

Charakteristika, vlastnosti a využití kurkuminu

Hana Hanzlíková

Bakalářská práce
2019

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana Hanzlíková**
Osobní číslo: **T17962**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Charakteristika, vlastnosti a využití kurkuminu**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. **Charakteristika a popis kurkuminu.**
2. **Kurkuma, kurkumin – výskyt a zdroje, získávání.**
3. **Vlastnosti kurkuminu (chemické, fyzikální, zdravotní – vliv na lidské zdraví).**
4. **Možnosti využití kurkuminu v potravinářském, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin II*. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-16-9.

[2] VELÍŠEK, J., CEJPEK, K. *Biosynthesis of Food Components*. Tábor: OSSIS, 2008. ISBN 978-80-86659-12-1.

[3] MAHESHWARI, R. K., SINGH, A. K., GADDIPATI, J., SRIMAL, R. C. Multiple biological activities of curcumin: A short review. *Life Sciences*, 2006, 78, 18, 2081-2087. ISSN 0024-3205.

[4] ANAND, P., THOMAS, S. G. et al. Biological activities of curcumin and its analogues (congeners) made by man and Mother Nature. *Biochemical Pharmacology*. 2008, 76, 11, 1590-1611. ISSN 0006-2952.

[5] GOEL, A., KUNNUMAKKARA, A. B., AGGARWAL, B. B. Curcumin as Curecumin: From kitchen to clinic. *Biochemical Pharmacology*. 2008, 75, 4, 787-809. ISSN 0006-2952.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Soňa Skrovánková, Ph.D.

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

1. února 2019

Termín odevzdání bakalářské práce:

10. května 2019

Ve Zlíně dne 1. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan

doc. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.

ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevyjádřeně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

⁴⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní díla:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložil, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídá k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na popis kurkuminu, jeho vlastnosti a využití. Kurkumin je barvivo přírodního původu, které se vyrábí z oddenků rostliny *Curcuma longa*, a to extrakcí vysušeného prášku vyrobeného z kořene rostliny s vhodným rozpouštědlem jako je aceton, ethylacetát, methanol, ethanol a hexan. Má své využití v potravinářství jako barvivo E100. Využívá se také v lidovém léčitelství, k potlačení růstu mikroorganismů, hmyzu a larev kvůli svým antimikrobiálním, insekticidním a larvicidním účinkům. Díky významným antioxidačním účinkům se tato látka testuje i pro využití ve farmacii.

Klíčová slova: kurkumin, kurkuma, *Curcuma longa*, vlastnosti, využití

ABSTRACT

Bachelor's thesis is focused on description, properties and utilization of curcumin. Curcumin is a natural colorant which is extracted from the dried root of the rhizome of *Curcuma longa*. Dried powder is made from the rhizome that is extracted with a suitable solvent such as acetone, ethyl acetate, methanol, ethanol, and hexane. Curcumin is used in food industry as food colorant E100. It is also used in folk medicine, as an inhibitory agent for microorganisms, insects and larvae, thanks to its antimicrobial, insecticidal and larvicidal properties. Due to its significant antioxidant effects, this substance is also tested for use in pharmacology.

Keywords: curcumin, turmeric, *Curcuma longa*, properties, utilization

Touto cestou bych chtěla poděkovat především vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Soni Škrovánkové Ph.D. za její cenné rady a pomoc při vypracování této práce. Děkuji také své rodině za podporu v průběhu studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 CHARAKTERISTIKA	10
1.1 ČELEĎ ZÁZVORNÍKOVITÉ	10
1.2 KURKUMOVNÍK ZEDOÁROVÝ.....	13
1.3 KURKUMOVNÍK DLOUHÝ	14
1.3.1 Složení kurkumy	16
2 VLASTNOSTI	19
2.1 BARVÍCÍ A CHUŤOVÉ ÚČINKY	19
2.2 INSEKTICIDNÍ A LARVICIDNÍ ÚČINKY	19
2.3 ANTIMIKROBIÁLNÍ ÚČINKY	20
2.4 ÚČINKY V LÉČITELSTVÍ	21
2.5 PROTIZÁNĚTLIVÉ ÚČINKY.....	22
2.6 ANTIOXIDAČNÍ ÚČINKY	22
2.7 ANTIKANCEROGENNÍ ÚČINKY	22
3 VÝROBA A VYUŽITÍ	24
3.1 VÝROBA KURKUMY	24
3.2 VÝROBA SILICE	25
3.3 VÝROBA KURKUMINU	25
3.4 VYUŽITÍ KURKUMINU V POTRAVINÁŘSTVÍ	26
3.5 VYUŽITÍ KURKUMINU VE FARMACII A PŘÍRODNÍM LÉČITELSTVÍ	27
3.5.1 Alzheimerova choroba	27
3.5.2 Kardiovaskulární choroby	28
3.5.3 Choroby kůže	28
3.5.4 Vedlejší účinky.....	29
4 METODY STANOVENÍ KURKUMINU	30
ZÁVĚR	31
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	32
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	38
SEZNAM OBRÁZKŮ	39
SEZNAM TABULEK	40

ÚVOD

Kurkuma je druh byliny patřící do čeledi *Zingiberaceae*, která je široce pěstována v jižní a jihozápadní tropické asijské oblasti. Kurkuma se často používá jako součást koření a má vliv na povahu, barvu a chuť jídel.

Curcuma longa L. neboli kurkuma a její extrakt je jedním z nejvíce využívaných koření. Kurkuma je v potravinářství využívána pro své organoleptické vlastnosti, i když se využívá se hlavně jako barvivo například při výrobě směsných tuků, pekárenských výrobků. V našich podmínkách, je její složka kurkumin, využívána jako barvivo E100.

Je známo, že kurkuma byla po staletí používána v Indii a Číně pro léčbu nemocí, jako jsou dermatologická onemocnění, infekce, stres a deprese. Účinky kurkumy na zdraví jsou obecně soustředěny na oranžově žlutou, lipofilní polyfenolickou látku zvanou kurkumin, která se získává z oddenků byliny.

Kurkuma se používá v lidovém léčitelství a ayurvédě pro léčbu takových onemocnění, jako jsou poruchy trávicího traktu, infekční choroby, bronchitidy či onemocnění vylučovacího traktu. Moderní věda poskytla vědecký základ pro použití kurkumy při těchto poruchách. Kurkuma se přidává do pokrmů jako koření a barvivo.

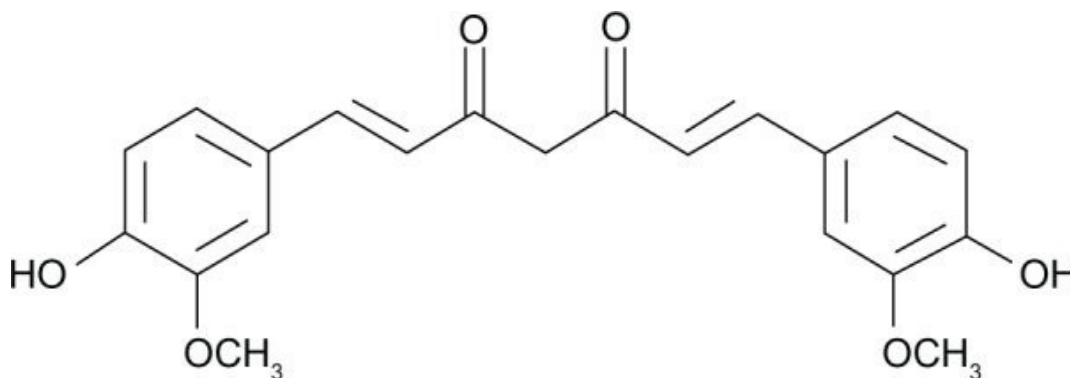
Hlavní bioaktivní složka kurkumy, žlutý kurkumin, má široké spektrum biologických účinků. Studie kurkuminu prokázali jeho antioxidační, antimikrobiální či protizánětlivé účinky. Díky těmto účinkům má důležitou úlohu v prevenci a léčbě různých onemocnění.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA

Kurkumin (obr. 1) je látka řazena mezi diarylheptanoidy, což je skupina barviv řadící se do skupiny polyfenolů zvaných kurkuminoidy. Kurkumin je hlavní lipofilní barvivo kurkumy [1].

Kurkumin byl poprvé izolován v roce 1815. Je nerozpustný ve vodě či ethyletheru, ale je rozpustný v etanolu, dimetylsulfoxidu a acetonu. Jeho bod tání je 183 °C, má chemický vzorec (1E,6E)-1,7-bis(4-hydroxy-3-methoxyfenyl)hepta-1,6-dien-3,5-dion. Molekulární hmotnost této molekuly je 368,39 g/mol [2].



