

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Možnosti využití odpadů z výroby vína

Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Markéta Kubelková**
Osobní číslo: **C22149**
Studijní program: **B0531A130024 Hodnocení a analýza potravin**
Téma práce: **Možnosti využití odpadů z výroby vína**
Téma práce anglicky: **Possibilities for the utilization of waste from wine production**
Zadávací katedra: **Katedra analytické chemie**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte přehled o uplatnění odpadu z výroby vína (matolína). Věnujte se chemickému složení matoliny (slupky a/nebo semínka). Popište také principy metod pro stanovení antioxidačních vlastností potravin, stručně uveďte také u použitých instrumentálních metod. Použijte zahraniční odborné publikace z databází dostupných na síti UPCE.
2. Zjistěte, zda bude mít přídavek prášku ze slupek bobulí z vinné révy vliv na funkční vlastnosti muffinů. Experiment navrhněte a proveďte.
3. Zpracujte výsledky a stanovte, zda má přídavek prášku potenciál zlepšit vybrané vlastnosti muffinů.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:
Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Libor Červenka, Ph.D.**
Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **7. února 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **1. července 2025**

prof. Ing. Petr Němec, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

doc. Ing. Petr Česla, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2025

Prohlašuji:

Práci možnosti využití odpadů z výroby vína jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 21. 6. 2025

Markéta Kubelková v. r.

Tímto bych ráda vyjádřila své upřímné poděkování vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Liboru Červenkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a ochotu, kterou mi po celou dobu zpracování práce věnoval. Jeho odborné znalosti a vstřícný přístup byly pro mě velkou oporou. Poděkování patří také mé rodině za jejich podporu, trpělivost a motivaci během celého studia.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi využití vedlejších produktů při zpracování vinné révy, konkrétně slupek. Cílem bylo zjistit, zda přidavek těchto slupek do muffinů ovlivňuje barvu, schopnost vázat vlhkost, organoleptické vlastnosti a zda byl rozdíl v jejich antioxidační aktivitě. Byly provedeny analýzy barevnosti, vlhkosti, aktivity vody, hmotnostních ztrát po pečení a antioxidační kapacity pomocí metody s DPPH radikálem. Výsledky ukázaly, že přidavek slupek výrazně ovlivňuje barvu muffinů – zejména dochází ke snížení světlosti a změně odstínu v závislosti na použité odrůdě. Vlhkost a aktivita vody byly u vzorků se slupkami nižší ve srovnání s produkty bez přídavku slupek. Antioxidační kapacita byla u obohacených muffinů výrazně vyšší než u kontrolního vzorku, což potvrzuje přínos hroznových slupek jako zdroje bioaktivních látek. Sensorické hodnocení ukázalo, že kontrolní vzorek byl obecně hodnocen nejpříznivěji, avšak ani vzorky se slupkami nebyly hodnoceny negativně. To naznačuje, že při vhodně zvolené koncentraci lze zvýšit nutriční hodnotu muffinů bez výrazného narušení jejich chuti.

KLÍČOVÁ SLOVA

vinná réva, odpady z vinařství, fenolické látky, antioxidanty, obohacení potravin, víno

TITLE

Possibilities for the utilization of waste from wine production

ANNOTATION

This bachelor's thesis explores the potential use of by-products from grape processing, specifically grape skins. The aim was to determine whether the addition of these skins to muffins affects colour, moisture-binding capacity, sensory properties, and if there was difference in their antioxidant activity. Analyses of color, moisture content, water activity, weight loss after baking, and antioxidant capacity using the DPPH radical method were conducted. The results showed that the addition of grape skins significantly influenced the color of the muffins—particularly by reducing the lightness and altering hue depending on the grape variety used. Moisture content and water activity were lower in samples containing grape skins in comparison with the control sample. The antioxidant capacity of the enriched muffins was significantly higher than that of the control sample, confirming the value of grape skins as a source of bioactive compounds. Sensory evaluation revealed that the control sample (without skins) was generally rated most favorably, although the samples with grape skins were not rated negatively. This suggests that with a properly selected concentration, the nutritional value of muffins can be increased without significantly compromising their taste.

KEYWORDS

grapevine, winemaking by-products, phenolic compounds, antioxidants, food fortification, wine

Obsah

Úvod.....	14
Teoretická část.....	15
1 Proces zpracování vinné révy a vznik vedlejších produktů.....	15
1.1 Technologie výroby vína.....	15
1.1.1 Mletí a odzrňování hroznů.....	15
1.1.2 Macerace rmutu	15
1.1.3 Ohřev rmutu.....	16
1.1.4 Lisování	16
1.1.5 Sírění moštu	16
1.1.6 Provzdušňování moštu.....	17
1.1.7 Odkalování moštu.....	17
1.1.8 Úprava cukernatosti moštu a jeho odkyselení	18
1.1.9 Kvašení moštu.....	18
1.1.10 Čiření vína.....	19
1.1.11 Zrání vína.....	19
2 Složení hroznů	20
2.1 Složení dužiny.....	20
2.2 Složení matoliny	20
2.3 Složení třapin	20
3 Hlavní fenolické látky v révě vinné: Definice, význam pro lidské zdraví a rozdíly mezi druhy vín	21
3.1 Polyfenolické látky	21
3.1.1 Fenolové kyseliny	22
3.1.2 Anthokyany.....	22
3.1.3 Flavan-3-oly a proanthokyany	23
3.2 Stilbeny	23

3.3	Taniny	24
4	Slupky vinné révy jako vedlejší produkt výroby vína	25
4.1	Matolína	25
4.2	Význam využití vedlejších produktů v potravinářství	25
4.3	Přehled problematiky odpadu ve vinařství a jeho možnosti uplatnění v dalších odvětvích	27
4.3.1	Problematika odpadu ve vinařství.....	27
4.3.2	Možnosti uplatnění v dalších odvětví	27
5	Vybrané metody sušení	29
5.1	Typy metod sušení a jejich vliv na zachování účinných látek	29
5.2	Sušení slupek bobulí révy vinné	29
5.2.1	Sušení horkým vzduchem	29
5.2.2	Sušení na slunci	30
5.2.3	Sušení lyofilizací.....	30
6	Principy použitých analytických metod.....	32
6.1	Spektroskopie.....	32
6.1.1	Elektromagnetické záření	32
6.1.2	Absorbance	33
6.1.3	Lambert-Beerův zákon	34
6.1.4	Absorpční spektra	34
6.1.5	Princip UV-Vis spektrometrie	34
6.1.6	Instrumentace	35
6.2	Stanovení vlhkosti.....	35
6.2.1	Gravimetrická metoda.....	35
6.2.2	Titrace dle Karl Fischera.....	36
6.2.3	Hygrometry	36
6.3	Měření aktivity vody.....	37

6.4	Extrakce polyfenolických látek a jejich stanovení	38
6.4.1	Extrakce polyfenolických látek	38
6.4.2	Stanovení obsahu polyfenolických látek	38
6.5	Stanovení antioxidační aktivity	39
6.5.1	Stanovení antioxidační kapacity metodou s DPPH radikálem	39
6.5.2	Stanovení antioxidační kapacity metodou TAEC	39
6.5.3	Stanovení antioxidační kapacity metodou FRAP	39
7	Senzorická analýza potravin	40
7.1	Chuť	40
7.2	Senzorické hodnocení	40
8	Experimentální část.....	42
8.1	Použitá zařízení.....	42
8.2	Použité chemikálie	42
8.3	Příprava muffinů	42
8.4	Měření vlhkosti	43
8.5	Měření aktivity vody.....	43
8.6	Měření barevnosti	43
8.7	Stanovení antioxidační kapacity	44
8.7.1	Extrakce polyfenolických látek	44
8.7.2	Stanovení antioxidační kapacity metodou s DPPH radikálem	44
8.8	Senzorická analýza	45
9	Výsledky a diskuze	46
9.1	Barevnost muffinů	46
9.2	Obsah vlhkosti, aktivita vody a úbytek hmotnosti muffinů.....	47
9.3	Stanovení antioxidační kapacity metodou s DPPH radikálem	48
9.4	Senzorická analýza	48
10	Závěr	50

11	Použitá literatura	51
12	Přílohy.....	63

Seznam ilustrací

Obrázek 1: Kyselina gallová [18]	22
Obrázek 2: Obecná struktura anthokyanu [20]	22
Obrázek 3: Katechin [21]	23
Obrázek 4: Resvaratrol [24]	23
Obrázek 5: Obecná struktura taninu [29]	24
Obrázek 6: Sušící zařízení využívající solární energii [50]	30
Obrázek 7: Schéma lyofilizátoru [57]	31
Obrázek 8: Popis elektromagnetického záření [58]	33
Obrázek 9: Absorpční spektrum [59]	34
Obrázek 10: Schéma senzoru rosného bodu s chlazeným zrcadlem [74]	37
Obrázek 11: Schéma L*a*b*	43

Seznam tabulek

Tabulka 1: Hlavní rozdíly mezi konvekčním sušením a lyofilizací [55]	30
Tabulka 2: Druhy záření.....	32
Tabulka 3: Barevnost vzorků muffinů obsahující 10 % sušeného prášku z bobulí révy vinné	46
Tabulka 4: Obsah vlhkosti, aktivita vody a úbytek hmotnosti muffinů obsahující 10 % sušeného prášku z bobulí révy vinné.....	47

Seznam grafů

Graf 1: Vyhodnocení senzorické analýzy	48
--	----

Úvod

V dřívějších dobách byla potrava získávána pouze pomocí lovu a sběru. Lidé si zajistili tolik jídla, kolik dokázali spotřebovat, většinou s minimální úpravou těchto potravin. S postupem času se ale civilizace vyvinula a začalo docházet k mnohem komplexnějšímu zpracování surovin a začala se zvyšovat produkce potravin. Lidstvo se díky tomuto začalo zabývat využitelností druhotných produktů, které vznikaly při výrobě. Stejná otázka bude tématem i této bakalářské práce, která se bude zaměřovat na využití slupek vinné révy po výrobě vína.

Víno patří mezi jeden z nejstarších nápojů na světě a při jeho výrobě vzniká spousta vedlejších produktů. Největší podíl zastupují právě slupky vinné révy vzniklé při vylisování ovocné šťávy z hroznového vína. Tyto výlisky se dříve považovaly za odpad, ale nyní se na ně pohlíží jako na hodnotný zdroj zdraví prospěšných látek. Mezi tyto látky patří polyfenolické látky, které řadíme mezi antioxidanty.

Cílem této práce je zjistit, zda přídavek sušených slupek révy vinné do muffinů ovlivní některé jejich fyzikální a chemické vlastnosti. Konkrétně jde o změny barevnosti, obsahu sušiny, aktivity vody a antioxidační vlastnosti.

Teoretická část

1 Proces zpracování vinné révy a vznik vedlejších produktů

Při výrobě vína jsou zpracovávány hrozny a během toho vzniká i mnoho vedlejších produktů jako jsou slupky, semena a třapiny. Technologie vína se liší podle toho, jestli se jedná o výrobu bílého či červeného vína. U červeného vína probíhá kvašení společně s matolínou a zraje většinou delší dobu, na rozdíl od vína bílého, kde se matolína odděluje při lisování [1].

1.1 Technologie výroby vína

Technologie výroby vína se skládá z mnoha navazujících kroků. Od samotného sběru, přes mletí, kvašení, po finální zrání vína [2].

1.1.1 Mletí a odzrňování hroznů

Pro bílé odrůdy se nejdříve odstraňují třapiny, které mohou dávat vínu nepříjemnou trpkou chuť. Mletí je prováděno před macerací neboli nakvašováním, aby byly narušeny či rozdrceny bobule, byly odstraněny semena a lépe se uvolňoval mošt. Pro výrobu červeného vína se odstranění semen většinou neprovádí. Těmito operacemi byl vytvořen rmut, což je směs moštu a slupek. Tyto operace mohou být provedeny pomocí jediného stroje – mlýnkoodzrňovači nebo pomocí dvou různých, a to odstopkovači a drtiči hroznů. Rmut je následně analyzován. Je měřena teplota, hustota rmutu a cukernatost [3, 4].

1.1.2 Macerace rmutu

Pro výrobu vína je nutné nakvašování. Trvá jeden až osm dní a dochází zde k vyluhování aromatických látek. Máčení rozrušených bobulí hroznového vína dává budoucímu vínu svěžší a čistší chuť. Macerace probíhá za teplot od 4 °C do 14 °C za působení ethanolu a kyselin. Macerací se uvolňují do moštu barviva a aromatické látky, které se nacházejí ve slupkách hroznů. Bílé odrůdy se nakvašují 1 až 2 dny pro uvolnění zmíněných aromatických látek, déle ne, aby nedošlo k nadměrnému uvolnění tříslovin a chlorofylu z třapin a víno tak nezískalo trpkou chuť. Doba macerace rmutu u červených odrůd je významně delší, jelikož je přítomnost tříslovin z třapin žádoucí. Nakvašování rmutu červených odrůd trvá od 4 do 14 dní [3, 4].

1.1.3 Ohřev rmutu

Po maceraci se rmut ohřívá pro uvolnění co nejvíce barviv a aromatických látek, které se dostávají do moštu. Dochází také k inaktivaci enzymů, jako jsou polyfenoloxidázy, které způsobují hnědnutí moštu. Teplota se volí taková, aby nedocházelo k nepříznivým jevům na obsah látek obsažených v hroznech a k znehodnocení organoleptických vlastností [3].

1.1.4 Lisování

Lisování je prováděno za účelem oddělení moštu od pevných zbytků jako jsou právě slupky. Lisováno je pomocí mechanické síly. Používány jsou lisy a dochází ke vzniku tří frakcí. První frakcí je zcezený mošt, kterého je asi 40-60 %. Ten odtéká volně a obsahuje nejvíce cukrů a kyselin, avšak nejmenší obsah extrahovatelných látek. Další frakcí je vylisovaný mošt a nakonec dolisek, který obsahuje nejvíce tříslovin, minerálních látek a barviv. Dolisek se potom dále může využívat, jak je zmíněno v předchozích kapitolách. Pro malé množství hroznů jsou využívány vřetenové lisy, avšak nejčastěji jsou používány hydraulické lisy [5].

1.1.5 Síření moštu

Ve vinařství je síření prováděno za účelem víno stabilizovat a zakonzervovat. Působí především antisepticky, kde inhibuje nebo zcela eliminuje aktivitu mikroorganismů. Dále má účinky antioxidační a antienzymatické, enzymy totiž způsobují nechtěnou oxidaci rmutu. Díky těmto účinkům si víno zachovává jeho sensorické vlastnosti [6].

Oxid siřičitý se vyskytuje ve víně ve třech formách, a to ve formě vázané, molekulární a volné. Volný oxid siřičitý vytváří vazbu s acetaldehydem, který má v nižších koncentracích příjemnou ovocnou vůni. Aplikace oxidu siřičitého působí inhibičně či mikrobicidně na populaci bakterií už před kvašením. Velmi účinně působí konkrétně na octové bakterie. Koncentrace oxidu siřičitého používaná na bakterie a plísně je 50 až 150 mg.l⁻¹, avšak pro inhibici kvasinek se používá 200 až 600 mg.l⁻¹ oxidu siřičitého [3, 6].

1.1.6 Provzdušňování moštu

Provzdušňování probíhá za účelem smíchat mošt se vzdušným kyslíkem. Vyšší obsah kyslíku ve rmutu napomáhá rozmnožování kvasinek, které probíhá při alkoholovém kvašení. Rmut se provzdušňuje také aby se lépe usadily bílkovinné látky, třísloviny a pektiny a lépe se oddělily při následujícím kroku, který se nazývá odkalování moštu. Není doporučováno provzdušňovat mošty, které pocházejí, z již nahnílých či vadných bobulí, ale ze zcela zdravých, aby nedošlo ke zhnědnutí moštu. Provzdušňování probíhá už jen při přelévání moštu z lisu do kádě, ale pokud je nutno provzdušnit mošt více, provádí se to přeléváním moštu z nádoby do nádoby nebo je rozstříkovan hadicí [3].

1.1.7 Odkalování moštu

Kal v moštu je složen ze zbytku slupek, semen, třapin a pevných částí dužiny. Chemicky kal obsahuje pektiny, dusíkaté látky, třísloviny a celulózu. Díky těmto látkám by víno mohlo mít nepříjemnou chuť, pokud by nedošlo k odkalení. Vína z moštů, které byly odkalovány jsou proto jemnější a nepodléhají tak často oxidaci [3].

