

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta chemická

DIZERTAČNÍ PRÁCE

Brno, 2020

Ing. Zuzana Jurečková



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

**CHARAKTERIZACE ODRŮD MINORITNÍHO OVOCE Z
HLEDISKA VYUŽITÍ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU**

CHARACTERIZATION OF MINOR FRUIT VARIETIES IN TERMS OF USE IN THE FOOD INDUSTRY

DIZERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Zuzana Jurečková

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

doc. Ing. Pavel Diviš, Ph.D.

BRNO 2020

OBSAH

1	Úvod	0
2	Současný stav řešené problematiky.....	1
2.1	Ovoce rodu <i>Ribes</i>	1
2.1.1	Bílý a rybíz	2
2.1.2	Červený rybíz	2
2.1.3	Černý rybíz.....	3
2.1.4	Angrešt	3
3	Cíl práce.....	4
4	Vyhodnocení jednotlivých odrůd rybízů a angreštů	4
4.1	Návrh nápoje na bázi vína.....	9
5	Závěr.....	10
6	Použitá literatura	10
7	Seznam příloh	11

1 ÚVOD

Už od pradávna je ovoce pro člověka zdrojem cenných výživových a biologicky aktivních látek jako jsou sacharidy, vitamíny, vláknina aj. Také v současné době je jeho spotřeba stále významná. V poslední době je spotřebitelem stále více oblíbena konzumace méně známého ovoce, jako je například rybíz, angrešt, rakytník, bez černý a další. Některé ovoce se pěstuje i divoce, jiné si člověk pěstuje na svých zahrádkách už od nepaměti díky své nenáročnosti a vysokým výnosům. Právě tyto druhy ovoce mají potenciál stát se průmyslově důležitou plodinou.

K ovoci, které jsou spotřebitelem velmi oblíbené, patří plody rostlin rodu *Ribes*, angrešty a rybízy. Tyto druhy mají vysoký obsah zdravotně významných látek, které jsou známé především pro své antioxidační účinky, vitamin C (černý rybíz), fenolické látky a anthokyany (především černý rybíz, případně červený rybíz a některé odrůdy angreštů). Angrešty obsahují nezanedbatelné množství vlákniny, která je pro zdraví člověka velmi důležitá a obsahují pro průmysl důležitý pektin. Pektiny z angreštů se v minulosti využívaly průmyslově úrovní při výrobě džemů a marmelád.

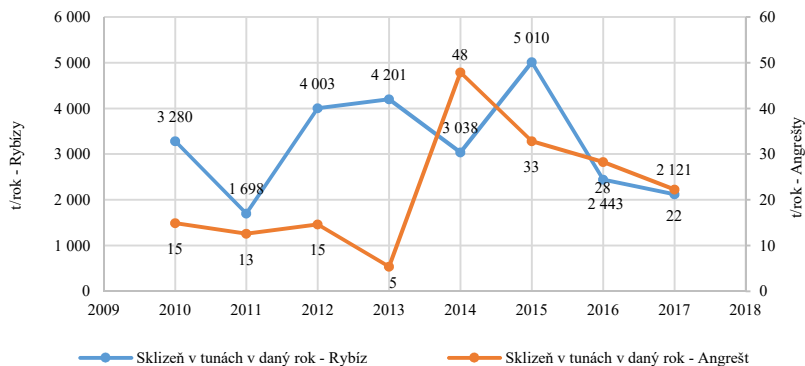
V České republice jsou v posledních letech šlechtěny nové odrůdy angreštů a rybízů, bohužel chybí porovnatelná data o množství zdravotně významných látek. Pro identifikaci a kvantitativní porovnání biologicky aktivních látek se s nástupem moderních technologií využívá velké množství instrumentální. Z hlediska technologického využití mají rybízy a angrešty význam především pro výrobu pasterovaných

šťáv, které jsou schopny uchovat zdravotně významné látky a chuť v téměř nezměněné podobě marmelád, džemů a dále pak pro výrobu dalších potravin.

2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Z širokého sortimentu drobného ovoce byly vybrány dva druhy. Každý z nich je výjimečný obsahem určitých biologicky aktivní látky. Černý rybíz je například jedním z nejbohatších zdrojů vitamínu C. Plody angreštu, červeného a černého rybízu obsahují vyvážený poměr sledovaných biologicky aktivních látek, a proto jsou vhodné k přímé konzumaci. Plody rybízu bílého jsou zejména významným zdrojem vitamínu C pro malé děti, jelikož nemají výrazný obsah kyselin a jsou tedy pro děti více atraktivní. Plody černého rybízu obsahují také významná množství anthokyanů¹.

V současné době je v průměru České republice sklizeno přibližně 3224 t rybízů a 22 t angreštů. Velký nárůst sklizeného ovoce bylo zaznamenáno v roce 2014, viz *Tabulka 1*, kdy se množství vypěstovaného množství angreštů navýšilo z 5 t na téměř 50 t ročně. Toto množství se od roku 2014 opět mírně propadá. Velký skok zaznamenalo také pěstování rybízů, v roce 2015 byl zaznamenán nárůst o téměř 2 000 t za rok. Také toto množství se dlouhodobě snižuje, jak je vidět na *Grafu 1* vyplývajícího z dat Českého statistického úřadu pro zemědělství².



Graf 1 Vývoj situace sklizně za období 2010-2017

2.1 OVOCE RODU *RIBES*

Mezi zástupce rodu *Ribes* řadíme více než 120 známých odrůd, systematicky jsou zařazeny do řádu Lomikanenotvaré, viz *Tabulka 2*. Rybíz a angrešt jsou obecně velice nenáročné rostliny, kterým se daří ve vyšších polohách, vlhkých i suchých půdách a nižších teplotách. Ovoce rodu *Ribes* je bohatým zdrojem nutričně významných látek. Obsahují velké množství kyselin, sacharidů, pektinů, barevných a aromatických složek, vitamínu A a vitamínu C.

Tabulka 1 Taxonomické zařazení

Taxon	Taxonomické zařazení
Říše	Rostliny
<i>Regnum</i>	<i>Plantae</i>
Podříše	Cévnaté rostliny
<i>Subregnum</i>	<i>Tracheobionta</i>
Oddělení	Krytosemenné rostliny
<i>Divisio</i>	<i>Magnoliophyta</i>
Třída	Dvouděložné rostliny
<i>Classis</i>	Rosopsida
Rád	Limikamenotvaré
<i>Ordo</i>	<i>Saxifragales</i>
Čeleď	Meruzalkovité
<i>Familia</i>	<i>Grossulariaceae</i>
Rod	Rybíz
<i>Genus</i>	<i>Ribes L.</i>
Druh	Rybíz černý, rybíz červený, rybíz bílý, angrešt
<i>Species</i>	<i>Ribes nigrum L., Ribes Rubrum L., Ribes glandulosum L., Ribes uva-crispa</i>

2.1.1 BÍLÝ A RYBÍZ

Bílý rybíz vznikl mutací a křížením červených rybízů. Barva bobulí je bílá, krémová až žlutá, někdy až s nádechem do růžova. Pro odrůdy *Jantar*, *Orion* a *Primus* je typická jejich sladkokyselá chuť. Ostatní odrůdy jsou oproti nim kyselější. Obecně platí, že bílý rybíz je méně kyselý než rybíz červený. Bobule bílého rybízu jsou menší, šťavnaté, ale mají velká semena, ale to je dáno tím, že velikost bobulí je oproti červenému a černému rybízu menší. Bílý rybíz se zpracovává s ostatním drobným ovocem na šťávy, marmelády, rosoly atd. Z odrůdy *Jantar* se připravuje bílé ovocné víno, které je chuťově srovnatelné s vínem z pravých hroznů. V odrůdě *Jantar* se nachází nejvyšší množství vitamínu C ^{3,4}.

2.1.2 ČERVENÝ RYBÍZ

Rybíz červený je velice nenáročný na pěstování, na rozdíl od rybízu bílého, který je ze všech rostlin rodu *Ribes L.* nejnáročnější z hlediska půdních podmínek. Odrůdy červeného rybízu dobře snášejí polostín a široké spektrum půd, nejvhodnější je však severní svah⁹ s půdou humózní, písčitohlinitou až jílovitou o kyselém až neutrálním pH s dostatkem vláhy, ideálně v rozmezí nadmořské výšky 400-800 m n. m. a průměrnou roční teplotou 6-8°C ⁴. Ovoce je produkováno na dvou až čtyřletých výhoncích. Výnos je silně závislý na odrůdě a aktuálním podnebí⁹. Plody rostou na delší stopce¹⁰, plodnost je hrozen bobulí, ty dozrávají od června do července, déle vydrží na výhonech a nepřežívají ⁴.

Ze všech ovocných druhů obsahují plody červeného rybízu nejvíce kyselin. Jsou zdrojem vlákniny, vitamínu C, celé skupiny vitamínu B a minerálních látek (Fe, Ca, Mg, Zn). Čerstvé plody mají osvěžující až silně nakyslou chuť ⁴ a jsou vhodné pro výrobu džemů, sirupů, pekárenských a cukrářských produktů¹⁰.

2.1.3 ČERNÝ RYBÍZ

Černý rybíz, *Ribes nigrum*, je polonáročný na teplotu a polohu stanoviště⁴. Černý rybíz nejlépe prospívá v humózních písčitohlinitých půdách s množstvím vláhy a živin^{4,9}. Nejsou pro ně vhodná větrná stanoviště ani slunné jižní svahy⁹.

Jako vhodná stanoviště pro pěstování černého rybízu jsou místa s nadmořskou výškou do 500 m n. m. a s průměrnou roční teplotou v rozmezí 7-9°C⁴. Odrůdy černého rybízu jsou pěstovány ve 1,0-2,0 m vzdálenostech od sebe, v řádcích vzdálených 2-3,5 m po dobu osmi až deseti let^{16,7}. Produkce probíhá na jedno až tříletém dřevě, starší výhony se odstřihávají¹⁶. Méně vhodné pěstování je stromkovou formou⁴.

Plodenstvím je krátký hrozen bobulí, který vyrůstá na středně dlouhých až kratších stopkách, plody dozrávají od poloviny června až do poloviny srpna v závislosti na odrůdě⁴.

