

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Zahradnická fakulta v Lednici

**OBOHACOVÁNÍ NÁPOJŮ PŘÍDAVKEM
ANTIOXIDANTŮ**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce

Ing. Ivo Sural, Ph.D.

Vypracovala

Bc. Simona Šulganová

Lednice 2016

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na ~~tema~~ *Obohacování nápojů přídavkem antioxidantů* vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury.

Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona 4. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu a platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek náhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici, dne.....

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěla poděkovat panu Ing. Suralovi, Ph.D., vedoucímu diplomové práce, za poskytnuté informace a připomínky, které mi pomohly vypracovat diplomovou práci.

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl	Chyba! Záložka není definována.
3	Literární přehled	13
3.1	Antioxidanty	13
3.1.1	Volné radikály a oxidační stres.....	13
3.1.2	Rozdělení antioxidantů	14
3.1.3	Vybrané přírodní antioxidanty vyskytující se v potravinách a nápojích	16
3.1.4	Antioxidační kapacita potravin.....	21
3.1.5	Stanovení antioxidační kapacity.....	22
3.1.6	Metody měření antioxidantů.....	23
3.2	Nápoje obsahující antioxidanty.....	25
3.2.1	Některé nealkoholické nápoje obsahující antioxidanty.....	25
3.2.2	Některé alkoholické nápoje obsahující antioxidanty	28
3.3	Obohacování destilátů o antioxidanty přidavkem dřeva	30
3.3.1	Chemická stavba dřeva.....	31
3.3.2	Toastování sudů	32
3.3.3	Využití dubových chipsů.....	32
3.3.4	Zrání (staření) destilátu v dubových sudech.....	33
3.3.5	Nejznámější destiláty zrající v dubových sudech	33
4	Materiál a metodika	35
4.1	Materiál	35
4.1.1	Renkádový destilát (rynglovice).....	35
4.1.2	Třešňový destilát (třešňovice)	36
4.1.3	Švestkový destilát (slivovice) Rudolf Jelínek.....	37
4.1.4	Dubové třísky	37
4.2	Metodika	Chyba! Záložka není definována.
4.2.1	Stanovení obsahu veškerých polyfenolů	39
4.2.2	Měření antioxidační kapacity metodou FRAP	40

4.2.3	Měření antioxidační kapacity metodou DPPH	40
4.2.4	Senzorické hodnocení	40
4.2.5	Použití chemikálie	44
4.2.6	Použití přístroje	45
4.2.7	Použití statistické metody	45
5	Výsledky a diskuze	45
5.1	Obsah veškerých polyfenolů	46
5.2	Antioxidační kapacita měřená metodou DPPH.....	48
5.3	Antioxidační kapacita měřená metodou FRAP.....	50
5.4	Senzorické hodnocení destilátů	51
6	Závěr	65
7	Souhrn a resumé, klíčová slova	Chyba! Záložka není definována.
8	Seznam použité literatury	68

Seznam Obrázků

Obr. 1 'Zelená renklbda' (KORÍNEK, 2009).....	36
Obr. 2 'Karešova' (PEŠEK, 2016)	37
Obr. 3 Dubové třísky.....	38
Obr. 4 Barevné odlišnosti při extrakci všech typů dřev u třešňového destilátu s porovnáním s komerčním vzorkem.....	55

Seznam Tabulek

Tab. 1 Obsah karotenoidů v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ obsažený v jedlém podílu čerstvé zeleniny a ovoce (KALÁČ, 2003).	17
Tab. 2 Obsah vitamínu E v jedlém podílu vybraných potravin v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (VELÍŠEK, 1999).	19
Tab. 3 Přehled některých bioaktivních látek a jejich zdrojů v rostlinné potravě BULKOVÁ, 2011).	21
Tab. 4. Vzhled destilátu (čistota a barva)	41
Tab. 5 Čistota vůně destilátu (přítomnost negativních pachů)	41
Tab. 6 Intenzita vůně destilátu (typičnost vůně a ovocnost vůně).....	41
Tab. 7 Harmonie vůně destilátu (jemnost a vyváženost pachových složek)	42
Tab. 8 Čistota chuti destilátu (přítomnost negativních příchutí).....	42
Tab. 9 Intenzita chuti destilátu (typičnost chuti, ovocnost chuti).....	42
Tab. 10 Harmonie chuti destilátu (struktura a vyváženost chuťových složek).....	43
Tab. 11. Jemnost chuti destilátu (projevy jemnosti nebo hrubosti chuti).....	43
Tab. 12. Kvalita dochuti (kvalita, plnost a délka aromaticnosti po vyplivnutí)	43
Tab. 13 Celkový dojem destilátu.....	44
Tab. 14 Bodové hodnocení.....	44

Seznam grafů

Graf 1 Obsah veškerých polyfenolů.	46
Graf 2 Antioxidační kapacita měřená ve vzorcích metodou DPPH.....	48
Graf 3 Antioxidační kapacita měřená ve vzorcích metodou FRAP	50
Graf 4 Výsledky celkových bodů sensorického hodnocení renkbádového destilátu s porovnáním s komerčním vzorkem.....	52
Graf 5 Výsledky celkových bodů sensorického hodnocení třešňového destilátu s porovnáním s komerčním vzorkem.....	53
Graf 6 Průměrná hodnota vzhledu destilátů.....	55
Graf 7 Hodnocení čistoty vůně destilátů.....	56
Graf 8. Hodnocení intenzity vůně destilátů.....	57
Graf 9 Hodnocení harmonie vůně destilátu.....	58
Graf 10 Hodnocení čistoty chuti destilátu.....	59
Graf 11 hodnocení intenzity chuti destilátů	60
Graf 12 Hodnocení jemnosti chuti.....	61
Graf 13 Hodnocení harmonie chuti destilátů	62
Graf 14 Hodnocení kvality dochuti destilátu	63
Graf 15 Hodnocení celkového dojmu destilátů	64

1 ÚVOD

Antioxidanty jsou v dnešní době velice aktuální téma. Zejména pak ty přírodní vyskytující se v rostlinných produktech jako jsou ovoce a zelenina, čaje, obiloviny, byliny a dalších. Antioxidantů je v přírodě mnoho a pomáhají lidem ve všech formách bojovat proti nebezpečným volným radikálům. Produkty především pak vyrobené z ovoce a zeleniny jsou na antioxidanty velice bohaté, jedná se zejména o ovocné a zeleninové šťávy, ale i alkoholické nápoje jako jsou víno a pivo. Avšak jsou i produkty, které antioxidanty neobsahují nebo obsahují pouze mizivě. Tyto potraviny je však možno obohatit o velice významné antioxidanty přidáním látek, které obsahují velké množství antioxidantů. Velmi malé množství antioxidantů obsahují alkoholické nápoje vyráběné destilací, jako jsou ovocné destiláty, které je však možno o tyto prospěšné látky obohacovat.

Produkce a konzumace destilátů je velice významná po celém světě. V české republice však převládá produkce a konzumace oblíbenějších alkoholických nápojů jako jsou víno a pivo. Víno a pivo jsou také nápoje s vysokým obsahem antioxidantů, neboť při jejich výrobě nedochází k destilaci, čímž jsou antioxidanty obsažené v rostlinných materiálech, ze kterých jsou tyto nápoje vyrobeny, zachovány. Avšak ovocné destiláty obsahují pouze mizivé množství antioxidantů a tedy se nabízí možnost obohatit tyto destiláty o antioxidanty a udělat tak z nich „zdravější alkoholický nápoj“. Navýšit antioxidační kapacitu u destilátu je možno mimo jiné extrakcí různých dřev nejčastěji pak dřeva dubového. Zrání ovocných destilátů (především pak vínovice) v dubových sudech, je velice známá praktika dochází tak například k výrobě Brandy. Všeobecně je známo, že čím déle destilát zraje v sudu, tím je kvalitnější a jakostnější.

Je však také možnost několikrát zrání urychlit dodat destilátu antioxidanty a udržet nebo zvýšit jakost pálenky přidáním dubových třísek. Tyto dřevěné třísky je možno upravit metodami, ve kterých dochází ke změně látkového složení dřeva, jako je suché zahřívání (sušení) dřeva při různých teplotách. Macerací těchto dřev je možno zvýšit antioxidační kapacitu destilátů a také zlepšit jejich senzorickou jakost.

2 CÍL

Cílem této diplomové práce je popis antioxidantů, metod jejich měření. Popisí běžných nápojů, ve kterých se antioxidanty vyskytují, možnosti navýšení antioxidační kapacity u ovocných destilátů a v neposlední řadě experimentální část pojednávající o obohacování ovocných destilátů přídavkem antioxidantů za pomoci macerace dubového dřeva sušeného při různých teplotách.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Antioxidanty

Antioxidanty patří mezi nejvýznamnější látky působící v prevenci mnoha neinfekčních onemocnění (BULKOVÁ, 2011), jako jsou nádorová, srdečně cévní a zánětlivá onemocnění. Také pozitivně působí v procesu stárnutí (KALAČ, 2003). Jsou to takové látky, které dokáže člověk vyprodukovat anebo je přijímá potravou. V současné době je známo více než 6000 antioxidantů (BULKOVÁ, 2011).

Antioxidanty jsou látky, prodlužující uchovatelnost potravin a chránící potraviny proti nepříznivému vlivu oxidací. Oxidace je reakce látek (potravin) se vzdušným kyslíkem, který s potravinami vytváří řadu sloučenin. Projevem oxidace jsou například barevné změny potravin nebo žluknutí tuků (KLESCHT a kol., 2007).

Mezi antioxidanty patří také látky, které omezují aktivitu volných radikálů a snižují pravděpodobnost jejich vzniku nebo je převádějí do méně reaktivních nebo nereaktivních forem. Volné radikály často napomáhají procesu oxidace, eliminací jejich působení pomocí antioxidantů se omezí proces oxidace v organismu či potravinách (REGENERMELOVÁ, 2010).

3.1.1 Volné radikály a oxidační stres

Převaha volných radikálů nad antioxidanty se nazývá oxidační stres (HOLEČEK, 2006). Oxidační stres je proces, při kterém dochází k nerovnováze mezi produkcí a eliminací volných radikálů ve prospěch jejich produkce. Důsledkem nadměrného vlivu volných radikálů je poškození struktur biologických systémů, nutričních hodnot potravin a dalších reaktivních meziproduktů metabolismu. Oxidační stres vzniká zvýšenou produkcí volných radikálů, nebo naopak sníženou antioxidační obranou organismu (KOPŘIVA a kol., 2014).

Volné radikály jsou ionty, atomy, nebo molekuly s nepárovými elektrony ve valenční sféře, které mohou mít jak kladný, nulový nebo záporný náboj. Z neutrálních molekul a molekulárních iontů, které jsou majoritními složkami potravin, vznikají nejčastěji ztrátou nebo přijetím elektronu. Neutrální atomy jakožto minoritní složky potravin mohou být sami

o sobě radikály, aniž by ztratily či přijaly elektrony. (KOPŘIVA a kol., 2014). Volné radikály jsou látky běžně vysoce reaktivní a málo stabilní, ale i přes to jsou schopny samostatné existence (CYBUL a NOWAK, 2015). Charakteristické pro volné radikály jsou řetězové reakce, které mají obvykle tři fáze, kterými jsou: iniciace, propagace a terminace. V první fázi (iniciační) volný radikál vzniká, v propagační reaguje s jinými molekulami za vzniku dalších radikálů a v terminační dochází k zániku volného radikálu reakcí dvou molekul volných radikálů. Častěji se ovšem stává, že radikál rekombinuje s elektronem z jiné molekuly a z něj se potom stává nový radikál, který může opět reagovat s jinými atomy nebo molekulami, které přemění opět na radikály. Tato propagační fáze radikálových reakcí je nejvýznamnější v rámci kinetiky radikálů. Proto se a radikálová řetězová reakce stále opakuje (KOPŘIVA a kol., 2014).

Volné radikály obsahující molekulu kyslíku, jsou nazývány reaktivní formy kyslíku. Dalšími volnými radikály jsou reaktivní formy dusíku. K těmto reaktivním formám jsou řazeny i některé sloučeniny dusíku, které nejsou radikálového charakteru, avšak mohou být příčinou vzniku radikálů (KOPŘIVA a kol., 2014).

3.1.2 Rozdělení antioxidantů

Antioxidanty je možno rozdělit mnoha způsoby. V literatuře autoři rozdělují antioxidanty různě.

Benešová a kol. rozděluje antioxidanty podle reakčního mechanismu na:

- Primární antioxidanty (ruší řetězové reakce)
- Synergicky působící sloučeniny
- Sekundární antioxidanty (BENEŠOVÁ a kol., 2000).

Dle Racka 2003 lze antioxidanty rozdělit dle polaritě na:

- Hydrofilní antioxidanty
 - a) Intracelulární
 - Enzymové: například katalázy, superdismulázy, peroxidázy
 - Neenzymové: například - glutathion
 - b) Extracelulární

- Vysokomolekulární: například albuminy a další bílkoviny, které obsahují SH-skupiny, ceruloplasmin, transferin, haptoglobin, hemopexin, méně antioxidantní enzymy
- Nízkomolekulární: například kyselina askorbová, kyselina močová, bilirubin, polyfenoly a polyfenolické bioflavonoidy.

- Lipofilní antioxidanty

Vitamin E, karotenoidy, estrogeny atd.

- Amfofilní antioxidanty

Mají hydrofilní i lipofilní část molekuly, patří sem například kyselina lipová či melatonin (RACEK, 2003).

Dále lze antioxidanty rozdělit dle Štípka podle velikosti molekul na:

- Enzymové antioxidanty

kam se řadí například enzymy superoxid dismutázy, glutathionperoxidázy, glutathiontransferázy a enzym kataláza.

- Vysokomolekulární antioxidanty,

sem patří například proteiny transferin, laktoferin, ferritin, ceruloplasmin, albumin nebo metalothioneiny.

- Nízkomolekulární antioxidanty

Do této skupiny patří především vitamin C, alfa-tokoferol, vitamin E, koenzym Q, karotenoidy, thioly, vitamin A a další.

- Flavonoidy

Které působí protizánětlivě, antikarcinogenně a také zasahují do buněčného signálního systému. Dále chelatují železo, takže i tímto mechanismem lze tlumit oxidační stres tkáně (ŠTÍPEK a kol., 2000).

Další významná klasifikace dělení antioxidantů je podle původu. Podle níž dělí antioxidanty většina autorů na:

- Přírodní antioxidanty

- Syntetické antioxidanty (VELÍŠEK, 1999).

3.1.3 Vybrané přírodní antioxidanty vyskytující se v potravinách a nápojích

Přírodní antioxidanty jsou různorodé látky přírodní povahy. Tyto látky mají schopnost eliminovat negativní účinky volných radikálů, které jsou často dávány do souvislosti se stárnutím a vznikem nejrozličnějších onemocnění, mimo jiné například kardiovaskulárních a nádorových.

Karotenoidy

Jsou obsaženy převážně v rostlinných potravinách, v nichž zbarvují tkáň červeně, žlutě, oranžově a hnědě (BULKOVÁ, 2012).

Nejznámější skupinou karotenoidů jsou karoteny. Nejvýznamnější a nejrozšířenější je β -karoten. Je to látka, z níž vzniká v lidském organismu vitamín A. V menší míře se v přírodě vykytuje α -karoten. Z dalších rozšířených karotenoidů se již vitamín A vytvářet nemůže, jsou však také účinnými antioxidanty. Patří mezi ně lykopen, lutein, kapsantin, zeaxantin, kryptoxantiny, neoxantin a violaxantin (KALÁČ, 2003).

α -karoten se podle potřeby transformuje na vitamín A, který je asi desetkrát účinnější při ochraně očí, jater, plicní tkáně před volnými radikály než β -karoten.

β -karoten je také provitamin, působící jako antioxidant. Chrání proti rakovině a proti působení volných radikálů a posiluje imunitní systém (MINDELL a MUNDIOVÁ, 2010).

Lykopen – je izomerem karotenu a jedná se o pigment (acyklický polynenasycený uhlovodík), který způsobuje červenou barvu některých druhů ovoce a zeleniny. Je to silný antioxidant, který dokáže deaktivovat volné radikály. Zamezuje poškození buněk a chromozomů. Lykopen se nemůže v těle proměnit na vitamín A, ale usazuje se v tukové tkáni, kde se významně podílí na posílení zdravotního stavu značným antioxidantním způsobem (snížením rizika nádorového onemocnění), (BULKOVÁ, 2012).

Tab. 1 Obsah karotenoidů v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ obsažený v jedlém podílu čerstvé zeleniny a ovoce (KALÁČ, 2003).

Druh	β -karoten	Lutein	Lykopen
------	------------------	--------	---------

Mrkev	76	3	n. a
Špenát	33	44	n. a
Kadeřavá petržel	55	102	n. a
Rajčata	6,6	1	31
Vodní meloun	2,3	0,1	45
Angrešt zelený	1,1	1,7	n. a
Švestky	4,3	2,4	n. a
Černý rybíz	1	4,4	n. a
Borůvky	0,5	2,6	n. a

n. a znamená, že obsah byl nižší než $0,05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Z tabulky je patrné, že největší obsah β -karotenu má mrkev. Luteinu vykazuje nevyšší obsah kadeřavá petržel, která má zároveň vysoký obsah β -karotenu. A nejvyšší obsah lykopenu má vodní meloun a také rajčata u ostatních druhů byl obsah lykopenu nižší než $0,05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Z tabulky je také patrné, že zelenina vykazuje větší množství karotenoidů než ovoce.

Fenolické antioxidanty

Jedná se o početnou skupinu rostlinných antioxidantů. Základní chemickou strukturou polyfenolů je přítomnost dvou a více hydroxylových skupin na aromatickém jádře. Patří sem některé fenoly, fenolické kyseliny a jejich étery a glykosidy, lignany, flavonoidy katechiny (často řazeny mezi flavonoidy) a některé třísloviny. Velké množství těchto látek se vyskytuje pouze v malých koncentracích (KALAČ, 2003).

Isoflavony

Jsou to látky rostlinného původu strukturou podobné flavonoidům. Nachází se především v sójových bobech, ale také v jiné zelenině. V těle jsou metabolizovány podle potřeby na fytoestrogeny. Fytoestrogeny jsou rostlinné produkty chemickou stavbou velmi podobné hormonům, které jsou syntetizovány v lidském těle. Působí na potlačení růstu rakovinných buněk. Také pomáhají snižovat hladinu cholesterolu a triglyceridů v krvi čímž se účastní prevence ischemické choroby srdeční.

Vitamíny

Vitamíny patří do skupiny organických sloučenin, které se vzájemně chemicky liší, avšak

mají společnou funkci, a to katalyzování určitých biochemických reakcí, probíhajících v živém organismu. Vitamíny jsou nepostradatelné pro normální životní funkce. Lidský organismus neumí vitamíny syntetizovat (na rozdíl od enzymů a hormonů), a proto musí být přijímány v potravě buď přímo nebo ve formě provitaminů (KVALTÉNIOVÁ, 1987).

Vitamin A je účinným prostředkem proti působení volných radikálů. (MINDELL a MUNDIOVÁ, 2010) Je odborně nazývaný axeroftol a v přírodě se vyskytuje ve dvou formách. Znamější formou je retinol (vitamin A1), méně známá forma je 3-dehydroretinol (vitamin A2k těmto dvěma zmíněným formám se běžně přiřazují karotenoidy, ze kterých se vitamin A v našem organismu vytváří a to především v tenkém střevě a v játrech. Současná přítomnost tuků (vitamin rozpustný v tucích) zvyšuje vstřebávání či přeměnu karotenoidů na vitamin A.

Tento vitamin je velmi důležitý především pro oči. Nachází se v rybím tuku, mrkvi, špenátu, petrželové a kedlubnové nati, melounu, játrech, meruňce, zelí, brokolici, kapustě kukuřici, máslu, dýni, vaječném žloutku atd. (ARNDT, 2013).

Vitamin C neboli kyselina askorbová je vitamin rozpustný ve vodě. Jedná se o nejběžnější antioxidant. Působí proti volným radikálům, potlačuje produkci nitraminů, které jsou kancerogenní. Také zvyšuje aktivitu imunitního systému, působí proti infekcím, proti rakovinovým buňkám, které se dostanou do krevního oběhu. Brání oxidaci LDL cholesterolu čímž chrání proti ischemické chorobě srdeční.

