

Stanovení polyfenolů a antioxidační aktivity v kořeni sumak

Natálie Sonia Měrková

Bakalářská práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Natálie Sonia Měrková**
Osobní číslo: **T21201**
Studijní program: **B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin**
Specializace: **Gastronomické technologie**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Stanovení polyfenolů a antioxidační aktivity v kořeni sumak**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

- Charakterizovat rostlinu, ze které se koření sumak získává.
- Popsat chemické složení sumaku s důrazem na biologicky aktivní látky.

II. Experimentální část

- Stanovit ve vybraných vzorcích sumaku celkové polyfenoly a hodnoty antioxidačních aktivit.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] SAKHR, Khaula a Sami EL KHATIB, 2020. Physiochemical properties and medicinal, nutritional and industrial applications of Lebanese Sumac (Syrian Sumac – *Rhus coriaria*): A review. *Heliyon* [online]. **6**(1) [cit. 2023-04-23]. ISSN 24058440. Dostupné z: doi:10.1016/j.heliyon.2020.e03207
- [2] ABU-REIDAH, Ibrahim M. et al., 2015. HPLC–DAD–ESI-MS/MS screening of bioactive components from *Rhus coriaria* L. (Sumac) fruits. *Food Chemistry* [online]. **166**, 179-191 [cit. 2023-04-23]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2014.06.011
- [3] FEREDOONFAR, Hossein et al., 2019. Chemical variation and antioxidant capacity of sumac (*Rhus coriaria* L.). *Industrial Crops and Products* [online]. **139** [cit. 2023-04-23]. ISSN 09266690. Dostupné z: doi:10.1016/j.indcrop.2019.111518

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.**
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2024**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 5. února 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORKY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků budu uvedena jako spoluautorka.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studentky:

.....
podpis studentky

ABSTRAKT

Teoretická část práce zahrnuje definici koření v rámci legislativy ČR, jeho rozdělení do kategorií a popisuje rostlinu škumpu koželužské, ze které se vyrábí koření sumak. V experimentální části byly v koření sumaku z různých zemí původu stanoveny celkové polyfenoly Folin-Ciocalteho metodou a hodnoty antioxidačních aktivit se zhášením radikálů ABTS a DPPH, následně byla mezi měřeními provedena korelační analýza. Nejvyšší hodnotu celkových polyfenolů ve vodném extraktu měl vzorek sumaku pocházející z Libanonu, nejnižší potom vzorky pocházející z Ruska a Turecka. U methanolických výluhů byla nejvyšší a nejnižší hodnota polyfenolů naměřena u vzorků Gruzie a Ruska. Nejvyšší hodnotu antioxidační aktivity vykazoval vzorek sumaku z Libanonu. Korelační analýza prokázala silně pozitivní lineární závislost mezi obsahem polyfenolů a hodnotami antioxidačních aktivit.

Klíčová slova: koření, polyfenoly, sumak, *Rhus coriaria*, antioxidační aktivita, celkový obsah polyfenolů

ABSTRACT

The theoretical part of the bachelor thesis deals with the legislation rule of spices, categorisation, and describes the plant *Rhus coriaria* L. from which sumac spice is produced. Regarding the experimental work, the total phenolic content in sumac originating from different countries was determined by the Folin-Ciocalteu method; consequently, the antioxidant activity values with the quenching of the ABTS and DPPH radicals were measured to follow by correlation analysis. In the case of aqueous extracts, the highest total phenolic value was measured in sumac originated from Lebanon, while the lowest contents were determined in samples originating from Russia and Turkey. In terms of methanol extraction, the highest and lowest values of total polyphenols were measured in samples from Georgia and Russia, respectively. The sumac samples originated from Lebanon, Georgia, Israel and Italy showed high values of antioxidant activity measured by quenching of DPPH or ABTS radicals. Correlation analysis showed a significant linear positive relationship between the polyphenol contents and the values of antioxidant activities.

Keywords: spices, polyphenols, sumac, *Rhus coriaria*, antioxidant activity, total polyphenol content

Tímto bych ráda poděkovala doc. Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D., vedoucí mé bakalářské práce, za odborné vedení, profesionální přístup, užitečné rady, čas a trpělivost, které mi v průběhu vypracování této bakalářské práce poskytovala.

Chtěla bych také poděkovat mé rodině za zázemí a podporu při mém studiu.

S vděčností a úctou

Natálie Sonia Měrková

Motto:

„Říká se, že smích je kořením života. Obohacuje náš život o tu nejkrásnější emoci – radost. Stejně jako koření obohacuje jídlo o příchutě, které posouvají obyčejné potraviny do gastronomického nebe.“

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 KOŘENÍ.....	11
1.1 DĚLENÍ KOŘENÍ	11
1.1.1 Jednotlivé druhy koření.....	12
1.2 SMĚSI KOŘENÍ	14
1.2.1 Kari (<i>Murraya koenigii</i>)	14
1.2.2 Garam masala.....	15
1.2.3 Provensálské koření	15
1.3 KOŘENÍ PŘÍPRAVKY A POCHUTINY	15
1.5 POŽADAVKY KLADENÉ NA KOŘENÍ SOUVISEJÍCÍ S JAKOSTÍ	17
1.6 DALŠÍ MOŽNOSTI VYUŽITÍ KOŘENÍ	17
2 ROSTLINA ŠKUMPY.....	18
2.1 ŠKUMPA KOŽELUŽSKÁ – <i>RHUS CORIARIA</i> L.	18
2.2 ŠKUMPA OROBINCOVÁ – <i>RHUS TYPHINA</i> L.	19
2.3 ŠKUMPA JEDOVATÁ – <i>RHUS TOXICODENDRON</i> (<i>TOXICODENDRON</i>)	20
2.4 ŠKUMPA FERMEŽOVÁ (LAKODÁRNÁ) – <i>RHUS VERNICIFLUA</i>	21
3 KOŘENÍ SUMAK.....	23
3.1 VYUŽITÍ SUMAKU	24
3.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ SUMAKU	24
3.2.1 Polyfenoly	25
3.2.2 Barviva v sumaku.....	25
3.2.3 Aromatické látky	26
3.2.4 Esenciální oleje	26
3.2.5 Vitamíny a minerální prvky	27
3.2.6 Mastné kyseliny	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	28
4 CÍL EXPERIMENTÁLNÍ PRÁCE	29
5 METODIKA PRÁCE.....	30
5.1 POUŽITÉ POMŮCKY, CHEMIKÁLIE A PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ	30
5.2 CHARAKTERISTIKA VZORKŮ.....	32
5.3 STANOVENÍ SUŠINY	34
5.5 POSTUP STANOVENÍ TPC.....	34
5.6 POSTUP STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY SE ZHÁŠENÍM RADIKÁLU DPPH.....	35
5.7 STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY SE ZHÁŠENÍM RADIKÁLU ABTS	35

6	VÝSLEDKY A DISKUZE	37
6.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ SUŠINY	37
6.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ TPC	38
6.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY SE ZHÁŠENÍM RADIKÁLU DPPH.....	40
	ZÁVĚR	46
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	47
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	52
	SEZNAM OBRÁZKŮ	53
	SEZNAM TABULEK	54

ÚVOD

Koření se pyšní nepřebornou paletou chutí barev a vůní. Dovolím si tvrdit, že je určitě nedílnou součástí stravy od samého počátku „vyšší formy života“ na Zemi. Stejně tak první lidé – sběrači si nemohli nevšimnout rozdíly v chuti plodů a travin, kterými se živili. Ne všechny byly chutné, ne všechny byly jedlé... a protože je opakování matkou moudrosti, tak se lidé po tisíciletích pokusů a omylů naučili rozpoznávat dary přírody nejen podle nutričních hodnot a chuti, ale i podle účinku na naše zdraví. Žijeme v době, která těží z bohatých zkušeností našich předků. Jsme na špičce pyramidy poznání, a přesto jsme stejní jako ti před námi. Potřebujeme jíst a spát. A to, k jakému stolu usedneme, co budeme mít na talíři a do jaké postele ulehne, záleží jen na nás. Dalo by se říct, že nám nic nechybí, ale není to pravda. Tak jako se změnila kvalita vody a ovzduší, tak se změnila i kvalita potravin. Možná by byl pro naše předky oběd z naší doby plný kyselého deště, jedů, plísní, pesticidů a plastů smrtelný? My bychom se naopak v jejich době museli spokojit s místní florou a marně bychom hledali atraktivní chutě na které jsme zvyklí?

Některé z bylin povýšily na koření a natrvalo zaujaly přední místo ve všech kuchyních světa. Pravdou ovšem je, že nejžádanější a nejvzácnější koření se nenachází v Evropě. Hlavními zástupci původního evropského koření je kmín a majoránka. Koření jako hřebíček, vanilka, kardamom, skořice, pepř, šafrán a muškátový oříšek byly i v období starověkého Řecka a Říma vzácnými a cennými komoditami. V průběhu dějin hrálo koření klíčovou roli v obchodě, průzkumu a objevování nových zemí. V 15. a 16. století vedla touha po koření k velkým objevům a rozvoji obchodních cest, jako byla Hedvábná stezka a Mořská cesta. Dnes je koření stále důležitou a nezastupitelnou součástí kuchyní po celém světě a má nejen kulturní ale i léčivé terapeutické vlastnosti a dostává se na náš stůl mnoha zemí.

Tato práce se zabývá studiem koření sumak, které je získáváno z bobulí rostliny škumpy koželužské, která je běžná v zemích Středního východu a Středomoří. Chuť sumaku je kyselá a mírně citronová. Používá se k ochucení salátů, marinád, mletého masa, kořeněných omáček, slouží jako posyp na hummus apod. U nás je téměř neznámý. Je ale velmi oblíbený v perské, turecké a libanonské kuchyni. Pro své protizánětlivé a antioxidační vlastnosti zaujímá významné místo i v tradiční medicíně. Poslední dobou se zvýšil velký zájem o výživu a celkově o zdravý životní styl, s cílem pochopení chemického složení potravin. Proto je praktická část práce zaměřena na stanovení polyfenolů a hodnot antioxidační aktivity sumaku pocházejícího z Itálie (konkrétně ze Sicílie), Turecka, Ruska, Palestiny, Libanonu, Gruzie a Izraele.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KOŘENÍ

Dle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 398/2016 Sb. o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydrované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dresinky a hořčici, lze kořením nazývat části rostlin, obzvláště kořeny, oddenky, kůru, listy, nať, květy, plody, semena nebo jejich části; v nezbytné míře technologicky zpracované a užívané k ovlivnění chutě a vůně potravin [1].

Koření můžeme řadit mezi pochutiny. Díky své charakteristické vůni a chuti má schopnost modifikovat a vylepšovat sensorický profil a charakter jídla. Jeho přínos může spočívat i v jeho různorodém vlivu nejen na náš trávicí systém. Koření má hlubokou historii ve všech kulturách světa, ve kterých se liší nejen svým geografickým původem, chutí, vůní, vzhledem, ale také podpurným účinkem na lidské zdraví. Historie koření je spojena s objevováním, dobrodružstvím, dobýváním. Dříve koření mělo vysokou obchodní hodnotu (srovnatelnou se zlatem či drahými kameny), ale sloužilo i jako léčivo, konzervační látka a složka parfémů. Přestože historie koření začíná na dálném východě, mnoho nejoblíbenějších druhů koření pochází ze západní polokoule [2].

Mnoho koření má hořkou, ostrou nebo svíravou chuť, konkrétně v čerstvém stavu. Existují některé druhy, které mají schopnost potlačit nepříjemné pachy. Tento maskovací účinek lze využít k zamaskování pro někoho nepříjemného pachu třeba u ryb a zvěřiny [3]. Koření se může používat samostatně, nebo se z nich vyrábět kořenící přípravky nebo směsi koření [4].

1.1 Dělení koření

Koření můžeme rozdělit na příslušné jednotlivé druhy koření prezentované v příloze č. 1 Vyhlášky 398/2016 Sb. v aktuálním znění, potom na směsi koření a kořenící přípravky (sypké, pasty, tekuté)[5]. Směsi koření jsou směsi jednotlivých druhů koření, které jsou specifikovány ve vyhlášce č. 398/2016 Sb., kořenícím přípravkem je směs jednotlivých koření (které je specifikováno ve zmíněné vyhlášce) se zeleninou, solí nebo houbami a případně dalšími složkami.

Podle původu je domácí (kmín a majoránka), exotické (pepř a vanilka), podle technologické úpravy drcené (kmín, koriandr), mleté (pepř, paprika, skořice), celé (skořice, pepř, bobkový list, muškátový oříšek), drhnuté (majoránka, tymián) a směsi (Kari, Garam masala).

1.1.1 Jednotlivé druhy koření

Jako koření lze využít různé části rostlin (Obr. 1). Sušené plody (fenykl, anýz, chilli, kajenský pepř, kmín, kmín římský celý, kopr, nové koření, paprika mletá), zralé sušené plodenství (badyán celý, jalovec celý), sušené listy a části květu (bazalka), plody a semena, oddenek, sušená poupata (hřebíček), zralé sušené plody, tobolky nebo celá vyloupaná semena, sušená nať, sušené listy a vrcholky stonků, suchá směs listů, květenství, nebo jejich části, listy (petržel, majoránka, bobkový list, tymián), kůra (skořice).



Obrázek 1: Skořice, nové koření

Mezi nejčastěji používané koření patří například pepř, kmín, bobkový list, skořice a nové koření (Obr. 1 a 2).

Pepř celý (*Piper nigrum*) patří do čeledi *Piperaceae*, která zahrnuje více než 700 druhů a patří mezi nejznámější a nejoblíbenější koření na světě díky jeho štiplavému piperinu. Nachází se v tropických a subtropických oblastech. Sušením nedozrálých plodů vzniká černý pepř, dokud nedosáhne vrásčité slupky. Historicky byl černý pepř používán k léčbě dušnosti, onemocnění krku, kašle, nachlazení, sporadické horečky, úplavice, žaludeční nevolnosti a dalších zdravotních obtíží [6].



Obrázek 2: Pepř celý, bobkový list, kmín

Bobkový list (*Laurus nobilis*) je z keře vavřínu ušlechtilého, který patří do čeledi *Lauraceae*. Listy jsou střídavé, kopinaté a dvou zpeřené, s hladkými nebo ostrými okraji, které mají délku okolo 30 cm a obsahuje 24 lístků. Je pěstován v evropských, tropických, subtropických a asijských zemích. Po tisíce let slouží k obohacování chutí potravin, extrakci esenciálních olejů a v tradiční léčbě. Obsahuje zejména třísloviny, flavony, flavonoidy, alkaloidy, eugenol, linalool, estragol a antokyany [7]. Díky jeho charakteristické vůni je vhodné jej používat například do polévek, k omáčkám, do guláše a dušených pokrmů. Často bývá také důležitou složkou čajů, likérů, sýrů [8].