Odkalování se provádí buď staticky, tedy se zabrání kvasné činnosti a na 24 až 48 hodin se mošt při co nejnižší teplotě zasílí koncentrací 100 až 150 mg·l⁻¹. Kaly tak klesají ke dnu a dochází k lepšímu oddělení. Dále můžeme nečistoty oddělovat pomocí odstředivky. Dynamické odkalení je oproti statickému méně náročná a volí se častěji. K oddělení nečistot se využívá odstředivé síly. Používá se například lopatková odstředivka nebo odstředivka talířová. Odkalování je také prováděno filtrací pomocí naplavovacích filtrů, vakuových filtrů či kalolisů, ale není využívána tak často jako odstředivky [3].

K vyčření se používá například moštová želatina, která je používána u moštů s vysokým obsahem fenolických látek nebo u hořkých a nahnělých hroznů. Moštová želatina odstraňuje vysoký obsah fenolických látek a zamezuje tak výskytu nepříjemných a trpkých chuťových profilů. Další možností je využití moštového bentonitu, který se používá při suchých a teplých obdobích, díky kterým se vyskytuje v hroznech vyšší obsah bílkovin. Bentonit obsah těchto bílkovin snižuje a pozitivně působí na budoucí chuť vína. Aktivní uhlí je další vhodným čířidlem pro odkalování moštů, jelikož působí proti hnilobám a odstraňuje tak nepříjemné chuťové prvky, snižuje obsah tříslovin a také rezidua pesticidů. K rozkladu pektinů se mohou využívat pektolytické enzymy, díky těmto enzymům dochází k rychlejšímu odkalení a je zlepšena filtrovatelnost vína [6].

1.1.8 Úprava cukernatosti moštu a jeho odkyselení

Pokud, vzhledem k počasí a jiným vlivům, některé odrůdy vín nedozrají do technologické zralosti, víno se upravuje. Do moštu z bobulí obsahující málo cukru a hodně kyselin se přidává rafinovaný řepný cukr nebo mošt zahuštěný, který se vyrábí z révového moštu odpařením na odparce a obsahuje 50-60 % cukru. Dále se také odkyseluje vysrážením kyseliny vinné a odbouráním kyseliny jablečné pomocí uhličitanu vápenatého. Pro úpravu cukernatosti se nejdříve musí stanovit jeho cukernatost pomocí moštoměrů a vypočítat potřebné docukření. Moštoměry jsou dlouhé skleněné plováky, které měří hustotu moštu, jelikož ji cukr výrazně ovlivňuje. Pro výrobu stolních a jakostních vín je možno upravit cukernatost na 21 °NM, tedy přídavek 21 kg cukru do 100 litrů hroznového moštu. Pro červená vína je možná úprava na 22 °NM [5, 7].

1.1.9 Kvašení moštu

Alkoholové kvašení je nejdůležitějším krokem při výrobě vína. Kvašení moštu probíhá pomocí činnosti mnoha druhů mikroorganismů, které přeměňují cukry na ethanol a oxid uhličitý. Při výrobě se využívají vinné kvasinky kultury *Saccharomyces cerevisiae*, které velmi dobře zpracovávají glukózu a fruktózu [8].

Kvasinky jsou přidávány do moštu při lisování a jejich rozmnožování je závislé nejen na obsahu cukru, ale také na teplotě. Nejideálnější teplota pro růst kvasinek se pohybuje okolo 25 °C, avšak teplota sklepa, kde probíhá kvašení by měla být asi 15 °C pro rovnoměrné kvašení. Mezi další důležité prvky pro správné kvašení patří čistota moštu a vhodná dávka oxidu siřičitého, který inhibuje růst octových a mléčných bakterií [7].

Alkoholové kvašení probíhá ve třech fázích. První fází je rozmnožení kvasinek v moštu. Na začátku se nejprve množí divoké kvasinky, které inhibují růst kvasinek vinných. Po vytvoření zhruba 3-5 obj. % ethanolu se v nakvašeném moštu značně mění mikroflóra, jelikož alkohol divoké kvasinky usmrcuje, a nastupuje druhá fáze, která se nazývá bouřlivé kvašení. Při bouřlivém kvašení se rychle rozmnožují vinné kvasinky, zvyšuje se teplota na 22–25 °C a mošt začíná bouřlivě kvasit. Během této fáze má mošt ještě stále více cukru než alkoholu a je možné získat produkt, který se nazývá burčák. Poslední fází je dokvášení, kde se snižuje množství cukru a obsah alkoholu je vyšší. Po dokvášení se sudy dolévají, aby nedošlo k oxidaci a změnám barvy vína [3].

1.1.10 Čiření vína

Pro správnou čistotu a průhlednosti vína se do něj přidává absorpční materiál, aby se snížil nebo úplně odstranil obsah nežádoucích látek. Čiření vína je možné provést fyzikálně či chemicky. Fyzikálně je možné víno vyčeřit pouhou sedimentací a stáčením, popřípadě filtrací. Chemicky se bílá vína čeří kaseinem, mlékem či bentonitem, červená vína potom želatinou či vaječným bílkem [6].

1.1.11 Zrání vína

Po kvašení probíhá stáčení mladého vína, při kterém je nutno dbát na co nejmenší kontakt se vzduchem, hlavně u bílých vín, kde je možný vznik oxidázy. Vhodné podmínky při zrání vína ve sklepech je teplota pohybující se okolo 9-12 °C a vzdušné vlhkost mezi 70-80 %. Bílé víno zraje kratší dobu než červené. Většina bílých vín zraje 2 až 12 měsíců, lehká červená vína pak 6-12 měsíců, archivní až 5 let [6].

2 Složení hroznů

Hrozny jsou složeny z bobulí a třapin. Bobule jsou dále složeny ze slupky, dužiny a ze semen. Všechny tyto části ovlivňují chemické složení, a tedy i chuť budoucího vína [9].

2.1 Složení dužiny

Dužina tvoří největší část hroznu – průměrně 85-90 % hmotnosti hroznu. Chemické složení a chuť se liší pro různé odrůdy hroznů. Z dužiny je získáván chtěný mošt, který obsahuje především vodu a cukry jako glukosu a fruktosu, ale také organické kyseliny, dusíkaté látky, enzymy, vitamíny a minerální látky. V malém množství se tu také vyskytují barviva, aromatické látky a třísloviny [3].

2.2 Složení matoliny

Vinné výlisky sestávají z pevných částí bobule hroznového vína po vylisování ovocné šťávy, tedy ze semen, slupek a popřípadě stopek, třapin a zbytkové dužiny. Slupky tvoří přibližně 9-11 % hmotnosti bobule. Jako dužina obsahuje převážně vodu, cukry, ale také barviva, třísloviny a aromatické látky, dále organické kyseliny, vosky, dusíkaté látky, fenolové látky a vitamíny. Ve slupkách bílých odrůd se nacházejí žlutozelená barviva, tzv. flavony a chlorofyl. Odrůdy červených a modrých vín obsahují anthokyany, což jsou červená barviva [3].

Semena jsou nejdříve zelená a při dozrávání se zbarvují do hněda a jejich hmotnost se snižuje. Semena jsou v bobuli zastoupena pouze ze 3-5 % a obsahují hlavně oleje a třísloviny. Největší obsah tříslovin mají právě semena, jejich obsah je přibližně 3-6 % v semenu a při maceraci rmutu červeného vína se dostávají do moštu, kde poskytují harmonické spojení s kyselinami, barvivem a ethanolem. Semena obsahují také fenolické látky a lecitin. Mezi nejdůležitější nenasycené mastné kyseliny obsažené v semenech jsou kyselina linolová a kyselina linolenová, které jsou esenciální. Další důležitou látkou v semenech je silný antioxidant procyanidin. Kromě těchto látek obsahují také celulózu, bílkoviny a sacharidy [3, 7, 9].

2.3 Složení třapin

Třapiny představují 3-5 % celkové hmotnosti hroznů. Třapiny dřevnaté části hroznů, tedy stopky a větvičky. Ze začátku růstu jsou zelené a mají tak vyšší obsah vody. Postupně však dřevnatí, hnědnou a obsah vody se snižuje. Mají nízký obsah cukru, organických kyselin a vysoký obsah tříslovin, dusíkatých a minerálních látek [3].

3 Hlavní fenolické látky v révě vinné: Definice, význam pro lidské zdraví a rozdíly mezi druhy vín

3.1 Polyfenolické látky

Fenolické látky jsou bioaktivní molekuly přírodního původu s aromatickým kruhem, který má jeden či více hydroxylových skupin a které se nacházejí v rostlinných pletivech. Polyfenolické látky obsahují více než jednu hydroxylovou skupinu. Mají protizánětlivé, antioxidační a antimikrobiální účinky, jak je již v předchozích kapitolách zmíněno a díky těmto vlastnostem jsou využívány v průmyslu [10, 11].

Nejen hrozny, ale i víno samotné obsahuje velké množství fenolických látek. Flavonoidy jsou v hroznovém víně zastoupeny hojně a jejich koncentrace se pohybuje mezi 1000–1800 mg·l⁻¹. Mezi flavonoidy patří flavan-3-oly a flavonoly, slouží v hroznu jako ochrana před UV zářením [5, 11, 12].

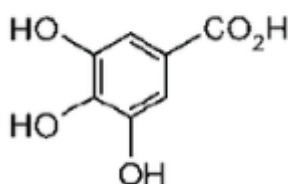
Obsah fenolických látek závisí na odrůdě vína, tyto látky odpovídají za typickou chuť po tříslovinách, barvu a za antioxidační vlastnosti. Nejvýznamnějšími fenolickými látkami v hroznovém víně jsou fenolické kyseliny, stilbeny, anthokyaniny, flavan-3-oly, proanthokyanidy a flavonoly [13].

Nejhodnějšími polyfenolickými látkami ve slupkách hroznového vína jsou fenolické kyseliny, dále fenolické alkoholy zahrnující hydroxytyrosol nebo flavonoidy jako je katechin, epikatechin, anthokyaniny, flavonoly, flavan-3-oly, kvercetin a luteoin. Flavonoidy se vyskytují ve slupce, semenech a třapině, v dužině se nevyskytují. Dalšími významnými zástupci látek ve vinné matolině jsou taniny a stilbeny [5,14,15].

Bílé odrůdy vína obsahují jiná přírodní barviva než modré odrůdy. Mezi barviva žlutých odrůd patří flavony, chlorofyl, karotenoidy a jiné tvořící žlutou až zelenou barvu. Bílé odrůdy vynikají vyšší antioxidační kapacitou. Modré odrůdy obsahují navíc anthokyaniny, které dávají bobuli modrou až černou barvu a mají 60x vyšší obsah fenolických látek. Myšleny jsou polyfenolické látky jako flavonoidy a anthokyaniny. Bílé odrůdy vynikají vyšším množstvím cukru [16,17].

3.1.1 Fenolové kyseliny

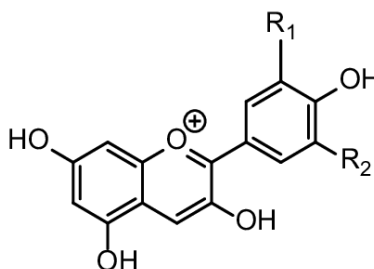
Fenolové kyseliny jsou deriváty kyselin hydroxybenzoové a hydroxyskořicové. Převládajícími deriváty jsou od kyseliny hydroxyskořicové, patří sem kyselina kávová, kyselina ferulová, p-kumarová, vanilová, gallová, 4-hydroxybenzoová a syringová. Hydroxybenzoové kyseliny ve vinných výliscích jsou kyselina vanilová, syringová, gallová (Obrázek 1), 3,4-dihydroxybenzoová a kyselina ellagová. Fenolové kyseliny jsou významným zdrojem bioaktivních látek jako jsou například antioxidanty [15].



Obrázek 1: Kyselina gallová [18]

3.1.2 Anthokyaniny

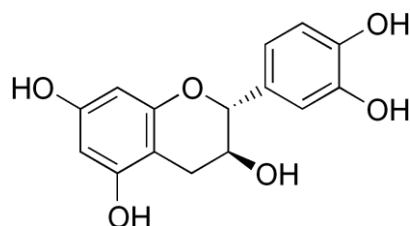
Anthokyaniny jsou polyfenolické látky patřící mezi flavonoidy a jsou to nejdůležitějšími pigmenty ve vinné révě (Obrázek 2). Mají červeno-oranžové až modro-fialové zabarvení. Vyskytují se v ovoci, květech a listech rostlin. Nejvíce se nachází právě ve slupce hroznového vína, především ve slupkách červených a modrých odrůd, a vznikají při zrání. Zástupci anthokyanů jsou například delphinidin-3-O-glukosid, cyanidin-3-O-glukosid, petunidin-3-O-glukosid a další. Mají příznivé účinky na lidské zdraví. Chrání kardiovaskulární systém a nervovou soustavu, zlepšují zrak, mají protizánětlivé účinky a působí proti rakovině [19].



Obrázek 2: Obecná struktura anthokyanu [20]

3.1.3 Flavan-3-oly a proanthokyany

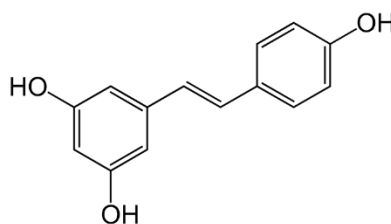
Flavan-3-oly představují skupinu flavonoidů s přítomností benzopyranové jednotky obsahující připojený aromatický kruh. Vyskytují se ve slupkách vinné révy a větší obsah mají modré odrůdy. Mezi flavan-3-oly a proanthokyany patří katechin (Obrázek 3), epikatechin, epigalokatechin, procyanidin, taniny a další. Flavan-3-oly působí blahodárně na zdraví kardiovaskulárního systému, nachází se nejen v hroznovém víně, ale také v jablkách, čaji a kakaových výrobních [13].



Obrázek 3: Katechin [21]

3.2 Stilbeny

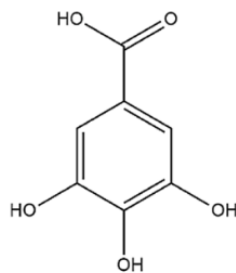
Stilbeny přírodního původu v potravinách jsou resveratrol a glykosidy. Resveratrol je derivát stilbenu a přírodní antioxidant (Obrázek 4). Resveratrol v rostlině slouží k její ochraně, jelikož reaguje na patogenní látky a na mechanické poškození. Má nízkou toxicitu, a tak je člověkem využíván pro své pozitivní účinky jako jsou protizánětlivé, protirakovinné, působí proti obezitě a má příznivý vliv na kardiovaskulární systém. Ve víně se nachází pouze ve slupkách, více v modrých odrůdách [22, 23].



Obrázek 4: Resveratrol [24]

3.3 Taniny

Taniny jsou sekundárním produktem metabolismu rostlin. Ve víně se nazývají kondenzované taniny a vyskytují se převážně v semenech a slupkách. Jsou to polymery flavan-3-olů. (Obrázek 5) Jelikož taniny velmi ochotně reagují s proteiny, jako je kolagen, využívají se v kožařském průmyslu. Dále jsou využívány při výrobě lepidel anebo jako aditiva do vína, piva či ovocných šťáv. Nejvýznamnější jsou v červeném víně, kde dodávají, nápoji lehkou hořkost a svíravou chuť, typickou pro červené víno, a je ukazatelem kvality. Taniny mají také pozitivní účinky na lidské zdraví, jelikož působí proti bakteriím a virům, kde inhibují jejich růst [25-28].