Černý rybíz je bohatým zdrojem nejen vitamínu C, ale z hlediska obsahu bioaktivních flavonoidů ho přesahují pouze ostružiny, maliny, lékořice, šípky a plody rakytníku^{4,10}. Dále černý rybíz obsahuje pektinové látky a resveratrol. Vůni a chuť dávají černému rybízu hlavně éterické silice⁴.

V Evropě je černý rybíz surovinou pro výrobu džusů, sirupů a likérů. Barviva z černého rybízu se velice často používají jako přírodní barviva do jogurtů a jiných mléčných produktů¹⁰.

2.1.4 ANGREŠT

Angrešty, odvozené od *Ribes uva-crispa*, se nejvíce pěstují ve Skandinávii a střední Evropě. Americké a evropské odrůdy se od sebe výrazně liší svými nutričními parametry, nejvíce v poměrech fenolických látek¹¹.

Angrešty jsou odolné a nenáročné rostliny na půdní stanoviště. Doporučuje se je pěstovat na písčitohlinitých až hlinitých půdách s nižším obsahem vápenatých solí a s dostatečným množstvím živin. Nejlépe mu vyhovují klimatické podmínky s roční teplotou 7-9°C⁹. Pěstuje se ve formě keře ve vzdálenosti 1-1,5 m v řádku nebo na stromcích s oporou ve vzdálenostech 1-1,2 m. Na vláhu je náročnější než rybíz ale velmi dobře snáší polostín⁹. Většina odrůd má trny⁴. Ty mohou mít velikost od 0,5-3,5 cm v závislosti na odrůdě¹⁰.

Plodí na dvou až tříročních výhoncích¹⁰. Plodem je bobule lidově označována jako „srstka“, (název odvozený od druhu angreštu srstnatého). Plody jsou podobné hroznům svou vůní, chutí a barvou¹⁰. Barevnost je znakem jednotlivých odrůd a kultivarů. Objevují se zelené, žluté, červené až černé zbarvení plodů. Jejich velikost závisí na odrůdě a klimatických podmínkách¹⁰. Velikost plodů se pohybuje od drobných bobulek černého rybízu až po menší švestky. Tvarem mohou být také odlišné, kulaté, oválné, vejčité nebo hruškovité. Dozrávají od poloviny června až do konce července.

Angrešt je velice komplexní bobule s důležitými nutričními vlastnostmi. Obsahuje jednoduché sacharidy, vlákninu, bílkoviny, tuky, vitamíny C, D, E, skupiny B, karoten a celou skupinu minerálních látek (K, Ca, Mg, P, Na, Fe, Mn, Zn a Cu)⁴.

Komerční využití angreštů je značně omezené, proto je najdeme víceméně u malých pěstitelů a zahrádkářů²⁴. Plody se používají do pekařských produktů, jako čerstvé se kompotují nebo se z nich vybírají chuťově typický džem. Přidávají se k jiným druhům ovoce, které obsahují málo pektinových látek na výrobu džemů a marmelád^{4,9}.

3 CÍL PRÁCE

Cílem dizertační práce bylo ve spolupráci s Výzkumným a šlechtitelským ústavem ovocnářským v Holovousích a se soukromým subjektem provést monitoring vybraných fyzikálních a chemických parametrů drobnoplodého ovoce, rybízu a angreštu. Cílem práce bylo vytvořit seznam vhodných odrůd a produkci nového výrobku, konkrétně vinného nápoje s podílem šťávy z rybízu nebo angreštu.

U jednotlivých odrůd rybízu a angreštu sklizených v roce 2014 a 2015 byly sledovány základní charakteristiky, jako je výtěžnost šťáv z plodů, obsah sušiny, obsah titrovatelných kyselin, obsah sacharidů a minerálních látek. Také bylo sledováno množství bioaktivních látek jako je obsah vitamínu C, fenolických a anthokyanových látek. Použité byly normované metody nebo optimalizované metody využívané na FCH VUT v Brně. Rozdíly mezi jednotlivými odrůdami a barevnými variantami byly vyhodnoceny statistickými metodami.

4 VYHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ODRŮD RYBÍZŮ A ANGREŠTŮ

Na základě získaných výsledků byly pomocí statistického zpracování výsledků rozděleny jednotlivé barevné varianty rybízů a angreštů do pořadí dle nejvyššího obsahu biologicky aktivních látek a obsahu jednotlivých minerálních látek v plodech.

Vzhledem k tomu, že u některých odrůd nebyly provedeny veškeré analýzy, nebylo možné tyto charakteristiky hodnotit. Dále není vhodné srovnávat vlastnosti např. bílých odrůd rybízů s obsahy látek v černých plodech rybízů. Proto bylo srovnání provedeno vždy v dané barevné variantě.

V bílých odrůdách rybízů bylo k dispozici celkem pět odrůd. Nicméně z důvodů nízké úrodnosti těchto plodů nebyly provedeny veškeré analýzy, proto také výsledné hodnocení není zcela objektivní. Nejvíce analýz bylo provedeno u odrůdy *Olin*, *Primus* a *Blanka*. Tyto odrůdy byly k v dostatečném množství k dispozici v obou sklizňových rocích. Navzdory tomu byla velmi dobře hodnocena odrůda *Jantar*. U této odrůdy nebyly ve sklizňovém roce 2014 proměřeny hned tři parametry, obsah polyfenolických látek, vitamínu C a anthokyanových barviv. Nejméně analýz bylo provedeno u odrůdy *Orion*, který z těchto důvodů řadíme jako nejméně vyhovující, viz *Tabulka 2*.

Tabulka 2 Finální hodnocení odrůd bílých rybízů dle výsledků sklizňových let 2014 a 2015

Odrůda	Finální hodnocení	Pořadí dle skóre
Blanka	36,5	4.
Jantar	46,5	2.
Olin	49,0	1.
Orion	17,5	6.
Primus	46,0	3.
Viktoria	23,5	5.

Odrůda *Olin* byla z hlediska obsahu látek v plodech hodnocena jako odrůda sladkokyselá, s vyšší hodnotou titrační kyselosti ($422,54 \pm 1,03 \text{ mmolH}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$) a pH ($2,98 \pm 0,01$), a vyšším obsahem redukujících sacharidů ($3,03 \pm 0,07 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a jednotlivých sacharidů (D-glukosa - $1,91 \pm 0,08 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$, D-fruktosa - $0,57 \pm 0,01 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$). Plody odrůdy *Olin* obsahovaly průměrnou koncentraci fenolických látek ($95,31 \pm 1,62 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), ale stejně jako všechny plody bílého rybízu měli velmi nízkou koncentraci anthokyanových barviv. V porovnání s ostatními odrůdami bílého rybízu pak odrůda *Olin* obsahuje vyšší koncentrace jednotlivých minerálních látek, zejména pak železa ($3,42 \pm 0,01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), hořčíku ($37,4 \pm 1,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a manganu ($0,340 \pm 0,006 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$).

Velmi nízké hodnocení odrůdy *Orion*, bylo právě zapříčiněno nejmenším množstvím provedených analýz v obou rocích sklizně (12). Oproti tomu u odrůd *Olin*, *Primus* a *Blanka* byly provedeny všechny analýzy (23).

Odlíšná situace byla při hodnocení červených odrůd rybízů. Veškeré testované odrůdy byly v dostatečném množství sklizeny v obou letech, tzn., že u všech odrůd červených rybízů bylo provedeno všech dvacet tři analýz.

Tabulka 3 Finální hodnocení odrůd červených rybízů dle výsledků sklizňových let 2014 a 2015

Odrůda	Finální hodnocení	Pořadí dle skóre
Detvan	50,0	3.
Jesan	51,5	2.
Junnifer	53,0	1.
J.V.Tets	45,5	5.
Kozolupský raný	39,0	8.
Losan	40,0	7.
NŠLS	31,0	10
Rovada	50,0	3.
Rubigo	46,0	4.
Stanca	35,0	9.
Tatran	45,0	6.

Ze všech jedenácti analyzovaných odrůd červených rybízů byla nakonec hodnocena nejlépe sladkokyselá odrůda *Junnifer*. Následně potom *Jesan* a *Detvan* s *Rovada*, viz *Tabulka 3*.

Odrůda *Junnifer* vykazovala velmi vyrovnané vlastnosti. Obsah redukujících sacharidů ($7,46 \pm 0,25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a obsah jednotlivých sacharidů (glukosa, $2,96 \pm 0,06 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$; fruktosa, $1,66 \pm 0,19 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$; sacharóza, $0,35 \pm 0,08 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), pH šťávy odrůdy *Junnifer* byla $2,85 \pm 0,02$ a obsah fenolických látek ($163,30 \pm 1,71 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$). Tato odrůda měla vysoký obsah vitamínu C ($50,47 \pm 1,64 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$). Naopak tato odrůda obsahovala ve svých plodech průměrně nižší koncentraci

minerálních látek, konkrétně draslíku ($1272 \pm 4 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), manganu ($0,204 \pm 0,012 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), železa ($3,42 \pm 0,01 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a vápníku ($91,7 \pm 0,1 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$).

Druhou velmi dobře hodnocenou odrůdou červených rybízů byla odrůda *Jesan*. Tato odrůda vykazovala velmi vysokou výtěžnost šťávy ($63,3 \pm 0,3 \%$), nejvyšší pH hodnotu šťávy ($3,15 \pm 0,01$), nižší obsah titrovatelných kyselin ($263,36 \pm 0,43 \text{ mmolH}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$), vysoký obsah vitamínu C ($53,37 \pm 1,95 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a dosahovala vysoké antioxidační kapacity $60,67 \pm 0,42 \%$. Koncentrace minerálních látek v této odrůdě byla: fosfor ($252 \pm 18 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), zinek ($0,86 \pm 0,08 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), vápník ($147 \pm 4 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), draslík ($1469 \pm 62 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a sodík ($45,8 \pm 0,4 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$).