Kmínu (*Carum carvi*) se vyskytuje asi okolo 192 druhů, ze kterých druh *C. carvi* je také známý jako poledníkový fenykl anebo také perský kmín. Patří do čeledi *Apiaceae* a pochází ze západní Asie, severní Afriky a Evropy. Kmín je zařazen mezi jemná koření a spadá do kategorie semenných koření, jelikož se využívají syrová semena ve formě prášku, éterického oleje nebo olejové pryskyřice. Mezi tradiční použití kmínu v potravinářství patří dochucení chleba, zelí, sýrů, masných výrobků, brambor, polévek, omáček a třeba i žvýkaček. Mletý kmín se často využívá jako složka bylinných čajů. Jednoletý kmín roste v nižších polohách, naopak dvouletý, preferuje pro svůj růst vyšší polohy cca do 4000 m nad mořem. Díky jeho konzervačním vlastnostem, má dobrou údržnost při skladování [9].

Skořice cejlonská (*Cinnamomum zeylanicum*) pochází ze Srí Lanky a patří do čeledi *Lauraceae*. Existuje ale i více než 250 aromatických druhů rodu *Cinnamomun*, které rostou i v Austrálii a Asii [10]. Skořicovník je stálezelený strom, kterému se nejvíce daří v tropickém klimatu. Na bočních stranách keře rostou větve, které se sklízí po třech letech, kvůli získání kvalitní skořicové kůry. Ta má příjemnou sladkou, aromatickou chuť a vůni. Loupaní stonků je náročné a často se provádí ručně. Mletí kůry má dopad na trvanlivost skořice, kvůli rychlé ztrátě aromatických sloučenin. Skořice má velmi všestranné využití jak ve sladkých, tak i slaných pokrmech a nápojích. Je součástí každé kuchyně a přináší do pokrmu svou charakteristickou chuť a vůni. Olej z kůry má antibakteriální a konzervační vlastnosti [11].

Nové koření (*Pimenta dioica*) je malý a stálezelený strom, který patří do čeledi myrtovitých (*Myrtaceae*). Bobule nového koření se sbírají v nedozrálém stavu a následně se suší na slunci, dokud jejich zelená barva neztmavne do černohnědé [12]. Nové koření pochází ze Západní Indie a Jižní Ameriky. V současné době se pěstuje na Jamajce, Kubě a ve střední Americe. Nové koření se používá při kulinárním zpracování masa nebo také do pekařských výrobků. Je součástí směsi koření, které se nazývá divoké koření a používá se konkrétně na

zvěřinu a vývary. Celé nebo mleté koření se používá k dochucení dezertů, kečupu, omáček [13].

1.2 Směsi koření

Směs koření je směs jednotlivých druhů koření a kořenící přípravky je směs jednotlivých druhů koření, zeleniny, soli nebo hub a případně dalších složek [1]. Jedná se o různé kombinace smíchaného koření a bylin. Směsi koření jsou fascinující v tom, že je možnost objevovat stále nové chutě a vůně v gastronomii a spolu je kombinovat. Směsi koření se liší například podle národní kuchyně, takže se může jednat o obchodní názvy jako indické, italské, čínské anebo třeba mexické koření. Každá směs koření může být specifická nejen zemí, ale i oblastí. Může obsahovat nejen sůl, ale třeba i cukr. Směs koření také může obsahovat jedno nebo více koření nebo výtažků z koření a zvýrazňuje chuť původní potraviny [3]. Jedny z nejznámějších jsou směsi Kari, Garam masaly a Provensálského koření.

1.2.1 Kari (*Murraya koenigii*)

Listy rostliny jsou známy buď jako kari nebo kari listy. Jedná se o malý aromatický strom nebo keř z čeledi *Rutaceae*. Pochází z Indie a pěstuje se po celé Indii, včetně Srí Lanky, Himalájí, Jihovýchodní Asie a USA (Florida, Kalifornie). V Indii roste až do nadmořské výšky 1650 m a je pěstováno na farmách nebo roste divoce v lesích. Kari je známé díky tmavě zeleným listům, které mají silnou charakteristickou chuť a vůni, obsahují plno antioxidantů (vitamín E, lutein a β -karoten), které poskytují ochranu před oxidačním stresem [14]. Listy jsou především používány ve směsích nazývané „Kari“ (Obr. 3). Listy jsou přidávány do polévek, omáček anebo také se používají jako přílohy samotné. V kari směsi bývá koriandr, kmín, chilli, pepř, zázvor, šafrán, kurkuma, skořice, paprika. Přísady se mohou lišit v závislosti na tom, v jaké oblasti bylo kari mícháno. Je základem Indické a Jihovýchodní Asijské kuchyně, kdy se používá k dochucování pokrmů a polévek [2]. Listy kari se dobře kombinují s hořčičnými semínky, kurkumou, ghí, kmínem, koriandrem, zázvorem, česnekem rajčaty a jogurtem. Čerstvé listy a jejich sušený prášek se používají do indických omáček a také, aby dodal charakteristickou chuť zelenině, masu, rybám, polévkám, nakládané zelenině [2]. Mohou se používat čerstvé, sušené, práškové a vařené [15].



Obrázek 3: Kari a Garam masala [16].

1.2.2 Garam masala

Masala obsahuje směs koření, které zvyšuje vnitřní tělesné teplo. Kombinace koření pochází původně ze severní Indie. Každá směs je jiná, obvyklá receptura se skládá ze skořice, kurkumy, chilli, hřebíčku, z kardamomových semínek, černého pepře, kmínu a muškátového oříšku anebo květu (Obr. 3). Garam masala se nejčastěji používá na dochucení omáček k masovým pokrmům, nebo třeba k luštěninám a zelenině. Může se také používat na posypání pokrmů, třeba na chleba, sýry anebo vaječné pokrmy. Obvykle se přidává na konci přípravy pokrmu, aby v průběhu nezhořkla a zachovala si svoji chuť a také aroma [17].

1.2.3 Provensálské koření

Provensálské koření je směs sušeného francouzského a italského koření. Jeho původ je však z jižní Francie z místa Provence. Tato směs květinové, sladké a kořenité chuti je vhodná do jakéhokoliv pokrmu. K ingrediencím této aromatické směsi patří tymián, rozmarýn, semínka fenyklu, oregano, majoránka a někdy i levandule. K této směsi se často přidává sladká bazalka a estragon, díky tomu je směs obohacena o další chutě. Provensálské koření se hodí na hovězí pokrmy, pečené kuře, do rajčatových omáček k těstovinám, k salátům a třeba k pečené zelenině [18].

1.3 Koření přípravky a pochutiny

Mezi kořeními přípravky (Obr. 4) a pochutiny můžeme zařadit například polévková koření, která se dělí na tekutá, sypká, pasty a bujóny. Mezi známé a často používané přípravky dostupné v obchodní síti patří výrobky Kuchárek, Maggi, bujóny zeleninové, drůbeží, hovězí, Vegeta, Podravka, kečupy, hořčice aj. Kuchárek obsahuje jedlou sůl, směs sušené zeleniny

(mrkev, brambory, cibuli, petrželovou nať, celer, pórek, zelí, česnek, rajčata), pepř černý mletý, cukr a sladkou papriku, glutaman sodný a barviva, jako například riboflavin. Maggi obsahuje extrakt z libečku, kvasničný extrakt, pro zvýraznění chuti glutaman sodný a 5'-ribonukleotid sodný a kvasný vinný ocet. Vegeta je směs sušené zeleniny a koření, které má využití například na dochucení pokrmů jako jsou omáčky, polévky, také pokrmy z masa a ryb.



Obrázek 4: Kořeníci přípravky

1.4 Senzorické požadavky na jakost jednotlivých druhů koření

Kvalita koření je charakterizována pomocí sensorických znaků jako jsou barva, chuť a také vůně. Na co by se určitě měl brát zřetel je původ koření. Chuť koření by měla mít svoji charakteristiku druhem rostliny a její části, ze které je získáno. Můžeme ji popisovat jako ostrou, aromatickou, bylinkovou, jemnou, pikantní. Každá tato chuť, závisí na daném druhu koření. Ostrá (chilli, zázvor, hořčice, Kajenský pepř), jemnou chuť má sladká paprika. Vůně je specifická pro daný druh koření, může být aromatická, kořenitá a květinová. Také je důležitým ukazatelem čerstvosti. Aromatická vůně je typická pro skořici, hřebíček, kari a vanilku. Koření by mělo mít svojí typickou barvu. Například kurkuma je žlutá až žlutooranžová a patří mezi nejběžnější koření, které je používáno k barvení, například hořčice. Podobně je tomu u papriky, která má typickou barvu červenou až cihlově červenou [4]. Mezi další oblíbené koření, které se používají k obarvení patří také například šafrán a tamarind[19]. Koření má mít i svou specifickou strukturu, například hrubou, hladkou, jemnou, práškovou atd. Požadavky na sensorické znaky koření jsou uvedeny ve Vyhlášce 398/2016 Sb. Například

hřebíček celý má mít tmavě červenohnědou barvu s žlutohnědou hlavičkou, jeho chuť má být charakteristická pro hřebíček, tudíž výrazná, svěží ale i výrazně kořenitá a palčivá [1].

1.5 Požadavky kladené na koření související s jakostí

Primárním bodem je znát původ koření a ze které země pochází. Zkontrolovat na obalu název koření podle Vyhlášky č. 398/2016 Sb., datum minimální trvanlivosti anebo datum použitelnosti. Rozhodně by neměl chybět název výrobce nebo distributora, gramáž či objemové množství. Na obalu musí taktéž být podmínky uchovávání. Mělo by se skladovat v suchu, chladu a na temnějším místě bez přítomnosti škůdců a nežádoucích aromat [20]. Mezi povinné kontroly patří mikrobiologické a chemické analýzy, aby se vyloučila případná kontaminace [20], [21], [22]. Kontrola se zaměřuje i na sensorické hodnocení, zda není poškozen obal, analyzuje se vůně, případný zápach a vzhled, barva a poté chuť [23].

1.6 Další možnosti využití koření

Mnoho druhů koření je proslulých podpůrnými léčebnými účinky. Například hřebíček a jeho eugenol má dezinfekční a antibakteriální vlastnosti, které napomáhají jako lokální anestetikum při bolesti zubů [24]. Jako analgetika se také využívají koriandr a máta peprná. Pro „zdravotní účely“ se koření používá ve formě nálevů, odvarů, tinktur, šťáv, sirupů, obkladů, olejů, mastí ale také ve formě digestiv, které pomáhají na trávení [25]. Extrakty z koření jsou nedílnou součástí parfémů, pleťových vod, vlasových olejů apod. [26]. Některé druhy koření jsou využívány jako insekticidy, mají charakteristické vůně či pachy a jsou často účinnými repelenty. Schopnost odpuzovat hmyz mají máta, eukalyptus, citronela [27].

2 ROSTLINA ŠKUMPY

Jedná se o keř z rodu *Rhus* s několika jedlými druhy. Zahrnuje více než 250 druhů po celém světě. Škumpa má stonky, které obsahují mléčnou pryskyřicovou šťávu, květy jsou malé, zelenkavě bílé. Její plody mají červenou až cihlovou barvu [28].

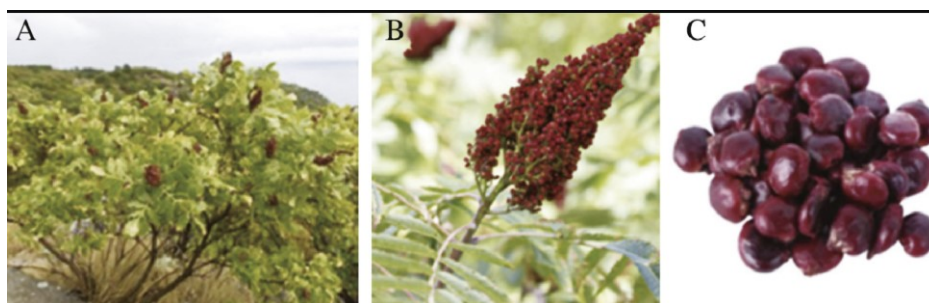
2.1 Škumpa koželužská – *Rhus coriaria* L.

Rhus coriaria L. z čeledi ledvinovnickovité (*Anacardiaceae*) je latinský název pro škumpu koželužskou, někdy se jí přezdívá i škumpa sicilská (Obr. 5). Její plody jsou jedlé a používají se k výrobě koření sumak.

Může dobře růst na suchých a chudých půdách [29] roste zejména ve Středomoří, Sicílii, v Turecku, Gruzii, Libanonu, Izraeli a v jihozápadní Asii. Koření sumak je oblíbeno především v zemích jako jsou Libanon, Turecko, Sýrie, Izrael, Palestina a Jordánsko.

Jedná se o kvetoucí strom nebo keř, který roste divoce anebo v sadech do výšky až 10 m. Květy *Rhus coriaria* L. bývají malé a mají různé zbarvení (bílé, červené, nazelenalé) a jsou spirálovitě uspořádané. Červené až hnědočervené plody jsou na stranách stlačené do chlupaté peckovice, vytvářející v hustých shlucích okolo 100–700 květů/plodů, které mají průměr okolo 3,5–4,0 cm a šířku 2,5 cm. Škumpa se rozmnožuje semeny, která jsou šířena ptáky a dalšími zvířaty v jejich trusu. Tento druh škumpy vytváří rozsáhlé kolonie i díky výhonkům z oddenků [30].

Rostlina (Obr. 5, 6) je ceněná nejen pro svoje využití v potravinářském, farmaceutickém, kosmetickém průmyslu, ale také pro barvení nebo konzervaci potravin [31].



Obrázek 5: A) Rostlina škumpy B) Plody škumpy C) Semena škumpy [32].



Obrázek 6: Plody škumpy [33].

2.2 Škumpa orobincová – *Rhus typhina* L.

