí, které má své kořeny již v tradiční čínské medicíně, nejspíše před pěti tisíci lety. Rovněž autoři Fathordoobady et al. (2019) uvádějí jako první zemi využívající konopí Čínu, zhruba čtyři tisíce před naším letopočtem, kde autoři uvádějí, že byly rostliny pěstovány za účelem využití vláken a léčení.

Nicméně historie využití konopí pro různé účely je velmi stará. Kanabus et al. (2021) uvádí, že existují záznamy, které udávají kultivaci a užívání konopí v neolitu. První zdokumentovaný důkaz o lékařském využití konopí byl nalezen v jeskynních pozůstatcích a datuje se přibližně k roku 700 př.n.l.. Více detailní analýzy naznačují, že konopí může mít svůj původ s centrální Asii, dále se rozšířilo do Středomořských oblastí, východní a centrální Evropy, a, zvláště do Afganistánu a Pákistánu. Také autoři Pollastro et al (2018) článku v časopise „Current Medicinal Chemistry“ považují za místo původu konopí centrální Asii, kde byla také poprvé cíleně pěstována, odtud lidé dále rozšiřovali kultivaci konopí po celém světě v posledních deseti tisíci letech.

Je to právě její dlouhá historie kultivace, kvůli které je složité určit přesné místo centra jejího původu. Vzhledem k fylogenetickým studiím, založených na molekulární analýze a studiím založených na sekvenční homologii starověké a moderní DNA extrahované z archeobotanických a moderních vzorků, se většina výzkumníků shodla na tom, že tento druh rostliny pochází z centrální Asie a byl představen Evropě jako kultivovaná a domestikovaná zemědělská rostlina během doby bronzové (přibližně od 22.století do 16.století před letopočtem) (Farinon et al. 2020).

Je to již přibližně šest tisíc let od doby, co lidé používají konopí jako zdroj potravy, vláken a jako léčivou rostlinu. Využívání konopí jako léčivé rostliny se v Evropě datuje v období 13.století, nicméně jeho antikonvulzivní a analgetické účinky nebyly potvrzeny až do 19.století. Na konci let 1950 byly Rusko a Itálie vedoucí státy z hlediska velikosti plochy využívané ke kultivaci konopí, stejně tak jako v kvalitě vyrobených produktů (Kanabus et al. 2021).

V dnešní době se konopí široce rozšířilo po celém světě (Mnekin & Ripoll 2021).

Průmyslové konopí patří do skupiny plodin, jejichž velké výnosy biomasy mohou být využity v mnoha směrech (Strzelczyk et al. 2021).

Jako všestranná plodina může být využita v produkci potravin, v krmivech pro zemědělská zvířata, textilie, papírová barviva, oděvy, biorozložitelný plast, biopalivo a lampový olej. V mnoha zemích byl v posledním století uvalen zákaz pěstování konopí kvůli jeho příbuznosti k marihuaně. Nicméně, po správné klasifikaci byl zákaz průmyslového konopí zrušen v několika zemích světa vzhledem k jeho enormním sociálním a ekonomickým benefitům (Xu et al. 2022).

V dnešní době je většina vláken použita v celulózovém a papírenském průmyslu, dále pro výrobu izolačních materiálů a jako technická vlákna. Konopné pazdeří je primárním materiálem využívaným jako podestýlka pro koně a malá zvířata. Tento materiál se také používá v zahradnictví jako složka kompostů a jako substrát pro mycelium jedlých hub (Strzelczyk et al. 2021).

Populace volně rostoucího konopí po celém světě se adaptují na specifické klimatické podmínky různých prostředí nebo je konopí pěstováno jako zdroj vysoko-kvalitních vláken, víceúčelových olejů a proteinu ze semen, také je pěstována *Cannabis sativa* herba (květy a listy), která má specifické chemické složky (Koren et al. 2020).

Konopí je rod kvetoucí rostliny, která patří do čeledi konopovité. Jedná se především o dvoudomé, jednoleté (roční) druhy, rostlina je buď samčí nebo samičí (Mnekin & Ripoll 2021). Samčí a samičí rostliny jsou jen těžce rozpoznatelné během vegetativní fáze, ačkoli, samičí rostlina bývá podsaditější (Pollastro et al. 2018). Samčí rostliny jsou většinou vyšší, za to ale méně silné než rostliny samičí (Rajput et al. 2018). Kveté v krátkých fotoperiodách (pod 12 hodin světla) a v růstu pokračuje vegetativně v fotoperiodách dlouhých (Radwan et al. 2021). Z důvodu toho, že rostlina je jednoletá, se například při výrobě oleje z konopí odstraní květ pro extrakci kanabinoidů a ostatních látek, zatímco ze zbytku rostliny (stonku a listů) se stane zbytková biomasa, která dále může nalézt využití jako syrový materiál pro další zpracování (Vega & Dávila 2021). Ačkoli se rostlina může pěstovat pro dvojí využití, produkční systémy jsou většinou přizpůsobeny buď na produkci semen nebo na produkci vláken (Burton et al. 2022).

Rostlina může dosahovat výšky až pěti metrů ve venkovních podmínkách během šesti měsíční doby kvetení. Listy rostou na opačných stranách stonku. Listy, stonek a listeny rostliny jsou pokryty epidermálními výčnělky, které se nazývají trichomy. (Mnekim et al. 2021).

Kořen rostliny je hlavní a může dosahovat délky od 30 centimetrů až po 2 metry, v chudých půdách dosahuje délek 2,5 metru. Postranní kořeny mohou dosahovat od 20 do 100 centimetrů (Strzelczyk et al. 2021). Stonek je zelený, rovný, pokrytý vlásky a v horní části rozdělený, tvořící tak latu. Mezi rostlinami tohoto druhu je výrazná rozmanitost ve výšce, která záleží na mnoha faktorech, zejména na: odrůdě, prostředí, půdě, klimatických podmínkách a hnojení. Celá rostlina, včetně stonku je pokryta jemnými háčky, které dodávají konopí jeho charakteristickou drsnost. (Strzelczyk et al. 2021).

Nejvíce známou částí rostliny jsou její listy. Každý list se skládá z několika kopinatých listů, s listovou čepelí hrubě pilovitou a jejich povrch je drsný (Strzelczyk et al. 2021), jsou na stonku umístěny protilehle a střídavě, jsou také dlanitě složené (Chandra et al. 2017).

3.1.2 Nomenklatura konopí

První popis konopí byl uskutečněn římským filosofem Pausaniem v druhém století př.n.l. v jeho práci se jménem *De Materia Medica*, dále bylo konopí popsáno řeckým botanikem jménem Pedacius Dioscorides, který zaznamenal jeho léčivou hodnotu a nazýval tuto rostlinu *Kannabis*.

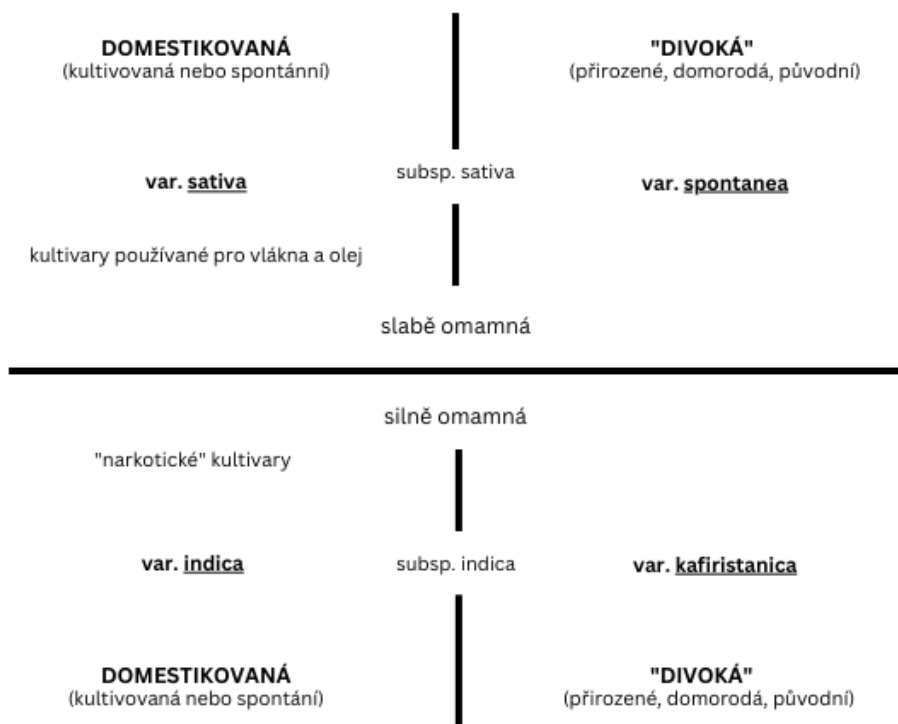
Začátek systematického přístupu ke klasifikaci konopí se datuje zpět do 18.století, kdy Linnaeus (1753) popsal několik variant v jeho obsáhlé práci *Species Plantarum* (Koren et al. 2020).

Správné botanické zařazení konopí je stále aktuální téma, jelikož jeho genetická variabilita znesnadňuje katalogizaci (Malík et al. 2021). Co se taxonomie týče, konopí je jedním z nejvíce kontroverzních druhů rostlin z důvodu signifikantních efektů podmínek okolního prostředí na fenologii konopí a expresi kvantitativních vlastností. Hlavním důvodem taxonomických nesrovnalostí je schopnost inbreedingu všech divokých populací *Cannabis*, které vedou ke kontinuální variabilitě kvantitativních vlastností (Koren et al. 2020).

Dle některých autorů zahrnuje rod *Cannabis* tři různé druhy a to *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* a *Cannabis ruderalis* (Pellegrino et al. 2021). Na konci 20.století bylo pro klasifikaci konopí použita kombinace morfologických a chemických vlastností a vznikl tak systém dle Small a Cronquist rozřazení konopí do následujících čtyř skupin:

1. *Cannabis sativa* L. subsp. *sativa* var. *sativa* ,
2. *Cannabis sativa* L. subsp. var. *spontanea* Vavilov,
3. *Cannabis sativa* L. subsp. *indica* Small & Cronquist var. *indica* (Lam) Wehmer,
4. *Cannabis sativa* L. subsp. *indica* Small & Cronquist var. *kafiristanica* (Vavilov) Small & Cronquist (Malík et al. 2021)

Možné rozdělení konopí dle Small & Cronquist (1976) je znázorněno na Obrázku 1.



Obr.1. Jedno z možných rozdělení konopí dle Small & Cronquist (1976), upraveno.

V dalších zdrojích může být konopí klasifikováno jako jeden druh, *Cannabis sativa* L. s třemi poddruhy, *Cannabis sativa* subsp. *sativa* (L.), *Cannabis sativa* subsp. *indica* (Lam) a *Cannabis sativa* subsp. *rudealis* (Janisch), avšak, někteří autoři je klasifikují jako odlišné druhy (Addo et al. 2021). Dle Chandra et al. (2017) je počet druhů v rodu *Cannabis* kontroverzní a frekventovaně diskutované téma. Někteří navrhují, že konopí by se mělo označovat za

polytypický rod, zatímco jiní naznačují, že *Cannabis* je jeden, vysoce polymorfní druh, *Cannabis sativa* L. Carl Linnaeus považoval *Cannabis* jako jeden druh, kdežto Lamarck popsal 'Indický kmen konopí' taxonomicky jinak, než 'Evropské konopí' a připsal mu specifické jméno '*Cannabis indica*'. V nedávné diskuzi bylo navrženo použít pro základ klasifikace konopí profilování kanabionidů a terpenoidů v něm obsažených (Chandra et al. 2017).

V některých zdrojích, například Strzelczyk et al. (2021), Chandra et al. (2017), Mnekin & Ripoll (2021), Pollastro et al. (2018), Fathordoobady et al. (2019), Valizadehderakhshan et al. (2021), Kanabus et al. (2021) je uváděno a hovořeno o konopí jako '*Cannabis sativa* L', často je také nazýváno jako technické/průmyslové konopí.

Dále je v mnoha publikacích konopí rozdělováno na konopí s narkotickými účinky (*Cannabis sativa* L. var. *indica*) a na konopí používané na vlákna (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*).

Koren et al. (2020) a též Strzelczyk et al. (2021) dále ve svých pracích dělí druhy konopí dle geografických ras nebo ekotypů na:

Jižní konopí (*Cannabis australis*), které je situováno v centrální, jihovýchodní a jižní Evropě, může být pěstováno v Anglii, Nizozemí a severním Německu. Tato skupina zahrnuje ekonomicky nejvýznamnější variantu.

Centrální ruské konopí (*Cannabis medioruthenica*), které roste především v Rusku, na Ukrajině, v Polsku, Skandinávii a severním Německu.

Severní konopí (*Cannabis borealis*) zahrnuje druhy rostoucí v Rusku a Finsku, obvykle dosahuje dospělosti dříve než konopí centrální ruské. Tato skupina je na rozdíl od konopí jižního nejméně významnou z hlediska ekonomického.

Asijské konopí (*Cannabis asiatica*), zahrnuje druhy rostoucí v Číně, Japonsku, Thajsku a Korey. Tato skupina nemá žádný ekonomický význam v Evropě, ovšem pěstuje se zde pouze ilegálně pro účel drogové produkce.

Divoké konopí (*Cannabis sativa* ssp. *Spontanea*) roste v centrální Asii, v některých regionech Ruska (Volga a Ural) a v jižní Evropě.

V publikaci od autorů Malík et al. (2021) se můžeme dočíst dalšího, preferovaného způsobu rozdělení konopí (domestikovaného) a to na základě pokynů pro Mezinárodní kód nomenklatury kulturních rostlin na:

1. „Nenarkotické rostliny, domestikované pro vlákna a/nebo olejnatá semena v západní Asii a Evropě. Nízký obsah Δ^9 – tetrahydrokanabinolu (Δ^9 - THC) a vysoký obsah kanabidiolu (CBD).
2. Nenarkotické rostliny, domestikované pro vlákna a/nebo olejnatá semena ve východní Asii, především v Číně. Nízký obsah Δ^9 - THC a vysoký obsah CBD.
3. Psychoaktivní rostliny, domestikované v jižní a střední Asii. Vysoký obsah Δ^9 - THC a žádný až nízký obsah CBD.
4. Psychoaktivní rostliny, domestikované v jižní Asii (Afghánistán a sousední státy). Střední až vysoký obsah Δ^9 - THC a CBD.
5. Nenarkotické rostliny, hybridní kultivary mezi skupinami 1. a 2.
6. Psychoaktivní rostliny, hybridní kultivary mezi skupinami 3. a 4.“

Konopí bývá často v literatuře rozděleno do dvou skupin právě ve vztahu k obsahu Δ^9 -tetrahydrokanabinolu (Δ^9 – THC) na skupinu zahrnující konopí, které je využíváno jako droga,

s obsahem $\Delta^9 - \text{THC} > 0,3\%$ a na skupinu zahrnující konopí, které je využíváno na vlákna, s obsahem $\Delta^9 - \text{THC} < 0,3\%$ (Liu et al. 2022)

Obecně bychom mohli usoudit, že ve většině literatury autoři dělí konopí na konopí technické/průmyslové, (*Cannabis sativa* L.), popřípadě (*Cannabis sativa* L.var.*sativa*) a na konopí s narkotickými účinky, (*Cannabis sativa* L.var *indica*), popřípadě pouze (*Cannabis indica*). V literaturách zabývajících se taxonomií konopí se můžeme setkat s rozdělením podrobnějším.