Nejhůře hodnocenou odrůdou byla odrůda *NŠLS 11/6*, která vykazovala velmi průměrné výtěžnosti šťáv, velmi nízký obsah redukujících sacharidů a jednotlivých sacharidů. Naproti tomu tato odrůda obsahovala velmi vysoké obsahy minerálních látek jako je měď ($0,953 \pm 0,009 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), zinek ($0,9 \pm 0,1 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$). Obsah titrovatelných kyselin ($403,54 \pm 0,93 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) byl v této odrůdě vyšší a šťáva z této odrůdy tak měla nízkou hodnotu pH, ($2,81 \pm 0,01$).

Množství provedených analýz u plodů černých odrůd rybízů bylo velmi podobné jako u bílých rybízů. Pouze u několika odrůd byla provedena kompletní sada analýz (celkem pouze 4 odrůdy – *Ometa*, *Démon*, *Ben Gairm* a *Morávia*), nicméně ani u černých odrůd výsledky ze všech analýz nezaručovaly nejlepší umístění na základě výsledků skóre, viz *Tabulka 4*.

Tabulka 4 Finální hodnocení odrůd červených rybízů dle výsledků sklizňových let 2014 a 2015

Odrůda	Finální hodnocení	Pořadí dle skóre
Ben Gairm	36,5	6.
Ben Conan	29,0	9.
Ben Hope	39,0	4.
Ben Lomond	30,5	7.
Ceres	14,5	11.
Démon	48,0	2.
Fokus	23,0	10.
Lota	36,5	6.
Morávia	30,0	8.
Ometa	56,5	1.
Ruben	38,5	5.
Triton	42,5	3.

Nejlepšího výsledku dosáhla odrůda *Ometa*. Celkově tato odrůda obstála s velmi dobrými výsledky u analýz definující obsah sušiny v plodech (celková - $18,79 \pm 0,19 \%$ a rozpustná - $19,33 \pm 0,08 \%$), redukující sacharidy ($9,85 \pm 0,15 \text{ g. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), jednotlivé sacharidy (glukosa - $2,22 \pm 0,21 \text{ g. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$, fruktosa - $3,62 \pm 0,07 \text{ g. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$ a sacharóza - $0,68 \pm 0,06 \text{ g. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), obsahem anthokyanů ($231,83 \pm 0,13 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a antioxidační kapacitu ($69,43 \pm 1,34 \%$). Tato odrůda navíc obsahuje velmi vysoké koncentrace minerálních látek jako je měď ($18,5 \pm 0,5 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), hořčík ($122 \pm 11 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a zinek ($4,3 \pm 0,3 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$). Nicméně u některých analýz byly výsledky průměrné, až podprůměrné. Jedním z těchto parametrů byla výtěžnost šťávy z plodů ($55,3 \pm 0,3 \%$), dále

pak obsahovala nízkou hodnotu titrační kyselosti ($386,01 \pm 0,15 \text{ mmolH}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$), což jen podtrhuje její obecné označení jako sladší odrůdu. Obsahovala také nižší obsah fenolických látek ($449,63 \pm 0,30 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$).

Druhou velmi dobře hodnocenou odrůdou mezi černými odrůdami rybízu je odrůda *Démon*. Tato odrůda měla pH šťávy $3,01 \pm 0,01$ a titrační kyselost $458,27 \pm 0,14 \text{ mmolH}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$. Ve výsledku to znamená, že tuto odrůdu stejně jako odrůdu *Ometa*, neřadíme do odrůd kyselých. Napovídá tomu také vyšší obsah redukujících sacharidů ($7,80 \pm 0,09 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a jednotlivých sacharidů (glukosa - $1,98 \pm 0,12 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$, fruktosa - $3,00 \pm 0,14 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$, sacharóza - $0,75 \pm 0,09 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$). Vyšší hodnoty byly také zjištěny v rámci srovnání celkové sušiny s ostatními odrůdami ($18,75 \pm 0,05 \%$). Dále tato odrůda vykazuje také vyšší antioxidační kapacitu ($66,63 \pm 0,71 \%$). Obsah fenolických látek a anthokyanových barviv je přitom průměrný. Obsah minerálních látek v odrůdě *Detvan* byl také průměrný až nízký.

Nejhůře hodnocenou odrůdou byla na základě skoré odrůda *Ceres*, nicméně právě tato odrůda byla testována plnohodnotně pouze u třinácti analýz, z toho devět minerálních prvků, výsledky tudíž nejsou plně ekvivalentní. Navzdory tomu lze konstatovat, že tato odrůda obsahovala velmi vysoké množství vitamínu C ($249,32 \pm 0,10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), a naopak nízké koncentrace minerálních látek př. sodík ($20 \pm 2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), draslík ($1357 \pm 20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a železo ($2,37 \pm 0,08 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$).

Závěrečné hodnocení angreštů bylo opět rozděleno na jednotlivé barevné varianty angreštů, jelikož srovnání mezi zelenými a žlutými s červenými angrešty by bylo velmi nesměrodatné.

V rámci zelených angreštů bylo analyzováno celkem pět odrůd, z toho u dvou odrůd (*Prima* a *Rodník*) byly provedeny pouze čtyři druhy analýz. Stalo se tak zejména proto, že v roce 2015 byla velmi nízká úrodnost těchto plodů a bylo nutné provést prioritní analýzy.

Z toho důvodu bylo provedeno pouze srovnání tří odrůd (*Mucurines*, *Zebín* a *Rixanta*). Z těchto tří odrůd dopadla nejlépe v závěrečném hodnocení odrůda *Zebín*, viz *Tabulka 5*. Tato odrůda se vyznačovala vyšším (ve své skupině) obsahem fenolických látek ($116,22 \pm 0,18 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), vysokou antioxidační aktivitu ($72,22 \pm 0,13 \%$) a koncentrací minerálních látek jako je železo ($5,40 \pm 0,10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), zinek ($3,48 \pm 0,01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), mangan ($1,3 \pm 0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$). Významnou roli v závěrečném hodnocení hrála i velmi vysoká výtěžnost šťávy ze 100 g plodů ($70,4 \pm 0,1 \%$). Naopak obsah anthokyanových barviv ($0,06 \pm 0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), vitamínu C ($27,30 \pm 0,10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), draslíku ($1312 \pm 103 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), mědi ($0,64 \pm 0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), hořčiku ($61 \pm 3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a fosforu ($231 \pm 12 \text{ mg}$)

Tabulka 5 Finální hodnocení odrůd zelených angreštů dle výsledků sklizňových let 2014 a 2015

Odrůda	Finální hodnocení	Pořadí dle skóre
Mucurines	19,0	2.
Prima	8,0	5.
Rixanta	18,5	3.
Rodník	11,0	4.
Zebín	22,0	1.

Druhou hodnocenou odrůdou byla odrůda *Mucurines*, tato odrůda byla velmi vyrovnanou odrůdou s vyšším obsahem minerálních látek obecně, především mědi ($0,7 \pm 0,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), železa ($5,50 \pm 0,40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), hořčiku ($92 \pm 7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), fosforu ($421 \pm 15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), vápníku (355 ± 8

mg. kg⁻¹.10⁻¹), draslíku (1718±86 mg. kg⁻¹.10⁻¹) a sodíku (25±1 mg. kg⁻¹.10⁻¹). Obsah fenolických látek a vitamínu C v této odrůdě byl však nízký.

Odrůda *Rixanta* obsahovala také velmi vyrovnané koncentrace všech sledovaných charakteristik. Nižší u této odrůdy byla výtěžnost šťávy (58,6±0,2 %), obsah fenolických látek a anthokyanových barviv (113,80±0,01 mg. kg⁻¹.10⁻¹ resp. 0,12±0,01 mg. kg⁻¹.10⁻¹).

V rámci žlutých angreštů byla situace velmi podobná. Byly k dispozici pouze čtyři vzorky, z toho dvě odrůdy byly k dispozici pouze ve velmi malém množství (*Darek* a *Zlatý Fík*), u těchto odrůd bylo provedeno pouze pět analýz a ze závěrečného hodnocení byly tedy vyřazeny. Nicméně u zbylých dvou odrůd (*Citronový obří* a *Invicta*) bylo finální skóre stejné, 22,5 bodů, viz *Tabulka 6*.

Tabulka 6 Finální hodnocení odrůd žlutých angreštů dle výsledků sklizňových let 2014 a 2015

Odrůda	Finální hodnocení	Pořadí dle skóre
Citronový obří	22,5	1.
Darek	5,0	3.
Invicta	22,5	1.
Zlatý Fík	13,0	2.

Odlíšná situace nastala v porovnání finálního skóre u odrůd červených. V této skupině bylo testováno celkem devět odrůd a pouze jedna odrůda musela být z důvodu nedostatku výsledků vyloučena z finálního hodnocení. Touto odrůdou byla odrůda *Tamara*, u které byly provedeny pouze tři analýzy (obsah polyfenolických látek, anthokyanových barviv a stanovení celkové antioxidační kapacity), nicméně v porovnání s ostatními odrůdami v těchto hodnotách vycházela průměrně.

Dle očekávání odrůda *Černý Neguš* (na základě jejího vzhledu) dosáhla nejvyššího hodnocení hned v několika parametrech (obsah fenolických látek a anthokyanových barviv), viz *Tabulka 7*. Byla také hodnocena jako nejlepší odrůdou ze všech testovaných odrůd rybízů a angreštů. Tato odrůda vynikala v podstatě v 80 % testovaných parametrů. Nejvyšší hodnoty a tím pádem nejlépe byla hodnocena právě v již zmíněných parametrech (obsah polyfenolických látek - 461,78±0,12 mg. kg⁻¹.10⁻¹, anthokyanových barviv - 259,40±0,13 mg. kg⁻¹.10⁻¹), dále pak v antioxidační aktivitě (66,07±0,74 %) a v obsahu vitamínu C (64,03±0,25 mg. kg⁻¹.10⁻¹). Tato odrůda také měla vyšší hodnoty pH šťávy (3,23±0,01) z čehož také plyne, že i obsah titrační kyselosti byl nižší (327,68±1,63 mmolH⁺.kg⁻¹) a tato odrůda může být hodnocena jako méně kyselá. Také výtěžnost šťávy z plodů byla vyšší (61,3±0,3 %). Vyšší byl také obsah redukujících sacharidů (9,15±0,02 g. kg⁻¹.10⁻¹), jednotlivých sacharidů kromě sacharózy také vykazoval vyšší hodnoty (glukosa - 2,59±0,12 g. kg⁻¹.10⁻¹, fruktosa - 3,58±0,12 g. kg⁻¹.10⁻¹) a také minerálních prvků. Průměrné hodnoty vykazovala odrůda *Černý Neguš* v parametrech celkové a rozpustné sušiny (15,95±0,15 % resp. 13,51±0,04 %).