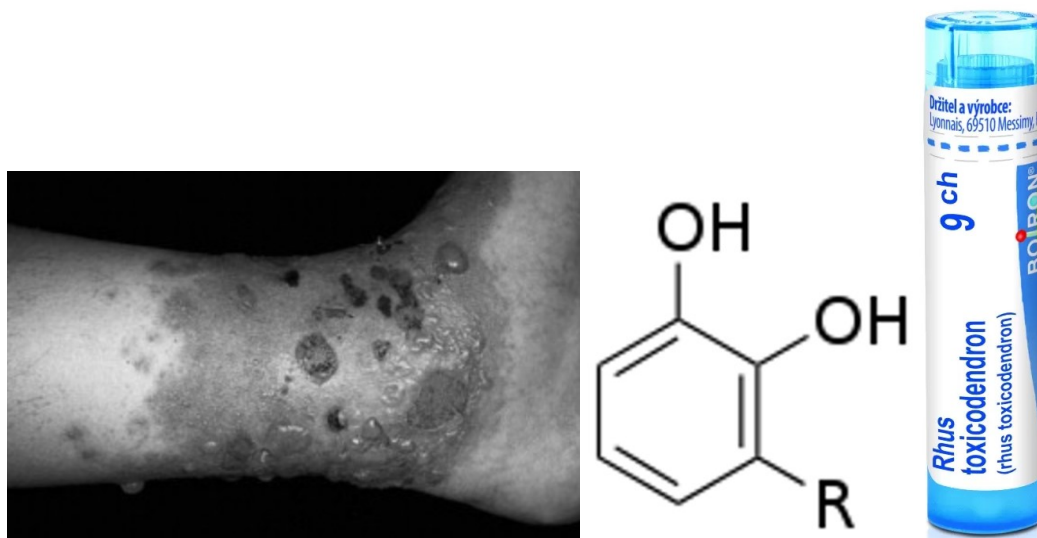
Rhus typhina L. známý jako škumpa orobincová (Obr. 7), patří mezi rychle rostoucí druh, který se převážně vyskytuje ve středozápadní a východní části Severní Ameriky. Tento opadavý keř či také strom, je schopný růst za náročných podmínek jako je nízká teplota, sucho a chudé půdní podmínky. *Rhus typhina* L. je ceněná nejen pro své schopnosti odolávat vůči nepříznivým podmínkám v prostředí, ale také pro své zbarvené listy na podzim. Patří mezi nejproblematictější invazivní druhy, protože se rychle přizpůsobuje novému prostředí a tím se rychleji množí a vykazuje odolnost vůči pokusům o eliminaci. Rozmnožuje se převážně semeny a oddenky. Nyní se pěstuje také v severozápadní Číně, kde se stal invazivním, rychle se šířícím keřem a má negativní dopad na místní ekosystémy. Rostlina se pěstuje v lesích, ale i zahradách. Kromě okrasné funkce má i mnoho dalších využití. V severní Americe se plody využívají při přípravě nápoje sumakáda neboli indická limonáda. Plody jsou bohaté na kyselinu linolovou, olejovou, na vitamíny B₁, B₂ a B₆, minerální prvky a také polyfenoly [34].



Obrázek 7: Keř a plody *Rhus typhina* L. [35]

2.3 Škumpa jedovatá – *Rhus toxicodendron* (*Toxicodendron*)

Nově se z čeledi *Anacardiaceae* a rodu *Rhus* vyčlenila skupina rostlin pod novým rodovým pojmenováním *Toxicodendron*, kde se řadí *T. radicans* (břečťan jedovatý), *T. diversilobum* (dub jedovatý) a *T. vernix* (škumpa jedovatá, jedovatý sumak). V taxonomii se také stále používá jako synonymum pro *T. vernix* pojmenování *Rhus toxicodendron*. Jedovatý brečťan, jedovatá škumpa a jedovatý dub mají původ ve Spojených státech, severním Mexiku a Kanadě. Ve spojených státech se vyskytují dva druhy jedovatého brečťanu a jedovatého dubu a jeden druh škumpy jedovaté. Škumpa jedovatá roste buď jako keř anebo jako dřevnatá liána a nachází se zřídka i ve výšce v 5000 m nad mořem, potom klidně i v pouštím prostředí. Jedná se o „neklidnou“ rostlinu, která není ochotná setrvat na jednom místě a je náchylná k pohybu. Květy rostliny jsou drobné, zelenožluté. *Rhus toxicodendron* vylučuje pryskyřici zvanou uroshiol (Obr. 8), která způsobuje kožní dermatitidu a může způsobit puchýře a závažné kožní problémy. Olej obsahující uroshiol se nachází v kořenech a listech. Ve svém přirozeném stavu je bezbarvý a slabě žlutý, na vzduchu oxiduje a zčerná. Olej se uvolňuje poškozením rostliny. Tato kožní reakce je nejčastější alergickou kontaktní dermatitidou v Severní Americe, která postihuje okolo 10–50 milionů Američanů ročně [36]. *Rhus toxicodendron* je možno zakoupit také jako homeopatický léčivý přípravek na léčbu oparu (*Herpes labialis*) nebo ke snížení potíží u pásového oparu. Vhodný je i na léčbu ekzému s tvorbou puchýřků nebo léčbě planých neštovic.



Obrázek 8: Puchýře způsobené *Rhus toxicodendron* [36].

Chemický vzorec Uroshiolu [37].

Homeopatický léčivý přípravek [38].

2.4 Škumpa fermežová (lakodárná) – *Rhus verniciflua*

Rhus verniciflua je škumpa fermežová (Obr. 9), která bývá označovaná také jako škumpa lakodárná. Je to opadavý strom schopný dorůst do výšky až 20 m. Má hrubou, šedobílou kůru a listy jsou liché, střídavé a mají 4–6 párů lístků. *Rhus verniciflua* pochází z Číny, odkud byl zaveden do Japonska a do dalších asijských zemí jako jsou například Korea, Vietnam, Thajsko, Indie. Ideální teplota pro jeho růst se pohybuje okolo 13 °C s mírně kyselou půdou. Je známý tím, že má nízké nároky na pěstební půdu a dokáže se přizpůsobovat. V Japonsku se nachází lokalita Shimo-yakebe, kde jsou bohaté informace o používání *Rhus verniciflua* při výrobě lakovaného zboží. Je také známý jako "ekonomický strom" nebo také jako „lakový strom“, je oblíbený pro výrobu surového laku. Tento lakový materiál se využívá k výrobě lesklých výrobků, které dosahují vysoké kvality a jsou srovnatelné například s čínským hedvábím a keramikou. Lak se nepoužíval pouze k barvení, ale také plnil roli lepidla a modelaci hmoty a stromy sloužily nejen ke sběru laků, ale také ve stavebnictví. V dnešní době po odebrání mízy se stromy kácí a jejich dřevo se používá na kádě anebo plováky do rybářských sítí [37].



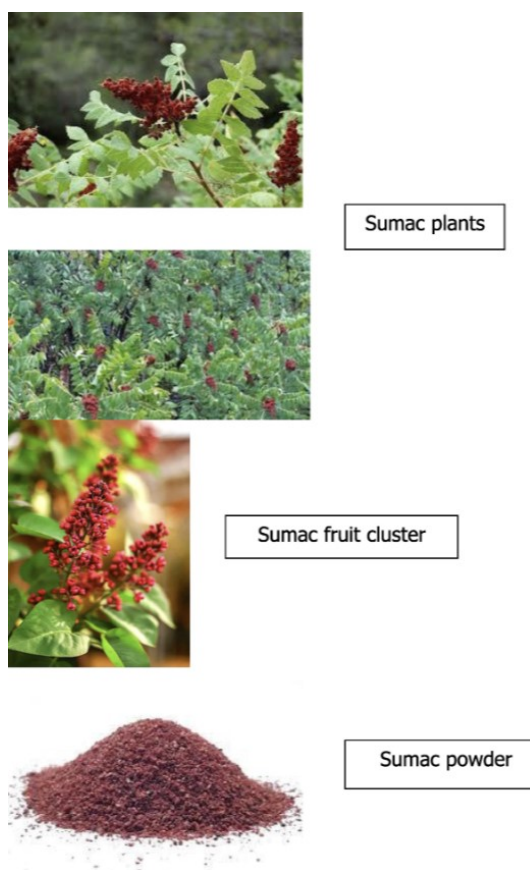
Obrázek 9: Strom Rhus verniciflua [37].

3 KOŘENÍ SUMAK

Sumak je běžný název pro označení kořenícího produktu z plodů *R. coriaria* z čeledi *Anacardiaceae* (Obr. 10). Je to ovocný plod v různých odstínech od jasně až po tmavě červenou. Jedná se o druh ovoce, které se používá jako koření ve formě prášku k dochucování pokrmů.

Plody škumpy, ze které se vyrábí koření sumak, obsahují kyselinu citronovou a jablečnou, které dodávají koření nakyslou chuť a vůni. Toto aromatické koření obsahuje vysokou škálu léčivých složek, pro které je ceněno zejména v kuchyních zemí blízkého východu. Tato rostlina vděčí svému jménu díky červené barvě. Sumak pochází ze slova "summāq", který v arabštině a syrštině znamená tmavě červený. Jeho chuť a vůně je podobná citronu, až na to, že není tolik kyselý [38], [39].

Ovoce můžeme definovat podle Vyhlášky č. 397/2021 sb. jako ovoce celé, čerstvé, zdravé ovoce, bez známek hniloby a plísní, obsahující všechny základní části, ve stadiu technologické zralosti, očištěné a zbavené cizích příměsí [40].



Obrázek 10: Sumak rostlina, palice s ovocem, pomletý sumak [29].

3.1 Využití sumaku

Sumak má velice dlouhou a širokou historii, co se týká tradiční a kulinářské historie. Jeho čerstvé plody se také dají použít k přípravě čaje, ale spíše se častěji suší a následně drtí. Jeho prášek se hojně používá k posypání pokrmů v kombinaci s cibulí a solí. Velice vhodný je na pečené maso v celé oblasti Středomoří. V Turecku se hojně používá na kebab, grilovaná masa, polévky, saláty a také k dochucení jejich tradičního nápoje Ayranu nebo také jako dekorativní ozdoby na pokrmech. Běžně se přidává do marinád a ke zlepšení jogurtových zálivek díky jeho kyselkové chuti[41], [42].

Prášek z *Rhus coriaria* se používá jako účinný prostředek na čištění zubů. Jeho nálev se používá k léčbě očních infekcí. Výtažky sumaku se mohou používat při onemocnění v krku, střevních a žaludečních potížích, při zánětech kůže, průjmech a ke snížení horečky. Dokonce se využívá podpůrně při léčbě různých onemocnění jako jsou mrtvice, úplavice, cukrovka, neštovice, spalničky, onemocnění jater [43], [44], [45]. Z koření sumaku se vyrábějí doplňky stravy ve formě tablet a esenciálních olejů na podporu trávení a povzbuzení chuťových receptorů [32]. Ovocný prášek sumaku se používá také ke stimulaci pocení. Studie naznačují, že extrakty z plodů sumaku mají schopnost snižovat hladinu glukózy a cholesterolu v krvi.

Obsahuje také několik fytochemikálií, které mají antioxidační a antidyslipidemickou aktivitu. Díky tomu dochází k poklesu hladin triacylglycerolů vázajících nasycené mastné kyseliny a tím se zlepšuje kardiovaskulární systém. Existují *in vitro* studie, že sumak má schopnost inhibovat a zpomalovat nárůst nádorů. Koření je známé díky svým schopnostem působit jako antioxidant, a tak chránit potraviny před oxidací. Přidáním sumaku do různých potravin jako jsou arašídý, klobásy a maso se může prodloužit jejich trvanlivost a kvalita. Sumak patří i mezi koření, které má antimikrobiální aktivitu a bojuje proti patogenním mikroorganismům [46].

3.2 Chemické složení sumaku

Plody škumpy koželužské jsou považovány za funkční potravinu, jelikož obsahují nutričně a farmakologicky důležité složky. Plody škumpy obsahují flavonoidy (z nich také anthokyanová barviva), třísloviny (dodávají ovoci trpkou chuť), vlákninu, bílkoviny, těkavé oleje a organické kyseliny, které poskytují antioxidační a antimikrobní aktivitu. Jsou důležitým zdrojem živin jako jsou nenasycené mastné kyseliny, vitamíny a minerální prvky jako železo, draslík a vápník. Mezi organické kyseliny sumaku se řadí jablečná, citronová a fumarová, které jsou zodpovědné za kyselou chuť. V esenciálním oleji patří mezi hlavní složky

β -karyofylen, n-nonanal, cembren, *p*-anisaldehyd, limonen a α -pinen. Škumpa obsahuje řadu mastných kyselin jako jsou palmitová, stearová, palmitolejová, linolová a linolenová [47].

3.2.1 Polyfenoly

Polyfenoly jsou antioxidační látky, které jsou obsažené v rostlinách. Hlavními zdroji polyfenolů ve stravě jsou ovoce, zelenina, luštěniny, obiloviny a také nápoje jako je čaj, káva, červené víno. Mají různé vlastnosti a mohou se lišit podle barvy a chuti. Ovšem mezi jejich hlavní vlastnost patří eliminovat volné radikály a bránit tak tělo před nemocemi. Mezi polyfenoly se řadí především flavonoidy (zejména katechiny a antokyanová barviva) a polyfenolické kyseliny [48]. V článku Bashash et al. (2014) byl měřen obsah celkových polyfenolů v methanolickém extraktu u i ve vodě. V methanolu bylo naměřeno 2,92 a ve vodě 2,45 mg GAE/g [49].

Mezi hlavní polyfenolické kyseliny sumaku se řadí kyseliny vanilová, syringová a *p*-benzová [50].

Flavonoidy jsou skupinou aromatických sloučenin obsahujících kyslík a tvoří heterocyklické pigmenty v epidermálních buňkách rostlin, kde jsou přítomny jako glykosidy. Jsou podtřídou polyfenolů, které se především nachází v ovoci, zelenině, čaji anebo ve víně. Řadí se mezi nejrozšířenější a nejvýznamnější skupinu přírodních složek, které jsou důležité nejen pro zbarvení rostlin, ale také pro jejich fyziologickou aktivitu. Mají schopnost přispívat ke zbarvení rostlin a také vykazují fyziologické účinky a nachází se v mnoha bylinách, potravinách a také v léčivých rostlinách. Flavonoidy mají různé podskupiny jako jsou flavonoly, flavony, flavonony, chalkony, aurony, neoflavonoidy aj. K zajímavým schopnostem flavonoidů se řadí schopnost absorbovat UV světlo a poskytovat rostlinám ochranu proti UV-B záření. Díky tomu mohou rostliny přežít v prostředí s vysokým slunečním zářením. Mezi flavonoidy sumaku patří rutin, kvercetin, isokvercitrin [50].

3.2.2 Barviva v sumaku

Mezi hlavní složku barviv škumpy se řadí polyfenolické sloučeniny, které se nazývají antokyany. Tyto látky patří mezi nejznámější přírodní barviva. Antokyany mohou mít širokou škálu odstínů, od červené, modré až po fialovou barvu [18]. Sumak má podobné vlastnosti jako barviřské odrůdy révy vinné což se týká schopnosti použít je jako barviva. To má být způsobeno sloučeninami z řady hydroxyfenylypyranoantokyanů [42]. Mezi antokyanová barviva v sumaku se řadí kyanidin, peonidin, pelargonidin, cysanthemin a delfinidin [42].