Je zajisté důležité podotknout, že taxonomie konopí se neustále rozvíjí společně s novými výzkumy a objevy. Z tohoto důvodu můžeme předpokládat, že se tato klasifikace konopí, a klasifikace konopí uvedená v této rešerši, může změnit až budou dostupné nové informace o této problematice.

3.1.3 Legislativa konopí v České republice a ve světě

V České republice upravuje prodej i dovoz technického konopí (včetně sušených květů) zákon č. 167/1998 Sb. O návykových látkách a dále úplné znění tohoto zákona 55/2002 Sb. Konopím se dle tohoto zákona rozumí: „Kvetoucí nebo plodonosný vrcholík rostliny z rodu konopí (*Cannabis*) nebo nadzemní části rostliny z rodu konopí, jejíž součástí je vrcholík. Je zakázáno pěstovat jiné druhy a odrůdy rostliny konopí (rod *Cannabis*), než jsou rostliny technického konopí s výjimkou pěstování na základě licence udělené podle tohoto zákona, tento zákaz se nevztahuje na pěstování odrůd rostliny pro výzkumné účely, pro šlechtění nových odrůd a pro zachování genetické rozmanitosti vědeckými a výzkumnými pracovišti zřízenými zákonem nebo státem vymezené v povolení k zacházení, s výjimkou pěstování na základě licence udělené podle tohoto zákona.

Dle zákona č. 167/1998 Sb. je zakázáno pěstovat druhy a odrůdy konopí, které mohou obsahovat více než 0,3 % látky ze skupiny $\Delta^9 - \text{THC}$.“ (Parlament České republiky, 1998)

V roce 2013 bylo v České Republice legalizováno konopí pro léčebné účely, avšak pouze na předpis vydaný lékařem. Pěstovat konopí pro léčebné použití může jen taková právnická nebo podnikající fyzická osoba, které byla k této činnosti udělena licence Státním ústavem pro kontrolu léčiv. Držitel licence může pěstování konopí pro léčebné použití zahájit, jen pokud má uděleno povolení k zacházení s návykovými látkami a přípravky. (Parlament České republiky, 2013).

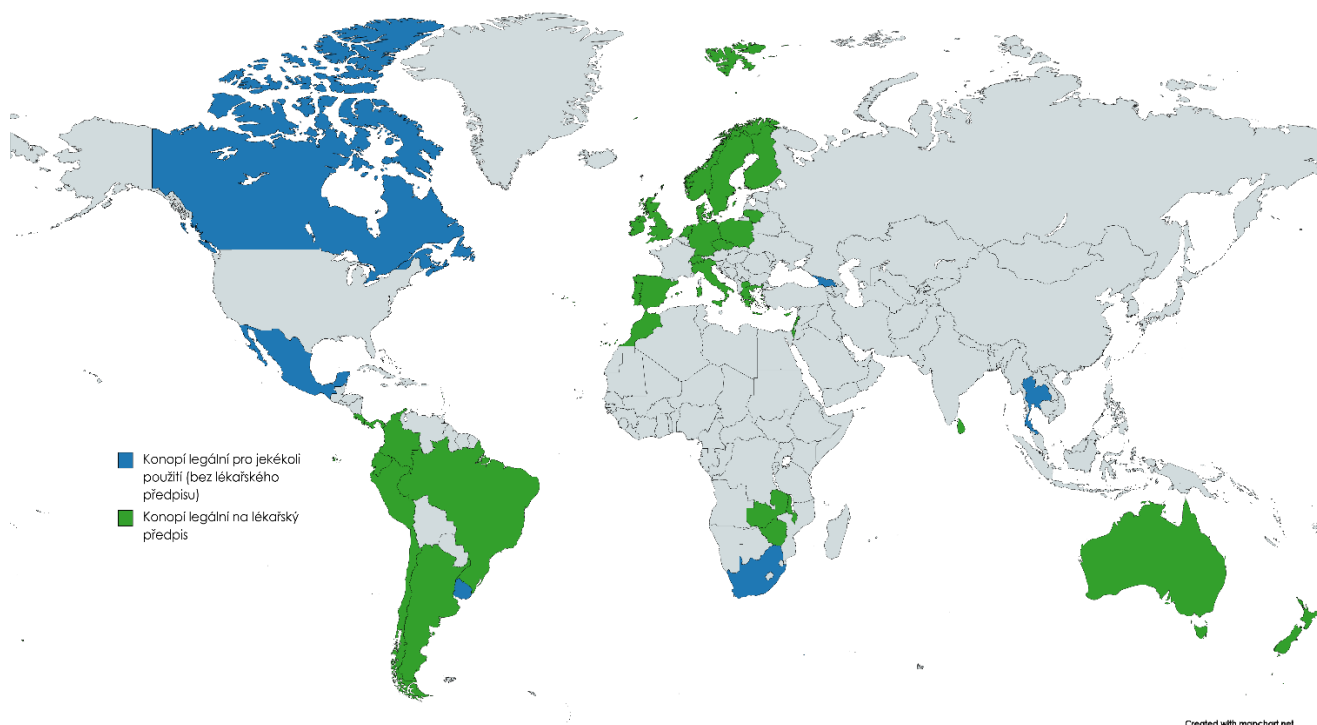
V USA bylo pěstování konopí široce rozšířeno a to zejména v období kolonizace, v polovině let 1800. Na začátku let 1900 a pozdějších let 1950 pokračovalo pěstování konopí, které bylo považováno za agrikulturní komoditu. V Evropě byla v těchto letech Itálie na druhém místě z celého světa, co se týče rozlohy oblastí, na kterých se pěstovalo konopí, na prvním místě bylo Rusko. Avšak, Itálie byla nejlepší z celého světa z pohledu kvality získaných produktů. Ovšem po zjištění psychotropní aktivity $\Delta^9 - \text{THC}$, společně s rostoucím povědomím o jeho škodlivých účincích na lidské zdraví mnoho zemí začalo s opatřeními se snahou zastavit používání květů a listů *C. sativa* L. Zlepšení vědomostí v oblasti biochemických a biomolekulárních vlastnostech *C. sativa* L. umožnilo lépe porozumět genetickým a biochemickým mechanismům, které jsou základem pro syntézu kanabinoidů, zejména $\Delta^9 - \text{THC}$. Zejména díky vývoji specifických analytických metod (např. plynová chromatografie) je nyní možné přesně

stanovit obsah Δ^9 - THC v rostlinách *C. sativa* za účelem rozlišení rostlin s vysokým a nízkým obsahem Δ^9 - THC. Kanada byla první zemí, která produkci konopí obnovila, do dnešního dne je Kanada hlavní zemí v produkci konopí, a zároveň ve vývozu produktů z této rostliny. V Evropě se produkce konopí obnovila v roce 2013, s doprovodem regulace 1307/2013, která umožňuje produkci konopí pro lékařské účely. V dnešní době je Evropa na druhém místě po Kanadě v produkci konopí, z toho Francie, Nizozemí, Lotyšsko a Rumunsko jsou hlavními centry produkce (Farinon et. al 2020).

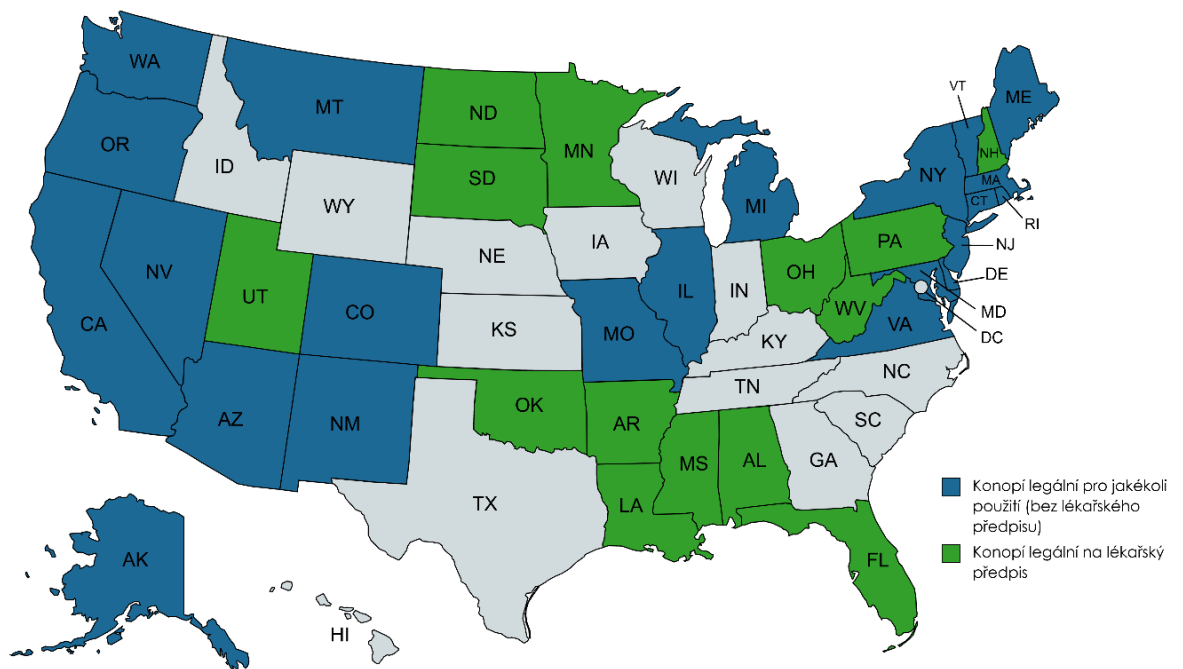
V roce 1961 shromáždění Organizace spojených národů umožnilo poskytnutí obecného systému kontroly, pokud se nějaký stát rozhodne pěstovat konopí, které není určeno k průmyslovému nebo zahradnickému účelu. Pro členské státy Evropské unie poskytuje Evropská léková agentura (EMA) tzv. 'Guidelines on Good Agricultural and Collection Practices (GACP), neboli Správné pěstební praxe, které zahrnují systém kontroly kvality medicínálních rostlin a bylinných substancí od kultivace až po distribuci. Kultivace lékařského konopí je nyní povolena v Rakousku, České Republice, Itálii, Německu, Řecku, Nizozemí, Portugalsku a na Maltě. Konopí je také možno pěstovat v Evropské unii za účelem potravinářským, za předpokladu, že je registrováno v Evropském katalogu zemědělských rostlinných druhů a že jeho obsah Δ^9 - THC nepřesahuje 0,2 % (Lipnik-Štangelj & Razinger 2020).

Vyobrazení zemí světa, ve kterých je povoleno konopí na lékařský předpis a konopí legální bez lékařského předpisu je zobrazeno na Obrázku 2., státy USA jsou poté samostatně vyobrazeny na Obrázku 3.

Pěstební plochy konopí v Evropě významně vzrostly přibližně od 19,970 až do 34,960 hektarů mezi lety 2015 – 2019. Produkce konopí vzrostla z 94,120 po 152,820 tun ve stejném období, jak je již zmíněno výše, Francie se považuje za hlavní producenty konopí a zaujímá až 70 % z celkové produkce konopí v Evropě (Yano & Fu 2023).



Obr.2. Znárodnění zemí světa, ve kterých je povoleno konopí na lékařský předpis/pro jakékoli použití (zdroj vlastní).



Created with mapchart.net

Obr.3. Zobrazení států USA, ve kterých je povoleno konopí na lékařský předpis/pro jakékoli použití (zdroj vlastní).