Tabulka 7 Finální hodnocení odrůd červených angreštů dle výsledků sklizňových let 2014 a 2015

Odrůda	Finální hodnocení	Pořadí dle skóre
Alan	46,0	3.
Himnomacki Rot	27,5	7.
Karát	40,0	4.
Karmen	35,0	5.
Krasnolawjanskij	33,5	6.
Remarka	24,0	8.
Rolonda	51,0	2.
Tamara	7,0	9.
Černý Neguš	60,0	1

Druhou nejlépe hodnocenou odrůdou byla Rolonda. Tato odrůda vynikala v následujících parametrech: rozpustná sušina ($13,96 \pm 0,09$ %), formolové číslo ($37,67 \pm 0,19 \text{ cm}^3 \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{NaOH} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), obsah glukosy ($2,67 \pm 0,10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), obsah fruktosy ($3,83 \pm 0,12 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), obsah sacharózy ($0,26 \pm 0,04 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), obsah vitamínu C ($30,21 \pm 0,21 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a obsah hořčičku ($121 \pm 5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), fosforu ($382 \pm 40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), vápníku ($412 \pm 32 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), mědi ($0,9 \pm 0,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a také železa ($5,40 \pm 0,30 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$). Průměrných hodnot takto odrůda dosahovala ve výtěžnosti šťávy, pH (tím pádem také v titrovatelné kyselosti), v obsahu redukujících sacharidů, polyfenolických látek, anthokyanových barviv a antioxidační aktivity. Nízká hodnota byla stanovena pro celkovou sušinu ($14,58 \pm 0,04$ %).

Poslední, nejhůře hodnocenou odrůdou, byla odrůda Remarka, která se jeví v podstatě jako pravý opak odrůdy Černý Neguš. Pouze hodnota výtěžnosti šťáv ($63,8 \pm 0,2$ %) byla hodnocena velmi vysoko, stejně jako obsah zinku ($4,00 \pm 0,10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a vápníku ($297 \pm 20 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$). Titrací kyselost, koncentrace vitamínu C a koncentrace mědi byla hodnocena jako průměrná. Naopak pH šťávy ($2,72 \pm 0,00$), celková sušina ($12,10 \pm 0,03$ %), rozpustná sušina ($11,40 \pm 0,06$ %), obsah redukujících sacharidů ($6,84 \pm 0,18 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), jednotlivých sacharidů (glukosa - $1,81 \pm 0,14 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$, fruktosa - $2,73 \pm 0,08 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), fenolických látek ($70,61 \pm 0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), anthokyanových barviv ($3,16 \pm 0,10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$), celkové antioxidační kapacity ($27,08 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-1}$) a obsah minerálních látek kromě již zmíněných prvků (zinek a vápník) byly hodnoceny podprůměrně.

4.1 NÁVRH NÁPOJE NA BÁZI VÍNA

Na základě výsledného hodnocení jednotlivých odrůd byl navržen nápoj na bázi bílého vína poskytnutý soukromým subjektem. Z pohledu současného spotřebitele byla vybrána pouze nejatraktivnější varianta, tedy odrůda černých rybízů, *Ometa* a odrůda červeného angreštu, *Černý Neguš*.

Z těchto odrůd byl laboratorně připraven dvousložkový nápoj na bázi bílého vína různým poměrem míchání, viz Tabulka 8.

Tabulka 8: Kombinovaný nápoj na bázi bílého vína a šťávy z plodů rybízu, angreštu

Označení kombinovaného nápoje	Poměr vody (%)	Poměr bílého vína (%)	Poměr šťávy z plodů (%)	Hroznový mošt (%)
1ČR	50	30	5	15
2ČR	50	20	15	15
1ČA	50	30	5	15
2ČA	50	20	15	15

Senzorické testování probíhalo pouze v rámci prezentace výsledků jednotlivých odrůd rybízů a angreštů. Na základě ochutnávky byl zvolen kombinovaný nápoj s označením 1ČA (černý angrešt) a 1ČR (černý rybíz), tedy nápoje s obsahem 5 % ovocné šťávy. Tyto nápoje byly předloženy širšímu hodnocení v rámci rozhodovacího procesu soukromého subjektu.

Finální dva nápoje byly senzorycky vyhodnoceny, vedení společnosti se shodla na nápoji 1ČR, nápoj byl čirý, méně sladký s dostatečným obsahem biologicky aktivních látek.

Soukromý subjekt podal ve spolupráci s Fakultou chemickou Vysokého učení technického v Brně návrh na užitečný vzor, který byl dne 13. prosince 2016 podán, viz Příloha A.

5 ZÁVĚR

Angrešty a rybíz patří mezi tradičně v kultuře pěstované, ovocnářsky využívané druhy na území České republiky. Mají praktické využití pro produkci ovoce, farmacie a potravin různého druhu. Po stránce dietetické angrešt obsahuje mnoho cenných látek, obsahuje stejně vitamínu C jako citrony, vitamínu E a dalších vitamínů skupiny B. Je bohatý na antioxidanty a minerální látky jako je draslík, fosfor, vápník, hořčík, železo, zinek, mangan a měď. Rybíz je bohatým zdrojem nejen vitamínu C, ale i jiných vitamínů. Z hlediska bioaktivních flavonoidů je jich více v ovocných druzích jen v ostružinách, malinách, šípkách a plodech rakytníků. Obsahuje velké množství pektinů. Navíc černý rybíz patří mezi rostlinné antioxidanty.

Cílem práce bylo vytvořit seznam doporučených odrůd pro návrh nového typu výrobku – nápoje na bázi vinného moštu. Jako nejvhodnější odrůdy byly vybrány zástupci jednotlivých barevných variant s ohledem na potenciál u současného spotřebitele. Těmito odrůdami jsou: Ometa (z černých rybízů) a Černý Neguš (z červených angreštů). Ze šťáv těchto odrůd byl připraven návrh nápoje, který byl hodnocen soukromým subjektem. Na základě výsledků byl vybrán nápoj s 5 % ovocné šťávy z černého rybízu, Ometa.

6 POUŽITÁ LITERATURA

- DOLEJŠÍ, Antonín, Vladimír KOTT a Lubomír ŠENK. *Méně známé ovoce*. Praha: Brázda, 1991. Zahrádka (Brázda). ISBN 80-209-0188-4.

- ² Český Statistický úřad: Odhady sklizně - operativní zprávy. *www.czso.cz: Odhady sklizně - operativní zprávy* [online]. 2017 [cit. 2017-12-18]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso>
- ³ HARANT, Miloš a Vladimír. *Pěstujeme bobuloviny*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 07-059-74.
- ⁴ NESRSTA, Dušan, Tomáš JAN a Milan HANČ. *Drobné ovoce a skořápkoviny: přes 140 barevných fotografií a popisů odrůd*. Olomouc: Baštan, 2013. ISBN 978- 80-87091-40-1.
- ⁵ Jukka. *Rybíz stromkový* [online]. Tovačov: 1, 2020 [cit. 2020-08-30]. Dostupné z: <https://www.jukka.cz/rybiz-stromkovy-bily-blanka.htm>
- ⁶ Jukka. *Rybíz stromkový* [online]. Tovačov: 1, 2020 [cit. 2020-08-30]. Dostupné z: <https://www.jukka.cz/rybiz-stromkovy-bily-jantar.htm>
- ⁷ Zahradnictví Flos. *Rybíz bílý - Olin* [online]. Řež u Prahy: Zahradnictví FLOS, 2020 [cit. 2020-08-30]. Dostupné z: <https://www.zahradnictvi-flos.cz/16893-ribes-album-olin-rybiz-bily-olin.html>
- ⁸ Sempra Praha, a.s.: Pěstitelská stanice Velké Losiny. *Původní odrůdy a novinky ze ŠS Velké Losiny* [online]. Velké Losiny: Sempra Praha, 2017 [cit. 2020-08-30]. Dostupné z: <http://sempra.vlosiny.sweb.cz/pestovane-druhy.html>
- ⁹ NEČAS, T. Multimediální učební texty Ovocnářství, Brno [online] 2004 [cit. 2014-02-13]. Dostupné z: http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/551/ustav_551/eltronic_ovoce
- ¹⁰ BARNEY, D. L. and E. FALLAHI. Currant, Gooseberries and Jostaberries: A:guide for growers, marketers and reserchers in North America. *University of Idaho* [online]. 2005 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: www.taylorandfrancis.com
- ¹¹ JORDHEIM, Monica, Finn MÅGE a Øyvind M. ANDERSEN. Anthocyanins in Berries of Ribes Including Gooseberry Cultivars with a High Content of Acylated Pigments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007, **55**(14), 5529-5535. DOI: 10.1021/jf0709000. ISSN 0021-8561. Dostupné také z: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf0709000>

7 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Užitný vzor

Příloha B Životopis

Příloha C Publikace

PŘÍLOHA A



ÚŘAD PRŮMYSLUVÉHO
Antonína Čermáka 2a 160

WWW.UPV.CZ

Tel.: 220 383 111

Fax: 224 324

E-mail:

Datová schránka:

Číslo spisu: PUV 2016-33171

Základní bibliografie

(21)	Číslo přihlášky	2016-33171
(11)	Číslo zápisu	30308
(22)	Datum podání	13.12.2016
(54)	Název	CS: Kombinovaný nápoj na bázi vína a ovocné šťávy EN: A combined beverage on the basis of wine and fruit juice
(71/73)	Přihlašovatel/Majitel	VINAŘSTVÍ Velké Bílovice s.r.o., Čejkovská 772, 691 02 Velké Bílovice, Česká republika Vysoké učení technické v Brně, Antonínská 1, 601 90 Brno, Česká republika
(72/75)	Původce	Jiří Krevňák, Břeclav, Česká republika RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D., Brno, Česká republika Ing. Miroslava Zábranská, Jemnice, Česká republika Ing. Zuzana Jurečková, Těšany, Česká republika
	Zástupce	INPROCHES Patentová a známková kancelář, Mgr. Alžběta Jurtíková, patentová zástupkyně, Mezírka 1, 602 00 Brno, Česká republika
	Stav	Platný dokument
	Druh	PUV - národní s žádostí o zapsání do rejstříku