Obrázek 1: Chemická struktura kurkumin [3]

Kurkumin má tři reaktivní funkční skupiny: jednu diketonovou skupinu a dvě fenolické skupiny. Důležitými chemickými reakcemi spojenými s biologickou aktivitou kurkuminu jsou reakce donorů vodíku, které vedou k oxidaci kurkuminu, reverzibilním a ireverzibilním reakcím nukleofilní adice, hydrolýze, degradaci a enzymatickým reakcím. Všechny tyto reakce mají významnou roli v různých biologických aktivitách kurkuminu [4].

1.1 Čeleď zázvorníkovité

Kurkuma patří do čeledi *Zingiberaceae*, neboli čeleď zázvorníkovitých. Ta spadá do řádu zázvorníkotvarých (*Zingiberales*), obsahujících 52 rodů a více než 1300 druhů rostlin [5]. Rody s nejpočetnějším zastoupením, jsou galgán (*Alpinia*) zahrnující asi 250 druhů, amom (*Ammomum*) obsahujících asi 180 druhů, zázvorovník (*Zingiber*) kde patří asi

140, globa (*Globba*) zahrnující asi 100 druhů, etlingera (*Ettlingera*) která zahrnuje asi 100 druhů a kurkumovník (*Curcuma*) (obr. 2), kde spadá asi 90 druhů [5].



Obrázek 2: Kurkumovník dlouhý (*Curcuma longa*) [6]

Tyto rostliny rostou ve vlhkých oblastech tropického a subtropického pásma, některé druhy se vyskytují i v teplejších oblastech pásma mírného. Zástupci této čeledi rostou typicky na stinných až polostinných stanovištích v podrostu vlhkých tropických lesů, příležitostně také v mokřinách [7].

Rostliny této čeledi patří mezi trvalky s trojčetným, vrcholičnatým či hroznovým květenstvím. Tato květenství jsou tvořena několika až mnoha květy, obvykle válcovitého, vrcholíčnatého či kulovitého tvaru. V květenství jsou většinou přítomny listeny, které jsou u mnoha zástupců nápadně zbarvené. Listy jsou jednoduché, střídavé, dvouřadě uspořádané, řapíkaté nebo přisedlé, s listovými pochvami. Čepele listů jsou celokrajné, nejčastěji kopinaté, řemenovité až okrouhlé. Žilnatina je zpeřená, na bázi listů je ligula. Květy jsou oboupohlavné. Jsou to jednoděložné rostliny s dužnatými, hlízovitými oddenky [8].

Okvětí je členěné na kalich a korunu. Koruna je ve spodní části trubkovitá, v horní je dělená na 3 laloky, z nichž prostřední je nejčastěji ten největší. Kalich je obvykle trubkovitý, srostlý ze 3 listů, na vrcholu se 3 zuby nebo laloky. Fertilní tyčinka je jen jedna, zbylé 2 nebo 4 jsou přeměněny na sterilní staminodia (zakrnělá tyčinka, která ztratila schopnost vytvářet pyl) či zakrnělé. Fertilní tyčinka má dlouhou nebo krátkou nitku s 2 prašnými váčky [8].

Některé rostliny této čeledi dorůstají až 6 metrů. Některé druhy jsou epifytické, rostliny rostoucí na jiných žijících rostlinách, a mají obnažené kořeny, které jsou vystaveny vlhkému prostředí [5].

Rostliny rodu galgán (*Alpinia*) postrádají pravé stonky, mají však pseudokmeny obvykle až 3 metry dlouhé. Tyto pseudokmeny jsou složeny z pouzder listů, které se navzájem překrývají. Několik druhů tohoto rodu dosahují až osmi metrů. Rostliny rostou z hrubých oddenků. Listy jsou kopinaté až podlouhlého tvaru [9, 10]. Květenství má podobu špice, laty nebo hroznu. Květenství může být obklopeno listy (obr. 3). Květina má mělce ozubený kalich, který je někdy na jedné straně rozdělen. Plody rostlin tohoto rodu jsou zaoblené, suché nebo masité tobolky. Rostliny jsou obecně aromatické díky svým silicím [9, 10]. Galgan lékařský má protidávivé účinky a podporuje zažívání.



Obrázek 3: Alpinie nachová (*Alpinia purpurata*) [11]

Do rodu Amom patří rostliny původem z Číny, indického subkontinentu, jihovýchodní Asie, Nové Guineje a Queenslandu. Tento rod zahrnuje několik druhů kardamomu, zejména černého kardamomu [12, 13]. Rostliny tvoří plíživé oddenky jako orgány přežití. Většina dobře vyvinutých pseudokmenů je obvykle tvořena z mnoha listů. Listový plášť je dlouhý. Listy jsou podlouhlé nebo kopinaté [12]. Květenství vyrůstá z oddenků, má hustě kvetoucí hrozny nebo laty [13]. Nepravidelně tvarované plody tobolek mají hladký, hranatý nebo pichlavý povrch a obsahují mnoho semen [12].

Etlingera je rod trvalých rostlin v čeledi zázvorníkovitých (Zingiberaceae), který zahrnuje více než 100 druhů nalezených v tropických oblastech starého světa [14]. Některé z větších druhů mají listnaté výhonky dosahující výšky téměř 10 metrů a základy těchto výhonků se

zdají být téměř dřevité. Jiné druhy rostou jako shluky listnatých výhonků. Rostliny mají dlouhé plíživé oddenky. Díky tomu může každý z jejich listnatých výhonků být více než metr od sebe [14]. Oddenky rostlin rodu *Globba* (obr. 4) jsou plazivé a štíhlé. Pseudokmeny vztyčené, obvykle do 1,5 m, listnaté. Listy přisedlé nebo velmi krátce řapíkaté, podlouhlé, eliptické nebo kopinaté. Většina rostlin má květenství hroznu, často laxní [15].



Obrázek 4: *Globba winitii* [16]

Rostliny rodu zázvorovník mají rozvětvené, hlízovité a aromatické oddenky. Pseudokmeny těchto rostlin jsou vztyčené, listnaté. Listová čepel je podlouhlá, kopinatá nebo lineární. Květenství kónické, jednokvěté. Koruna je ve spodní části trubkovitá, v horní části je dělená. Semena rostlin jsou černá, pokrytá semenným míškem [17]. Mezi rod zázvorovník patří 100 až 150 druhů. Nejznámější rostlinou tohoto rodu je zázvor lékařský (*Zingiber officinale*) [17]. Sklízí se oddenek (*Rhizoma zingiberis*), který se dováží většinou loupaný, případně i mletý.

Kurkuma (*Curcuma*) je rod asi 100 druhů v rodině *Zingiberaceae*. Rostliny pochází z území jihovýchodní Asie, jižní Číny, indického subkontinentu, Nové Guineje a severní Austrálie. Některé druhy jsou údajně naturalizovány v jiných teplých částech světa, jako je tropická Afrika, Střední Amerika, Florida a různé ostrovy Tichého oceánu, Indického oceánu a Atlantského oceánu. [18]

1.2 Kurkumovník zedoárový

Curcuma zedoaria (kurkumovník zedoárový, bílá kurkuma nebo kentjur) (obr. 5) je vytrvalá bylina a člen rodu *Curcuma*, čeledi *Zingiberaceae*. Rostlina je původem z jižní Asie, ale nyní jsou naturalizovány na jiných místech, včetně amerického státu Florida. Dříve se

tato rostlina využívala jako koření, později byla tato rostlina jako koření nahrazena zázvo-rem, a v menší míře kurkumou dlouhou. Rostlina se tradičně používá k léčbě zánětu, boles- ti a různých kožních onemocnění, včetně ran, vředů a menstruačních nepravidelností [19, 20].



Obrázek 5: Kurkumovník zedoárový [21]

1.3 Kurkumovník dlouhý

Kurkumin se extrahuje z rostliny kurkumovníku dlouhého (*Curcuma longa* L.) z čeledi zázvořníkovitých (*Zingiberaceae*). Rod kurkumy obsahuje více než 80 druhů, mezi které mimo jiné patří také *Curcuma longa*. Největší diverzita tohoto rodu se vyskytuje v asijsko-pacifické oblasti, a to hlavně v Indii, Myanmaru, Thajsku a dále v Korei, Číně, Austrálii [22]. *Curcuma longa* je společně s rostlinou *Curcuma mangga* nejvíce používaný druh k přípravě jídel, výrobě potravin, doplňků stravy a jako léky v čínské tradiční medicíně [23]. Obě tyto rostliny byly intenzivněji sledovány a byly u nich zjištěny antioxidační, protizánětlivé, repelentní, antivirové, cytotoxické účinky, které se dají využít při léčbě mnoha chorob [23].