3.2 Konopí seté a jeho účinné látky

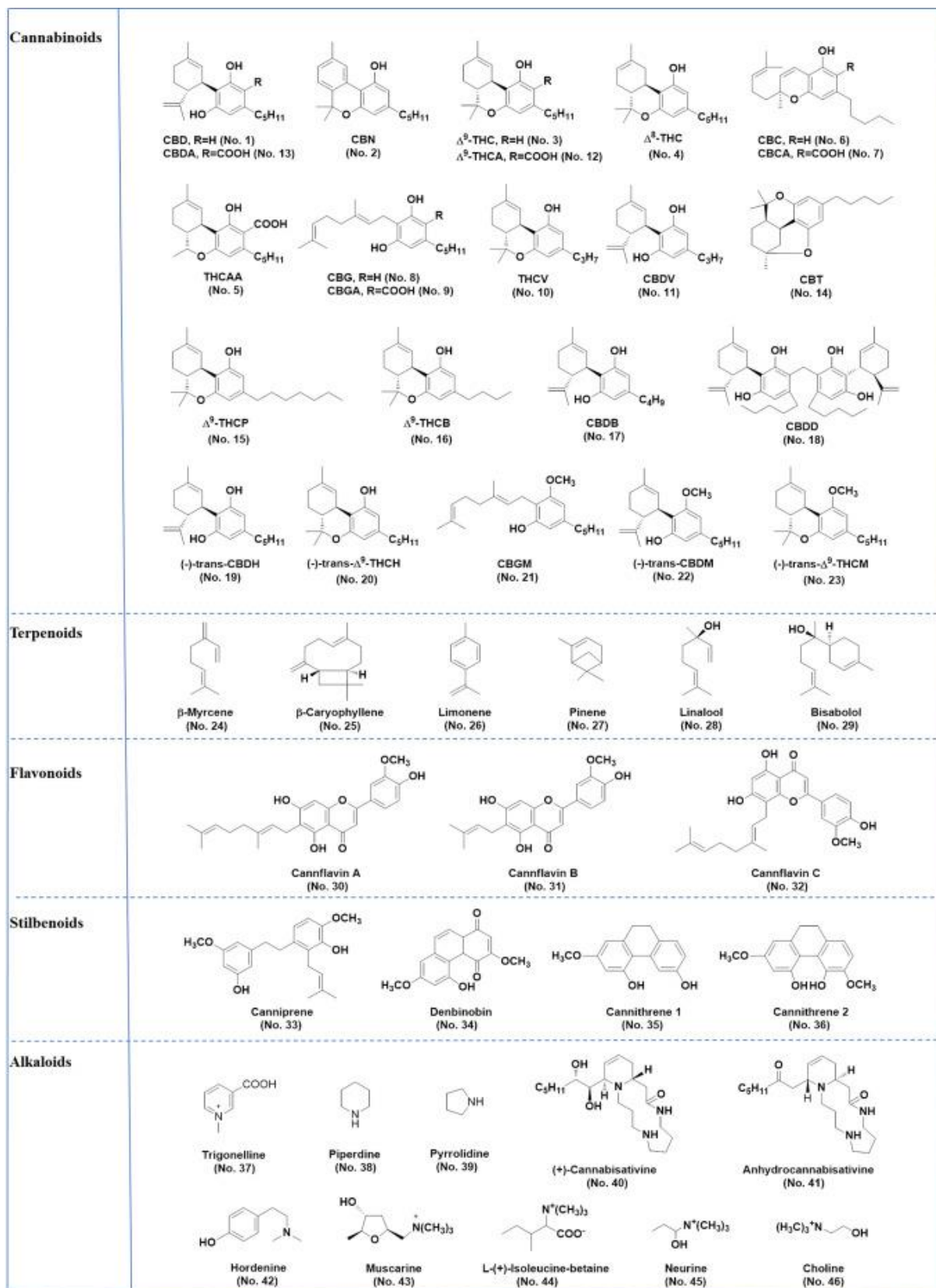
Fytochemické látky se přirozeně vyskytují v rostlinách a poskytují rostlině benefit ve formě ochrany rostliny proti nemocem a poškození. S ohledem na roli fytochemikálií a jejich dráze v metabolismu rostliny, můžeme tyto sloučeniny klasifikovat jako primární nebo sekundární metabolity. Mezi primární metabolity můžeme zahrnout cukry, aminokyseliny, bílkoviny, puriny, pyrimidiny z nukleových kyselin a chlorofyl. Do skupiny sekundárních metabolitů patří například alkaloidy, terpeny, flavonoidy, ligandy, rostlinné steroidy, kurkumin, saponin, fenoly a glykosidy. Hlavními fytochemikáliemi v konopí jsou fytokanabinoidy, terpenoidy, alkaloidy a flavonoidy (Yusoff et al. 2021).

Rozsáhlé studie, které pravděpodobně učinily konopí tou nejvíce studovanou rostlinou v lidské historii, umožnily popsání stovky různých složek s potencionální biologickou aktivitou. Tyto složky zahrnují více než 120 terpenoidů, 100 kanabinoidů, 50 uhlovodíků, 34 glykosidických sloučenin, 27 dusíkatých sloučenin, 25 nekanabinoidních fenolů, 22 mastných kyselin, 18 aminokyselin, 13 jednoduchých ketonů, 13 jednoduchých esterů a laktonů, 12 jednoduchých aldehydů, 11 proteinů, glykoproteinů a enzymů, 11 steroidů, 9 stopových prvků, 7

jednoduchých alkoholů, 2 pigmenty a také vitamin K. (Pellegrino et al. 2021). Zevrubný obsah hlavních složek v konopí je zobrazen na Obrázku 2.

Kanabinoidy, terpeny a flavonoidy jsou produkovány a akumulovány ve žlázovitých trichomech, které jsou hojně zastoupeny především na samičích květenstvích (Yusoff et al. 2021).

Celá rostlina je zdrojem tuků, bílkovin, vlákniny a mnoha bioaktivních složek. Semínka z konopí, která jsou využívána v potravinářství jsou bohatá na tuky a bílkoviny, stonky poskytují kvalitní vlákna, která jsou využívána ve stavebním průmyslu, listy a květenství jsou využívána jako zdroj fytochemikálií pro lékařské účely a kořeny rostliny konopí jsou vhodné například pro fytoremediaci těžkých kovů z půd (Xu et al. 2022).



Obr.4. Zobrazení hlavních bioaktivních látek v *C.sativa*, (Liu et al. 2022)

3.2.1 Kanabinoidy

Kanabinoidy jsou hlavní bioaktivní složkou v *C. sativa*. Medicinálně relevantní kanabinoidy mohou být rozděleny do tří typů, zahrnujících endokanabinoidy, fytoKANABINOIDY a syntetické kanabinoidy. FytoKANABINOIDY jsou přirozeně syntetizované ve žlázových trichomech samičích květenstvích. V čerstvých listech konopí se nachází téměř 200 kanabinoidů, všechny jsou odvozeny od kyseliny kanabigerolové (CBGA), liší se ovšem v tom, jak je tento prekurzor dále cyklizován. Obecně, tetrahydrokanabinol (Δ^9 - THC), kanabidiol (CBD) a kanabinol (CBN) jsou třemi hlavními kanabinoidy v *C. sativa*. Mezi další kanabinoidy, které můžeme v této rostlině nalézt jsou kanabichromen (CBC), kyselina kanabichromenová (CBCA), kanabigerol (CBG), CBGA, tetrahydrokanabivarin (THCV), kanabidivarin (CBDV), Δ^9 – tetrahydrokanabinolová kyselina (Δ^9 – THCA) a kanabidiolová kyselina (CBDA). Je zajímavé poznamenat, že CBC a kanabicitran (CBT, 2.0 %) jsou na rozdíl od jiných kanabinoidů hojně zastoupeny v samčích rostlinách *C. sativa* (Liu et al. 2022).

Kanabinoidy jsou 21 – 22 uhlíkaté sloučeniny a jsou rozděleny do 10 strukturálních typů. Konopí obvykle produkuje alkylové cannabinoidy, které jsou charakteristické monoterpenisoprenylovým zbytkem a pentylovým postranním řetězcem. Mezi nimi jsou Δ^9 - THC a CBD dvěma hlavními kanabinoidy, které jsou předmětem výzkumu více než 90% vědeckého zkoumání. Na základně profilování kanabinoidů lze monotypickou klasifikaci konopí rozdělit do pěti chemotypů:

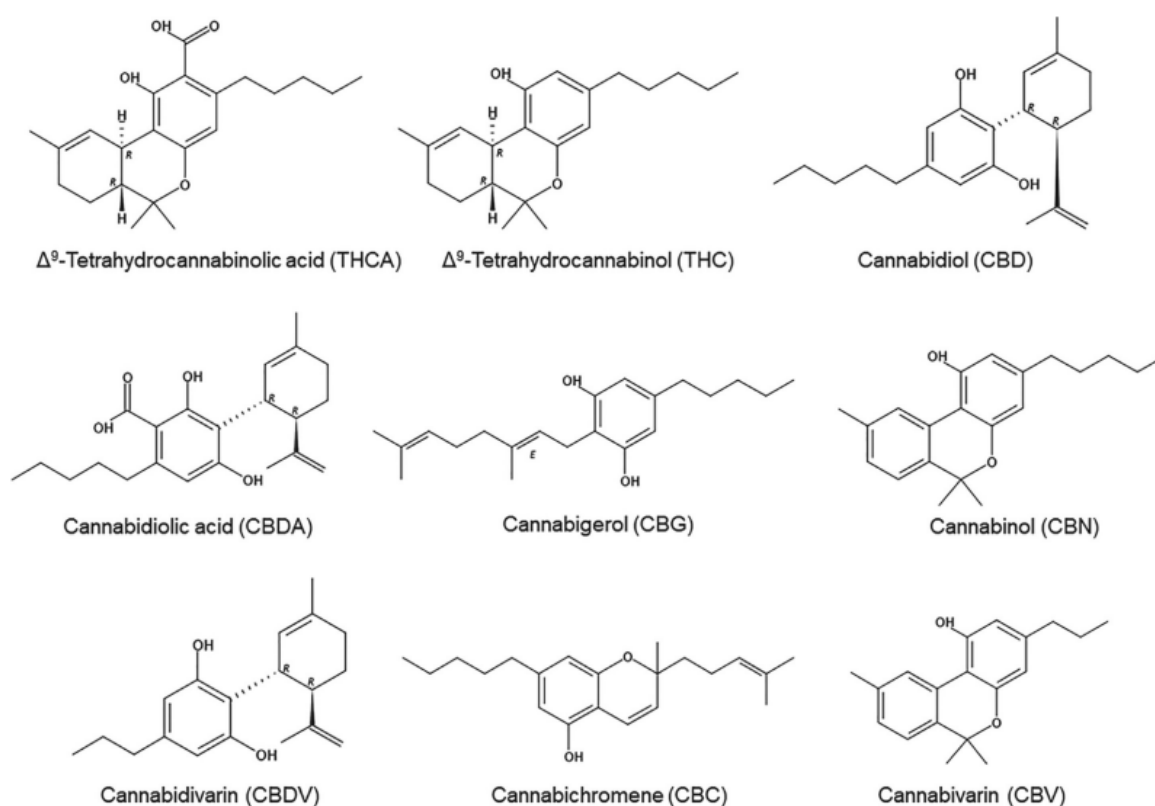
1. Chemotyp I, neboli 'drug-type' rostlina, která obsahuje vysoké množství Δ^9 -THC
2. Chemotyp II se pohybuje na rozhraní mezi 'drug-type' a rostlin využívaných pro vlákna
3. Chemotyp III a IV jsou využívána na vlákna, obsahují vysoká množství ne-psychoaktivních kanabinoidů s relativně malým množstvím psychoaktivních kanabinoidů
4. Chemotyp V je využíván pouze na vlákna a neobsahuje žádné kanabinoidy (Xu et al. 2022)

V publikaci od autorů Farinon et al. (2020) můžeme vidět rozdělení konopí do skupin chemotypů následující:

1. Chemotyp I je charakterizovaný nízkým poměrem CBD: Δ^9 - THC (0,00-0,05), z důvodu vysokého obsahu Δ^9 - THC (>0,3 % sušiny reprodukční části samičí rostliny v období kvetení). Tento chemický fenotyp je také známý jako 'drug type', ' Δ^9 - THC -predominantní' nebo *C. sativa* L. *subsp. Indica*, druhy patřící do tohoto chemotypu jsou ty, které se pěstují pro narkotické/rekreační účely.
2. Chemotyp II má oba hlavní kanabinoidy, CBD a Δ^9 - THC ve vyrovnaném poměru CBD: Δ^9 - THC (0,5-0,3), obvykle s mírnou prevalencí CBD. Tento chemotyp se také nazývá 'střední typ' a druhy, které náleží do tohoto chemotypu se převážně pěstují pro medicínální účely.
3. Chemotyp III je charakterizovaný vysokým podílem CBD: Δ^9 - THC (15-25), z důvodu vysokého obsahu CBD a nízkého obsahu Δ^9 - THC (<0,3 % sušiny reprodukční části samičí rostliny v období kvetení). Tento chemotyp může být také nazýván jako 'non-

drug typ', typ používaný na vlákna, nebo *C. sativa* L. subsp. *Sativa*. Druhy spadající do tohoto chemotypu se kultivují pro průmyslové účely, jmenovitě, pro vlákna a semínka. Mnoho klinických *in vivo* a *in vitro* pokusů zaznamenalo pozitivní farmakologický efekt kanabinoidů, mezi které patří například: protizánětlivé, protinádorové, anti-epileptické, kardioprotektivní efekt, neuroprotektivní efekt, pozitivní efekt byl zaznamenán také v oblasti terapie bolesti, ale také při léčbě různých psychiatrických syndromů, jako například: deprese, úzkost a poruchy spánku. Ačkoli mnoho studií a literatury potvrdily bezpečí ne-psychoaktivních kanabinoidů u lidí, současné studie kanabinoidů v potravinách jsou stále v kolébce (Xu et al. 2022).

Na Obrázku 3 můžeme vidět znázornění molekulární struktury kanabinoidů detekovaných v *C.sativa*.



Obr.5., molekulární struktura kanabinoidů detekovaných v *C.sativa*, (Micalizzi et al. 2021).

Nejdůležitějšími receptory pro kanabinoidy jsou CB1 a CB2, které jsou součástí lidského endokanabinoidního systému, tento systém reguluje několik procesů v lidském těle. Endokanabinoidní systém se skládá z neurotransmiterů a metabolizujících enzymů, společně s receptory zmíněnými výše. CB1 receptory se nachází v centrálním nervovém systému, především v bazálních gangliích, hipokampu, v mozkové kůře a mozečku, na rozdíl od CB2 receptorů, které se nachází v periferních oblastech nervového systému. Efekt navázání kanabinoidů na tyto receptory se liší v závislosti na tom, na jaký receptor se kanabinoid naváže. Naváže-li se na receptor CB1, má to efekt psychotropní, kdežto navázáním na receptor CB2 dojde k efektu protizánětlivému. Jejich hlavní úlohou je sloužit jako ionotropní kanabinoidní receptory (Zagožen et al. 2021).

Z tohoto systému jsou kanabinoidy distribuovány po celém těle, včetně buněk imunitního systému. Bylo naznačeno, že by aktivace těchto receptorů mohla modulovat funkci imunitního systému během infekce. Nejméně 113 různých kanabinoidů bylo izolováno z *C. sativa*, mnoho z nich vykazují různé farmakologické efekty (Karas et al. 2020).

V posledních letech dochází k eskalujícímu nárůstu důkazů z klinických a preklinických hodnocení, které podporují užívání CBD olejů pro mnoho základních lidských onemocnění, mezi které bychom mohli zahrnout chronickou bolest a závislost na opioidech. V roce 2018 americký Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) schválil Epidiolex, destilovaný perorální roztok CBD, který vykazoval významnou redukci v celkovém výskytu záchvatů, v porovnání s placebo, u pacientů s Dravet a Lennox Gastaut syndromem, společně s preklinickými důkazy, že CBD konopný olej má antinociceptivní účinky při zánětech a vykazuje výsledky na myších modelech v oblasti neuropatických bolestí. (Kumar et al. 2021).

První zpráva zaměřená na kvantifikaci antimikrobiální aktivity čistých kanabinoidů (Δ^9 THC a CBD) byla provedena ve studii VanKlingeren & Ten Ham (1976). V této studii dokázali bakteriostatickou a baktericidní aktivitu v rozsahu 1 – 5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ proti *S. aureus* a *Streptococcus spp.*, nepotvrdili ovšem žádnou aktivitu proti Gram – negativním bakteriím.