PŘÍLOHA B

Osobní údaje:

Jméno a příjmení: Ing. Zuzana Jurečková
Datum a místo narození: 9. prosince 1987, Opava
Trvalé bydliště: Těšany 171, Těšany 664 54
e-mail: zuzkajureckova@gmail.com

Studium:

2012 – nyní Doktorské studium. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická.
Program: *Chemie a technologie potravin*, obor: *Potravinářská chemie*

Téma dizertační práce: *Využití drobného ovoce k přípravě potravinářských výrobků s řadou zdravotních výhod.*

2010 – 2012

Magisterské studium. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická.
Program: *Chemie a technologie potravin*, obor: *Potravinářská chemie a biotechnologie*

Téma magisterské práce: *Chromatografická stanovení jednoduchých sacharidů ve vybraných nápojích.*

2007 – 2010

Bakalářské studium. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická.
Program: *Chemie a technologie potravin*, obor: *Potravinářská chemie*
Téma bakalářské práce: *Prebiotické sladidlo – Tagatosa.*

Zaměstnání:

2019 – nyní

GoodMills Česko, s.r.o., mlýn Kyjov

Pozice: Vedoucí laboratoře

Náplň práce: Dokumentační práce, interní auditor, auditor třetích stran a dodavatelské audit, hodnocení kvality dle standardů HACCP, IFS, GMP+ standardů, výběr suroviny pro zpracování, vedení zaměstnanců v laboratoři, verifikace a hodnocení jednotlivých technik v laboratoři a provozu výroby dle platných požadavků zákazníků nebo zavedených standardů. Finální kontrola výrobků. Komunikace se zákazníky, technologická podpora u zákazníků ve výrobě. Vývoj nových výrobků dle požadavků zákazníků. Vedení záznamu o reklamaci. Komunikace s kontrolními úřady – krajská hygienická stanice, Životní prostředí, SZPI, UKZUZ aj.

2017 – 2019

GoodMills Česko, s.r.o., mlýn Kyjov

Pozice: QA pro výrobu a klíčové zákazníky

Náplň práce: Výběr suroviny pro zpracování, vedení zaměstnanců v laboratoři, verifikace a hodnocení jednotlivých technik v laboratoři a provozu výroby dle platných požadavků zákazníků nebo zavedených standardů. Finální kontrola výrobků. Komunikace se zákazníky, technologická podpora u zákazníků ve výrobě. Vývoj nových výrobků dle požadavků zákazníků. Vedení záznamu o reklamaci.

2016 – 2017

GoodMills Česko, s.r.o., mlýn Litoměřice

Pozice QA pro výrobu

Pracovní náplň: Vedení zaměstnanců v laboratoři, verifikace a hodnocení jednotlivých technik v laboratoři a provozu výroby dle platných požadavků zákazníků nebo zavedených standardů.

Výuka:

Praktikum z instrumentální a strukturní analýzy: ak. rok 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016 (Vysokoučinná kapalinová chromatografie).

Vedení experimentálních částí diplomových prací.

Účast na konferencích:

Chemie je život, rok konání 2014

Prezentace výsledků, Lékařská fakulta MU, Brno, rok konání 2013

XV. konference mladých vědeckých pracovníků s mezinárodní účastí, rok konání 2013

Publikace:

VESPALCOVÁ, M.; LOŠKOVÁ, T.; JUREČKOVÁ, Z.; ŠTURSA, V.; POŘÍZKA, J.; DIVIŠ, P. *Processing of pomace from chokeberry and elderberry. 7th Meeting on Chemistry and Life 2018. Book of abstracts.* 2018. s. 71-71.

ŠTURSA, V.; DIVIŠ, P.; JUREČKOVÁ, Z.; MATĚJÍČEK, A. *Analysis of red currant (Ribes Rubrum) and red gooseberry (Ribes Uva-Crispa) varieties by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy.* In Proceedings of International PhD students conference, (MENDELNET 2016). 2016. s. 669-674. ISBN: 978-80-7509-443-8.

DIVIŠ, P.; POŘÍZKA, J.; JUREČKOVÁ, Z. *Characterization of Czech beer: chemical composition and antioxidant properties.* 39. International Symposium on Environmental Analytical Chemistry. 2016.

DIVIŠ, P.; JUREČKOVÁ, Z.; MATĚJÍČEK, A.; KAPLAN, J.; KŘENOVÁ, A. *Porovnání celkové antioxidační aktivity červenoplodých odrůd angrešt pěstovaných ve tvaru keře a dvoukmeného vřetene. Vědecké práce ovocnářské. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o. GC GE,* 2015, č. 24, s. 13-16. ISSN: 0231-6900.

OLŠOVCOVÁ, Z.; VESPALCOVÁ, M. *D-tagatose, new sweetener with health benefits.* Chemie je život, Sborník abstraktů. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, 2014. s. 84-84. ISBN: 978-80-214-5077- 6.

OLŠOVCOVÁ, Z.; VESPALCOVÁ, M. *Prebiotické sladidlo Tagatosa.* In *XV.konference mladých vědeckých pracovníků s mezinárodní účastí.* 2013.s.77-80.ISBN: 978-80-7305-650- 6.

PŘÍLOHA C

Článek zaslaný do Erwerbs-Ostbau, časopisu s IF:

Fruit characteristics of different varieties of Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) cultivated in the Czech Republic

Zuzana Jurečková¹, Pavel Diviš^{1*}, Jitka Cetkovská¹, Milena Vespalcová¹, Jaromír Pořízka¹ and Vojtěch Řezníček²

¹Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Purkynova 118, Brno 61200, Czech Republic

²Mendel University in Brno, Faculty of Horticulture, Zemedelska 1, Brno 61300 Czech Republic

*corresponding author: assoc.prof. Pavel Diviš, divis@fch.vut.cz, <https://orcid.org/0000-0001-6809-0506>

Abstract

The use of the fruit of the *Cornus mas* L. in the food industry has a long tradition in the Czech Republic. Although these fruits currently belong to marginal species, there is an increasing interest in cultivating this crop. The main goal of the present study was to determine pomological properties of 6 varieties and 4 ecotypes of *Cornus mas* L. fruit grown in the Czech Republic and to find out whether it is possible to differentiate these varieties and ecotypes from one another by means of analysis of variance of the obtained data. To exclude the impact of climatic conditions, fruits harvested in three seasons (2010-2012) were analysed. The results showed, that the chemical composition of *Cornus mas* L. varieties or ecotypes originating in the Czech Republic ('Ruzynsky', 'Tisnovsky', 'Olomoucky') Ukraine ('Elegantni', 'Vydubecky', 'Vysegrodsky', 'Lukjanovsky'), Austria ('Fruchtal', 'Jolico') and Slovakia ('Sokolnicky') is significantly different. Varieties or ecotypes of *Cornus mas* L. originating in the Czech Republic contained high amount of ascorbic acid (avg. 315 mg kg⁻¹ f.w.). Varieties of *Cornus mas* originating in Austria were rich in polyphenols (avg. 3456 mg kg⁻¹ f.w.). Slovakian ecotype of *Cornus mas* 'Sokolnicky' contained the highest amount of citric acid (avg. 0.53 g kg⁻¹ f.w.). Ukrainian varieties were characterized by a higher content of trace elements (avg. 2.41 mg kg⁻¹ Cu and 3.37 mg kg⁻¹ Zn f.w.).

Key words: *Cornus mas* L. · Geographical origin · Fruit characteristics · Less known fruit · Czech Republic

1. Introduction

Comus mas L. has its origin in southern Europe and in the foothills of the Caucasus. From there it gradually spread over Turkey, Romania and Bulgaria and western Asia. It is classified among thermophilic, less widespread fruit species. It grows on sloping land, on the edge of the forest, lighted, dry forests, light spruce and subxerophilic oak forests, more often on limestone substrates. Suitable soil for growth is stony, shallow, dry, and neutral to slightly alkaline. It is most commonly found as a shrub, or a smaller tree growing up to a height of 5-8 m. The treetop is spherical, usually dense, and regular. The

fruits are two-sided stone fruits, ellipsoidal, cylindrical to pear-shaped, dark cherry red, pink and yellow (Dokoupil and Reznicek 2012). Cornelian cherry is a biologically valuable fruit species. These fruit represent a rich source of polyphenols and other antioxidants, vitamin C, mineral elements, dietary fiber etc. (Dinda et al. 2016). Fruit can be used for direct consumption or for processing purposes. Various products such as marmalade, jam, compote, liquors or wines are made from cornelian cherry (Begic-Akagic et al. 2013, Tesevic et al. 2009, Gastol et al. 2013)

Although Cornelian cherry is usable in the fruit industry, its role in landscape protection is also not negligible. The cornelian cherry bush produces a rich root system, consolidates hills and prevents erosion. It is a great polyline tree. Due to its longevity, low-cost conditions and high frost resistance, it belongs to species contributing to the improvement of the environment (Paprstejn et al. 2009). In today's way of farming on agricultural land, cultivation of unusual species becomes a neglected area, and efforts need to be made not only in the preservation of genetic resources, to promote their generic expansion among small growers, but also in opportunities to integrate these species into the entire agrarian sector.