Ve studii Bashash et al. (2014) byl měřen celkový obsah anthokyanových barviv jak u hnědého, tak červeného prášku sumaku. U hnědého sumaku v ethanolickém extraktu bylo stanoveno 294 mg GAE/g suchého materiálu, u červeného 326 mg GAE na g suchého materiálu. U hnědého sumaku v metanolickém extraktu bylo naměřeno 563 u červeného 661mg GAE na g suchého materiálu [49].

Koření sumak, podobně jako směs koření kari, bývá kontrolována z hlediska dobarvování zakázanými barvivy z řady sudanových červení. Sudanová barviva se řadí mezi průmyslová barviva, která se obvykle používají k barvení plastů a jiných umělých materiálů. I přes to se v některých potravinách našla barviva sudanové červeně I až IV, kdy nejčastěji se v potravinách vyskytuje právě sudan I a IV. Sudan I bývá bohužel přítomen i v chilli a jeho výrobcích a dobarvoval také kurkumu. Mimo to, v koření se mohou vyskytovat i další nebezpečná barviva, která mohou způsobovat zdravotní problémy jako rhodamin B, oranž II, paračerveně [51].

3.2.3 Aromatické látky

Ve vědecké práci, která se zabývala zkoumáním aromatických látek a složením esenciálních olejů v plodech škumy bylo zjištěno, že sumak obsahuje širokou škálu aromatických látek. Jsou to například hexanal, heptanal, heptanol, dekanal, α -terpenyl acetát, linalool, limonen, β -pinen aj. Celkem bylo identifikováno 54 základních látek tvořících aromatický komplex sumaku [52].

3.2.4 Esenciální oleje

Esenciální oleje jsou přírodní oleje, které jsou získané z různých částí rostlin. Často bývají uloženy ve žlázách, olejových kanálcích a pryskyřicových kanálcích. Mohou se získat extrakcí rozpouštědly nebo destilací s vodní parou [53]. V práci, která se zabývala variabilitou esenciálních olejů a identifikací hlavních složek ze sumaku z Iránu, bylo celkově stanoveno 57 látek. Mezi hlavní se mohou řadit α -pinen, který se řadí mezi monoterpenoidy, kyselina nonanová, cembren, (E)-karyofylen je popsán jako hlavní složka esenciálního oleje izolovaný z *Rhus coriaria* L., (2E, 4E)-dekadienal, n-nonanal, β -karyofylen, *p*-anisaldehyd, limonen aj. Složení esenciálních olejů se liší dle lokality původu pěstování, odrůdy apod. [52]. V sušeném sumaku se vyskytuje cca 18,7 % olejů, v čerstvém plodu potom kolem 7,4 % [46].

3.2.5 Vitamíny a minerální prvky

Z vitamínů se v sumaku vyskytují thiamin, riboflavin, niacin, pyridoxin, biotin a kyselina askorbová, z prvků ponejvíce draslík, vápník, hořčík, železo a fosfor [44]. Sumak obsahuje přibližně 12,0 mg/kg zinku, 132 mg/kg železa, 4,10 mg/kg mědi a 0,47 µg/g selenu. Koncentrace kyseliny askorbové byly naměřeny od 36,6 do 78,9 µg/g sušiny [53].

3.2.6 Mastné kyseliny

Ve studii Kizil a Turk (2010) prováděli analýzu mastných kyselin ve vzorcích sumaku. Byly identifikovány plynovou chromatografií s hmotnostní detekcí. Detekovali kyseliny olejovou (37,7 %), linolovou (34,8 %), palmitovou (27,4 %) a stearovou (17,3 %) [46].

V článku Batiha et al. (2022) byly naměřeny jiné hodnoty. U kyseliny linolové (27,4 %), kyseliny palmitové (21,1 %), kyseliny stearové (4,70 %) a u kyseliny olejové bylo naměřeno 37,7 % [46].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL EXPERIMENTÁLNÍ PRÁCE

Cílem experimentální práce bylo extrahovat komplex polyfenolických látek ze sumaku do vody a metanolu. Následně byl stanoven celkový obsah polyfenolů (TPC) v extraktech pomocí Folin-Ciocalteho činidla a byly stanoveny hodnoty antioxidační aktivity spektrofotometricky se zhášením radikálů DPPH a ABTS. Dalším cílem bylo data zpracovat a provést korelační analýzu mezi obsahem polyfenolů a hodnotami antioxidačních aktivit.

5 METODIKA PRÁCE

5.1 Použité pomůcky, chemikálie a přístrojové vybavení

- NaOH (Ing. Petr Švec, Penta, Česká republika)
- HCl (Ing. Petr Švec, Penta, Česká republika)
- Methanol (Ing. Petr Švec, Penta, Česká republika)
- Na₂CO₃ (Ing. Petr Švec, Penta, Česká republika)
- ABTS (2,2'-azinobis (3ethyl-2,3dihydrobenzothiazol-6-sulfonová kyselina)
- K₂S₂O₈ (Ing. Petr Švec, Penta, Česká republika)
- Standard kyseliny gallové (Sigma Aldrich, Německo)
- Standard troloxu (Sigma Aldrich, Německo)
- Folin-Ciocalteuovo činidlo (Sigma Aldrich, Německo)
- DPPH (2,2-difenyl-1pikrylhydrazyl) (Sigma Aldrich, Německo)
- Redestilovaná voda
- Lékovky
- Hliníkové misky
- Běžné laboratorní sklo
- Analytické váhy Voyager PRO VP214C (Ohaus corporation Ltd., USA)
- Sušárna Venticell (BMT, Česká republika)
- Ultrazvuková lázeň PS 0400 A (Notus-Powersonic s.r.o., SR)
- Spektrofotometr SPECORD 210 Plus (Analytik Jena AG, Jena, Německo)
- Spektrofotometr Libra S6 (Biochrom Ltd., Cambridge, Spojené království)
- Ultrazvuková lázeň PS 0400 A (Notus-Powersonic s.r.o., SR)
- Odstředivka EBA 20 (Hettich Zentrifugen GmbH, Německo)
- Pasteurova pipeta
- Laboratorní mikropipety

- Exsikátor



Obrázek 11: Odstředivka, spektrofotometr

5.2 Charakteristika vzorků

V rámci experimentální práce byly použity vzorky sumaku ze sedmi různých zemí původu (Tabulka 1), mezi něž patřily Itálie (konkrétně ze Sicílie), Turecko, Rusko, Palestina, Libanon, Gruzie a Izrael.

Všech sedm vzorků sumaku bylo zabalených v odlišných materiálech balení s rozdílnou hmotností (Obr. 12). Vzorky sumaku byly baleny do plastových nádobek nebo sáčků, kde jako kombinovaný obalový materiál byl plast, papír a Al. Sumak z Itálie, který byl dovezen ze Sicílie, byl zakoupen na tržnici, proto byl zabalen jen v papírovém sáčku.

Tabulka 1: Vzorky sumaku

Země původu	Balení	Země původu	Balení	Země původu	Balení
Itálie	1×500 g zakoupeno na tržišti	Rusko	6×20 g za- koupeno v e-shopu	Gruzie	3×50 g zakoupeno v e-shopu
Turecko	3×100 g zakoupeno v e-shopu	Libanon	3×50 g za- koupeno v e-shopu	Izrael	2×250 g zakoupeno v obchodě v Izraeli
Palestina zakoupeno v obchodě v Palestině	2×250 g				



Obrázek 12: Vzorky sumaku

Země původu vzorků seřazené zprava do leva: Rusko, Itálie, Gruzie, Izrael, Palestina, Turecko, Libanon

Vzorky byly skladovány v tmavých PP lahvích s uzávěry proti vlhkosti v klimatizované laboratoři při 23 °C po dobu nejméně 14 dnů, než byly připraveny vodné a methanolické extrakty.

5.3 Stanovení sušiny

V prvním kroku se vysušily hliníkové misky a zvažily se na analytických vahách s přesností na 0,1 mg. Do těchto připravených misek byl následně navážen vzorek sumaku o hmotnosti 1 g s přesností na 0,1 mg. Vzorky byly sušeny v sušárně při teplotě 102 ± 3 °C do konstantního úbytku hmotnosti. Po vychladnutí vzorků v exsikátoru byly tyto zvaženy na analytických vahách s přesností na 0,1 mg. Postup byl dle normy ČSN ISO 2173 (560292) [56].

Následná vlhkost a sušina byla vypočítána dle vzorců 1 a 2:

$$V = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100 \quad (1)$$

$$S = 100 - V \quad (2)$$

m_1 – hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g], m_2 – hmotnost vysušené prázdné misky [g], m_0 – hmotnost navážky vzorků [g], V – vlhkost a S – sušina [%].

5.4 Extrakce polyfenolů

Od každého vzorku sumaku bylo odváženo po 0,5 g s přesností na 0,1 mg. Tato navážka, byla následně umístěna do tmavé lékovky a zalita buď methanolem anebo redestilovanou vodou v objemu 20 ml (dle toho, zda se jednalo o vodný či methanolvý výluh). Methanol byl použit jako modelové extrakční činidlo, kdy koncentrace polyfenolů do něj vyextrahované lépe odrážejí právě ty, které jsou posléze k dispozici pro proces absorpce v trávicím traktu člověka. Následná extrakce probíhala v ultrazvukové lázni po dobu 1 hodiny, přičemž teplota lázně byla udržována pod 40 °C. Bylo pozorováno, že vzorky vykazovaly zakalení. Z tohoto důvodu bylo nutné po extrakci vzorky odstředit při 22 300×g po dobu 10 minut a supernatanty byly pečlivě slity do Eppendorfků. Extrakty byly uchovávány při -20 °C a použity dále pro spektrofotometrická stanovení [54].

5.5 Postup stanovení TPC

Vodný nebo methanolvý extrakt sumaku byl pipetován v objemu od 20 do 700 µl do 5 ml redestilované vody. Následně bylo přidáno 0,5 ml Folin-Ciocalteho činidla a 1,5 ml 20% roztoku Na_2CO_3 , kdy výsledný objem do 10 ml byl doplněn redestilovanou vodou. Měření absorbance probíhalo spektrofotometricky po 30 min stání vzorku v temnu na spektrofotometru Libra S6 (Biochrom Ltd., Cambridge, Spojené království) při vlnové délce 765 nm [55]. Pro sestavení kalibrační křivky byly použity koncentrace standardu kyseliny gallové v koncentracích 50, 100, 150, 200 a 250 mg/l, které byly proměřeny stejně, jako vzorky

extraktů. Ze závislosti absorbance na koncentraci kyseliny gallové byla sestrojena kalibrační křivka a byla vygenerována rovnice lineární regrese sloužící k výpočtu obsahu TPC v ekvivalentech kyseliny gallové (mg GAE/g).

5.6 Postup stanovení antioxidační aktivity se zhášením radikálu DPPH

Na přípravu zásobního roztoku DPPH bylo 0,024 g DPPH smícháno se 100 ml methanolu a roztok byl dán do ultrazvukové lázně k rozpuštění na dobu 15 minut. Smícháním 10 ml zásobního roztoku DPPH a 45 ml methanolu vznikl roztok pracovní. Do zkumavek bylo pipetováno po 4 ml pracovního roztoku a k tomu byl přidán extrakt vzorku v objemech od 5 do 150 μ l. Zkumavky byly umístěny ve tmě po dobu 1 hodiny. Po skončení reakce byl změřen úbytek absorbance oproti pracovnímu roztoku při vlnové délce $\lambda=515$ nm. Následný úbytek absorbance byl přepočítán na % inaktivace [56].

Pro sestrojení kalibrační křivky byl jako standard použit trolox o koncentracích 20, 40, 80, 100, 120 a 160 μ g/ml a tyto jeho koncentrace byly stejně jako vzorky proměřeny. Úbytek absorbance byl přepočten na procenta inaktivace dle vzorce 3. Kalibrační křivka byla sestrojena jako závislost inaktivace radikálu na koncentraci troloxu. Po vygenerování rovnice lineární regrese byla tato využita pro výpočet hodnot antioxidačních aktivit v ekvivalentech troloxu (mg TE/g).

$$\text{Inaktivace [\%]} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} * 100 \quad (3)$$

A_0 – absorbance pracovního roztoku, A_1 – absorbance vzorku.

5.7 Stanovení antioxidační aktivity se zhášením radikálu ABTS

Začátečním krokem v tomto stanovení bylo vytvořit radikál kationtu ABTS (2,2-azinobis (3-ethyl-2,3-dihydrobenzothiazol-6sulfonátu)) prostřednictvím reakce ABTS s peroxodisíranem [57]. Bylo přesně odváženo 0,09 g ABTS do 50ml odměrné banky a následně byla baňka doplněna redestilovanou vodou po rysku. Následně k této směsi byl přidán 1ml $K_2S_2O_8$ o koncentraci 0,06 mol/l. Odměrná baňka s ABTS a peroxodisíranem byla poté ponechána v klidu a v temnu po dobu 16 hodin, aby mohlo dojít ke generaci radikálu ABTS.

Poté byla napipetována do 1l odměrné baňky kyselina octová (11,44 ml) za vzniku roztoku o koncentraci 0,2 mol/l. Do 500 ml baňky bylo naváženo 13,61 g octanu sodného za vzniku 0,2 mol/l roztoku. Pracovní pufr byl připraven smícháním 1 l 0,2 mol/l CH_3COOH a poté 465,2 ml 0,2 mol/l CH_3COONa . Pufr měl hodnotu pH 4,3.

Pro přípravu reakční směsi, bylo smícháno 1365 ml octanového pufru s 35 ml ABTS a následně byla změřena její absorbance A_0 při vlnové délce 734 nm.

Poté probíhalo měření vzorků, kdy se smíchaly 4 ml reakční směsi s extrakty o objemu 5 až 100 μl . Takhle připravená směs se nechala v temnu reagovat po dobu 30 minut. Poté se změřil úbytek absorbance na spektrofotometru SPECORD 210 Plus při vlnové délce 734 nm, to byla hodnota A_1 . Ze získaných hodnot absorbancí A_1 a A_0 byla dle vzorce 3 vypočtena hodnota inaktivace (%). Pomocí rovnice lineární regrese, která se získala z kalibrační křivky (závislost inaktivace na koncentraci troloxu) byly vypočítány hodnoty antioxidační aktivity, které byly vyjádřeny v ekvivalentech troloxu (mg TE/g vzorku).