Obrázek 5: Obecná struktura taninu [29]

4 Slupky vinné révy jako vedlejší produkt výroby vína

4.1 Matolina

Po sklizni hroznového vína se bobule zbaví stopek pro velký obsah taninu a drtí se. Poté rozdrčené bobule putují do lisu, kde se oddělí ovocná šťáva od slupek a semen. Po vylisování zůstává ve vyliscích asi 70 % fenolických látek. Při výrobě vína vzniká přibližně 25 % odpadu, který je tvořen právě slupkami (50 %), semeny (25 %) a třapinami (25 %). Většina těchto vylisků je využívána jako kompost přímo ve vinici. Díky zvýšenému zájmu se ale využívají i v jiných odvětvích jako je potravinářství, kosmetika, zemědělství či jako aditivní látka. Také obsahují značné množství vlákniny, olejů a cukrů. Vláknina ze slupek je využívána ve formě prášku a ze semen se vyrábí olej. Glukóza, která se nachází ve slupkách, je využívána jako substrát pro bakterie mléčného kvašení. Jelikož se zvyšuje poptávka po přírodních aditivech namísto syntetickým, tak se slupky vinné révy také využívají jako biologické povrchově aktivní látky, které se přidávají do potravin pro zlepšení konzistence, stability, textury a zvýšení objemu [30-32, 49].

4.2 Význam využití vedlejších produktů v potravinářství

Vinařský průmysl neprodukuje pouze víno, ale také značné množství vedlejších produktů. Mezi ně patří hroznové vylisky tvořené semeny, slupkami a třapinami, které jsou bohaté na bioaktivní látky. V posledních letech se na tyto složky začíná nahlížet nikoli jako na odpad, ale jako na suroviny s významným aplikačním potenciálem. Fenolické látky napomáhají trávení, mají antimikrobiální účinky a chrání kardiovaskulární systém [33].

Během výroby vína zhruba z 25 % hroznu vzniká odpadní materiál v podobě slupek a semen. Nejčastěji se tento odpad recykluje a používá se ve vinici k dokončení koloběhu uhlíku rostliny. Jelikož se poptávka po přírodních produktech zvyšuje, tak se začaly vylisky využívat v potravinářství, kosmetice, farmaceutickém průmyslu a také jako doplňky stravy [34].

Matolina je významný zdroj antioxidantů a je možné jí přidávat do různých potravin pro tuto vlastnost. Po přidání matoliny do rýže byl zvýšen obsah právě antioxidantů, flavonoidů a anthokyanů, které lehce pozměnily také barvu produktu [35].

Jedním z dalších využití matoliny je výroba mouky z ní, která se potom přidává například do chleba. Využívá se pro zlepšení nutričního složení díky pozitivnímu účinku na trávení a díky obsahu fenolických látek [36].

Dle jedné ze studií byla přidávána mouka z hroznových výlisků, konkrétně z odrůd Merlot a Zelen, v procentuálním zastoupení 6 %, 10 % a 15 %. Zhodnoceny byly jak sensorické vlastnosti, tak také antioxidační a reologické. Po přidavku byly pozorovány změny ve střídce a kůrce chleba, také v objemu, pevnosti, vůni a chuti. Došlo také k některým negativním sensorickým vlastnostem jako byla pachů a vznik méně pružného a lepivějšího těsta [37].

Mouka z matoliny se také může využívat do muffinů, která je zde jako zdrojem vlákniny, polyfenolických látek a antioxidantů. Muffiny jsou jedním z nejvíce konzumovaných pekařských výrobků a obsahují málo vlákniny a bílkovin. Jelikož právě výlisky hroznového vína obsahují vlákninu, které muffiny postrádají, začaly se do nich přidávat výlisky z hroznového vína jako jeho vhodný zdroj a jako zdroj biologicky aktivních látek. Setkává se tu ale stejný problém jako u chleba obsahující matolinu, a to zhoršení struktury a sensorických vlastností. Přídavkem se tedy zvýšil obsah vlákniny, antioxidantů a fenolických látek, ale byla negativně ovlivněna barva, tvrdost výrobku a velikost pórů [38].

Dalšími vhodnými aplikacemi pro výlisky z vinné révy jsou jejich přídavky do těstovin a sušenek, a to především za účelem zvýšení obsahu vlákniny, antokyanů a mikroživin. I v těchto produktech se výrobci setkávají s podobnými problémy týkající se změn sensorických vlastností, nicméně jako nejpříjemnější se z hlediska chuti a textury ukázaly být sušenky. Optimální obsah vinné matoliny byl v tomto případě 10 %, avšak čím větší byl přídavek, tím byly vyšší zdravotní přínosy [39].

Vinné výlisky mohou také sloužit jako konzervant. Jelikož hroznové víno obecně, tedy včetně slupek, obsahuje značné množství antioxidantů, jako jsou fenoly, může se přídavek těchto slupek používat jako antioxidant do potravin, například do masa a masných výrobků. Dále se také používají v kosmetickém průmyslu, kde se ukázalo že antioxidanty a oleje získané z výlisků významně pomáhají chránit kůži před UV zářením. Ve zrnících se nachází vitamin E, který má rovněž antioxidační schopnosti. Olej získaný z výlisků je bohatý na zdraví prospěšné mastné kyseliny jako je například linolová kyselina, která má příznivý efekt na zdravou kůži [40]. V minulosti byla nasušená matolina také využívána jako možná alternativa kávy [41].

4.3 Přehled problematiky odpadu ve vinařství a jeho možnosti uplatnění v dalších odvětvích

4.3.1 Problematika odpadu ve vinařství

Jedním z problémů je odpadní voda, která vzniká při výrobě vína. Jelikož má tato voda nízké pH a vysoký obsah nerozpuštěných a organických látek, má hodnoty CHSK a BSK nad limitem a není potom možné tuto vodu přijmout na biologické čistírně odpadních vod. Tato problematika byla řešena například fyzikálně-chemickými procesy pomocí srážení a flokulace [42].

Díky organické a anorganické zátěži při likvidaci odpadních vod byla nalezena metoda, která poskytuje z těchto vod hodnotný produkt biokonverzí, a to xanthan. Pomocí bakterie *Xanthomonas campestris*, která se vyskytuje právě v odpadních vodách vznikající v různých fázích při výrobě bílého a červeného vína, byla provedena biosyntéza zmíněného xanthanu, která tato bakterie produkuje. Tato metoda je tedy jednou z možností pro využití odpadních vod a pro průmyslovou výrobu xanthanu [43].

Nadbytečný odpad ve vinařství je dalším z problémů. Dochází zde k přebytku produkce vína. Jedním z řešení je převedení části hroznového moštu do výroby ovocné šťávy či smíchání této šťávy s jinými ovocnými šťávami. Tímto se snižuje ekonomická zátěž pro výrobní podnik a nabízí tak další zdravé produkty pro spotřebitele [44].

4.3.2 Možnosti uplatnění v dalších odvětvích

Díky tomu, že výlisky z hroznového vína a jejich extrakty vynikají svými antibakteriálními vlastnostmi a nízkou cenou, uplatňují se například jako krmivo pro hospodářská zvířata. Látky obsažené v těchto slupkách dokážou regulovat množství patogenů a podporují růst zdraví prospěšných bakterií ve střevech. V souvislosti s potřebou omezit používání antibiotik u hospodářských zvířat se jako cenově dostupná a bezpečná alternativa přírodního původu ukázaly výlisky z hroznového vína. Díky svým antimikrobiálním účinkům vykazují účinnost i vůči rezistentním kmenům mikroorganismů. Antimikrobiální látky získané extrakcí z vinných výlisků značně potlačily růst bakterií rodu *Streptococcus*, *Listeria monocytogenes* a *Listeria innocua*. Kvercetin, kyselina gallová a luteolin získané extrakcí v kombinaci s různými druhy antibiotik (tetracyklin, amphenicol nebo laktam) společně potlačily růst bakterií *Staphylococcus aureus* a *Escherichia coli*. Také inhibovaly růst řady plísní rodu *Aspergillus*, *Penicillium* a *Fusarium*.

Tyto látky vykazovaly také antivirotické účinky po přidavku do vody a snížily tak výskyt různých infekcí způsobené Adenoviry u brojlerových kuřat [45, 46].

Makromolekulární látky obsažené ve vinných výliscích je možné hydrolyzovat pomocí enzymů jako jsou celulóza, pektináza, proteáza a dalších, kde vzniká cukerný hydrolyzát, který mohou mikroorganismy, například *Actinobacillus succinogenes*, využívat jako substrát. *Actinobacillus succinogenes* využívá volné cukry v tomto substrátu k syntéze kyseliny jantarové, která má další využití v potravinářství ale také ve farmaceutickém průmyslu nebo zemědělském průmyslu. Dále se také uplatňuje k výrobě bioenergie, tedy k výrobě biopaliv [47].

Jedno z dalších využití výlisků je výroba pullulanu – polysacharidu produkovaného houbou *Aureobasidium* vyskytující se na vinné révě. Pullulan je využíván v kosmetice jako ingredience v krémech a šampónech nebo ve farmaceutickém průmyslu k potahování kapslí různých doplňků stravy [48].

5 Vybrané metody sušení

5.1 Typy metod sušení a jejich vliv na zachování účinných látek

Sušení je metoda, při níž dochází k odstraňování vody a je jedním ze způsobů, jak chránit potraviny před mikrobiální či chemickou kontaminací. Při sušení se snižuje aktivita vody na 0,7 až 0,8. Je mnoho sušících metod, které fungují různými mechanismy [50].

5.2 Sušení slupek bobulí révy vinné

Jak bylo zmíněno v kapitole 4, slupky vinné révy obsahují mnoho užitečných látek, které je předurčují k dalšímu použití. Aby bylo možné slupky adekvátně zpracovat, je potřeba je vysušit, rozemlít a až následně používat v dalším zpracování. Klíčovým faktorem je správná volba teploty sušení, která přímo ovlivňuje aktivitu a kvalitu jednotlivých látek [51].

Dle studie provedené Teles a kol., byly aplikovány různé teploty při sušení, a to 40 °C, 50 °C a 60 °C. Ideální teplota pro sušení slupek hroznového vína se ukázala být 60 °C. Při této teplotě bylo ve vzorcích obsaženo více fenolických látek, byla zde zjištěna vyšší antioxidační kapacita a vzorek obsahoval nižší vlhkost než u jiných teplot [52].

V článku od José A. Larrauri, Pilar Ruperéz a Fulgencio Saura-Calixto, byly zkoumány vyšší teploty sušení, konkrétně 60 °C, 100 °C a 140 °C, a jejich vliv na polyfenolické látky a antioxidační aktivitu v porovnání se sušením lyofilizací. I zde došli autoři k závěru, že ze všech sledovaných teplot je nejvhodnější teplota 60 °C. Při vyšších teplotách docházelo k redukcí fenolických látek – o 18,6 při teplotě 100 °C a 32,6 % při teplotě 140 °C. Ke snížení antioxidační aktivity došlo o 28 a 50 %.

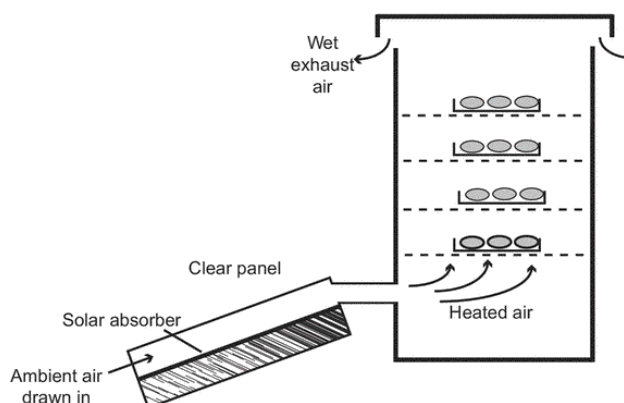
Je však nutné upozornit, že nejlepších výsledků bylo dosaženo sušením mrazem, tedy lyofilizací, kdy měl vzorek větší procento extrahovatelných polyfenolických látek. Antioxidační kapacita se od sušící teploty 60 °C výrazně nelišila [53].

5.2.1 Sušení horkým vzduchem

Sušení horkým vzduchem je jednoznačně nejrozšířenější metodou sušení potravin. Suší se převážně v konvekčních sušárnách, kde je vzduch veden přes ohřívací jednotku, kterými mohou být hořáky, elektrické spirály a další. Ohřátý vzduch poté proudí vysokou rychlostí okolo sušeného materiálu, z něhož se odvádí vlhkost. Nejčastěji využívané sušící teploty se pohybují mezi 40 až 80 °C [50, 54].

5.2.2 Sušení na slunci

Nejstarší sušící metodou je sušení na slunci, kde je surovina, kterou je potřeba vysušit, rozprostřena na sušící síta, aby mohl proudit vzduch ze všech stran. Potraviny, které jsou vhodné k sušení na slunci je například ovoce, jelikož obsahuje hodně cukru, který funguje jako přirozený konzervant a není tak náchylné ke kažení. Vhodná teplota pro sušení na slunci by se měla pohybovat nad 30 °C a vlhkost vzduchu by měla být nižší než 60 %. Jedna z alternativ tohoto sušení je sušení se solárním panelem, na který svítí slunce, sluneční energie ohřívá vzduch, který potom proudí do prostoru, kde probíhá sušení (Obrázek 6) [50].



Obrázek 6: Sušící zařízení využívající solární energii [50]

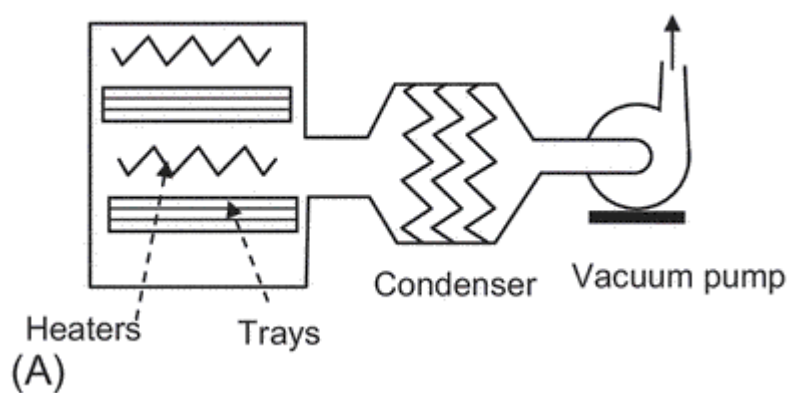
5.2.3 Sušení lyofilizací

Velmi populární metodou sušení potravin je sušení mrazem, jinak lyofilizace. Největší rozdíly mezi klasickým sušením a lyofilizací jsou popsány v následující tabulce (Tabulka 1) [55].

Tabulka 1: Hlavní rozdíly mezi konvekčním sušením a lyofilizací [55]

Konvekční sušení	Lyofilizace
Sušení především zeleniny a obilovin	Použitelné pro většinu potravin
Teplota 37–93 °C	Teplota pod 0 °C
Atmosférický tlak	Snížený tlak (27-133 Pa)
Odpařování probíhá z povrchu	Sublimace ledu na páru
Možné poškození struktury	Minimální změny struktury
Barva je obvykle tmavší způsobena vyšší teplotou	Barva většinou zachována
Možné poškození zdraví prospěšných látek	Zachování vitaminů a minerálů
Nižší náklady	Podstatně vyšší náklady

Sušení mrazem je tedy zcela odlišného než klasické konvekční sušení horkým vzduchem a kombinuje 2 metody k uchování potravin. Voda je zde nejdříve zmrazena a následně ihned přeměněna na páru a probíhá sušení ve vakuu – za sníženého tlaku. Nejdříve pobíhá zamrazení, kde se daná potravina zamrazí na $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, aby byly vytvořeny malé krystalky ledu. Následuje hlavní sušení, a to sublimace, kde dochází právě k odstranění vody a teplota se pohybuje okolo $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Díky sublimaci ledu v celém obsahu potraviny neztrácí svůj původní tvar a nenarušuje se struktura potraviny. Při rehydrataci je poté možné dosáhnout až 95 % původní vlhkosti (Obrázek 7) [56, 57].



Obrázek 7: Schéma lyofilizátoru [57]

6 Principy použitých analytických metod

6.1 Spektroskopie

Spektroskopie je vědní obor, který se zabývá interakcemi elektromagnetického záření, které je buď emitováno, nebo absorbováno atomy či molekulami zkoumaných látek. Spektrometrií se rozumí využití získaných poznatků ze spektroskopie pro další měření jiných vlastností, například koncentrace analytu ve vzorku [58].