Kyselina askorbová má čtyři možné stereoizomery, avšak aktivním vitaminem je však forma kyseliny L-askorbové (vitamin C). Jako vitamin však slouží pouze pro člověka, primáty, morčata a několik dalších živočichů, kteří si jej nedokážou syntetizovat, neboť jim chybí enzym gulonolaktonoxidas, který je nezbytný pro jeho biosyntézu (MTELJAN, 2016).

Vitamin E patří mezi významné lipofilní antioxidanty, uplatňující se v ochraně zejména nenasycených lipidů při ochraně před volnými radikály. Je složen z osmi izomerů tokoferolu (MTELJAN, 2016), přičemž nejvýznamnější biologickou účinnost vykazuje α -tokoferol. Úloha α -tokoferolu je v udržení struktury a integrity biomembrán. Tento vitamin patří mezi antioxidanty uplatňující se v ochraně nenasycených mastných kyselin v tucích a fosfolipidech před jejich poškozením způsobeným volnými radikály. Antioxidační účinnost tokoferolu spočívá především v přeměně alkylperoxylových radikálů na hydroperoxylový při

peroxidaci lipidů. Přičemž dochází k eliminaci peroxylových radikálů mastných kyselin. Regeneraci vitamínu E zajišťuje vitamin C, který může být modifikován do lipofilní podoby, pro zvýšení rychlosti regenerace (KOPŘIVA a kol., 2014).

Vitamín E kromě toho, že působí, jako antioxidant chrání buněčné membrány i ostatní struktury obsahující tuk. Vyskytuje se především v rostlinách, převážně v olejích panenského typu, které nejsou rafinované, neboť rafinací se odstraní vedle balastních látek i prospěšný vitamín E (BULKOVÁ, 2011).

Tab. 2 Obsah vitamínu E v jedlém podílu vybraných potravin v mg · kg⁻¹ (VELÍŠEK, 1999).

Potravina	Vitamin E
Řepkový olej	140 - 850
Sójový olej	530 - 2000
Jablka	1,8 – 7,4
Pomeranče	2,4 – 2,7
Špenát	16 - 25
Rajčata	3,6 – 4,9
Mléko	0,2 – 1,2
Vepřové sádlo	6 - 30

Z tabulky je patrné, že největší obsah vitamínu E obsahují rostlinné oleje. Sójový olej až 2000 mg · kg⁻¹. Naopak velice nízké množství vitamínu E je obsaženo v mléce.

Minerální látky

Minerály působí mimo další funkce i jako antioxidanty, ale podobně jako esenciální aminokyseliny není možno žádný v organismu vytvořit a proto se musí minerály přijímat s potravou. Jejich přítomnost nelze podceňovat, ale také ani přeceňovat. V přesně určených malých množstvích jsou pro organismus nezbytné, neboť bez nich nemohou vitamíny vstupovat do biologických reakcí (BULKOVÁ, 2011).

Selen je minerální prvek, který působí synergicky s vitamínem E, je to antioxidant, který neodmyslitelně patří k životním pochodům, přijímáme jej potravou. Nachází se v mléce, vnitřnostech, v droždí či kukuřici. Ale jelikož je ve většině evropských zemí obsah selenu v půdě velmi nízký, je také nízký obsah selenu v rostlinách, krmivech a tím také v potravinách (ZAWADOVÁ, 2005).

Zinek je prvek, který je v lidském organismu poměrně bohatě zastoupený a je přijímán potravou. Nejvíce zinku obsahují pekařské výrobky, luštěniny, ryby a další. Je velmi důležitý při udržování pH a tvorbě HCl ve sliznici žaludku a také při tvorbě uhličitánů ve slinivce břišní. Také má důležitý vliv na hormony, s nimiž tvoří buněčné komplexy (inzulín), a je pokládán za významný prvek pro růst a plodnost (KVALTĚNIOVÁ, 1987).

Koenzym Q₁₀ (CO – Q₁₀)

Je to látka s účinným antioxidantním působením. Je součástí každé živé buňky a stará se současně o účelné využívání poskytnuté energie. Vlivem stárnutí produkce tohoto enzymu klesá, čímž může docházet k některým chronickým onemocněním. Jeho hladinu také snižuje tělesná zátěž jako je nevhodné stravování, onemocnění a časté opakující se stresové zátěže. Podílí se také na činnosti vitamínů, především těch s antioxidantními účinky (zvyšuje jejich činnost), posiluje také imunitní systém (MINDELL a MUNDIOVÁ, 2010).

Kromě toho, že se tento enzym nachází v játrech, ledvinách, nadledvině, srdci a ve slinivce, nachází se také v rostlinách. Je důležitým antioxidantem v buňkách, kde se účastní mnoha procesů, při kterých se uvolňuje pouta energie. Jako antioxidant působí tím, že přerušuje řetězovou reakci autooxidace (FLYTLIE, 2009).

Koenzym Q₁₀ se nachází v masě, luštěninách, mléčných produktech, vejcích, ale jeho množství klesá tepelnou úpravou a dlouhodobým skladováním (MINDELL a MUNDIOVÁ, 2010).

Glutathiol

Je to jeden z nejsilnějších antioxidantů, má silné tlumivé účinky působící proti volným radikálům. Je to tripeptid účastnící se reakcí katalyzovaných několika enzymy. Glutathiol je složen ze tří aminokyselin (tripeptid) z kyseliny glutamové, glycinu a cysteinu. Glutathion vzniká v játrech, je koenzymem enzymu glutathion peroxidázy, který v těle mění karcinogenně působící a jedovatý peroxid vodíku na molekulární neškodnou vodu a kyslík. Hlavní a nejdůležitější reakcí je tvorba správných disulfidových vazeb v řadě bílkovin a peptidových hormonů. Enzym glutathionreduktasa katalyzuje tuto reakci.

Glutathion je obsažen v některých potravinách, jako jsou například zelí, kvěťák, brokolice, a dalších. Je obsažen ale i v ovoci či masě (ARNDT, 2011).

Tab. 3 Přehled některých bioaktivních látek a jejich zdrojů v rostlinné potravě (BULKOVÁ, 2011).

Bioaktivní ochranné látky	Nejdůležitější zdroje v rostlinách
Vláknina a příbuzní látky	Všechny druhy ovoce, zeleniny, luštěniny, obiloviny, brambory
Fenoly	Hrozny, maliny, fenoly
Flavonoidy	Černý rybíz, pažitka kopr, cibule, čenek, paprika, aronie, jahody, šípky, citrusové ovoce
Fytosteroly	Kukuřice, sója, slunečnicové a řepkové semeno, skořpkové ovoce
Glukosinoláty	Brokolice, kapusta, zelí, kedluben
Lignany	Žitné otruby, bobulové ovoce, ořechy
Sloučeniny alia	Česnek, cibule, pór, křen
Terpeny	Citrusové ovoce, třešně, byliny

3.1.4 Antioxidační kapacita potravin

Problematikou antioxidantů, antioxidační kapacity a přístupům k jejímu stanovení se věnuje intenzivní studium. Celá tato problematika je komplexně analyzována hlavně ve vztahu k ochraně veřejného zdraví a také prevenci civilizačních onemocnění (KOPŘIVA, a kol., 2014).

V celkovém pojetí se jedná o antioxidační kapacitu, neboli celkovou antioxidační kapacitu, patří do systému biochemických stanovení a je analyzována jako celková antioxidační kapacita plazmy. Jedná se o veličinu, která představuje souhrn veškerých látek s antioxidačním účinkem obsažených v této tekutině (RACEK, 2003).

Měření antioxidační kapacity je možno provádět celou řadou metod. Přičemž se výsledek obvykle vyjadřuje ve vztahu k troloxu popřípadě kyselině askorbové. Jde o poměr antioxidačního účinku vzorku k roztoku troloxu nebo kyseliny askorbové koncentrace $1 \text{ mM} \cdot \text{l}^{-1}$. Antioxidační kapacita je definována jako schopnost sloučeniny nebo směsi látek inhibovat oxidační degradaci sloučenin. Pro vzájemné porovnání antioxidačních účinků směsí byl zaveden pojem antioxidační aktivita, tento pojem

kvalifikuje kapacitu vzorku biologického materiálu eliminovat radikály. Antioxidační aktivitu lze měřit chemickými nebo fyzikálně-chemickými metodami (ŠULC a kol, 2007).

Jednou z možností je stanovení pomocí chemiluminiscence, kde se uvolněná chemická energie převádí na atomy nebo molekuly do takzvaného excitovaného stavu, (energeticky bohatšího) a tato energie je poté uvolňována ve formě světelných kvant (ŠULC a kol, 2007).

3.1.5 Stanovení antioxidační kapacity

Existuje mnoho postupů umožňujících stanovit tzv. celkovou antioxidační kapacitu TAC (Total Antioxidant Capacity). TAC představuje schopnost systému vzdorovat oxidačnímu stresu. (ANONYM 1, 2001) Jejich významem je charakterizovat antioxidační účinnost v podmínkách blízkých fyziologickému prostředí jako souhrnnou vlastnost potravin. Aby vyjadřování antioxidační kapacity bylo standardizováno, je stanovováno TAC v přepočtu na použitý standard jako je například Trolox, askorbát, galát, epikatechiny a další. Celková antioxidační kapacita je běžně stanovována v klinicko-biochemických laboratořích ve vzorcích krevní plazmy, ale i v jiných typech biologického materiálu včetně potravin (káva, čaje, oleje, maso), (KOPŘIVA a kol., 2014).

Chemické techniky stanovení antioxidační kapacity jsou založeny na použití činidel, které poskytují s volnými kyslíkovými radikály barevné produkty, přičemž jejich vzniku brání obsažené antioxidanty ve vzorku. Většinou se intenzita zbarvení měří spektrofotometricky. Mezi tyto metody patří například ABT nebo DPPH, metody na eliminaci kyslíkových radikálů ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), další metoda, která využívá redukci železitých komplexů je FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power/ Ferric Reducing Ability of Plasma) Inhibice zmíněných radikálů je nejčastěji vyjadřována v procentech. Ke sledování antioxidantu nebo potencionálu rostlinného materiálu je možno využít testy, které sledují schopnost látky zachycovat volné radikály, například TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity), DPPH, ORAC a jiné (KOPŘIVA, a kol. 2014).

3.1.6 Metody měření antioxidantů

Antioxidační kapacitu lze měřit velkým množstvím metod. Tyto metody je možné rozčlenit na:

- Metody založené na eliminaci radikálu

Tyto metody lze dále ještě rozčlenit na metody hodnotící eliminaci syntetických radikálů. Do této skupiny patří například metody DPPH nebo TEAC. Dále metody hodnotící eliminaci kyslíkových radikálů, kam patří například metoda ORAC. A poslední dělení je na metody hodnotící eliminaci lipidové peroxidace.

- Metody založené na hodnocení redoxních vlastností látek

Sem patří metody chemické (FRAP) a metody elektrochemické (cyklická voltarimetrie, HPLC metoda s elektrochemickou detekcí), (ZLOCH, 2004).

Metoda DPPH

DPPH je běžnou zkratkou pro organickou chemickou sloučeninu 2,2-difenyl-1-picrylhydrazyl. Jedná se o tmavě zbarvený krystalický prášek složený ze stabilních radikálových molekul. DPPH má dvě hlavní aplikace, jednou je monitor chemických reakcí, který zahrnuje radikály. Druhý se skládá ze standardní polohy a intenzity elektronové paramagnetické rezonance signálů (ANONYM 1, 2001).

Tato metoda je jednou ze základních metod pro posouzení antiradikálové aktivity jak čistých látek, tak různých směsných vzorků. Spočívá v reakci stabilním radikálem DPPH s testovanou látkou (KARABÍN a kol., 2006). Reakce bývá nejčastěji sledována spektrofotometricky. Pokles absorpce při 517 nm. je možno měřit při uplynutí konstantního času nebo v kinetickém režimu. Reakci je možno také provádět pomocí elektronové spinové rezonance (PAULOVÁ a kol., 2004). Měření je možné také pomocí HPLC což je výhodné především u barevných vzorků (KÚSTRIN, 2004), kdy se na rozdíl od spektrofotometrie eliminuje zbarvení vzorku. Měření lze provádět i na mikrotitračních destičkách (PAULOVÁ a kol., 2004).

Metoda TEAC

tato metoda je nejčastěji používanou. Měří antioxidační kapacitu vzorku, jež je vztažena ke standardní látce – troloxu (trolox je ve vodě rozpustný analog vitamínu E). Principem

ěto metody je reakce činidel s jinou látkou, která přechází na radikálové formy. Ty jsou barevné a relativně stabilní. Za přítomnosti antioxidačně aktivních látek, které jsou extrahovány ze vzorků potravin, se tyto formy redukují, čímž se odbarvují. Míra a rychlost odbarvování jsou přímoúměrné antioxidační kapacitě vzorků.

Parametr TRAP se vyjadřuje v jednotkách TEAC což je jako koncentrace troloxu vyvolávající stejnou prodlevu jako samotný vzorek. Relativní antioxidační kapacita je pak vyjadřována jako koncentrace troloxu se stejnou antioxidační kapacitou jakou má 1mM, 1g, nebo 1ml stanovovaného vzorku (KOPŘIVA a kol., 2014).

Metoda ORAC

Tato metoda je založena na zhlášení fluorescence. ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) je metoda velmi podobná metodě TRAP. Jako fluorescenční indikátor je zde používán fluorescien. ORAC měří oxidační degradaci fluorescenční látky po přidání generátoru volných radikálů, jež vytvářejí peroxylové radikály, které poškozují danou fluorescenční sondu, což zapříčiní ztrátu její fluorescence. Naopak antioxidanty chrání před oxidačním poškozením fluorescenční molekulu. Princip této techniky spočívá ve vytvoření peroxylového radikálu fluorescenční látky a to oxidací činidlem ABAP. Radikál je stanovován kvantitativně fluorimetricky a po přidání tetovovaného vzorku se hodnotí rychlost úbytku signálu (KOPŘIVA, a kol. 2014).

Metoda FRAP

Tato metoda je založena na redukcii železiých komplexů TPTZ (2,4,6-tripyridyl-S-triazin) s chloridem železiým ($FeCl_3$), které jsou pouze slabě nahnědlé nebo úplně bezbarvé a po redukcii se vytváří modře zbarvené železnaté komplexy (SOCHOR a kol., 2012). Metoda FRAP kvantifikuje schopnost antioxidantů redukovat tento komplex, přičemž jeho přeměnou vzniká silně fialově zbarvený produkt, který je detekován spektrofotometricky o vlnové délce 593 nm. Touto metodou jsou měřeny především redukční vlastnosti antioxidantů na rozdíl od metod TRAP a ORAC. Velkou výhodou této metody je její poměrná jednoduchost vzhledem k ostatním metodám (KOPŘIVA a kol., 2014).

Metoda má své limity, které spočívají v tom, že měření probíhá při nefyziologicky nízké hodnotě pH což je 3,6 přičemž nejsou zachyceny s komplexem pomalu reagující thioly a polyfenolické látky (SOCHOR a kol., 2012).

Stanovení specifických antioxidantů ve vzorcích potravin

Při zjišťování TAC se dne již běžně ve vzorcích určuje obsah vitamínu C a E, celkový obsah karotenoidů nebo jednotlivě lykopen, β -karoten, celkový obsah fenolických látek, nebo separátně obsah flavonoidů (KOPŘIVA, a kol., 2014).

Pro tato měření je možno využít chromatografické separace především na principu HPLC (vysokacínná kapalinová chromatografie) u této metody je možné určovat konkrétní koncentrace jednotlivých antioxidantů. Hodnocení antioxidační vlastnosti látek, často bývá spojeno s použitím dalších metod jako je DPPH (PAULOVÁ a kol., 2004).

3.2 Nápoje obsahující antioxidanty

Rozdělení nápojů dle zákona o potravinách a tabákových výrobcích 110/1997 Sb.,

- Nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě těchto nápojů
- Ovocná vína, ostatní vína a medovina
- Pivo a nápoje na bázi piva
- Konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje (PŘEDPIS č. 335/1997 Sb.).

3.2.1 Některé nealkoholické nápoje obsahující antioxidanty

Nealkoholickým nápojem je nápoj, který obsahuje maximálně 0,5 % etanolu (měřeno při teplotě 20 °C), vyrobený především z pitné vody, pramenité vody, kojenecké vody, přírodní minerální vody nebo zeleninové, ovocné, rostlinné nebo živočišné suroviny, sladidel, přírodních sladidel, medu a jiných látek. Může být sycený oxidem uhličitým (PŘEDPIS č. 335/1997 Sb.).

Ovocné a zeleninové šťávy

Tímto nápojem se dle předpisu č 335/1997 Sb. rozumí zkvasitelný, ale nezkvašený výrobek, který je získaný z jedlé části zralého, zdravého, čerstvého, chlazeného nebo zmrazeného ovoce či zeleniny, jednoho nebo více druhů, s charakteristickou barvou, vůní a chutí, jež jsou typické pro šťávu pocházející z příslušného ovoce nebo zeleniny (PŘEDPIS č. 335/1997 Sb.).

Látkové složení ovocných a zeleninových šťáv

Ovocné a zeleninové šťávy mají velký význam pro lidskou výživu (MCINTYRE, 2001). Jsou

přírodním zdrojem antioxidantů. Obsahují cukry, minerální látky, vitamíny, stopové prvky, ovocné kyseliny, aromatické látky, polyfenoly, třísloviny a jiré. Po vodě jsou především v ovocných šťávách v největším množství zastoupeny cukry. Obsah cukrů v ovocných šťávách činí kolem 8 – 13 % v zeleninových je tento podíl nižší a tvoří 2 – 6 % (HRUDKOVÁ a kol., 1989).

Další významné látky v ovocných a zeleninových šťávách jsou vitamíny. Především vitamínu C obsažený v ovocných šťávách (KÁČ, 1947). U zeleninových šťáv je často vysoce obsažen vitamín A nebo spíše jeho prekurzor β -karoten.

Z dalších složek jsou velice cenné minerální látky. U ovocných šťáv má velký význam především draslík. U zeleninových to jsou draslík, sodík, hořčík, vápník, fosfor a železo. Některé minerální látky jsou velmi důležité k metabolismu některých vitamínů, hormonů a enzymů. Fyziologicky důležité jsou také stopové prvky především měď, zinek a mangan.

Nepříznivý je ovšem obsah dusičnanů v zeleninových nápojích. Ten je však možno redukovat způsobem hnojení (HRUDKOVÁ a kol., 1989).

Čaj

Dle vyhlášky 330 z roku 1997 se čajem rozumí výrobek rostlinného původu, který slouží k přípravě nápoje určeného k přímé spotřebě nebo nápoj připravený z tohoto výrobku.

Čaj pravý je čaj vyrobený z výhonků, listů, pupenů, nebo jemných částí zdřevnatělých stonků čajovníku *Camellia sinensis* (Linnaeus) O. Kunze, popřípadě jejich kombinací. Dále rozeznáváme zelený čaj, což je pravý čaj, ve kterém neproběhla fermentace, polofermentovaný čaj a černý čaj, ve kterém proběhla fermentace plná. Dále je možno rozeznávat čajový extrakt, instantní čaj, ovoněný čaj, ochucený čaj, ve kterém musí být 50 % pravého čaje s ochucujícími částmi rostlin, aromatizovaný čaj obsahující látky určené k aromatizaci, bylinný čaj který musí obsahovat minimálně 50 % bylin a ovocný čaj, ve kterém musí být podíl ovoce také minimálně 50 % (PŘEDPIS č. 330/1997 Sb.).

Látkové složení čaje

Je známo přibližně 400 látek, které jsou obsaženy v čajovém listu. Čajové listy obsahují především: kofein, polyfenoly (taniny), flavonoidy, flavanoly, theofylin a theobromin (příbuzné kofeinu), tuk, saponiny, vosky, éterické oleje, karoten, vitamíny C, E, K, skupiny B jako jsou B1, B2, B5, B10, B12, enzymy, železitě sloučeniny, K, F, Na, Cu, Ca, Zn,

Ni, stopové prvky a mnoho dalších.

Obsah polyfenolů se podle druhu čaje liší. Díky polyfenolům, působí čaj velmi prospěšně především jako prevence proti vzniku rakoviny, infekce, kardiovaskulárních chorob, zubnímu kazu a mnoha dalším obtížím (ANONYM 2, 2014). Polyfenoly se vyskytují ve všech pravých čajích a způsobují jejich mírně hořkou svíravou chuť a charakteristickou vůni. Po požití jsou absorbovány do různých orgánů. Jsou výbornými antioxidanty (GEBELY, 2015).