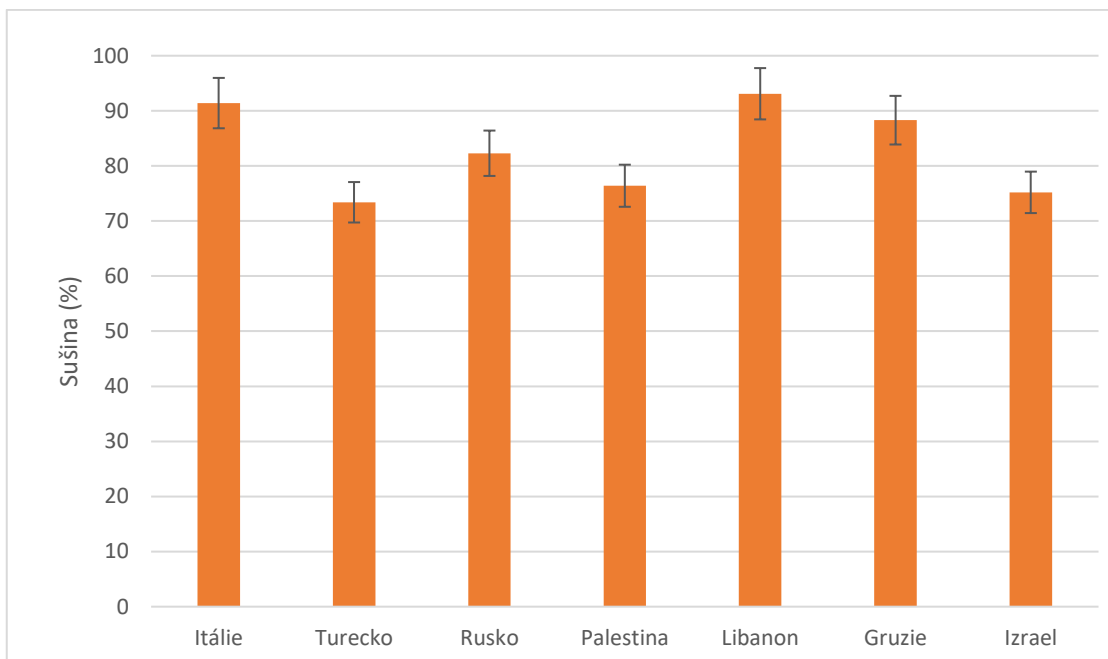
Kalibrační křivka byla sestrojena jako závislost inaktivace na koncentraci standardu troloxu (40, 80, 100, 120 a 160 $\mu\text{g/ml}$) a z rovnice lineární regrese byla vypočtena hodnota antioxidační aktivity a vyjádřena v ekvivalentech troloxu (mg TE/g).

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Výsledky stanovení sušiny

Dle Vyhlášky č. 398/2016 Sb. (Vyhláška o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dresinky a hořčici), je stanovena maximální vlhkost koření dle jeho druhu od 8 do 12 % [1]. U sumaku tato regulace není uplatňována, neboť není součástí této vyhlášky, i když je sumak používán jako koření. Jedná se ale o pomleté sušené ovoce. Podle Vyhlášky 397/2021 Sb. je sušené ovoce definováno jako ovoce, které je konzervované sušením bez použití přírodních sladidel. Sušina sušeného ovoce má činit nejméně 70 %, u švestek je to nejméně 67 %. Sušené ovoce nebalené se má skladovat při relativní vlhkosti vzduchu nejvýše 70 %. Sušina sumaku byla změřena v rozmezí od 73,4 do 93,1 % (Obr. 13). Nejvyšší hodnotu sušiny měl vzorek z Libanonu následován vzorkem z Itálie. Co se týká nejnižší hodnoty sušiny, tu měl vzorek z Turecka. Všechny vzorky sumaku měly hodnotu sušiny vyšší než 70 %, kterou udává Vyhláška 397/2021 Sb. [40].

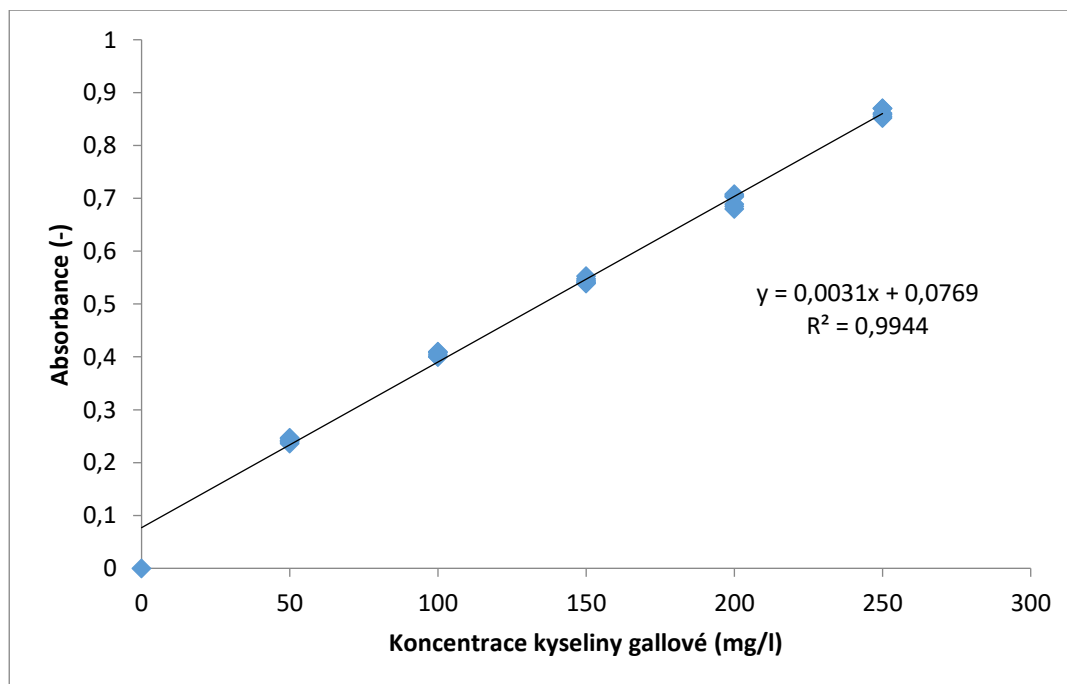
Je důležité stanovovat vlhkost u koření i sušeného ovoce z důvodu bezpečnosti potravin. Pokud mají vysoký obsah vlhkosti může dojít k růstu bakterií, kvasinek a plísní. Koření je nejčastěji kontaminováno plísněmi, které posléze produkují mykotoxiny jako jsou aflatoxin a ochratoxin aj. Aflatoxin je nejčastějším a nejtoxičtějším mykotoxinem, který produkují plísňe *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. Parasiticus* a *A. nomius*). Aflatoxiny jsou karcinogenní, mutagenní, teratogenní. Ochratoxin produkují plísňe *Penicillium verrucosum* a *Aspergillus ochraceus*. Ochratoxin je často spojován s vážnými zdravotními problémy u lidí jako jsou poškození ledvin a zvýšení nádorů v močových cest. Nejčastějším kontaminovaným kořením bývá paprika, muškátový oříšek, koriandr a pepřový prášek [61]. Při vysokých teplotách skladování a vyšší vlhkosti, také při vaření a grilování, může dojít k Maillardovým reakcím. Jedná se o chemické reakce, kde dochází k reakcím mezi redukcujícími cukry a dusíkatými látkami jako jsou aminokyseliny a bílkoviny. To vede k vytvoření nových aromatických sloučenin a pigmentů, které jednak přispívají k barvě, chuti, a vůni potravin, ale také mohou být karcinogenní [62].



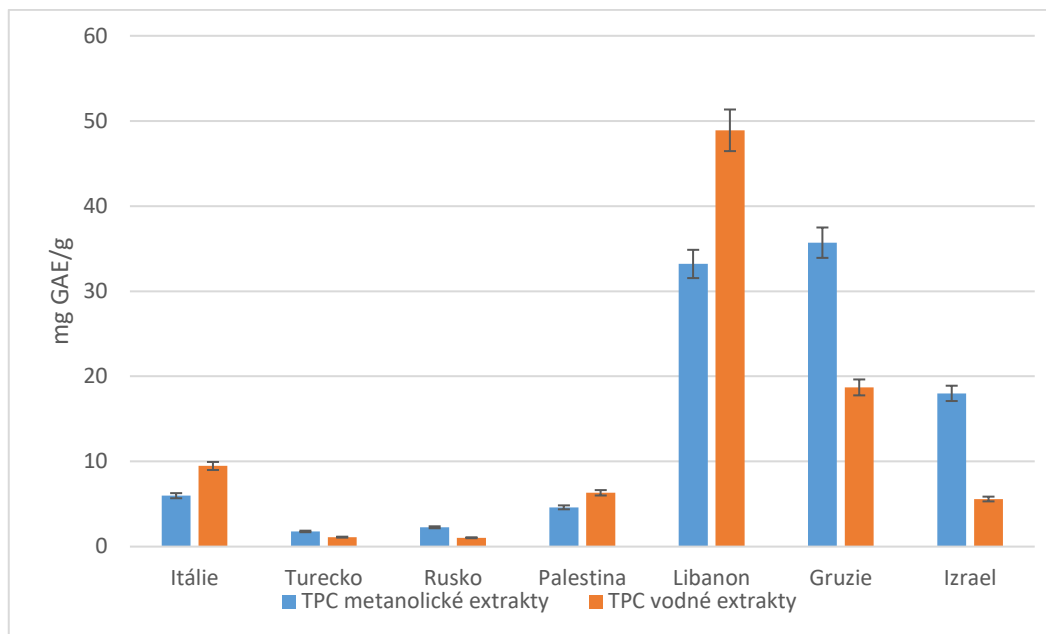
Obrázek 13: Výsledky stanovení sušiny pro vzorky sumaku

6.2 Výsledky stanovení TPC

Kalibrační křivka závislosti absorbance na koncentraci kyseliny gallové, nutná k výpočtu celkového obsahu TPC, je uvedena na Obr. 14.



Obrázek 14: Kalibrační křivka kyseliny gallové



Obrázek 15: Výsledky stanovení celkových TPC sumaku ve vodných a methanolicých výluzích

U vodných extraktů (Obr. 15) bylo nejvíce polyfenolů naměřeno u sumaku pocházejícího z Libanonu, a to 48,9 mg GAE/g a následně u vzorku z Gruzie (18,7 mg GAE/g). Nejméně polyfenolů ve vodném extraktu bylo detekováno u vzorků sumaku pocházejících z Ruska a Turecka (konkrétně 1,04 a 1,11 mg GAE/g).

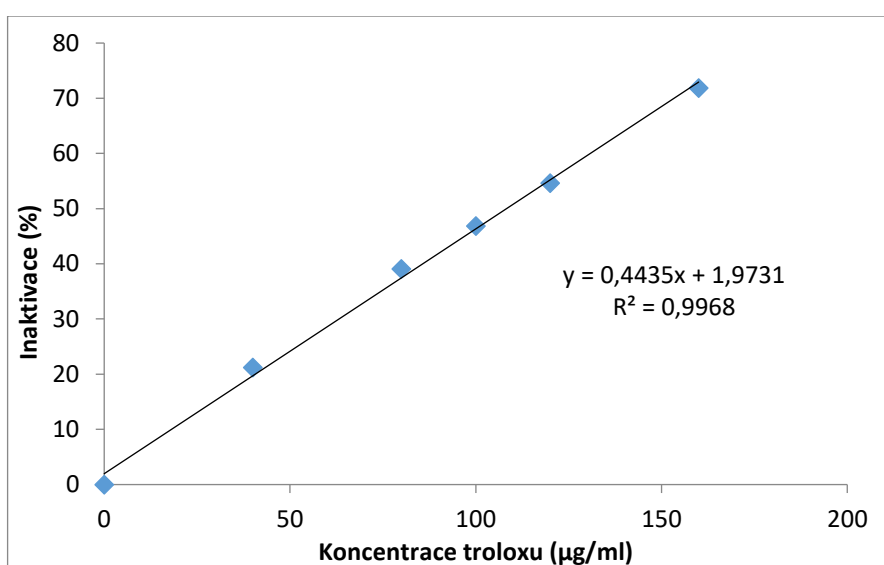
U methanolicých extraktů byly na polyfenoly nejbohatší vzorky pocházející z Gruzie a Libanonu, kde jejich obsahy činily 35,7 a 33,2 mg GAE/g. Na polyfenoly méně bohaté potom byly vzorky sumaku pocházející opět z Turecka a Ruska. Polyfenoly vyextrahované do methanolu nebo 80 % methanolickeho roztoku by měly více přiblížit jejich využitelnost zažívacím traktem člověka. Lze je použít jako modelové rozpouštědlo pro simulaci trávení. Další metody jsou potom provést klasické metody trávení simulované v podmínkách *in vitro* nebo *in vivo* [57].

Existují různé studie, které uvádějí rozdílné údaje o obsahu fenolů v sumaku. Ve vědecké práci Kosar et al. (2007) byla testována různá rozpouštědla k extrakci sumaku, která měla zároveň za úkol získat odlišné frakce extraktů. Zde se obsah TPC pohyboval v širokém rozmezí od 5 do 547 mg GAE/g, ale ne na gram ovoce, ale na gram extraktu, což je nezvyklé. [63]. Pro lepší srovnání lze využít další studii, která uvádí obsah TPC v rozsahu 2,09 až 2,92 mg GAE/g při extrakci do metanolu a 0,81 až 2,45 mg GAE/g při extrakci do destilované vody. Námi naměřené hodnoty koncentrací TPC byly vyšší [49]. Pro porovnání obsahu polyfenolů sumaku lze využít koncentrace TPC naměřené v arónii, kdy arónie vyextrahovaná

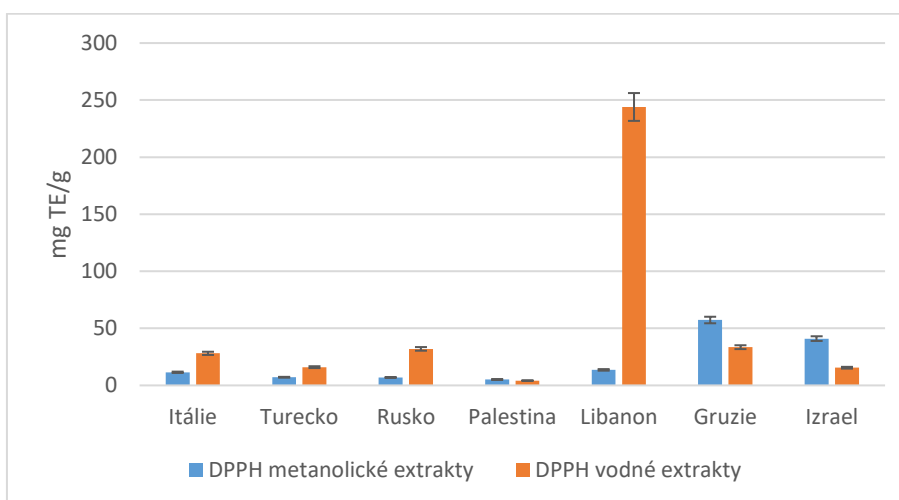
do metanolu obsahovala od 6,90 do 25,6 mg GAE/g čerstvé hmoty. U sumaku byly naměřeny maximální hodnoty pro vodný extrakt 48,9 mg GAE/g a pro methanolický extrakt 35,7 mg GAE/g. Zdá se, že sumak obsahuje ještě více TPC než na polyfenoly bohatá arónie. Obsah TPC je závislý na geografickém původu pěstování, na odrůdě, klimatických podmínkách, technologickém zpracování apod. [64].