In earlier times cornelian cherry was widely cultivated in the Czech Republic, nowadays it is nearly forgotten, although it still wildly grows in central and southwestern Bohemia and in southern and central Moravia, thus in various parts of the Czech Republic. The most common cultivars occurring in the Czech Republic (CZ) are Ukrainian (UA), Austrian (AU) or Slovak (SK). Elegantny (UA) cultivar matures moderately early in late August and September. The fruits are medium to large with an average weight of 3.16 - 5.31 g, cylindrical elongated with a neck, of regular shape. The fruit color is dark cherry, the pulp is juicy with a specific flavor. Lukjanovsky (UA) cultivar matures in the late summer, usually in the middle of September. The fruits are large, reaching average weights of about 5.05 g. Their shape is bulbous to pear-shaped with a shiny glossy peel. The pulp is juicy, dark red, with a specific flavor. Vydubecky (UA) cultivar ranks among the early varieties, ripening at the end of August. The fruits are large, elongated oval to pear-shaped, dark red in color, the flesh is juicy with a typical semolina aroma. Vysegrodsky (UA) cultivar matures late in the summer. Large fruits are oval to cylindrical, with an average weight of 3.65 to 5.60 g. The shape of the fruit is not constant, it is influenced by the growing environment. Ripe fruits are dark cherry colors with shiny, thin peel, sour sweet taste. Fruits of Fruchtal (AU) cultivar mature in moderate to moderate size, average weight ranges from 3.57 to 4.08 g. Drupes are regular, oval, appetizing, and strongly red to dark red in color. The pulp is juicy, pleasantly acidic. Jolico (AU) cultivar matures late, usually in the second half of October. The fruits are large, their average weight ranges from 4.82 to 5.59 g, and they are regular in size, balanced, oval shape. The ripe fruits are deep red in color, easy to separate during harvest, they fall off. The pulp is juicy, sweetly acidic, pleasant taste (Paprstejn et al. 2009). Different soil and climatic conditions created different forms (ecotypes) of *Cornus mas*. These ecotypes are not described in more detail in the literature. On the territory of the Czech Republic ecotypes Ruzynsky (CZ), Tisnovsky (CZ) and Olomoucky (CZ) can be found, while the Sokolnický (SK) ecotype grows on the territory of the Slovak Republic (Sochor et al. 2014).

The objective of this study was to determine pomological properties of 6 varieties and 4 ecotypes of *Cornus mas* L. fruit grown in the Czech Republic and to find out whether it is possible to differentiate these varieties and ecotypes from one another by means of analysis of variance of the obtained data.

2. Materials and methods

Fruit was harvested within the period of 2010-2012 in the experimental orchards of Brno Mendel University in Zábčice. The site is well described in previous work (Cetkowska et al., 2015). Samples were stored under -18 °C prior analysis and analyzed as soon as possible. In total, 6 varieties and 4 ecotypes of cornelian cherry were evaluated for their dry matter, total titratable acids, ascorbic acid, total polyphenols, total anthocyanins, glucose, fructose, citric acid, malic acid, quinic acid, Fe, Mn, Cu and Zn content. Before the analysis, thirty randomly chosen fruit were mixed and used for the analyses. From the selected fruit purée was made using a mixer and the final average sample was obtained by dividing into quarters. The prepared purée was extracted with a mixture of ethanol and water in 60:40 volume ratio for 30 minutes under constant stirring. After extraction sample was filtered using 0.45 µm pore size nylon syringe filters (Labicom, Czech Republic). For the determination of ascorbic acid content extracts were prepared similarly, only 2% metaphosphoric acid (Sigma-Aldrich, Germany) was used for extraction instead of ethanol and water.

Gravimetric determination of dry matter was carried out according to CSN EN 12145 standard by drying 5 grams of fruit to a constant weight in an oven at a constant temperature.

Determination of total titratable acids was based on CSN ISO 750 standard and was performed by titrating 25 ml of the aqueous extract with standardized 0.1 M sodium hydroxide (Penta, Czech Republic) solution to pH 8.2. The titratable acid content was then expressed in g kg⁻¹ of malic acid.

Total phenolic content was measured using Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich) according to the method of Singleton and Rossi (1965). For the calculation of the total polyphenol, the linear regression equation obtained from the calibration curve for gallic acid (Sigma-Aldrich) was used.

Total anthocyanin content was determined using pH differential method according to Lee et al. (2005) and expressed as mg kg⁻¹ of cyanidin-3-glucoside (Sigma-Aldrich).

The carbohydrate content (glucose, fructose, and sucrose) was determined by HPLC (Waters 1515, Waters Corp. USA) with refractometric detection. The total amount of 5 µl filtered sample was injected on Prevail Carbohydrate ES column (250x4.6 mm, 5µm) heated to 40°C. Mobile phase consisted of acetonitrile (VWR, Germany) and water in 75:25 volume ratio. The isocratic flow of mobile phase was set to 1.2 ml min⁻¹.

Determination of organic acids (citric, malic, quinic) was carried out using capillary zone electrophoresis (Prince Technologies, Netherland) with UV indirect detection at 254 nm (Spectrasystem UV2000, Thermo Finningan, USA). An uncovered quartz capillary column with an inner diameter of 50 µm and a total length of 75 cm was used. As a leading electrolyte 10 mM 3,5-dinitrobenzoic acid (Sigma-Aldrich) with 0.2 mM CTAB (Sigma-Aldrich) was used. Voltage of 30 kV was applied across the capillary.

The ascorbic acid content was determined by HPLC (Waters 1515) with UV detection at 254 nm. Total amount of 10 μ l filtered sample was injected on Phenomenex Gemini RP-C18 column (150x4.6 mm, 5 μ m) heated to 30°C. Mobile phase consisted of 0.1 M KH_2PO_4 (VWR) with 10% (v/v) of methanol (VWR). The isocratic flow of mobile phase was set to 1.0 ml min^{-1} .

The mineral content was determined after wet ashing of 500 mg dry weight fruit sample in a microwave oven (Milestone 1200, Milestone, Italy) using a mixture of 5 ml of nitric acid (Analytika, Czech Republic) and 1 ml of hydrogen peroxide (Analytika). After mineralization samples were transferred to 25 ml volumetric flask, filled up to the mark with ultrapure water and analyzed by ICP-MS (X-series, Thermo Scientific USA) with the He filled collision cell. The method is described in more detail in the work of Cetkowska et al. 2015.

Data analysis and statistical evaluation were realized by Microsoft Excel (Microsoft, USA) and XLstat (Addinsoft, France) software. Obtained data were pretreated by using Analysis of Variance (ANOVA). Tukey's comparative test at a significance level of 0.05 has been performed for individual parameters among cornelian cherry samples. The pretreated data were used as input parameters in principal component analysis (PCA) in order to establish relationship between fruit characteristics and geographical origin of the varieties.

3. Results and discussion

Basic chemical properties

Total titratable acids (TTA) and dry matter (DM) as well as total phenolic (TP) and total anthocyanins (TA) content significantly differed in individual cultivars (Table 1).

The average amount of total titratable acids in analyzed cultivars was $20.4 \pm 2.9 \text{ g kg}^{-1}$. The highest amount of TTA ($25.83 \pm 0.16 \text{ g kg}^{-1}$) contained the Vysegradsky cultivar, the lowest Tisnovsky cultivar ($15.7 \pm 0.25 \text{ g kg}^{-1}$). Dokoupil and Reznicek (2012) determined the amount of TTA in Vysegradsky cultivar to be $19.75 \pm 0.26 \text{ g kg}^{-1}$. Other cultivars grown in the Czech Republic had comparable content of TTA (Sochor et al. 2014). The amount of TTA determined in this study is comparable to the average content of TTA in cultivars from Poland (24.91 g kg^{-1} , Kucharska et al. 2011) or Serbia (26.0 g kg^{-1} , Bijelic et al. 2011). Higher content of TTA (28.9 g kg^{-1}) can be found in cultivars from Turkey (Sengul et al. 2014).

The dry matter content ranged from 19.11-26.44 % with an average of 22.93 %. The highest DM content ($26.43 \pm 0.98 \%$) was determined in the Vysegradsky cultivar, the lowest in Ruzynsky cultivar ($19.11 \pm 0.61 \%$). For cultivars grown in other countries the DM is within the range of 18.7-24.5 % (Tural and Koca, 2008; Sengul et al. 2014; Bijelic et al. 2011; Jacimovic et al. 2015). By comparing some of the same varieties analyzed in other parts in the Czech Republic (Sochor et al. 2014) it can be concluded that the difference in the DM content of these varieties is less than 3 %.

Total phenolic contents for the cultivars examined in this study varied from 2545 to 3828 mg kg^{-1} . In the study of Rop et al. (2010) significantly higher TP is reported for similar cultivars as examined in this

study, on the other hand, TP in cultivars examined in present study is comparable with TP of cultivars grown in Poland, Bosnia and Herzegovina, Turkey or Iran (Drkenda et al. 2014, Kucharska et al. 2011, Hashempour et al. 2010, Yilmaz et al. 2009). Phenolic substances have cardio-protective, anti-aging, anti-cancer, neuro-protective and other health beneficial effects (Tufarelli et al. 2017, Pandey and Rizvi, 2009). A recommended dietary allowance of phenolic compound is not defined.

Total anthocyanin content in Cornelian cherry was reported by several authors in the range of 810-2920 mg kg⁻¹ (Kucharska et al. 2011, Bijelic et al.2011, Milenkovic-Andelkovic et al. 2015). Anthocyanin compounds belong to the group of flavonoid substances which exhibit miscellaneous favourable biochemical and antioxidant effects associated with various diseases (Panche et al. 2016). Anthocyanin compounds as natural pigments play an important role in the food industry (Khoo et al. 2017). [Tab.1, Tab.2]

Chemical composition

The highest content of ascorbic acid (AAC) was measured in Fruchtal cultivar, while the lowest in Vysegradsky cultivar (Table 1). The results obtained are consistent with the previous pilot studies examining the Cornelian cherry cultivars grown in the Czech Republic (Cetkovska et al. 2015, Dokoupil and Reznicek 2012) or with the results of Kucharska et al. (2011) who analyzed Polish Cornelian cherries. Higher AAC contents in Cornelian cherry are reported by Rop et al. (2010) in cultivars grown in the Czech Republic and by Hassanpour et al. 2011, Yilmaz et al 2009, Pantelidis et al. 2007, or Jacimovic et al. (2015) in cultivars grown in Iran, Turkey, Greece or Montenegro. The content of AAC significantly correlated ($p<0.05$) with TTA ($r=0.51$). Ascorbic acid is an effective antioxidant that acts on free radicals and prevents tissue damage, ensures elasticity of blood vessels and bones, prevents the occurrence of paradontosis and it is necessary for the collagen production and absorption of iron in the human body (Dave and Patil 2017). The recommended dietary allowance of AAC for an adult is 95 mg day⁻¹ (Bechtold 2015). Based on the obtained results it can be stated that (on average) consumption of 100 g of the examined cornelian cherry cultivars will cover almost 30 % from the recommended daily dose of ascorbic acid for an adult.