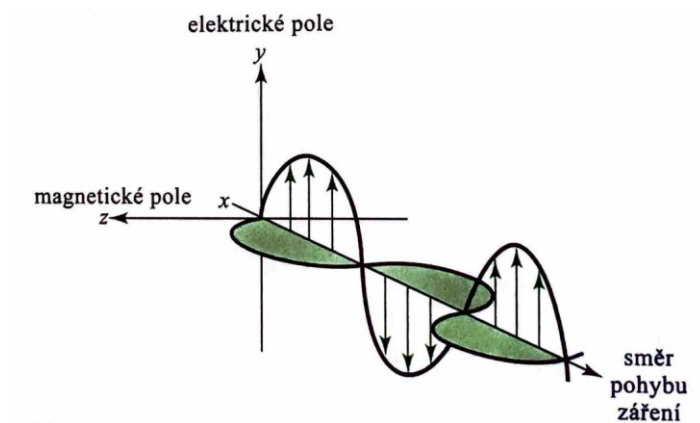
6.1.1 Elektromagnetické záření

Elektromagnetické záření je druh energie, která se pohybuje vysokou rychlostí v prostoru. Toto záření je charakterizováno vlnovou délkou, označována jako λ . Jelikož mají elektromagnetické vlny různou délku rozdělujeme je na γ -záření, rentgenové záření, ultrafialové záření, viditelné záření, infračervené záření, mikrovlnné záření a záření s největší vlnovou délkou – rádiové vlny (Tabulka 2) [58].

Tabulka 2: Druhy záření

Typ záření	Rozsah vlnových délek
γ -záření	$<0,1 \text{ \AA}$
Rentgenové záření	$0,1 - 100 \text{ \AA}$
Ultrafialové záření	$180-380 \text{ nm}$
Viditelné záření	$380-750 \text{ nm}$
Infračervené záření	$0,78-300 \text{ \mu m}$
Mikrovlnné záření	$0,75 \text{ mm}-3 \text{ cm}$
Rádiové vlny	$0,6-10 \text{ m}$

Elektromagnetické záření je možno popsat jako vlnění, které je složeno z kolmo na sebe orientovaného elektrického a magnetického pole, které periodicky osciluje. Vypadá tedy jako sinusová funkce (Obrázek 8) [58].



Obrázek 8: Popis elektromagnetického záření [58]

6.1.2 Absorbance

Absorbancí se rozumí, že pokud proudí záření skrz kyvetu a má na výstupu menší intenzitu než vstupní záření, je to především způsobeno pohlcením, tedy absorbcí, tohoto záření molekulami či ionty v roztoku. Matematicky se absorbance, značená písmenem A , vyjadřuje jako záporný dekadický logaritmus transmitance. Transmitance T je poměr zářivých toků prošlého záření ku záření vstupujícímu (Rovnice 1) [58].

$$T = \frac{\Phi}{\Phi_0} \text{ resp. } T_{\%} = \frac{\Phi}{\Phi_0}$$

$$A = -\log T = -\log \frac{\Phi}{\Phi_0}$$

Rovnice 1: Výpočet transmitance a absorbance [58]

Kde T je transmitance, Φ je intenzita prošlého záření vzorkem, Φ_0 je počáteční intenzita dopadajícího záření, A je absorbance

Z tohoto vztahu je možné vidět, že se snižující transmitancí se absorbance zvyšuje. Transmitance je většinou vyjadřována v procentech, absorbance je bezrozměrná veličina [58].

6.1.3 Lambert-Beerův zákon

Lambert-Beerův zákon popisuje závislost zeslabení záření a říká, že tento úbytek je přímo úměrný koncentraci analytu a tloušťce absorbujícího prostředí. To znamená, že čím více je analytu ve vzorku, tím je vyšší hodnota absorpce při konstantní tloušťce kyvety, nebo při rostoucí tloušťce absorbujícího prostředí dochází k poklesu záření (Rovnice 2) [58].

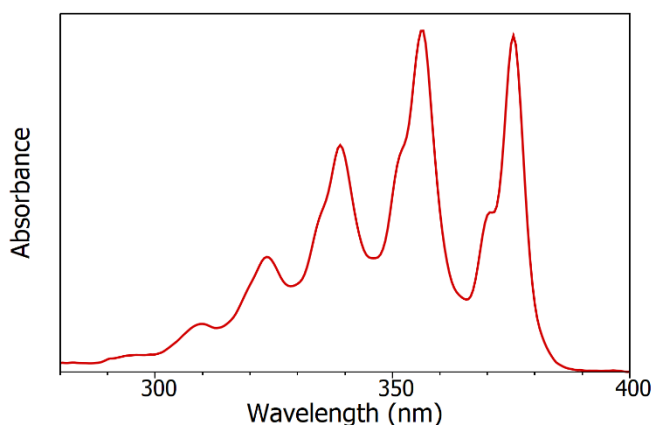
$$A = \varepsilon \cdot l \cdot c$$

Rovnice 2: Lambert-Beerův zákon

Kde A je absorbance, ε je molární absorpční koeficient v $\text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, c je koncentrace v $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ a l je tloušťka vrstvy v cm

6.1.4 Absorpční spektra

Nejvíce používané absorpční spektrum zobrazuje závislost absorbance na vlnové délce. Je preferováno využití hodnot absorbance před transmitancí, jelikož nám po zlogaritmování exponenciální funkce dává lineární závislost (Obrázek 9) [58].



Obrázek 9: Absorpční spektrum [59]

6.1.5 Princip UV-Vis spektrometrie

Absorpce UV-Vis probíhá při vlnových délkách ultrafialového záření, které se pohybuje mezi 180-400 nm a viditelného záření o vlnových délkách 400-800 nm. Absorpce v UV a Vis oblastech probíhá o mnoha molekul, jak anorganických, tak organických. Při absorpci elektromagnetického záření, při těchto vlnových délkách, dojde k tzv. excitaci elektronů, kdy přechází z nižší energetické hladiny na vyšší energetickou hladinu. Při absorpci tedy dochází k pohlcení elektromagnetického záření o určité vlnové délce a je pozorována nižší intenzita prošlého záření. Pro UV oblast dochází k přesunu elektronů mezi orbitály $\sigma \rightarrow \sigma^*$, a je zapotřebí více energie než u viditelného záření [60, 61].

6.1.6 Instrumentace

Zdrojem světla bývá nejčastěji deuteriová výbojka pro měření v UV oblasti a v oblasti viditelného záření wolfram-halogenová výbojka. Přístroj je poté schopen přepínat automaticky mezi těmito dvěma lampami na základě zadané vlnové délky [61].

Světlo vyslané je poté dispergováno holografickou mřížkou v monochromátoru. Monochromátor je složen z několika částí. Skládá se ze vstupní štěrbin, disperzního prvku a výstupní štěrbin. Díky monochromátoru je možné potom výběr konkrétní vlnové délky světla, která bude dopadat na kyvetu se vzorkem. Kyveta je malá nádoba tvořená buď z křemenného skla pro měření v UV oblasti a ze skla či plastu pro měření ve viditelné oblasti [61].

Světlo prošlé kyvetou poté dopadá na detektor. Mezi nejčastěji používané detektory v UV-Vis spektroskopii patří fotodiody a fotonásobiče, které převádějí dopadající záření na elektrický signál úměrný intenzitě světla.

Fotodiody představují polovodičová zařízení, obvykle na bázi křemíku, které jsou citlivé na vlnové délky přibližně od 400 do 800 nm, přičemž některé typy mají rozšířenou citlivost až od 190 do 1100 nm. Výhodou fotodiod je jejich kompaktní rozměr, robustnost a schopnost pracovat ve formě jednotlivých detektorů. Naopak fotonásobiče jsou vakuové detektory vybavené fotokatodou, z níž se po dopadu fotonů uvolňují elektrony. Ty jsou následně směřovány na systém dynod, kde dochází k jejich násobnému zesílení pomocí kaskádového efektu. Fotonásobiče mají citlivost v širokém rozsahu vlnových délek, typicky 160–900 nm, a některé varianty mohou detekovat i vyšší vlnové délky v závislosti na použitém materiálu fotokatody [62].

6.2 Stanovení vlhkosti

Obsah vlhkosti spolu s aktivitou vody patří mezi klíčové parametry ovlivňující trvanlivost a stabilitu potravin. Rozdíl mezi vlhkostí a aktivitou vody má za následek, že může potravina vodu absorbovat či uvolňovat a je tak náchylnější k mikrobiální kontaminaci a může ovlivňovat její texturu [63].

6.2.1 Gravimetrická metoda

Gravimetrický obsah vlhkosti udává množství vody ve vzorku v procentech k jeho suché hmotnosti. Nejčastěji je používáno sušení v laboratorní sušárně, dále například mikrovlnné sušení. Nejpresnější je sušení v laboratorní sušárně, rychlejší v mikrovlnné troubě [64].

Pro sušení v sušárně s automatickou regulací se udržuje teplota v rozmezí $\pm 0,5$ °C, vzorky jsou umístěny v jednom patře, s dostatečnými odstupy, aby měly všechny vzorky stejné podmínky. Sušený vzorek je zvážen před sušením a vložen do sušárny rozehráté na 103-104 °C a je sušen po dobu 3 hodin. Poté je vzorek zvážen a jestliže je úbytek hmotnosti, resp. vlhkosti, větší než 0,1 %, teplota je zvýšena o 1 °C a vzorek je sušen další hodinu. Nejvhodnější sušící teplota nepřekračuje 106 °C a obsah vlhkosti se po 3 hodinách sušení liší maximálně o 0,1 % oproti hodnotě získané pro čtyř hodinové sušení. Vysušený vzorek je následně zvážen a obsah vlhkosti vypočítána z rozdílů hmotností v procentech [64, 65].

Metoda je využitelná pro materiály, které neobsahují vysoké množství cukrů. Pokud nelze u materiálu dosáhnout konstantní hmotnosti, je sušen do konstantního úbytku, nebo je předepsána doba sušení k dané navážce [66].

6.2.2 Titrace dle Karl Fischera

V potravinářském průmyslu se tato metoda využívá pro stanovení vlhkosti potravin, které mají nízký obsah vlhkosti. Poměrně často se využívá například pro stanovení vlhkosti v sušeném ovoci, cukrovinkách nebo čokoládě [67].

Činidlo používající se pro stanovení obsahuje jod, oxid siřičitý, pyridin a methanol. Jde v podstatě o jodometrickou titraci, kde stanovovaná voda reaguje s oxidem siřičitým, jodem a pyridinem za vzniku pyridinium jodidu a pyridin sulfonanu. Vzniklý pyridin sulfonan poté reaguje s methanolem za vzniku methylsulfátu. Dřívější indikace využívala škrobový maz jako vizuální indikátor za vzniku tmavě modrého zabarvení, ale v současnosti je využívána spíše instrumentální indikace [68].

6.2.3 Hygrometry

Využívá se mnoho druhů hygrometrů pracujících na různých metodách měření. Mezi běžné patří například mechanický hygrometr, který funguje na principu, že má v sobě materiál, který se smršťuje nebo roztahuje na základě změn vlhkosti. Na tomto principu funguje snímací sonda relativní vlhkosti, která má uvnitř mřížku potaženou hygroskopickým materiálem (např. LiCl), kde vlivem vlhkosti dochází ke změně elektrického odporu, tím se změní proud, který je pak převeden na hodnotu relativní vlhkosti.

Dalším typem je hygrometr s chlazeným zrcátkem, který měří na základě rosného bodu. Levným zařízením je psychrometr s mokrým a suchým teploměrem, kde suchý teploměr měří teplotu vzduchu a mokrý teplotu navlhčeného knotu uvnitř mokrého teploměru [69, 70].

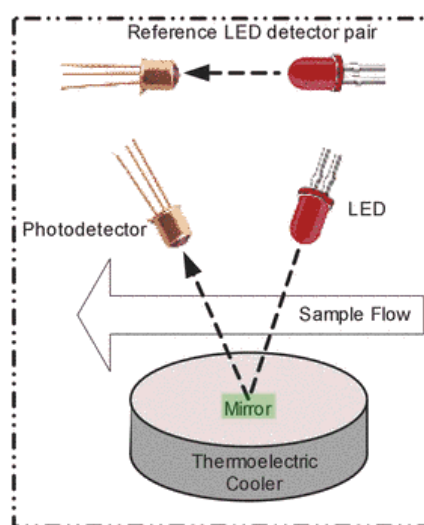
6.3 Měření aktivity vody

Stanovení aktivity vody je velmi důležité, co se týče potravin. Aktivita vody úzce souvisí k náchylnosti potravin na mikrobiální kontaminaci a díky tomu výrazně snižuje jejich trvanlivost. Může způsobovat nejen mikrobiální kontaminaci, ale i změnu textury a ztrátu významných látek jako jsou vitaminy.

Aktivita vody se dá vyjádřit jako poměr parciálního tlaku páry v potravine k parciálního tlaku vodní páry. Může nabývat hodnot od 0, pro zcela suchou látku, do 1, pro destilovanou vodu. Je to voda, která není vázána na žádnou složku v potravine, je to voda volná, a právě proto vhodná pro růst mikroorganismů. Aktivitu vody je možné měřit pomocí moderních zařízení. Nejspolehlivější metodou je měření rosného bodu, který přístroj využívá [71][72].

Aktivita vody se dá měřit dvěma způsoby. Jedním z nich je měření pomocí kapacitních senzorů, které jsou levnější, ale méně přesné. Druhou variantou je měření pomocí senzorů rosného bodu s chlazeným zrcadlem, které vynikají svou přesností a jsou v potravinářském průmyslu využívanější [73].

U senzoru rosného bodu s chlazeným zrcadlem je povrch zrcadla ochlazen na teplotu, při které je tlak nasycené vodní páry stejný jako tlak vodní páry vzorku nad zrcadlem. Následně je změřena teplota povrchu zrcadla, z které lze určit rosný bod. Zrcadlo je vyrobeno z materiálu s dobrou tepelnou vodivostí a aby nedocházelo k jeho oxidaci je potaženo inertním kovem. Na zrcadlo svítí LED dioda a záření, které se odrazí je zaznamenáváno fotodetektoem. Jestliže dochází k rosení zrcadla, světlo se rozptýlí a dochází k poklesu signálu na detektoru. Fungování tohoto senzoru lze vidět na obrázku níže (Obrázek 10) [74].



Obrázek 10: Schéma senzoru rosného bodu s chlazeným zrcadlem [74]

6.4 Extrakce polyfenolických látek a jejich stanovení

Látky obsažené ve výliscích z hroznového vína představují bohatý zdroj extrahovatelných polyfenolických látek, především ve slupkách. Tyto látky mají významné vlastnosti jako antioxidanty, protizánětlivé a mají příznivý vliv při boji proti rakovině [75].

6.4.1 Extrakce polyfenolických látek

Extrakce hraje důležitou roli pro purifikaci mnoha bioaktivních látek obsažených v potravinách. Pro extrakci fenolických látek je důležitá polarita rozpouštědel a jeho schopnost tvořit vodíkové vazby. Mezi nejčastěji používaná rozpouštědla patří alifatické alkoholy, jako je methanol či ethanol, a také organická rozpouštědla mezi které patří například aceton nebo ethylacetát. Účinnost extrakce je možné zvýšit smísením jednoho z rozpouštědel s vodou, nebo také kyselé prostředí, jak se ukázalo u studií na citrusech. V potravinářství se však methanol kvůli své toxicitě využívat nemůže, proto je přednostně využíván ethanol. Nejběžnější extrakcí je Soxhletova extrakce, macerace, extrakce ultrazvukem či mikrovlnami, dále je možná extrakce superkritickými kapalinami, pulsním elektrickým polem či za výpomoci enzymů [76, 77].

6.4.2 Stanovení obsahu polyfenolických látek

Stanovení celkového obsahu fenolických látek je založeno na redukci Folin-Ciocalteuova činidla (FC) v alkalickém prostředí fenolickými látkami ve vzorku. Dochází zde k redukci oxidačních stavů molybdenu a wolframu (součást FC činidla), kdy původní žluté zabarvení přechází na modrou. Tato změna je monitorována spektrometricky při 765 nm a výsledky se obvykle vyjadřují pomocí standardní látky kyseliny gallové [78].

Mezi další metody stanovení patří separační metody. Kapalinová chromatografie v systému s obrácenými fázemi patří mezi nejvyužívanější metody v analýze fenolických látek. Ultra vysokoučinná kapalinová chromatografie patří v současné době mezi velice účinné metody vzhledem ke krátké době analýzy a vysokému rozlišení [79]. Snaha o rychlou a citlivou analýzu vedla k rozvoji spektrálních a elektrochemických technik s využitím různě upravených nanočástic. [80]. Tyto metody jsou nejen rychlé, ale lze je také miniaturizovat a použít bezprostředně po odběru vzorků s minimální úpravou.