V pozdějších letech studoval Turner & ElSohly (1981) biologickou aktivitu CBC a příbuzných sloučenin, jejich výzkum vedl ke zjištění protizánětlivých a antimikrobiálních vlastností těchto sloučenin. Zaznamenali silnou antibakteriální aktivitu, a mírnou až střední antimykotickou aktivitu CBC a jeho izomerů, které, v některých případech, vykazovaly větší inhibiční zóny než pozitivní kontrolní standard (Schofs et al. 2021).

Novak a kolegové hodnotili esenciální oleje z pěti různých kultivarů z *C. sativa* proti široké škále Gram – pozitivních a Gram – negativních patogenů. Antimikrobiální aktivita byla obecně slabá, pouze s nízkou aktivitou proti *Acinetobacter calcoaceticus* a *Brevibacterium linens*. Pozdější studie se zabývala olejem ze semen z celé rostliny, který byl extrahován pomocí petroleheru a methanolu. Bylo zjištěno (za pomoci agarové diskové difuzní metody), že každý extrakt vykazoval antimikrobiální aktivitu proti Gram-pozitivním patogenům. Nebyla pozorována významná antimykotická aktivita. Je zajímavé, že byla pozorována nízká aktivita proti Gram-negativním bakteriím. Bylo dokázáno, že horká voda a extrakt z listů *C. sativa* extrahovaný pomocí ethanolu také vykazovaly inhibiční účinek proti Gram-negativním patogenům (Karas et al. 2020).

Na základě výše zmíněných studií můžeme dojít k závěru, že kanabinoidy mají zajisté velký potenciál pro širokospektrální využití, jejich medicínální, antibakteriální a antimykotické vlastnosti nelze zapřít, ovšem, je zapotřebí se touto problematikou dále zabývat.

3.2.2 Tokoferoly

Tokoferoly se vyskytují v semenech, listech a ostatních zelených částech rostlin. Tyto sloučeniny, které dohromady vytváří různé vitamery vitamínu E, mají schopnost silného antioxidačního efektu, čímž poskytují prevenci oxidace olejů bohatých na polynenasycené mastné kyseliny (Crescente et al. 2018). Jsou to sloučeniny, které poskytují vitamínu E jeho aktivitu (Leonard W et al. 2019). Mohou být klasifikovány do čtyř derivátů, lišící se pozicí a číslem methylových skupin navázaných na chromanolovém kruhu na: - α - tokoferol, γ - tokoferol, δ - tokoferol a β - tokoferol (Tura et al. 2019).

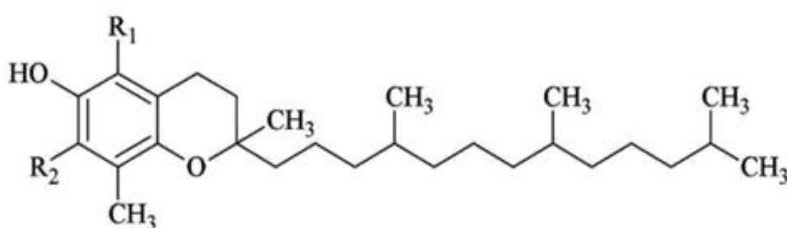
α - Tokoferol je přítomný zejména v chloroplastech rostlinných buněk, zatímco β -, γ -, a δ -izomery můžeme nelézt převážně vně těchto organel (Kamal-Eldin & Appelqvist 1996).

Tokoferoly jsou přirozeně se vyskytující sloučeniny, rozpustné v tucích, které disponují antioxidační aktivitou *in vivo* a zároveň *in vitro*, tvoří tedy přírodní antioxidanty. Obecně obsahuje konopný olej ze semen různé izomery, mezi které patří všechny výše zmíněné izomery - α - tokoferol, γ - tokoferol, δ - tokoferol a β - tokoferol (Vonapartis et al. 2014).

Tyto tokoferolové izomery se liší v jejich antioxidačních aktivitách, nejvyšší antioxidační aktivita byla zjištěna u izomeru α - tokoferol. Ve skutečnosti, když se α - tokoferol stane volným radikálem, výsledný α - tokoferoxyl má schopnost delokalizovat volný elektron, tím pádem, vytvořit více stabilní a méně reaktivní formu. Lidské tělo není schopno syntetizovat tokoferoly, musí být tedy zařazeny v dietě (Tura et al. 2019).

Hlavní funkcí tokoferolů je ochrana lipidů před peroxidací, vyskytují se tedy hojně v potravinách rostlinného původu, ovšem rostlinné oleje jsou považovány za nejlepší zdroj tokoferolů v potravě. Jejich obsah a složení závisí především na typu oleje, čili z jaké rostliny byl olej získán (Špika et al. 2016).

Obrázek 4 znázorňuje chemickou strukturu izomerů α - tokoferol, β - tokoferol, γ - tokoferol a δ - tokoferol, které se liší svou strukturou dle čísla a polohy methylových skupin na aromatickém jádře.



Tocopherol	R ₁	R ₂
α -	CH ₃	CH ₃
β -	CH ₃	H
γ -	H	CH ₃
δ -	H	H

Obr.6., chemická struktura tokoferolu, tabulka znázorňuje číslo a polohu methylových skupin na aromatickém jádře, (Špika et al. 2016)

γ - tokoferol je hlavním izomerem vyskytujícím se u *C. sativa*, až 85-91% tokoferolů připadá právě na γ – tokoferol. Je hlavním antioxidantem obsaženým v konopném oleji a je zodpovědný za většinu antioxidačních a 'anti-aging' vlastností (Mnekin & Ripoll 2021). Na této skutečnosti se shoduje i studie provedena Farinon et al. (2020), ve které autoři uvádí, že tokoferoly reprezentují dominantní antioxidanty v konopném oleji a ochraňují ho před oxidací díky jejich schopnosti vychytávat volné radikály. Tokoferoly patří do tzv. nezmýdelnitelné hmoty, jejíž součástí jsou další sloučeniny, jako například steroly a terpenoidy. Dále se v této studii shodují informace se studií provedenou Vonapartis et al. (2014), a to takové, že γ – tokoferol patří mezi nejméně aktivní antioxidant obsažený v konopném oleji, je nejvíce aktivní v tucích, tudíž přispívá spolu s dalšími antioxidanty, například polyfenoly, k poskytnutí vysoké oxidační stability konopného semínka, zejména tedy oleje z těchto semen. Na druhé straně α - tokoferol je považován za jedinou bioaktivní formu tokoferolu, zejména ve formě vykazující aktivitu vitamínu E v lidském těle.

Na tvrzení, že γ - tokoferol je hlavním tokoferolem zastoupeným v konopném oleji se shoduje i studie provedena Taaifi et al. (2021), ve které bylo hodnoceno složení semen různých variant ne průmyslového konopí ze čtyř různých oblastí v Maroku. V této studii autoři zmiňují, že ve výsledcích jejich výzkumu se, dle předpokladů, ve všech vzorcích vyskytovaly všechny izomery tokoferolů, ovšem, ve všech testovaných vzorcích byl hlavním izomerem právě γ - tokoferol, jehož obsah se pohyboval v rozmezí mezi 88 – 93 % z celkových tokoferolů. Druhým nejvíce zastoupeným tokoferolem byl dle této studie α - tokoferol, v hodnotách 6,65 %, za ním β - tokoferol, s hodnotami 5,84 % a δ - tokoferol, jehož hodnota byla 0,12 % z celkového obsahu tokoferolů.

Tuto skutečnost potvrzuje i další studie, na které se podíleli autoři Oomah et al. (2002), kteří hodnotili charakteristiku konopného oleje ze semen. Výsledky této studie opět dokazují fakt, že γ - tokoferol je hlavním tokoferolem zastoupeným v konopném oleji. Poměr tokoferolových izomerů v této studii dosahoval těchto hodnot: $\alpha:\beta:\gamma:\delta = 5:2:90:3$. Dále autoři uvádí, že by kombinace vysokých koncentrací γ - tokoferolu s α - tokoferolem v konopném oleji mohla nabídnout ochranu proti poškození DNA, a tím pádem snížit riziko nádorových onemocnění. Bylo zjištěno, že suplementace pomocí γ -tokoferolu výrazně snížila biomarkery oxidačního stresu, lipidové peroxidázy, podobně jako α -izomer samotný nebo jejich kombinace. (Crescente et al. 2018)

Dle studií závisí obsah tokoferolů v konopném semínku, a dále i v oleji z něj, na odrůdě *C. sativa*, na způsobu pěstování, na agrotechnice a dále také na způsobu extrakce oleje ze semen. Tokoferoly jsou velmi významnými antioxidanty, patří mezi vitaminy rozpustné v tucích, jejich obsah v konopném oleji je mimořádně vysoký v porovnání s jinými rostlinnými oleji. Benefity suplementace γ -tokoferolu by mohly být nadále zkoumány přes adekvátní příjem konopných semen/konopného oleje, ovšem, společně s dalšími výzkumy, které musí být v tomto ohledu provedeny.

3.2.3 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou složeny z uhlovodíkového řetězce s methylovou skupinou a koncovou karboxylovou skupinou. Vlastnosti tuku jsou primárně determinovány složením jeho mastných kyselin, které mohou být nasycené (bez přítomnosti dvojných vazeb), mononenasycené (vyskytuje se jedna dvojná vazba) nebo polynenasycené (PUFA, obsahuje více dvojných vazeb). Polynenasycené mastné kyseliny mohou být rozděleny do dvou kategorií, na n-6 a n-3 polynenasycené mastné kyseliny, v závislosti na tom, zda se dvojná vazba, nejbližší ke karboxylovému konci, nachází na třetím nebo šestém uhlíku. Lidské tělo není schopno syntetizovat n-6 a n-3 PUFA, z tohoto důvodu jsou tyto mastné kyseliny esenciální a musí být přijímány v potravě. Kyselina linolová (C:18:2n-6) a kyselina α -linolenová (C:18:3n-3) jsou hlavní esenciální nenasycené mastné kyseliny (Roche 1999).

Tyto kyseliny jsou prekurzory pro bioaktivní formy v lidském těle, jmenovitě kyselina arachidonová (20:4n-6), které je odvozena konverzí kyseliny linolové, kyselina dokosaheptaenová (22:6n-3) a kyselina eikosapentaenová (20:5n-3), které jsou odvozeny od kyseliny linolenové. Tyto bioaktivní formy esenciálních mastných kyselin jsou nezbytné pro mnoho fyziologických procesů, mezi které patří udržování struktury buněčné membrány, zdraví kardiovaskulárního systému, regulace metabolismu a zánětlivých procesů, integrity pokožky, a také řádná regulace vývoje mozku a jeho funkce. Vzhledem k absolutní koncentraci polynenasycených mastných kyselin ve stravě reprezentuje poměr n-6:n-3 polynenasycených mastných kyselin důležitý index, který zajišťuje udržení optimálního stavu zdraví a prevenci chronicko-degenerativních onemocnění, které jsou charakterizovány chronickým zánětem, jako například kardiovaskulární nebo neurodegenerativní onemocnění a také nádorová onemocnění. Dle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) je ideálním poměrem n-6:n-3 polynenasycených mastných kyselin ve stravě 3:1 až 5:1 (Farinon et al. 2020).

Bylo zdokumentováno, že vysoce nenasycené mastné kyseliny mají pozitivní efekt na snižování rizika různých forem kardiovaskulárních onemocnění, zánětlivých procesů a jsou důležité ve vývoji plodu v těhotenství (Finley & Shahidi 2001).

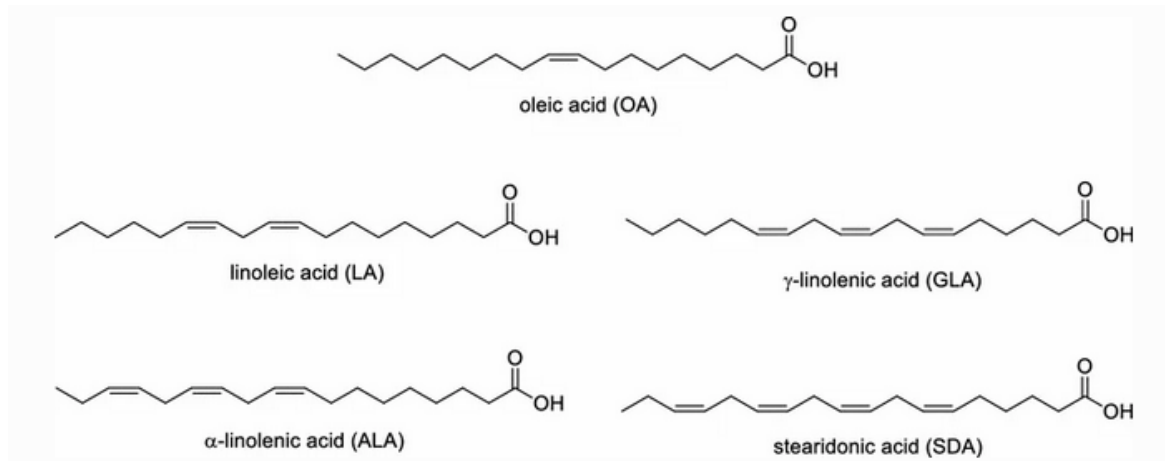
Přibližně 30 – 35 % složení konopného semínka zaujímá olej, z toho kolem 90 % tvoří nenasycené mastné kyseliny (Leonard et al. 2019).

Analytická data, která byla zjištěna z výzkumu složení mastných kyselin v konopném oleji ukázala, že konopný olej má neobvykle vysoký obsah polynenasycených mastných kyselin, až 70-80 %, zatímco obsah nasycených mastných kyselin se pohybuje pouze kolem hodnot 10 %. Dvě polynenasycené mastné kyseliny, kyselina linolová (C:18:2n-6) a kyselina linolenová (C:18:3n-3) se obvykle podílejí přibližně na 50-70 % a 15-25 %, v tomto pořadí, na celkovém obsahu mastných kyselin. Tento poměr (3:1) se uvádí jako optimální poměr ve výživě člověka a je podle všeho unikátní mezi běžnými rostlinnými oleji (Deferne & Pate 1996).