Other organic acids contained in the Cornelian cherry were malic acid, quinic acid and citric acid (table 1). Average amount of malic acid in cultivars studied in this work was 17.5 g kg⁻¹. The highest amount of malic acid was determined in the Sokolnicky cultivar (25.8 mg kg⁻¹) while the lowest in the Olomoucky cultivar (11.8 mg kg⁻¹). Malic acid was the dominant organic acid (Table 1). The content of malic acid and quinic acid was significantly correlated ($p<0.05$) with TTA ($r=0.57$ and $r=0.41$). The content of individual organic acids is not routinely determined in studies dealing with the characterization of Cornelian cherry cultivars. Drkenda et al. (2014) examined the average amount of malic acid in Cornelian cherry cultivars from Bosnia and Herzegovina to be 43.7 mg kg⁻¹, which is indicating higher values than in assayed cultivars from the present study. Organic acid content has a significant effect on the sensory

properties of fruit and is important in fruit processing technology. Recommended dietary allowance of malic, quinic and citric acid is not defined.

Carbohydrates are the basic source of energy for all body cells and tissues of the human body. As part of a healthy and balanced diet for an adult, the recommended reference intake for all sugars is 130 g day⁻¹ (Trumbo et al. 2002). Cornelian cherry is rich in fructose and glucose, other sugars including polysaccharides (mainly pectin and cellulose) are represented in minor quantities (Bijelic et al. 2011). Some studies indicate the sucrose content in Cornelian cherry. The highest content of carbohydrates of the Cornelian cherry varieties examined in this study was found in Olomoucky cultivar (99.1 g kg⁻¹). On the other hand, the lowest content of carbohydrates was found in Sokolnicky cultivar (52.8 g kg⁻¹). In general, the carbohydrate contents in cornelian cherry grown in the Czech Republic (Table 2) agree with those published by Jacimovic et al. 2015, Sengul et al. 2014, Kucharska et al 2011, Yilmaz et al. 2009, Tural and Koca 2008, or Demir and Kalyoncu 2003, who report the reducing sugar content in cornelian cherry in the range from 28 to 158 g kg⁻¹. From a nutritional point of view, based on reducing sugar content, it can be stated that consumption of 100 g of Cornelian cherry may cover about 8 % of the recommended daily reference intake of sugars for an adult.

In the previous pilot study investigating Cornelian cherry varieties from the Czech Republic, it has been shown that Cornelian cherry is a good source of some nutritionally important elements, predominantly potassium and calcium (Cetkovska et al. 2015). This work has focused on the analysis of microelements whose content in fruit is less affected by the conditions of cultivation. Zinc and copper were the predominant microelements in Cornelian cherry (Table 2). The highest amount of the monitored elements was found in Olomoucky cultivar, the lowest in Tisnovsky cultivar. Bijelic et al. (2011) and Cindric et al. (2012) have reported comparable concentrations of microelements in Cornelian cherry from Serbia and Croatia.

Principal component analysis of the obtained data

All measured data were processed using Pearson principal component analysis. The result of this analysis is graphically shown in Table 3 and in Figure 1. From the values of factor loadings, it can be seen that Slovakian variety Sokolnicky is characterized by high content of citric acid and total polyphenols. All of the Ukrainian varieties are characterized by a medium content of organic acids, total titrable acids and high content of trace elements. Austrian and Czech varieties had high or slightly above average content of ascorbic acid and low organic acid content. Olomoucky variety seems to be separated from other Czech varieties which is caused by two-dimensional graph display and higher content of saccharides compared to other varieties. In a three-dimensional, less clear graph, the Olomoucky variety is grouped with other Czech varieties. [Fig1, Tab.3]

4. Conclusions

This research demonstrates that the geographical origin of variety had a significant influence on fruit characteristics of cornelian cherry. In terms of the content of commonly monitored substances in fruit the Czech variety Ruzynsky and Austrian variety Fruchtal were the most promising. The Slovak variety Sokolnický was in an average more acidic than Austrian and Czech varieties, and it contains fewer amounts of monitored substances compared to Czech and Austrian varieties. The Sokolnický variety differed from the Ukrainian varieties especially with the higher content of polyphenols and ascorbic acid. Of the varieties originating from Ukraine, the best in terms of the content of nutritionally important substances was the variety of Vydubecký.

References

- Bechtold A (2015) New reference values for vitamin C intake. *Annals of Nutrition and Metabolism* 67:13–20.
- Begic-Akagic A, Drkenda P, Vranac A, Orazem P, Hudina M (2013). Influence of growing region and storage time on phenolic profile of cornelian cherry jam and fruit. *European Journal of Horticultural Science*, 78, 30–39.
- Bijelic SM, Gološin BR, Ninic-Todorovic JI, Cerovic SB, Popovic BM (2011). Physicochemical fruit characteristics of cornelian cherry (*Comus mas L.*) genotypes from Serbia. *Horticultural Science* 46:849–853.
- Cetkovska J, Divis P, Vespalcova M, Porizka J, Reznicek V (2015). Basic nutritional properties of cornelian cherry (*Comus mas L.*) cultivars grown in the Czech Republic. *Acta Alimentaria* 44:357–364.
- Dave KN, Patil RS (2017) Biological importance of ascorbic acid (vitamin C) in human health—a classic review. *International Journal for Research in Biology and Pharmacy* 3:1–8
- Demir F, Kalyoncu IH (2003) Some nutritional, pomological and physical properties of cornelian cherry (*Cornus mas L.*). *Journal of Food Engineering* 60:335–341
- Dinda B, Kyriakopoulos AM, Dinda S, Zoumpourlis V, Thomaidis NS, Velegraki A, Makropoulos C., Dinda M (2016) *Comus mas L.* (cornelian cherry), an important European and Asian traditional food and medicine:
- Ethnomedicine, phytochemistry and pharmacology for its commercial utilization in drug industry. *Journal of Ethnopharmacology* 193:670–690
- Drkenda P, Spahic A, Begic-Akagic A, Gasi F, Vranac A, Hudina M, Blanke M (2014) Pomological characteristics of some autochthonous genotypes of cornelian cherry (*Cornus mas L.*) in Bosnia and Herzegovina. *Erwerbs-Obstbau* 56:59–66
- Dokoupil L, Reznicek V (2012) Production and use of the cornelian cherry – *Cornus Mas L.* *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 55, 49–57.
- Gastol M, Krosniak M, Derwisz M, Dobrowolska-Iwanek J. (2013). Cornelian cherry (*Cornus mas L.*) juice as a potential source of biological compounds. *Journal of Medicinal Food*, 16, 728–732.

- Hassanpour H, Yousef H, Jafar H, Mohammad A (2011) Antioxidant capacity and phytochemical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Iran. *Scientia Horticulturae* 129:459–463
- Jacimovic V, Bozovic D, Ercisli S, Ognjanov V, Bosanic B (2015) Some fruit characteristics of selected cornelian cherries (*Cornus mas* L.) from Montenegro. *Erwerbs-Obstbau* 57:119–124
- Khoo EH, Alzan A, Tang ST, Lim SM (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food and Nutrition Research* 61:1–21.
- Kucharska AZ, Sokol-Letowska A, Piorecki N (2011). Morphological, physical & chemical and antioxidant profiles of polish varieties of cornelian cherry fruit (*Comus mas* L.). *Zywnosc Nauka Technologia Jakosc* 18:78–89.
- Lee J, Durst RW, Wrolstad E (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International* 88:1269–1278.
- Milenkovic-Andjelkovic AS, Andjelkovic MZ, Radovanovic AN, Radovanovic BC, Nikolic V (2015). Phenol composition, DPPH radical scavenging and antimicrobial activity of cornelian cherry (*Cornus mas*) fruit and leaf extracts. *Hemjska Industrija* 69:331–337
- Paprstejn F, Kosina J, Sedlak J, Reznicek V (2009). Cultivation technology of cornelian cherry *Comus mas* L. (in Czech). Research and Breeding Institute of Pomology Holovously Ltd.
- Pandey KV, Rizvi SI (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2:270–278.
- Sengul M, Eser Z, Ercisli S (2014). Chemical properties and antioxidant capacity of cornelian cherry genotypes grown in coruh valley of Turkey. *Acta Scientia Polonium Hortorum Cultus* 13:73–82.
- Singleton VL, Rossi JA (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.
- Tesevic V, Nikicevic N, Milosavljevic S, Bajic D, Vajs V, Vuckovic I, Vujisic L, Dordevic I, Stankovic M, Velickovic M (2009). Characterization of volatile compounds of "Drenja" an alcoholic beverage obtained from the fruits of cornelian cherry. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 74, 117–128.
- Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M (2002) Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids, *Journal of the American Dietetic Association* 102: 1621–1630
- Tural S, Koca I (2008) Physico-chemical and antioxidant properties of cornelian cherry fruits (*Comus mas* L.) grown in Turkey. *Scientia Horticulturae* 116:362–366
- Tufarelli V, Casalino V, D'Alesandro E, Laudadio V (2017) Dietary Phenolic Compounds: Biochemistry, Metabolism and Significance in Animal and Human Health. *Current Drug Metabolism* 18:905–913
- Yilmaz KU, Ercisli S, Zengin Y, Sengul M, Kafkas EY (2009) Preliminary characterisation of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes for their physico-chemical properties. *Food Chemistry* 114:408–412

Table 1 Average, minimal and maximal values and concentrations of total titrable acid (TTA, g malic acid kg⁻¹), dry matter (DM, %), total polyphenols (TP mg kg⁻¹ f.w.), TA=total anthocyanins, ascorbic acid (AAC, mg kg⁻¹ f.w.), malic acid (MAC g kg⁻¹ f.w.), quinic acid (QAC, g kg⁻¹ f.w.) and citric acid (CAC g kg⁻¹ f.w.)