6.5 Stanovení antioxidační aktivity

Mezi důležité reakce jak v lidském těle, tak v potravinách jsou právě oxidace. Oxidace u potravin způsobuje ztráty nutričních vlastností, žluknutí a změny vlastností sensorických, proto je za potřebí antioxidační kapacitu měřit. Existuje mnoho metod pro stanovení antioxidační aktivity a zaměřují se například na mechanismus účinku, rychlost reakce či selektivitu prostředí [81,82]. V následujících kapitolách jsou popsány principy nejčastěji používaných metod, a to díky své jednoduchosti a ekonomické nenáročnosti.

6.5.1 Stanovení antioxidační kapacity metodou s DPPH radikálem

Principem tohoto stanovení je, že po přidavku antioxidantů dochází k redukci DPPH radikálu (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl), což se projeví změnou zabarvení roztoku z fialové do žluté. Tento radikál má nepárový elektron, díky němuž látka rozpuštěná v alkoholu vykazuje silné absorpční maximum při 517 nm. Antioxidant tento radikál zachytí a dochází reakci s DPPH a vzniká DPPH-H (redukováná forma), který vykazuje nižší absorbanci a dochází ke změně barvy v důsledku snižování koncentrace DPPH. Jako srovnávací roztok je používán Trolox. Tato metoda stanovení je využívána díky své nízké ceně, jednoduchosti a rychlosti experimentu [83-85].

6.5.2 Stanovení antioxidační kapacity metodou TAEC

Další velmi využívanou metodou pro stanovení antioxidační kapacity je TAEC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity). Jedná se o spektrofotometrickou metodu, která je založena na odbarvení radikálového kationtu ABTS (2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazolin-6-sulfonová kyselina). Využívá se schopnosti antioxidantů inhibovat oxidační schopnosti ABTS. Antioxidanty vyskytující se ve vzorku reagují s $ABTS^{\bullet+}$, který vzniká oxidací s persíranem draselným. Oxidací bezbarvého ABTS vzniká výrazné modré zabarvení radikálového kationtu $ABTS^{\bullet+}$ a je měřen úbytek absorbance tohoto kationtu při 734 nm [86, 87].

6.5.3 Stanovení antioxidační kapacity metodou FRAP

Metoda FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) je využívána ke stanovení antioxidační kapacity biologických materiálů. Principem tohoto stanovení je redukce Fe^{3+} iontů na Fe^{2+} , kde je tento ion v komplexu 2,4,6-tripyridyl-s-triazin (TPTZ), reakce probíhá v kyselém prostředí (pH = 3,6). Při redukci dochází ke změně zabarvení ze světle fialové na intenzivní modré zabarvení. Změna absorbance je měřena při 593 nm [88-90].

7 Senzorická analýza potravin

Senzorické hodnocení je vědecká metoda sloužící k vyvolání, zaznamenání a vyhodnocení reakcí na vlastnosti potravin a materiálů. Představuje klíčový nástroj pro posouzení kvality potravin, který zásadně ovlivňuje, zda bude produkt spotřebitelem přijat či odmítnut. Vše je zprostředkováváno prostřednictvím vyškolených panelů hodnotitelů. Jsou popisovány kvalitativní i kvantitativní senzorické vlastnosti. Mezi kvalitativní vlastnosti výrobku patří aroma, vzhled, chuť, textura, dochuť a případné akustické vlastnosti, které daný produkt odlišují od ostatních. Následně hodnotitelé tyto vlastnosti kvantifikují pro lepší a přesnější popis senzorických atribut [91, 92].

7.1 Chuť

Vnímání chuti potravin vzniká díky propojení chuťových, čichových a somatosenzorických vjemů. Somatosenzorický systém zahrnuje receptory a nervová centra, která zprostředkovávají vjemy jako je dotek, teplota, poloha těla (propriocepce) a bolest (nocicepce). Mezi dotek patří i tzv. „pocit v ústech“, který je ovlivněný texturou potravin. Tepelné a bolestivé vjemy mohou být vyvolány například ostrými kořeněnými látkami nebo jinými dráždivými složkami. Z toho plyne, že pro komplexní rozpoznání chuti je potřeba součinnost různých typů smyslových buněk, které pomocí odlišných molekulárních mechanismů zachycují a rozlišují jednotlivé chuťové složky.

Chemické rozpoznání chuťových podnětů probíhá ve specializovaných epiteliálních buňkách a chuťových receptorových buňkách. Chuťové pohárky obsahují shluky 50 až 100 chuťových receptorových buněk. Je rozlišováno 5 druhů chutí – chuť sladká, kyselá, hořká, slaná a umami [93].

7.2 Senzorické hodnocení

Existují dva typy senzorických testů. První z nich je analytický neboli objektivní. Tento test poskytuje objektivní údaje o senzorických vlastnostech a provádějí to již zmínění vyškolení hodnotitelé. Analytické testy se dělí na rozeznávací testy, které nám říkají, zda mezi vzorky existují senzorické rozdíly, dále na prahové testy, které určují nejnižší koncentraci, při níž je ještě sledovaný podnět detekovatelný a na deskriptivní testy, které popisují předešlé dva testy.

Druhými testy jsou testy hédonické, tedy subjektivní. Tyto testy poskytují subjektivní údaje o oblíbenosti, preferenci či přijatelnosti spotřebitelem, to znamená že tyto testy provádějí nevyškolení hodnotitelé.

Hédonické hodnocení je nejvíce využíváno buď ke srovnání produktu s konkurenčními výrobky nebo k optimalizaci produktu, tak aby byl oblíbený u co největšího počtu spotřebitelů. Hédonické hodnocení je možné rozdělit na testy preference (párový test preference, test řazení dle preference, metoda nejlepší/nejhorší) a na testy akceptace, kde je nejběžnější 9bodová škála, která určuje stupeň oblíbenosti či neoblíbenosti [94].

8 Experimentální část

8.1 Použitá zařízení

Analyzátor vlhkosti KERN DBL (KERN & SOHN GmbH, Německo), spektrofotometr UltraScanVIS (Hunter Laboratories Ltd., USA), Centrifuga Sorvall ST4R Plus-MD (Thermo Fisher Scientific, USA), AquaLab TDL (Meter Group, USA), UV-Vis spektrofotometr GenesysTM 50 (Thermo Fisher Scientific, USA), Ultrazvuková lázeň SONOREX RK 106 (BANDELIN electronic GmbH & Co. KG, Německo), analytické váhy HR-200 (A & D Instruments, Ltd., Japonsko) sušárna Heratherm (Thermo Fisher Scientific, USA)

8.2 Použité chemikálie

Methanol ChromasolvTM pro HPLC (Honeywell Research Chemicals, USA), octan ethylnatý (Lach:ner, Česká republika), Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2- karboxylová kyselina) a DPPH (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl) činidlo, obě ze Sigma-Aldrich (USA).

8.3 Příprava muffinů

Pro přípravu muffinů s přídavkem mouky ze sušených hroznových slupek byla použita následující receptura: 225 g hladké pšeničné mouky bylo smícháno s 25 g prášku ze sušených hroznových slupek. V případě bílých odrůd byly použity slupky odrůdy Sauvignon (Vinařství Jandásek, Vracov, Česká republika), pro odrůdy modré pak slupky z odrůdy Rulandské modré (Vino Hruška s.r.o., Blatnička, Česká republika). Slupky byly získány po vylisování moštu (listopad 2023), vakuově zabaleny a uchovány při -25 °C. Prášek byl připraven z lyofilizovaných slupek (bez zrníček) po rozemletí a prosetí přes síto s oky o velikosti 125 µm. K této směsi bylo přidáno 50 g polohrubé mouky, 100 g krupicového cukru, 8 g prášku do pečiva a 0,5 g soli. Suché suroviny byly důkladně promíchány. Z tekutých složek byla připravena směs ze 2 vajec velikosti M, 220 ml polotučného mléka a 85 ml řepkového oleje. Tekutá směs byla rovněž promíchána a následně postupně přidávána do sypké složky za stálého míchání, čímž vzniklo homogenní těsto. Hotové těsto bylo dávkováno do muffinových formiček v množství přibližně ± 30 g na porci a následně pečeno v horkovzdušné sušárně při teplotě 180 °C po dobu 15 minut. Po upečení byly muffiny ponechány k vychladnutí a následně zváženy. Kontrolní vzorek byl připraven bez vinných slupek, tedy přídavek hladké mouky byl 250 g.

8.4 Měření vlhkosti

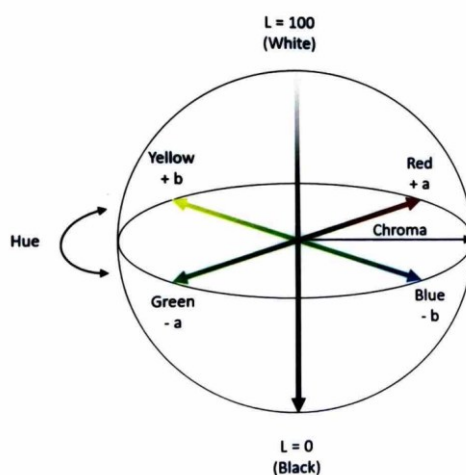
Upečené a vychladnuté muffiny byly rozmělněny v kádince na menší částice a kádinka byla přikryta mikrotenovým sáčkem, aby se vlhkost neměnila. Rozmělněný vzorek muffinu byl následně rozprostřen na hliníkovou misku a miska byla vložena do analyzátoru vlhkosti. Vzorek byl následně vysušen při teplotě 105 °C tak, aby změna hmotnosti během 60 s byla menší než 0,1 %. Měření bylo provedeno 3x pro každý ze vzorků. Obsah vlhkosti je vyjádřen v procentech.

8.5 Měření aktivity vody

Aktivita vody byla měřena pro stejné rozmělněné vzorky pomocí přístroje AquaLab TDL při teplotě 25 °C. Vzorek byl rozprostřen po dně plastové misky a misky byly přeneseny pinzetou do přístroje, aby se zamezilo vlhkosti, která nepocházela z muffinů. Po zhruba 15 minutách byla odečtena hodnota aktivity vody. Aktivita vody byla opět měřena 3x pro každý ze vzorků.

8.6 Měření barevnosti

Barevnost vzorků byla měřena pomocí přístroje UltraScan VIS v rozsahu 360–780 nm s integrační koulí s průměrem měřicího otvoru 2,54 cm. Měření barevnosti bylo provedeno v difúzním osvětlení (zdroj D95 s vyloučením přímého odrazu). Spektrální data byla zpracována pomocí programu EasyMatchQC. Každý ze vzorků byl měřen 5x. Byly zaznamenány hodnoty L^* , a^* a b^* . U všech vzorků byla měřena barevnost ná kroje.



Obrázek 11: Schéma $L^*a^*b^*$

8.7 Stanovení antioxidační kapacity

8.7.1 Extrakce polyfenolických látek

Do lahvičky byl nevážen vzorek (ca 2,0 g) s přesností na 0,0001 g. Byly provedeny celkem tři extrakce s novou navázkou pro každý vzorek. Do všech devíti skleněných lahviček bylo odpipetováno 10 ml 80% methanolu a přidána 1 kapka octanu ethylnatého. To samé bylo odpipetováno do desáté lahvičky bez muffinu. Všechny 10 lahviček bylo vloženo do ultrazvukové lázně na 30 minut, po 30 minutách byl obsah lahviček převeden do centrifugačních zkumavek a centrifugován při 6000 otáčkách za minutu po dobu 15 minut. Po centrifugaci byl odstředěný extrakt použit k další analýze – ke stanovení antioxidační kapacity metodou s DPPH radikálem.

8.7.2 Stanovení antioxidační kapacity metodou s DPPH radikálem

Nejdříve byl připraven standardní roztok Troloxu, tj. 24,7 mg bylo převedeno do 100ml odměrné baňky a vše bylo doplněno po rysku 80% methanolem. Ze standardního roztoku o koncentraci 247 µg/ml byly připraveny kalibrační roztoky o koncentracích 1; 3; 5; 10 a 15 µg/ml do 10 ml odměrných baněk. Metanolický roztok DPPH byl připraven tak, aby byla výsledná absorbance roztoku ca 0,8 (517 nm).

Zředěné vzorky byly připraveny odpipetováním 1 ml supernatantu do 10 ml odměrné baňky a doplněním po rysku. Do reakčních zkumavek bylo odpipetováno 300 µl z příslušných roztoků kalibrační řady nebo 300 µl zředěných roztoků vzorků (celkem 9 zkumavek) a 300 µl čistého rozpouštědla jako slepý pokus. Do všech zkumavek bylo odpipetováno 5 ml methanolického roztoku DPPH a vše bylo ponecháno 15 minut reagovat na temném místě. Po 15 minutách byl měřen úbytek absorbance při 517 nm proti čistému rozpouštědлу. Ze získaných hodnot absorbancí standardů byla vypočítána inhibice / DPPH radikálu podle rovnice 3 v % a sestrojena kalibrační křivka. Z rovnice získané křivky byly následně vypočítána antioxidační aktivita jako ekvivalent Troloxu (µg/g vzorku).

Rovnice 3 - rovnice pro výpočet inhibice DPPH radikálu

$$I [\%] = \frac{A_{SP} - A_{VZ}}{A_{SP}} \cdot 100$$

kde A_{SP} je absorbance slepého pokusu a A_{VZ} absorbance vzorku.

8.8 Senzorická analýza

Z upečených muffinů s 10% přídavkem slupek révy vinné byla provedena senzorická analýza. Upečené a vychladnuté muffiny byly rozkrojeny napůl a náhodně rozděleny na papírové tácky s kódy pro každý druh. Na tácku byly tak tři vzorky. První z nich byla půlka muffinu obsahující 10 % slupek z bílé odrůdy, druhým vzorkem byla půlka muffinu obsahující 10 % slupek modré odrůdy a třetím vzorkem byla půlka muffinu neobsahující slupky révy vinné. Hodnotitelé měli za úkol ochutnat vzorky a hodnotit příjemnost chuti, intenzitu sladké, kyselé, hořké a trpké chuti pomocí nestrukturovaných stupnic ($d = 100$ mm).

9 Výsledky a diskuze

9.1 Barevnost muffinů

Výsledky měření barevnosti muffinů z tabulky 7 ukazují, že přídavek slupek révy vinné výrazně ovlivnil výslednou barvu produktu. Nejvyšší světlost byla pozorována u kontrolního vzorku neobsahující žádné slupky. Tento vzorek muffinu měl také nejvyšší hodnotu parametru b^* , což odpovídá žlutému odstínu, kladná hodnota a^* značila, že muffin má slabý červený odstín.

Tabulka 3: Barevnost vzorků muffinů obsahující 10 % sušeného prášku z bobulí révy vinné

	L^*	a^*	b^*
Kontrolní vzorek	$74,25 \pm 1,40$	$2,70 \pm 0,27$	$26,50 \pm 0,36$
Sauvignon	$50,52 \pm 2,10$	$8,42 \pm 0,20$	$21,63 \pm 0,19$
Ruladské modré	$41,69 \pm 0,60$	$7,86 \pm 0,17$	$14,18 \pm 0,28$

Aritmetický průměr \pm standardní odchylka (N = 5)

Muffiny obsahující slupky bílé odrůdy měly znatelně tmavší odstín oproti muffinům bez slupek, také došlo ke zvýšení hodnoty a^* , což znamená, že tyto muffiny obsahují spíše červenou složku. Hodnota b^* se snížila, muffin tedy obsahuje méně žlutého odstínu. Nejvýraznější změny byly pozorovány u muffinů obsahující slupky modré odrůdy. Tyto vzorky vykazovaly nejnižší světlost, byly tedy nejtmavší. Hodnota a^* byla vyšší oproti slepému vzorku, avšak nebyla vyšší než u muffinů obsahující slupky bílé odrůdy. Je to způsobeno nejspíše že při pečení dostávají anthokyany obsažené ve slupkách modrých odrůd spíše fialový, chladnější tón s menším podílem červené a pigmenty ve slupkách bílých odrůd se mohou tepelně rozložit a dochází k získání hnědočerveného zabarvení. Muffiny se slupkami modré odrůdy mají nejnižší hodnotu b^* , to znamená že došlo ke značnému úbytku žlutého odstínu a tyto muffiny obsahují více modrého odstínu. Barevnost muffinů lze vidět v příloze A.