Studie provedena autory Ross et al. (1996) byla zaměřena na zjištění obsahu lipidů a mastných kyselin ve čtyřech různých variantách konopí, dle jejich země původu (Mexiko, Jamajka, Kolumbie a Thajsko). Výsledky ukázaly, že oblast původu by mohl být jedním z faktorů určujících množství lipidů a mastných kyselin obsažených v semenech těchto rostlin. Bylo dokázáno, že obsah mastných kyselin v rostlinách konopí z oblasti Thajska a Kolumbie byl až

dvojnásobný oproti obsahu v rostlinách z oblasti Mexika a Jamajky, také váha semen z oblastí Thajska a Kolumbie byla výrazně vyšší než u semen pocházejících z Mexika a Jamajky. Zároveň, obsah lipidů opět dosahoval vyšších hodnot u rostlin s původem v Thajsku a Kolumbii. Autoři zde došli k závěru, čím vyšší hmotnost semene, tím vyšší podíl lipidů a mastných kyselin v semeni.

Zevrubný obsah hlavních mastných kyselin vyskytujících se v konopném semínku a oleji z něj máme znázorněno na Obrázku 5.



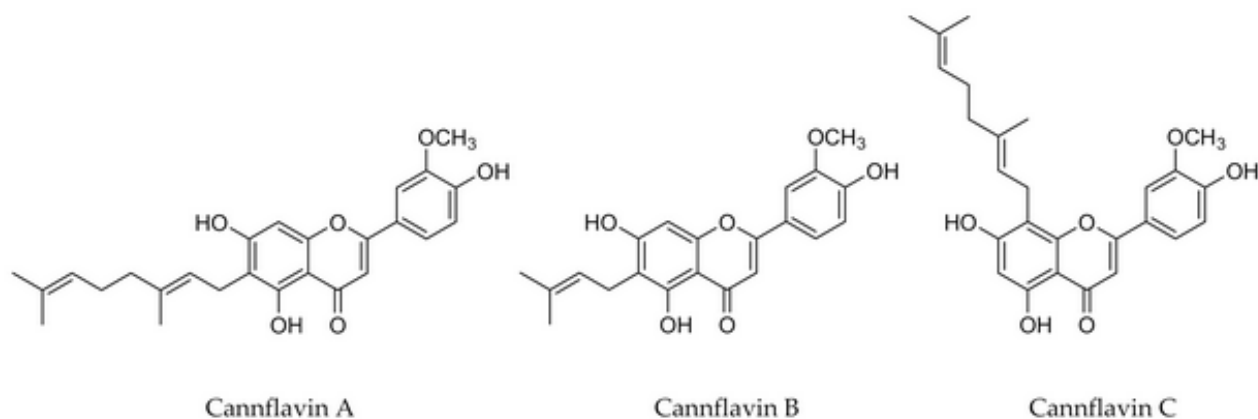
Obr.7., hlavní mastné kyseliny obsažené v konopném semínku a oleji z něj. (Crescente et al. 2018)

Publikace od autorů Crescente et al. (2018) uvádí, že kyselina linolová a α -linolenová jsou převládajícími mastnými kyselinami v konopném semínku, dosahující hodnot až 80-90% z celkového obsahu mastných kyselin. Kyselina olejová je další důležitou nenasycenou mastnou kyselinou, společně s kyselinou γ -linolenovou (GLA). Mimořádný obsah kyseliny α -linolenové (ALA) nabízí vynikající poměr mezi n-6 a n-3 nenasycenými mastnými kyselinami v konopném semínku (přibližně 2,5:1 – 3:1), tento poměr velmi dobře odpovídá doporučenému dennímu příjmu těchto kyselin. V tomto kontextu, zařazení konopného oleje ve stravě vyvstává jako možnost vyvážení vysokého vzrůstu poměru n-6:n-3, který se během evoluce změnil z poměru 1:1 na poměr 20:1, ne-li více. Menší množství GLA posiluje zdravotní benefity konopného oleje. Dále se v této studii shoduje tvrzení se studiemi provedeny autory Finley & Shahidi (2001) a Farinon et al. (2020), které tvrdí, že by správný poměr mastných kyselin a vyšší příjem n-3 nenasycených mastných kyselin mohl poskytnout vhodné množství látek s protitrombotickými, protizánětlivými a kardioprotektivními vlastnostmi. Nicméně, vysoké množství polynenasycených mastných kyselin v oleji zvyšují náchylnost k oxidaci lipidů, je tedy zapotřebí monitorovat kvalitu oleje a chránit tak zdraví spotřebitele (Teh & Birch, 2012). Faktory jako zpracování, skladování, stáří konopných semen, ale i genotyp rostlin, ze kterých je olej získáván, mohou ovlivnit relativní obsah mastných kyselin v konopném oleji. Nejsnadnější a nejvíce využívanou metodou získávání konopného oleje je lisování za studena (Leonard et al. 2019).

3.2.4 Fenolické sloučeniny

Fenolické sloučeniny se skládají alespoň z jednoho aromatického jádra s jednou nebo více hydroxylovými skupinami a mohou být klasifikovány jako fenoly nebo polyfenoly, vzhledem k tomu, kolik se v molekule nachází fenolových jednotek. (Saranraj et al. 2019, Roleira et al. 2018). Tyto sloučeniny jsou v rostlinné říši všudypřítomné a jsou považovány za sekundární metabolity rostlin, jsou syntetizovány skrz dráhu kyseliny šikimové a jsou obecně zapojeny v adaptaci rostliny na stresové podmínky okolního prostředí (Benkirane et al. 2020, Zhao 2014). Hrají významnou roli zejména kvůli jejich rozmanité biologické aktivitě, která byla, a stále je, velmi diskutovanou záležitostí v několika studiích. Konopné semínko je známo pro své množství fenylypropanoidů, zejména jedné třídy polyfenolů, která zahrnuje amidy kyseliny hydroxyskořicové (HCA) a lignanamidy. Existuje několik faktorů, které ovlivňují obsah fenolických sloučenin v konopném semínku, jako například genetické znaky dané odrůdy, prostředí, ve kterém daná rostlina roste, skladovací podmínky a způsob extrakce (Benkirane et al. 2023).

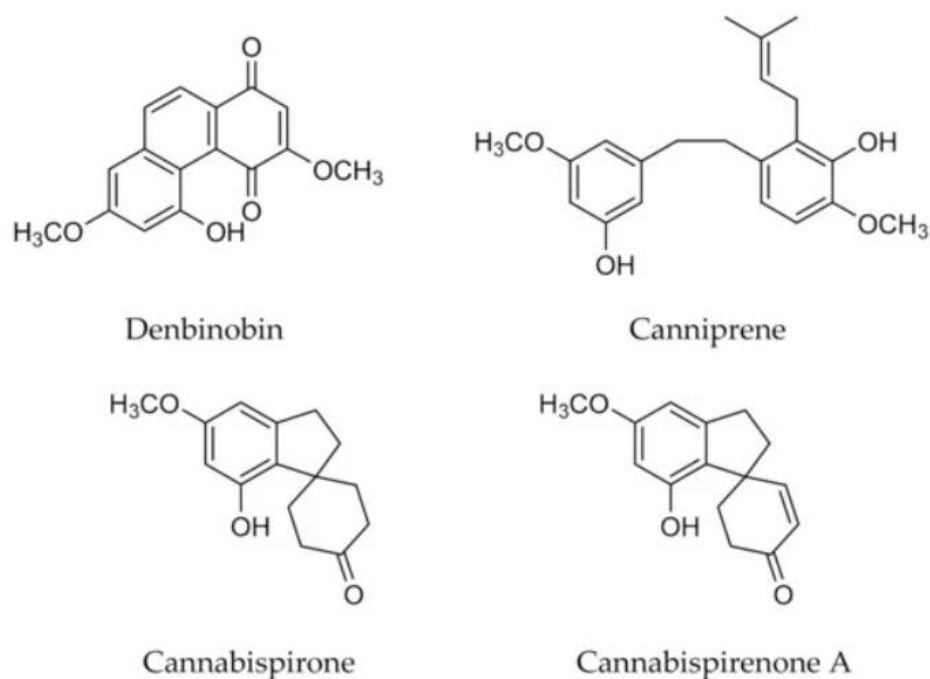
Fenolické sloučeniny (fenylpropanoidy) patřící do skupiny flavonoidů obecně hrají roli antioxidantů v těle rostliny. V mnoha případech také přispívají ke zbarvení různých druhů ovoce a zeleniny. V konopí bylo identifikováno mnoho druhů flavonoidů, zahrnující apigenin, luteolin, quercetin, kaempferol, β -sitosterol, vitexin, isovitexin a orientin, dále cannflavin A, cannflavin B a cannaflavin C, tyto sloučeniny jsou unikátní a nachází se pouze u druhu *Cannabis* (Al Khoury et al 2021). Na Obrázku 6. je znázorněna struktura těchto sloučenin unikátních pro druh *Cannabis*.



Obr.8. Struktura cannaflavinu A, B a C. (Isidore et al. 2021)

Distribuce těchto sloučenin se v rostlině konopí velmi mezidruhově liší a také se velmi liší mezi jednotlivými orgány dané rostliny. Například obsah orientinu je výrazně vyšší v listech rostliny, v porovnání s obsahem v jejím semeni, bez výrazných rozdílů mezi rostlinami samčími a samičími, zatímco přítomnost quercetinu je vyšší v rostlinách samčích. Během *in vivo* pokusů byla zjištěna pozoruhodná biologická aktivita kanaflavinů, které vykazovaly protizánětlivou a také protinádorovou aktivitu. Flavonoidy, které jsou známy svými antioxidačními vlastnostmi, jsou s největší pravděpodobností zodpovědné za významný antioxidační potenciál v konopném

oleji. Stilbenoidy nacházející se v konopí mohou být rozděleny do tří hlavních typů, dle jejich struktury na: fenantreny, dihydrostilbeny a spiroindany. Příklad stilbenoidů zastoupených v konopí je zobrazeno na Obrázku 9. Tyto sloučeniny byly izolovány ze stonku, listů a květenství rostliny konopí. Navzdory jejich spojitosti s rezistencí vůči onemocněním a spojitosti s lidským zdravím, jen velmi málo stilbenoidů z konopí s vlastnostmi, které by měly příznivý účinek na lidské zdraví, bylo popsáno v literatuře. Nicméně, denbinobin, jeden z nejlépe popsaných stilbenoidů v rostlině konopí vykazuje významnou pro-oxidační a proapoptickou aktivitu vůči lidským buňkám leukémie. Mezi dihydrostilbeny se pozornost věnuje canniprenu, jelikož je význačný pro konopí a vykazoval protizánětlivé účinky, také cannabispirone a cannabispirenone A vykazovaly protizánětlivé a protinádorové účinky (Isidore et al. 2021).



Obr.9. Zobrazení stilbenoidů zastoupených v rostlině *Cannabis sativa* L. (Isidore et al 2021).

V extraktech získaných za pomoci polárních rozpouštědel z květenství konopí byly identifikovány různé fenolické sloučeniny, zahrnující kyselinu gallovou, katechin, kyselinu vanilovou a rutin (Serventi et al. 2023). Ve studii od autorů Serventi et al. (2023), kteří se zabývali antimikrobiálními a antioxidačními efekty extraktů z květenství konopí a listů *Cannabis sativa* L. autoři uvádí, že celkem bylo identifikováno 30 sloučenin, které byly kvantifikovány a porovnány s čistým standardem. Mezi identifikovanými fytochemikáliemi dosahovala kyselina benzoová nejvyšších koncentrací, jak v extraktech z květenství, tak v extraktech z listů. Autoři dále uvádí, že se toto tvrzení shoduje s výsledky jejich nedávné studie, která naznačuje dominanci kyseliny benzoové jako fytochemikálie v extraktech pylu ze samčích květenství, získaných za pomoci polárních rozpouštědel. Právě přítomnost vysokých koncentrací kyseliny benzoové může vysvětlit přítomnost antimikrobiálních vlastností vůči bakteriím a houbám.

Na druhé straně ve studii, provedené autory Vega & Dávila (2021), byly analyzovány celkový obsah fenolických sloučenin (TPC) a celková antioxidační kapacita (TAC) z ne-psychoaktivní

zbytkové biomasy rostliny (stonků a listů). Autoři došli k závěru, že se zbytková biomasa z rostliny *Cannabis sativa* L. může stát alternativním zdrojem extraktu s vysokým obsahem fenolických látek a také vykazuje antioxidační vlastnosti, porovnatelné nebo vyšší s jinými rostlinami, které mají léčivé vlastnosti. Dále autoři poukazují na to, že z hlediska životního prostředí umožňuje použití této zbytkové biomasy snížení a recyklaci zbytkové biomasy po extrakci konopného oleje, což přispívá k produkčnímu řetězci konopí.

Autoři Acquaviva et al. (2022) ve svém výzkumu analyzovaly vzorek extraktu z pylu ze samčích rostlin *Cannabis sativa* pro kvalitativní a kvantitativní determinaci fenolických sloučenin. Autoři zde představují výsledky, které ukazují, že celkový obsah fenolů, flavonoidů a tanninu je vyšší u pylu z rostliny konopí než u jiných volně rostoucích rostlin. Tyto extrakty také vykazovaly antioxidační, protizánětlivé, antimikrobiální a enzymy inhibující vlastnosti. Obsah fenolických látek je klíčovým faktorem pro uvažování nad pylem z konopí jakožto inovační potravinou. Ovšem obsah fenolických látek v potravinách je variabilní a jejich biodostupnost je ovlivněna několika faktory, zahrnující metabolický stav, genetické varianty metabolických enzymů a složení mikrobioty. S ohledem na tyto faktory autoři této práce provedli *in silico* výzkum na platformě SwissADME pro předpovídání farmakokinetických vlastností hlavních fenolických látek zastoupených v extraktech z pylu konopí, které byly identifikované pomocí chromatografické analýzy, mezi hlavní sloučeniny patřili: kyselina kumarová, epikatechin, hydroxytyrosol a hesperidin. Mezi těmito fytochemikáliemi, hesperidin a hydroxytyrosol vykazovali vysokou schopnost vstřebání v gastrointestinálním traktu. Tímto pokusem autoři dokázali, že by pyl z konopí mohl vykazovat schopnost pozitivně ovlivnit zdravotní stav člověka.

3.3 Konopí v potravinách

Z důvodu rostoucí obnovy kultivace konopí jsou rostliny s obsahem Δ^9 -THC < 0,3 %, nebo méně, také známy jako průmyslové konopí, stále větším předmětem zájmu společnosti, zejména v sektoru potravinářském, kde je konopí považováno za nutričně bohatý produkt. V dnešní době několik studií zdůrazňuje benefity konopí jako potraviny nebo ingredience obohacující pokrmy/potravinové produkty. Květenství a listy jsou také považovány za nutričně významné, obsahují zdraví prospěšné sloučeniny jako například kanabinoidy, vykazují tak potenciál využití v potravinové produkci jako syrový materiál, nejsou však zatím zcela povoleny pro potravinářské potřeby (Aloo et al. 2022).