6.3 Výsledky stanovení antioxidační aktivity se zhášením radikálu DPPH

Kalibrační křivka pro stanovení hodnot antioxidační aktivity sumaku je uvedena na Obr. 16.



Obrázek 16: Kalibrační křivka pro trolox a metodu s DPPH



Obrázek 17: Výsledky stanovení hodnot antioxidačních aktivit se zhášením radikálu DPPH

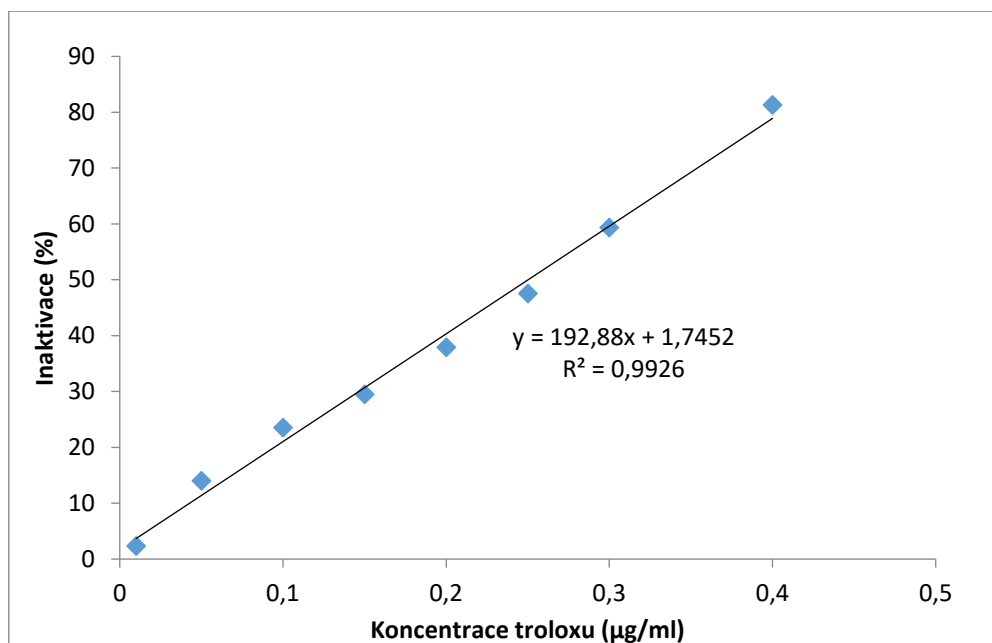
Dle grafu na Obr. 17 můžeme vidět, že nejvyšší hodnota antioxidační aktivity (AOA), byla zaznamenána u vodného extraktu vzorku sumaku z Libanonu, a to 244 mg TE/g. Naopak nejnižší antioxidační aktivitu (AOA) v methanolickém a ve vodném extraktu vykazoval vzorek z Palestiny (5,16 mg TE/g a 4,2 mg TE/g).

Koření je známé díky své vysoké antioxidační aktivitě a schopnosti bojovat proti volným radikálům. Studie prokazují, že extrakty ze škumpy mají vysokou antioxidační aktivitu, které jsou někdy 50× vyšší, než u vitamínu C a E [43]. Koření tedy může být využito jako zmírňující nebo preventivní prostředek proti tvorbě volných radikálů a snižovat tak rizika závažných zdravotních problémů [65]. Oxidace je hlavní příčinou, kdy potraviny s vysokým obsahem lipidů mohou během výroby anebo skladování ztrácet kvalitu. To může vést ke změně sensorických vlastností jako je změna chuti, textury, vzhledu a také nutriční hodnoty. Antioxidanty jsou látky, které pomáhají předcházet těmto faktorům. Pomáhají udržovat kvalitu potravin a jejich trvanlivost. Existují výzkumy, kdy se aplikoval extrakt škumpy do arašídového oleje a tím se zabránilo žluknutí a zvýšení jeho trvanlivosti [66].

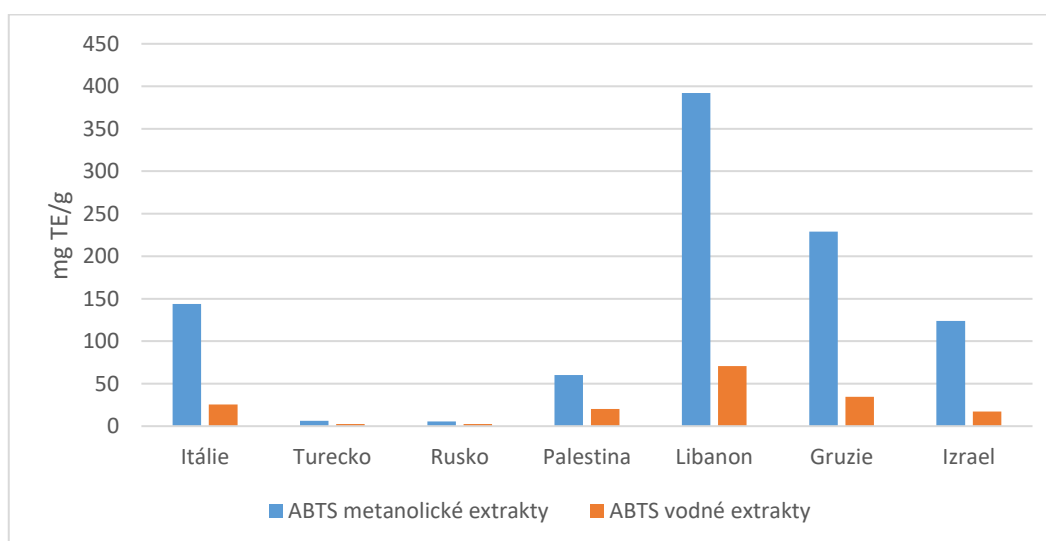
Metoda DPPH se řadí mezi nejběžnější používané přístupy hodnocení antioxidační aktivity. DPPH je využíván jako lapač volných radikálů nebo donor vodíku. Tato metoda je založena na předávání atomů H od antioxidantů k DPPH radikálu a je vhodná pro stanovení antioxidační aktivity v ovoci a zelenině [67], [68]. Jako standard se využívá trolox nebo méně často kyselina askorbová. Hossein (2019) se ve své vědecké práci zabýval chemickou analýzou sumaku z Íránu a naměřil antioxidační kapacitu, která se pohybovala od 1,55 do 11,1 mg AAE/g sušiny vzorků [69]. Hodnota AOA je závislá na mnoha faktorech. Na fázi růstu rostliny, na její genetice, jakým způsobem byla pěstována, kde, jak byla technologicky zpracována, dále na metodě, extrakce vzorku a samotné metodě stanovení AOA [69].

6.4 Výsledky stanovení hodnot antioxidační aktivity se zhášením radikálu ABTS

Kalibrační křivka potřebná pro vyhodnocení naměřených hodnot antioxidačních aktivit je prezentována na Obr. 18.



Obrázek 18: Kalibrační křivka pro trolox a metodu s ABTS



Obrázek 19: Výsledky stanovení hodnot AOA se zhašením radikálu ABTS

Nejvyšší hodnoty AOA naměřenou metodou se zhášením radikálu ABTS v methanolicke extraktu vykazovaly vzorky z Libanonu (392 mg TE/g) a poté z Gruzie (229 mg TE/g) (Obr.

19). Ve vodném extraktu měl vysokou hodnotu AOA vzorek z Libanonu (70,8 mg TE/g). Vzorky, které pocházely z Turecka a Ruska, měly nízké hodnoty AOA (pod 3,00 mg TE/g) jak ve vodném, tak methanolickém extraktu.

Výsledky je velmi obtížné porovnávat, protože postupy pro stanovení AOA se různí a také jsou využívány i různé standardy, nejčastěji kyselina askorbová nebo trolox. Lze ovšem tyto výsledky porovnat se studii, které byly provedeny na pracovišti UACHP, protože zde je stejný postup a laboratorní podmínky. V sušenkách, které byly obohaceny jedlými květy, matcha čajem a netradičními moukami byly stanoveny hodnoty AOA měřené se zhášením radikálu ABTS v rozmezí od 1,25 do 13,6 mg TE/g [70], v netradičních vločkách se hodnoty AOA pohybovaly v rozmezí 0,42 až 1,24 mg TE/g [71] a u matcha čaje to bylo od 187 do 305 mg TE/g [72].

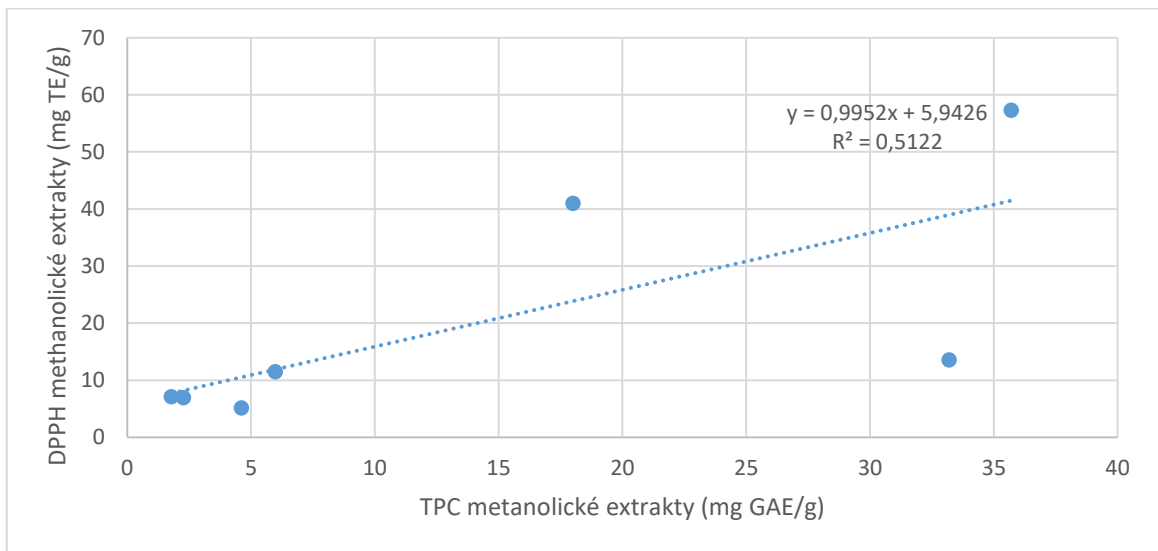
6.5 Korelace mezi AOA a TPC

Vzájemná závislost naměřených hodnot antioxidačních aktivit a celkových polyfenolů byla evaluována pomocí Pearsonova korelačního koeficientu r , který měří sílu lineární závislosti mezi sledovanými veličinami (Obr. 20 až 23). Pearsonův korelační koeficient se pohybuje v rozmezí od -1 do +1 ($-1 \leq r \leq +1$), kdy kladné hodnoty r udávají kladnou lineární korelaci a záporné hodnoty (r) negativní korelaci. Pokud je hodnota korelačního koeficientu nula, tak mezi proměnnými hodnotami neexistuje žádný lineární vztah. Čím více je hodnota přiblížena k +1 nebo -1, je korelace mezi sledovanými veličinami silnější. Korelace nám ukazuje, jak jsou dvě veličiny spojeny. Díky tomu můžeme tuto spojitost vyjádřit slovně [73].

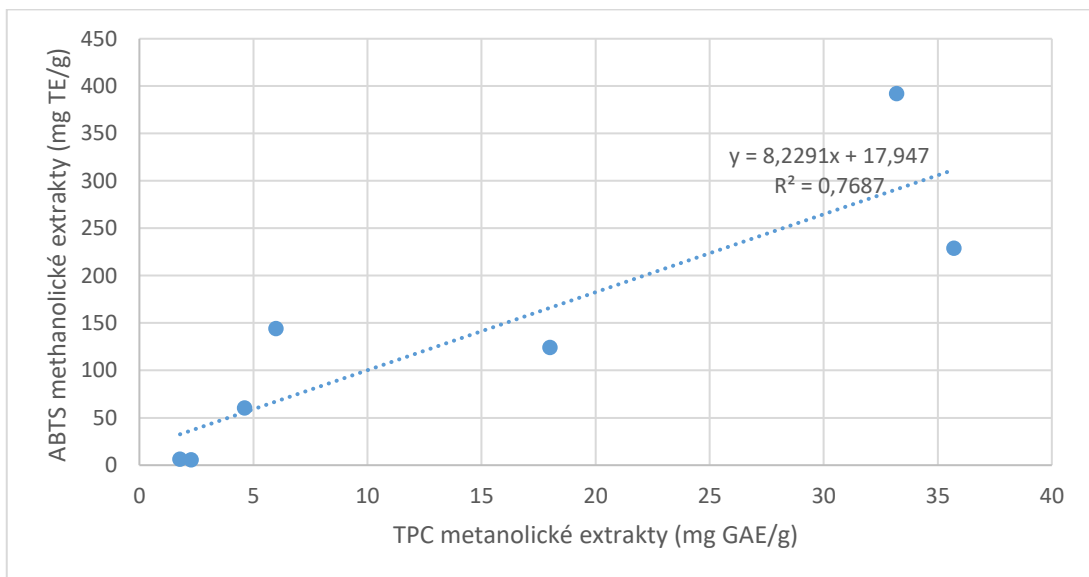
- 0–0,19: Velmi slabá korelace
- 0,20–0,39: Slabá korelace
- 0,40–0,59: Střední korelace
- 0,60–0,79: Silná korelace
- 0,80–1,00: Velmi silná korelace

6.5.1 Korelace v methanolu

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu r mezi hodnotami AOA měřené se zhášením radikálu DPPH a hodnotami TPC je 0,7157. To potvrzuje silnou korelaci mezi těmito měřenými veličinami. Podobně, při korelaci pro AOA měřenou se zhášením radikálu ABTS v prostředí methanolu a polyfenoly, byla korelace ještě silnější ($r=0,8768$). Zde byla korelace velmi silná. Lze tedy konstatovat, že polyfenoly vyextrahované v prostředí methanolu velmi silně přispívají k hodnotám AOA sumaku (Obr. 20, 21).