Čaj obsahuje přibližně 122 druhů tříslovin obsah tříslovin v čajích je rozdílný. Zelený čaj obsahuje 10 – 27 % černý a tmavý čaj jich obsahuje pouze 5 – 12 %. (AUGUSTÍN, 2001) Třísloviny mají protizánětlivý účinek, také zklidňují žaludek a střeva, dále léčí sliznice dýchacích cest při nachlazení. Theofylin uvolňuje svalové křeče a povzbuzuje krevní oběh (ANONYM 2, 2014).

Flavonoidy jsou další polyfenoly zastoupené v čajích. V čajových listech se nejčastěji vyskytují flavonoidy typu alkyaniolů, leukoantokyaninů, dále hlavní skupina zelených čajových listů katechinů. Katechiny jsou nejvýznamnější z flavonoidů obsažených v čaji. V některých druzích čaje mohou být zastoupeny až 30 % ze všech fenolových sloučenin. Při zpracování čajových listů fermentací na černé čaje dochází k rozsáhlé enzymatické oxidaci listových polyfenolů na ve vodě rozpustné theaflaviny a thearubiginy. Další skupinu tvoří látky typu flavonů a jejich hydroxylovaných derivátů flavonolů (AUGUSTÍN, 2001).

Dalšími látkami obsaženými v čaji jsou vitamíny. Zelený čaj obsahuje poměrně vysoké množství vitamínu C. Jeho obsah, závisí na mnoha faktorech, jako jsou podmínky růstu, stáří listů a délka skladování. Černý čaj obsahuje pouze zanedbatelné množství vitamínu C, neboť ke ztrátě tohoto vitamínu dochází při fermentaci.

Obsah dalších vitamínů a prvků je velice nízký (CHOW a KRAMMEROVÁ, 1998).

3.2.2 Některé alkoholické nápoje obsahující antioxidanty

Alkoholické nápoje jsou děleny podle způsobu výroby, nebo podle účelu, hustoty nápoje, obsahu složek a jiných kritérií. Víno se dělí například podle odrůdy révy vinné, oblasti, ze které víno pochází. U piva dle stupňovitosti, která uvádí obsah alkoholu, nebo jeho barvy či množství extraktu.

Základní rozdělení je na tři hlavní skupiny pivo, víno a lihoviny (TRNKA, 2001).

Pivo

Pivo je pěnívý nápoj, který je vyrobený z kvašením mladiny připravené z vody, sladu, neupraveného chmele nebo upraveného chmele popřípadě chmelových produktů, který vedle kvasným procesem vzniklého alkoholu (etylalkoholu) a oxidu uhličitého obsahuje také určité množství neprokvašeného extraktu. Slad je možno do výše jedné třetiny hmotnosti extraktu původní mladiny nahradit extraktem cukru, obilného škrobu, pšenice, rýže nebo ječmene. U ochucených piv může být obsah alkoholu zvýšen přidáním lihovin nebo jiných alkoholických nápojů.

Rozeznáváme piva spodně a svrchně kvašená. Pro přípravu spodně kvašených piv se užívá pivovarských kvasinek spodního kvašení a pro piva svrchně kvašená se používají kvasinky svrchního kvašení. Dále rozeznáváme například piva světlá, tmavá a polotmavá (PŘEDPIS č. 330/1997 Sb.).

Látkové složení piva

Základními složkami piva jsou voda, sacharidy, alkohol, bílkoviny minerální látky, stopové prvky a oxid uhličitý. Dále pivo obsahuje vitamíny, pryskyřice, silice, hořké látky z chmele, vyšší alkoholy, sирné těkavé látky, estery, fenoly a polyfenoly, fytoestrogeny, glycerol, melanoidy a další. Podíl a množství jednotlivých složek se liší podle druhu piva.

Z hlediska antioxidantů pivo obsahuje především vitamín, minerální a stopové prvky a také polyfenoly.

Mezi nejdůležitější vitamíny v pivu patří thiamin, riboflavin, niacin, kyselina pantotenová, pyridoxin, kyselina listová kobalamin, biotin a další. Uvádá se, že jeden litr piva obsahuje 10 – 30 % denní spotřeby vitamínů B pro dospělého člověka.

V pivu je také obsaženo přes 30 minerálních a stopových prvků. Přičemž nejdůležitější jsou: draslík, hořčík, železo, fosfor, křemík, měď, vápník, zinek, sodík a mangan (KOLIÁR, 2012).

Pivo také obsahuje vysoké množství polyfenolů a fenolických kyselin, které pocházejí ze sladu a chmele například katechin a epikatechin. Jeden z nejdůležitějších je xanthohumol, který má silné antikarcinogenní účinky. Tyto účinky vykazují i některé α - a β -hořké kyseliny například kolupulon a humulon (KELLNER, 2012).

Víno

Víno je vyráběno z kvašením ovoce nebo jeho vylisovaných šťáv. Je to nápoj vznikající bez přídavku alkoholu a tudíž se jedná o nápoj ušlechtilý. Vína obvykle obsahují kolem 10 – 13 % alkoholu. Vyrábí se spousta druhů vín. Vína z plodů révy vinné rozeznáváme červená, bílá a růžová. Dále rozeznáváme přívlastková vína, která jsou rozdělena podle cukernatosti sklizených hroznů, dále rozeznáváme vína fortifikovaná (s přídavkem alkoholu), vína perlivá a další (TRNKA, 2001).

Látkové složení vína

Víno obsahuje především vodu a to až z 82 %. Avšak množství vody v bobulích klesá pozdější sklizní. (ANONIM 3, 2004) Výrazně zastoupenými složkami ve víně jsou také cukry především glukóza a fruktóza a kyseliny vinná a jablečná (PAVLOUŠEK, 2012). Výrazně zastoupenou složkou ve víně je také alkohol především ethanol jeho obvyklé množství bývá do 15 % v litru. Velmi malý podíl ve vínech tvoří také methanol. Vyšší alkoholy jsou zastoupeny minimálně. Z antioxidantního hlediska jsou ve víně zastoupeny především antokyany, třísloviny a flavonoidy (KUDRNOVSKÝ, 2016).

Z bobulí se do vína dostávají barviva. Modré odrůdy révy vinné obsahují antokyany (červená barviva), která přecházejí do vína při kvašení ze slupek bobulí. Avšak i dužina některých odrůd révy vinné může obsahovat antokyany, jedná se o takzvané barvíčky. Obsah antokyanů ve víně je dán mnoha faktory například půdními podmínkami nebo způsobem ošetření vína. Ve slupce bobulí bílých odrůd jsou obsažena žlutá barviva xantofyl a flavonoidy (ANONYM 3, 2004).

Dále jsou ve víně zastoupeny aromatické látky, které obsahují velké množství látek, některé z nich patří do skupiny fenolických látek. Jedná se především o estery.

Obsah tříslovin se pohybuje kolem dvou gramů na litr a způsobují natrpklou příchutí vín. Červené barvivo dokazuje přítomnost taninů, které se do vína dostávají v průběhu fermentace ze slupky, pečiček a třapin (SRP, 2014). O další skupinu tříslovin jsou obohacena vína školená technologií barrique v dubových sudech, do této skupiny patří vanilin a kumarin, dostávajících se do vína ze dřeva. Taniny (polyfenolické látky) jsou také velmi významnými antioxidanty (KUDRNOVSKÝ, 2016).

Velice významné z hlediska antioxidantů jsou ve víně obsažené fenolické látky. Obsah fenolických látek je vyšší u červených vín od 800 – 4000 mg·l⁻¹ u bílých vín se obsah

fenolických látek pohybuje mezi 200 – 500 mg·l⁻¹. Mezi nejzřejmější fenolické látky patří quercetin, který má významné antioxidační účinky. A jeho množství ve víně je dno intenzitou slunečního svitu. Dále katechin, který je také antioxidantem a ve víně je zastoupen v největším poměru ze všech fenolických látek (ANONYM 3, 2004). Dalším antioxidantem je resveratrol, který také řadíme mezi skupinu látek nazývaných fytoalexiny, jsou to látky využívané rostlinami před infekcí. Obsah resveratrolu se pohybuje od 0,1 - 8 mg·l⁻¹. Resveratrol u lidí zvyšuje podíl dobrého LDL cholesterolu a potlačuje špatný LDL cholesterol, také má protinádorové účinky (BRETON, 2010).

3.3 Obohacování destilátů o antioxidanty přidavkem dřeva

Lihoviny neobsahují téměř žádné antioxidanty na rozdíl od jiných méně alkoholických nápojů, jako jsou víno a pivo. Neboť u ovocných destilátů ke ztrátě antioxidantů z ovoce dochází při destilaci.

Je však možné do destilátu antioxidanty dodávat a jednou z možností je použití dřevěných sudů ve, kterých mohou destiláty zraje i několik let přičemž obecně platí, že čím déle destilát zraje v dřevěném sudu, tím je kvalitnější. Kromě přidavku antioxidačních látek získává zrající destilát také lepší sensorické vlastnosti. Obohacování destilátů přidavkem dřeva je také možné použitím dřevěných chipsů a třísek, které je možno toastovat různými teplotami.

3.3.1 Chemická stavba dřeva

dřevo je svou chemickou a fyzikální podstatou jednou z nejdůležitějších surovin na světě. Vyskytuje se především v dřevě tkáni stromů a umožňuje jim dosahovat výšek až 160 metrů. Dřevo se skládá ze tří základních látek a to celulózy, hemicelulózy a ligninu (KÜRCHNER, 1952).

Celulóza je tvořena asi 50 % veškeré dřevní hmoty. Je to makromolekulární látka, která vzniká z produktů listů glukózy. Vzniká makromolekulární stavby vzájemným spojováním molekul. Tímto způsobem se spojí až tři tisíce molekul glukózy. Vzájemným stáčením se vlákníčka celulózy shlukují do větších a delších útvarů, které tvoří stěnu buňky (ANONYM 4, 2016).

Dřevo se dále skládá z hemicelulóz, které jsou také makromolekulární látky vznikající z různých cukrů a jsou podobně jako celulóza vláknité (HUTZINGER, 1980). Hemicelulóza

má však nižší pevnost neboť jsou vlákna kratší. Hemicelulóza se však na rozdíl od celulózy štěpí kromě kyselin také v zásadách na jednoduché cukry (glukózu, galakózu, xyózu). Dřevo obsahuje 22- 28 hemicelulóz (ANONYM 4, 2016).

Významnou antioxidační látkou obsaženou ve dřevě je lignin. Lignin lze na rozdíl od celulózy a hemicelulózy označit jako amorfni (beztvarou) látku (ANONYM 4, 2016). Lignin je ve dřevě obsažen z 20 až 35 % v závislosti na druhu dřeva (HAYES, 2016). Lignin prolíná hemicelulózy a celulózu, vyplňuje mezery a plní ve dřevě funkci tmele vláknitých látek (ANONYM 4, 2016).

Mezi další organické látky obsažené ve dřevě patří:

- Sacharidy – škrob, pektiny a jiré ve vodě rozpustné polysacharidy.
- Fenolické látky – většinou rozpustné ve vodě respektive v organických rozpouštědlech. (tríslovina, flavonoidy, stilbeny, lignany. Větší obsah nízkomolekulárních fenolických látek se vyskytuje v kůře a ve dřevě některých listnatých stromů (dub).
- Terpeny a terpenoidy – dřevo jehličnanů jich obsahuje až 5 procent avšak dřevo listnatých stromů jich je velmi málo.
- Acyklické kyseliny – především jako estery vyšších mastných kyselin se vyskytují ve všech dřevinách.
- Alkoholy – vyšší mastné alkoholy a steroly.
- Bílkoviny – dřevo obsahuje přibližně 1 % bílkovin (BUČKO a OSVALD, 1997).

3.3.2 Toastování sudů

Toastování je hlavním krokem ve vývoji charakteru dřeva. Jedná se o vypalování dřeva o teplotách až 230° C po dobu 15 – 60 minut, přičemž dochází k degradaci ligninu na aromatické aldehydy a těkavé fenoly. Toastované dřevo má vyšší aroma než dřevo netoastované.

Dle MIRANDY, 2007 je možno uvést 4 úrovně toastování dubových sudů.

- Toastování jemné (light) – toto toastování má největší aromatický dopad bohatý na

methyl - oktony (kokosový ořech)

- Toastování střední (medium) – přesto že snižuje aromatický vliv, je lepší ve vyrovnanosti a komplexnosti. Ton kokosového ořechu klesá, avšak zároveň se zvyšuje vliv dalších těžkých sloučenin především vanilinu.
- Toastování těžké (heavy) – zvyšují se fenoly, furany a vanilin a methyl – oktony klesají.
- Toastování velmi těžké (very heavy) – methyl – oktalaktony a vanilin klesají, fenoly a furany se zvyšují (PAVLOUŠEK, 2010).

3.3.3 Využití dubových chipsů

Jako náhradu dubových sudů je možno využít různé dubové materiály o různé velikosti jako jsou dubové chipsy, kostky, granulát, štěpky dřeva a prášek. Chipsy je možno využívat jak toastované tak přírodní (PAVLOUŠEK, 2010).

Na trhu se dnes objevuje velké množství dřevěných především dubových chipsů. Je možno je sehnat v mnoha velikostech a také toastováních (od nepražených po silně pražené). Také je možno sehnat chipsy vyrobené již z použitého sudu pro výrobu cognacu, barique nebo jiných destilátů. Cena za 50 gramů se pohybuje od 40 po 100 korun (ANONYM 5, 2016).

3.3.4 Zrání (staření) destilátu v dubových sudech

Destiláty se bezprostředně po destilaci vyznačují drsnou a ostrou příchutí, proto je jejich zrání v dřevěných sudech velice vítané především kvůli lepším organoleptickým vlastnostem. Zrání ve dřevěných sudech je vhodné, jelikož může destilát takzvaně dýchat (VONDRÁČEK, 1995). Avšak dochází zde k jistým ztrátám vypařováním destilátu. Za průměrných skladovacích podmínek je roční úbytek hmotnosti destilátu 3 – 4 % a úbytek alkoholu se sníž přibližně o 1 %. (BALAŠTÍK, 2010).

Změnu jakosti destilátů ležením v dubových sudech je potřeba považovat za rozhodující. Tímto skladováním se tvoří v ovocných destilátech různé estery, které dávají ovocným destilátům jemné, specifické aroma a příjemnou, lahodnou a zaokrouhlenou chuť.

Již za půl roku zrání destilátu v dřevěných sudech dochází k zlepšení sensorických vlastností pálenky. Ušlechtilé destiláty se skladují ve dřevěném dubu nejdéle 15 let, delší

skladování většinou nepřináší odpovídající jakostní změny (JÍLEK a ZENTRICH, 1999).

Mezi nejznámější destiláty, které zrají v dubových sudech, patří Cognac, Whisky a Armagnac.

3.3.5 Nejznámější destiláty zrající v dubových sudech

Brandy

Je to vinná nebo ovocná pálenka. Její název pochází z holandského *brandewiin*, což znamená pálené nebo ohnivé víno.

Rozlišují se tři kategorie brandy

- Hroznová brandy – jedná se o brandy, která je vyráběna z vinných hroznů nebo moštu, patří sem například Cognac a armagnac.
- Brandy z hroznových výlisků – tato brandy je v Itálii zvará grapa a ve Francii
- Ovocná brandy vyráběná s ostatního fermentovaného ovoce kromě hroznů.

Koňak (Cognac), (ANONYM 4, 2016).

Aby se pálenka mohla nazývat koňak, musí splňovat přísná pravidla, která ustanovila Bureau National Interprofessionel du cognac

- Musí pocházet z okolí města Cognac, které se nachází v západní Francii.
- Nejméně 90 % musí, pocházet z bílého vína odrůd *Folle Blanche*, *Ugni Blanc* nebo *Colombard* (DASKAL, 2014).
- V dubových sudech musí zrát nejméně 2 roky.

Dálku zrání koňaku určují značky na lahvích VS, (nejméně dva roky) VSOP (nejméně čtyři roky) a XO (nejméně šest let), (ANONYM 4, 2016).

Armaňak (Armagnac)

Armaňak je brandy velice podobná koňaku. Pochází z jihozápadní Francie z oblasti Gaskoňska. Pro výrobu této brandy je povoleno devět odrůd avšak používány jsou pouze čtyři *Folle Blanche*, *Ugni Blanc*, *Colombard*, *Bacco* (NEAL, 1999).

Whisky (whiskey)

Tento světoznámý destilát se vyrábí ze sladového zrna jako je ječmen, kukuřice, žito, pšenice, pohanka a další. Whisky také ve většině případů zraje v dubových sudech. Whisky se vyrábí po celém světě, ale nejznámější jsou whisky vyrábějící se v těchto čtyřech státech

- Irsko (Irish Whiskey)
- Skotsko (Scotch Whiskey)
- Amerika (Bourbon, Tennessee Whiskey, žitná, Blended American Whiskey)
- Kanada (Canadian Whiskey),(GRAHAM, 2015).

Whisky se po destilaci zářky nechává zřít v dřevěných sudech až několik desítek let. Optimální doba zřít se liší podle druhů whisky. Některé whisky zrají pouze 5 let a jiné až 50. (DYR a DYR, 1997)

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Materiál

Jako materiály pro výrobu obohacených destilátů o antioxidanty byly použity dva destiláty renklódový a třešňový. Pro porovnání byl sledován vzorek slivovice od firmy RUDOLF JELÍNEK a. s., který byl o antioxidanty obohacen již výroby (třiletým zřítím v dubovém sudu) Dále byly použity třísky z dubového dřeva, které byly sušeny při 110, 150, 175 a 200° C. a pro jeden vzorek od obou destilátů bylo použito nevypálené dubové dřevo.

4.1.1 Renklódový destilát (rynglovice)

Ovocný destilát vyrobený z odrůdy 'zelená renklóda'. Byl vyroben v roce 2014 zkvašením tohoto druhu ovoce a následnou destilací v pěstitelské pálenici. Obsah alkoholu tohoto ovocného destilátu po naředění destilovanou vodou byl 52% obj.. Lihovitost byla stanovena lihoměrem o přesnosti 0,5 % obj..

'Zelená renklóda' (*Prunus domestica* subsp. *Italica*)

Původ této odrůdy není zcela zřejmý, avšak v první polovině šestnáctého století se dostala do

Francie. Dne se pěstuje po celém světě. Do listiny povolených odrůd byla zapsána v roce 1954 (KUTINA a kol., 1991).

Plod renklódy je středně velký (průměrná výška 34 – 35 mm, šířka 36 – 39mm., tloušťka 35 – 36 mm.), kruhovitý, zelený, velmi šťavnatý v chuti sladký a při plném vyzrání až velmi sladký. Hmotnost 10 plodů je 220 – 250g. Plodnost středně brzká, středně velká a pravidelná (plody dozrávají ve 3 – 4 týdnu srpna až začátkem září). Plody této odrůdy jsou velice vhodné k přímé konzumaci, zpracování na kompoty i pálení (JAN, 2011).



Obr. 1 'Zelená renklóda' (KOŘÍNEK, 2009).

4.1.2 Třešňový destilát (třešňovice)

Tento ovocný destilát byl vyroben z odrůdy 'Karešova'. Byl stejně jako renklódový destilát vyroben v roce 2014 destilací kvasu v pěstitelské pálenici, avšak byl naředěn destilovanou vodou na obsah alkoholu 48% obj..

'Karešova' (*prunus avium 'Karešova'*)

Tmavá srdcovitá odrůda pocházející z české republiky (KOCH, 1965). Tato odrůda byla objevena jako semenáč F. Karšem a do listiny povolených odrůd byla zapsána v roce 1954.

Tato odrůda se vyznačuje středním až velkým plodem, slupkou silně červenou, dužina je měkká velmi šťavnatá, v chuti je navinule sladká. Plodnost je poměrně brzká, vysoká a pravidelná (KUTINA a kol., 1991). I přes to, že se jedná o srdcovku, je velice vhodná ke konzervárenskému zpracování (JAN, 2011).



Obr. 2 'Karešova' (PEŠEK, 2016)

4.1.3 Švestkový destilát (slivovice) Rudolf Jelínek

Pro porovnání byl zvolen švestkový destilát zrající v dubovém sudu společnosti RUDOLF JELÍNEK a.s. Rudolf Jelínek je akciová společnost zabývající se výrobou alkoholických nápojů a to především destilátů. Tato společnost sídlí ve Vizovicích vznikla v roce 1894. Mezi nejznámější a nejvyhledávanější produkty společnosti patří právě slivovice. Rudolf Jelínek vyrábí pestrou škálu slivovic, jako jsou bílá, zlatá, jubilejní, kosher a další. Pro měření antioxidační kapacity a sensorické hodnocení byla pro tuto práci zvolena zlatá slivovice.