Variables	TTA	DM	TP	TA	AAC	MAC	QAC	CAC
ELE	20.3 ^a	20.4 ^{abd}	1435 ^{cd}	67.2 ^a	234 ^c	22.5 ^{ab}	8.57 ^b	0.26 ^b
	20.0-20.4	17.7-20.5	1422-1438	66.3-68.2	198-262	20.8-24.3	8.45-9.16	0.24-0.27
VYD	19.4 ^f	24.7 ^{bc}	1528 ^{bc}	92.9 ^e	249 ^c	23.1 ^{ab}	8.90 ^b	0.22 ^{abd}
	19.2-19.5	23.1-25.8	1456-1589	88.3-98.1	226-277	21.8-24.9	8.75-9.77	0.20-0.23
VYS	25.8 ^a	26.4 ^a	1635 ^{cd}	81.4 ^f	210 ^c	20.9 ^b	7.46 ^{bc}	0.16 ^c
	25.6-25.9	25.4-27.3	1616-1637	79.1-83.1	166-247	20.3-21.7	6.90-8.09	0.13-0.17
LUK	22.6 ^e	23.1 ^{abd}	1365 ^{de}	124 ^b	205 ^c	16.3 ^a	5.31 ^d	0.18 ^{de}
	22.5-22.6	21.4-25.1	1353-1379	122-126	178-232	14.6-17.4	4.84-5.82	0.17-0.19
FRU	19.5 ^f	19.9 ^{cd}	1786 ^{ab}	93.3 ^e	350 ^a	16.0 ^{cd}	5.99 ^{cd}	0.19 ^{bc}
	19.4-19.6	19.4-21.1	1756-1835	91.1-94.4	319-376	14.6-17.4	5.64-6.51	0.17-0.20
JOL	20.9 ^d	23.5 ^{abd}	1669 ^{bc}	112 ^c	348 ^{ab}	12.8 ^{bc}	4.95 ^d	0.26 ^b
	20.6-21.2	21.8-25.0	1653-1683	102-113	315-370	11.7-13.8	4.53-5.62	0.24-0.28
TIS	15.7 ^a	22.7 ^{abd}	1272 ^g	102 ^d	295 ^{abc}	13.0 ^{abc}	5.25 ^d	0.24 ^{bc}
	15.6-15.8	21.7-23.8	1243-1290	101-104	291-317	12.9-13.2	5.17-5.33	0.23-0.25
OLO	17.9 ^b	23.6 ^{bc}	1412 ^{cd}	113 ^c	309 ^{abc}	11.8 ^c	4.80 ^d	0.24 ^{abd}
	17.8-18.0	22.5-24.6	1389-1446	111-115	239-363	10.7-12.9	4.69-5.13	0.22-0.26
RUZ	18.5 ^b	19.1 ^d	1914 ^a	166 ^e	348 ^{ab}	12.8 ^{bc}	5.03 ^d	0.22 ^{abd}
	18.3-18.5	18.8-19.8	1878-1965	163-168	331-359	12.3-13.3	4.88-5.23	0.21-0.25
SOK	23.8 ^b	25.8 ^a	1721 ^{bc}	101 ^d	249 ^{bc}	24.5 ^a	10.6 ^a	0.53 ^a
	23.7-24.0	24.1-27.2	1623-1811	98.2-102	233-252	23.3-25.6	9.84-11.4	0.49-0.56

Values in the same column with different upper-case letters are significantly different at P<0.05
 ELE=Elegantny, VYD=Vydubecky, VYS=Vysegrodsky, LUK=Lukjanovsky, FRU=Fruchtal,
 JOL=Jolico, TIS=Tisnovsky, OLO=Olomoucky, RUZ=Ruzynsky, SOK=Sokolnicky

Table 2 Average, minimal and maximal concentrations of fructose (FRU, g kg⁻¹ f.w.), glucose (GLU, g kg⁻¹ f.w.), Fe, Mn, Cu and Zn (mg kg⁻¹ f.w.)

Variables	FRU	GLU	Fe	Mn	Cu	Zn
ELE	38.7 ^{acd} 36.9-41.7	45.1 ^{ad} 43.7-46.2	1.65 ^{bc} 1.58-1.73	1.58 ^{ab} 1.49-1.67	2.97 ^{bc} 2.82-3.13	3.34 ^c 3.21-3.45
VYD	44.9 ^a 42.7-46.2	52.9 ^{abc} 50.6-55.3	0.62 ^f 0.56-0.73	1.84 ^a 1.79-1.92	0.61 ^f 0.52-0.67	2.86 ^d 2.71-2.95
VYS	38.7 ^{acd} 36.7-40.4	49.5 ^{bcd} 47.0-51.1	1.15 ^{de} 1.08-1.25	1.33 ^{bcd} 1.23-1.46	2.84 ^a 2.72-2.95	3.41 ^c 3.29-3.55
LUK	41.7 ^{abc} 40.6-43.1	53.4 ^{ab} 50.6-56.3	1.97 ^a 1.87-2.11	1.16 ^{def} 1.08-1.27	3.23 ^{ab} 3.11-3.34	3.86 ^b 3.75-3.98
FRU	26.0 ^e 25.1-27.8	31.6 ^e 26.1-37.7	1.83 ^{ab} 1.76-1.92	1.26 ^{abc} 1.19-1.37	3.36 ^a 3.13-3.56	3.26 ^e 3.19-3.37
JOL	39.6 ^{bc} 39.3-40.6	57.4 ^a 55.5-59.8	1.38 ^{abc} 1.22-1.55	0.95 ^g 0.87-1.03	1.97 ^d 1.85-2.14	2.44 ^d 2.32-2.55
TIS	37.6 ^{cd} 35.3-39.7	43.7 ^d 42.4-45.4	0.43 ^f 0.37-0.49	0.76 ^e 0.69-0.83	0.69 ^f 0.63-0.79	0.58 ^f 0.54-0.66
OLO	43.1 ^b 41.0-45.3	55.9 ^{ab} 52.8-59.0	1.42 ^{cd} 1.32-1.51	1.83 ^a 1.72-1.95	1.53 ^c 1.41-1.65	4.35 ^a 4.21-4.49
RUZ	34.0 ^d 32.8-35.5	48.3 ^{bcd} 46.5-49.3	1.14 ^e 1.07-1.22	1.44 ^{bc} 1.39-1.54	2.29 ^d 2.15-2.39	2.36 ^e 2.28-2.45
SOK	22.5 ^f 22.2-23.1	30.3 ^e 29.1-31.5	1.39 ^{abc} 1.33-1.49	0.98 ^{de} 0.87-1.15	1.45 ^e 1.39-1.55	2.56 ^e 2.51-2.69

Values in the same column with different upper-case letters are significantly different at P<0.05 ELE=Elegantny, VYD=Vydubecky, VYS=Vysegrodsky, LUK=Lukjanovsky, FRU=Fruchtal, JOL=Jolico, TIS=Tisnovsky, OLO=Olomoucky, RUZ=Ruzynsky, SOK=Sokolnický

Table 3 Eigen values and factor loading values of first two principal components of PCA

Variables	F1 ^a	F2 ^a	F1 ^b	F2 ^b
AAC	-0.2680	-0.3276	-0.5288	-0.5702
TTA	0.3681	0.1529	0.7262	0.2662
TP	0.0699	-0.2655	0.1378	-0.4621
TA	-0.2941	-0.1936	-0.5802	-0.3369
DM	0.2343	0.0955	0.4622	0.1663
CAC	0.2942	-0.3210	0.5803	-0.5587
MAC	0.4561	0.0743	0.8999	0.1293
QAC	0.4555	-0.0382	0.8986	-0.0665
FRU	-0.2272	0.4322	-0.4481	0.7524
GLU	-0.2553	0.3610	-0.5036	0.6283
Fe	0.1096	0.1384	0.2162	0.2409
Cu	0.0643	0.1637	0.1269	0.2849
Zn	0.1060	0.4009	0.2091	0.6979
Mn	-0.0139	0.3442	-0.0275	0.5991

AAC=ascorbic acid, TTA=total titrable acid, TP=total polyphenols, TA= total anthocyanins, DM=dry matter, CAC=citric acid, MAC=malic acid, QAC=quinic acid, FRU= fructose, GLU=glucose, ^aeigen vectors. ^bfactor loading

Fig. 1 Pearson principal component analysis of results from analysis of cornelian cherry samples. ▲ varieties of Czech Republic origin, ● varieties of Austria origin, × varieties of Slovakia origin, ◆ varieties of Ukrainian origin



SIMULTANEOUS DETERMINATION OF SWEETENERS AND PRESERVATIVES IN BEVERAGES BY HPLC-DAD-ELSD

Pavel Diviš, Zuzana Jurečková, Milena Vespalcová, Jaromír Pořízka, Lenka Punčochářová

ABSTRACT

People suffering from diabetes or being overweight must severely reduce their sugar use, often seeking food with sweeteners. Often, sugar is replaced by non-nutritious sweeteners in beverages, which also contain several other substances like vitamins, caffeine, aminoacids, phenolic compounds and thus increasing the shelf life of the beverages is additionally treated with the addition of preservatives. As the concentration of additives in food (including beverages) is determined by the legislation in force, it is necessary to have an appropriate analytical method for food control. Since artificial sweeteners and preservatives are very different substances, they are determined separately using different HPLC methods. In this work HPLC method combining the advantages of specific (diode array detector, DAD) and universal (evaporative light scattering detector, ELSD) detector was validated and used for simultaneous determination of benzoic acid, sorbic acid, aspartame, acesulfame K, saccharin, sucralose and steviol glycosides in sugar-free beverages. The proposed analytical method showed good linearity, precision and accuracy. Measured limits of detection ($0.6 - 11.8 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ depending on the analyte) were sufficient to analyze 5-times diluted beverage samples. The validated method has been successfully used for the simultaneous analysis of artificial sweeteners and preservatives in beverage samples (energy drinks, ice teas, carbonated drinks). Except for steviol glycosides, the concentration of monitored substances in beverages did not exceed the maximum permitted concentrations given in the valid legislation.

Keywords: sweeteners; preservatives; beverage; chromatography; DAD ELSD detectors