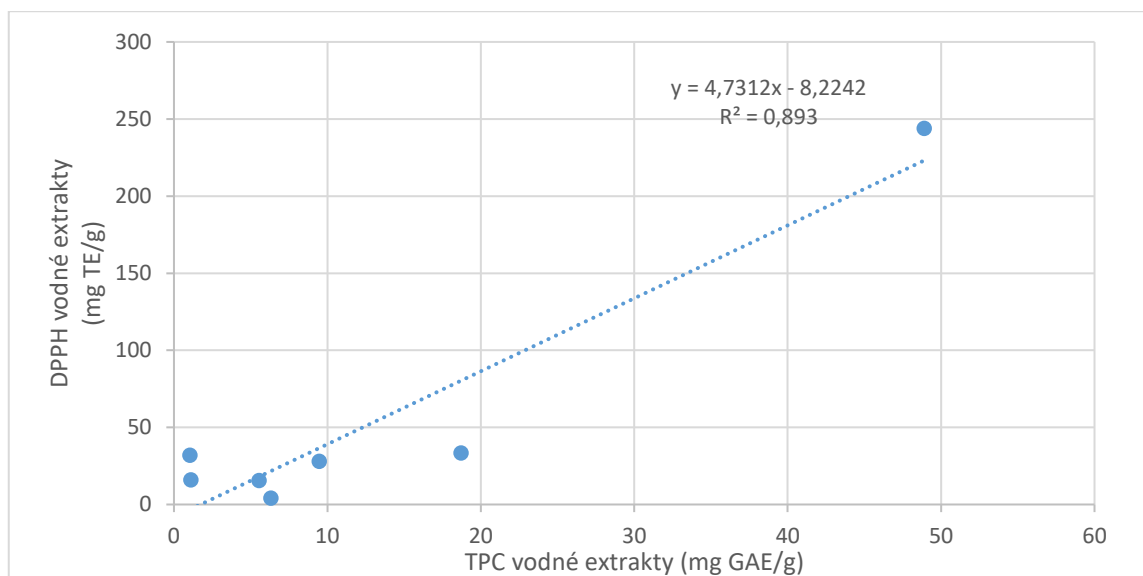
Obrázek 20: Korelace v prostředí methanolu pro DPPH a TPC



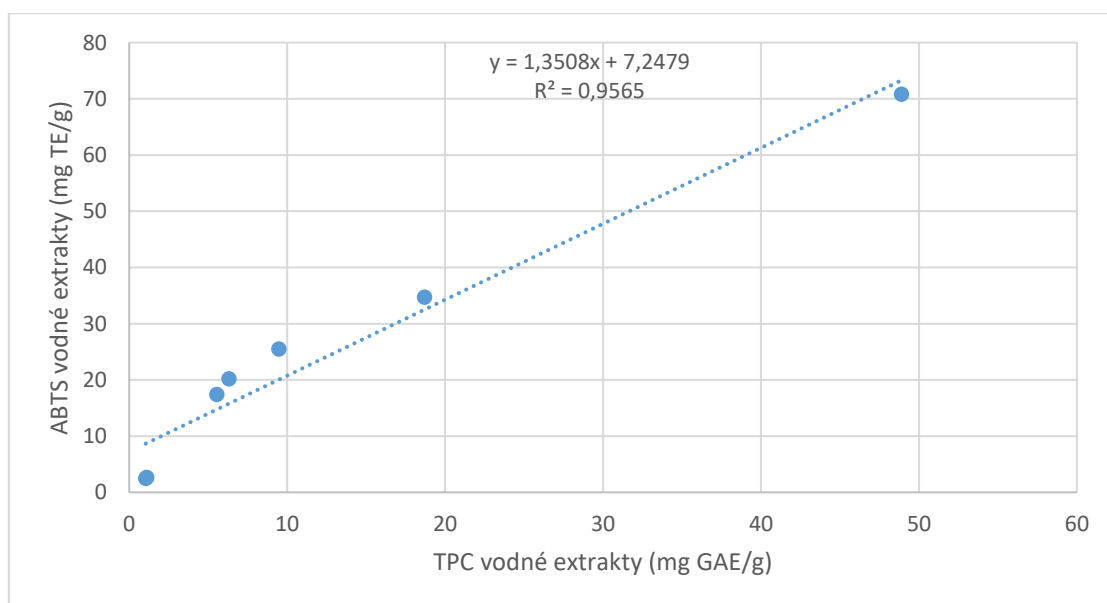
Obrázek 21: Korelace v prostředí methanolu pro ABTS a TPC

6.5.2 Korelace ve vodě

Pearsonův korelační koeficient r mezi hodnotami AOA měřené se zhášením radikálu DPPH a hodnotami TPC je 0,9449, což potvrzuje velmi silnou korelaci mezi těmito dvěma měřnými veličinami. Stejně tak při korelaci pro AOA měřenou se zhášením radikálu ABTS v prostředí methanolu a polyfenoly, byla korelace ještě silnější než v methanolickém extraktu ($r=0,9780$). Lze tedy konstatovat, že v prostředí vody polyfenoly velmi silně přispívají k hodnotám AOA sumaku.



Obrázek 22: Korelace v prostředí vody pro DPPH a TPC



Obrázek 23: Korelace v prostředí vody pro ABTS a TPC

ZÁVĚR

V teoretické části bakalářské práce bylo popsáno koření, jeho definice podle stanovené platné vyhlášky. Bylo rozepsáno jeho rozdělení do jednotlivých kategorií, mezi které byly zařazeny různé druhy koření jako je celý pepř, skořice cejlonská, bobkový list, kmín a nové koření. Byly definované směsi koření a kořenících přípravků a jejich použití. V samostatné teoretické části byla definovaná rostlina škumpy koželužské, chemické složení jejích plodů a využití v potravinářském průmyslu.

Nejvyšší hodnotu sušiny měl vzorek sumaku pocházejícího z Libanonu (93,1 %) a poté z Itálie (91,4 %), nejnižší hodnota sušiny byla stanovena u sumaku z Turecka (73,4 %). Legislativní požadavek na obsah vlhkosti není u sumaku dán.

Nejvyšší obsah celkových polyfenolů ve vodném extraktu byl naměřeno u vzorku z Libanonu (48,9 mg GAE/g) a následně u vzorku sumaku z Gruzie (18,7 mg GAE/g). Naopak nejméně polyfenolů bylo stanoveno u vzorků z Ruska (1,04 mg GAE/g) a Turecka (1,11 mg GAE/g). U methanolických extraktů byly na polyfenoly nejbohatší vzorky z Gruzie s hodnotou 35,7 mg GAE/g a Libanonu 33,2 mg GAE/g.

Nejvyšší antioxidační aktivita se zhasením radikálů DPPH u vodného extraktu byla naměřena u vzorku z Libanonu (244 mg TE/g), u methanolických extraktů to bylo u vzorku z Gruzie (57,3 mg TE/g). Nejnižší hodnota antioxidační aktivity jak ve vodném, tak methanolicském extraktu byla u vzorku z Palestiny (5,16 a 4,2 mg TE/g). Posledním měřením bylo stanovení antioxidační aktivity se zhasením radikálů ABTS, a to jak ve vodném, tak methanolicském extraktu. Zde opět vynikal vzorek z Libanonu a vzorky pocházející z Turecka a Ruska měly hodnota AOA nízké.

Korelační analýza prokázala silně pozitivní závislost mezi hodnotami celkových polyfenolů a antioxidačních aktivit. Zdá se, že polyfenolické látky sumaku významně přispívají k jeho hodnotám AOA. Hodnoty korelačních koeficientů byly $\geq 0,7157$.

Na závěr je možno shrnout, že sumak obsahuje významně vysoké koncentrace polyfenolických látek a mohl by sloužit jako doplňující zdroj (vzhledem k jeho nízkým dávkám ve formě koření) polyfenolů ve výživě člověka.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] “398/2016 Sb. Vyhláška o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dr...” Accessed: Feb. 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-398>
- [2] S. Raghavan, *Handbook of Spices, Seasonings, and Flavorings*. CRC Press, 2006. doi: 10.1201/b13597.
- [3] “Spice Science and Technology | Kenji Hirasu, Mitsuo Takemasa | Taylor.” Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www-taylorfrancis-com.proxy.k.utb.cz/pdfviewer/>
- [4] C. L. Hii and S. S. Shirkole, *Drying of Herbs, Spices, and Medicinal Plants*. Boca Raton: CRC Press, 2023. doi: 10.1201/9781003269250.
- [5] “398/2016 Sb. Vyhláška o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dr...” Accessed: Oct. 19, 2023. [Online]. Available: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-398>
- [6] N. L. Vuković *et al.*, “The antimicrobial and antibiofilm potential of the Piper nigrum L. essential oil: in vitro, in situ, and in silico study,” *Ind Crops Prod*, vol. 209, p. 118075, Mar. 2024, doi: 10.1016/J.INDCROP.2024.118075.
- [7] A. Taban, M. J. Saharkhiz, and M. Niakousari, “Sweet bay (*Laurus nobilis* L.) essential oil and its chemical composition, antioxidant activity and leaf micro-morphology under different extraction methods,” *Sustain Chem Pharm*, vol. 9, pp. 12–18, Sep. 2018, doi: 10.1016/J.SCP.2018.05.001.
- [8] S. Batool, R. A. Khera, M. A. Hanif, and M. A. Ayub, “Bay Leaf,” *Medicinal Plants of South Asia: Novel Sources for Drug Discovery*, pp. 63–74, Jan. 2020, doi: 10.1016/B978-0-08-102659-5.00005-7.
- [9] S. K. Malhotra, “Caraway,” *Handbook of Herbs and Spices: Second Edition*, vol. 2, pp. 225–248, Jan. 2012, doi: 10.1533/9780857095688.225.
- [10] L. Suriyagoda *et al.*, “‘Ceylon cinnamon’: Much more than just a spice Societal Impact Statement,” 2021, doi: 10.1002/ppp3.10192.
- [11] J. Thomas and K. M. Kuruvilla, “Cinnamon,” *Handbook of Herbs and Spices: Second Edition*, vol. 1, pp. 182–196, Jan. 2012, doi: 10.1533/9780857095671.182.
- [12] J. Rema and B. Krishnamoorthy, “Allspice,” *Handbook of Herbs and Spices: Second Edition*, vol. 2, pp. 166–192, Jan. 2012, doi: 10.1533/9780857095688.166.
- [13] D. J. Charles, *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*. New York, NY: Springer New York, 2013. doi: 10.1007/978-1-4614-4310-0.
- [14] M. E. Embuscado, “Spices and herbs: Natural sources of antioxidants-a mini review,” 2015, doi: 10.1016/j.jff.2015.03.005.
- [15] H. S. Datta, D. Bora, M. Das Purkayastha, M. Choudhury, and M. Neog, “*Murraya koenigii* (L.) Spreng”, doi: 10.1016/B978-0-323-85591-4.00044-1.
- [16] “Garam Masala Flavour, For Food Industries, Powder at Rs 790/kg in Greater Noida.” Accessed: Feb. 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.indiamart.com/proddetail/garam-masala-flavour-21533898348.html>
- [17] “Seasoning Savvy | How to Cook with Herbs, Spices, and Other Flavorings.” Accessed: Feb. 04, 2024. [Online]. Available: <https://www.taylorfrancis.com/pdfviewer/>
- [18] J. K. Kumar and A. K. Sinha, “Resurgence of natural colourants: a holistic view,” *Nat Prod Res*, vol. 18, no. 1, pp. 59–84, Feb. 2004, doi: 10.1080/1057563031000122112.

- [19] D. Chittaragi and J. S. Menon, “Bio-Colours From Spices.” [Online]. Available: www.intechopen.com
- [20] “Nařízení - 1169/2011 - EN - EUR-Lex.” Accessed: Feb. 26, 2024. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32011R1169&qid=1708436885573>
- [21] B. Sgorbini, C. Bicchi, C. Cagliero, C. Cordero, E. Liberto, and P. Rubiolo, “Herbs and spices: Characterization and quantitation of biologically-active markers for routine quality control by multiple headspace solid-phase micro-extraction combined with separative or non-separative analysis,” *J Chromatogr A*, vol. 1376, pp. 9–17, Jan. 2015, doi: 10.1016/j.chroma.2014.12.007.
- [22] “Nařízení - 1169/2011 - EN - EUR-Lex.” Accessed: Feb. 20, 2024. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32011R1169&qid=1708436885573>
- [23] S. Clemenson, M. Muggeridge, and M. Clay, “Quality specifications for herbs and spices,” in *Handbook of Herbs and Spices*, vol. 1, Elsevier, 2012, pp. 25–41. doi: 10.1533/9780857095671.25.
- [24] “Hřebíček – účinky a využití na Vánoce | Day Spa Shop.” Accessed: Oct. 19, 2023. [Online]. Available: <https://www.day-spa-shop.cz/herbar/hrebicek-docukrovi-i-na-bolest/>
- [25] D. L. T. Jessica Elizabeth, F. Gassara, A. P. Kouassi, S. K. Brar, and K. Belkacemi, “Spice use in food: Properties and benefits,” *Crit Rev Food Sci Nutr*, vol. 57, no. 6, pp. 1078–1088, Apr. 2017, doi: 10.1080/10408398.2013.858235.
- [26] K. V. Peter and K. Nirmal Babu, “Introduction to herbs and spices: medicinal uses and sustainable production,” *Handbook of Herbs and Spices: Second Edition*, vol. 2, pp. 1–16, Jan. 2012, doi: 10.1533/9780857095688.1.
- [27] D. L. T. Jessica Elizabeth, F. Gassara, A. P. Kouassi, S. K. Brar, and K. Belkacemi, “Spice use in food: Properties and benefits,” *Crit Rev Food Sci Nutr*, vol. 57, no. 6, pp. 1078–1088, Apr. 2017, doi: 10.1080/10408398.2013.858235.
- [28] S. Rayne and G. Mazza, “Biological Activities of Extracts from Sumac (*Rhus* spp.): A Review,” 2007.
- [29] K. W. Singletary, “Sumac: Potential Health Benefits,” *Nutr Today*, vol. 58, no. 2, pp. 77–83, Mar. 2023, doi: 10.1097/NT.0000000000000595.
- [30] T. Zuhair Abdul-Jalil, “*Rhus coriaria* (Sumac): A Magical Spice.” [Online]. Available: www.intechopen.com
- [31] N. Baaka, “Sumac (*Rhus Tripartita*): A Natural Dye Used for Simultaneous Coloration and Functional Finishing on Textiles,” *Journal of Natural Fibers*, vol. 19, no. 13, pp. 7265–7274, Dec. 2022, doi: 10.1080/15440478.2021.1944437.
- [32] O. Zannou *et al.*, “Phytochemical and nutritional properties of sumac (*Rhus coriaria*): a potential ingredient for developing functional foods,” *Journal of Future Foods*, vol. 5, no. 1, pp. 21–35, Mar. 2025, doi: 10.1016/J.JFUTFO.2024.01.002.
- [33] “RHUS CORIARIA L. – škumpa / sumach | BOTANY.cz.” Accessed: Apr. 25, 2024. [Online]. Available: <https://botany.cz/cs/rhus-coriaria/>
- [34] R. Kossah *et al.*, “Comparative study on the chemical composition of Syrian sumac (*Rhus coriaria* L.) and Chinese sumac (*Rhus typhina* L.) fruits,” *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 8, no. 10, pp. 1570–1574, 2009, doi: 10.3923/PJN.2009.1570.1574.

- [35] “Škumpa orobincová (*Rhus typhina*) je krásná, ale má i negativa | Zahrádkářská poradna.” Accessed: Feb. 26, 2024. [Online]. Available: <https://zahradkar-skaporadna.cz/clanek-321419-pestovat-nebo-nepestovat-skumpa-je-krasna-ale-nebezpecna>
- [36] A. C. Gladman, “Toxicodendron Dermatitis: Poison Ivy, Oak, and Sumac,” *Wilderness Environ Med*, vol. 17, no. 2, pp. 120–128, Jun. 2006, doi: 10.1580/PR31-05.1.
- [37] “<https://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=print&sid=192>”.
- [38] “Boiron RHUS TOXICODENDRON CH9 granule 4 g.” Accessed: Apr. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.drmax.cz/rhus-toxicodendron-9ch>
- [39] M. C. Li *et al.*, “Traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of Toxicodendron vernicifluum (Stokes) F.A. Barkley - A review,” *J Ethnopharmacol*, vol. 267, p. 113476, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.JEP.2020.113476.
- [40] “397/2021 Sb. Vyhláška o požadavcích na konzervované ovoce a konzervovanou zeleninu, skořápkové plody, houby, bramb...” Accessed: Mar. 05, 2024. [Online]. Available: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-397>
- [41] A. Perrone *et al.*, “Phytochemical, Antioxidant, Anti-Microbial, and Pharmaceutical Properties of Sumac (*Rhus coriaria* L.) and Its Genetic Diversity,” *Horticulturae* 2022, Vol. 8, Page 1168, vol. 8, no. 12, p. 1168, Dec. 2022, doi: 10.3390/HORTICULTURAE8121168.
- [42] G. E. S. Batiha *et al.*, “*Rhus coriaria* L. (Sumac), a Versatile and Resourceful Food Spice with Cornucopia of Polyphenols,” *Molecules* 2022, Vol. 27, Page 5179, vol. 27, no. 16, p. 5179, Aug. 2022, doi: 10.3390/MOLECULES27165179.
- [43] L. Barros *et al.*, “molecules *Rhus coriaria* L. (Sumac), a Versatile and Resourceful Food Spice with Cornucopia of Polyphenols,” 2022, doi: 10.3390/molecules27165179.
- [44] K. W. Singletary, “Sumac: Potential Health Benefits,” *Nutr Today*, vol. 58, no. 2, pp. 77–83, Mar. 2023, doi: 10.1097/NT.0000000000000595.
- [45] I. M. Abu-Reidah, M. S. Ali-Shtayeh, R. M. Jamous, D. Arráez-Román, and A. Segura-Carretero, “HPLC–DAD–ESI-MS/MS screening of bioactive components from *Rhus coriaria* L. (Sumac) fruits,” *Food Chem*, vol. 166, pp. 179–191, Jan. 2015, doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2014.06.011.
- [46] G. E. S. Batiha *et al.*, “*Rhus coriaria* L. (Sumac), a Versatile and Resourceful Food Spice with Cornucopia of Polyphenols,” *Molecules*, vol. 27, no. 16, Aug. 2022, doi: 10.3390/MOLECULES27165179.
- [47] M. Khoshkharam, M. H. Shahrajabian, W. Sun, and Q. Cheng, “Sumac (*Rhus coriaria* L.) a spice and medicinal plant – a mini review,” *Amazonian Journal of Plant Research*, vol. 4, no. 2, pp. 517–523, 2020, doi: 10.26545/ajpr.2020.b00061x.
- [48] H. El Gharras, “Polyphenols: food sources, properties and applications-a review”, doi: 10.1111/j.1365-2621.2009.02077.x.
- [49] M. Bashash, N. Zamindar, and M. Bolandi, “Evaluation of antioxidant activities of Iranian sumac (*R. coriaria* L.) fruit and spice extracts with different solvents,” *Journal of Food Measurement and Characterization*, vol. 8, no. 3, pp. 213–217, 2014, doi: 10.1007/S11694-014-9182-7.
- [50] J. Kumar and A. Sinha, “Resurgence of natural colourants: a holistic view,” *Nat Prod Res*, vol. 18, no. 1, pp. 59–84, 2004, doi: 10.1080/1057563031000122112.

- [51] “Sudan – Bezpečnost potravin.” Accessed: Apr. 15, 2024. [Online]. Available: <https://bezpecnostpotravin.cz/termin/sudan/>
- [52] S. Giovanelli, G. Giusti, P. L. Cioni, P. Minissale, D. Ciccarelli, and L. Pistelli, “Aroma profile and essential oil composition of *Rhus coriaria* fruits from four Sicilian sites of collection,” *Ind Crops Prod*, vol. 97, pp. 166–174, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.indcrop.2016.12.018.
- [53] H. Alsamri, K. Athamneh, G. Pintus, A. H. Eid, and R. Iratni, “Pharmacological and Antioxidant Activities of *Rhus coriaria* L. (Sumac),” *Antioxidants* 2021, Vol. 10, Page 73, vol. 10, no. 1, p. 73, Jan. 2021, doi: 10.3390/ANTIOX10010073.
- [54] M. R. Morshedloo, F. Maggi, H. Tavakoli Neko, and M. Soleimani Aghdam, “Sumac (*Rhus coriaria* L.) fruit: Essential oil variability in Iranian populations,” *Ind Crops Prod*, vol. 111, pp. 1–7, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.INDCROP.2017.10.002.
- [55] H. M. Ali, F. Karataş, D. Özer, and S. Saydam, “Element and Water-Soluble Vitamins Profile of *Rhus coriaria* L. (Sumac) Grown in Different Regions,” *Biol Trace Elem Res*, pp. 1–10, Sep. 2023, doi: 10.1007/S12011-023-03890-Y/METRICS.
- [56] “ČSN ISO 2173 (560292) - Výrobky z ovoce a zeleniny - Stanovení obsahu rozpustné sušiny - Refraktometrická metoda - duben 2014 - Technické normy - Ing. Jiří Hrazdil.” Accessed: Apr. 25, 2024. [Online]. Available: <https://shop.normy.biz/detail/95085>
- [57] T. Koláčková, K. Kolofíková, I. Sytařová, L. Snopek, D. Sumczynski, and J. Orsavová, “Matcha Tea: Analysis of Nutritional Composition, Phenolics and Antioxidant Activity,” *Plant Foods Hum Nutr*, vol. 75, no. 1, pp. 48–53, Mar. 2020, doi: 10.1007/S11130-019-00777-Z.
- [58] V. L. Singleton, R. Orthofer, and R. M. Lamuela-Raventós, “Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent,” *Methods Enzymol*, vol. 299, pp. 152–178, 1999, doi: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.
- [59] M. Ferri, A. Gianotti, and A. Tassoni, “Optimisation of assay conditions for the determination of antioxidant capacity and polyphenols in cereal food components,” *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 30, no. 2, pp. 94–101, Jun. 2013, doi: 10.1016/J.JFCA.2013.02.004.
- [60] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, and C. Rice-Evans, “Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay,” *Free Radic Biol Med*, vol. 26, no. 9–10, pp. 1231–1237, May 1999, doi: 10.1016/S0891-5849(98)00315-3.
- [61] B. Kabak and A. D. W. Dobson, “Mycotoxins in spices and herbs—An update,” *Crit Rev Food Sci Nutr*, vol. 57, no. 1, pp. 18–34, Jan. 2017, doi: 10.1080/10408398.2013.772891.
- [62] D. Kathuria, Hamid, S. Gautam, and A. Thakur, “Maillard reaction in different food products: Effect on product quality, human health and mitigation strategies,” *Food Control*, vol. 153, p. 109911, Nov. 2023, doi: 10.1016/J.FOOD-CONT.2023.109911.
- [63] M. Kosar, B. Bozan, F. Temelli, and K. H. C. Baser, “Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria* L.) extracts,” *Food Chem*, vol. 103, no. 3, pp. 952–959, Jan. 2007, doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2006.09.049.

- [64] T. Jurikova *et al.*, “Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases,” *Molecules* 2017, Vol. 22, Page 944, vol. 22, no. 6, p. 944, Jun. 2017, doi: 10.3390/MOLECULES22060944.
- [65] A. Yashin, Y. Yashin, X. Xia, and B. Nemzer, “Antioxidant Activity of Spices and Their Impact on Human Health: A Review,” *Antioxidants* 2017, Vol. 6, Page 70, vol. 6, no. 3, p. 70, Sep. 2017, doi: 10.3390/ANTIOX6030070.
- [66] “View of A Focused Insight into Sumac: Biological, Chemical, Health Benefits and Its Applications in Food Industry.” Accessed: Apr. 09, 2024. [Online]. Available: <https://ojs.wiserpub.com/index.php/FSE/article/view/2763/1509>
- [67] F. Shahidi and Y. Zhong, “Measurement of antioxidant activity,” *Journal of Functional Foods*, vol. 18. Elsevier Ltd, pp. 757–781, Oct. 01, 2015. doi: 10.1016/j.jff.2015.01.047.
- [68] S. B. Kedare and R. P. Singh, “Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay,” *J Food Sci Technol*, vol. 48, no. 4, p. 412, Aug. 2011, doi: 10.1007/S13197-011-0251-1.
- [69] H. Fereidoonfar, H. Salehi-Arjmand, A. Khadivi, M. Akramian, and L. Safdari, “Chemical variation and antioxidant capacity of sumac (*Rhus coriaria* L.),” *Ind Crops Prod*, vol. 139, p. 111518, Nov. 2019, doi: 10.1016/J.INDCROP.2019.111518.
- [70] K. Št’astná, D. Sumczynski, and E. Yalcin, “Nutritional Composition, In Vitro Antioxidant Activity and Phenolic Profile of Shortcrust Cookies Supplemented by Edible Flowers,” *Foods*, vol. 10, no. 11, Nov. 2021, doi: 10.3390/FOODS10112531.
- [71] K. Št’astná, M. Mrázková, D. Sumczynski, B. Cındık, and E. Yalçın, “The Nutritional Value of Non-Traditional Gluten-Free Flakes and Their Antioxidant Activity,” *Antioxidants (Basel)*, vol. 8, no. 11, Nov. 2019, doi: 10.3390/ANTIOX8110565.
- [72] T. Koláčková, D. Sumczynski, A. Minařík, E. Yalçın, and J. Orsavová, “The Effect of In Vitro Digestion on Matcha Tea (*Camellia sinensis*) Active Components and Antioxidant Activity,” *Antioxidants (Basel)*, vol. 11, no. 5, May 2022, doi: 10.3390/ANTIOX11050889.
- [73] “Pearsonův korelační koeficient | Math and Stats Support Centre | MUNI ECON.” Accessed: Apr. 08, 2024. [Online]. Available: https://mathstat.econ.muni.cz/media/12657/pear_cor.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ABTS	(2,2'-azinobis (3etyl-2,3dihydrobenzotiazol-6-sulfonová kyselina)
DPPH	(2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl)
TPC	celkový obsah polyfenolů
AOA	antioxidační aktivita

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Skořice, oregano, nové koření</i>	12
<i>Obrázek 2: Pepř celý, bobkový list, kmín</i>	12
<i>Obrázek 3: Kari a Garam masala [16]</i>	15
<i>Obrázek 4: Kořenící přípravky</i>	16
<i>Obrázek 5: A) Rostlina škumpy B) Plody škumpy C) Semena škumpy [32]</i>	18
<i>Obrázek 6: Plody škumpy[33]</i>	19
<i>Obrázek 7: Keř a plody Rhus typhina L. [35]</i>	20
<i>Obrázek 8: Puchýře způsobené Rhus toxicodendron [36]</i>	21
<i>Obrázek 9: Strom Rhus verniciflua [37]</i>	22
<i>Obrázek 10: Sumak rostlina, palice s ovocem, pomletý sumak [29]</i>	23
<i>Obrázek 11: Odstředivka, spektrofotometr</i>	31
<i>Obrázek 12: Vzorky sumaku</i>	33
<i>Obrázek 13: Výsledky stanovení sušiny pro vzorky sumaku</i>	38
<i>Obrázek 14: Kalibrační křivka kyseliny gallové</i>	38
<i>Obrázek 15: Výsledky stanovení celkových TPC sumaku ve vodných a methanolických vyluzích</i>	39
<i>Obrázek 16: Kalibrační křivka pro trolox a metodu s DPPH</i>	40
<i>Obrázek 17: Výsledky stanovení hodnot antioxidačních aktivit se zhasením radikálu DPPH</i>	40
<i>Obrázek 18: Kalibrační křivka pro trolox a metodu s ABTS</i>	42
<i>Obrázek 19: Výsledky stanovení hodnot AOA se zhasením radikálu ABTS</i>	42
<i>Obrázek 20: Korelace v prostředí methanolu pro DPPH a TPC</i>	44
<i>Obrázek 21: Korelace v prostředí methanolu pro ABTS a TPC</i>	44
<i>Obrázek 22: Korelace v prostředí vody pro DPPH a TPC</i>	45
<i>Obrázek 23: Korelace v prostředí vody pro ABTS a TPC</i>	45

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: vzorky sumaku</i>	<i>32</i>
---------------------------------------	-----------