Zlatá slivovice

Tato slivovice je vyráběna z několika odrůd švestek. Základem tohoto destilátu je klasická bílá slivovice, která prochází trojstupňovou destilací a následně se ukládá do dubových sudů, kde zraje po dobu tří let. Tento destilát obsahuje 45 % obj. alkoholu (ANONYM, 2016).

4.1.4 Dubové třísky

Pro maceraci do destilátu byly použity dubové třísky nesusušené a usušené. Susušené třísky byly sušeny v sušárně při různých teplotách. Všechny vzorky byly sušeny při 110°C po dobu 6 hodin, přičemž se odstranila voda. A následně byly konkrétní vzorky sušeny vždy po dvou hodinách při teplotách 150, 175, 200°C. Každý vzorek byl tedy sušen 8 hodin.

Pro výrobu těchto třsek byl použit dub letní.

Dub letní (*Quercus robur*)

Dub letní je rozšířený téměř po celé Evropě. V ČR a SR je rozšířený především v nížinách a pahorkatinných.

Je to strom vysoký do padesáti metrů. Má nepravidelnou a mohutně rozloženou korunu. Borku má tmavošedou hrubě rozpukanou. Listy jsou obvejčité nepravidelně peřenolaločné. Květy jsou jednopohlavné a plodem je žalud (MIŽÍK, 2008).

Dřevo dubu letního je tvrdé a pevné a vyznačuje se vysokou životností. Velmi dobře snáší změny vlhkosti a podnebí a je velice vhodné pro výrobu sudů ze dřeva.



Obr. 3 Dubové třísky

Na obrázku číslo 3 je možno vidět barevné rozdíly dubových třsek, které byly použity pro extrakci do destilátů. Třísky jsou seřazeny od nesušeného dubu po třísky sušené při 200° C.

4.2 Metodika

Do 50 mililitrových baněk bylo naváženo 2, 5 gramu vzorku třsek dubového dřeva a to netoastovaného (bez sušení) a toastovaného (sušeného) při teplotách 110, 150, 175 a 200°C. Následně byl po rýsku přidán ovocný destilát. Tyto vzorky byly připravovány ve třech opakováních u dvou destilátů renkové a třešňového. Výsledný počet byl tedy 30 vzorků (5 rozdílných tepelných ošetření, dva typy destilátů, a vše ve třech opakování). Vzorky byly

následně vloženy do třepačky po dobu jednoho týdne, kdy probíhala extrakce látek ze dřeva do destilátu.

Po jednom týdnu se vzorky odebraly ze třepačky a provedla se filtrace pomocí filtračního papíru pro zbavení se dřevěných třísek. Následně se u všech vzorků včetně čistých destilátů a jednoho komerčního vzorku (RUDOLF JELÍNEK zlatá slivovice) provedlo měření obsahu polyfenolů a antioxidační kapacity. Měření antioxidační kapacity se provádělo metodami DPPH a FRAP. Všechna měření se prováděla na přístroji spektrofotometr. Po měření následovala senzorická analýza veškerých vzorků.

Jednotlivá označení vzorků

R – renkádový destilát

T – třešňový destilát

R0, T0 – destiláty (renkádový, třešňový) s nesusušeným dřevem

R110, R150, R175, R200 – renkádový destilát s přídavkem dřeva značený podle stupně sušení.

T110, T150, T175, T200 – třešňový destilát s přídavkem dřeva značený podle stupně sušení.

RJ - slivovice RUDOLF JELÍNEK

4.2.1 Stanovení celkového obsahu polyfenolů

Z 50 mg kyseliny galové v 10 ml roztoku se odpipetovalo do sedmi odměrných baněk 0 – 0,7 ml roztoku (od 0 se do každé odměrné banky přidávalo o 0,1 ml až po 0,7 ml roztoku). Do 50 ml baněk byly odpipetováno 0,2 ml vzorku. Následně bylo do všech baněk přidáno 20 ml destilované vody a 1 ml činidla Folin – Ciocalteu a poté bylo vše důkladně promícháno. Po třech minutách bylo přidáno do všech baněk 5 ml 20% roztoku Na_2CO_3 a následně bylo vše opět promícháno. Všechny odměrné banky byly po rysku doplněny destilovanou vodou a důkladně promíchány a po třiceti minutách byly vzorky v plastových kyvetách o optické tloušťce 10 mm umístěny do spektrofotometru, kde byla měřena absorbance při vlnové délce 700 nm. proti slepému vzorku (nulový obsah kyseliny galové). Výsledky jsou uváděny v $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$.

4.2.2 Měření antioxidační kapacity metodou FRAP

Po přípravě kalibrační řady z 0,5 mM roztoku troloxu v koncentracích od 0,1 po 0,5 mM o objemu 1 ml (připravených v mikrozkuvkách firmy Eppendorf), se přešlo k měření vlastních vzorků. Kdy bylo napipetováno 2 ml reakčního činidla, tedy směsi FeCl_3 , 2,4,6-Tripyridyl-s-Triazine (TPTZ), pufr v poměru 1:1:10 a dále 25 μl vzorku. Vše bylo promícháno na magnetické míchačce po dobu 10 sekund. Vzorky byly po 10 minutách v kyvetách vloženy do spektrofotometru. Měření bylo prováděno pomocí absorbance při vlnové délce 593 nm. Destilovaná voda zde byla použita jako slepý vzorek. Výsledky jsou uváděny v $\text{mM}\cdot\text{g}^{-1}$.

4.2.3 Měření antioxidační kapacity metodou DPPH

Kalibrační řada byla připravena z difenylpicrylhydrazylu (DPPH), 0,5 mM roztoku Troloxu a methanolu. Vždy po 2000 μl DPPH bylo přidáno do každé z pěti kyvet. Kyveta č. 1: 20 μl Troloxu a 80 μl methanolu, kyveta č. 2: 40 μl Troloxu a 60 μl methanolu, kyveta č. 3: 60 μl Troloxu a 40 μl methanolu, kyveta č. 4: 80 μl Troloxu a 20 μl methanolu a do poslední kyvety (č. 5) bylo napipetováno pouze 100 μl Troloxu. Tyto kyvety byly dále promíchány po dobu 10 sekund na magnetické míchačce a uloženy do tmy na 30 minut. Na spektrofotometru byly měřeny absorbance při vlnové délce 515 nm. Pro analýzu vzorků se dávaly vždy 2 ml zásobního roztoku DPPH a 100 μl vzorku do kyvet, kdy kyvety se vzorky a DPPH byly následně uloženy také do temna a po 30 minutách byly měřeny

absorbance na spektrofotometru o stejné vlnové délce jako u kalibrace. Slepým vzorkem u tohoto měření byl methanol. Výsledky jsou uváděny v $\text{mM}\cdot\text{g}^{-1}$.

4.2.4 Senzorické hodnocení

Bylo provedeno senzorické hodnocení veškerých vzorků. Tyto vzorky byly pro senzorické hodnocení naředěny na 45 % obj. alkoholu. K hodnocení byla použita kategorická ordinální stupnice podle Balíka 2007. Hodnocení je rozděleno do 10 skupin, které mají hodnoty 0 – 5. Bodové hodnocení se tedy pohybuje od 0 do 50 bodů. Hodnotící parametry jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Systém hodnocení ovocných destilátů dle Balíka (JÍLEK a ZENTRICH, 1999)

Tab. 4. Vzhled destilátu (čistota a barva)

5	Vynikající	Vynikající čistota, jiskrný, průzračný vzhled a vynikající barva, typická pro technologii výroby destilátů.
4	Velmi dobrý	Velmi dobrá čistota, čirý vzhled a barva typická pro technologii výroby destilátů.
3	Dobý	Spíše čirý vzhled nebo s nepatrnými částicemi nebo barva méně typická pro daný druh nebo technologii výroby
2	Méně přijatelný	vzhled matný nebo barva velmi málo typická pro danou technologii výroby destilátů.
1	Nedostatečný	Zákal, nebo usazenina nebo barva zcela netypická pro technologii výroby destilátů
0	nepřijatelný	Silný zákal nebo usazenina nebo zcela nepřipustná barva jsou důvodem k vyloučení destilátu z hodnocení.

Tab. 5 Čistota vůně destilátu (přítomnost negativních pachů)

1	Vynikající	Vynikající čistota vůně destilátu, bez negativních pachů
2	Velmi dobrý	Velmi dobrá čistota vůně s minimem poznatelných pachů.
3	Dobý	Negativní pachy mírně narušují charakter destilátu.
4	Méně přijatelný	Negativní pachy vážně narušují charakter destilátu.
5	Nedostatečný	Negativní pachy překrývají charakter destilátu
6	Nepřijatelný	Intenzita negativních pachů je nepřijatelná, je důvodem k vyloučení destilátu z hodnocení.

Tab. 6 Intenzita vůně destilátu (typičnost vůně a ovocnost vůně)

1	Vynikající	Intenzita vůně je vynikající, velmi výrazná a typická pro druh ovocného destilátu.
2	Velmi dobrý	Velmi dobrá intenzita vůně, typická pro druh ovocného destilátu.
3	Dobří	Méně výrazná vůně druhu ovocného destilátu.
4	Méně přijatelný	Slabá vůně pro druh ovocného destilátu
5	Nedostatečný	Zcela postačí vůni typickou pro daný druh ovocného destilátu.
6	Nepřijatelný	Typ vůně nebo intenzita vůně jsou nepřijatelné a jsou důvodem k vyloučení destilátu z hodnocení.

Tab. 7 Harmonie vůně destilátu (jemnost a vyváženost pachových složek)

1	Vynikající	Vynikající harmonie vůně, dokonale vyvážená
2	Velmi dobrý	Velmi dobrá vyvážená, harmonie vůně
3	Dobří	Méně sladěná vůně s patrnými nevyváženými složkami.
4	Méně přijatelný	Velmi slabě vyvážená vůně s vystupujícími hrubými složkami.
5	Nedostatečný	Vůně je zcela neharmonická, nevyrovnaná, s výrazně vystupujícími hrubými složkami.
6	nepřijatelný	Harmonie vůně je zcela nepřijatelná což je důvodem k vyloučení destilátu z hodnocení.

Tab. 8 Čistota chuti destilátu (přítomnost negativních příchutí)

1	Vynikající	Vynikající čistota chuti zcela bez negativních příchutí (dokapová, octová, zemitá, připálená, aldehydická, chemicky syntetická, hnilobná, zatuchlá, atd.)
2	Velmi dobrý	Velmi dobrá čistota chuti se slabě poznatelnými negativními příchutěmi.
3	Dobří	Negativní příchutě narušují ovocný charakter nevýrazně.
4	Méně přijatelný	Negativní příchutě velmi narušují ovocného charakter.
5	Nedostatečný	Negativní příchutě převažují a překrývají ovocný charakter destilátu
6	nepřijatelný	Intenzita negativních příchutí je nepřijatelná což je důvodem k vyloučení destilátu z hodnocení.

Tab. 9 Intenzita chuti destilátu (typičnost chuti, ovocnost chuti)

1	Vynikající	Vynikající intenzita chuti, velmi výrazná a mimořádně typická pro ovocný druh a technologii výroby destilátu.
2	Velmi dobrý	Velmi dobrá intenzita chuti, typická pro ovocný druh a technologii výroby destilátu.
3	Dobrý	Méně výrazná chuť ovocného druhu destilátu v kombinaci s technologií výroby.
4	Méně přijatelný	Velmi málo intenzivní, nevýrazná chuť ovocného druhu destilátu v kombinaci s technologií výroby.
5	Nedostatečný	Zcela postrádá chuť typickou pro daný ovocný druh destilátu v kombinaci s technologií výroby.
6	nepřijatelý	Typ chuti nebo intenzita chuti, jsou nepřijatelné což je důvodem k vyloučení destilátu z hodnocení.

Tab. 10 Harmonie chuti destilátu (struktura a vyváženost chuťových složek)

1	Vynikající	Vynikající harmonie chuti, vysoce ušlechtilá a dokonale vyvážená chuť.
2	Velmi dobrý	Velmi dobrá harmonie chuti, ušlechtilá a vyvážená.
3	Dobrý	Méně sladěná chuť s nevyváženými složkami.
4	Méně přijatelný	Nevyvážená chuť se silně patrnými neharmonickými složkami nebo příchutěmi (nepřiměřeně nasádlá atd.)
5	Nedostatečný	Zcela nevyvážená chuť výrazně vystupujícími neharmonickými složkami nebo příchutěmi.
6	nepřijatelý	Harmonie chuti je zcela nepřijatelná což je důvodem vyloučení destilátu z hodnocení.

Tab. 11. Jemnost chuti destilátu (projevy jemnosti nebo hrubosti chuti)

1	Vynikající	Vynikající jemnost, mimořádně lahodná a jemná chuť.
2	Velmi dobrý	Velmi dobrá jemnost chuti s hladkým projevem.
3	Dobrý	Dochuť s patrnými hrubšími, drsnými nebo pálivými tony na kořeni jazyka.
4	Méně přijatelný	Hrubá, ostřejší chuť, drhne nebo pálí na kořeni jazyka.
5	Nedostatečný	Výrazně hrubá a ostřejší chuť, výrazně drhne nebo pálí na kořeni jazyka
6	nepřijatelý	Jemnost chuti je nepřijatelná a je důvodem k vyloučení destilátu

Tab. 12. Kvalita dochuti (kvalita, plnost a délka aromaticnosti po vyplivnutí)

1	Vynikající	Vynikající kvalita dochuti, výrazně plná a aromaticky velmi dlouhá.
2	Velmi dobrý	Velmi dobrá kvalita dochuti, plná a aromaticky dlouhá.
3	Dobý	Kvalita dochuti má patrné nedostatky, je méně plná nebo aromaticky krátce trvající.
4	Méně přijatelný	Kvalita dochuti má výrazné nedostatky nebo je prázdná nebo velmi krátká.
5	Nedostatečný	Pozitivní dochuť, chybí, negativní tony zcela převažují
6	nepřijatelný	Kvalita dochuti je nepřijatelná což je důvodem k vyloučení destilátu.

..

Tab. 13 Celkový dojem destilátu

1	Vynikající	Volba bodové hodnoty slouží k jemnému bodovému rozlišení mezi hodnocenými destiláty
2	Velmi dobrý	
3	Dobý	
4	Méně přijatelný	
5	Nedostatečný	
6	nepřijatelný	Celkový charakter destilátu je nepřijatelný a je důvodem jeho vyloučení z hodnocení.

Tab. 14 bodové hodnocení

Body	Charakteristika
0-15	Nepřijatelný destilát
16-27	Méně přijatelný destilát
28-36	Dobý destilát
37-44	Velmi dobrý destilát
45-50	Destiláty špičkové kvality

4.2.5 Použité chemikálie

- Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylová kyselina),
- FeCl₃
- 35% HCl
- TPTZ (2,4,6-tri(2-pyridyl)-s-triazin),
- Kyselina octová
- Octan sodný
- DPPH (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazylový radikál),
- Kyselina gallová (gallic acid monohydrát 98%),
- Methanol
- Činidlo Folin-Ciocalteu
- 20% Na₂CO₃
- 0,5% kyselina vinná
- Deionizovaná voda
- 0,5M NaOH

4.2.6 Použité přístroje

- Analytické váhy KERN ABJ 320-4 (firma KERN).
- Laboratorní třepačka IKA MS 3 basic (firma IKA).
- Elektromagnetická míchačka IKA MS 3 digital (firma IKA).
- Spektrofotometr Specord 50 beta (firma Analytik Jena).
- Stopky TFA 38-2022-01 (firma TFA).

4.2.7 Použité statistické metody

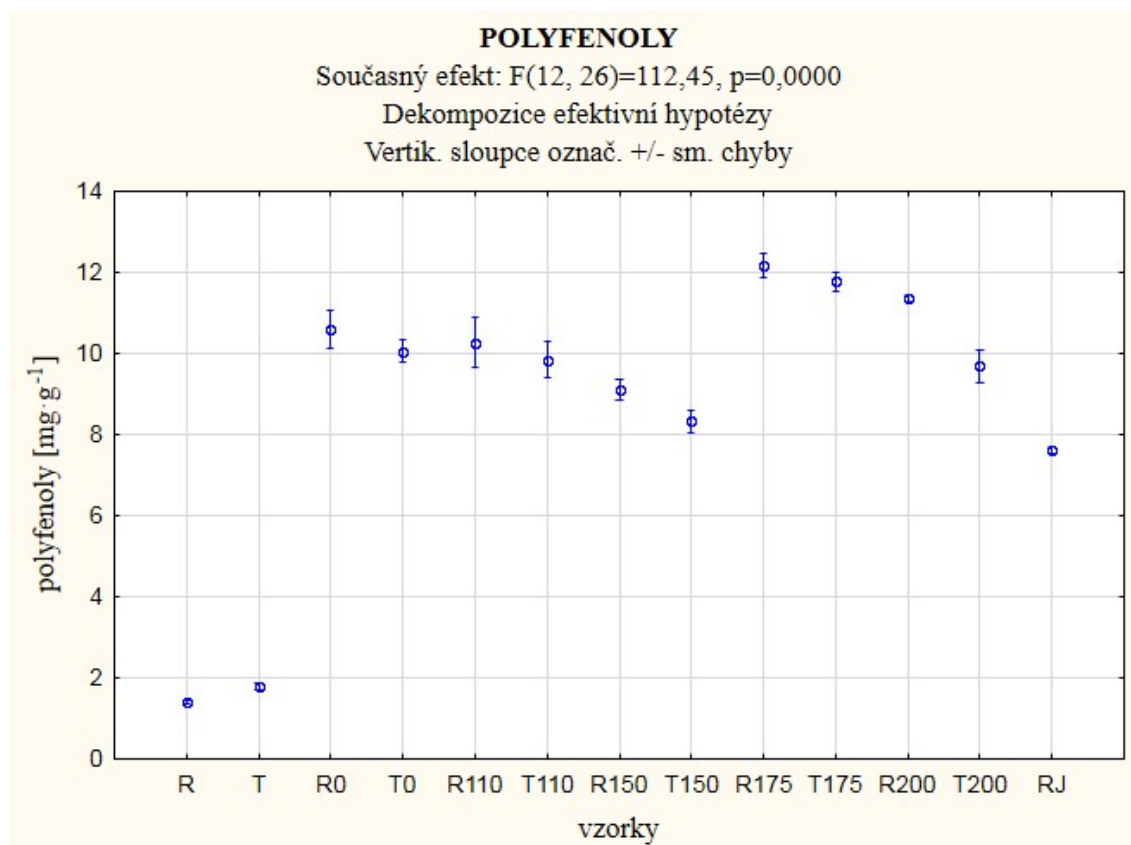
Výsledky byly vyhodnoceny pomocí programu STATISTICA 12 a pro vyhodnocování byla použita jednofaktorová analýza ANOVA.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

V kapitole výsledky se nachází statisticky vyhodnocené grafy, které zobrazují výsledky naměřených polyfenolů (graf č. 1), které jsou uvedeny v mg·g⁻¹ antioxidační kapacita

vzorků měřena pomocí metod FRAP a DPPH (grafy č. 2 a 3) přičemž hodnoty jsou uvedeny v $\text{mM}\cdot\text{g}^{-1}$. Dále jsou zde grafy, ve kterých jsou uvedeny průměry celkového sensorického hodnocení renkádového destilátu s porovnáním komerčního vzorku (Zlatá slivovice, RUDOLF JELÍNEK), (graf č. 4). Dále graf celkového hodnocení třešňového vzorku opět s porovnáním toho komerčního vzorku (graf č. 5). V dalších grafech (grafy č. 5 – 15) jsou uvedeny jednotlivé kategorie sensorického hodnocení u všech měřených vzorků, přičemž hodnoty jsou uvedeny v průměrném počtu bodů všech hodnotitelů za jednotlivý parametr. Jsou zde zázorněny grafy vzhledu, čistoty vůně, intenzity vůně, harmonie vůně, čistoty chuti, intenzity chuti, harmonie chuti, kvality dochuti a celkového dojmu z destilátů.