Oddenky rostlin rodu kurkumovník jsou rozvětvené, masité a aromatické, často s kořeny nesoucími hlízy. Listová čepel je široce kopinatá nebo podlouhlá, zřídka úzce lineární. Květenství je klasovité, vyskytující se na pseudokmenech nebo na oddělených výhonech vznikajících z oddenků. Koruna květenství je ve spodní části trubkovitá, v horní je dělená na 2 až 3 laloky [18].

Kurkumovník dlouhý neboli *Curcuma longa* (obr. 6) je trvalá rostlina čeledi zázvorníkovitých (*Zingiberaceae*), která se přirozeně vyskytuje v jižní Asii, v jižní Indii a Indonésii. Kurkuma je široce pěstována na pevnině a na ostrovech Indického oceánu [24]. Kořen kurkumy má svou unikátní vůni a barvu, díky kterým má široké kulinární využití [25]. Kurkuma se používá i jako antimikrobiální látka či jako repelent proti hmyzu [26].



Obrázek 6: Kurkumovník dlouhý (*Curcuma longa*) [27]

Kořen kurkumy (obr. 7) má hlíznatý tvar s mnoha oddenky, zhruba 5 až 8 cm dlouhých a asi 1,5 cm širokých. Ty jsou rovné nebo jemně zkroucené, spíše nerozvětvené [22]. Oddenky mají pepřovou vůni a poněkud hořkou hřejivou chuť [24]. Barva hlízy vevnitř je sytě oranžová a povrch hlízy je oranžovo-žlutý až hnědý [22].

Listy této rostliny mají rozměr zhruba 30x8 cm a stonek listu až 1 m dlouhý. Květenství této rostliny je 10 až 15 cm dlouhé, 5 až 7 cm široké. Květy jsou 5 až 5,5 cm dlouhé s bílými okvětními listy. Rostlina dorůstá 1 metru [22].



Obrázek 7: Kořen kurkumovníku dlouhého (*Curcuma longa*) [28]

Indie je hlavní producent kurkumy. Indická kurkuma patří k nejkvalitnějším na světě, jelikož má vysoký obsah kurkuminu. Indie exportuje kurkumu do více než 100 států [22].

1.3.1 Složení kurkumy

Kořen kurkumy obsahuje vodu, sacharidy, minerální látky, lipidy, silice a kurkuminoidy (tab. 1). Kurkuma obsahuje vitaminy thiamin, niacin a vitamin C [22].

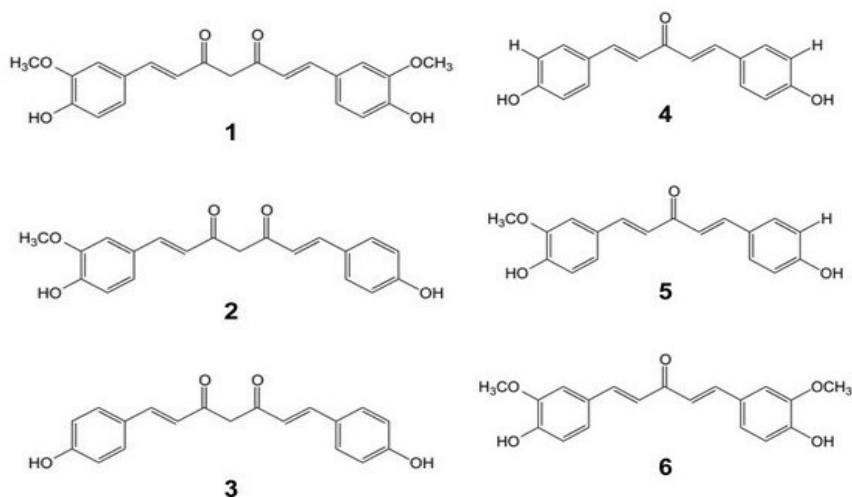
Tabulka 1: Chemické složení kurkumy

Složka	Obsah [%]
Voda	6–13
Sacharidy	60–70
Bílkoviny	6–8
Minerální látky	3–7
Lipidy	5–10
Silice	3–7
Kurkuminoidy	2–6

Kurkuma je chemicky různorodá ve složení. Kvalitativní a kvantitativní složení kurkumy se často liší podle odrůd, lokalit a kultivačních podmínek. U tohoto koření bylo dosud identifikováno přibližně 235 sloučenin, především fenolových sloučenin a terpenoidů. Z těchto sloučenin 22 je diarylheptanoidů a diarylpentanoidů, ty se od diarylheptanoidů liší tím, že namísto sedmikarbonového alkanového řetězce je mezi dvěma fenylovými skupinami pouze pěti uhlíkový řetězec. Mezi ty patří například 1,5-bis(4-hydroxyfenyl)-penta-(1E, 4E)-1,4-dien-3-on, 1-(4-hydroxy-3-methoxyfenyl)-5-(4-hydroxyfenyl)-1,4-pentadien-3-on a 1,5-bis(4-hydroxy-3-methoxyfenyl)-penta-(1E, 4E)-1,4-dien-3-on (obr. 8). Dále bylo z kurkumy izolováno 8 fenypropenů a další fenolické sloučeniny, 68 mono-terpenů, 109 seskviterpenů, 5 diterpenů, 3 triterpenoidy, 4 steroly, 2 alkaloidy a 14 dalších sloučenin [29].

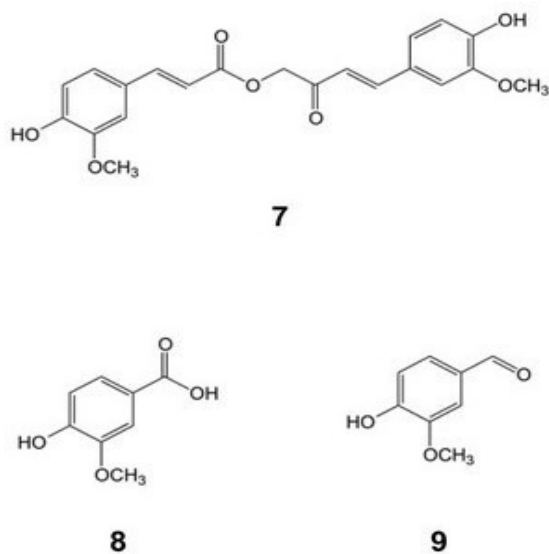
Kurkuminoidy patřící do skupiny diarylheptanoidů jsou hlavní bioaktivní složky kurkumy. Nejběžnější kurkuminoid přítomný v kurkumě je kurkumin, který byl využíván pro léčebné

účely po tisíce let. Komerční kurkumin je obvykle směs tří kurkuminoidů: kurkumin (71,5 %), demethoxykurkumin (19,4 %) a bisdemetoxykurkumin (9,1 %) (obr. 8) [29].



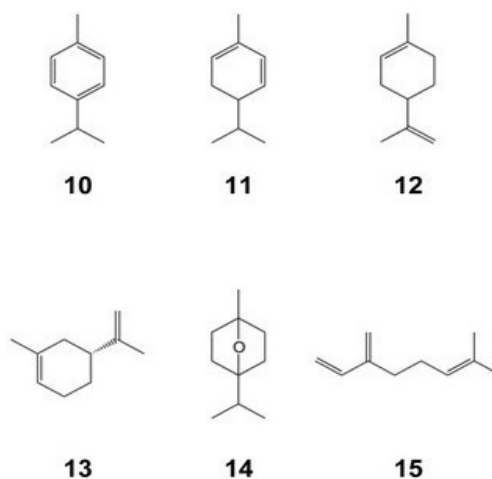
Obrázek 8: Vzorce kurkuminu (1), demethoxykurkuminu (2) a bisdemetoxykurkuminu (3), 1,5-bis(4-hydroxyfenyl)-penta(1E, 4E)-1,4-dien-3-onu (4), 1-(4-hydroxy-3-methoxyfenyl)-5-(4-hydroxyfenyl)-1,4-pentadien-3-on (5) a 1,5-bis(4-hydroxy-3-methoxyfenyl)-penta(1E, 4E)-1,4-dien-3-onu (6) [30]

U kurkumy byly také identifikovány tři diarylpentanoidy s pětiuhlíkovým řetězcem mezi dvěma fenylovými skupinami. Calebin-A, kyselina vanilová a vanilin (obr. 9) jsou další fenypropenové a fenolové sloučeniny identifikované v kurkumě [29].