V potravinářství se využívá převážně konopné semínko a konopný olej, tyto dvě suroviny jsou také předměty většiny provedených studií a jsou hojně prozkoumané a popsané v literatuře.

Během posledních deseti let je konopí jako potravin a ingredience v různých potravinových výrobcích na vzrůstu zejména díky posunu v legálním statusu této rostliny, zájmu široké veřejnosti o zdravou stravu a také vhodnost konopí poskytnout zdravé a nutričně bohaté potravinové produkty (Aloo et al. 2022).

Mezi další důvody, proč zájem o konopí v potravinářství roste patří například vzrůstající zájem o valorizaci 'agropotravinářských vedlejších produktů', hledání nových zdrojů bílkovin, produkce bioproduktů (bioaktivních peptidů, přírodních antioxidantů a nových

přírodních nápojů), také ale můžeme zmínit potravinové alergie, welfare hospodářských zvířat a negativní dopad na životní prostředí spojen se získáváním živočišných zdrojů bílkovin (Crini et al. 2020).

Konopí bylo z mnoha důvodů přehodnoceno jako cenná průmyslová plodina jak pro potraviny, tak pro vlákna během posledního desetiletí ve státech Evropy a Kanadě. Jako výsledek jsou nyní potraviny s konopným semínkem a konopné semínko dostupné pro veřejnost v těchto zemích. Ačkoli potenciál konopného semínka v lidské výživě zatím nedosáhl svého možného maxima ve velkých obchodních řetězcích v západních zemích, jeho nutriční vlastnosti jsou dlouho známy a váženy jako zdroj potravy pro člověka i domestikovaná zvířata napříč Asií, Indií, Ruskem a východní Evropou (Callaway 2004).

Na trhu se vyskytuje velké spektrum produktů z konopného semínka zahrnující celé konopné semínko, loupané konopné semínko, konopný olej, konopné pokrutiny (vedlejší produkt po mechanickém lisování oleje), konopný extrahovaný šrot (vedlejší produkt po extrakci proteinů na bázi rozpouštědel z konopných výlisků) a konopné proteinové izoláty/koncentráty, nově vznikající složkou, kterou lze izolovat z konopného semínka jsou oleosomy konopných semen, což jsou neporušená olejová tělíčka (Burton et al. 2022).

Semínka a konopné výlisky jsou zajímavé zejména v ohledu krmiv pro různá zvířata, například ptáky, prasata, koně, drůbež, ryby a přežvýkavce.

Xu et al. (2022) uvádí, že v mnoha Evropských zemích je povoleno přidávat do potravin pouze konopné semínko a jeho deriváty a to z důvodu nízkého obsahu Δ^9 - THC. Výrobci přišli na trh s potravinovými doplňky a produkty obsahujícími konopné semínko jako zdrojem nutrientů s potencionálními zdravotními benefity. Hlavními potravinovými produkty do kterých se přidává konopné semínko jsou pečárenské výrobky (chléb, sušenky, těstoviny), nápoje (alkohol, víno), kulinární výrobky (omáčky, tofu), jogurty a pochutiny (čokoláda, sladkosti jako bonbony, energetické sušenky), toto tvrzení se shoduje s Iftikhar et al. (2021), kteří uvádí, že konopná semínka jsou většinou zpracována kompresí na extrakci oleje, ale také mohou být součástí velké škály produktů, mezi které patří ochucené jogurty, konopná mouka, pečárenské výrobky, konopné mléko, protein z konopných semínek, ochucovací omáčky, ale také zmíněné energetické sušenky, pralinky a čokolády. Znázornění produktů obohacených o konopí nalezneme na Obrázku 10.

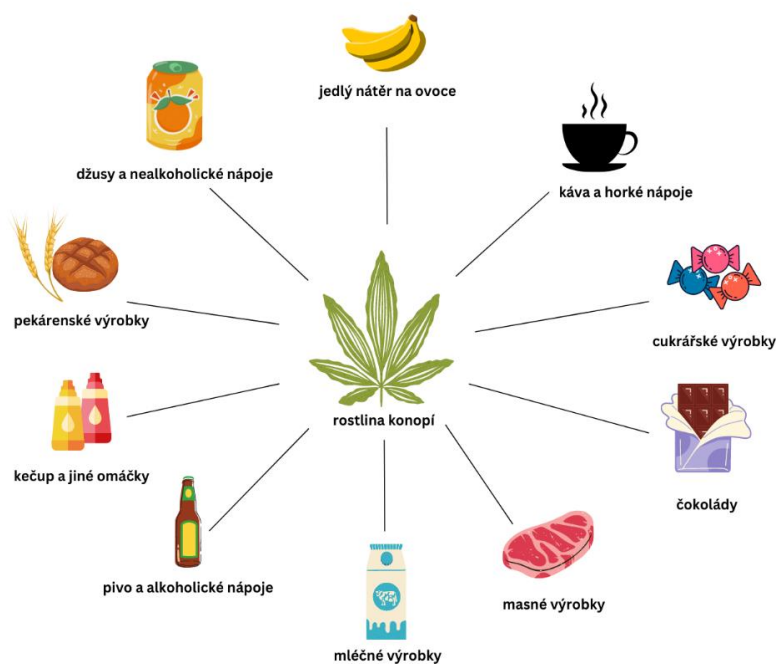
Mouka vyrobená ze semínek konopí vykazuje celkově vyšší nutriční kvalitu v porovnání s moukou pšeničnou, je tedy ideální k fortifikaci potravinových produktů, jelikož má vyšší zastoupení bílkovin, tuků, minerálů, vlákniny, esenciálních aminokyselin a esenciálních mastných kyselin, než mouka pšeničná. Vysoký obsah polynenasycených mastných kyselin v konopném oleji značí, že by se mohl využívat například do salátových dresinků jako zdroj nutrientů, ovšem není vhodný ke smažení, z důvodu vysoké nenasycenosti v oleji (Burton et al. 2022).

V Evropě mohou být v potravinové produkci použity rostliny *Cannabis sativa* L. v případě, že jejich celkový obsah Δ^9 -THC a Δ^9 -THCA v květenstvích nebo rozkvetlých vrcholcích rostlin nepřesahuje 0,2 % sušiny. Používána pro výrobu potravin mohou být pouze konopná semínka, jiné části rostliny konopí a jejich extrakty jsou klasifikovány jako nové potraviny dle nařízení Evropského parlamentu a Komise (EU) 2015/2283. Dle tohoto nařízení je pojem „nová potravina“ definována jako potravina, která nebyla tradičně konzumována v rámci EU před datem 15. května 1997 (Kanabus et al. 2021).

V kontextu potravin obsahujících konopí studie také posuzovaly nutriční benefity konopných klíčků. Bylo zjištěno, že klíčení podporuje výskyt protizánětlivých sloučenin, kterými jsou prenylflavonoidy cannaflavin A a B, tento fakt naznačuje možnost konopných klíčků být novým potravinovým materiálem poskytujícím protizánětlivé vlastnosti. (Aloo et al. 2022).

Benefity konopí jako nutričního doplňku spočívá v obohacení diety konzumentů. Extrakty z konopí, například CBD jsou v dnešní době používány jako doplňky stravy. Dle některých studií lze CBD podávat jako doplněk stravy od 6000 mg/den, tato dávka může být navýšena na 5 mg/kg nebo dokonce 20 mg/kg/den. V USA zakázal Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) marketing CBD ve formě doplňků stravy, což se zdá být v rozporu s nastavením v Evropě, kde jsou produkty obsahující CBD, včetně konopného oleje obohaceného CBD, klasifikovány jako nové potraviny a jsou prodávány na trhu (Aloo et al. 2022).

V Číně je pouličními prodejci stále prodávané pražené konopné semínko, v Rusku byl používán 'černý' olej lisovaný z konopných semínek jako náhrada dražších (a méně zdravých) zdrojů stravitelného tuku, jako například másla a hydrogenovaných margarínů. Některé tradiční pokrmy z konopného semínka stále můžeme nalézt v některých Baltských státech, například v Litvě a jiných státech východní Evropy (Callaway 2004).



Obr.10. Znázornění různých potravinových produktů obohacených o konopí. (Iftikhar et al. 2021, upraveno)

Hlavními složkami, které jsou odpovědné za biologické vlastnosti v potravinách jsou kanabinoidy, které jsou představeny v potravinové matici ve vysokých koncentracích (Iftikhar A et al. 2021).

3.3.1 Konopné semínko

Semínko je pravděpodobně nejvíce nutričně kompletní zdroj potravy, který pochází z konopí a je to jediná část konopí, která je nyní povolena k využití jako potravina. Zpracování semínka jako například klíčení mají vliv na fytochemický profil semen a přitáhli pozornost komerčních výrobců klíčků obohacovat je o specifické fytochemikálie. Dle některých studií klíčení podporuje tvorbu protizánětlivých sloučenin jako jsou kanaflaviny A a B (Aloo et al. 2022).

Olej získaný extrakcí z konopného semínka je považován za důležitý zdroj esenciálních mastných kyselin a je používán jako přísada do tělových krémů, přípravků na mytí a mýdel. Nedávné klinické studie popsaly konopný olej jako funkční potravinu a studie provedeny na krmiva zvířat potvrdily přínos konopného semínka jakožto důležitého zdroje nutrientů. Konopný olej je bohatý na polynenasycené mastné kyseliny, které mohou snížit hladinu cholesterolu, krevní tlak a poskytují podporu imunitního systému (Apostol 2017).

Konopné semínko obsahuje kolem 25 % bílkovin, dvěma hlavními bílkovinami v konopném semínku jsou edestin a albumin, oba tyto proteiny jsou snadno stravitelné a obsahují nutričně významné množství všech esenciálních aminokyselin, také vykazuje vysoké hodnoty aminokyseliny argininu (Callaway 2004). Bílkovinné izoláty ze semen konopí mohou být využity ve výrobě funkčních potravin, konopná mouka a olej jsou využívány v několika certifikovaných potravinách s vysokou nutriční hodnotou, díky jejich vysokému obsahu minerálů, vitamínu (převážně A, C a E komplexů), sacharidů, bílkovin a tuků (Rehman M et al. 2021).

Vzhledem k antioxidačním a protizánětlivým vlastnostem, kterými vynikají složky konopného semínka, mnoho autorů diskutuje nad tím, zda-li by suplementace konopným semínkem ve výživě mohla mít schopnost působit proti chronickým a degenerativním onemocněním, které jsou charakteristické chronickým zánětem a oxidačním stresem, mezi tyto choroby lze zařadit kardiovaskulární a neurodegenerativní onemocnění. Dodnes byla většina studií prováděna na zvířecích modelech a pouze pár literárních prací pracovalo s modelem člověka, tato skutečnost podtrhuje potřebu zkoumat efekty suplementace konopným semínkem, a jeho derivátů, na lidské zdraví (Farinon et al. 2020).

Celé konopné semínko obsahuje 26-37,5 % tuků, 25% hrubých bílkovin a 28 % vlákniny, zatímco konopné pokrutiny obsahují 11 % tuků, 33 % hrubých bílkovin a 43 % vlákniny. Konopné pokrutiny jsou živinově ekvivalentní s konopným šrotem (Xu et al. 2020).

In vivo studie ukázaly možný protektivní mechanismus konopného oleje, a polyfenolů v něm obsažených, proti několika onemocněním. Bylo zaznamenáno, že konopný olej podporoval buněčnou apoptózu a regulaci exprese stresových markerů endoplasmatického retikula za použití modelu lidských buněk revmatické artritidy. Tento objev byl spojen s vysokým obsahem PUFA v konopném semínku. Dále se ukázalo, že superkritický extrakt z konopí podporovaly uvolnění antioxidačních enzymů v lidských hepatocytech HepG2 (Leonard et al. 2019).

Z hlediska studií provedených na zvířecích modelech, uvádí Farinon et al. (2020), že se někteří autoři zabývali potenciálními anti-hypercholesterickými, anti-hypertenzními a anti-aterosklerotickými účinky konopného semínka nebo produktů z něj, (olej, mouka, proteinový hydrolyzát) zejména na myších, krysích nebo králíčích CVD modelech.

Kaushal et al. (2019) hodnotili vliv suplementace konopným semínkem na hypercholesterolemii na krysách. Ukázalo se, že suplementace konopným semínkem v krmné dávce, se zvýšeným obsahem tuku vedla k významně zlepšenému účinku sérových parametrů (snížení celkové hodnoty cholesterolu, LDL a TAG), dále byl pozorován příznivý vliv na parametry zánětu, stejně tak byl pozorován preventivní efekt rozvoje aortálních změn souvisejících s aterosklerózou.

Ke stejnému závěru došla i studie provedena Karimi & Hayatghaibi (2006), kteří se také zabývali efektem krátkodobé suplementace (20 dní) konopným semínkem u krysích modelů. V této studii byl potvrzen pozitivní efekt na složení krevních lipidů a proteinů.

Ačkoli studií zaměřených na vliv konopného semínka ve stravě zvířat můžeme v literatuře nalézt nespočet, studie, které by pracovaly s lidským modelem bylo provedeno velmi málo. Jako jedna z prvních, která se touto problematikou zabývala, je studie Callaway a spolupracovníci, ve které byl hodnocen vliv konopného oleje u pacientů diagnostikovaných s atopickou dermatitidou. Pacienti konzumovali 30 ml konopného oleje denně po dobu 8 týdnů. Výsledky ukázaly, že na rozdíl od olivového oleje, který byl použit jako kontrola, vykazoval konopný olej schopnost zlepšit kvalitu pokožky, snížila se suchost, dráždivost a potřeba dermatologických medikamentů. Autoři připisovali tento efekt zvýšeným hodnotám GLA a LA v plazmě (Farinon et al. 2020).

Další studie, která pracovala s lidským modelem, byla provedena autory Schwab et al. (2006). V této studii bylo zahrnuto 14 dobrovolníků, 8 mužů a 6 žen, bez jakékoli chronické nemoci, s normálním stavem jater, ledvin a funkcí štítné žlázy a byly hodnoceny profily sérových lipidů, lipoproteinů, plazmové glukózy, insulinu a hemostatických faktorů, po dobu 4 týdnů při příjmu 30 ml konopného oleje denně. Výsledky ukázaly zvýšení podílu LA i kyseliny gamma-linolenové v sérových cholesterylesterech a triglyceridech, také byl zaznamenán pokles v celkovém podílu HDL cholesterolu. Nebyly však zaznamenány významné změny v sérových hodnotách plazmové glukózy, insulinu a hemostatických faktorů.