5.1 Obsah veškerých polyfenolů



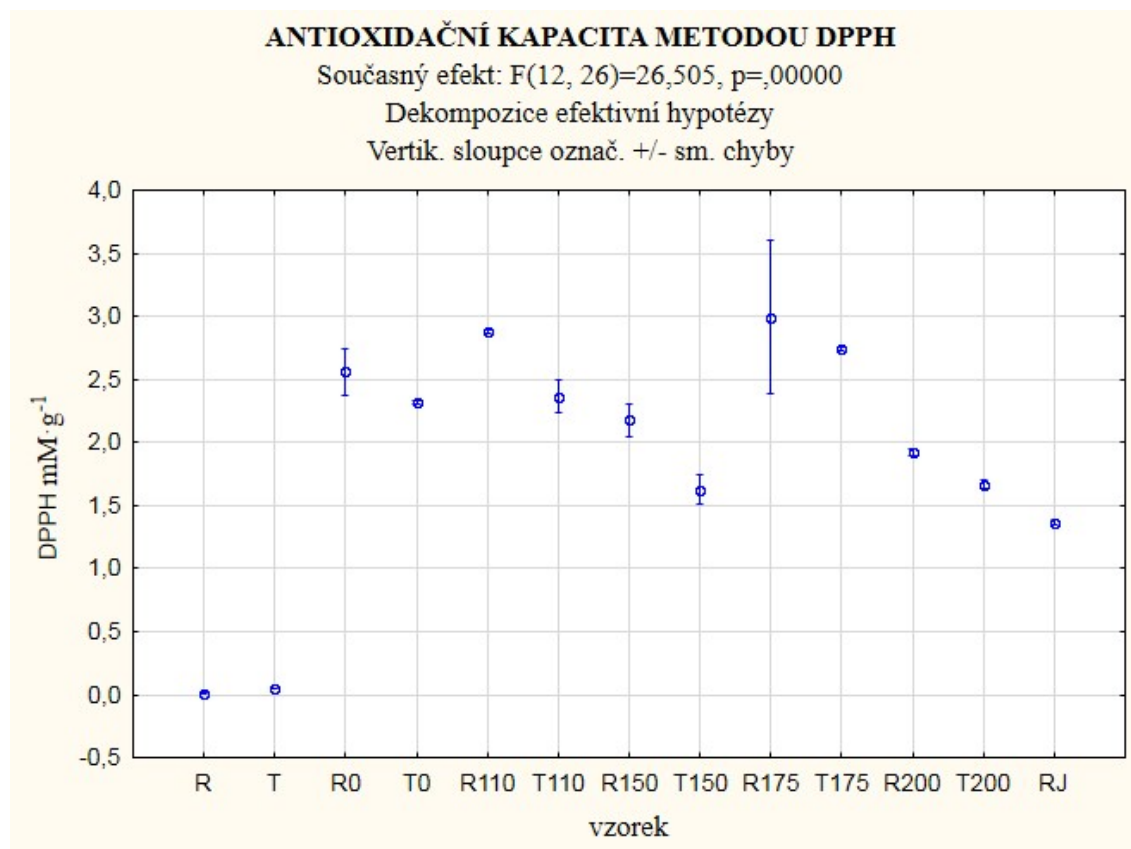
Graf 1 Obsah veškerých polyfenolů.

Z grafu číslo 1 je zřejmé že destiláty, bez přídavku dřeva (R, T) mají nízký obsah polyfenolů a to renkádový destilát $1,3968 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (R) a třešňový destilát (T), ve kterém je obsah polyfenolů o něco vyšší $1,7937 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Mezi těmito vzorky je statisticky průkazný

rozdíl. Mezi vzorky (R0, T0, R 110, T 110 a R 150, T 200) není statisticky průkazný rozdíl. Vzorky s přidavkem dřeva, které není sušeno v sušičce, obsahují velké množství polyfenolů a to konkrétně renkádový destilát $10,6175 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (R0) a o něco méně třešňový destilát $10,0683 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (T0). Mezi těmito vzorky není statisticky průkazný rozdíl. Následně pak u vzorků obou destilátů s obsahem sušeného dřeva při 110 a 150° C obsah polyfenolů velmi klesá (renkádový 110° C - $10,2762 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (R110), 150° C - $9,1048 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (R150) a třešňový 110° C - $9,8508 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (T110), 150° C - $8,3286 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (T150). Mezi vzorky R110 a T110 není statisticky průkazný rozdíl avšak mezi vzorky R150 a T150 je statisticky průkazný rozdíl patrný. K rapidnímu nárůstu dochází u přidavku dřeva sušeného při 175° C a to až na $12,1587 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ u renkádového destilátu (R 175) a o něco méně $11,7762 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ u třešňového destilátu (T175). Mezi těmito vzorky není statisticky průkazný rozdíl. Renkádový destilát s přidavkem dřeva sušeným při 175° C je zároveň destilát s největším obsahem polyfenolů ze všech měřených. U destilátů s přidavkem dubového dřeva sušeným na 200° C obsah polyfenolů opět u obou destilátů klesá. (renkádový - $11,3810 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (R200) a třešňový - $9,6873 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (T200). Mezi těmito vzorky je statisticky významný rozdíl. Jako poslední vzorek je zde pro porovnání uveden destilát slivovice od Rudolfa Jelínka, u něhož obsah polyfenolů činí $7,6349 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (RJ). Mezi komerčním destilátem a všemi ostatními měřeními vzorky je statisticky průkazný rozdíl. V porovnání slivovice od Rudolfa Jelínka s renkádovým (R) a třešňovým destilátem (T) bez přidavku dřeva byl zaznamenán statisticky významný rozdíl. Z grafu je také patrné, že do renkádového destilátu se extrahovalo větší množství polyfenolů, než – li do destilátu třešňového.

Toto měření není možno porovnat s jinými autory, neboť ještě není příliš prozkoumáno. Je však zřejmé, že poklesy a opětovná navýšení antioxidační kapacity jsou způsobena degradací polyfenolických látek obsažených ve dřevě při určitých teplotách. Rozdílné hodnoty u dvou vzorků destilátu jsou z důvodu jejich odlišné koncentrace alkoholu. Renkádový destilát byl měřen při obsahu 52 % obj. zatím, co vzorky třešňového destilátu byly měřeny při 48 % obj. alkoholu, což prokázalo vliv obsahu alkoholu na extrakci antioxidantů z dřeva.

5.2 Antioxidační kapacita měřená metodou DPPH

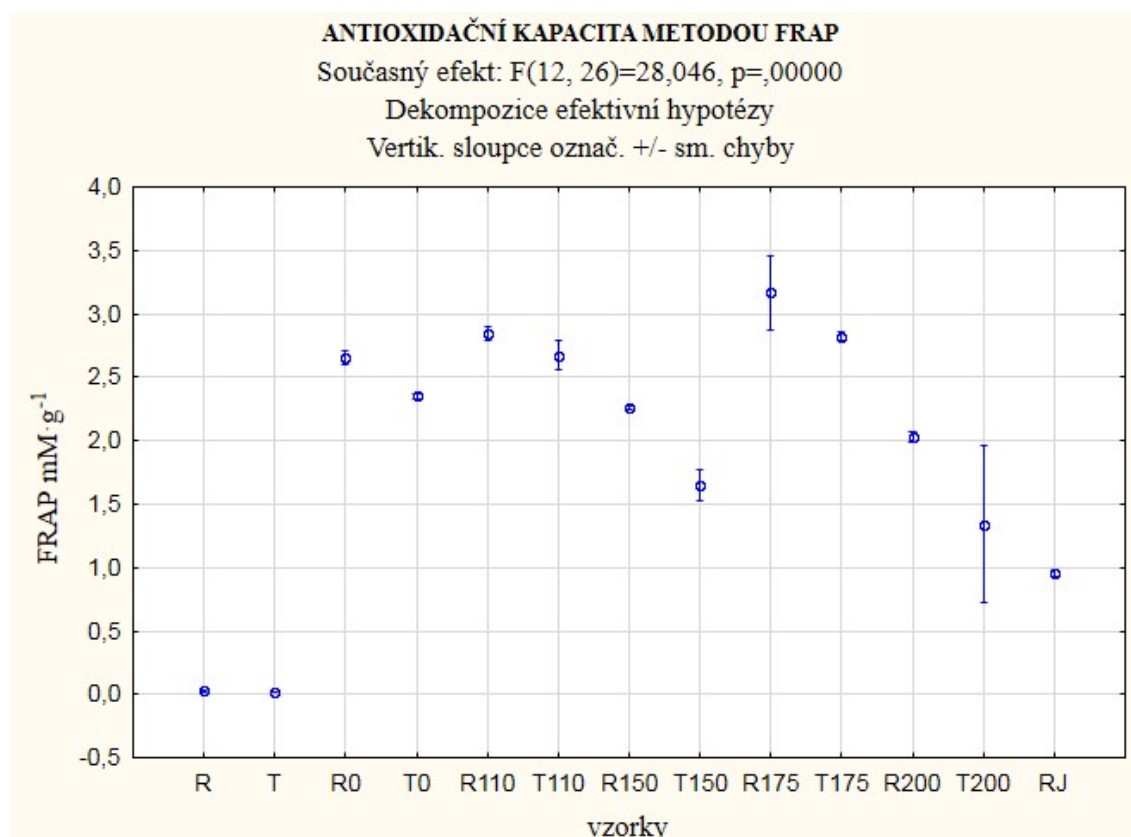


Graf 2 Antioxidační kapacita měřená ve vzorcích metodou DPPH

Z grafu číslo 2 vyplývá, že antioxidační kapacita u obou destilátů bez přídavku dřeva je velice nízká a to u renklídkového – $0,0138 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ (R) a u třešňového $0,0417 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ (T). Mezi těmito měřeními hodnotami není statisticky průkazný rozdíl. Avšak statisticky významný rozdíl je v porovnání těchto dvou základních hodnot se všemi ostatními měřeními vzorky. S přídavkem dubového dřeva antioxidační kapacita značně narůstá. Při použití obyčejného dubového dřeva na $2,5626 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ renklídkový destilát (R0) a o něco méně $2,3190 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ třešňový destilát (T0). Mezi těmito vzorky je statisticky průkazný rozdíl. S destilátem s přídavkem dřeva sušeného při 110° C antioxidační kapacita u renklídkového destilátu (R110) narůstá a to na $2,8779 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$, u třešňového destilátu je rozdíl mezi nesusušeným dřevem a dřevem sušeným při 110° C (R110) malý, antioxidační kapacita narůstá pouze na $2,3658 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$. Mezi vzorky je statisticky významný rozdíl. Antioxidační kapacita opět klesá s přídavkem dřeva sušeného při 150° C u renklídkového (R150) na $2,1786 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ a u třešňového destilátu (T150) klesá ještě více a to na $1,6277 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$. Mezi vzorky je opět

patrný statisticky významný rozdíl. S přidavkem dřeva sušeného při 175° C antioxidační kapacita stoupá, u renklbóvého destilátu (R175) na 2,9922 mM·g⁻¹ a u třešňového (T175) o něco méně a to na 2,7434 mM·g⁻¹. Mezi těmito vzorky není patrný statisticky průkazný rozdíl. Antioxidační kapacita u posledních dvou vzorků (sušení při 200° C) opět výrazně klesá oproti předchozím vzorkům (renklbóvý (R200) 1,9204 mM·g⁻¹ a třešňový (T200), který klesá ještě výrazněji - 1,6670 mM·g⁻¹. Mezi těmito vzorky je patrný statisticky významný rozdíl. K porovnání je zde opět vzorek slivovicového destilátu (RJ), jehož antioxidační kapacita činí 1,3663 mM·g⁻¹. Nejvyšší antioxidační kapacitu vykazuje renklbóvý destilát s přidavkem sušeného dřeva při 175° C (R175). Mezi komerčním destilátem a všemi ostatními měřeními je statisticky významný rozdíl.

5.3 Antioxidační kapacita měřená metodou FRAP



Graf 3 Antioxidační kapacita měřená ve vzorcích metodou FRAP

Z tohoto grafu (č. 3) je zřejmé, že antioxidační kapacita v samotných destilátech je opět velice nízká u renkldového destilátu (R) $0,0304 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ a u destilátu třešňového (T) $0,0224$. Mezi těmito měřenými vzorky není statisticky průkazný rozdíl. Avšak statisticky významný rozdíl je v porovnání těchto dvou základních hodnot se všemi ostatními měřenými vzorky. K výraznému nárůstu dochází s přidavkem dubového dřeva (renkldový destilát (R0) $2,6542 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ a třešňový (T0) $2,3501 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$). Mezi těmito vzorky je patrný statisticky průkazný rozdíl. U dalších destilátů s přidavkem dřeva sušeného při 110° C o pět jako u metody DPPH antioxidační kapacita mírně narůstá u renkldového destilátu (R110) na $2,8417 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ a u třešňového (T110) na $2,6733 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$. Mezi těmito vzorky není statisticky průkazný rozdíl. Opět však antioxidační kapacita klesá s přidavkem dřeva sušeného při 150° C a to na $2,2589 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ renkldový (R150) a $1,6513 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ třešňový (T150). Mezi vzorky je statisticky významný rozdíl. K rapidnímu nárůstu antioxidační kapacity dochází s přidavkem dřeva sušeným při 175° C a to až na $3,1661 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ u renkldového destilátu (R175), což je

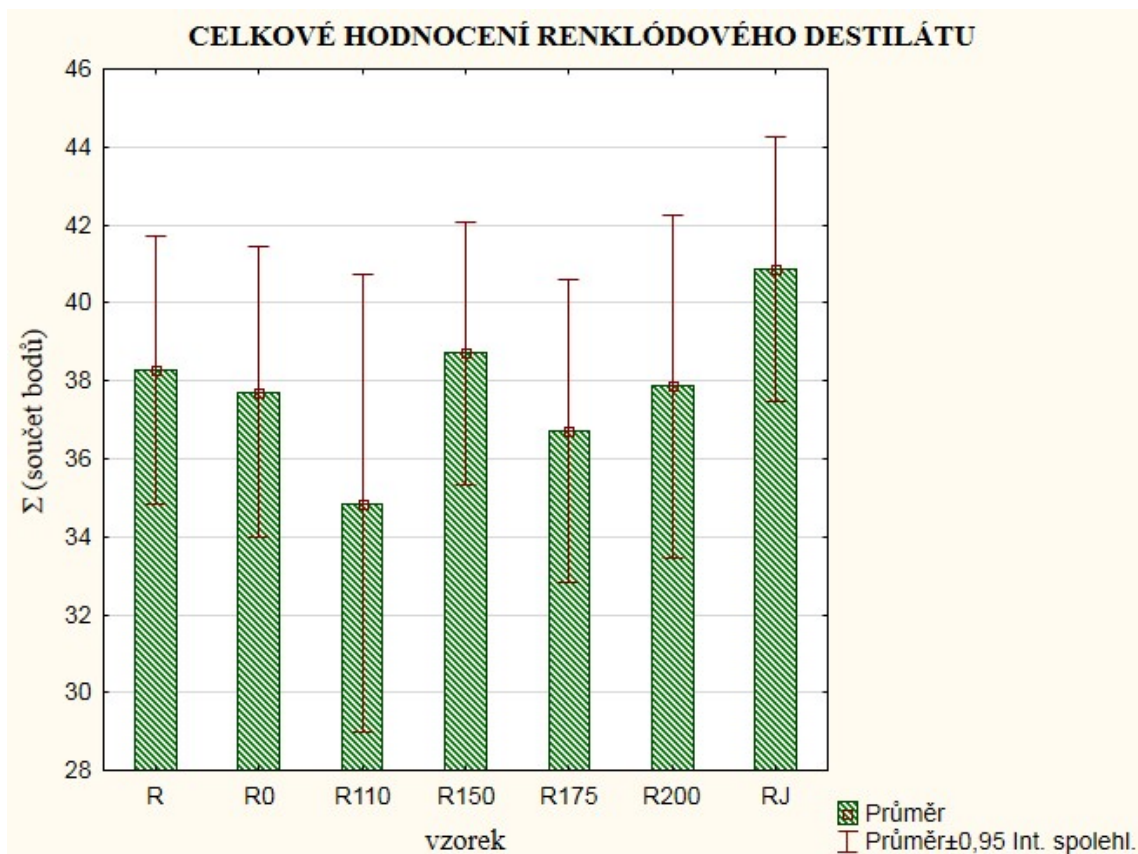
zároveň nejvyšší naměřená hodnota. A o něco méně u třešňového destilátu (T175) $2,8215 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$. Mezi těmito vzorky není statisticky průkazný rozdíl. Antioxidační kapacita opět výrazně klesá s přidavkem dřeva sušeného při 200° C a to na $2,0304 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ u renkldového (R200) a $1,3425 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$ třešňového (T200). U těchto dvou vzorků je statisticky významný rozdíl. K porovnání je zde opět uvedena antioxidační kapacita u vzorku švestkového destilátu (RJ), jehož naměřená hodnota je $0,9586 \text{ mM}\cdot\text{g}^{-1}$. Statisticky významný rozdíl tohoto komerčního vzorku je patrný se všemi měřenými hodnotami kromě vzorku T200 mezi nímž a RJ není patrný statisticky průkazný rozdíl.

Antioxidační kapacita měřená metodami FRAP a DPPH prokázala, že antioxidanty stejně jako polyfenoly jsou ve dřevě degradovány při sušení za určitých teplot. Opět je zde však není možno porovnat s jinými výzkumy. Tato měření byla velmi překvapivá, neboť jsem předpokládala, že ke ztrátě antioxidantů ve dřevě dojde až při použití vyšších teplot (200° C). Avšak měření dokazuje, že nejvyšší množství antioxidantů se extrahovalo do destilátu ze dřeva sušeného při 175° C . Naopak nejnižší množství u dřeva sušeného při 150° C , což je velice překvapivé vzhledem k mírnému rozdílu těchto teplot. V porovnání vzorků destilátu s extrahovanými dřevěnými tiskami a komerčním vzorkem je zřejmý výrazný rozdíl. Tento rozdíl je způsoben odlišným způsobem výroby, neboť švestkový destilát zral 3 roky v dubovém sudu, přičemž poměr destilátu a dřeva byl mnohem nižší. Je tedy zřejmé, že i přes delší dobu extrakce se do tohoto destilátu uvolnilo menší množství antioxidantů.

Rozdíly mezi vzorky třešňového a renklódového destilátu jsou opět způsobeny rozdílným obsahem alkoholu.

5.4 Senzorické hodnocení destilátů

V následující části se nachází grafy hodnocení destilátů. Jsou zde uvedeny grafy celkového hodnocení jednotlivých destilátů s přidavky dřevěných extrakcí. Také zde jsou uvedeny grafy hodnocení jednotlivých kategorií.

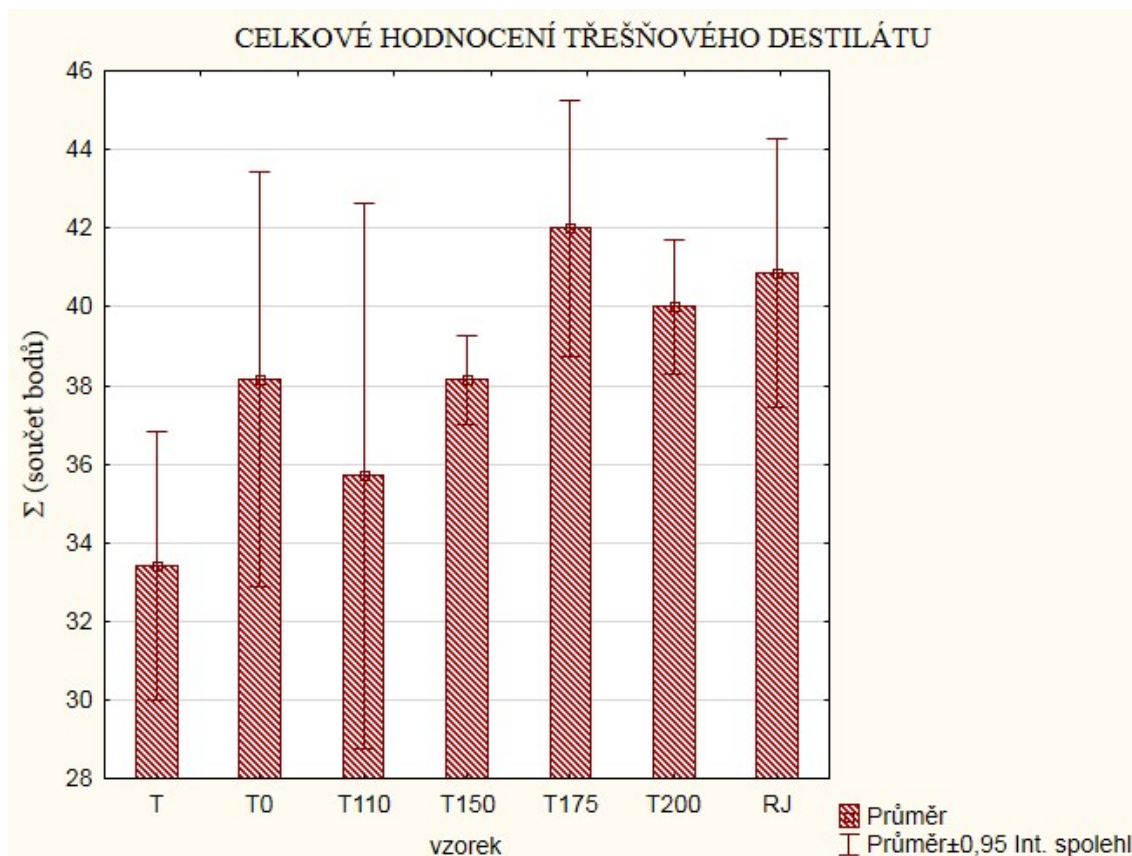


Graf 4 Výsledky celkových bodů sensorického hodnocení renklódového destilátu s porovnáním s komerčním vzorkem.