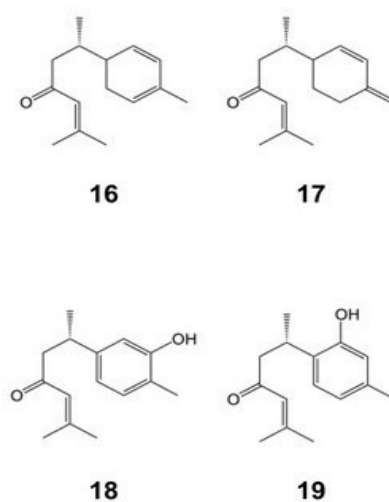
Obrázek 9: Vzorce calebinu-A (7), kyseliny vanilové (8) a vanilinu (9) [30]

Silicím z listů a květů obvykle dominují monoterpeny. Nejběžnější monoterpeny přítomné v kurkumě jsou p-cymen, β -fellandren, terpinolen (terpenolin), p-cymen-8-ol, cineol a myrcen (obr. 10) [29].



Obrázek 10: Vzorce p-cymenu (10), β -fellandrenu (11), terpinolenu (12), p-cymen-8-olu (13), cineolu (14) a myrcenu (15) [30]

Sušené oddenky kurkumy obvykle poskytují 1,5–5 % silic, kterým dominují seskviterpeny a jsou zodpovědné za jejich aromatickou chuť a vůni. Nejčastějšími seskviterpeny identifikovanými z kurkumy jsou α -turmeron, β -turmeron, turmeronol A a turmeronol B (obr. 11) [29].



Obrázek 11: Vzorce α -turmeronu (16), β -turmeronu (17), turmeronolu A (18) a turmeronolu B (19) [30]

2 VLASTNOSTI

Kurkuma má antioxidační, hepatoprotektivní, protizánětlivé, antikarcinogenní a antimikrobiální vlastnosti. Kurkuma je zdrojem kurkuminoidů (kurkuminu) a má řadu farmaceutických, nutraceutických a fytoceutických vlastností kromě toho, že je netoxickou složkou stravy a přírodním barvivem [22].

Kurkumin je nerozpustný ve vodě, je však dobře rozpustný v tucích či alkoholu. Ve vodě rozpustné komplexy vznikají reakcí s chloridy některých kovů, které pak mají intenzivně oranžovou barvu [31].

2.1 Barvicí a chuťové účinky

Kurkuma se používá jako koření díky obsahu vonných olejoprskyřic a chuťových látek [31]. Kurkuma nebo kurkumin se používá jako složka kari koření, kari v pastách, vanilkových pudincích, vanilkových dezertech, žvýkačkách, jogurtech, sýrech, zmrzlinách, instantních polévkách, horčicích, nealko nápojích a margarínech.

Kurkumin, přírodní žlutý 3 nebo turmeric yellow se používá především k barvení mléčných a pekařských výrobků či jako textilní barvivo [24, 30]. Kurkumin je běžně používán ve směsích s alkoholem či polysorbáty (E432 – E463). V průmyslu má uplatnění u barvení dřeva, laků, při výrobě papíru, mastí či vosku [32].

2.2 Insekticidní a larvicidní účinky

Kurkumin je již dlouhou dobu používán jako repelentní přípravek. Používá se hlavně proti hmyzu a hmyzím larvám. Tyto účinky byly využity například proti pilousovi kukuřičnému (*Sitophilus zeamais*) (obr. 12), škůdci, vyskytujícímu se na kukuřici a pšenici, či potemníku hnědému (*Tribolium castaneum*), škůdci napadajícímu obiloviny, a proti larvám komára tropického (*Aedes aegypti*). Koncentrace potřebná k zabití 50% populace (LC₅₀) byla stanovena na 115,6 ppm [Kandaswamy, Sengottayan, 2011]. Mladší, menší larvy byly na extrakt citlivější než starší, větší larvy a kukly [33].



Obrázek 12: Pilous kukuřičný (*Sitophilus zeamais*) [34]

Také byly testovány larvicidní účinky kurkuminu vůči larvám komárů *Anopheles stephensi* a *Culex quinquefasciatus*, kde se toxické účinky projevily při koncentraci 0,1-0,5 % po době působení 24-72 hodin. Toxické účinky této látky byly využity také vůči svilušce chmelové (*Tetranychus urticae*) (obr. 13), ta napadá byliny, listnaté dřeviny a okrasné rostliny. Na listech způsobuje drobné světlé skvrnky. Na jejich spodní straně se po napadení sviluškou vytvoří jemná pavučinka. Napadené listy nabývají bronzového zbarvení, zasychají a předčasně odumírají a květy napadených rostlin zasychají [35]. Toxické účinky se projevily při koncentracích 5-25 g/l [29].



Obrázek 13: Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*) [36]

2.3 Antimikrobiální účinky

Kurkumin má rozsáhlé antibakteriální účinky, které byly zaznamenány proti mikroorganismu *Helicobacter pylori*, kde byl inhibován růst bakterie koncentrací 6,25-50 $\mu\text{g/ml}$. Také byly testovány antibakteriální účinky extraktů *Curcuma longa* a byla zjištěna její

účinnost proti patogenním kmenům Gram pozitivních bakterií: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, a Gram negativních bakterií: *Escherichia. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* [22].

Etanolvý extrakt kurkumy byl použit proti několika kmenům bakterií a plísní. Extrakt s kurkuminem byl účinný vůči plísním *Fusarium oxysporium*, *Aspergillus niger*, *A. nidulans*, *Botrytis cinerin*, *Erysiphe graminis*, *Phytophthora infestans*, *Puccinia recondita*, *Pyricularia oryzae*, *Rhizoctonia solani* a *Alternaria solani* a bakteriím *Staphylococcus albus*, *E. coli*, a *Pseudomonas pyocyanea* [22].

Toxické účinky vůči histamin produkujícím bakteriím se projevily při koncentraci roztoku kurkumy 5%. Testování bylo provedeno na bakteriích *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* a *Proteus mirabilis*. Toxické účinky u patogenů způsobující alimentární choroby nastaly při koncentracích 0,004-2% po době působení 24 hodin [22].

Účinnost této látky proti bakterii *Escherichia coli* byly zjištěny při koncentraci 50 mg/l po době 24 hodin [22]. Antivirální účinky kurkuminu vůči patogenům virů by mohly nominovat tuto látku pro výrobu léčiv proti citlivým virům, a to proti viru parainfluenza typu 3 (PIV-3), viru kočičí infekční peritonitidy (FIPV), viru vezikulární stomatitidy (VSV), viru herpes simplex (HSV) a respiračního syncytiálního viru (RSV) [37].

2.4 Účinky v léčitelství

Výhody kurkumy jsou známy po století, proto se tato rostlina v některých zemích využívá jako bylinný přípravek v přírodním lékařství, podobně jako jiné rostliny. Lidé praktikující ayurvedu používají kurkumin po tisíciletí. Využívá se nejen jako koření do jídel, ale také k léčebným účelům, k přípravě kosmetiky a k barvení textilií [38]. Kurkuma je používána jako tonikum ke zvýšení síly a vitality při vyčerpání. Používá se při zažívacích potížích na podporu vzniku trávicích šťáv a jako lék proti nadýmání [25].

Studie ukázali na účinnost této rostliny proti bronchiálnímu astmatu, nemocem rozmnožovacích orgánů a nemocem močového měchýře. Další studie na této rostlině ukázali pozitivní účinky při hojení ran. Experimentální studie prokázali efektivitu proti chronickému onemocnění jater, cirhóze jater a účinky proti chemicky indukovaným zraněním. Novější studie také poukázaly na protirakovinný potenciál této rostliny [25].

2.5 Protizánětlivé účinky

Kurkumin projevuje protizánětlivý potenciál. Bylo zjištěno, že kurkumin aplikovaný na ránu urychlí dobu hojení [39]. Rány vytvořené biopsií byly ošetřeny kurkuminem, ty ukázaly velký počet infiltrujících buněk, jako jsou makrofágy, neutrofilové a fibroblasty ve srovnání s neošetřenou ranou. Přítomnost myofibroblastu v ránu ošetřeném kurkuminem prokázala rychlejší srůst poraněné tkáně [39].

V ranách se vyskytuje vysoký obsah NO syntázy, která komplikuje hojení a často způsobuje záněty. Kurkuma dokáže tento vysoký obsah NO syntázy snížit, takže se považuje za protizánětlivou látku [22].

Kurkumin je vhodný k léčbě zánětlivých onemocnění jako je artritida, nemoci jater a žlučníku. Bylo zjištěno, že má podobný efekt jako kortizon a nesteroidní protizánětlivé léky, ale bez jejich vedlejších účinků [22].

Používá se na zánětlivé onemocnění žaludku, například žaludeční vředy, způsobené medicací, alkoholem či stresem, či onemocnění střevních stěn, jako Crohnovy choroby [22].

Kurkuma se používá také při očních infekcích, zánětech a degenerativních očních chorobách. Toto bylo testováno pomocí kapek do očí s obsahem kurkuminu. Při testování těchto kapek 86 % pacientů zaznamenalo zmírnění příznaků [33].

2.6 Antioxidační účinky

Oxidační stres hraje velkou roli u mnoha onemocnění. Kurkumin prokazuje vysokou anti-oxidační aktivitu, ve srovnání podobnou jako vitaminy C a E. Kurkumin se svými prokázanými antioxidačními a protizánětlivými účinky má mnoho terapeutických výhod. Ukázal se být účinný proti mnoha reaktivním sloučeninám kyslíku, zahrnující superoxidy, aniontové radikály, hydroxylové radikály a dusičité oxidy [22].

Je doporučováno doplňovat kurkumin do jídelníčků, jelikož může mít pozitivní antioxidační účinky na neurodegenerativní onemocnění spojené s oxidačním stresem jako je Alzheimerova choroba [22].

2.7 Antikancerogenní účinky

Kurkumin má chemopreventativní účinky. Může narušit karcinogenesi, a tak potlačit vývin rakoviny v myší kůži, žaludku, střev a jater [22].

Mnoho studií potvrdilo, že kurkumin inhibuje růst některých rakovinných buněk různých orgánů. A to včetně mozku, prsou, trávicího traktu, hlavy, krku, jater, slinivky, konečníku, prostaty, dělohy, kůže a krve [22]. Poprvé byly protirakovinné účinky této rostliny pozorovány roku 1985 na myších.

Kurkumin je pleiotropní molekula, která účinkuje na více oblastí najednou. Inhibuje aktivitu enzymů, kovů, albuminů a dalších molekul. Přímým blokováním β -amyloidních molekul, kurkumin blokuje agregaci a tvorbu fibril *in vitro* a *in vivo*. Kurkumin nevratně váže aminopeptidázu N a tím inhibuje angiogenezi a invazi rakovinných buněk. Dokáže inhibovat aktivitu lipogenázy, vázáním samotné lipoxygenázy nebo vázáním fosfatidilcholových micel, čímž je lipoxygenáza inhibována [40].

3 VÝROBA A VYUŽITÍ

Sušený kořen kurkumy je zpracováván do jemného žluto-oranžového prášku, používán jako složku koření. Kurkumin je využíván i jako aditivní látka pod kódem E 100 [31].

Využívá se jako barvivo, součást koření, jako antimikrobiální či protizánětlivá látka.

3.1 Výroba kurkumy

Proces výroby kurkumy zahrnuje uvaření oddenků kurkumy dlouhé. Doba varu je 45 až 60 minut, dokud oddenky nezměknou. Stav, při kterém se var zastaví, má velký vliv na barvu a aroma konečného produktu. Převaření ničí barvu konečného produktu, zatímco nedovařenost oddenků způsobuje, že sušený produkt je příliš křehký [22].

Při zdokonaleném způsobu vytvrzování se vyčištěné části (přibližně 50 kg) odebírají v děrovaném žlabu z pozinkovaného železa nebo plechu z měkké oceli s prodlouženou rovnoběžnou rukojetí, o velikosti 0,9x0,5x0,4 m. Perforovaný žlab s oddenky je pak ponořen do pánve. Do koryta se nalije 100 litrů vody, které zalijí oddenky kurkumy. Celá hmota se vaří, dokud oddenky nezměknou. Vařené kořeny se vyjmou z pánve zvednutím žlabu a vypuštěním vody do pánve. Voda použitá k varu oddenků kurkumy může být použita pro vytvrzování čerstvých vzorků. Zpracování kurkumy se provádí 2 nebo 3 dny po sklizni. Pokud dojde ke zpoždění ve zpracování, oddenky by měly být skladovány ve stínu nebo pokryty pilinami nebo kokosovým prachem [22].

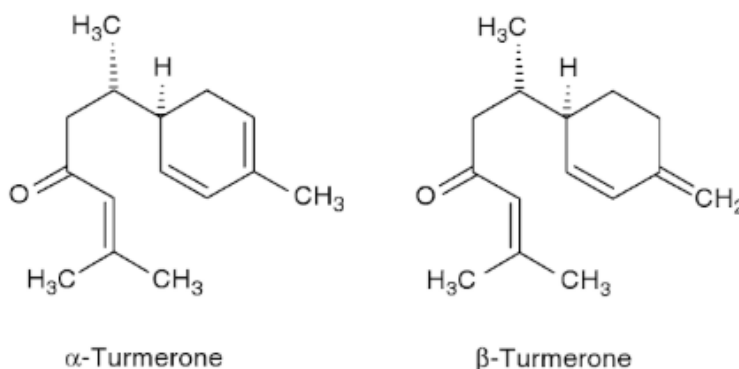
Vařené oddenky se suší na slunci jejich rozprostřením v 5 až 7 cm silných vrstvách na bambusových rohožích nebo na podlaze. Tenčí vrstva není žádoucí, protože barva vysušeného produktu může být nepříznivě ovlivněna. Během nočních hodin by měly být oddenky nahromaděny nebo pokryty materiálem, který zajišťuje provzdušňování. úplné vasušení kořenů trvá 10 až 15 dní. Umělé sušení s použitím průtokového horkého vzduchu při maximální teplotě 60 ° C také poskytuje kvalitní produkt. V případě krájené kurkumy má umělé sušení jasné výhody v tom, že poskytuje jasnější barevný produkt než sušení na slunci, kdy kořeny mají sklon vyblednout. Výtěžek suchého produktu se pohybuje v rozmezí od 20 do 30 %, v závislosti na odrůdě a místě pěstování [22].

Sušená kurkuma má špatný vzhled a hrubý matný vnější povrch se šupinami a kořenovými kousky. K lepšímu vzhledu výrobku se dosáhne vyhlazování a leštění vnějšího povrchu

ručním nebo mechanickým otěrem. Ruční leštění spočívá v tření suchých oddenků kurkumy o tvrdou povrchu. Vylepšený způsob používá ručně ovládaný válec nebo buben namontovaný na středové ose, jejíž strany jsou vyrobeny z mřížky z kovového plechu. Když se buben naplněný kurkumou otáčí, je leštění prováděno otěrem povrchu proti síťovině, jakož i vzájemným otíráním kořenů o sobě. Kurkuma je také leštěná v elektricky ovládaných bubnech [22].

3.2 Výroba silice

Destilací prášku kurkumy se získá 1,3 až 5,5 % silice, jejíž hlavními složkami jsou α -turmeron a β -turmeron (obr. 14) [2].



Obrázek 14: Vzorce α -turmeronu a β -turmeronu [41]

3.3 Výroba kurkuminu

Pro výrobu kurkuminu se musí prášek kurkumy nejprve extrahovat za pomoci rozpouštědla a poté je rozpuštěný extrakt zakonzentrován ve vakuu, do vzniku oleoresinu tmavé barvy. Pro získání kurkuminu je tento extrakt pročištěn krystalizací [2].

Směrnice Evropské komise 95/45 / ES uvádí následující rozpouštědla vhodná pro extrakci: aceton, oxid uhličitý, ethylacetát, dichlormetan, n-butanol, metanol, etanol a hexan. Kurkumin se izoluje krystalizací z extraktu. Ve finálním produktu mohou být přítomna menší množství olejů a pryskyřic přirozeně se vyskytujících v kurkumě [42].

Kurkumin se extrahuje ze sušeného kořene oddenku *Curcuma longa*. Proces extrakce vyžaduje, aby surový materiál byl rozmělněn na prášek a promyt vhodným rozpouštědlem, které selektivně extrahuje barviva. Tento postup po destilaci rozpouštědla poskytuje ole-

oresin s obsahem barviva 25 až 35 % spolu se silicemi a dalšími pryskyřičnými extrakty. Takto získaný oleoresin se podrobí dalším promytím za použití selektivních rozpouštědel, která mohou extrahovat kurkuminový pigment z oleoresinu. Tento proces poskytuje práškovou purifikovanou potravinářskou barvu, známou jako kurkuminový prášek, s více než 90% obsahem barviva a velmi málo silice a jiných suchých látek přírodního původu. Výběr rozpouštědel se provádí opatrně, aby se splnila kritéria extrahovatelnosti a regulační kritéria. Za vhodná jsou považována následující rozpouštědla:

- isopropanol - v procesu výroby kurkuminu se isopropylalkohol používá jako prostředek pro čištění kurkuminu,
- ethylacetát - s omezením na použití chlorovaných rozpouštědel, jako je dichlo-rethan, bylo zjištěno, že ethylacetát je díky své polaritě důvodem, který poskytuje přijatelnou kvalitu produktu a komerční výtěžitelnost,
- aceton - používá se jako rozpouštědlo při výrobě kurkuminu,
- oxid uhličitý - v současné době se nepoužívá v komerční výrobě. Je však uvedena ve směrnici ES 95/45 / ES a má potenciál nahradit chlorovaná rozpouštědla,
- metanol - toto rozpouštědlo se příležitostně používá jako pomocná látka při čištění,
- ethanol - toto rozpouštědlo se používá zřídka, protože kurkumin je zcela rozpustný v ethanolu,
- hexan [42].

3.4 Využití kurkuminu v potravinářství

Kurkumin se v potravinářství používá jako barvivo a jako součást kořenících směsí, pro dodání barvy a chuti, jako je například součást koření kari (obr. 15) [31].



Obrázek 15: Kari koření, Hořčice obarvena kurkuminem [43]

Používá se na barvení různých potravinářských výrobků, jako jsou sýry, zmrzlina, pudingové prášky, těstoviny, roztíratelné rostlinné a směsné tuky, chléb (obr. 16) a suché směsi. V některých státech se kurkuminem přibarvuje také máslo [31, 40, 44].



Obrázek 16: Chléb lámankový, Rostlinný roztíratelný tuk [45]

Maximální přípustné množství kurkuminu v potravinách se pohybuje od 20 do 500 mg/kg potraviny, podle typu potraviny. Kurkumin je také povolen v nápojích v množství do 200 mg/l [46].

3.5 Využití kurkuminu ve farmacii a přírodním léčitelství

Kurkumin se jako pomocný léčivý přípravek používá u mnoha chronických nemocí, u kterých mají záněty velkou roli. Díky antioxidačním a protizánětlivým účinkům kurkuminu, se tato látka používá pro zmírnění příznaků některých chorob. Mezi tyto nemoci jsou řazeny: Alzheimerova choroba, Parkinsonova choroba, roztroušená skleróza, epilepsie, poranění mozku, kardiovaskulární onemocnění, rakovina, alergie, astma, bronchitida, kolitida, revmatoidní artritida, renální ischemie, psoriáza, diabetes mellitus, obezita, deprese či únava [47].

3.5.1 Alzheimerova choroba

Alzheimerova choroba je neurodegenerativní choroba, která zahrnuje oxidační poškození a akumulaci amyloid beta peptidu. Během testování bylo zjištěno, že kurkumin dokázal snížit hladiny oxidovaných proteinů, antioxidačními účinky kurkuminu. Amyloid beta peptid byl u testovaného subjektu, myši, snížen o 43-50 %. Studie prokázaly, že kurkumin snižuje

obsah amyloidu a oxidovaných bílkovin, což znamená, že tato látka by v budoucnu mohla být jednou ze složek v léčbě proti této chodobě [47].

3.5.2 Kardiovaskulární choroby

Kardiovaskulární choroby jsou spojeny se zánětlivostí a oxidativním stresem, které pak přispívají ke vzniku aterosklerózy. Oxidativní stres ovlivňuje lipoproteiny, stěny žil a subcelulární membrány. Oxidace LDL cholesterolu hraje velkou roli u tvorby aterosklerózy. Poprvé byl kurkumin testován při ischemii myokardu, což je nedostatek přísunu krve do srdce, u podvázání koronární tepny. Kurkumin byl subjektům podán 30 minut před zákrokem a bylo zjištěno, že kurkumin ochránil subjekty, myši, před snižováním tepu a krevního tlaku. Kurkumin podaný před a po zákroku snížil úroveň xantinoxidázy a myeloperoxidáz [47].

Bylo zjištěno, že kurkumin inhibuje migraci buněk hladkého svalstva cév, což je jedna z příčin vzniku kardiovaskulárních chorob a cévních zranění. Také napomáhá snižovat růst tkáně vlivem zvětšování objemu jednotlivých buněk (hypertrofii). Tato aktivita je zapříčiněna účinností kurkuminu inhibovat transferázy histonů, což hraje velkou roli u patologické srdeční hypertrofie a selhání srdce [47].

3.5.3 Choroby kůže

Lupénka (obr. 17) neboli psoriáza je autoimunitní onemocnění kůže, při které se na částech pokožky tvoří fleky. V klinické studii byl kurkumin použit jako antipsoriatická látka. Pacientům, kteří používali kurkumin, se zlepšil stav kůže. V této studii se dále používali jak antipsoriatické steroidy bez přídavku kurkuminu, tak kombinace steroidů s kurkuminem a placebo. Pacientům, kterým bylo podáváno během studie placebo, se na konci testu podalo 4,5 g kurkuminu, přičemž 16,7 % ze všech pacientů, na kterých bylo testování provedeno, zaznamenalo pozitivní reakci [48].



Obrázek 17: Lupénka (psoriáza) [49]

U pacientů s dermatitidou byl podáván kurkumin pro zjištění jeho potenciálu redukce závažnosti dermatitid spojených s radiací u 30 pacientů s rakovinou prsu. U pacientů, kterým byl podáván 6 g kurkuminu denně, byl zaznamenán úbytek dermatitidy na pokožce [48].

3.5.4 Vedlejší účinky

Kurkumin byl prokázán pro člověka jako farmakologicky bezpečná látka, nicméně se nedoporučuje konzumovat příliš velké množství této látky, jelikož by mohl při vysokých koncentracích mít projímavé účinky [38].

V třinácti týdenní studii na krysách bylo zaznamenáno, že po užívání kurkuminu v dávkách 2600 mg/kg, se u krys zvýšila hmotnost jater, měly flekatou srst a zbarvení kůže pod srstí, hyperplazii slizničního epitelu slepého střeva a konečníku. Žádný subjekt ve studii nezemřel. Ve dvouletém testu při podávání kurkuminu skupinám krys v množství 50, 250, 480, 1300 a 2600 mg/kg, nebyly při nižších koncentracích zaznamenány žádné vedlejší účinky. U koncentrace 2600 mg/kg po dobu dvou let se krysám vytvořily žaludeční vředy, hyperplazie slizničního epitelu slepého střeva a konečníku [47].

Je tedy možné, že velkou roli mezi pozitivními a negativními vlivy kurkuminu hraje právě koncentrace [47].

4 METODY STANOVENÍ KURKUMINU

Nejběžněji metody stanovení pro analýzu kuruminu jsou kombinace vysoce účinné kapalinové chromatografie (HPLC) s různými detekčními metodami [46]. Pro detekci se využívá hmotnostní spektrum látky nebo se používá NMR [50]. Pro detekci kurkuminu jsou také používány absorpční detektory v rozsahu vlnových délek od 350 do 450 nm nebo v UV oblasti s použitím běžné detekční vlnové délky v rozsahu 250 až 270 nm. Použití této metody je jednoduché a užitečné. Při několika výzkumech byla použita technika HPLC s fluorescenční detekční metodou [4].

Dalším všestranným nástrojem pro detekci kurkuminu je kapalinová chromatografie s hmotnostní spektrometrií. Ze všech těchto metod detekce kurkuminu je nejcitlivější fluorescenční excitace v oblasti 400 až 450 nm (až 1 ng/ml). Pro detekci i separaci jsou užitečné i chromatografické metody na tenké vrstvě za použití hliníkových desek předem potažených silikagelem jako stacionární fáze se směsí chloroform-methanol jako rozpouštědla [4].

ZÁVĚR

Kurkumin je látka s širokým uplatněním. Ať se jedná o využití jako potravinářské barvivo nebo látku využívanou v léčitelství.

V potravinářství se používá jako aditivum pouze v minimálním rozsahu. EFSA stanovila maximální přípustné množství kurkuminu v potravinách na rozmezí od 20 do 500 mg/kg potraviny, podle typu potraviny. Kurkumin je také povolen v nápojích v množství do 200 mg/l. Toto množství je při dlouhodobé konzumaci potravin s obsahem této látky neškodné.

Studie ukázaly, že kurkumin je účinná mikrobiální látka. U bakterie *Helicobacter pylori* byl inhibován růst bakterie koncentrací kurkuminu 6,25-50 µg/ml. Byla zjištěna účinnost kurkuminu proti patogenním kmenům Gram pozitivních bakterií: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, a Gram negativních bakterií: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*. U těchto mikroorganismů byl kurkuminem zpomalen jejich růst. Účinnost kurkuminu proti bakterii *Escherichia coli* nastaly při koncentraci 50 mg/l po době 24 hodin.

Koncentrace kurkuminu potřebná k zabití 50% populace larev komára tropického (*Aedes aegypti* (LC₅₀) byla stanovena na 115,6 ppm [Kandaswamy, Sengottayan, 2011]. Toxické účinky proti larvám komárů *Anopheles stephensi* a *Culex quinquefasciatus* se projevíly při koncentraci 0,1-0,5 % po době působení 24-72 hodin. Toxické účinky proti svlušce chmelové se projevíly při koncentracích 5-25 g/l.

Kurkumin se používá pro zmírnění příznaků některých chorob, jako jsou: Alzheimerova choroba, Parkinsonova choroba, roztroušená skleróza, epilepsie, poranění mozku, kardiiovaskulární onemocnění, rakovina, alergie, astma, bronchitida, kolitida, revmatoidní artritida, renální ischemie, psoriáza, diabetes mellitus, obezita, deprese či únava. Tato oblast není zatím řádně prozkoumána, stále nejsou všechny informace zjištěny a kurkumin zatím není stanoven jako léčivo.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VELÍŠEK, J. a K. CEJPEK. *Biosynthesis of food components*. Tábor: OSSIS, 2008. s. 412-415. ISBN 978-80-86659-12-1.
- [2] CLARK, M., 2011. *Handbook of textile and industrial dyeing*. Philadelphia: Woodhead Publishing Limited. ISBN 978-184-5696-962.
- [3] Obrázek Chemická struktura kurkuminu [online] [cit. 2019-03-13] Dostupný z: https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-curcumin_fig1_260810696
- [4] PRIYADARSINI, Kavirayani, 2014. The Chemistry of Curcumin: From Extraction to Therapeutic Agent. *Molecules*. **19**(12), 20091-20112. DOI: 10.3390/molecules191220091. ISSN 1420-3049. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/1420-3049/19/12/20091>
- [5] AUGUSTYN, Adam, Patricia BAUER a SPOL, *Zingiberaceae: PLANT FAMILY* [online]. October 17, 2013 [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/plant/Zingiberaceae>
- [6] Obrázek Kurkumovník dlouhý (*Curcuma longa*) [online] [cit. 2019-04-15] Dostupný z: https://en.wikipedia.org/wiki/Turmeric#/media/File:Curcuma_longa_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-199.jpg
- [7] JUDD, Walter S., c2002. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. 2nd ed. Sunderland, Mass., U.S.A.: Sinauer Associates. ISBN 978-087-8934-034.
- [8] WU, Delin a Kai LARSEN, 1981. Zingiberaceae Lindley. *Flora of China* [online]. **16**(24), 322 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=10960
- [9] GISEKE, Buekia a Alan T. WHITTEMORE, 1810. Alpinia. *Flora of North America* [online]. **11**, 308-309 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=101188
- [10] GISEKE, Albina a Buekia GISEKE, 2000. ALPINIA. *Flora of China* [online]. **24**, 333–346 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=101188
- [11] Obrázek Alpinie nachová (*Alpinia purpurata*) [online] [cit. 2019-03-13] Dostupný z: <https://www.monaconatureencyclopedia.com/alpinia-purpurata/?lang=en>
- [12] LAMXAY, V. a M. F. NEWMAN, 2012. A REVISION OF AMOMUM (ZINGIBERACEAE) IN CAMBODIA, LAOS AND VIETNAM. *Edinburgh Journal of*

Botany. **69**(1), 99-206. DOI: 10.1017/S0960428611000436. ISSN 0960-4286. Dostupné také z:

https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0960428611000436/type/journal_article

[13] GISEKE, Meistera, Paludana GISEKE a a SPOL, 2000. Amomum. *Flora of China* [online]. **3**(24) [cit. 2019-05-15]. Dostupné z:

http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=101395

[14] POULSEN, Axel Dalberg. *Etilingera of Borneo*. Kota Kinabalu: Natural History Publications (Borneo) in association with Royal Botanic Garden Edinburgh, 2006. ISBN 98-381-2117-7.

[15] HUA, wu a jiang SHU. Globba. *Flora of China* [online]. 2000, **24**(10), 358–359 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z:

http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=113644

[16] Obrázek *Globba winitii* [online] [cit. 2019-04-30] Dostupný z:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Globba_winitii_serres_du_Luxembourg.jpg#/media/File:Globba_winitii_serres_du_Luxembourg.jpg

[17] SHU, jiang. Zingiber. *Flora of China* [online]. 2000, **24**(10), 323 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=135325

[18] SHU, jiang. Curcuma. *Flora of China* [online]. 2000, **24**(4), 359 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=108706

[19] SHU, jiang. Curcuma zedoaria. *Flora of North America* [online]. 2001, **22**(8), 354 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z:

http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=200028377

[20] ULLAH, H M Arif, Sayera ZAMAN, Fatematuj JUHARA, Lucky AKTER, Syed Mohammed TAREQ, Emranul Haque MASUM a Rajib BHATTACHARJEE. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2014, **14**(1). DOI: 10.1186/1472-6882-14-346. ISSN 1472-6882. Dostupné také z:

<http://bmccomplementaltermmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6882-14-346>

[21] Obrázek Kurkumovník zedoárový [online] [cit. 2019-04-25] Dostupný z:

<https://patioplants.com/product/zedoary-perfume-ginger-curcuma-zedoaria-8-deep-landscapers-pot/>

[22] RAVINDRAN, P. N., K. NIRMAL BABU a K. SIVARAMAN. *Turmeric: the genus Curcuma*. Boca Raton, FL: CRC Press, c2007. ISBN 978-084-9370-342.

- [23] LIU, Yunbao a Muraleedharan G. NAIR. Curcuma longa and Curcuma mangga leaves exhibit functional food property. *Food Chemistry*. 2012, **135**(2), 634-640. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.04.129. ISSN 03088146. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814612007923>
- [24] AUGUSTYN, Adam, Patricia BAUER a SPOL, *Turmeric: PLANT* [online]. December 3, 2018 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/plant/turmeric>
- [25] NAZ, Sana, Faisal IRSHAD a Hina MAWANI. CURCUMA LONGA. *The Professional Medical Journal*. 2018, **25**(07), 1112-1116. DOI: 10.29309/TPMJ/18.4363. ISSN 10248919. Dostupné také z: <http://theprofesional.com/index.php/tpmj/article/view/154>
- [26] RUDRAPPA, Thimmaraju a Harsh P. BAIS. Curcumin, a Known Phenolic from Curcuma longa, Attenuates the Virulence of Pseudomonas aeruginosa PAO1 in Whole Plant and Animal Pathogenicity Models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008, **56**(6), 1955-1962. DOI: 10.1021/jf072591j. ISSN 0021-8561. Dostupné také z: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf072591j>
- [27] Obrázek Kurkumovník dlouhý (*Curcuma longa*) [online] [cit. 2019-04-20] Dostupný z: <https://www.alsagarden.com/en/420-curcuma-longa-curcuma-plants.html>
- [28] Obrázek Kořen kurkumovníku dlouhého (*Curcuma longa*) [online] [cit. 2019-04-26] Dostupný z: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/318405.php>
- [29] GUPTA, Subash C., Bokyung SUNG, Ji Hye KIM, Sahdeo PRASAD, Shiyu LI a Bharat B. AGGARWAL. Multitargeting by turmeric, the golden spice: From kitchen to clinic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013, **57**(9), 1510-1528. DOI: 10.1002/mnfr.201100741. ISSN 16134125. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/mnfr.201100741>
- [30] Obrázek Vzorce složek kurkumy (1) kurkumin; (2) demethoxycurcumin; (3) bisdemethoxycurcumin; (4) 1,5-bis (4-hydroxyfenyl) -penta- (1E, 4E) -1,4-dien-3-on; (5) 1 - (4 - hydroxy - 3 - methoxyfenyl) - 5 - (4 - hydroxyfenyl) - 1 - 4 - pentadien - 3 - on; (6) 1,5-bis (4-hydroxy-3-methoxyfenyl) -penta- (1E, 4E) -1,4-dien - 3 - one; (7) calebin-A; (8) kyselina vanilová; (9) vanilin; (10) p-cymen; (11) β -phellandren; (12) terpinolen; (13) p-cymen- 8 - ol; (14) cineol; (15) myrcen; (16) α -turmeron; (17) β -turmeron; (18) turmeronol A; (19) turmeronol B [online] [cit. 2019-04-29] Dostupný z: <https://wol-prod-cdn.literatumonline.com/cms/attachment/3d61b936-5fac-4741-aba5-884ea15e7729/mnfr1798-fig-0003-m.png>