3.3.2 Pekárenské výrobky

Jedny z nejčastěji obohacovaných potravinových produktů konopným semínkem, jsou pekárenské výrobky.

Nutriční hodnota pekárenských výrobků se významně zlepšila po přidání konopného semínka, zlepšily se kvality jako obsah bílkovin, tuků, minerálů, stravitelné vlákniny, makro- a mikroelementů. Mouka z konopných semínek byla nazvána jako výjimečný surový materiál, nejen z důvodu nutriční fortifikace, ale také z důvodu poskytnutí antioxidantní aktivity ve výsledných produktech (Xu et al. 2022).

Pojic et al. (2014) hodnotili suplementaci pšeničného chlebu konopnými výlisky, čili vedlejším produktem po extrakci konopného semínka za studena. Vzhledem ke specifitě

surového materiálu použitému k přípravě chlebu (konopná mouka) nebylo očekáváno, že výsledný produkt bude vykazovat stejné charakteristiky, jako chléb pšeničný. Chléb vykazoval snížení hodnot Wabs (absorpce vody) s rostoucím obsahem konopné mouky, také se snížil čas potřebný k vykynutí těsta. Dále bylo pozorováno snížení objemu chleba a zhoršení strukturních a texturních vlastností střídky chleba se zvýšením obsahu konopné mouky. I přes fakt, že přidání konopné mouky snížilo celkový obsah lepku, stabilita těsta a síla těsta nebyly významně ovlivněny přidáním konopné mouky při 10 %, při přidání 20 % konopné mouky vykazovaly snížení těchto hodnot. Navíc se ukázalo, že chléb suplementován konopnou moukou vykazoval vyšší nutriční hodnotu, s vyššími hodnotami důležitých nutrientů, například bílkovin, makro- a mikroelementů, zejména železa, a zároveň snížení metabolizovatelné energie ze sacharidů.

Ve studii Merlino et al. (2022) autoři hodnotili technologické, nutriční a sensorické kvality gnocchi obohacené o konopnou mouku. Výsledky ukázaly, že konopná mouka měla v porovnání s pšeničnou moukou nižší objemovou hmotnost, což mohlo pravděpodobně být způsobeno velikostí částic a vnitřní pórovitostí. Co se týče schopnosti vázat vodu, konopná mouka vykazovala nejvyšší schopnost v tomto ohledu. Schopnost vázat vodu je v tomto případě schopnost ji absorbovat a udržet i v podmínkách vnějších sil, které působí. Tento fakt podporuje vysoký obsah stravitelné vlákniny v konopné mouce, z důvodu vysokého podílu hydrofilních hydroxylových skupin, které se vyskytují ve struktuře vlákniny. Jelikož konopná mouka je výborným zdrojem bílkovin, vlákniny a nenasycených mastných kyselin, vzorky gnocchi obohacené konopnou moukou vykazovaly vzestup v hodnotách těchto nutrientů, na rozdíl od vzorků kontrolních. Naneštěstí, co se týče sensorického hlediska, vykazovaly gnocchi s přídavkem konopné mouky hořkou chuť, zeleninový a konopný odér. Tyto kvality nebyly velmi dobře přijaté konzumenty, z tohoto důvodu je nezbytné se dále zabývat technologiemi, které by zlepšily sensorickou kvalitu konopné mouky, aby produkty s tímto obohacením byly lépe přijatelné konzumenty.

3.3.3 Mléčné výrobky

Konopné mléko je bezlaktózové, bez obsahu sóji, bezlepkové, bez cholesterolu, vegan, má také nízký obsah sodíku a neobsahuje trans nenasycené mastné kyseliny.

Konopné mléko se zdá být lepším zdrojem vápníku, železa, vitamínu A, hořčíku a zinku, než mléko sójové, rýžové, mandlové i kravské, nezdá se však být lepším zdrojem vitamínu B než všechna mléka výše zmíněná. Z hlediska chuti se konopné mléko nezdá být významně jiné, pouze že chuť je „oříškovější“ (Vahanvaty 2009).

Ve studii od autorů Nakov et al. (2023) byl hodnocen vliv přidání konopné mouky z konopných pokrutin (HPCF) na vlastnosti kravského a ovčího jogurtu. Ukázalo se, že přidání HPCF významně zvýšilo pH obou jogurtů nezávisle na původu mléka, při prvním dni skladování. Nicméně, poslední den skladování bylo zaznamenáno snížení pH u obou druhů jogurtů, ačkoli, pH bylo stále vyšší než u kontrolních vzorků. Dále byl pozorován významný vzestup celkového obsahu fenolických sloučenin a antioxidační aktivity v porovnání s kontrolními vzorky. Se sensorického hlediska byly nejlépe hodnoceny kontrolní vzorky bez přídavku HPCF, autoři tento fakt připisovali možnosti, že

fermentované produkty obohacené o biologicky aktivní jsou zatím v malé míře dostupné na trhu a populace není zvyklá na jejich konzumaci.

Xu et al. (2022) zkoumali vliv konopného proteinu na fyzikálně-chemické vlastnosti a chuťových komponentů rostlinných jogurtů. Dle výsledků, přidání 10 % konopného proteinu do jogurtu vedlo k nejlepší kvalitě z testovaných vzorků, z důvodu vylepšení fyzikálně-chemických vlastností, bez negativního efektu na chuť finálního produktu. Dále výsledky ukazují, že se zvyšujícím se podílem konopného proteinu ve vzorku, rostl počet startérových bakterií, trend celkového počtu *Lactobacillus* a *Streptococcus* byl konzistentní s výsledky pH a titrační kyselostí, tyto fakty dokazují, že konopný protein poskytl zdroj dusíku pro růst bakterií.

V tomto ohledu se zdá obohacení mlék konopím jako nutričně výhodná možnost, ovšem je zde velký prostor pro další studie a možné zlepšení.

4 Závěr

Cílem této práce bylo na základě literární rešerše zmapovat nejnovější poznatky o charakteristice konopí setého a zejména využití konopí ve výživě člověka a vlivu účinných látek konopí na zdraví člověka.

V první části se práce věnovala historii a základní charakteristice konopí. Z těchto kapitol vyplývá, že konopí seté je nejstarší pěstovanou rostlinou na světě a bylo používáno lidstvem již před 5000 lety. Už naši dávní předkové využívali konopí především pro jeho léčivé účinky, dále využívali konopné semínko jako zdroj potravy. Pravděpodobná oblast původu je Asie. Konopí nalezne využití v několika sektorech průmyslu, od textilního, farmaceutického, agrochemického až po potravinářský, kosmetický a energetický. V kapitole nomenklatury byly shrnuty nejnovější poznatky a názory z různých studií na to, jakými způsoby je možné konopí botanicky zařadit. A jelikož nomenklatura konopí je stále diskutované téma, jednotné zařazení nebylo nalezeno. Nejčastější a také nejjobecnější rozdělení konopí, se kterým se můžeme v odborných člancích a studiích setkat, je rozdělení na konopí technické/průmyslové a na konopí s narkotickými účinky, časté rozdělení je také dle obsahu Δ^9 - THC.

V České republice je od roku 2013 možné pěstovat konopí pro lékařské účely. V Evropské unii je také možné pěstovat konopí za potravinářským účelem, pokud je registrováno v Evropském katalogu zemědělských rostlinných druhů a jeho obsah Δ^9 - THC nepřesahuje 0,2 %.

Účinné látky v konopí, které jsou hojně zastoupeny zejména v konopném semínku, kterými se zabývala tato práce, jmenovitě nepsychotropní kanabinoidy, tokoferoly, mastné kyseliny a fenolické sloučeniny, všechny vykazují pozitivní efekt na zdraví člověka. Jedná se o protizánětlivé, kardioprotektivní, antioxidační, anti-aging a několik dalších. Z toho vyplývá, že by využití konopného semínka ve výživě člověka mohlo přinést zdraví prospěšné benefity. Konopné semínko a hlavně olej z konopného semínka je totiž, dle studií, výborným zdrojem vyváženého poměru n-6:n-3 polynenasycených mastných kyselin, které jsou esenciální pro lidský organismus, působí pozitivně na snížení krevního tlaku a hladiny cholesterolu, dále je bohatým zdrojem tokoferolů, které vykazují antioxidační účinky. Nesmíme opomenout nepsychotropní kanabinoidy, které v mnoha provedených studiích vykazovaly antimikrobiální a antimykotické účinky a v mnoha *in vivo* i *in vitro* výzkumech u nich byl zaznamenán pozitivní farmakologický efekt. Celá rostlina je zdrojem tuků, bílkovin, vlákniny a mnoha bioaktivních složek.

Aktuálně je v některých zemích Evropy povoleno přidávat do potravin pouze konopné semínko a jeho deriváty, z důvodu nízkého obsahu Δ^9 - THC. Konopné semínko může být v potravinářství využito ve formě celého nebo loupáního, dále může být využit konopný olej, konopné pokrutiny (vedlejší produkt po mechanickém lisování oleje), konopný extrahovaný šrot a konopné proteinové izoláty. Produkty, do kterých se nejčastěji přidává konopné semínko jsou pekárenské výrobky, nápoje, omáčky, mléčné jogurty a sladké pochutiny, dále jsou v dnešní době populární doplňky stravy ve formě CBD extraktů.

Studie dokazují, že přidáním konopného semínka, nebo jeho derivátů do pekárenských výrobků se zvýší jejich nutriční hodnota, zejména hodnoty bílkovin a makro- a mikroelementů, ovšem, zhorší se některé strukturní a texturní vlastnosti. Dalším úskalím je senzorická stránka, kdy přidavek konopného semínka a jeho derivátů může vykazovat nahořklou, konopnou chuť. Tento fakt platí i u mléčných výrobků, kdy studie potvrdily zlepšení nutričních hodnot,

například celkový vzestup obsahu fenolických sloučenin a antioxidační aktivity, po přidání konopné mouky a konopných pokrutin do ovčího a kravského jogurtu. Nicméně, chutě spotřebitelů nejsou přizpůsobené takovýmto výrobkům, převážně z důvodu, že jsou na trhu dostupné v poměrně malé míře.

Konopí má zajisté velký potenciál z hlediska zařazení do výživy člověka. Je to nezvykle nutriční a bohatý zdroj zdraví prospěšných látek. Je dobré také podotknout fakt, že z hlediska ekologie a životního prostředí poskytuje konopí efektivně využitelný rostlinný zdroj makroživin. Ačkoli je jeho využití v potravinách a výživě člověka *de facto* v plenkách, je zde obrovský prostor pro další výzkumy této problematiky, které jsou zajisté potřebné ke zdokonalování zejména sensorických a technologických vlastností konopím obohacených produktů.

5 Literatura

- Acquaviva, A, Di Simone SC, Canini A, Bragila R, Di Marco G, Campana C, Angelini P, Flores GA, Venanzoni R, Libero ML, Tirillini B, Zengin G, Chiavaroli A, Recinella L, Leone S, Nilofar, Brunetti L, Orlando G, Menghini L, Ferrante C. 2022. Phytochemical and biological investigation on the pollen from industrial hemp male inflorescences, *Food Research International*, **161**, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111883>
- Addo PW, Brousseau VD, Brousseau D, Morello V, MacPherson S, Paris M, Lefsrud M 2021. Cannabis chemistry, post-harvest processing methods and secondary metabolite profiling: A review, *Industrial Crops and Products*, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113743>
- Al Khoury A, Sleiman R, Atoui A, Hindieh P, Maroun RG, Bailly J-D, El Khoury A. 2021. Antifungal and anti-aflatoxigenic properties of organs of *Cannabis sativa* L.: relation to phenolic content and antioxidant capacities, *Archives of Microbiology*, **203**, 4485-4492, <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1007/s00203-021-02444-x>
- Aloo SK, Mwit G, Ngugi LW, Oh DH. 2022. Uncovering the secrets of industrial hemp in food and nutrition: The trends, challenges, and new-age perspectives, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1080/10408398.2022.2149468>
- Apostol L. 2017. Studies on using hemp seed as functional ingredient in the production of functional food products, *Journal of EcoAgriTourism*, **13**(1).
- Dostupné z: <http://www.rosita.ro/jeat/current%20year/Jeat%202017%20nr%201/02.pdf>
- Benkirane C, Mansouri F, Moumen AB, Taaifi Y, Melhaoui R, Caid HS, Fauconnier ML, Elamrani A, Abid M. 2023. Phenolic profiles of non-industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) seed varieties collected from four different Moroccan regions, *International Journal of Food Science & Technology*, **58**(3), 1367-1381, <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1111/ijfs.16298>
- Burton RA, Andres M, Cole M, Cowley JM, Augustin MA. 2022. Industrial hemp seed: from the field to value-added food ingredients, *Journal of Cannabis Research*, **4**, 45, <https://doi.org/10.1186/s42238-022-00156-7>
- Callaway JC. 2004. Hempseed as a nutritional resource: An overview, *Euphytica*, **140**, 65-72, <https://doi.org/10.1007/s10681-004-4811-6>
- Crescente G, Piccolella S, Esposito A, Scognamiglio M, Fiorentino A, Pacifico S. 2018. Chemical composition and nutraceutical properties of hempseed: an ancient food with actual functional value, *Phytochemistry Reviews*, **17**, 733-749, <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1007/s11101-018-9556-2>

- Chandra S, Lata H, Khan IA, ElSohly MA. 2017. *Cannabis sativa* L.: Botany and Horticulture, *Cannabis sativa* L. – Botany and Biotechnology, 79 – 100 https://doi.org/10.1007/978-3-319-54564-6_3
- Crini G, Lichtfouse E, Chanet G, Morin-Crini N. 2020. Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, agrochemistry, energy production and environment: a review, *Environmental Chemistry Letters*, **18**. 1451-1476, <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1007/s10311-020-01029-2>
- Deferne JL & Pate DW. 1996. Hemp seed oil: A source of valuable essential fatty acids, *Journal of the International Hemp Association* **3**(1): 1, 4-7.
- Dostupné z: <https://www.druglibrary.net/olsen/HEMP/IHA/iha03101.html>
- Farinon B, Molinari R, Costantini L, Merendino N. 2020. The Seed of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional Quality and Potential Functionality for Human Health and Nutrition, <https://doi.org/10.3390/nu12071935>
- Fathordoobady F, Singh A, Kitts DD, Singh AH. 2019. Hemp (*Cannabis Sativa* L.) Extract: Anti-Microbial Properties, Methods of Extraction, and Potential Oral Delivery, *FOOD REVIEWS INTERNATIONAL*, **35**(7), 664–684 <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600539>
- Finley JW & Shahidi F. 2001. The Chemistry, Processing, and Health Benefits of Highly Unsaturated Fatty Acids: An Overview, ACS Symposium Series, American Chemical Society.
- Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-2001-0788.ch001>
- Iftikhar A, Zafar U, Ahmed W, Shabbir MA, Sameen A, Sahar A, Bhat ZF, Kowalczewski PL, Jarzebski M, Aadil RM. 2021. Applications of *Cannabis Sativa* L. in Food and Its Therapeutic Potential: From a Prohibited Drug to a Nutritional Supplement, *Molecules*, **26**(64), 7699, <https://doi.org/10.3390/molecules26247699>
- Isidore E, Karim H, Ioannou I. 2021. Extraction of Phenolic Compounds and Terpenes from *Cannabis sativa* L. By-Products: From Conventional to Intensified Processes, *Antioxidants*, **10**(6), 942, <https://doi.org/10.3390/antiox10060942>
- Kamal-Eldin A, Appelqvist LA. 1996. The Chemistry and Antioxidant Properties of Tocopherols and Tocotrienols, *Lipids*, **31**(7).
- Dostupné z: <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1007/BF02522884>
- Kanabus J, Bryla M, Roszko M, Modrzewska M, Pierzgański A. 2021. Cannabinoids – Characteristics and Potential for Use in Food Production, <https://doi.org/10.3390/molecules26216723>.

- Karas JA, Wong LJM, Paulin OKA, Mazeh AC, Hussein MH, Li J, Velkov T. 2020. The Antimicrobial Activity of Cannabinoids, *Antibiotics* 2020, **9(7)**, 406, <https://doi.org/10.3390/antibiotics9070406>
- Karimi I & Hayatghaibi H. 2006. Effect of *Cannabis sativa* L. (Hempseed) on Serum Lipid and Protein Profiles of Rat, *Pakistan Journal of Nutrition* **5(6)**, 585-588, DOI: [10.3923/pjn.2006.585.588](https://doi.org/10.3923/pjn.2006.585.588).
- Kaushal N, Dhadwal S, Kaur P. Ameliorative effects of hempseed (*Cannabis sativa*) against hypercholesterolemia associated cardiovascular changes, *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, **30(2)**, 330-338, <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2019.09.006>
- Koren A, Sikora V, Kiproviski B, Brdar-Jokanović M, Aćimović M, Konstantinović B, Latković D. 2020. CONTROVERSIAL TAXONOMY OF HEMP, *Genetika*, **52(1)**, 1 – 13, <https://doi.org/10.2298/GENSR2001001K>
- Kumar P, Mahato DK, Kamle M, Borah R, Sharma B, Pandhi S, Tripathi V, Yadav HS, Devi S, Patil U, Xiao J, Mishra AK. 2021. Pharmacological properties, therapeutic potential, and legal status of *Cannabis sativa* L.: An overview, *Phytotherapy Research*, **35(11)**, 6010-6029, <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1002/ptr.7213>
- Leonard W, Zhang P, Ying D, Fang Z. 2019. Hempseed in food industry: Nutrition value, health benefits, and industrial applications, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **19(1)**, 282-308, <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1111/1541-4337.12517>
- Liu Y, Liu HY, Li SH, Ma W, Wu DT, Li HB, Xiao AP, Liu LL, Zhu F, Gan RY 2022. *Cannabis sativa* bioactive compounds and their extraction, separation, purification and identification technologies: An update review. *TrAC Trend in Analytical Chemistry*, **149**, 116554, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2022.116554>
- Malík M, Velechovský J, Janatová A, Tlustoš P. 2021. LÉČEBNÉ KONOPÍ – TAXONOMIE, LEGISLATIVA A SEKUNDÁRNÍ METABOLITY (ČÁST PRVNÍ). *Drugs & Forensics Bulletin Národní protidrogové centrály* **27**: 29-35.
- Martinelli G, Magnavacca A, Fumagalli M, Dell'Agli M, Piazza S, Sangiovanni E. 2021. *Cannabis sativa* and Skin Health: Dissecting the Role of Phytocannabinoids, DOI 10.1055/a-1420-5780
- Micalizzi G, Vento F, Alibrando F, Donnarumma D, Dugo P, Mondello L. 2021. *Cannabis Sativa L.*: a Comprehensive review on the analytical methodologies for cannabinoids and terpens characterization, *Journal of Chromatography A* 1937, 461864, <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2020.461864>

- Mnekin L & Ripoll L. 2021. Topical use of *Cannabis sativa* L. *Biochemicals, Cosmetics* **8**, 85, <https://doi.org/10.3390/cosmetics8030085>
- Oomah BD, Busson M, Godfrey VD, Drover JCG. 2002. Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food Chemistry*, **76**(1), 33-43, [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00245-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00245-X).
- Parlament České republiky. 2013. Zákon č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 167/1998 Sb., o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů strany 10-12 ve Sbírce zákonů č.50 České Republiky, 2013, částka 22. Česká Republika.
- Dostupné z: <https://ftp.aspi.cz/opispdf/2013/022-2013.pdf>
- Parlament České republiky. 1998. Zákon č. 167/1998 Sb., o návykových lýtých a o změně některých dalších zákonů ve Sbírce zákonů České Republiky, 1998, částka 57. Česká republika.
- Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-167?text=konop%C3%AD>
- Pellegriono C, Buonerba C, Cannazza G, D'Auria J, Ottoni E, Fulgione A, Di Stasio A, Pierri B, Gallo A. 2021. A Review of Hemp As Food and Nutritional Supplement, *Cannabis and Cannabinoid Research*, **6**(1), DOI: 10.1089/can.2020.0001.
- Pojić M, Hadnadev TD, Hadnadev M, Rakita S, Brlek T. 2014. Bread supplementation with hemp seed cake: a by-product of hemp oil processing, *Journal of Food Quality*, DOI: [10.1111/jfq.12159](https://doi.org/10.1111/jfq.12159).
- Pollastro F, Minassi A, Fresu LG. 2018. Cannabis Phenolics and their Bioactivities, DOI: 10.2174/0929867324666170810164636.
- Radwan MM, Chandra S, Gul S, ElSohly MA. 2021. Cannabinoids, Phenolics, Terpenes and Alkaloids of *Cannabis*, *Molecules*, **26**, 2774, <https://doi.org/10.3390/molecules26092774>.
- Rajput R & Dr Kumar K. 2018. A Review on *Cannabis sativa*: Its Compounds and Their Effects, *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, Article No. **12**, Pages: 59-63.
- Dostupné z: www.globalresearchonline.net
- Rehman M, Fahad S, Du G, Cheng X, Yang Y, Tang K, Liu L, Liu FH, Deng G. 2021. Evaluation of hemp (*Cannabis sativa* L.) as an industrial crop: a review, *Environmental Science and Pollution Research*, **28**, 52832-52843, <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16264-5>.

- Roche HM. 1999. Unsaturated fatty acids, *Proceedings of the Nutrition Society*, **58**, 397-401, <https://doi.org/10.1017/S002966519900052X>
- Roleira FMF, Varela CL, Costa SC, Tavares-da-Silva EJ. 2018. Chapter 4- Phenolic Derivates From Medicinal Herbs and Plant Extracts: Anticancer Effects and Synthetic Approaches to Modulate Biological Activity, *Studies in Natural Products Chemistry*, **57**, 115-156, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64057-4.00004-1>
- Saranraj P, Behera SS, Ray RC. 2019. Chapter 7- Traditional Foods From Tropical Root and Tuber Crops1. Innovations and Challenges, *Innovations in Traditional Foods*, **11**, 159-191, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814887-7.00007-1>
- Schofs L, Sparo MD, Sánchez Bruni SF. 2021. The antimicrobial effect behind *Cannabis sativa*, *Pharmacology Research & Perspectives*, **9**, 2/e00761, <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1002/prp2.761>
- PhD Schwab US, Callaway JC, Erkkilä AT, Gynther J, Uusitupa MIJ, Järvinen T. 2006. Effects of hempseed and flaxseed oils on the profile of serum lipids, serum total and lipoprotein lipid concentrations and haemostatic factors, *European Journal of Nutrition*, **45**, 470-477, <https://doi.org/10.1007/s00394-006-0621-z>
- Small E & Cronquist A. 1976. A practical and Natural Taxonomy for Cannabis, *Taxon*, **25**(4), 405 – 435.
- Dostupné z: URL: <https://www.jstor.org/stable/122052>
- Serventi L, Flores GA, Cusumano G, Barbaro D, Tirillini B, Venanzoni R, Angelini P, Acquaviva A, Di Simone SC, Orlando G, Zengin G, Menghini L, Ferrante C. 2023. Comparative Investigation of Antimicrobial and Antioxidant Effects of the Extracts from the Inflorescences and Leaves of the *Cannabis sativa* L. cv. *Strawberry*, *Antioxidants*, **12**(2), 219, <https://doi.org/10.3390/antiox12020219>
- Strzelczyk M, Lochyńska M, Chudy M. 2021. Systematics and Botanical Characteristics of Industrial Hemp *Cannabis Sativa* L, *Journal of Natural Fibres*, **19**(13), <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1889443>
- Špika MJ, Kraljić K, Škevin D. 2016. Tocopherols: Chemical Structure, Bioactivity and Variability in Croatian Virgin Olive Oils, *Intech, Products from Olive Tree*, Chapter **17**, 317, <http://dx.doi.org/10.5772/64658>
- Štangelj-Lipnik M, Razinger B. 2020. A regulatory take on cannabis and cannabinoids for medicinal use in the European Union, *Arh Hig Rada Toksikol*, **71:12-18**, DOI: 10.2478/aiht-2020-71-3302.
- Taaifi Y, Benmoumen A, Belhaj K, Azza S, Abid M, Azeroual E, Elamrani A, Mansouri F, Caid HS. 2021. Seed composition of non-industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties from four regions in northern Morocco. *International Journal of Food Science & Technology*, **56**(11), 5931-5947, <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1111/ijfs.15136>

- Teh SS & Birch J. 2012. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils, *Journal of Food Composition and Analysis*, **30**(1), 26-31, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.01.004>
- Tura M, Mandrioli M, Toschi TG. 2019. Preliminary Study: Comparison of Antioxidant Activity of Cannabidiol (CBD) and α - Tocopherol Added to Refined Olive and Sunflower Oils, *Molecules*, **24**(19), 3485, <https://doi.org/10.3390/molecules24193485>
- Vahanvaty US, MS, RD. 2009. Hemp Seed and Hemp Milk The New Super Foods?, *ICAN: Infant, Child, & Adolescent Nutrition*, 232-234, DOI: 10.1177/1941406409342121. F
- Valizadehderakhshan M, Shahbazi A, Kazem-Rostami M, Todd MS, Bhowmik A, Wang L. 2021. Extraction of Cannabinoids from *Cannabis sativa* L. (Hemp) – Review. *Agriculture*, **11**, 384, <https://doi.org/10.3390/agriculture11050384>
- Vega GA & Dávila JA. 2021. Use of non-psychoactive residual biomass from *Cannabis sativa* L. for obtaining phenolic rich-extracts with antioxidant capacity, *Natural Product Research, Formerly Natural Products Letters*, **36**(16), <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1080/14786419.2021.1969562>
- Vonapartis E, Aubin MP, Seguin P, Mustafa AF, Charron JB. 2014. Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada, *Journal of Food Composition and Analysis* **39**, 8-12, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.004>
- Xu J, Bai M, Song H, Yang L, Zhu D, Liu H. 2022. Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) Chemical Composition and the Application of Hempseeds in Food Formulations, *Plant Foods for Human Nutrition*, **77**, 504-513, <https://doi.org/10.1007/s11130-022-01013-x>
- Xu J, Xu X, Yuan Z, Hua D, Yan Y, Bai M, Song H, Yang L, Zhu D, Liu J, Huo D, Liu H. 2022. Effect of hemp protein on the physicochemical properties and flavor components of plant-based yogurt, *LWT*, **172**, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114145>
- Xu, Y, Li J, Zhao J, Wang W, Griffin J, Li Y, Bean S, Tilley M, Wang D. 2020. Hempseed as a nutritious and healthy human food or animal feed source: a review, *International Journal of Food Science & Technology*, **56**(2), 530-543, <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1111/ijfs.14755>
- Yano H & Fu W. 2023. Hemp: A Sustainable Plant with High Industrial Value in Food Processing, *Foods*, **12**(3), 651, <https://doi.org/10.3390/foods12030651>
- Yusoff MI, Sivam DE, Rahmat Z, Hanapi ZS, Yahayu M, Hanapi ZS, Gomaa ES, Ngadiran S, Ho T, Tan P, El Enshasy H. 2021. Bioactive Terpenoids in Cannabis: A Critical Review. *BIOSCIENCE RESEARCH*, volume **18**(1): 521 – 535,
- Dostupné z: www.isisn.org
- Zagožen M, Čerenak A, Kreft S. 2021. Cannabigerol and cannabichromene in *Cannabis sativa* L. *Acta Pharm.* **71** 355-364, <https://doi.org/10.2478/acph-2021-0021>

Zhao Haifeng. 2014. Chapter 64- Effects of Processing Stages on the Profile of Phenolic Compounds in Beer, Processing and Impact on Active Components in Food, 533-539, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00064-0>

6 Seznam použitých zkratek a symbolů

Δ^9 – THC	tetrahydrokanabinol
Δ^9 – THCA	kyselina tetrahydrokanabinolová
ALA	kyselina α -linolenová
CBC	kanabichromen
CBCA	kyselina kanabichromenová
CBD	kanabidiol
CBDA	kyselina kanabidiolová
CBDV	kanabidivarin
CBG	kanabigerol
CBGA	kyselina kanabigerolová
CBN	kanabinol
CBT	kanabicitran
CVD	kardiovaskulární choroby
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
EMA	Evropská léková agentura
EU	Evropská unie
GACP Practices	Správné pěstební praxe/Guidelines on Good Agricultural and Collection
GLA	kyselina γ -linolenová
HCA	kyselina hydroxyskořicová
HDL	high density lipoprotein, lipoprotein s vysokou hustotou
HPCF	konopná mouka z konopných pokrutin
LA	kyselina linolová
LDL	low density lipoprotein, lipoprotein s nízkou hustotou
Př.n.l.	před naším letopočtem
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
TAC	celková antioxidační kapacita
TAG	triacylglyceroly
THCV	tetrahydrokanabivarin
TPC	celkový obsah fenolických sloučenin
USA	Spojené státy americké