Z grafu č. 4 je patrné, že žádná varianta renklódového destilátu nepřekonala kvalitu komerční slivovice od Rudolfa Jelínka. Průměrný součet bodů samotného renklódového

destilátu tvoří 38,3 bodů. Destilát s přídavkem nesusušeného dřeva získal bodů méně, a to 37,7. K významnému poklesu hodnocení dochází u vzorku s přídavkem dřeva sušeného při 110° C přičemž průměrný součet bodů je pouze 34,7 což je nejnižší počet bodů a dle stupnice hodnocení se tento destilát hodnotí jako „dobý destilát“. Další vzorek s přídavkem dřeva sušeného při 150° C je naopak hodnocen jako nejlepší z upravovaných renkládových destilátů a průměrný počet jeho bodů je 38,7. Destilátem v pořadí druhým nejhůře hodnoceným je renkládový destilát s přídavkem dřeva sušeného při 175° C tento destilát získal 36,7 bodů a stejně jako vzorek R 110 patří do kategorie dobrých destilátů. Vzorek s macerací dubového dřeva sušeného při 200° C získal 37,9 bodů. K porovnání je zde uveden vzorek zlaté slivovice od Rudolfa Jelínka, který získal 40,9 bodů. Avšak všechny vzorky je možno hodnotit velice pozitivně neboť získaly poměrně velké množství bodů a veškeré vzorky kromě dvou již zmíněných je možno řadit do kategorie „velmi dobrý destilát“. Z grafu také vyplývá, že mezi vzorky nebyl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl.

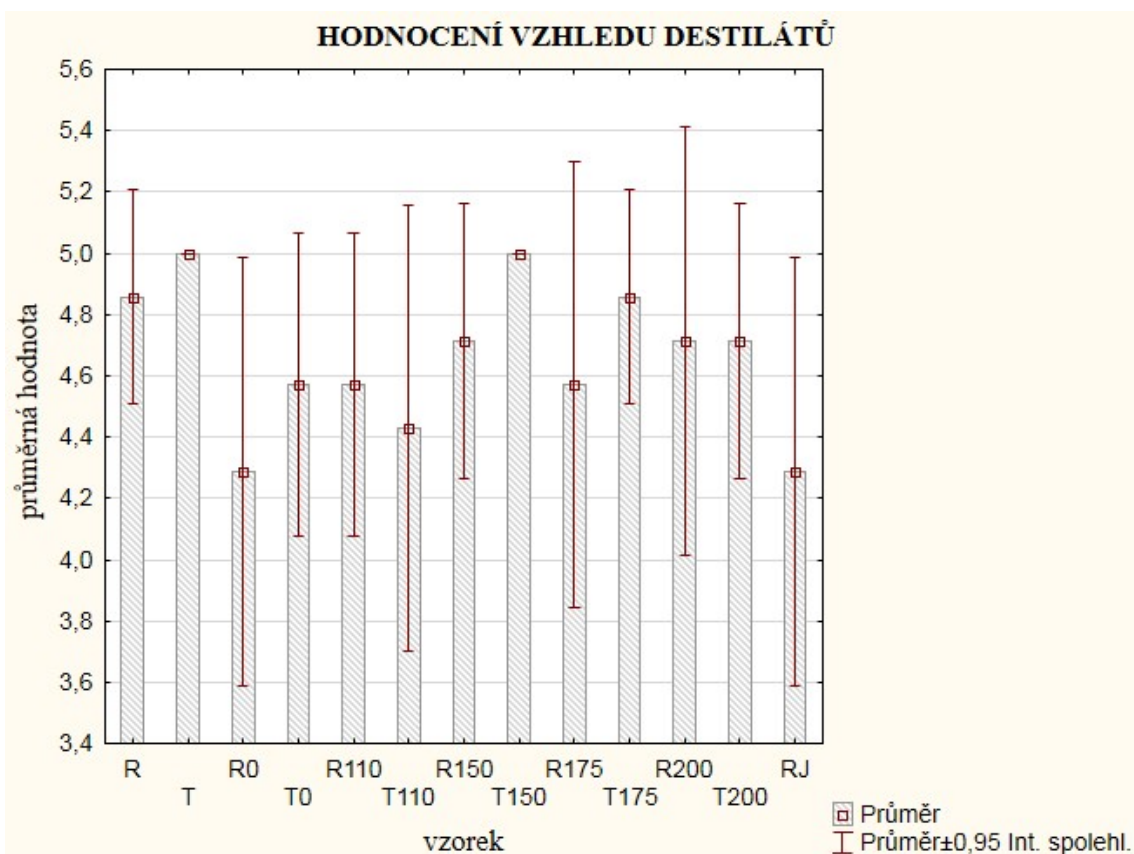
Z grafu je také patrné, že kvalitu obyčejného renkládového destilátu předčil kromě komerčního vzorku pouze vzorek renkládového destilátu s obsahem dřeva sušeného při 150° C. tento vzorek také obsahoval nejnižší množství polyfenolů a také velice nízké množství antioxidantů (v porovnání s měřenými vzorky). Lze tedy vydedukovat, že vyšší množství antioxidantů a polyfenolů u renkládového vzorku ovlivnilo jeho organoleptické vlastnosti negativně. Avšak také je možno konstatovat, že všechny hodnocené vzorky získaly vysoký počet bodů, přičemž by se dalo předpokládat, že by třísloviny a jejich svíravá chuť typická pro dřevo mohla kvalitu destilátu zhoršit výrazněji.



Graf 5 Výsledky celkových bodů senzoričského hodnocení třešňového destilátu s porovnáním s komerčním vzorkem.

Z tohoto grafu je patrné, že třešňový destilát nezískal příliš bodů a to pouhých 33,4, což je však velice pozitivní je zlepšení kvality tohoto vzorku přidáním dubového dřeva. Již při přidání obyčejného dubového dřeva organoleptické vlastnosti vzorku vstoupily až na 38,1 bodů. Přidáním dřeva sušeného při 110° C sice počet bodů opět klesá (35,7), ale i tak je dle hodnotitelů kvalita vyšší než původního destilátu. S přidáním dřeva sušeného při 150° C dle hodnotitelů organoleptické vlastnosti destilátu opět vstoupají a tento destilát získal 38,1 bodů. Nejvíce bodů ze všech měřených vzorků získal vzorek třešňového destilátu z extrakcí dřeva sušeného při 175 ° C. Tento vzorek získal od hodnotitelů 42,0 bodů. Dalším hodnoceným vzorkem je třešňový destilát s přidáním dubových třísek sušených při 200° C a ten byl ohodnocen 40 body. K porovnání je na tomto grafu zřetelně opět komerční vzorek (Zláta slivovice, Rudolf Jelínek 40,9 bodů). Vzorky T a T110 jsou řazeny do kategorie dobrých destilátů a všechny ostatní vzorky jsou řazeny do kategorie velmi dobrých destilátů. Statisticky průkazný rozdíl je pouze mezi vzorky T – T150, T- T175, T- T200, T- RJ. Mezi ostatními vzorky není statisticky průkazný rozdíl.

Tento graf je velmi překvapivý a to především z důvodu vysokého zlepšení organoleptických vlastností destilátu po extrakci všech typů dřev. Ve srovnání z renkládovým destilátem u kterého se dá konstatovat, že přídavek dřev jeho kvalitu spíše zhoršil, u třešňového destilátu tomu bylo naopak. Vlastní komentáře většiny hodnotitelů uváděly, že čistý třešňový destilát je netypický po daném druhu ovoce a v chuti má acetonový nádech. Avšak přidání dřeva především sušeného při 175° C výrazně podpořilo jeho třešňovou vůni a naprosto zastřelo acetonový nádech v chuti. Vzorek T175 také předčil komerční vzorek RJ, což je velice zajímavé vzhledem k jeho vysokému obsahu antioxidantů a polyfenolů. Z obou grafů lze vyčíst, že renkládový destilát hodnocený lépe než třešňový obsah dřeva spíše zhoršil a méně kvalitnímu třešňovému destilátu extrakce dřeva velmi výrazně napomohl po organoleptické stránce.



Graf 6 Průměrná hodnota vzhledu destilátů

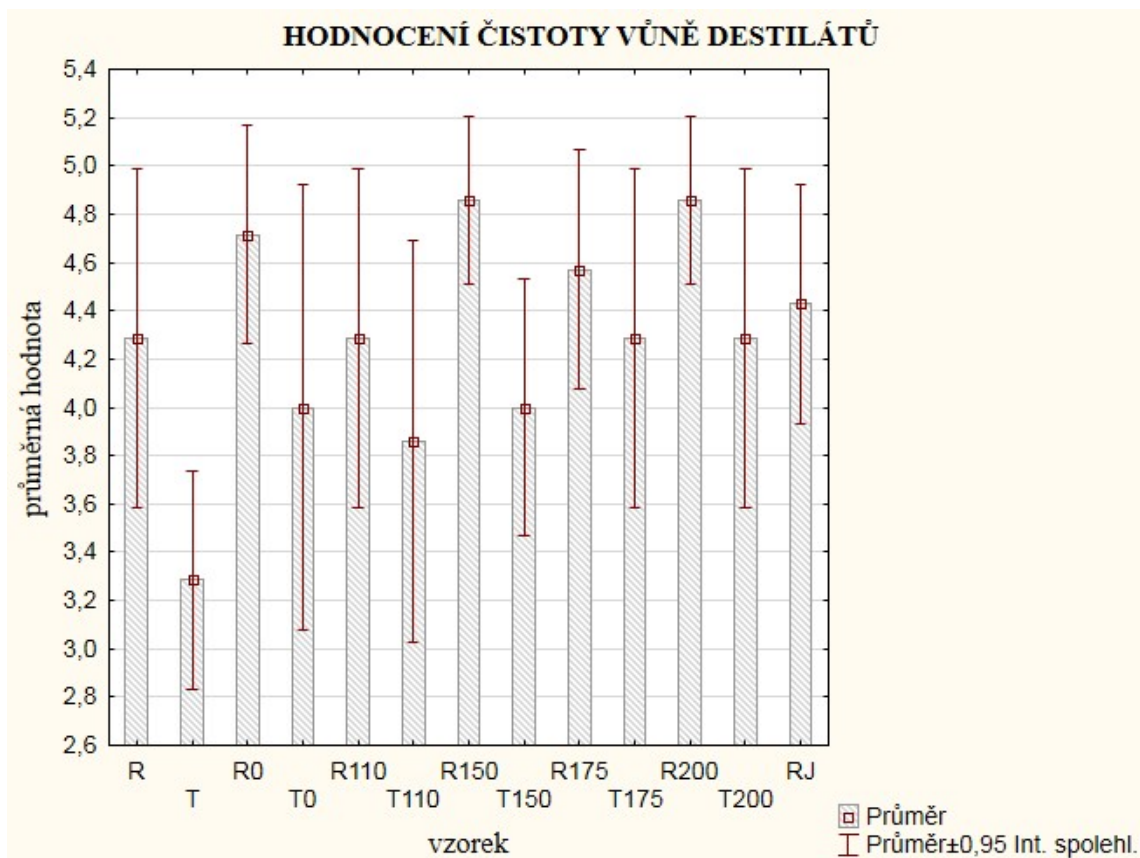
Na tomto grafu je možno vidět, že vzhledově nejpřívětivější jsou samostatný třešňový destilát a destilát třešňový s přídavkem dřeva sušeného při 150° C oba destiláty jsou ohodnoceny 5 body. Naopak nejhůře hodnocené destiláty jsou renkládový s přídavkem nesušeného dřeva a destilát od Rudolfa Jelínka oba destiláty byly hodnoceny 4,3 body.

Avšak je možno říci, že vzhled všech destilátů je ohodnocen velmi podobně a pozitivně. Z grafu také vyplývá, že mezi vzorky není statisticky průkazný rozdíl.



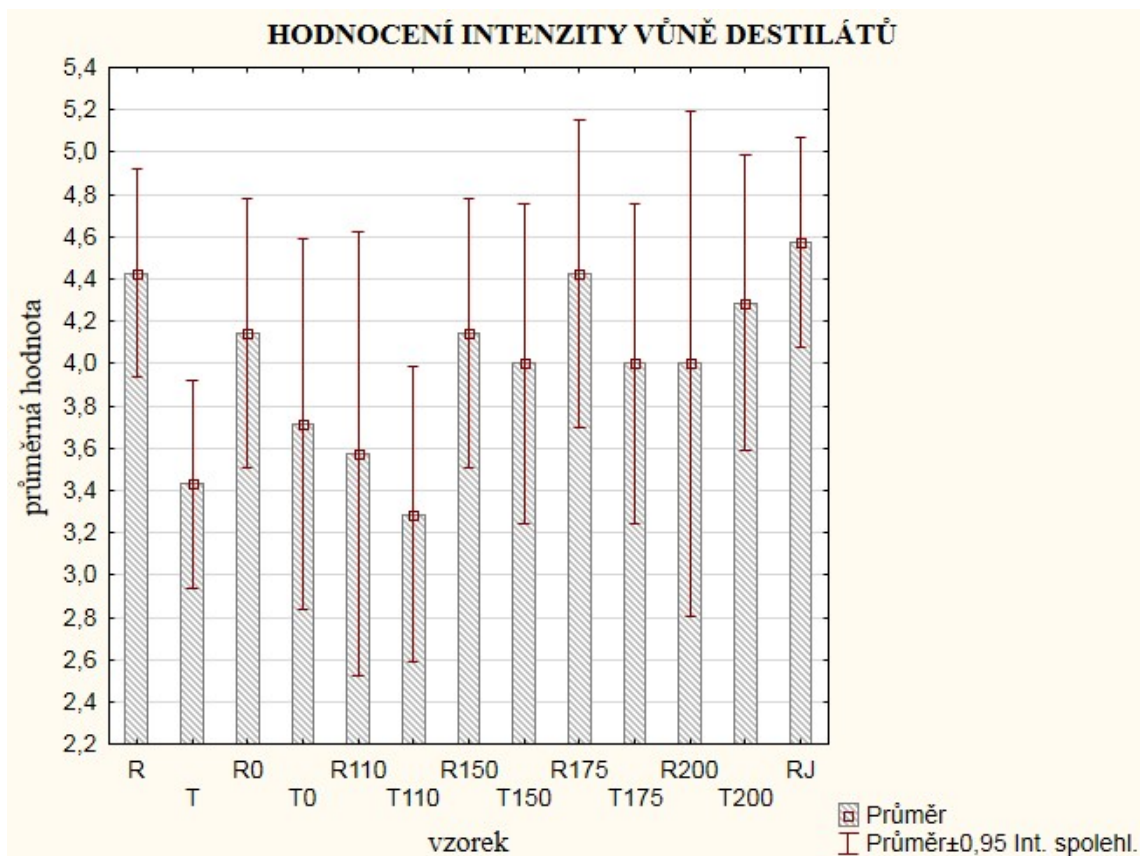
Obr. 4 Barevné odlišnosti při extrakci všech typů dřev u třešňového destilátu s porovnáním s komerčním vzorkem

Na obrázku jsou znázorněny barevné odchylky u hodnocených destilátů. Destiláty na obrázku jsou seřazeny vzestupně podle teplot sušeného dřeva. Jako první je zde vzorek čisté třešňovice a jako poslední je na obrázku k porovnání možno vidět komerční vzorek slivovice. Barevné rozdíly destilátů byly stejné u třešňovice i rynglovíce.



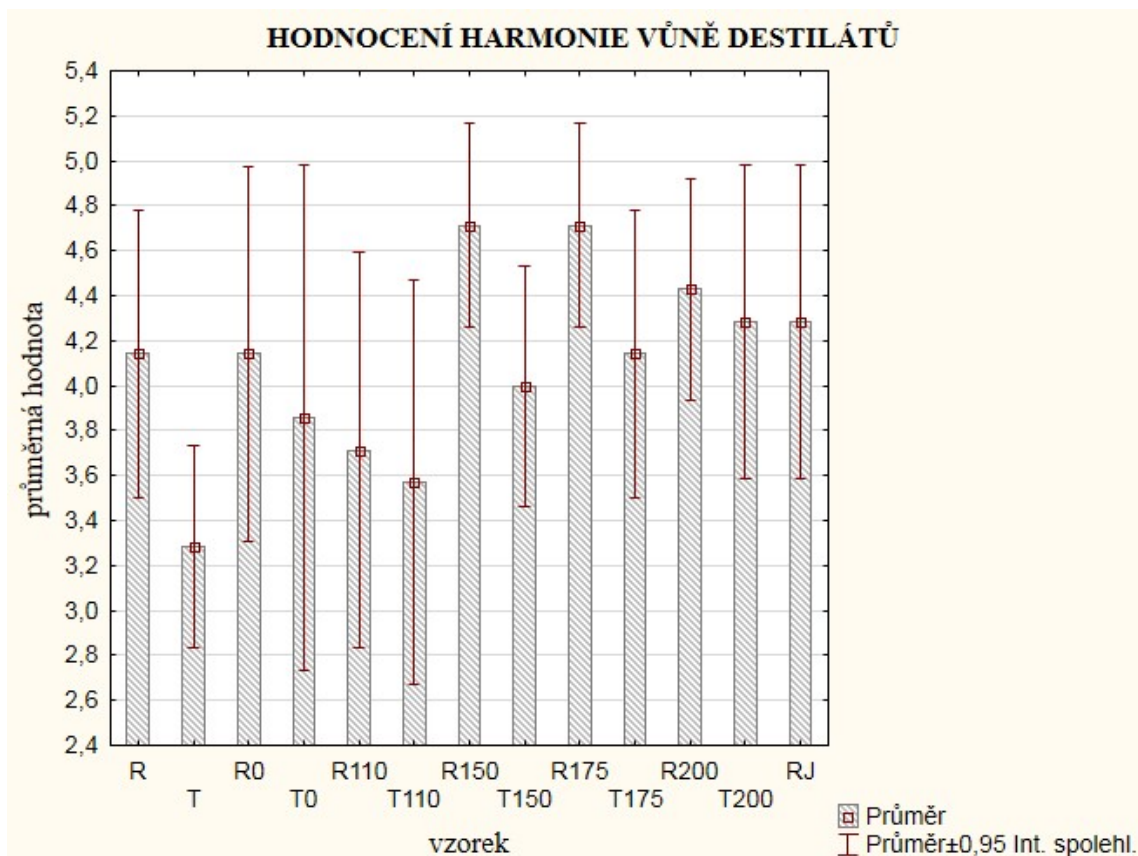
Graf 7 Hodnocení čistoty vůně destilátů

Z tohoto grafu je evidentní, že nejčastěji hodnocené destiláty v parametru čistoty vůně jsou renkové destiláty se sušeným dřevem při 150° C a při 200° C. Oba tyto vzorky získaly průměrný počet bodů 4,9. Nejméně bodů v této kategorii senzoričtého hodnocení získal čistý třešňový destilát a to 3,3 bodů. Dle poznámek hodnotitelů je možno dodat, že výrazná netypičnost čistoty vůně u třešňového destilátu byla následně velmi zřetelně prokázána přidáním dřev, především pak vzorků obsahujících extrakty dřev sušených při nejvyšších teplotách. Z grafu je také zřejmé, že v porovnání vzorku T se vzorkem R0, R15 a R200 je statisticky průkazný rozdíl.