- [31] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-16-9.
- [32] E100. In: *Fér potravina* [online]. [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/seznam-ecek/E100>
- [33] KALAIVANI, Kandaswamy, Sengottayan SENTHIL-NATHAN a Arunachalam Ganesan MURUGESAN. Biological activity of selected Lamiaceae and Zingiberaceae plant essential oils against the dengue vector *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*. 2012, **110**(3), 1261-1268. DOI: 10.1007/s00436-011-2623-x. ISSN 0932-0113. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00436-011-2623-x>
- [34] Obrázek Pilous kukuřičný (*Sitophilus zeamais*) [online] [cit. 2019-04-20] Dostupný z: <https://www.biolib.cz/cz/image/id79804/>
- [35] MUŠKA, František. Sviluška chmelová. *Agromanuál*. 2006, (11-12), 30-31.
- [36] Obrázek Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*) [online] [cit. 2019-05-01] Dostupný z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Svilu%C5%A1ka_chmelov%C3%A1#/media/File:Tetranychus_urticae_with_silk_threads.jpg
- [37] ZOROFCHIAN MOGHADAMTOUSI, Soheil, Habsah ABDUL KADIR, Pouya HASSANDARVISH, Hassan TAJIK, Sazaly ABUBAKAR a Keivan ZANDI. A Review on Antibacterial, Antiviral, and Antifungal Activity of Curcumin: A short review. *BioMed Research International*. 2014, **2014**(6), 1-12. DOI: 10.1155/2014/186864. ISSN 2314-6133. Dostupné také z: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/186864/>
- [38] AGGARWAL, Bharat B. Curcumin. *Oncology*. 2010, **24**(4), 52-54. ISSN 0890-9091.
- [39] MAHESHWARI, Radha K., Anoop K. SINGH, Jaya GADDIPATI a Rikhab C. SRIMAL. Multiple biological activities of curcumin: A short review. *Life Sciences*. 2006, **78**(18), 2081-2087. DOI: 10.1016/j.lfs.2005.12.007. ISSN 00243205. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024320505012427>
- [40] GOEL, Ajay, Ajaikumar B. KUNNUMAKKARA a Bharat B. AGGARWAL. Curcumin as “Curecumin”: From kitchen to clinic. *Biochemical Pharmacology*. 2008, **75**(4), 787-809. DOI: 10.1016/j.bcp.2007.08.016. ISSN 00062952. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006295207005758>
- [41] Obrázek Vzorce α -turmeronu a β -turmeronu [online] [cit. 2019-05-05] Dostupný z: <https://www.researchgate.net/publication/235411113> PARTHASARATHY, V. A., B. CHEMPAKAM a T. John

ZACHARIAH. *Chemistry of spices*. Cambridge, MA: CABI Pub., c2008. ISBN 978-1-84593-405-7.

[42] STANKOVIC, Ivan. Chemical and Technical Assessment (CTA) Curcumin.

In: *61st JECFA* [online]. FAO 2004 [cit. 2019-04-04]. Dostupné z:

<http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jecfa/cta/61/Curcumin.pdf>

[43] Obrázek Kari koření, Hořčice obarvena kurkuminem [online] [cit. 2019-05-06]

Dostupný z: <https://vitana.cz/produkty/koreni/smesi/kari>,

<https://www.dtest.cz/test/kaufland-benita-mustard-fine/27291>

[44] E100 Kurkumin. In: *dTest* [online]. Praha: vydavatel dTest [cit. 2019-04-15]. Do-

stupné z: <https://www.dtest.cz/ecka/1/e-100-kurkumin>

[45] Obrázek Chléb lámankový, Rostlinný roztíratelný tuk [online] [cit. 2019-05-06]

Dostupný z: <https://www.dtest.cz/test/lidl-la-cestera-chleb-lamankovy/36756>,

<https://www.dtest.cz/test/tesco-value-rostlinny-roztiratelny-tuk-20/35386>

[46] Scientific Opinion on the re-evaluation of curcumin (E 100) as a food additi-

ve. *EFSA Journal*. 2010, **8**(9). DOI: 10.2903/j.efsa.2010.1679. ISSN 18314732. Dostupné

také z: <http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2010.1679>

[47] AGGARWAL, Bharat B. a Kuzhuvilil B. HARIKUMAR. Potential therapeutic effects of curcumin, the anti-inflammatory agent, against neurodegenerative, cardiovascular, pulmonary, metabolic, autoimmune and neoplastic diseases. *EFSA Journal*.

2009, **41**(1), 40-59. DOI: 10.1016/j.biocel.2008.06.010. ISSN 13572725. Dostupné také z:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1357272508002550>

[48] KUNNUMAKKARA, Ajaikumar B, Devivasha BORDOLOI, Ganesan

PADMAVATHI, Javadi MONISHA, Nand Kishor ROY, Sahdeo PRASAD a Bharat B

AGGARWAL. Curcumin, the golden nutraceutical: multitargeting for multiple chronic

diseases. *British Journal of Pharmacology*. 2017, **174**(11), 1325-1348. DOI:

10.1111/bph.13621. ISSN 00071188. Dostupné také z:

<http://doi.wiley.com/10.1111/bph.13621>

[49] Obrázek Lupénka (psoriáza) [online] [cit. 2019-04-29] Dostupný z:

<https://www.novinky.cz/zena/zdravi/491772-nevzhledna-lupenka-neni-infekcni.html>

[50] GÖREN, Ahmet C., Simay ÇIKRIKÇI, Muhiddin ÇERGEL, Gökhan BILSEL, Nand Kishor ROY, Sahdeo PRASAD a Bharat B AGGARWAL. Rapid quantitation of curcumin

in turmeric via NMR and LC–tandem mass spectrometry: multitargeting for multiple chronic diseases. *Food Chemistry*. 2009, **113**(4), 1239-1242. DOI:

10.1016/j.foodchem.2008.08.014. ISSN 03088146. Dostupné také z:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814608009783>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- LC₅₀ Letální koncentrace, při které uhynie 50 % testovacích organismů
- UV Ultrafialové záření - elektromagnetické vlnění s vlnovými délkami kratšími než viditelné světlo. Zaujímá spektrální oblast vlnových délek od 100 - 400 nm.
- DAD Detektor diodového pole
- HPLC Vysokoúčinná kapalinová chromatografie
- NMR Nukleární magnetická rezonance

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Chemická struktura kurkumin [3]	10
Obrázek 2: Kurkumovník dlouhý (<i>Curcuma longa</i>) [6]	11
Obrázek 3: Alpinie nachová (<i>Alpinia purpurata</i>) [11]	12
Obrázek 4: <i>Globba winitii</i> [16]	13
Obrázek 5: kurkumovník zedoárový [21]	14
Obrázek 6: Kurkumovník dlouhý (<i>Curcuma longa</i>) [27]	15
Obrázek 7: Kořen kurkumovníku dlouhého (<i>Curcuma longa</i>) [28]	15
Obrázek 8: Vzorce kurkuminu (1), demethoxykurkuminu (2) a bisdemetoxykurkuminu (3), 1,5-bis (4-hydroxyfenyl) -penta- (1E, 4E) -1,4- dien-3-onu (4), 1-(4-hydroxy-3-methoxyfenyl) -5- (4-hydroxyfenyl) -1-4- pentadien-3-on (5) a 1,5-bis(4-hydroxy-3-methoxyfenyl) - penta-(1E, 4E) -1,4- dien-3-onu (6) [30]	17
Obrázek 9: Vzorce calebinu-A (7), kyseliny vanilové (8) a vanilinu (9) [30]	17
Obrázek 10: Vzorce p-cymenu (10), β -felandrenu (11), terpinolenu (12), p-cymen-8- olu (13), cineolu (14) a myrcenu (15) [30]	18
Obrázek 11: Vzorce α -turmeronu (16), β -turmeronu (17), turmeronolu A (18) a turmeronolu B (19) [30]	18
Obrázek 12: Pilous kukuřičný (<i>Sitophilus zeamais</i>) [34]	20
Obrázek 13: Sviluška chmelová (<i>Tetranychus urticae</i>) [36]	20
Obrázek 14: Vzorce α -turmeronu a β -turmeronu [41]	25
Obrázek 15: Kari koření, Hořčice obarvena kurkuminem [43]	26
Obrázek 16: Chléb lámankový, Rostlinný roztíratelný tuk [45]	27
Obrázek 17: Lupénka (psoriáza) [49]	28

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Chemické složení kurkumy	16
-------------------------------------------	----