9.2 Obsah vlhkosti, aktivita vody a úbytek hmotnosti muffinů

Na základě výsledků uvedených v tabulce 4 lze pozorovat, že vlhkost muffinů byla u všech variant poměrně vyrovnaná, nicméně u vzorku s přidavkem slupek bílé odrůdy i modré odrůdy byla mírně nižší než u kontrolního vzorku. Tento pokles lze přičítat vyššímu podílu vlákniny a sušiny obsažené v hroznových slupkách, které mohou absorbovat část vody během přípravy těsta a zároveň omezit schopnost těsta vodu zadržet. Nižší hodnoty vlhkosti mohou být příznivé.

Tabulka 4: Obsah vlhkosti, aktivita vody a úbytek hmotnosti muffinů obsahující 10 % sušeného prášku z bobulí révy vinné

	Vlhkost [%]	Aktivita vody	Úbytek hmotnosti [%]
Kontrolní vzorek	32,96 ± 0,97	0,966 ± 0,005	7,73 ± 2,70
Sauvignon	30,42 ± 1,17	0,958 ± 0,004	8,32 ± 2,31
Rulandské modré	31,51 ± 2,10	0,960 ± 0,001	6,45 ± 1,75

Aritmetický průměr ± standardní odchylka (N = 3)

Podobné závěry vykazovaly hodnoty aktivity vody, kde je možné vidět lehce nižší hodnoty u vzorků obsahující slupky révy vinné než u kontrolního vzorku. Tyto nižší hodnoty rovněž mohou naznačovat dostupnost volné vody pro mikrobiální růst. Pokud by byl přídavek slupek větší než 10 %, je možné prodloužit stabilitu a trvanlivost výrobku. Úbytek hmotnosti muffinů také nebyl nijak odlišný mezi druhy muffinů a je zaznamenán v grafu 1. Nejvyšší úbytek byl pozorován u muffinů obsahující slupky bílé odrůdy, zatímco u muffinů se slupkami modré odrůdy byl úbytek nejmenší. Celkově lze říct, že přídavek slupek vinné révy mírně snižuje obsah vlhkosti a aktivity vody, což může přispět k delší trvanlivosti muffinu a zároveň nedochází ke zhoršení jejich fyzikálních vlastností.

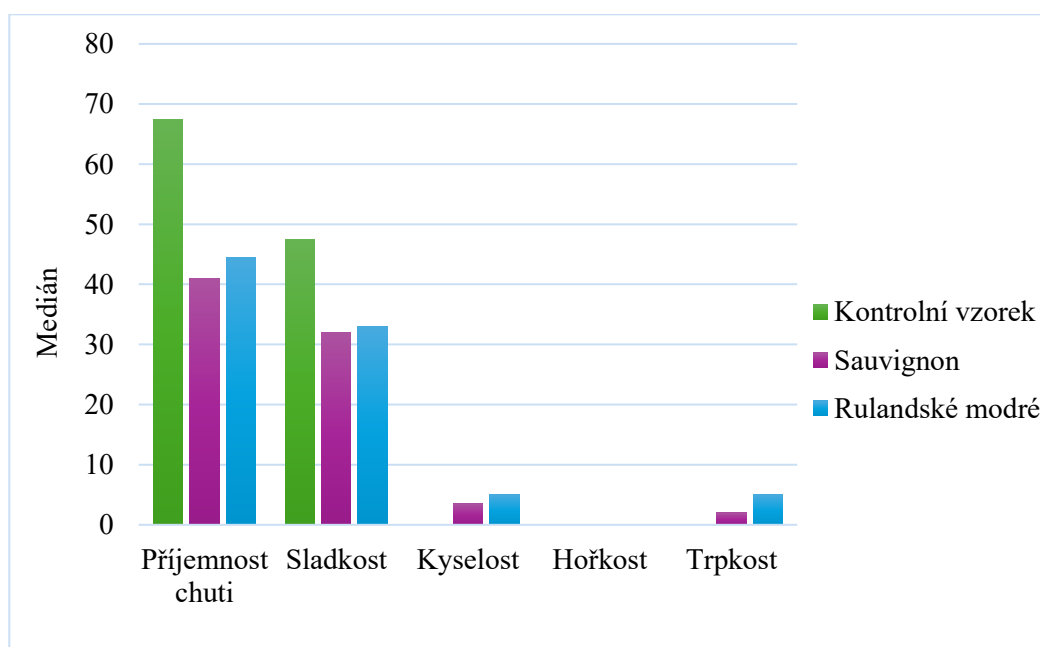
9.3 Stanovení antioxidační kapacity metodou s DPPH radikálem

Výsledky ze stanovení antioxidační kapacity metodou s DPPH radikálem prokázaly, že přidavek slupek révy vinné významně zvyšuje antioxidační kapacitu muffinů. Koncentrace vzorků byly vypočítány z rovnice regrese kalibrační křivky Troloxu, která je znázorněná v příloze B a která byla v celém rozsahu lineární. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u vzorku obsahujícího slupky bílé odrůdy Sauvignon ($660 \pm 30 \mu\text{g/g}$), následovaný vzorkem s modrými slupkami ($460 \pm 100 \mu\text{g/g}$). Kontrolní vzorek bez přídavku slupek vykazoval výrazně nižší antioxidační aktivitu ($270 \pm 95 \mu\text{g/g}$), což potvrzuje, že hroznové slupky jsou cenným zdrojem antioxidantů a jsou v muffinech hlavním zdrojem bioaktivních látek.

9.4 Senzorická analýza

Senzorická analýza byla provedena dle postupu uvedeném v kapitole 8.8. Senzorické analýzy se zúčastnilo 10 hodnotitelů z řad studentů a pracovníků Katedry analytické chemie. Pro hodnocení byla použita 100mm lineární škála a byla hodnocena příjemnost chuti, sladkost, kyselost, hořkost a trpkost (Příloha C).

Graf 1: Vyhodnocení senzorické analýzy



Přídavek hroznových slupek do muffinů měl jednoznačný vliv na sensorické vlastnosti. Nula na hodnotící úsečce znamenala nízkou intenzitu, 100 maximální intenzitu. Kontrolní vzorek byl ve všech aspektech vnímán jako nejpříjemnější (medián 67,5). Celková příjemnost chuti u muffinů s obsahem prášku ze slupek révy vinné byl u obou odrůd téměř shodná (mediány 41,0 a 44,5). Muffiny s práškem z bílé odrůdy byly hodnoceny o něco lépe než ty s modrou odrůdou, jak lze vidět v přílohách E a F. Vzorky s práškem Sauvignonu dosáhly maximálního hodnocení 74,0, zatímco přítomnost modré odrůdy v muffinu byla ohodnocena maximálně 66. To může souviset s nižším obsahem hořkých a trpkých sloučenin v bílých slupkách. Celkově muffiny obsahující slupky révy vinné obsahují fenolické látky, které způsobují svíravý pocit v ústech, což mohlo vést k nižšímu hodnocení oproti muffinu bez slupek.

Kromě celkové příjemnosti chuti se mezi vzorky objevily i rozdíly v dalších hodnocených sensorických vlastnostech, jako je sladkost, kyselost, hořkost a trpkost. U kontrolního vzorku byly hodnoty hořkosti a trpkosti nulové, což odpovídá očekávání, protože neobsahoval žádné slupky s přirozeně vyšším obsahem fenolických látek. Naopak u vzorků se slupkami byly tyto vlastnosti výrazněji zastoupeny, zejména u muffinů s práškem z modré odrůdy Rulandské modré. Právě trpkost (medián 18,3) byla u tohoto vzorku (příloha F) v průměru téměř dvojnásobná než u muffinů se slupkami Sauvignonu (medián 10,8). Tento rozdíl může být způsoben vyšším obsahem taninů v modrých slupkách. Zajímavým zjištěním je také větší rozptyl výsledků (vyšší směrodatná odchylka i variační rozpětí) u vzorků s přidanými slupkami. To může naznačovat, že přítomnost fenolických látek vnímali hodnotitelé velmi individuálně. Přesto žádný vzorek nebyl hodnocen vyloženě negativně, což naznačuje, že správně zvolená koncentrace a druh slupek mohou být pro výrobce zajímavým způsobem, jak zvýšit nutriční hodnotu bez výrazného zhoršení chuti.

10 Závěr

Výsledky ukázaly, že přidavek slupek révy vinné, ať už z bílé (Sauvignon), nebo modré odrůdy (Rulandské modré), má na výsledné muffiny měřitelný a smysluplný dopad. V oblasti barevnosti došlo u obohacených vzorků k výraznému ztmavnutí (snížení hodnot L^*). Muffiny obsahující slupky bílé odrůdy měly zvýšený červený odstín (vyšší a^*), zatímco muffiny s modrou odrůdou byly nejtmaší a vykazovaly nejnižší podíl žlutého zbarvení (b^*), což lze přičíst obsahu antokyanů ve slupkách, které během pečení mění barevný profil.

Fyzikálně-chemické analýzy ukázaly, že přidavek prášku ze slupek snižuje jak obsah vlhkosti, tak aktivitu vody. Největší úbytek hmotnosti byl zaznamenán u muffinů se slupkami bílé odrůdy, nejnižší pak u modré odrůdy, což může souviset s rozdílným složením bioaktivních látek ve slupkách a jejich schopností vázat vodu. Antioxidační kapacita muffinů se výrazně zvýšila přidáním slupek. Nejvyšší hodnota byla stanovena u vzorku s bílou odrůdou následovaného modrou odrůdou.

Senzorická analýza ukázala, že přidavek slupek měl vliv na vnímání chuti. Kontrolní vzorek byl hodnocen jako nejpříjemnější ve všech sledovaných parametrech. Přesto však muffiny s bílými slupkami byly hodnoceny lépe než ty s modrými, což může souviset s nižší mírou hořkosti a trpkosti, kterou hodnotitelé vnímali. Přítomnost těchto chutí pravděpodobně souvisí s vysokým podílem prášku v receptuře.

Celkově lze říci, že přidavek hroznových slupek může být vhodným způsobem, jak zvýšit nutriční hodnotu pekařských výrobků, zejména díky obsahu antioxidantů a vlákniny, bez výrazného zhoršení sensorických vlastností. Obohacené muffiny tak představují perspektivní produkt s vyšší přidanou hodnotou a potenciálním přínosem pro zdraví spotřebitelů.

11 Použitá literatura

- [1] WOOD, Brian J. B. *Microbiology of fermented foods*. Volume 1, 2. 2nd ed. London: Blackie Academic & Professional, 1998, s. 218-219. ISBN 0-7514-0216-8.
- [2] KUILA, Arindam a MUKHOPADHYAY, Mainak (ed.). *Biorefinery production technologies for chemicals and energy*. Suite, Beverly, MA: Scrivener Publishing, 2020, s. 7-8. ISBN 978-1-119-59142-9.
- [3] FARKAŠ, Ján. *Technologie a biochemie vína*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1980, s. 100-275.
- [4] GRAINGER, Keith a TATTERSALL, Hazel. *Wine production and quality*. Second edition. Chichester: Wiley Blackwell, 2016, s. 96-109. ISBN 978-111-8934-579. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1002/9781118934562>.
- [5] FIC, Vlastimil. *Víno: analýza, technologie, gastronomie*. Český Těšín: 2 THETA, 2015, s. 60-99. ISBN 978-808-6380-773.
- [6] PAVLOUŠEK, Pavel. *Výroba vína u malovinářů. 2., aktualiz. a rozš. vyd.* Praha: Grada, 2010, s. 24-103. ISBN 978-80-247-3487-3.
- [7] KRAUS, Vilém; HUBÁČEK, Vítězslav a ACKERMANN, Petr. *Rukověť vinaře*. Praha: Květ, 2000, s. 198-205. ISBN 80-209-0286-4.
- [8] BISSON, Linda F. The Biotechnology of Wine Yeast. Online. *Food Biotechnology*. 2007, roč. 18, č. 1, s. 63-96. ISSN 0890-5436. Dostupné z: <https://doi.org/10.1081/FBT-120030385>. [cit. 2025-05-26].
- [9] YANG, Chenlu; HAN, Yulei; TIAN, Xuelin; SAJID, Marina; MEHMOOD, Sajid et al. Phenolic composition of grape pomace and its metabolism. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2024, roč. 64, č. 15, s. 4865-4881. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2146048>. [cit. 2025-05-26].
- [10] ALBUQUERQUE, Bianca R.; HELENO, Sandrina A.; OLIVEIRA, M. Beatriz P. P.; BARROS, Lillian a FERREIRA, Isabel C. F. R. Phenolic compounds: current industrial applications, limitations and future challenges. Online. *Food & Function*. 2021, roč. 12, č. 1, s. 14-29. ISSN 2042-6496. Dostupné z: <https://doi.org/10.1039/D0FO02324H>. [cit. 2025-05-26].
- [11] YU, Jianmei a AHMEDNA, Mohamed. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. Online. *International Journal of Food Science and Technology*. 2013, roč. 48, č. 2, s. 221-237. ISSN 0950-5423. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03197.x>. [cit. 2025-05-26].

- [12] YILDIRIM, Hatice K; AKÇAY, Yasemin D; GÜVENÇ, Ulgar; ALTINDIŞLI, Ahmet a SÖZMEN, Eser Y. Antioxidant activities of organic grape, pomace, juice, must, wine and their correlation with phenolic content. Online. *International Journal of Food Science and Technology*. 2005, roč. 40, č. 2, s. 133-142. ISSN 0950-5423. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00921.x>. [cit. 2025-05-26].
- [13] COSME, Fernanda; M. NUNES, Fernando a FILIPE-RIBEIRO, Luís (ed.). Chemistry and Biochemistry of Winemaking, Wine Stabilization and Aging. Online. 2021. Dostupné z: <https://doi.org/10.5772/intechopen.87471>. [cit. 2025-05-26].
- [14] YANG, Chenlu; HAN, Yulei; TIAN, Xuelin; SAJID, Marina; MEHMOOD, Sajid et al. Phenolic composition of grape pomace and its metabolism. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2024, roč. 64, č. 15, s. 4865-4881. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2146048>. [cit. 2025-05-26].
- [15] KARASTERGIOU, Anna; GANCEL, Anne-Laure; JOURDES, Michael a TEISSEGRE, Pierre-Louis. Valorization of Grape Pomace: A Review of Phenolic Composition, Bioactivity, and Therapeutic Potential. Online. *Antioxidants*. 2024, roč. 13, č. 9. ISSN 2076-3921. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/antiox13091131>. [cit. 2025-05-26].
- [16] DWYER, Kyle; HOSSEINIAN, Farah a ROD, Michel. The Market Potential of Grape Waste Alternatives. Online. *Journal of Food Research*. 2014, roč. 3, č. 2. ISSN 1927-0895. Dostupné z: <https://doi.org/10.5539/jfr.v3n2p91>. [cit. 2025-05-26].
- [17] DE LA CERDA-CARRASCO, Aarón; LÓPEZ-SOLÍS, Remigio; NUÑEZ-KALASIC, Hugo; PEÑA-NEIRA, Álvaro a OBREQUE-SLIER, Elías. Phenolic composition and antioxidant capacity of pomaces from four grape varieties (*Vitis vinifera* L.). Online. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015, roč. 95, č. 7, s. 1521-1527. ISSN 0022-5142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6856>. [cit. 2025-05-26].
- [18] WATERHOUSE, Andrew L. Consumer Labels can Convey Polyphenolic Content: Implications for Public Health. Online. *Journal of Immunology Research*. 2005, roč. 12, č. 1, s. 43-46. ISSN 2314-8861. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10446670410001722249>. [cit. 2025-06-08].
- [19] WALLACE, Taylor C a GIUSTI, M Monica. Anthocyanins. Online. *Advances in Nutrition*. 2015, roč. 6, č. 5, s. 620-622. ISSN 21618313. Dostupné z: <https://doi.org/10.3945/an.115.009233>. [cit. 2025-05-26].
- [20] DABAS, Deepti. Polyphenols as Colorants. Online. *Advances in Food Technology and Nutritional Sciences - Open Journal*. 2018, roč. SE, č. 2, s. S1-S6. ISSN 23778350. Dostupné z: <https://doi.org/10.17140/AFTNSOJ-SE-2-101>. [cit. 2025-06-08].

- [21] *Catechin*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2025. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Catechin>. [cit. 2025-06-08].
- [22] YU, Jianmei a AHMEDNA, Mohamed. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. Online. *International Journal of Food Science and Technology*. 2013, roč. 48, č. 2, s. 221-237. ISSN 0950-5423. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03197.x>. [cit. 2025-05-26].
- [23] FRÉMONT, Lucie. Biological effects of resveratrol. Online. *Life Sciences*. 2000, roč. 66, č. 8, s. 663-673. ISSN 00243205. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(99\)00410-5](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(99)00410-5). [cit. 2025-05-26].
- [24] *Resveratrol*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2025. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Resveratrol>. [cit. 2025-06-08].
- [25] BADAL, Simone a DELGODA, Rupika (ed.). *Pharmacognosy: fundamentals, applications and strategies*. Amsterdam: Academic Press, [2017]. ISBN 978-0-12-802104-0.
- [26] PIZZI, Antonio. Tannins: Major Sources, Properties and Applications. Online. *Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources*. 2008, s. 179-199. ISBN 9780080453163. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-045316-3.00008-9>. [cit. 2025-05-26].
- [27] WATRELOT, Dr. Aude. *Tannins in Grapes*. Online. Iowa State University Extension and Outreach. 2020. Dostupné z: <https://www.extension.iastate.edu/wine/lets-focus-dr-watreLOT-1/>. [cit. 2025-05-26].
- [28] FARHA, Arakkaveettil Kabeer; YANG, Qiong-Qiong; KIM, Gowoon; LI, Hua-Bin; ZHU, Fan et al. Tannins as an alternative to antibiotics. Online. *Food Bioscience*. 2020, roč. 38. ISSN 22124292. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100751>. [cit. 2025-05-26].
- [29] KAVITHA, V. U. a KANDASUBRAMANIAN, Balasubramanian. Tannins for wastewater treatment. Online. *SN Applied Sciences*. 2020, roč. 2, č. 6. ISSN 2523-3963. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2879-9>. [cit. 2025-06-08].

- [30] DWYER, Kyle; HOSSEINIAN, Farah a ROD, Michel. The Market Potential of Grape Waste Alternatives. Online. *Journal of Food Research*. 2014, roč. 3, č. 2, s. 2-5. ISSN 1927-0895. Dostupné z: <https://doi.org/10.5539/jfr.v3n2p91>. [cit. 2025-05-25].
- [31] ALMANZA-OLIVEROS, Angélica; BAUTISTA-HERNÁNDEZ, Israel; CASTRO-LÓPEZ, Cecilia; AGUILAR-ZÁRATE, Pedro; MEZA-CARRANCO, Zahidd et al. Grape Pomace—Advances in Its Bioactivity, Health Benefits, and Food Applications. Online. *Foods*. 2024, roč. 13, č. 4. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods13040580>. [cit. 2025-05-25].
- [32] SOUSA, Eldina Castro; UCHÔA-THOMAZ, Ana Maria Athayde; CARIOCA, José Osvaldo Beserra; MORAIS, Selene Maia de; LIMA, Alessandro de et al. Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera* L.), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil. Online. *Food Science and Technology (Campinas)*. 2014, roč. 34, č. 1, s. 135-142. ISSN 1678-457X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612014000100020>. [cit. 2025-05-25].
- [33] LOPES, Janice da Conceição; MADUREIRA, Joana; MARGAÇA, Fernanda M. A. a CABO VERDE, Sandra. Grape Pomace: A Review of Its Bioactive Phenolic Compounds, Health Benefits, and Applications. Online. *Molecules*. 2025, roč. 30, č. 2. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules30020362>. [cit. 2025-05-25].
- [34] DWYER, Kyle; HOSSEINIAN, Farah a ROD, Michel. The Market Potential of Grape Waste Alternatives. Online. *Journal of Food Research*. 2014, roč. 3, č. 2. ISSN 1927-0895. Dostupné z: <https://doi.org/10.5539/jfr.v3n2p91>. [cit. 2025-05-25].
- [35] BALBINOTI, Thaisa Carvalho Volpe; STAFUSSA, Ana Paula; HAMINIUK, Charles Windson Isidoro; MACIEL, Giselle Maria; SASSAKI, Guilherme Lanzi et al. Addition of grape pomace in the hydration step of parboiling increases the antioxidant properties of rice. Online. 2020, roč. 55, č. 6, s. 2370-2380. ISSN 0950-5423. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14481>. [cit. 2025-05-25].
- [36] RODRÍGUEZ, Mariela; BIANCHI, Federico; SIMONATO, Barbara; RIZZI, Corrado; FONTANA, Ariel et al. Exploration of grape pomace peels and amaranth flours as functional ingredients in the elaboration of breads: phenolic composition, bioaccessibility, and antioxidant activity. Online. 2024, roč. 15, č. 2, s. 608-624. ISSN 2042-6496. Dostupné z: <https://doi.org/10.1039/D3FO04494G>. [cit. 2025-05-25].

- [37] ŠPORIN, Monika; AVBELJ, Martina; KOVAČ, Boris a MOŽINA, Sonja Smole. Quality characteristics of wheat flour dough and bread containing grape pomace flour. Online. *Food Science and Technology International*. 2018, roč. 24, č. 3, s. 251-263. ISSN 1082-0132. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/1082013217745398>. [cit. 2025-05-25].
- [38] TROILO, Marica; DIFONZO, Graziana; PARADISO, Vito Michele; PASQUALONE, Antonella a CAPONIO, Francesco. Grape Pomace as Innovative Flour for the Formulation of Functional Muffins: How Particle Size Affects the Nutritional, Textural and Sensory Properties. Online. *Foods*. 2022, roč. 11, č. 12. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods11121799>. [cit. 2025-05-25].
- [39] BOFF, Jaqueline Menti; STRASBURG, Virgílio José; FERRARI, Gabriel Tonin; DE OLIVEIRA SCHMIDT, Helena; MANFROI, Vitor et al. Chemical, Technological, and Sensory Quality of Pasta and Bakery Products Made with the Addition of Grape Pomace Flour. Online. *Foods*. 2022, roč. 11, č. 23. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods11233812>. [cit. 2025-05-25].
- [40] AMERINE, M. A. a SINGLETON, V. L. *Wine: an introduction*. 2nd Ed. Berkeley: University of California Press, 1977. ISBN 05-200-3202-0.
- [41] AUGUSTÍN, Jozef. *Povídání o kávě: kávovníkové zrno (Coffea arabica), káva a kávoviny jako významné potravinářské pochutiny*. Olomouc: Fontána, 2003. ISBN 80-733-6040-3.
- [42] MUSILOVÁ, Nikola; PEČENKA, Martin. Předčištění odpadních vod z produkce vína. Online. *Entecho*. 2020, roč. 3, č. 1, s. 10-16. ISSN 2571-1040. Dostupné z: <https://doi.org/10.35933/ENTECHO.2020.003>. [cit. 2025-05-25].
- [43] RONCEVIC, Zorana; BAJIC, Bojana; VUCUROVIC, Damjan; DODIC, Sinisa; GRAHOVAC, Jovana et al. Xanthan production on wastewaters from wine industry. Online. *Hemijska industrija*. 2017, roč. 71, č. 2, s. 145-153. ISSN 0367-598X. Dostupné z: <https://doi.org/10.2298/HEMIND160401025R>. [cit. 2025-05-25].
- [44] CHIUSANO, Luca; CERUTTI, Alessandro Kim; CRAVERO, Maria Carla; BRUUN, Sander a GERBI, Vincenzo. An Industrial Ecology approach to solve wine surpluses problem: the case study of an Italian winery. Online. *Journal of Cleaner Production*. 2015, roč. 91, s. 56-63. ISSN 09596526. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.002>. [cit. 2025-05-25].

- [45] HASSAN, Yousef I.; KOSIR, Veronika; YIN, Xianhua; ROSS, Kelly a DIARRA, Moussa S. Grape Pomace as a Promising Antimicrobial Alternative in Feed: A Critical Review. Online. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2019, roč. 67, č. 35, s. 9705-9718. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b02861>. [cit. 2025-05-25].
- [46] GARCIA, Lucas Ariel Totaro; BOFF, Laurita; BARARDI, Célia Regina Monte a NAGL, Markus. Inactivation of Adenovirus in Water by Natural and Synthetic Compounds. Online. *Food and Environmental Virology*. 2019, roč. 11, č. 2, s. 157-166. ISSN 1867-0334. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12560-019-09370-8>. [cit. 2025-05-25].
- [47] ABREU, Teresa; SOUSA, Patrícia; GONÇALVES, Jéssica; HONTMAN, Nance; TEIXEIRA, Juan et al. Grape Pomace as a Renewable Natural Biosource of Value-Added Compounds with Potential Food Industrial Applications. Online. *Beverages*. 2024, roč. 10, č. 2. ISSN 2306-5710. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/beverages10020045>. [cit. 2025-05-25].
- [48] BUCIĆ-KOJIĆ, Ana; FERNANDES, Fátima; SILVA, Tânia; PLANINIĆ, Mirela; TIŠMA, Marina et al. Enhancement of the anti-inflammatory properties of grape pomace treated by *Trametes versicolor*. Online. 2020, roč. 11, č. 1, s. 680-688. ISSN 2042-6496. Dostupné z: <https://doi.org/10.1039/C9FO02296A>. [cit. 2025-05-25].
- [49] LOPES, Janice da Conceição; MADUREIRA, Joana; MARGAÇA, Fernanda M. A. a CABO VERDE, Sandra. Grape Pomace: A Review of Its Bioactive Phenolic Compounds, Health Benefits, and Applications. Online. *Molecules*. 2025, roč. 30, č. 2. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules30020362>. [cit. 2025-05-26].
- [50] KUTZ, Myer. *Handbook of farm, dairy and food machinery engineering*. Online. 2nd ed. London: Academic Press, 2013. ISBN 978-0-1281-4804-4. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/natl-ebooks/detail.action?docID=1214327>. [cit. 2025-05-26].
- [51] RODRÍGUEZ, Mariela; BIANCHI, Federico; SIMONATO, Barbara; RIZZI, Corrado; FONTANA, Ariel et al. Exploration of grape pomace peels and amaranth flours as functional ingredients in the elaboration of breads: phenolic composition, bioaccessibility, and antioxidant activity. Online. *Food & Function*. 2024, roč. 15, č. 2, s. 608-624. ISSN 2042-6496. Dostupné z: <https://doi.org/10.1039/D3FO04494G>. [cit. 2025-05-26].

- [52] TELES, Aline Soares Cascaes; CHÁVEZ, Davy William Hidalgo; GOMES, Flávia dos Santos; CABRAL, Lourdes Maria Corrêa a TONON, Renata Valeriano. Effect of temperature on the degradation of bioactive compounds of Pinot Noir grape pomace during drying. Online. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2017, roč. 21. ISSN 1981-6723. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.5917>. [cit. 2025-05-26].
- [53] LARRAURI, José A.; RUPÉREZ, Pilar a SAURA-CALIXTO, Fulgencio. Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace Peels. Online. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1997, roč. 45, č. 4, s. 1390-1393. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf960282f>. [cit. 2025-05-26].
- [54] Online. In: *Food analysis laboratory manual*. Third edition. Food science text series. Cham: Springer, [2017], s. 84. ISBN 978-3-319-44127-6. Dostupné z: http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/88429/1/10.1007_978-3-319-44127-6.pdf. [cit. 2025-05-26].
- [55] FELLOWS, Peter. *Food Processing Technology – Principles and Practice*. 5. Elsevier Science Publishing Co, 2022. ISBN 978-0-323-85737-6, 619.
- [56] MONTVILLE, Thomas J. a MATTHEWS, Karl R. Online. In: *Food microbiology: an introduction*. 2nd ed. Washington: Wiley, c2008, s. 364. ISBN 978-1-55581-396-3. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/view/khtml/show.v/rcid:undefined/cid:kt008XKLQ1/viewerType:khtml//root_slug:cool-storage/?view=collapsed&zoom=1&page=2. [cit. 2025-05-26].
- [57] NOWAK, Dorota a JAKUBCZYK, Ewa. The Freeze-Drying of Foods—The Characteristic of the Process Course and the Effect of Its Parameters on the Physical Properties of Food Materials. Online. *Foods*. 2020, roč. 9, č. 10. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods9101488>. [cit. 2025-05-26].
- [58] SKOOG, Douglas A.; WEST, Donald M.; HOLLER, F. James a CROUCH, Stanley R. *Analytická chemie*. Vydání: první. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2019. ISBN 978-80-7592-043-0.
- [59] *What are Absorption, Excitation and Emission Spectra?* Online. Edinburgh instruments. 2021. Dostupné z: <https://www.edinst.com/resource/what-are-absorption-excitation-and-emission-spectra/>. [cit. 2025-06-08].

- [60] L.C. PASSOS, Marieta a M.F.S. SARAIVA, M. Lúcia. Detection in UV-visible spectrophotometry: Detectors, detection systems, and detection strategies. Online. *Measurement*. 2019, roč. 135, s. 896-904. ISSN 02632241. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.12.045>. [cit. 2025-05-26].
- [61] KAUFMANN, Elton N. (ed.). *Characterization of materials*. Online. Hoboken: John Wiley, c2003. ISBN 04-712-6882-8. [cit. 2025-05-26].
- [62] The United States Pharmacopeial Convention. *Dietary Supplements Compendium 2015, Volume 1 and 2*. Online. The U.S. Pharmacopeia, 2015. ISBN 978-1-68015-716-1. Dostupné z: https://app.knovel.com/kn/resources/kpDSCV0003/toc?b-q=UV-visible%20spectroscopy%20instrumentation&cid=kpDSCV0003&include_synonyms=no. [cit. 2025-06-08].
- [63] SUBRAMANIAM, Persis (ed.). *The stability and shelf life of food*. Second edition. Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. Amsterdam: Elsevier/Woodhead Publishing, [2016]. ISBN 978-0-08-100435-7.
- [64] American Association of State Highway and Transportation Officials. *Manual on Subsurface Investigations*. 2nd. American Association of State Highway and Transportation Officials, 2022. ISBN 978-1-56051-790-0.
- [65] HORWITZ, W. a LATIMER, G. W. AOAC Official Method 935.29 Moisture in Malt. In: Official methods of analysis of AOAC International. 18th ed., rev. 2. Gaithersburg: AOAC International, 2007. ISBN 0-935584-78-1.
- [66] NIELSEN, S. Suzanne (ed.). *Food analysis*. 3rd ed. New York: Kluwer, 2003. ISBN 03-064-7495-6.
- [67] SHUKLA, Ashutosh Kumar. *Food Quality Analysis - Applications of Analytical Methods Coupled with Artificial Intelligence*. Online. Elsevier, 2023. ISBN 978-0-323-95987-2. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpFQAAAMC1/toc?cid=kpFQAAAMC1>. [cit. 2025-06-08].
- [68] VERA ZAMBRANO, Marina; DUTTA, Baishali; MERCER, Donald G.; MACLEAN, Heather L.; et al. Assessment of moisture content measurement methods of dried food products in small-scale operations in developing countries: A review. Online. 2019, roč. 88, s. 484-496. ISSN 09242244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.006>. [cit. 2025-06-01].
- [69] PATRICK, Dale R. *Energy conservation guidebook*. 3rd ed. Lilburn: Fairmont Press, c2014. ISBN 08-817-3716-X.

- [70] SUBRAMANIAM, Persis (ed.). *The stability and shelf life of food*. Second edition. Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. Amsterdam: Elsevier/Woodhead Publishing, [2016]. ISBN 978-0-08-100435-7.
- [71] *Stanovení aktivity vody potravin pro mlýny a pekárny*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.biopro.cz/mlyny-a-pekarny-stanoveni-aktivity-vody>. [cit. 2025-05-26].
- [72] *Introduction to water activity (aw): The beginner's guide to water activity's role in food production*. Online. 2025. Dostupné z: <https://aqualab.com/en/knowledge-base/education-guides/introduction-water-activity-aw>. [cit. 2025-05-26].
- [73] *Moisture content vs water activity: Choosing the right measurement*. Online. 2025. Dostupné z: <https://aqualab.com/en/moisture-content/moisture-content-vs-water-activity-choosing-right-measurement>. [cit. 2025-05-26].
- [74] CORNELL, Chuck. *Control Systems Engineer Technical Reference Handbook*. International Society of Automation (ISA), 2012. ISBN 978-1-937560-47-8.
- [75] YANG, Chenlu; HAN, Yulei; TIAN, Xuelin; SAJID, Marina; MEHMOOD, Sajid et al. Phenolic composition of grape pomace and its metabolism. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2024, roč. 64, č. 15, s. 4865-4881. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2146048>. [cit. 2025-05-26].
- [76] GIL-MARTÍN, Emilio; FORBES-HERNÁNDEZ, Tamara; ROMERO, Alejandro; CIANCIOSI, Danila; GIAMPIERI, Francesca et al. Influence of the extraction method on the recovery of bioactive phenolic compounds from food industry by-products. Online. *Food Chemistry*. 2022, roč. 378. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131918>. [cit. 2025-05-26].
- [77] SRIDHAR, Adithya; PONNUCHAMY, Muthamilselvi; KUMAR, Ponnusamy Senthil; KAPOOR, Ashish; VO, Dai-Viet N. et al. Techniques and modeling of polyphenol extraction from food: a review. Online. *Environmental Chemistry Letters*. 2021, roč. 19, č. 4, s. 3409-3443. ISSN 1610-3653. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01217-8>. [cit. 2025-05-26].
- [78] SINGLETON, Vernon L.; ORTHOFER, Rudolf a LAMUELA-RAVENTÓS, Rosa M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. Online. *Oxidants and Antioxidants Part A. Methods in Enzymology*. 1999, s. 152-178. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1). [cit. 2025-06-08].

- [79] CETINKAYA, Ahmet; YAYLA, Seyda; HURKUL, M. Mesud a OZKAN, Sibel A. Comprehensive review on chromatographic analysis of flavonoids in fruits. Online. *Journal of Chromatography Open*. 2025, roč. 7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcoa.2025.100209>. [cit. 2025-06-08].
- [80] LI, Yang; HE, Li; HU, Haipeng; XIA, Ziyi; DONG, Wenying et al. Advancements in nano-analysis methodologies for bioactive phenolic compounds. Online. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2025, roč. 142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107446>. [cit. 2025-06-08].
- [81] MUNTEANU, Irina Georgiana a APETREI, Constantin. Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. Online. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021, roč. 22, č. 7. ISSN 1422-0067. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>. [cit. 2025-06-08].
- [82] GULCIN, İlhami. Antioxidants: a comprehensive review. Online. *Archives of Toxicology*. 2025, roč. 99, č. 5, s. 1893-1997. ISSN 0340-5761. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00204-025-03997-2>. [cit. 2025-06-08].
- [83] ANTOLOVICH, Michael; PRENZLER, Paul D.; PATSALIDES, Emilios; MCDONALD, Suzanne a ROBARDS, Kevin. Methods for testing antioxidant activity. Online. *The Analyst*. 2001, roč. 127, č. 1, s. 183-198. ISSN 00032654. Dostupné z: <https://doi.org/10.1039/b009171p>. [cit. 2025-05-26].
- [84] BALIYAN, Siddartha; MUKHERJEE, Riya; PRIYADARSHINI, Anjali; VIBHUTI, Arpana; GUPTA, Archana et al. Determination of Antioxidants by DPPH Radical Scavenging Activity and Quantitative Phytochemical Analysis of *Ficus religiosa*. Online. *Molecules*. 2022, roč. 27, č. 4. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules27041326>. [cit. 2025-05-26].
- [85] VILLAÑO, D.; FERNÁNDEZ-PACHÓN, M.S.; MOYÁ, M.L.; TRONCOSO, A.M. a GARCÍA-PARRILLA, M.C. Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. Online. *Talanta*. 2007, roč. 71, č. 1, s. 230-235. ISSN 00399140. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2006.03.050>. [cit. 2025-05-26].

- [86] MSAGATI, Titus A. M. *The chemistry of food additives and preservatives*. Online. Oxford: Wiley-Blackwell, 2013. ISBN 978-1-5231-1111-4. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/view/khtml/show.v/rcid:kpCFAP000C/cid:kt011C1AS3/viewerType:khtml//root_slug:1-antioxidants-and-radical-scavengers/url_slug:antioxidants-radical?q=The%20chemistry%20of%20food%20additives%20and%20preservatives&b-toc-cid=kpCFAP000C&b-toc-title=Chemistry%20of%20Food%20Additives%20and%20Preservatives&b-toc-url_slug=antioxidants-radical&include_synonyms=no&view=collapsed&zoom=1&page=18&q=ABTS. [cit. 2025-06-08]
- [87] GORBACHEV, Mikhail Yu.; GORINCHOY, Natalia N. a BALAN, Iolanta I. Electronic Aspects of the Synergistic Antioxidant Interaction of Various Pairs “Phenolic Food Acid and Glutathione” in Their Reactions with the Stable Radical Cation ABTS⁺. Online. *International Journal of Organic Chemistry*. 2023, roč. 13, č. 03, s. 96-108. ISSN 2161-4687. Dostupné z: <https://doi.org/10.4236/ijoc.2023.133008>. [cit. 2025-05-26].
- [88] *Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science – Green Solvents and Extraction Technology*. Elsevier, 2023. ISBN 978-0-323-95156-2.
- [89] *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*. Agricultural, Biological, and Food Sciences 2010. Spojené státy americké: Academic Press, 2010. ISBN 978-0-123-74420-3. Dostupné také z: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123744203>.
- [90] SHAHIDI, Fereidoon (ed.). *Handbook of antioxidants for food preservation*. Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. Amsterdam: Elsevier/Woodhead Publishing, [2015]. ISBN 17-824-2089-4. Dostupné také z: <https://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy1617/2014954546-d.html>.
- [91] EL-BAKRY, Mamdouh a MEHTA, Bhavbhuti M. *Processed Cheese Science and Technology*. Online. Elsevier, 2022. ISBN 978-0-128-21460-2. Dostupné z: https://app.knovel.com/kn/resources/kpPCST0001/toc?q=sensory%20evaluation&cid=kpPCST0001&include_synonyms=no. [cit. 2025-06-08].
- [92] MURRAY, J.M; DELAHUNTY, C.M a BAXTER, I.A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. Online. *Food Research International*. 2001, roč. 34, č. 6, s. 461-471. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00070-9](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00070-9). [cit. 2025-06-08].

- [93] *Handbook of Odors in Plastic Materials*. Online. 3rd. ChemTec Publishing, 2023. ISBN 978-1-5231-5123-3. Dostupné z: https://app.knovel.com/kn/resources/kpHOPME011/toc?q=taste&cid=kpHOPME011&include_synonyms=no. [cit. 2025-06-08].
- [94] THOMAREIS, Apostolos S. a DIMITRELI, Georgia. Techniques used for processed cheese characterization. Online. *Processed Cheese Science and Technology*. 2022, s. 295-349. ISBN 9780128214459. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821445-9.00007-8>. [cit. 2025-06-08].

12 Přílohy

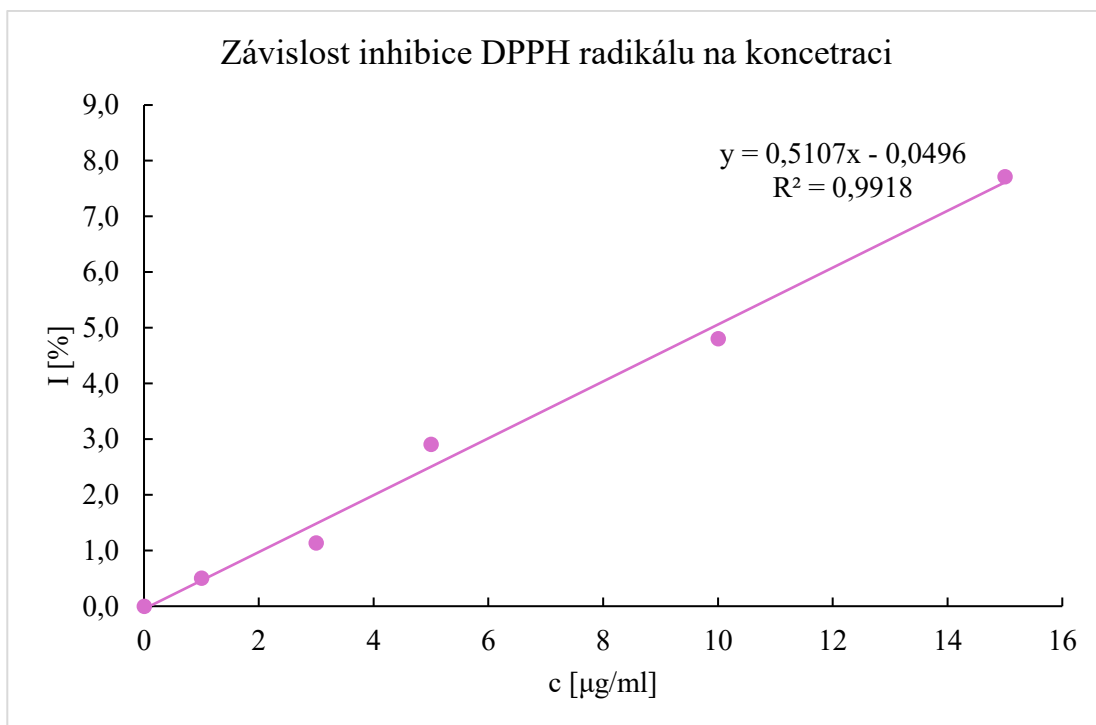
Seznam příloh

Příloha A: 1 - muffin bez přidaných slupek vinné révy; 2 - muffin s přidanými slupkami vinné révy (bílá odrůda); 3 - muffin s přidanými slupkami vinné révy (modrá odrůda).....	64
Příloha B: Kalibrační křivka Troloxu pro stanovení antioxidační kapacity metodou s DPPH radikálem ($\lambda = 517$ nm)	65
Příloha C: Dotazník pro sensorické hodnocení muffinů.....	66
Příloha D: Sensorické hodnocení vzorků muffinů neobsahující slupky révy vinné (kontrolní vzorek)	67
Příloha E: Sensorické hodnocení vzorků muffinů obsahující 10 % prášku ze slupek odrůdy Sauvignon	68
Příloha F: Sensorické hodnocení vzorků muffinů obsahující 10 % prášku ze slupek odrůdy Rulandské modré	69

Příloha A: 1 - muffin bez přidaných slupek vinné révy; 2 - muffin s přidanými slupkami vinné révy (bílá odrůda); 3 - muffin s přidanými slupkami vinné révy (modrá odrůda)



Příloha B: Kalibrační křivka Troloxu pro stanovení antioxidační kapacity metodou s DPPH radikálem ($\lambda = 517 \text{ nm}$)



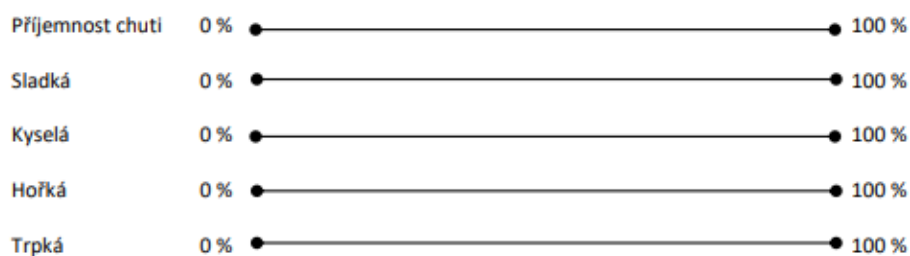
Příloha C: Dotazník pro senzorické hodnocení muffinů

DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ MUFFINŮ

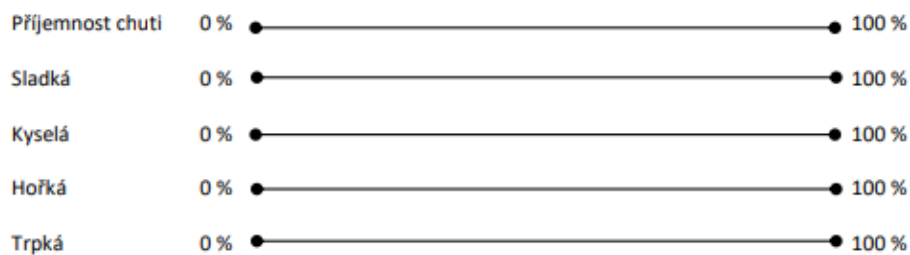
Číslo vzorku:

Datum:

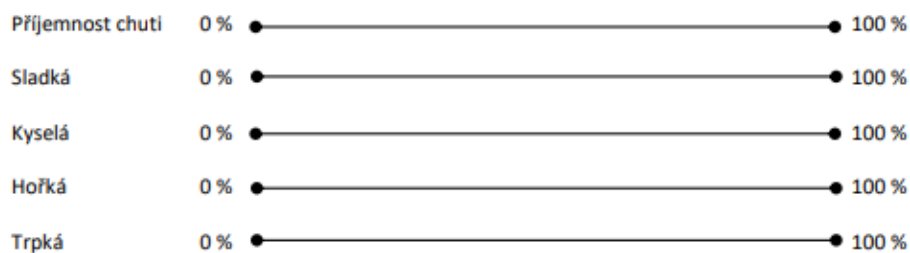
ÚKOL: ochutnejte předložené vzorky muffinů, sousto dobře rozžvýkejte a ohodnoťte na grafické stupnici



Číslo vzorku:



Číslo vzorku:



Příloha D: Senzorické hodnocení vzorků muffinů neobsahující slupky révy vinné
(kontrolní vzorek)

Kód vzorku	Příjemnost chuti [%]	Sladkost [%]	Kyselost [%]	Hořkost [%]	Trpkost [%]
B10	19	4	1	15	1
B9	64	46	0	0	0
B1	45	2	0	0	0
B8	70	58	0	0	0
B7	26	40	0	0	0
B6	66	47	0	0	0
B5	86	65	0	0	0
B3	87	57	0	0	0
B4	69	48	0	0	0
B2	69	64	0	0	0
Medián	67,5	47,5	0	0	0
Aritmetický průměr	60,1	43,1	0,1	1,5	0,1
Směrodatná odchylka	23	23	0	5	0
Minimum	19	2	0	0	0
Maximum	87	65	1	15	1
Variační rozpětí	68	63	1	15	1

Příloha E: Senzorické hodnocení vzorků muffinů obsahující 10 % prášku ze slupek odrůdy Sauvignon

Kód vzorku	Příjemnost chuti [%]	Sladkost [%]	Kyselost [%]	Hořkost [%]	Trpkost [%]
B10	63	31	2	15	1
B9	29	17	0	34	68
B1	46	19	4	0	7
B8	69	72	28	0	4
B7	58	54	3	0	0
B6	22	16	0	0	0
B5	25	33	19	0	25
B3	74	36	0	0	0
B4	36	45	9	0	3
B2	30	19	10	0	0
Medián	41	32	3,5	0	2
Aritmetický průměr	45,2	34,2	7,5	4,9	10,8
Směrodatná odchylka	19	18	9	11	21
Minimum	22	16	0	0	0
Maximum	74	72	28	34	68
Variační rozpětí	52	56	28	34	68

Příloha F: Senzorické hodnocení vzorků muffinů obsahující 10 % prášku ze slupek odrůdy Rulandské modré

Kód vzorku	Příjemnost chuti [%]	Sladkost [%]	Kyselost [%]	Hořkost [%]	Trpkost [%]
M10	59	16	1	21	1
M9	25	0	30	19	53
M1	22	5	43	0	45
M8	32	29	48	48	48
M7	38	33	9	0	1
M6	30	33	0	3	9
M5	60	36	26	0	26
M3	66	42	0	0	0
M4	51	51	0	0	0
M2	58	40	0	0	0
Medián	44,5	33	5	0	5
Aritmetický průměr	44,1	28,5	15,7	9,1	18,3
Směrodatná odchylka	16	16	19	16	22
Minimum	22	0	0	0	0
Maximum	66	51	48	48	53
Variační rozpětí	44	51	48	48	53