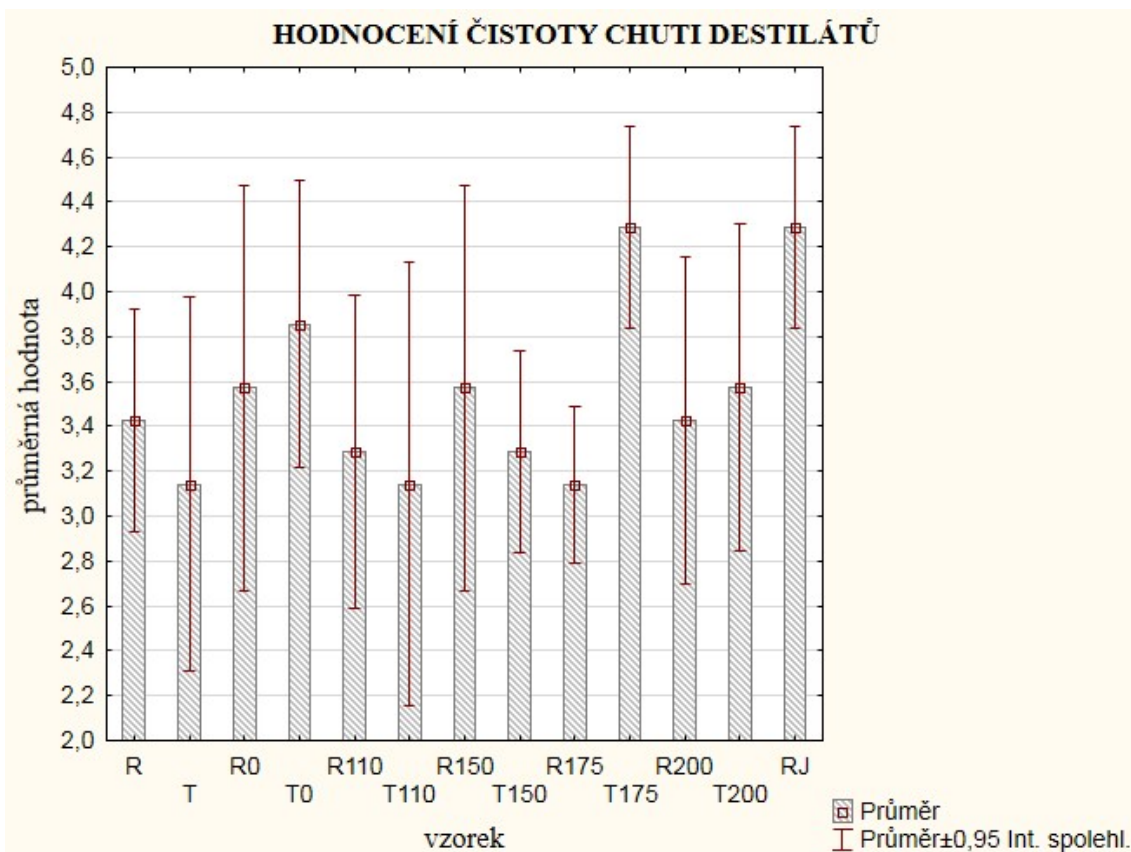
Graf 8 Hodnocení intenzity vůně destilátů

Z grafu je zřejmé, že statisticky průkazný rozdíl byl zaznamenán pouze mezi vzorkem R a T. Nejlépe hodnoceným destilátem v této kategorii byla slivovice od Rudolfa Jelínka. Tento destilát získal 4,6 bodů. Další v pořadí druhé nejlepší hodnocení získaly dva renkové destiláty, oba získaly stejný průměrný počet bodů a to 4,4. Jsou to čistý renkový destilát a renkový destilát s přídavkem dřeva sušeného při 175°C. Naopak nejméně bodů získaly čistý třešňový destilát a třešňový destilát s přídavkem dřeva sušeného při 110° C a to 3,4 bodů. Komerční destilát dle hodnocení hodnotitelů měl velice výraznou vůni. Avšak tato vůně se většině hodnotících zdála až příliš výrazná možná až syntetická připomínající švestková povidla.



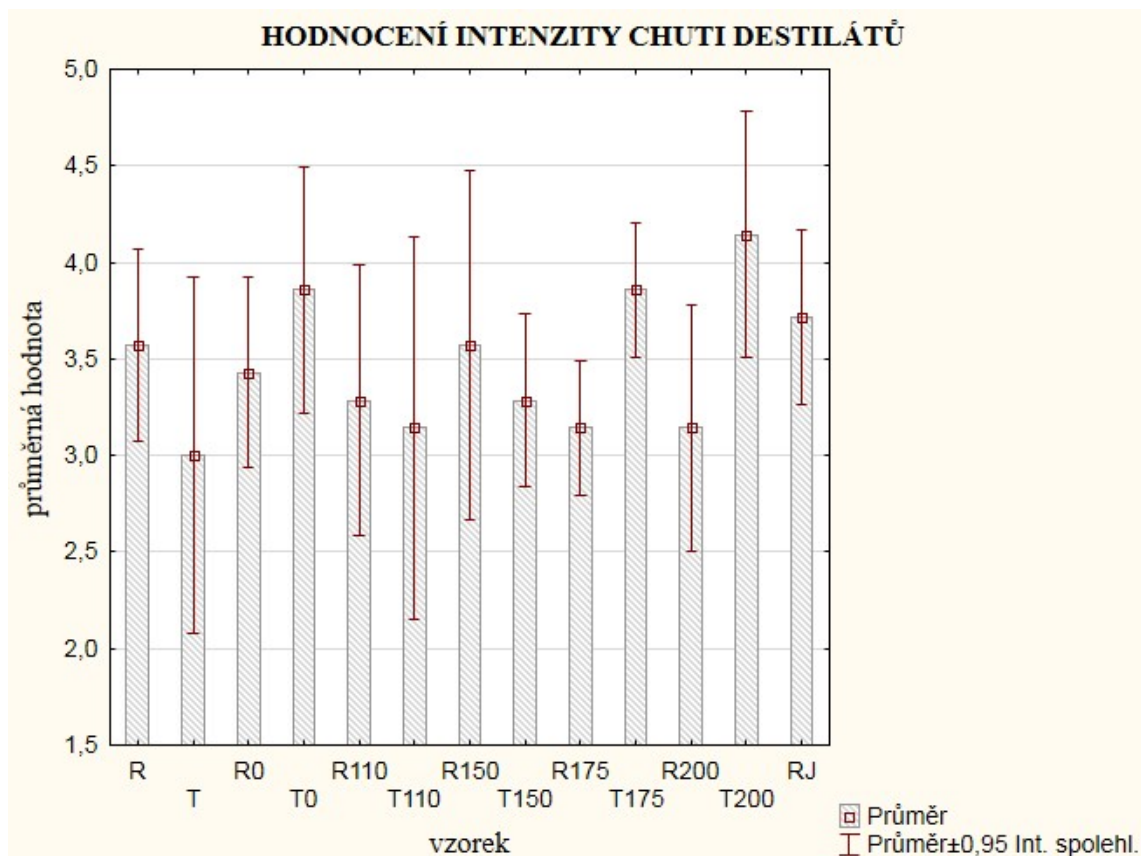
Graf 9 Hodnocení harmonie vůně destilátu

Z grafu číslo 9 vyplývá, že nejvíce hodnocenými destiláty v kategorii harmonie vůně jsou renklbový destilát se sušeným dřevem při 150°C a renklbový destilát se dřevem sušeným při 175 °C oba získaly 4,7 bodů. Nejméně bodů získal čistý třešňový destilát a to pouhých 3,3. Z grafu dále vyplývá, že v porovnání vzorku T a R150 je statisticky významný rozdíl, také mezi vzorky T a R175 je statisticky významný rozdíl. Mezi vzorkem T a R200 byl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl.



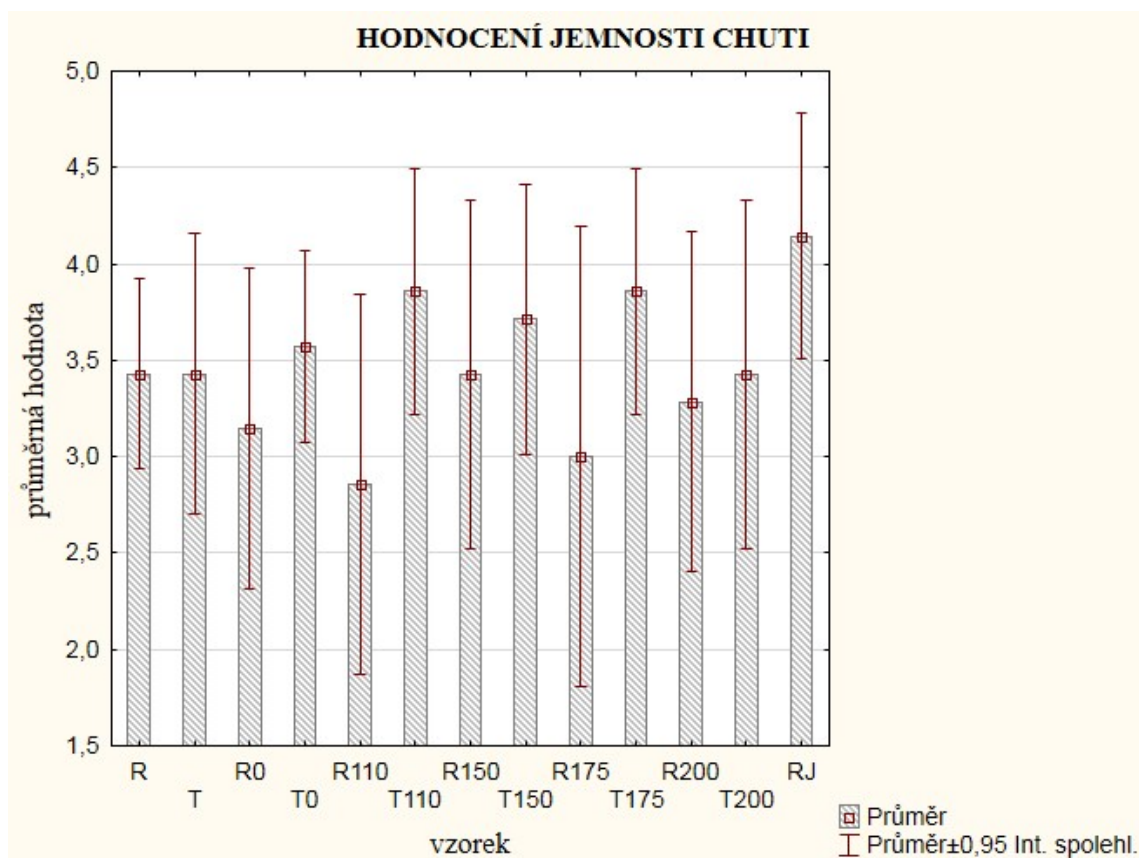
Graf 10 Hodnocení čistoty chuti destilátu

Z grafu číslo 10 vyplývá, že nejvíce ohodnocenými vzorky z hlediska čistoty chuti jsou třešňový destilát s přídavkem dřeva sušeného při 175° C a slivovice od Rudolfa Jelínka. Oba destiláty získaly 4,3 bodů. Nejméně bodů naopak získaly čistý třešňový destilát a renkádový destilát s přídavkem dřeva sušeného při 175° C a to 3,1 bodů. Z grafu je také zřejmé, že v porovnání vzorku T150 se vzorky T175 a RJ je statisticky průkazný rozdíl. V porovnání vzorku R175 se vzorky T175 a RJ byl zaznamenán statisticky významný rozdíl.



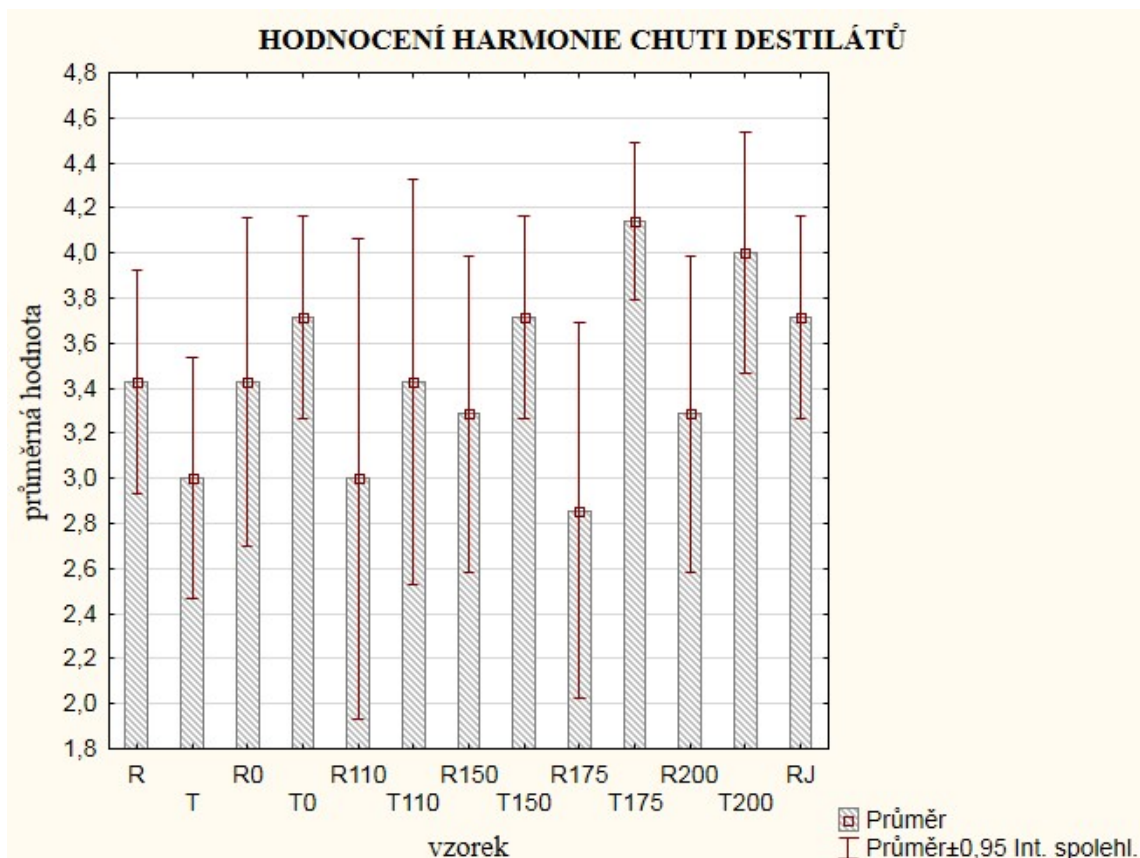
Graf 11 hodnocení intenzity chuti destilátů

Z tohoto grafu vyplývá, že nejlépe hodnoceným vzorkem je destilát třešňový s přidavkem dřeva sušeného při 200° C. tento destilát získal od hodnotitelů celk 4 body. Druhým nejlépe hodnoceným vzorkem je třešňový destilát s obsahem dubového dřeva sušeného při 175° C. Průměrný počet bodů tohoto destilátu je 3,9. Nejméně bodů pak získal čistý třešňový destilát a destilát renklédový s extrakcí dřeva sušeného při 175° C oba tyto destiláty získaly celk 3 body. Z grafu je také zřejmé, že v porovnání vzorku R175 se vzorky T175 a T200 byl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl.



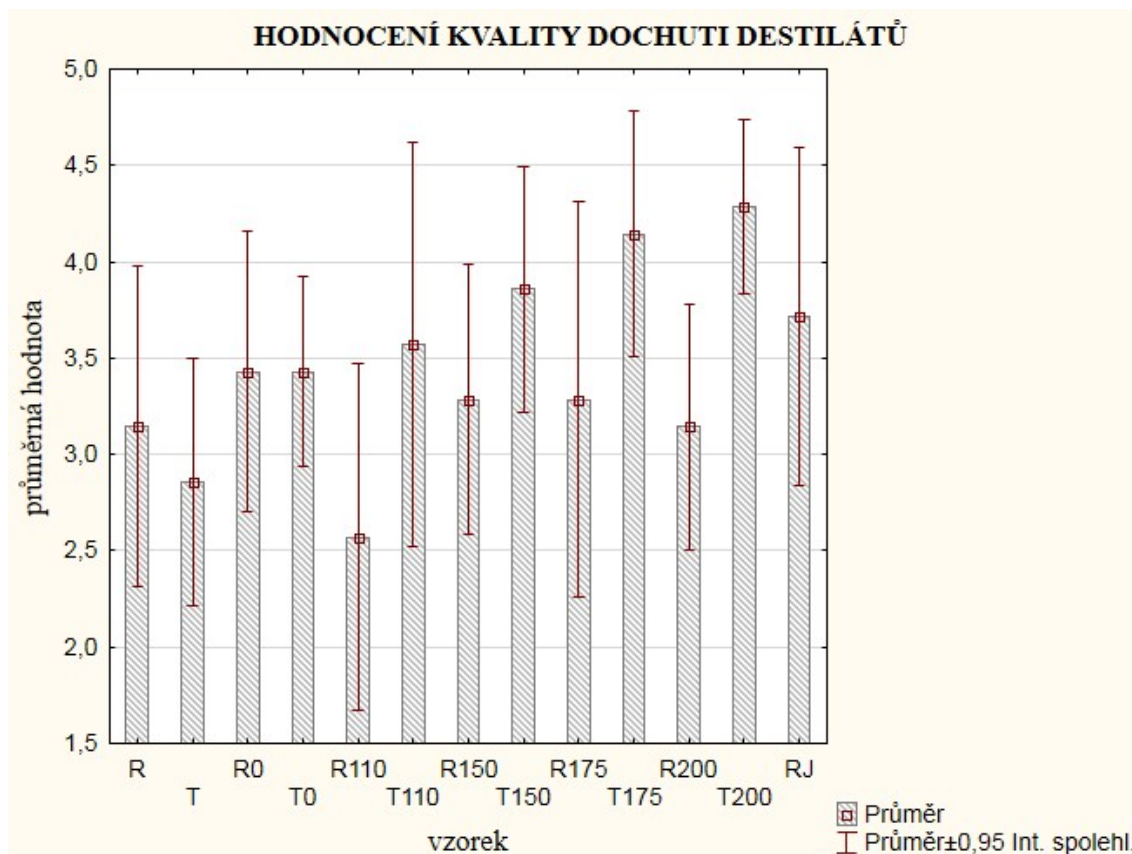
Graf 12 Hodnocení jemnosti chuti

Z tohoto grafu hodnocení jemnosti chuti destilátů lze vyčíst, že nejvíce hodnoceným vzorkem je zde slivovice od Rudolfa Jelínka. Tento vzorek získal 4,1 bodů. Z vlastních vzorků pak nejvíce třešňové destiláty s obsahy dřev sušených při 110 a 175° C. oba získaly stejný počet bodů a to 3,9. Nejméně bodů v této kategorii získal renkové destilát s obsahem dřeva sušeného při 110° C a to 2,9 bodů. Z grafu dále vyplývá, že mezi vzorky nebyl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl.



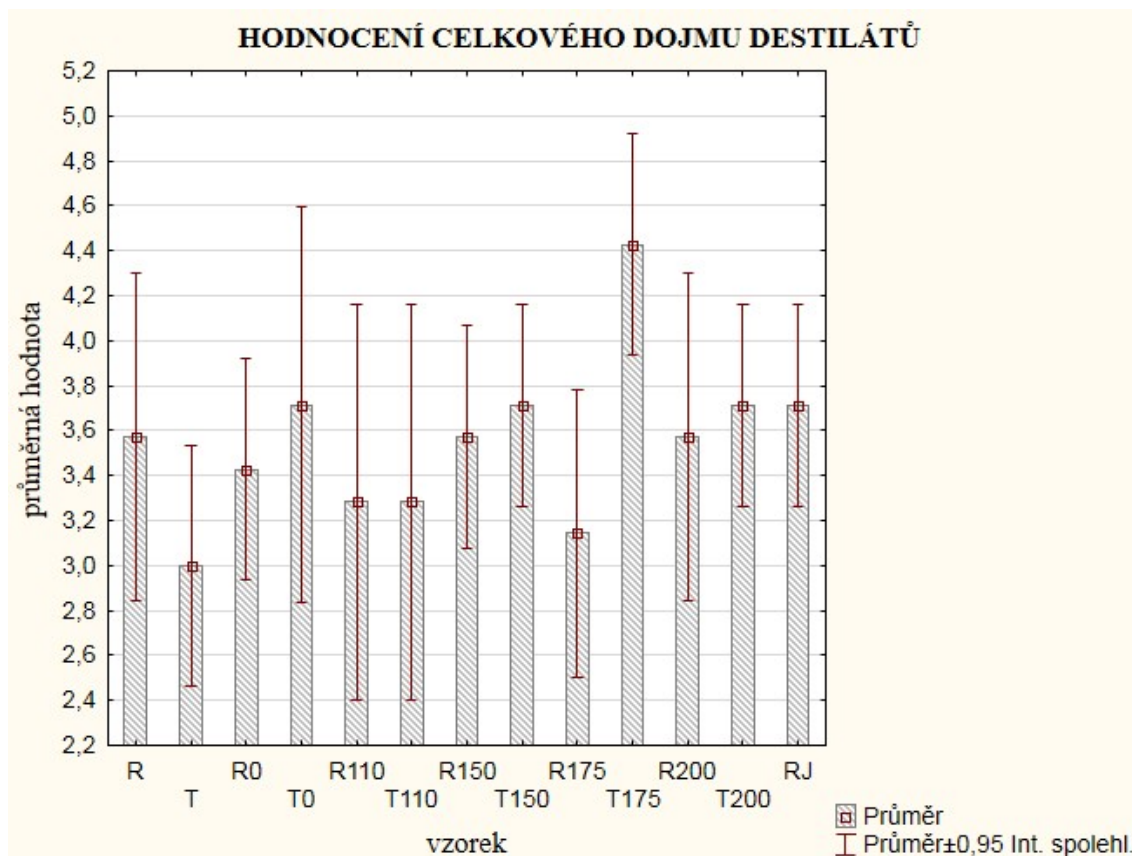
Graf 13 Hodnocení harmonie chuti destilátů

Z grafu je zřejmé, že v této kategorii byl nejlépe ohodnocen třešňový destilát s přídavkem dřeva sušeného při 175° C a získal od hodnotitelů 4,1 bodů. Nejméně harmonickým v chuti pak byl vzorek renkové destilátu s přídavkem dřeva sušeného při 175° C. tento vzorek získal pouhých 2,7 bodů. Z grafu dále vyplývá, že mezi vzorky T a T175 byl zaznamenán statisticky významný rozdíl. A v porovnání vzorků R175 a T175 byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl.



Graf 14 Hodnocení kvality dochuti destilátů

Z grafu číslo 14 vyplývá, že nejvíce hodnoceným vzorkem z hlediska kvality dochuti je opět destilát s přídavkem dubového dřeva sušeného při 175° C. Tento vzorek byl ohodnocen 4,1 body. Velice kladně a v pořadí druhý nejvíce hodnocený vzorek je destilát s přídavkem dřeva sušeného při 200° C, který získal celk 4 body. Nejhůře hodnoceným vzorkem v této kategorii se stal renkové destilát s přídavkem dřeva sušeného při 110° C s 2,7 body. Druhým nejhůře hodnoceným vzorkem se stal čistý třešňový destilát, který získal 2,9 bodů. Z grafu dále vyplývá, že v porovnání mezi vzorky T a T175, R110 a T175 byl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl. Také mezi vzorky T a T200, R110 a T200 byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl.



Graf 15 Hodnocení celkového dojmu destilátů

Z grafu je patrné, že nejvíce hodnoceným vzorkem z hlediska celkového dojmu se stal opět třešňový destilát s přídavkem dřeva sušeného při 175° C (který je zároveň zvolen nejlepším destilátem ze všech uvedených vzorků. Tento vzorek byl ohodnocen 4,4 body. Cejmi 3 body byl naopak ohodnocen čistý třešňový destilát, který byl v této kategorii vyhodnocen nejmenším počtem bodů. Z grafu je také patrný velký vliv, který mělo dřevo na kvalitu destilátu především u vzorků třešňovice. Dřevo tento čistý destilát po sensorické stránce výrazně vylepšilo. Z grafu dále vyplývá, že mezi vzorky T a T175 byl zaznamenán statisticky významný rozdíl. A mezi vzorky R175 a T175 byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl.

6 ZÁVĚR

Antioxidanty jsou dnes často zmiňovaným pojmem v oblasti zdravé výživy, chrání lidské tělo před negativním působením volných radikálů. Antioxidanty jsou obsaženy především v produktech rostlinné výroby a to převážně v ovoci a zelenině. Ve velkém množství potravin a nápojů jsou antioxidanty obsaženy přirozeně. Avšak je také možné produkovat potraviny a nápoje, které jsou o antioxidanty obohaceny. Tato diplomová práce se zabývá obohacováním ovocných destilátů o antioxidanty obsažené ve dřevě, kde je antioxidační složka zastoupena především ligniny a fenolickými látkami.

Známí destilátů v dubových sudech je již po staletí známá praktika. Avšak tento proces vyžaduje léta ležení destilátů v dřevěných sudech, přičemž dochází k mírným ztrátám destilátu. Je však známo, že čím déle zraje pálenka ležením v sudu, tím jsou její organoleptické vlastnosti kvalitnější. V této práci došlo k urychlení tohoto několikaletého procesu extrakcí 2,5 g dubového dřeva do 50 ml ovocného destilátu. Použito bylo jak dřevo neupravované tak sušené při několika teplotách. Konkrétně 110, 150, 175 a 200° C. Takto upravené i neupravené dřevo bylo extrahováno do dvou vzorků ovocných destilátů a to renkové o obsahu 52 % obj. alkoholu a třešňového o obsahu 48 % obj. alkoholu. Po týdenním ležení takto upravených destilátů byla měřena jejich antioxidační kapacita metodami DPPH a FRAP. Měřen byl také obsah polyfenolů ve vzorcích. Měření prokázalo, že nejvíce antioxidantů obsahují vzorky destilátu se sušeným dřevem při teplotě 175° C. Po měření některých vzorků vyplynulo, že antioxidační kapacita výrazně narůstá a u některých vzorků opět neboť dochází k degradaci některých antioxidačních látek ve dřevě.

Veškeré vzorky byly také podrobeny senzorické analýze, kde se prokázalo, že u vzorku rynglovice dřevo mírně zhoršilo jakost destilátu, avšak u méně kvalitního vzorku třešňovice naopak kvalitu destilátu výrazně zlepšilo. Jeden ze vzorků konkrétně třešňovice s extrakcí dřeva sušeného při 175° C dokonce předčil komerční vzorek Zlatá Slivovice od společnosti RUDOLF JELÍNEK a. s., který zral tři roky v dubovém sudu. Tento vzorek předčil komerční výrobek, jak po stránce senzorické, tak v obsahu polyfenolů a antioxidantů.

7 SOUHRN A RESUMÉ, KLÍČOVÁ SLOVA

Souhrn

Diplomová práce na téma obohacování nápojů přísadkami antioxidantů byla zpracována na Zahradnické fakultě Mendelovy univerzity na Ústavu posklizňové technologie zahradnických produktů v letech 2014 – 2016. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou popsány antioxidanty, volné radikály, antioxidační kapacita, způsoby měření antioxidantů v potravinách dále vybrané nápoje obsahující antioxidanty jako jsou ovocné šťávy, čaje, víno a pivo. Také je zde popsána chemická stavba dřeva.

Praktická část se týká měření antioxidační kapacity pomocí metod DPPH a FRAP a obsahu polyfenolických látek ve vzorcích destilátu s extrahovaným dubovým dřevem sušeným při několika teplotách, a porovnání těchto vzorků s komerčním vzorkem. Následně senzorní analýza těchto vzorků. Metodami bylo zjištěno, že destiláty lze výrazně obohatit přísadkami dřeva především pak dřeva sušeného při 175° C. Senzorická analýza prokázala, že obohacením destilátu přísadkami dubových třísek lze výrazně zlepšit kvalitu původního destilátu.

Klíčová slova: Antioxidanty, antioxidační kapacita, ovocné destiláty, dubové dřevo.

Resumé

The Diploma thesis deals with the topic enrichment of beverages by additional antioxidants and has been processed at the Faculty of Horticulture, Mendel University in the Institute of Post-Harvest Technology of Horticultural Products. The thesis is divided into theoretical and practical part. In the theoretical part there are described antioxidants, free radicals, antioxidant capacity, means of antioxidant measurement in food, beverages containing antioxidants like fruit juice, tea, wine, and beer. There is also described chemical structure of food.

Practical part deals with measurement of antioxidant capacity by DPPH and FRAP method and volume of polyphenolic substance in distillery samples with extracted oak wood dried by several temperatures and comparison of these samples with the

commercial sample, subsequently sensory analysis of these mentioned samples. From results it's obvious that distilleries can be enriched by additional wood especially by wood dried by 175 °C.

Sensory analysis has proved that enrichment of the distillery by oak chips can significantly improve it's quality.

Key words: Antioxidant, antioxidant capacity, fruit liquor, oak wood

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ANONYM 1. *DPPH*. Wikipedia: the free encyclopedia. [online]. 2001- [cit. 2016-02-07]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/DPPH>
2. ANONYM 2. *klasek tea*. darjeeling.cz: složení. [online]. 2014 [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://www.darjeeling.cz/cz/vse-o-caji/slozeni>
3. ANONYM 3. *Víno jako lék, látkové složení vína*. Víno a zdraví. [online]. 2004 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: http://www.vinoazdravi.cz/index.php?soubor=latkove_slozeni_vina
4. ANONYM 4. *Chemické složení dřeva*. Dřevo centrum. [online]. 17.4.2016 [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://drevo.celyden.cz/slozeni-vlastnosti-dreva/chemicke-slozeni-dreva>
5. ANONYM 5. *Dubové dřevo*. Alkohol esence cz: vše pro domácí pálení. [online]. 2016 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z: <http://www.alkoholesence.cz/alkoesence-cz/eshop/15-1-Dubove-drevo>
6. ANONYM 6. *Slivovice zlatá*. R. JELÍNEK: Original Czech Destilleries. [online]. 2014 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z: <http://rjelinek.cz/produkty/detail~27-slivovice-zlata~.html>
7. ARNDT Tomáš. *Glutathiol*. celostnimediceina.cz:. [online]. 20.01.2011 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.celostnimediceina.cz/glutathion.htm>
8. ARNDT Tomáš. *Vitamin A*. celostnimediceina.cz. [online]. 5.2.2013 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.celostnimediceina.cz/vitamin-a.htm>
9. AUGUSTÍN Jozef. *Povídání o čaji*. Olomouc: Fontána, 2001. ISBN 80-86179-75-3.
10. BALAŠTÍK Jaroslav. *Jak vypálit lepší slivovici*. Vyd. 1. Ostrožská Nová Ves: J. Balaščík, 2010. ISBN 978-80-86704-71-5.

11. BRETON Félicien. *Polyphenols in red wine*. French Scout: Resveratrol . [online]. 2010 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://www.frenchscout.com/polyphenols>

12. BUČKO ěn, Anton Oswald. *Rozklad dreva teplom a ohňom*. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita, 1997. ISBN 80-228-0639-0.

13. BULKOVÁ Věra. *Rostlinné potraviny*. Brno: národní centrum ošetrovatelství a lékařských zdravotnických oborů, 2011. ISBN 978-80-7013-532-7.

14. CASEY Walden. *Enviromental chemistri: Cellulose Production Processes*. 6. New York: John Wiley and Sons, 1986. ISBN 978-3-540-39468-6.

15. CYBUL Marta, Renata Nowak. *Przegląd metod stosowanych w analizie właściwości antyoksydacyjnych wyciągów roślinnych*. herbalpolonica. [online]. 2015 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <http://www.herbalpolonica.pl/magazines-files/4185443-przegląd%20metod%20stosowanych.pdf>

16. DASKAL Victoria. *What is Cognac? A History of this Most Famous French Brandy*. INTOWINE. [online]. 2014 [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://www.intowine.com/what-cognac-history-most-famous-french-brandy>

17. DYR Josef, Jan E DYR. *Výroba slivovice a jiných pálenek*. 4. přepr. vyd. Praha: Maxdorf, c1997. ISBN 80-858-0053-5.

18. FLYTLIE Terje Knut. *Q-10, UBIQINON*. vitamindoktor.cz: [online]. 2009 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.vitamindoktor.com/cm337/>

19. GEBELY Tony. *Chemical Compounds in Tea*. world of tea. [online]. 2015 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.worldoftea.org/tea-chemistry/>

20. GRAHAM Colleen. *Whiskey Wisdom: Understanding the Basic Styles of Whiskey*. about food. [online]. 10.01.2015 [cit. 2016-02-24]. Dostupné z: <http://cocktails.about.com/od/Whiskey-Information-and-Reviews/ss/Whiskey-Wisdom-Understanding-the-Basic-Styles-of-Whiskey.htm>

21. HAIEZ Daniel. *Wood composition*. carbolea. [online]. 17.4.2016 [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.carbolea.ul.ie/wood.php>

22. HRUDKOVÁ Alena, Josef Markvart. *Nealkoholické nápoje*. Praha: nakladatelství technické literatury, 1989.
23. HOLEČEK Václav. *Volné radikály a antioxidanty*. Celostní medicína. celostnimediceina.cz: [online]. 31.1.2005 [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: <http://www.celostnimediceina.cz/volne-radikaly-a-antioxidanty-mudr-vaclav-holecek-csc.htm>
24. CHOV Kit, Lone Krammerová. *Všechny čaje číny*. Praha: DharmaGalia, 1998. ISBN 80-85905-54-X.
25. JAN Tomáš. *Peckoviny: přes 160 barevných fotografií a popisů odrůd peckovin*. Olomouc: Petr Baštan, 2011. ISBN 978-80-87091-18-0.
26. JÍLEK Jan, Josef Antonín ZENTRICH. *Příprava ovocných kvasů na výrobu slivovice (a ostatních pálenek): výroba slivovice a její léčivé účinky*. Olomouc: Dobra, 1999. ISBN 80-861-7928-1.
27. KÁČ Václav. *Tekuté ovoce*. Praha: F. Kosek, 1947.
28. KALÁČ Pavel. *Funkční potraviny kroky ke zdraví*. České Budějovice: DONA s.r.o., 2003. ISBN 80-7322-029-6.
29. KARABÍN Marcel, Pavel Dostálek, Pavel Hofta. *Chem. Listy* 100, 184–189. Přehled metod pro stanovení antioxidační kapacity v pivovartví. [online]. 21. 07. 2005 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2006_03_184-189.pdf
30. KELLNER Vladimír. *Pivo, vitaminy a další důležité látky pro výživu a zdraví člověka*. Český svaz pivovarů a sladoven. [online]. Středa, 29. Srpen 2012 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://www.ceske-pivo.cz/pivo-vitaminy-dalsi-dulezite-latky-pro-vyzivu-zdravi-cloveka>
31. KOLIÁR Anton. *Pivo zdraví, souvislosti, obezita, alkoholismus, kuriozity*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2012. ISBN 978-80-7204-795-6.
32. KOPŘIVA Vladimír, Martin Hostovský, Tomáš Nekvapil, Alena Pechová. *Vybrané kapitoly z biochemie potravin*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-677-3.

33. KUDOVSKÝ Martin. *Látkové složení vína*. Sklenka Francie. vína kvalitně: [online]. 2016 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://vinakvalitne.webnode.cz/products/latkove-slozeni-vina/>
34. KOŘÍNEK Milan. *Rosaceae*. Biolib. cz. [online]. 6.8.2009 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/image/id94999/>
35. KÜRSCHNER Karel. *Chemie dřeva*. Bratislava: Práca, 1952. Technologie dřeva.
36. KÜSTRIN Agatonovic. *Journal of Oceanography and Marine Research*. oceanography Open Access: Reversed Phase HPTLC-DPPH Free Radical Assay as a Screening Method for Antioxidant Activity in Marine Crude Extracts. [online]. 24.10.2004 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <http://www.esciencecentral.org/journals/reversed-phase-hptlcdpph-free-radical-assay-as-a-screening-method-for-antioxidant-activity-in-marine-crude-extracts-2332-2632.1000e112.php?aid=33574>
37. KUTINA Josef. *Pomologický atlas*. 1. vyd. Ilustrace Gašpar Vaněk, Pavel Dvorský, Marie Suchardová. Praha: Brázda, 1991. ISBN 80-209-0089-6.
38. KVALTÉNIOVÁ Gabriela. *Potravinářská chemie: určeno pro 4. roč. stř. zdravot. škol, obor dietní sestra*. 2. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání stř. zdravot. pracovníků, 1987. Učební texty pro střední zdravotnické školy.
39. MATELJAN George. *The worlds healthiest foods*. whfoods.org: vitamin E. [online]. 4.10.2016 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=nutrient&dbid=111>
40. MCINTYRE Anne. *Zdravé nápoje*. Praha: Euromedia Group, 2001. ISBN 80-242-0411-8.
41. MIRANDA V.G. Barricas Y Productos Alternativos. Aromas a la Medida. *Vitis Magazine*, 4 str. 46 – 53, 2007
42. MIŽÍK Peter. *GUERCUS ROBUR L. BOTANY. CZ.* [online]. 30.12.2008 [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/quercus-robur/>
43. NEAL Charles. *What is Armagnac?*. Charles Neal selection. [online]. 1999 [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://charlesnealselections.com/armagnac/>

44. PAVLOUŠEK Pavel. *Výroba vína u malovinařů. 2.*, aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3487-3.
45. PAULOVÁ, Hana, Hana BOCHOŘÁKOVÁ a Eva TÁBORSKÁ. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. *Chemické listy*, Praha, ČR: Česká společnost chemická, 2004, roč. 98, č. 4., ISSN 0009-2770.
46. PEŠEK Radim. *Karešova. staře odrůdy org.*. [online]. 2016 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.stareodrudy.org/ovocny-strom/kare%C5%A1ova/132.html>
47. RACEK Jaroslav. *Oxidační stres a možnosti jeho ovlivnění*. Praha: Gaén, 2003. ISBN 80-7262-231-5.
48. REGENERMELOVÁ Lucie. *Co jsou antioxidanty a v čem se nacházejí?*. zdravě.cz. [online]. 29.8.2009 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://zdrava-vyziva.zdrave.cz/co-jsou-antioxidanty-a-v-cem-se-nachazeji/>
49. SOCHOR Jiří, Pavlína Šobrová, Ondřej Zítka Zdeněk Havlíček, Vojtěch Adam, Jiří Skládanka, Jaromír Hubálek, Ivo Provazník, René Kizek, Boris Krška. *Screeningová metodika pro stanovení antioxidační aktivity u meruňek . metodika stanovení antioxidační kapacity meruňek*. [online]. 2012 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_239_nanotech/data/pub/Antioxidacni%20aktivita.pdf
50. SRP Jan. *Taniny či trísloviny ve víně*. Na degustaci. [online]. 29.05.2015 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://www.nadegustaci.cz/taniny-ci-trisloviny-ve-vine/>
51. ŠULC M., Lachman J., Hamoun K., Orsák M., Dvořák P., Horáčková V.: *Chem. Listy 101, 591* (2007).
52. TRNKA Radek. *Tajemství výroby, vína likéry a destiláty*. Praha: Grada publishing, spol. s. r.o., 2001. ISBN 80-247-9003-3.
53. VÁVRA Miloslav. *Švestky a třešně*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství ve spolupráci s Československým ovocnářským a zahradnickým svazem v Praze, 1965. Malá zahradnická knihovna.
54. VELÍŠEK Jan. *Chemie potravin*. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-4-5.

55. VONDRÁČEK Otakar. *Výroba lihu a ušlechtilých pálenek z ovoce, výroba octa*. Praha, 1945. Chemická technologie.
56. ZAVADOVÁ Renata. *Selen*. celostnimediceina.cz. . [online]. 13.06.2005 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.celostnimediceina.cz/selen-co-se-stane-kdyz-chybi.htm>
57. ZLOCH Zdeněk, Čelakovský J., Aujezdská A. *Posuzování biologické hodnoty potravin na základě jejich antioxidační aktivity*. Česká a slovenská hygiena, 2004, roč. 1, č. 3, s. 82-87. ISSN: 1214-6722

Legislativa

1. Předpis č. 110/1997 Sb. *Zákon o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů*