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

SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ ARONIOVÝCH POMAZÁNEK RŮZNÉHO PŮVODU, SLOŽENÍ A RŮZNÉ TECHNOLOGIE VÝROBY

COMPARISON OF THE PROPERTIES OF CHOKEBERRY SPREADS OF DIFFERENT ORIGINS, COMPARISON AND DIFFERENT PRODUCTION TECHNOLOGIES

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE — **Bc. Ulyana Kapiton**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — **RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.**
SUPERVISOR

BRNO 2019

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA CHEMICKÁ

Zadání diplomové práce

Číslo práce:	FCH-DIP1302/2018
Ústav:	Ústav chemie potravin a biotechnologií
Studentka:	**Bc. Ulyana Kapiton**
Studijní program:	Chemie a technologie potravin
Studijní obor:	Potravinářská chemie a biotechnologie
Vedoucí práce:	**RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.**
Akademický rok:	2018/19

Název diplomové práce:

Srovnání vlastností aroniových pomazánek různého původu, složení a různé technologie výroby

Zadání diplomové práce:

Literární část:

1) Stručná botanická charakteristika aronie (Aronia melanocarpa) a hlavní účinné látky obsažené v jejích plodech
2) Využití plodů aronie nejen v potravinářství
3) Technologie výroby džemů a ovocných pomazánek
4) Rešerše stanovení anthokyanů v aronii metodou HPLC

Experimentální část:

1) Senzorická analýza aroniových výrobků
2) Stanovení vybraných parametrů aroniových výrobků
3) Zpracování naměřených dat a vyhodnocení výsledků

Termín odevzdání diplomové práce: 10.5.2019

Diplomová práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí diplomové práce.

Bc. Ulyana Kapiton student(ka)	RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D. vedoucí práce	prof. RNDr. Ivana Márová, CSc. vedoucí ústavu

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.
děkan

V Brně dne 31.1.2019

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá srovnáním vlastností aroniových pomazánek různého původu, jejich složením a různými technologiemi výroby.

Teoretická část obsahuje stručnou charakteristiku aronie – *Aronia melanocarpa,* přehled nejdůležitějších látek obsažených v aronii a příklady využití aronie nejen v potravinářském průmyslu. Dále jsou popsány legislativní požadavky na výrobu pomazánek a samotná technologie výroby. V této diplomové práci je také popsána nová patentovaná technologie výroby pomazánek s využitím HTD technologií. Další součástí teoretické časti je literární rešerše stanovení anthokyanů v aronii metodou HPLC.

V experimentální části jsou popsány využité postupy pro stanovení sušiny, sacharidů pomoci HPLC s ELSD detektorem, anthokyanových barviv, celkových fenolických látek a antioxidační aktivity. Další součástí práce je dotazníkový průzkum a senzorická analýza zvolených aroniových pomazánek.

Hodnotitelům nejvíce chutnala aroniová pomazánka Lowicz, u které bylo stanoveno 29,39 % sušiny, 15,15 $mg.g^{-1}$ anthokyanových barviv, 9,20 $mg.g^{-1}$ celkových fenolických látek, 158,42 $mg.g^{-1}$ fruktózy a 151,26 $mg.g^{-1}$ glukózy a antioxidační aktivita byla stanovena na 5,94 $mg.g^{-1}$.

KLÍČOVÁ SLOVA

aronie, anthokyanová barviva, antioxidační aktivita, aroniové pomazánky, celkové fenolické látky

ABSTRACT

This diploma thesis deals with comparison of the properties of chokeberry spreads of different origins, composition and different production technologies**.**

The theoretical part contains a brief description of the chokeberry – *Aronia melanocarpa*, an overview of the most important substances contained in the chokeberry and examples of the use of aronia, not only in the food industry. Furthermore, the legislative requirements for the production of spreads and the production technology itself are described. In this thesis is also described a new patented technology of spread production using HTD technology. Another part of the theoretical part is a literature review of the determination of anthocyanins in chokeberry by HPLC method.

The experimental part describes the laboratory procedures used for determination of dry matter, carbohydrates by HPLC with ELSD detector, anthocyanin dyes, total phenolic compounds and antioxidant activity. Another part of the work was a questionnaire survey and sensory analysis of selected chokeberry spreads.

The panel members prefered the Lowicz chokeberry spread, for which was determined 29,39% dry matter, 15,15 $mg.g^{-1}$ anthocyanins, 9,20 $mg.g^{-1}$ total phenolic compounds, 158,42 $mg.g^{-1}$ fructose and 151,26 $mg.g^{-1}$ glucose and the antioxidant activity was determined to be 5,94 $mg.g^{-1}$.

KEYWORDS

chokeberry, anthocyanins, antioxidant activity, aronia spreads, total phenolics

KAPITON, U. *Srovnání vlastností aroniových pomazánek různého původu, složení a různé technologie výroby*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2019. 68 s. Vedoucí diplomové práce RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....

podpis studenta

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce RNDr. Mileně Vespalcové za rady a čas, který mi věnovala při řešení dané problematiky. Dále pak děkuji všem hodnotitelům senzorické analýzy, kteří mi poskytli potřebné informace. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým blízkým za jejich podporu.

OBSAH

1 ÚVOD 9
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED 10
2.1 Arónie 10
2.1.1 Stručná charakteristika – *Aronia melanocarpa* 10
2.1.2 Přehled nejdůležitějších látek obsažených v aronii 11
2.1.3 Využití aronie 17
2.2 Přehled a technologie výroby ovocných pomazánek 18
2.2.1 Jakostní požadavky na džemy 18
2.2.2 Technologie výroby 19
2.2.3 LiQberry a HTD technologie 20
2.3 Antioxidační aktivita aronie a metody stanovení 22
2.4 Stanovení anthokyanů v aronii metodou HPLC 23
3 MATERIÁL A METODIKA 26
3.1 Použité vzorky 26
3.2 Příprava vzorků pro instrumentální analýzu 29
3.3 Laboratorní vybavení 30
3.4 Senzorická analýza 31
3.5 Instrumentální analýza 32
3.5.1 Stanovení sušiny 32
3.5.2 Stanovení sacharidů pomocí HPLC s ELSD detektorem 32
3.5.3 Stanovení anthokyanových barviv 33
3.5.4 Stanovení fenolických látek 34
3.5.5 Stanovení antioxidační aktivity 34
4 VÝSLEDKY A DISKUZE 36
4.1 Senzorická analýza 36
4.1.1 Hodnocení vzhledu a vůně 38
4.1.2 Hodnocení konzistence 39
4.1.3 Hodnocení chuti 40
4.2 Instrumentální analýza 43
4.2.1 Stanovení sušiny 43
4.2.2 Stanovení sacharidů 43
4.2.3 Stanovení anthokyanových barviv 45
4.2.4 Stanovení fenolických látek 46
4.2.5 Stanovení antioxidační kapacity 48
4.3 Shrnutí výsledků 51
5 ZÁVĚR 52

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 53
7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK 58
8 PŘÍLOHY 59
8.1 Naměřená data instrumentální analýzy 59
8.2 Dotazník pro senzorické hodnocení aroniových výrobků 65

1 ÚVOD

V současné době se zvětšuje zájem o zdravý životní styl, což je spojené i se změnou stravování. Stále více se objevují nové obchody se zdravou výživou, dokonce i každý velký obchodní řetězec má oddíl se zdravou výživou a bio výrobky.

Nyní je na trhu obrovské množství superpotravin a lidé vyhledávají potraviny, které budou prospěšné pro organismus. V důsledku toho se vrací zájem již k zapomenutelným potravinám, např. k aronii. Aronie je známá vysokým obsahem polyfenolů a jiných bioaktivních látek, které mají pozitivní účinek na zdraví. Právě proto se tato diplomová práce zabývá srovnáním vlastností aroniových pomazánek různého původu, složením a různými technologiemi výroby. Před několika lety se výrobek z aronie dal koupit málokde, ale dnes je běžnou složkou mnoha výrobků To je způsobené i tím, že aronie obsahuje velké množství anthokyanových barviv, takže se používá jako bezpečné potravinářské barvivo.

Dnes spotřebitelé kladou velký důraz na složení a původ výrobků. Současným trendem je také omezení sacharidů a existuje řada diet, které to propagují, jako jsou *low carb*, ketodieta a další. Právě kvůli tomu zvolené aroniové džemy obsahují různý procentuální obsah ovocné složky a přídavek různých sacharidových koncentrátů jako sladidla. Naším cílem při senzorické analýze bylo zjistit, jestli jsou spotřebitelé skutečně připraveni konzumovat výrobky s nižším obsahem cukrů nebo stále preferují sladší výrobky.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Arónie

Aronie (lidově nazývána černý jeřáb) je keř, který se řadí do čeledi růžovitých (*Rosaceae*) a zahrnuje tři vzájemně botanicky příbuzné druhy: *Aronia melanocarpa* (Temnoplodec černý), *Aronia arbutifolia* (Temnoplodec planikolistý) a *Aronia prunifolia* (Temnoplodec třešňolistý) [1].

Na rozdíl od jiných bobulí aronie je méně známá ve světě, i přestože obsahuje vysoké množství antioxidantů, polyfenolů, vitaminů, minerálů a dalších biologicky důležitých aktivních látek. V poslední době tomuto ovoci začíná být věnována větší pozornost a můžeme se již častěji setkat s aroniovými výrobky nejen v obchodech zdravé výživy, ale i ve velkoobchodních sítích.

Tato diplomová práce se zabývá studiem druhu *Aronia melanocarpa*, jelikož je znám vysokým obsahem polyfenolů a jiných bioaktivních látek a také má mezi ovocem jednu z nejvyšších *in vitro* antioxidačních aktivit [2].

2.1.1 Stručná charakteristika – *Aronia melanocarpa*

Původně aronie pochází z východní části Severní Ameriky a Kanady, kde byla používána jako lék na nachlazení. Ve 20. století začala být populární v Sovětském svazu, odkud se rozšířila do celé Evropy [3].

Plody aronie jsou kulaté bobule velikosti 4 – 10 mm, zbarvení se liší podle druhů. Bobule *Aronia melanocarpa* jsou černé a rychle zrající (Obrázek 1), u *Aronia arbutifolia* jsou jasně červené a dozrávají pomalu a u *Aronia prunifolia* jsou tmavě fialové a rychle zrající [1]. Šťáva a semena jsou tmavě fialové barvy. Aronie je nenáročná v pěstování, protože vykazuje vysokou odolnost vůči mrazům, mechanické sklizni, poškození při přepravě a skladování [4].

Nejvýznamnějšími odrůdami *Aronia melanocarpa*, které se pěstují ve světě jsou Nero (Česká republika), Rubina (kříženec z Ruska a Finska), Viking (Finsko), Kurkumäcki (Finsko), Hugin (Švédsko), Fertödi (Maďarsko), Aron (Dánsko). Avšak v České republice je pěstována jediná šlechtěná odrůda Nero, která je velmi odolná vůči nepříznivým klimatickým podmínkám [6].

Aronie je opadavý keř, maximální výška, které může dosáhnout, jsou 2 – 3 m. Na jaře se tvoří chocholíky bílých květů a na konci srpna probíhá mechanická sklizeň dozrálých plodů [6].

Obrázek 1: *Aronia melanocarpa [7]*

2.1.2 Přehled nejdůležitějších látek obsažených v aronii

Složení aronie je závislé na řadě faktorů jako jsou klimatické podmínky, odrůda, datum sklizně a lokalita pěstování [8]. Také chemické složení aronie, obzvlášť obsah sacharidů a množství fenolických látek, ovlivňuje způsob hnojení (kontrolované – dusík a hnojivo, alkalické, manganové nebo alkalické a manganové zároveň). Všechny uvedené způsoby hnojení snižují obsah sacharidů a polyfenolů a zvyšují obsah titračních kyselin [16].

Vláknina

Obsah vlákniny v plodech činí 56,20 $mg.g^{-1}$ čerstvé hmotnosti (FW). Aronie se dá považovat za dobrý zdroj vlákniny obsahující vysoké množství celulózy, hemicelulózy a ligninů [9]. Literatura uvádí obsah vlákniny v plodech aronie 1,9 % [35]. Také se zjistilo, že čerstvé plody vykazují menší obsah pektinu pohybující v rozmezí 0,3 % až 1,1 % [2, 35].

Organické kyseliny

Celkový obsah organických kyselin ve srovnání s ostatními bobulemi je relativně nízký a pohybuje se v rozmezí 1 – 1,5 % hm (5 – 19 $g.l^{-1}$ v čerstvé šťávě) [9]. Kyselina jablečná a kyselina citronová jsou hlavními zástupci organických kyselin. Organické kyseliny mají vliv na hodnotu pH, které se pohybuje kolem 3,3 – 3,9 % [3, 10].

Sacharidy

Obsah redukujících sacharidů v čerstvých plodech byla stanovena kolem 11,5 – 18 %. V čerstvě lisované šťávě se obsah glukózy pohybuje v rozmezí 30 – 60 $g.l^{-1}$, fruktózy 25 –58 $g.l^{-1}$ a průměrné množství sorbitolu bylo stanoveno na 80 $g.l^{-1}$ a v pasterované šťávě 56 $g.l^{-1}$. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1 [6, 35].

Tabulka 1*: Obsah sacharidů v aroniové šťávě a v plodech [6]*

	čerstvá šťáva [$g.l^{-1}$]	**pasterována šťáva [$g.l^{-1}$]**	**čerstvé plody [$g.l^{-1}$]**
Glukóza	41	40	nedefinována
Fruktóza	38	37	nedefinována
Glukóza + Fruktóza	79	77	66–100; 130–176 g/kg FW
Sacharóza	nedefinována	nedefinována	nedefinována
Sorbitol	80	55,6	nedefinován

Lipidy

Celkový obsah lipidů byl stanoven na 1,4 $mg.g^{-1}$ čerstvé hmotnosti [9]. V semenech aronie bylo detekováno 19,3 $mg.g^{-1}$ glyceridového oleje. Hlavní zástupcem mastných kyselin je kyselina linolová. Obsah fosfolipidů v semenném oleji činí 2,8 $mg.g^{-1}$ a obsah sterolů 1,2 $mg.g^{-1}$ sušiny [2, 12].

Bílkoviny

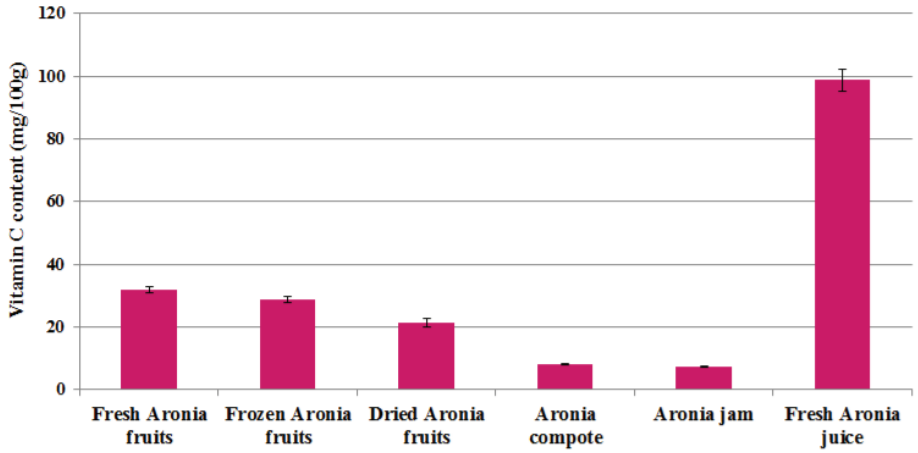
Celkový obsah bílkovin činí 7 $mg.g^{-1}$ čerstvé hmotnosti [9]. Nejvíc zastoupenou aminokyselinou ve šťávě je asparagin [6].

Minerální látky a vitaminy

V závislosti na zpracování se liší obsah minerálů v rozmezí 3 – 6,4 $mg.ml^{-1}$ [6]. V plodech aronie bylo detekováno relativně vysoké množství draslíku – 0,63 $mg.g^{-1}$a obsah vápníku činí 0,67 $mg.g^{-1}$ [35].

V čerstvě lisované šťávě bylo stanoveno množství vitamínu B1 (0,25 – 0,90 $\mu g.ml^{-1}$), B2 (0,25 – 1,10 $\mu g.ml^{-1}$), B6 (0,30 – 0,85 $\mu g.ml^{-1}$), C (0,05 – 1,0 $mg.ml^{-1}$), kyseliny pantothenové (0,50 – 3,80 $\mu g.ml^{-1}$) a niacinu (1,0 – 5,5 $\mu g.ml^{-1}$). Kromě těchto složek také bylo nalezeno relativně vysoké množství β-karotenu a β- kryptoxantinu. [2, 13, 35].

Podle studií [5] bylo zjištěno, že nejméně vitaminu C obsahuje džem – 0,0796 $mg.g^{-1}$ (kvůli ztrátám při zpracování) a největší množství obsahuje nepasterovaná šťáva, a to je 0,9875 $mg.g^{-1}$ (Obrázek 2). Čerstvé a zmražené plody jsou také cenným zdrojem vitaminu C.



Obrázek 2: *Obsah vitaminu C v čerstvých, zmražených, sušených plodech aronie, v kompotu, džemu a čerstvé aroniové šťávě [5]*

Aromatické látky

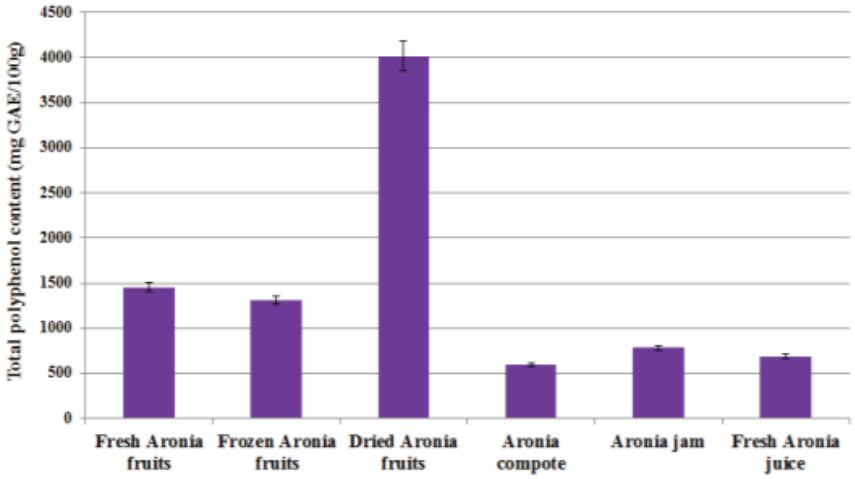
Amygdalin je látka, která je zodpovědná za hořkou mandlovou vůni aronie. Její obsah činí 0,20 $mg.g^{-1}$ čerstvé hmotnosti, v čerstvé šťávě 0,057 $mg.g^{-1}$ a ve výliscích 0,52 $mg.g^{-1}$ čerstvé hmotnosti. Aronie také obsahuje další aromatické látky jako je benzaldehyd, ethanol, benzaldehyd-kyanhydrin, 2-methylpropan-1-ol, kyselina ethanová, 2-methylpropanová, 3-penten-2-on a další [6].

Polyfenolické sloučeniny

Je to rozsáhlá skupina látek vyskytující se v potravinách rostlinného původu jako sekundární metabolit. Mezi polyfenolické látky se řadí prokyanidiny, anthokyany, fenolické kyseliny, flavonoly a považují se za jednu z nejvýznamnějších komponent aronie. Právě díky těmto látkám aronie začíná být čím dál víc žádaná na trhu. Její účinky jsou zmíněny v podkapitole 2.1.3.

V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty fenolických látek, anthokyanů a celkové antioxidační aktivity a na obrázku 3 je uveden obsah celkových polyfenolických látek v aroniových výrobcích pro porovnání s naměřenými výsledky. Obsah celkových fenolických látek

v plodech aronie činí 34,4 mg.g^{-1} až 78,5 mg.g^{-1} [6]. Takové rozmezí je způsobeno mnoha faktory, které mají vliv na obsah bioaktivních látek v plodech, jako jsou způsob hnojení, klimatické podmínky a další.



Obrázek 3: *Obsah celkových polyfenolických látek v čerstvých, zmražených, sušených plodech aronie, a také v kompotu, džemu a čerstvé šťávě [5]*

Prokyanidiny

Obecně jsou to oligomerní a polymerní katechiny tvořené z několika monomerních jednotek. Liší se umístěním a uspořádáním jejích monomerních vazeb, přičemž převažující typy vazby jsou C4'C8 a / nebo C4'C6. Aronie obsahuje výhradně homogenní prokyanidiny typu B s (-)-epikatechinem jako hlavní monomerní subjednotkou [6]. Celkový obsah prokyanidinů v aronii bylo stanoveno na 51,82 mg.g^{-1} DW. Ve výliscích obsah polymerních prokyanidinů byl stanoven na 81,32 mg.g^{-1} DW [15].

Fenolické kyseliny

Hlavními zástupci fenolických kyselin v aronii je kyselina benzoová, skořicová, kávová, chlorogenová a neochlorogenová [10]. Plody obsahují 0,96 mg.g^{-1} fenolických kyselin, které vykazují účinky primárních antioxidantů v závislosti na počtu hydroxylových skupin v dané fenolické kyselině [6, 15].

Flavonoly

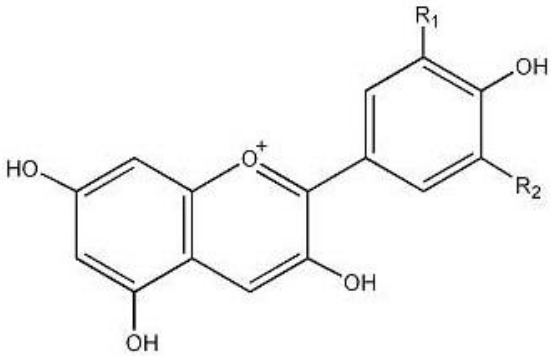
Flavonoly jsou nejmíň zastoupená skupina fenolických látek obsažených v aronii a představují jen 1,3 % celkových fenolických látek. Plody aronie obsahují 0,71 mg.g^{-1} sušiny [15]. Nejvíce se v aronii vyskytují kvercetin, kempferol a také jejích deriváty [6].

2.1.2.1 Anthokyanová barviva

Vysoký obsah anthokyanů je hlavním důvodem pěstování aronie. V rostlinách anthokyany mohou sloužit jako antioxidanty a antimikrobiální látky, jejichž funkcí je ochrana před patogeny [28]. Nachází velké uplatnění v potravinářství, jelikož jsou to bezpečná přírodní rostlinná barviva zodpovědná za červené, modré, fialové až černé zbarvení.

Nejvíc zastoupenou anthokyanovou sloučeninou všech druhů aronie je kyanidin-3-galaktosid, často se také vyskytují kyanidin-3-glukosid, kyanidin-3-xylosid a kysanidin-3-arabinosid [17, 41]. Na obrázku 4 je uvedena základní chemická struktura anthokyanů a možnosti substituentů na uhlících. Izolované anthokyany jsou velmi nestabilní, rozkládají se při působení světla, kyslíku, změnou pH nebo teplotou skladování, přítomnosti enzymů [29].

V plodech aronie anthokyany představují 25 % z celkového množství polyfenolických látek. Celkový obsah anthokyanů v aroniových šťávách se pohybuje v rozmezí 880 – 1970 mg.dm^{-3}. Tak velké rozmezí je způsobeno odrůdou, ale také i v jakém stadiu zrání byla aronie sbírána a jaké byly podmínky pěstování [15].

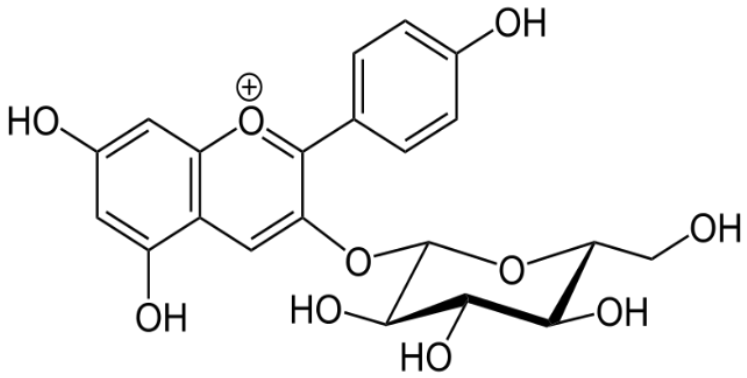


R_1 = H;	R_2 = H:	Pelagonidin
R_1 = OH;	R_2 = H:	Cyanidin
R_1 = OH;	R_2 = OH:	Delphinidin
R_1 = OCH_3;	R_2 = OH:	Petunidin
R_1 = OCH_3;	R_2 = OCH_3:	Malvidin

Obrázek 4: *Základní chemická struktura anthokyanů*

Na výtěžek anthokyanů má vliv mnoho faktorů. Teď ale budou zmíněny jen ty faktory, které se dají ovlivnit a které jsou důležité při měření. Anthokyany jsou extrémně závislé na teplotě, při zpracování nebo skladování za vysokých teplot (nad 40 °C) jejích koncentrace lineárně klesá, jelikož dochází k degradaci kyanidinu-3-galaktosidu (Obrázek 5). Při skladování za nízkých teplot se dá dosáhnout nejvyššímu množství anthokyanů v aroniové šťávě [18]. Nejoptimálnější doba skladování vzhledem k stabilitě anthokyanů byla stanovena na 4 °C [20]. Také obsah anthokyanů je značně ovlivněn zvoleným extrakčním postupem. Obecně anthokyany jsou polární látky, takže se dají dobře extrahovat jak polárními organickými rozpouštědly, tak i organickými kyselinami. Macerace by měla být nejpreferovanější metodou extrakce vzhledem k vysoké výtěžnosti a nízkým výrobním nákladům [11]. Za nejvhodnější způsob získání nejvyššího výtěžku anthokyanů se považuje okyselený metanol jako extrakční rozpouštědlo [19]. Obecně, extrakce ředěným alkoholem

umožňuje zvýšit výtěžek extraktů. Při použití 70% roztoku ethylalkoholu, bylo dosaženo maximálního výtěžku anthokyanů a to je o 43,8 % více anthokyanových barviv, než při extrakci vodou [36].



Obrázek 5: *Chemická struktura kyanidin-3-galaktosidu*

Skladování ovoce ve zmrazeném stavu, je obvykle považováno za dobrý způsob pro uchování antokyanů. Studie však ukázaly, že v aronii po asi takovém roce skladování se anthokyanová barviva téměř úplně degradují. Jak je patrné z údajů (Tabulka 2), koncentrace anthokyanů během prvních dvou měsíců nejenže se nesnižuje, ale dokonce se zvyšuje. Po čtvrtém měsíci se však ukázalo, že pokles koncentrace antokyanů je poměrně významný, což je třeba brát v úvahu [27].

Tabulka 2: *Změna obsahu anthokyanů při uchovávání aronie v zmrazeném stavu [27]*

Den měření	Změna hmotnosti plodů [%]	Obsah anthokyanů [mg.g^{-1}]
1	100	4,60
31	97	4,68
61	96	5,58
92	95	5,00
121	92	5,07
149	91	4,09
188	91	3,55

Tabulka 3: *Hodnoty celkových fenolických látek, anthokyanových barviv a antioxidační kapacity v aroniových výrobcích [4]*

Vzorek	Celkové fenolické látky [g.kg^{-1}]	Anthokyanová barviva [g.kg^{-1}]	DPPH [g.kg^{-1}]	ABTS [g.kg^{-1}]
Plody aronie	13,3 ± 0,003	4,5 ± 0,20	11,3 ± 0,5	11 ± 0,04
Sušená aronie	39,9 ± 0,3 50,1 ± 0,4	3,1 ± 0,1 1,4 ± 0,1	36,3 ± 1,2	74 ±2
Aroniová šťáva	6,6 ± 0,1	0,7 ± 0,01	30,5 ± 1	54,4 ± 1
Aroniový koncentrát	29,6 ± 0,1	3,6 ± 0,1	5,7 ± 0,2	9,8 ± 0,3
Aroniové výlisky	63,1 ± 0,5	10 ± 0,4	10,8 ± 0,3	22 ± 0,1
Aroniový džem (50 a 70 % aronie)	6,9 ± 0,03 12 ± 0,02	0,4 ± 0,07 0,2 ± 0,03	25,2 ± 1,1	49,6 ± 1,3
Aroniový kompot (70 % aronie)	6,7 ± 0,03	0,2 ± 0,002	5 ± 0,1	9 ± 0,2
Aroniový sirup (53 % aronie)	2,6 ±0,03	0,1 ± 0,003	8,7 ± 0,3	9,8 ± 0,1

*Celkové fenolické látky jsou vztažené na kyselinu gallovou a anthokyanová barviva na kyanidin-3-glykosid.

2.1.3 Využití aronie

Existuje mnoho studií, které zkoumají vliv aronie na lidské zdraví. Prozatím bylo prokázáno, že výrobky z aronie mají příznivý účinek při chronickém žilním onemocnění – CVD, zánětech, diabetu, neurologických a močových onemocněních, některých typech rakoviny a mnoha dalších. Hlavním důvodem toho je vysoký obsah polyfenolických sloučenin (a to hlavně anthokyanů, prokyanidinů, flavonolů a fenolických kyselin), které jsou zodpovědné za antioxidační aktivitu [3, 7, 11, 37].

Aronie je extrémně bohatým zdrojem polyfenolů, avšak nejhojněji zastoupené polyfenoly (anthokyany a anthokyanidiny) se nejhůř vstřebávají. Z toho vyplývá, že je málo pravděpodobné, že příjem aroniových výrobků nějak významně ovlivní koncentraci polyfenolů v plazmě. Nicméně existuje hodně studií potvrzujících účinnost aroniových výrobků při patologických stavech vyvolaných nekontrolovanými oxidačními procesy, kde proanthokyanidiny a jejích metabolity působí jako radikální léčiva [6, 38].

Kromě uplatnění ve zdravotnickém průmyslu se v poslední době šíří zájem a výskyt aroniových výrobků v potravinářském průmyslu. Vzhledem k trpké a svíravé chuti aronie je vhodná spíš ke zpracování než k přímé konzumaci. Z plodů aronie se vyrábí šťávy, marmelády, džemy, sirupy, likéry a různé doplňky stravy. Také ji lze zmrazovat či sušit a poté v sušené podobě přidávat do čaje. Díky vysokému obsahu pektinu se používá při výrobě džemů s ovocem nebo bobulemi, které obsahují menší množství pektinu a také na vylepšení barvy, chuti nebo antioxidačních vlastností [4]. *Aronie melanocarpa* spolu s hrozny *(Vitis sp.)* a ibiškem *(Hibiscus sabdariffa)* se používají v potravinářství jako bezpečná potravinářská barviva např. do ovocných knedlíků, jogurtů a jiných výrobků [3].

Na obrázku 6 je ukázka čerstvých plodu, výlisku a sušené aronie. Všechny podoby nachází své uplatnění ve zdravotnickém, potravinářském a kosmetickém průmyslu.

Obrázek 6: *Plody aronie, výlisky z aronie a sušená aronie [12]*

Obrázek 7: *Aroniové výrobky Janhuba [13]*

2.2 Přehled a technologie výroby ovocných pomazánek

Pojem ovocné pomazánky v potravinářství se používá pro marmelády, džemy a podobné ovocné výrobky. Principem výroby je konzervace kvůli snížení obsahu vody zvýšením sušiny, přídavkem cukru, odpařením nebo jinými metodami. Tím se zabrání vzniku a množení mikroorganismů, které mohou nepříznivě ovlivnit zdraví.

2.2.1 Jakostní požadavky na džemy

Vyhláška č. 157/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování, nahradila prvotní vyhlášku č. 332/1997 Sb., která byla součástí původního souboru prováděcích předpisů k zákonu o potravinách a tabákových výrobcích č. 110/1997 Sb. Vyhláška č. 157/2003 Sb. definuje pojmy takto:

- džem – potravina vyrobená ze směsi přírodních sladidel, vody, pulpy a dřeně (v případě džemu výběrového Extra je vyrobena z nezahuštěné pulpy), nebo přírodních sladidel, vody a dřeně, jednoho nebo více druhů ovoce, přivedené do vhodné rosolovité konzistence. Minimální hmotnostní podíl ovoce v džemů by měl být 350 $g.kg^{-1}$ potraviny a u výběrových džemů 450 $g.kg^{-1}$ potraviny;
- džem výběrový (Extra) speciální – je potravina splňující požadavky pro džem výběrový (Extra) s tím, že tyto výrobky jsou se sníženým obsahem energie/cukru

a splňují podmínky pro relevantní výživové tvrzení; výživové tvrzení musí být uvedeno v názvu výrobku;
- džem výběrový (Extra) méně sladký – je potravina splňující požadavky pro džem výběrový (Extra) s tím, že tyto výrobky obsahují méně cukru než džemy výběrové (Extra);
- marmeláda – potravina vyrobená ze směsi přírodních sladidel, vody a jedné nebo více surovin získaných z citrusových plodů, přivedené do vhodné rosolovité konzistence, přičemž za suroviny získané z citrusových plodů se považují pulpy, dřeně, šťávy, vodné extrakty a kůry;
- povidla – potravina vyrobená z jednoho nebo více druhů ovoce (jablek, hrušek, švestek), s přídavkem přírodních sladidel, nebo bez přídavku, přivedená do polotuhé, až tuhé konzistence s jemnými, až hrubšími částicemi dužniny ovoce.

Pro senzorické hodnocení džemu je důležitá barva a vzhled, konzistence, kusovitost, vůně, chuť a celkový charakter. Džem by měl být svěže lesklý, barvou odpovídající použitému druhu ovoce, typické rosolovité, mírně roztékavé konzistence. Musí obsahovat celé plody, nebo jejich zřetelné části, nesmí obsahovat cizí příměsi. Vůni a chutí by měl znatelně odpovídat ovocnému druhu; mírně kyselá bez cizích pachů a příchutí [21].

2.2.2 Technologie výroby

Před započetím výroby ovocné pomazánky je nejdříve nutno připravit surovinu. Mezi předběžné technologické operace zpracování ovoce řadíme sklizeň, skladování, čištění, třídění neboli inspekce, odstranění nepoužitelných částí a dělení.

Obecným princem výroby ovocných pomazánek je konzervace suroviny, nejčastěji odpařením části vody nebo přídavkem cukru a následným zahuštěním na požadovanou rosolovitou konzistenci. Hlavní surovinou je ovocná složka z čerstvého ovoce, z konzervovaných polotovarů nebo u marmelád se používá dřeň.

Rosolovitá konzistence je výsledkem přídavku zahušťující složky, nebo obecně svařováním pektinu s cukrem. Nejčastěji se přidává pektin ve formě koncentrátu, který je běžně obsažen v ovoci. Jako želírující látka se taky používá agar-agar, alginát sodný, guarová guma a další.

V ovocných pomazánkách a obzvlášť ve kterých je nižší podíl ovoce, jsou obsaženy konzervační látky, jakož jsou kyselina citronová, sorbát draselný, citrát sodný, kyselina benzoová, benzoát sodný a další. Ovocné pomazánky s vysokým podílem sušiny (60 až 65 %) kvůli nízké aktivitě vody mají delší dobu trvanlivosti. Jako další přísady se používají barviva, koření, alkohol, umělá sladidla. V dnešní době se neustále snaží o vylepšení technologie výroby, redukuje se množství přidaného cukrů a vylepšuje se složení přídavkem, například vlákniny [40].

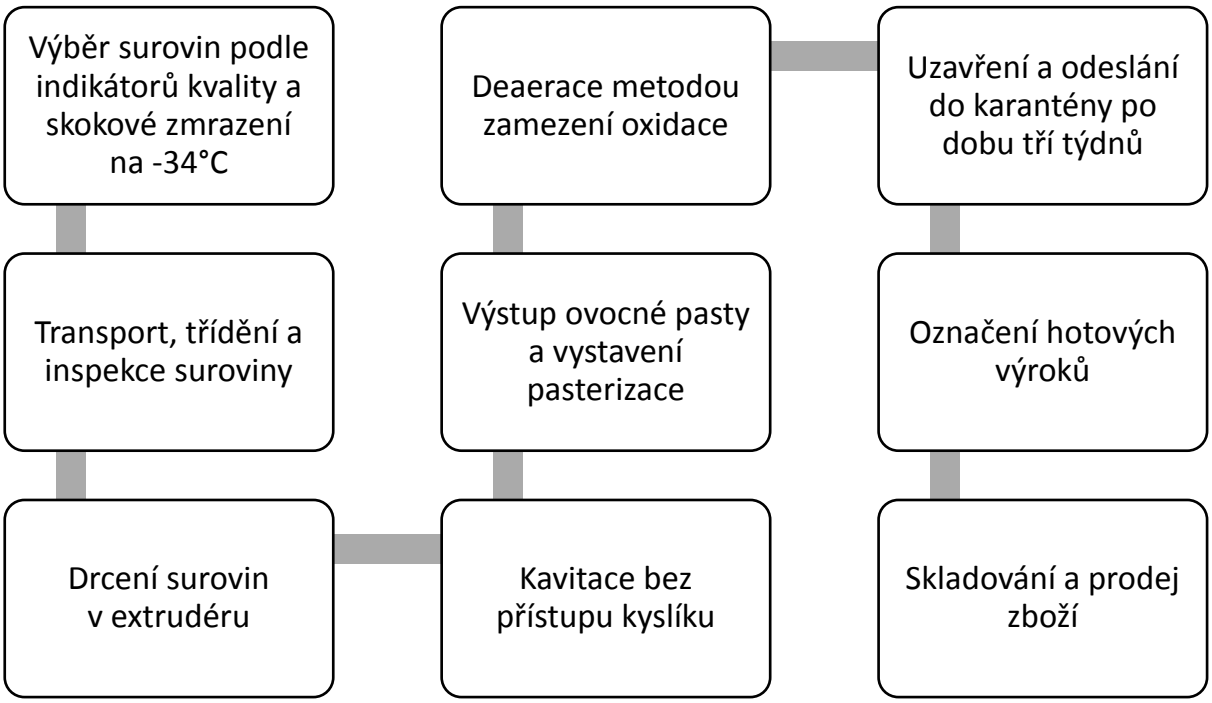
Takto smíchaná směs se zvolenými ingrediencemi se uvede do varu a proces se ukončí po dosažení požadované refraktometrické sušiny. Následně se ovocná pomazánka naplní za horka do obalů a nechá se v klidu ztuhnout [25].

2.2.3 LiQberry a HTD technologie

Hydrotermodynamická technologie (HTD Technology) byla vynalezena ukrajinskými vědci a technology, pod vedením autora myšlenky Sergeje Osipenka, pro zpracování plodů ovoce s využitím kavitace, vysokotlaké a nízkoteplotní hydrolýzy. Získané produkty, tzv. bobulové pasty obsahují bioaktivní látky drcené pecky a slupky, což několikráte zvyšuje užitečnost produktu ve srovnání s čerstvými bobulemi. V první řadě se to projevuje zvýšením antioxidační aktivity a tato společnost uvádí, že dokonce dvojnásobně.

Na obrázku 8 je zobrazeno přehledné schéma zahrnující hlavní kroky technologie výroby aroniové pasty LiQberry.

Pro výrobu past „LiQberry“ se využívají bobule, které podléhají přísné třístupňové kontrole obsahu radionuklidů, pesticidů a solí těžkých kovů. Pro výrobu bobulové pasty se používá surovina „středního“ stupně zrálosti vyšší značky, která může jít na vývoz [26].



Obrázek 8: *Schéma technologie výroby aroniové pasty LiQberry*

V procesu výroby jsou plody rozdrceny pulsujícím tlakem a mikroúderem při zhroucení kavitačních bublin. Současně v bezkyslíkatém prostoru je rozdrcena pecka a slupka bobule a jejich obsah – olej, anthokyanové komplexy a bioflavonoidy – se tak dostávají do pasty. Na obrázku 9 je ukázka zařízení na výrobu ovocných past podle HTD technologie.

HTD Technology využívá tzv. „měkkou“ kavitaci a turbulenci ke zničení patogenní mikroflóry suroviny. Kavitace je známá jako destruktivní metoda, ale výrobce uvádí, že „měkký“ režim kavitace naopak zlepšuje kvalitu výrobku kvůli následujícím faktorům:

- pasterizace potravinářských surovin při teplotách nižších než 80 °C;
- tvorba jemné dispergované emulze;
- narušení pecky a slupky bez přístupu kyslíku, které obsahují bioaktivní látky, včetně esenciálních omega mastných kyselin (zejména Omega-3) a vitamínů rozpustných v tucích;
- studená hydrolýza a přeměna protopektinu na pektin;
- přenos stopových prvků bobulí do podoby chelátů;
- více než dvojnásobné zvýšení schopnosti pasty zničení volných radikálů ve srovnání s čerstvými plody;
- proces kavitace se provádí bez přístupu kyslíku, čímž se eliminuje tepelná destrukce a tvorba oxidů.

Obrázek 9:*Zařízení na výrobu pasty podle HTD-Technology [26]*

2.3 Antioxidační aktivita aronie a metody stanovení

Existuje celá řada metod stanovení antioxidační aktivity. Nejčastější jsou postupy s využitím volných radikálů difenylpikrylhydrazylu, DPPH•, s využitím ABTS nebo ORAC. Také se může antioxidační aktivita zjišťovat metodami jako je FRAP, metoda β-karoten/linolová kyselina, chemiluminiscence [32, 33]. V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty antioxidační aktivity v aroniových výrobcích s využitím DPPH a ABTS metody [4].

Metoda DPPH je běžně používána pro měření antioxidační aktivity rostlinných extraktů. Její principem je spektrofotometrické měření změny koncentrace volného radikálu DPPH• po jeho reakci s antioxidantem v měřeném roztoku. Následně se změní barva radikálu z fialové na žlutou, to znamená, že vzniká DPPH-H, protože antioxidant se chová jako donor vodíku. Množství nezreagovaného DPPH• odpovídá antioxidační aktivitě proměřovaného vzorku [30, 31]. Většinou se volí metanolový roztok DPPH•, jelikož je citlivější než etanolový [30, 32]. Podle prezentovaných výsledků ve studii [30], na hodnotu antioxidační aktivity má vliv řada faktorů. Prvním faktorem je typ a množství rozpouštědla, jelikož přítomnost ethyalacetátu a dioxanu v měřicím systému snižuje kinetiku reakce DPPH. V případě malých objemů chloroformu je pozorováno zrychlení reakční kinetiky, ale větší objemy tohoto rozpouštědla naopak zpomalují reakční rychlost. Také antioxidační aktivita závisí na koncentraci vodíkových iontů, protože při vyšším pH je pozorováno zrychlení reakční kinetiky. Metoda DPPH je široce používána pro stanovení antioxidační aktivity, avšak existuje hodně faktorů, které mohou zkreslovat tyto výsledky [30].

Při použití volného radikálu ABTS•, jeho roztok se v přítomností antioxidantů v měřeném vzorku odbarví. Tento radikál vzniká reakcí vodného roztoku peroxodisíránu draselného a koncentrovaného roztoku ABTS. Před stanovením antioxidační aktivity je nutné ABTS• naředit etanolem [34]. Nakonec antioxidační aktivita se vztahuje ke standardu Troloxu. Při stanovení antioxidační aktivity aronie se většinou volí vlnová délka 750 nm [31].

2.4 Stanovení anthokyanů v aronii metodou HPLC

Ve studii [4] byl anthokyanový profil zkoumán kapalinovou chromatografií (HPLC) s reverzní fázi. Vzorky byly nejdřív extrahovány přidáním 20 ml kyseliny mravenčí (1 : 10 s destilovanou vodou) na 4 g vzorku. Po centrifugaci při 100 Hz po dobu 10 minut byly získané extrakty purifikovány na SPE kolonkách typu DSC-18. Zachycené anthokyany byly eluovány promytím 2 ml methanolu do odpařovacích baněk. Methanol byl odpařen ve vakuové odparce a zbytek byl rozpuštěn v 1 ml 0,01% HC1. Takto připravené vzorky byly následně analyzovány HPLC systémem. Lineární gradient byl použit následovně: v 0 min, 88 % rozpouštědla A a 12 % rozpouštědla B; v 1 min, 88 % rozpouštědla A a 12 % rozpouštědla B; při 26 min., 70 % rozpouštědla A a 30 % rozpouštědla B; a při 43 minutách už bylo 88 % rozpouštědla A a 12 % rozpouštědla B. Detekce byla provedena při 525 nm a identifikace byla založena na retenčních časech a charakteristikách UV spektra.

Tabulka 4: *Parametry pro HPLC systém při stanovení anthokyanů [4]*

Přístroj	HPLC systém (Dionex 680; Dionex, Sunnyvale, California, USA)
Kolona	Purospher STAR RP-18e, 4 x 250 mm, 5 μm, (Phenomenex, Torrance, California, USA)
Detektor	PDA detektor Ultimate 3000, Dionex
Mobilní fáze	rozpouštědlo A voda : kyselina mravenčí (9 : 1) rozpouštědlo B voda : kyselina mravenčí : acetonitril (4:1:5)
Průtok mobilní fáze	1 $ml.min^{-1}$

V další studii [15] byly anthokyany stanoveny také metodou HPLC s DAD detektorem. Analýza využívala lineární gradient od 0 % rozpouštědla B do 25 % rozpouštědla B ve 36. minutě. Průtok byl 1 $ml.min^{-1}$ a anthokyany byly detekovány při vlnové délce 520 nm.

Tabulka 5: *Parametry pro HPLC systém při stanovení anthokyanů [15]*

Přístroj	HPLC systém (Waters, Milford, MA)
Kolona	Merck Purospher RP 18, 250 × 4 mm, velikost částic 5 μm, (Merck, Darmstadt, Germany)
Detektor	DAD a skenovací fluorescenční detektor
Mobilní fáze	rozpouštědlo A 1,5% kyselina octová a rozpouštědlo B acetonitril
Průtok mobilní fáze	1 $ml.min^{-1}$

Další kolektiv při stanovení anthokyanových barviv používal parametry uvedené v tabulce 6. Program lineárního gradientu byl aplikován následovně: 0 min 5 % B; 0 - 20 min lineární zvýšení na 20 % B; 20 - 23 min lineární zvýšení na 100 % B; 23 - 24 min držení při 100 % B; 24 - 25 min lineární pokles na 5 % B; 25 - 30 min. držení při 5 % B. Píky byly detekovány také při vlnové délce 520 nm. Pro HPLC měření byly vzorky rozpuštěny v okyselené směsi voda / ethanol (9 : 1, 0,1% obj. chlorovodíková kyselina) a okamžitě analyzovány [22].

Tabulka 6: *Parametry pro HPLC systém při stanovení anthokyanů [22]*

Přístroj	HPLC systém (Waters, Milford, MA)
Kolona	Eclipse XDB C18, 150 × 2,1 mm, 5 μm
Detektor	DAD
Mobilní fáze	rozpouštědlo A 0,5% TFA ve vodě a rozpouštědlo B acetonitril
Průtok mobilní fáze	1 $ml.min^{-1}$

Ve studii [23] byly pro analýzu anthokyanů použity parametry, které uvádí tabulka 7. Separace byla optimalizována gradientovou elucí následujícím způsobem: lineární od 3 % do 65 % B 0 - 38 min a 65 % B 38 - 45 min. Detektor byl nastaven pro zaznamenání spektra od 190 do 600 nm, detekční vlnová délka byla 520 nm.

Tabulka 7: *Parametry pro HPLC systém při stanovení anthokyanů [23]*

Přístroj	920 LC (Varian, Melbourne, Middelburg, Australia)
Kolona	Nucleosil C-18, 250 × 4.6 mm, velikost částic sorbentu 5 μm
Detektor	UV-VIS
Mobilní fáze	rozpouštědlo A 0,5% vodný roztok kyseliny fosforečné rozpouštědlo B 100% metanol
Průtok mobilní fáze	1 $ml.min^{-1}$

Podle studie [24] vzorky byly nejdříve extrahovány při laboratorní teplotě s okyseleným methanolem (1 ml 30% HC1 na 100 ml MeOH) za použití magnetického míchadla (5 x 20 ml, 5 x 30 min, 300 ot / min). Přečištěné extrakty byly spojeny, zahuštěny ve vakuu a doplněny na 10,0 ml okyseleným methanolem. Gradientová eluce byla následující: 0 min, 15 % B; 60 min, 30 % B; 80 min, 15 % B; 85 min a 15 % B.

Tabulka 8: *Parametry pro HPLC systém při stanovení anthokyanů [24]*

Přístroj	Shimadzu HPLC system
Kolona	Supelcosil LC-18, 150 × 4,6 mm, velikost částic 3 μm (Sigma-Aldrich Co.).
Detektor	DAD (SPD-M20A) a hmotnostní detektor (2010EC)
Mobilní fáze	rozpouštědlo A 0,1% TFA ve vodě rozpouštědlo B acetonitril : 0,1% TFA ve vodě (50:50)
Průtok mobilní fáze	0,5 $ml.min^{-1}$

Ve studii [27] analýza anthokyanových barviv byla provedena s využitím parametrů uvedených v následující tabulce.

Tabulka 9: *Parametry pro HPLC systém při stanovení anthokyanů [27]*

Přístroj	HPLC Agilent 1200 Infinity
Kolona	Reprosil-Pur C18-AQ, 250 x 4 mm, 5 μm
Detektor	DAD
Mobilní fáze	rozpouštědlo A kyselina mravenčí ve vodě (10%) rozpouštědlo B 10% acetonitril

Po shrnutí studií zabývajících se stanovením anthokyanových barviv v aroniových výrobcích lze říct, že většinou se používá metoda HPLC s UV-VIS nebo DAD detektorem při 520 nm. Vzorky se nejdříve extrahují v okyseleném methanolu, následně se zahustí ve vakuové odparce a až potom jsou analyzovány HPLC systémem s využitím lineárního gradientu.

Přestože metoda vysokoúčinné kapalinové chromatografie v současnosti je docela běžná, stále dost studií (například [14]) využívá stanovení anthokyanových barviv pomocí pH diferenční metody, zejména tam, kde je potřebné znát celkovou sumu anthokyanů ve vzorku. Proto byla ke stanovení celkových anthokyanových barviv v této diplomové práce využita právě pH-diferenční metoda.

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 Použité vzorky

Pro tuto diplomovou práci bylo zvoleno 7 aroniových pomazánek různého původu a pro porovnání 1 aroniová šťáva. Výrobky byly nakoupeny ve zdravých výživách v České republice, Německu, Polsku, na Ukrajině, a také v obchodní síti Auchan. Podrobnější informace o složení, hmotnosti, původu a ceně analyzovaných výrobků jsou uvedeny v tabulce 10.

Zvolené aroniové výrobky se liší původem (Česká republika, Německo, Ukrajina, Polsko) a složením (různý procentuální obsah ovocné složky a přídavek různých sacharidových koncentrátů jako sladidla). Dále se liší technologií výroby, jelikož aroniová pasta LiQberry se vyrábí podle speciální technologie popsané v kapitole 2.2.3.

Také se liší dalšími méně podstatnými parametry, jakož jsou například obal a cena výrobku. Nicméně z obchodního hlediska to jsou důležité prvky pro prodej výrobků spotřebitelům. Tato problematika je zmíněna v kapitole 4.1.

Tabulka 10: *Charakterizace materiálů*

Název	Náhled	Složení	Hmotnost [g]	Země původu	Cena * [Kč]
LiQberry		100% homogenizovaná aroniová pasta s rozdrcenými peckami	550	Ukrajina	37
Bioláda		aronie 49 %, jablečný koncentrát 49 %, agar a alginát sodný	230	Česká republika	28
Biofix		aronie 45 %, hroznový koncentrát , malpígie 3 %, pektin, kyselina citronová	290	Polsko	10
Łowicz		aronie 35 %, glukózo-fruktózový sirup, kyselina citrónová, citrát sodný, pektin, guarová guma	280	Polsko	10

LCW		aronie, sorbitol (E420), fruktóza, pektin (E440), kyselina citronová (E330), sorbát draselný (E202)	340	Německo	20
Janhuba 70%		pasírovaná aronie 70%, cukr 29%, pektin	220	Česká republika	25
Janhuba 100%		pasírovaná aronie 57%; hroznový koncentrát 42%; pektin.	220	Česká republika	34
Šťáva Janhuba		přímo lisovaná 100% aroniová šťáva, bez přidaných konzervantů, pasterovaná	0,3 l	Česká republika	66 za 0,3 l

*cena je uvedena za 100 g výrobku

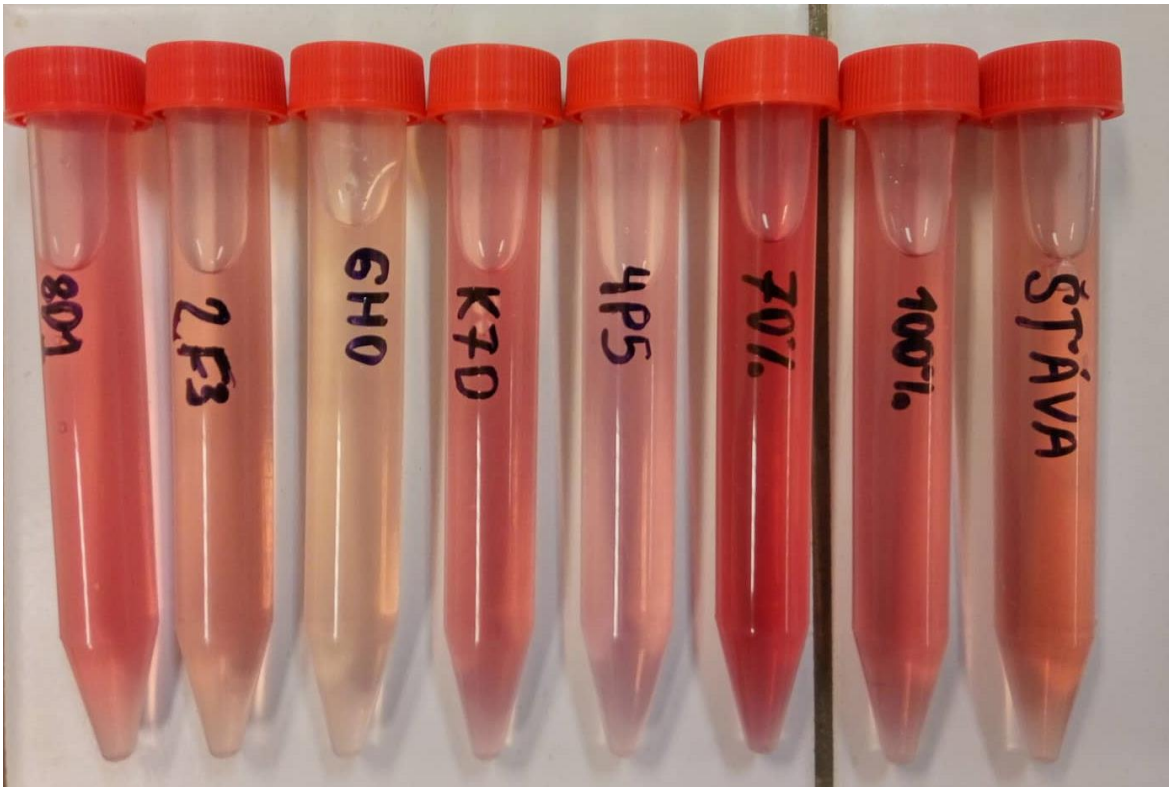
3.2 Příprava vzorků pro instrumentální analýzu

Nejdříve byly všechny vzorky kromě aroniové pasty LiQberry a džemů Janhuba homogenizovány potravinářským mixerem. Následně bylo s přesností na čtyři desetinná místa odváženo 5 g vzorků, které byly převedeny do 50 ml odměrných baněk a pak doplněny po rysku destilovanou vodou. Navážky jsou uvedeny v příloze v tabulce 17. Pro stanovení anthokyanových barviv, fenolických látek a antioxidační aktivity byla použita přečištěná destilovaná voda laboratorní teploty.

Pro stanovení sacharidů pomocí HPLC byly vzorky připraveny obdobným způsobem, až na to, že vzorky byly převedeny do 100 ml odměrných baněk a doplněny po rysku horkou destilovanou vodou o teplotě 80 °C. Navážky vzorků pro stanovení sacharidů jsou uvedeny v tabulce 18.

Jako extrakční činidlo byla použita destilovaná voda, jelikož je GRAS a naším cílem bylo maximálně přiblížit extrakci k přirozeným podmínkám.

Takto připravené vzorky byly extrahovány 30 minut na třepačce při 150 otáčkách/min. Nakonec extrahované vzorky byly přefiltrovány za využití skládaného filtru a pak ještě pomocí mikrofiltrů.



Obrázek 10: *Přefiltrované extrakty vzorků pro stanovení vybraných parametrů*

3.3 Laboratorní vybavení

Chemikálie

- kyselina gallová (Sigma-Aldrich, USA)
- Folin-Ciocalteuovo činidlo (Sigma-Aldrich, USA)
- bezvodý uhličitan sodný (Lachema, ČR)
- DPPH (Sigma-Aldrich, Německo)
- ABTS (Sigma-Aldrich, Německo)
- peroxodisíran draselný (Sigma-Aldrich, Německo)
- chlorid draselný (Lachema, ČR)
- sodná sůl kyseliny octové (Lachema, ČR)
- methanol (VWR-chemicals, Francie)
- ethanol 96 % (VWR-chemicals, Francie)

Přístroje

- UV-VIS spektrofotometr Helios γ (ThermoSpectronic, Velká Británie)
- EPR spektroskop MiniScope 300 (Magnettech, Německo)
- kapalinový chromatograf Agilent Infiniti 1260 (Agilent technologies, USA)
- ELDS detektor Agilent Technologies 1260 Infinity
- počítač PC, Intel Pentium Procesor
- třepačka GFL 3006 (GFL, Německo)
- lednička s mrazničkou (Liebherr, Německo)
- sušárna Memmert UFE 550 (Memmert, Německo)
- analytické váhy (A&D Instruments, Japonsko)

Pracovní pomůcky

- běžné laboratorní sklo Simax
- exsikátor
- filtrační papír, MCE Syringe mikrofiltr
- automatické pipety 100 - 1000 µl, 5 ml a 10 ml, špičky
- alobal, parafilm

3.4 Senzorická analýza

Senzorické hodnocení proběhlo 12. 12. 2018 od 12:00 do 18:00 na Fakultě chemické VUT v Brně a zúčastnilo se jej 17 posuzovatelů. Jejich cílem bylo ohodnotit 5 předložených vzorků aroniových pomazánek za využití pořadové zkoušky, hodnocení pomocí grafické stupnice, a také měli za úkol zhodnotit konzistenci a chuť výrobků podle pětibodové kategorové ordinální stupnice. Džemy Janhuba nebyly k dispozici při provedení senzorické analýzy, proto v této části diplomové práce nejsou zmíněny. Součástí senzorického posouzení bylo rovněž vyplnění krátkého dotazníku týkajícího se konzumace džemů a důležitých parametrů při výběru džemů. Pro zachování anonymity byly vzorky označeny třímístnými písemnými a číselnými kódy (Tabulka 11).

Tabulka 11: *Označení aroniových pomazánek pro senzorickou analýzu*

Zkratka	Název aroniové pomazánky
3R9	LiQberry
6HO	Biolada
2F3	Biofix
K7D	Lowicz
4P5	LCW

Pro hodnocení vzhledu, vůně a chutě byla použitá pětibodová kategorová ordinální stupnice (1 – vynikající, 2 – velmi dobrá, 3 – dobrá, 4 – přijatelná, 5 – nepřijatelná) [39]. Konzistence byla hodnocena pomoci grafické stupnice a pořadového testu. Intenzita chutě byla hodnocená za využití hédonické stupnice. Následně posuzovatelé měli za úkol provést pořadovou zkoušku, tzn. posoudit rozdíly mezi předloženými vzorky a seřadit je od nejlepšího po nejhorší podle chuti.

Formulář použitý k hodnocení je uveden v příloze 8.2. Jako neutralizátor chuti byla použita pitná voda. Všechna získaná data byla zpracována s využitím programu MS EXCEL 2016.

3.5 Instrumentální analýza

Kromě senzorické analýzy se tato diplomová práce zabývá srovnáním vlastnosti vybraných aroniových pomazánek, na základě stanovení zvolených parametrů: stanovení sušiny, celkových anthokyanových barviv, fenolických látek, sacharidů a celkové antioxidační aktivity.

3.5.1 Stanovení sušiny

Na analytických vahách byly zváženy prázdné vysušené Petriho misky. Následně bylo odváženo přibližně 2 g aroniových pomazánek a vše bylo zváženo na čtyři desetinná místa. Takto připravené vzorky byly vloženy do sušárny vyhřáté na teplotu 45 °C. Při této teplotě byly vzorky sušeny jeden den, aby přítomné plody v pomazánkách prudce nepraskaly. Potom byla teplota zvýšena na 105 °C a vzorky byly sušeny do konstantní hmotnosti. Vysušené Petriho misky se vzorky byly přeneseny do exsikátoru a po vychladnutí zváženy. Měření bylo provedeno třikrát a pak se vypočítal aritmetický průměr.
Obsah sušiny w_s, vyjádřený v procentech se vypočítá podle:

$$w_s = \frac{m_n}{m_m} \cdot 100 \ \%, \qquad (1)$$

kde:
m_n – hmotnost vzorku po vysušení [g],
m_m – hmotnost vzorku před vysušením [g].

3.5.2 Stanovení sacharidů pomocí HPLC s ELSD detektorem

Stanovení sacharidů bylo provedeno na kapalinovém chromatografu Agilent Infiniti 1260 s ELSD detektorem (Obrázek 11). Parametry pro měření jsou uvedeny v následujících tabulkách. K identifikaci a kvantifikaci byly použity standardy glukózy, fruktózy a sacharózy. Každý vzorek byl proměřen třikrát.

Tabulka 12*: Parametry pro HPLC*

Přístroj	Agilent Infiniti 1260
Kolona	Prevail Carbohydrate ES 5u (250 x 4,6 mm)
Mobilní fáze	destilovaná voda (A) : acetonitril (B) v poměru 25:75
Objem nástřiku	10 µl
Průtok mobilní fáze	1 ml.min^{-1}

Tabulka 13: *Parametry pro ELSD detektor*

Detektor	ELSD
Evaporační teplota	65 °C
Nebulizační teplota	95 °C
Průtok plynu (dusík)	1,3 l.min^{-1}

Obrázek 11: *Kapalinový chromatograf Agilent s ELSD detektorem*

3.5.3 Stanovení anthokyanových barviv

Pro stanovení celkových anthokyanů byla použita spektrofotometrická pH-diferenční metoda. Metoda je založena na změně absorpčního spektra anthokyanů v závislosti na pH. Měření rozdílu absorbancí probíhá při vlnové délce 510–520 nm, při které u anthokyanů dochází k maximální absorpci záření.

Do zkumavky se napipetuje 0,5 ml zředěného vzorku a do jedné sady zkumavek se přidá 2,5 ml acetátového pufru o pH 4,5 a do druhé chloridového pufru o pH 1. Nakonec se změří absorbance proti vodě, nejdříve při 510 nm a potom při 700 nm pro korekci chyb měření způsobené zákalem. Měření se provádí třikrát a pak se vypočítá aritmetický průměr.

$$A = (A_{510} - A_{700})_{KCl} - (A_{510} - A_{700})_{AcOH}$$

$$c = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot 10^3}{\varepsilon \cdot l}, \qquad (2)$$

kde:
c – výsledná koncentrace monomerního pigmentu ve vzorku $mg.dm^{-3}$,
A – výsledná hodnota absorbance,
M – molekulová hmotnost pro kyanidin-3-galaktosid (449,2 $g.dm^{-3}$),
F – faktor ředění (–),
ε – molární absorpční koeficient pro kyanidin-3-galaktosid (26 900 $l.mol^{-1}.cm^{-1}$),
l –délka kyvety [cm].

Vzorek 7OJ a 1OJ (džemy Janhuba) byly zředěné 5krát, šťáva byla ředěná 10krát a ostatní vzorky nebyly ředěné. Celková koncentrace anthokyanů byla pak vztažená na sušinu a vyjádřena v $mg.g^{-1}$.

3.5.4 Stanovení fenolických látek

Pro stanovení fenolických látek v ovocných výrobcích se nejčastěji používá FCM metoda, což je Folin-Ciocalteuho spektrofotometrická metoda. Výsledná hodnota je pak vztažená na ekvivalentní množství kyseliny gallové, jelikož je využitá jako standard.

Kalibrační řada: Ze zásobního roztoku kyseliny gallové o koncentraci 1 $g.dm^{-3}$ bylo připraveno pět kalibračních roztoků o koncentraci 100 až 500 $mg.dm^{-3}$.

Vlastní stanovení: Do zkumavky bylo napipetováno 3 ml destilované vody, 3 ml Folin-Ciocalteuho činidla, které bylo desetkrát zředěno a následně bylo přidáno 300 µl vodného přefiltrovaného extraktu. Připravená směs byla nechána 5 minut stát a potom bylo napipetováno 3 ml 7,5% Na_2CO_3. Po 15 minutách byla změřená absorbance při 750 nm proti slepému vzorku. Slepý vzorek byl připraven obdobným způsobem, akorát místo vzorku bylo přidáno 300 µl destilované vody. Výsledná absorbance analyzovaných vzorků byla vyjádřena jako $GAE.kg^{-1}$, ekvivalentní množství kyseliny gallové na 1 kg vzorku. Měření bylo provedeno třikrát a pak se vypočítal aritmetický průměr.

Aroniová šťáva byla dvacetkrát zředěná. Všechny vzorky aroniových pomazánek byly zředěné pětkrát, až na vzorek 6H0 (Biolada), který nebyl ředěn.

3.5.5 Stanovení antioxidační aktivity

Stanovení antioxidačních vlastností aroniových pomazánek bylo provedeno pomocí ABTS spektrofotometricky a také pro porovnání na EPR spektrometru Magnettech MiniScope 300.

3.5.5.1 Stanovení antioxidační aktivity spektrofotometricky

Metoda spočívá v hodnocení schopnosti vzorku zhášet kation-radikál $ABTS^{\cdot+}$. Je označována jako metoda TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity), jelikož výsledná antiradikálová aktivita vzorku je srovnána se syntetickou standardní látkou Troloxem. Zhášení radikálu $ABTS^{\cdot+}$ antioxidanty, které se chovají jako donory vodíku, se sleduje spektrofotometricky na základě změn absorpčního spektra $ABTS^{\cdot+}$.

Nejdříve se připraví roztok $ABTS^{\cdot+}$ Na analytických vahách se naváží 0,0384 g ABTS a 0,0066 g peroxodisíranu draselného, které následně se převede do 10 ml odměrné baňky a doplní se destilovanou vodou po rysku. Obalená alobalem odměrná baňka s připraveným roztokem se nechá stát minimálně 12 hodin v ledničce. Následně zásobní roztok $ABTS^{\cdot+}$ se zředí ethanolem na absorbanci $0,7 \pm 0,02$ při 734 nm. Do kyvety se napipetuje 1 ml zředěného $ABTS^{\cdot+}$ a 10 µl destilované vody, poté je ihned změřená absorbance v čase 0 (A_t=0). Do další kyvety se napipetuje 1 ml $ABTS^{\cdot+}$ a k němu se poté přidá 10 µl extraktu vzorku a kyvetu uchováváme ve tmě. Po 10 minutách se změří pokles absorbance (A_t=10). Měření se provádí třikrát a pak se vypočítá aritmetický průměr.

$$A = A_0 - A_{10} \tag{3}$$

Pro výpočet celkové antioxidační aktivity se použije kalibrační křivka Troloxu, připraveného rozpuštěním v 60% ethanolu v rozmezí koncentrací $50 – 400$ µg.ml^{-1}. Do zúžené kyvety se napipetuje 10 µl kalibračních roztoků a 1 ml zředěného $ABTS^{\cdot+}$ a směs se nechá stát 10 minut ve tmě a následně se změří absorbance při 734 nm.

3.5.5.2 Stanovení antioxidační aktivity pomocí EPR

Příprava DPPH: Na analytických vahách bylo naváženo 0,0099 g DPPH, které následně bylo převedeno do 50 ml odměrné baňky a doplněno po rysku metanolem. Obalená alobalem odměrná baňka s připraveným roztokem byla odstavena na 24 do ledničky.

Nejdříve byly nastaveny parametry pro následnou analýzu na základě čistého DPPH/ABTS (Tabulka 14). Pak byla ověřena stabilita čistého radikálu DPPH/ABTS a zředěného vodou 1:1. Při samotné analýze naředěný vzorek byl smíchán s DPPH/ABTS v poměru 1:1 a směs byla nasáta do ploché kyvety, která byla vložena do spektrometru. Program Miniscope Control snímal spektra s postupně se snižující amplitudou, která odpovídala postupnému úbytku DPPH/ABTS v systému.

Tabulka 14: *Parametry měření na EPR spektrometru*

magnetické pole	[G]	3360
modulace	[mG]	5000
mikrovlnné tlumení	[db]	10
čas cyklu	[s]	12
počet skenů v cyklu	[-]	6
počet snímaných spekter	[-]	90

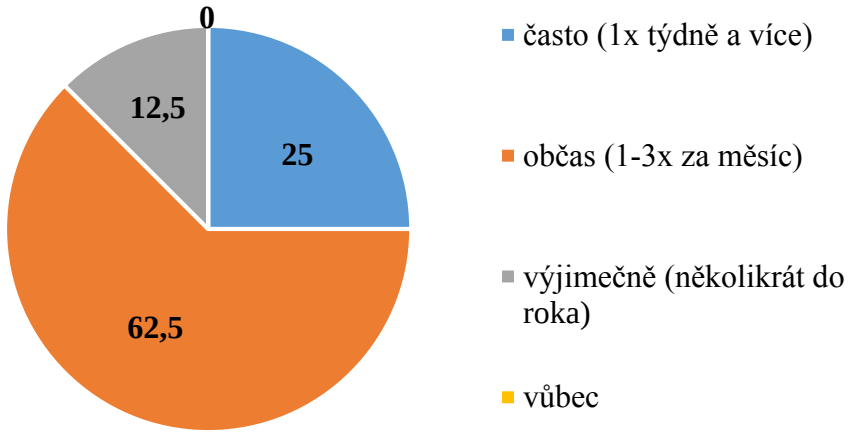
4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Cílem experimentální části bylo provést senzorickou analýzu aroniových pomazánek a následně připravit extrakty těchto aroniových pomazánek pro stanovení zvolených parametrů. Bylo provedeno stanovení sušiny, sacharidů, antioxidačních látek, celkových fenolických látek a také byla stanovena antioxidační aktivita.

4.1 Senzorická analýza

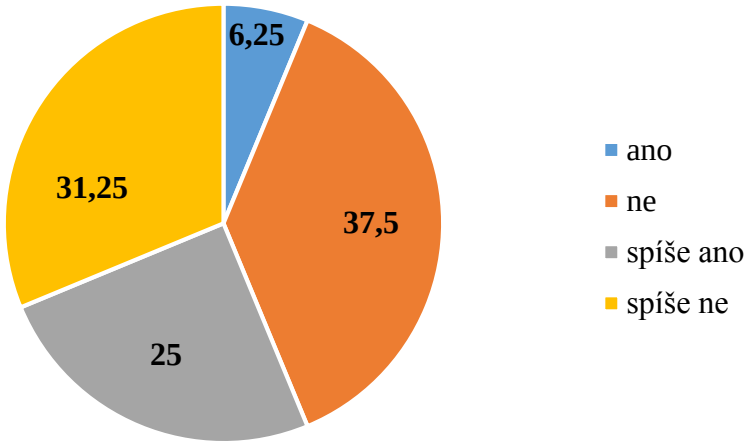
Všichni hodnotitelé byli zaměstnanci či studenti doktorského nebo magisterského studia Fakulty chemické VUT v Brně. Hodnocení se zúčastnilo ve stejném počtů mužů a žen nekuřáků, a věk posuzovatelů se pochyboval v rozmezí 23-65 let. Většina posuzovatelů, tzn. 81 % uvedli, že džemy mají velmi rádi a zbylých 19 % je nemají příliš rádi, ale konzumují je. Nejdůležitějšími kritérii při výběru džemů bylo uvedeno: obsah cukru, značka, obsah ovocné složky na 100 g výrobků, vlastní zkušenost, obsah kousků ovoce, chuť, domácí výroba, přítomnost/nepřítomnost konzervantů a aditiv.

Z obrázku 12 je patrné, že jenom 25 % hodnotitelů konzumují džem často (jednou týdně a více), 62,5 % občas (1-3krát za měsíc) a zbylých 12,5 % ho konzumuje výjimečně (několikrát do roka).



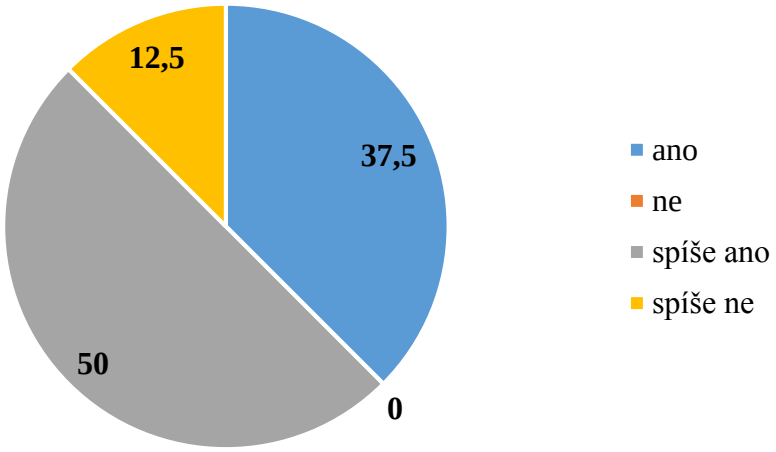
Obrázek 12: *Četnosti odpovědí na otázku: „Jak často džem konzumujete?"*

Z obrázku 13 je zřejmě, že pro většinu spotřebitelů obal výrobku není důležitým parametrem při výběru džemu. Nicméně, pro určitou část zákazníků obal hraje roli, takže rozhodně při uvádění výrobku na trh nelze zanedbat vzhled obalu daného výrobku.

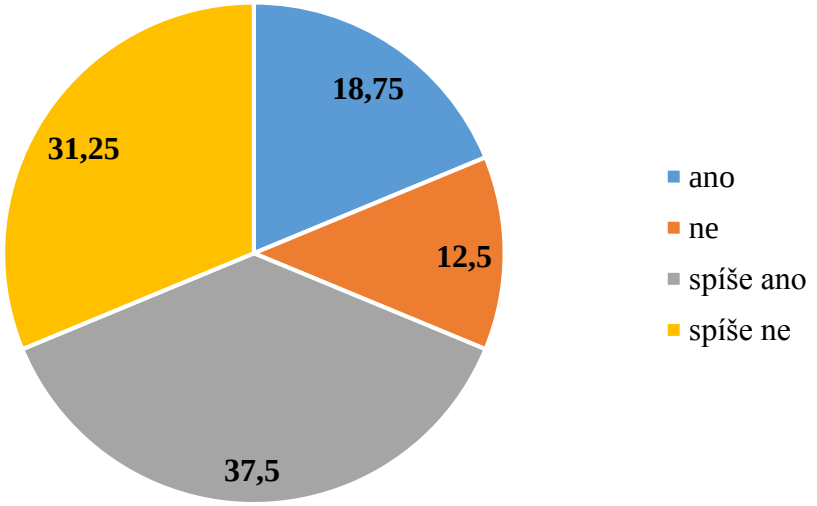


Obrázek 13: *Četnosti odpovědí na otázku: „Při výběru džemu je pro Vás důležitý obal výrobku?“*

V dnešní době existuje trend zdravého životního stylu a omezení sacharidů ve stravě. A proto, našim cílem bylo zjistit, jestli spotřebitelé jsou ochotní kupovat dražší výrobky, když vědí o jejích zdravotním přínosu. Většina posuzovatelů jsou ochotní připlatit za lepší kvalitu a složení výrobků (Obrázek 14). Také jsme chtěli zjistit, jestli spotřebitelé by koupili džem s ne tak dobrou chutí jako je běžné, pokud by věděli, že výrobek obsahuje zdravotní přínos. U této otázky se odpovědi velice lišili: 18,75 % – no, 37,5 % – spíše ano, 31,25 % – spíše ne a 12,5 % odpověděli ne (Obrázek 15). Takže z toho vyplývá, že spotřebitelům nevadí připlatit za kvalitu výrobků, avšak aby to neovlivňovalo příjemnou chuť výrobku.



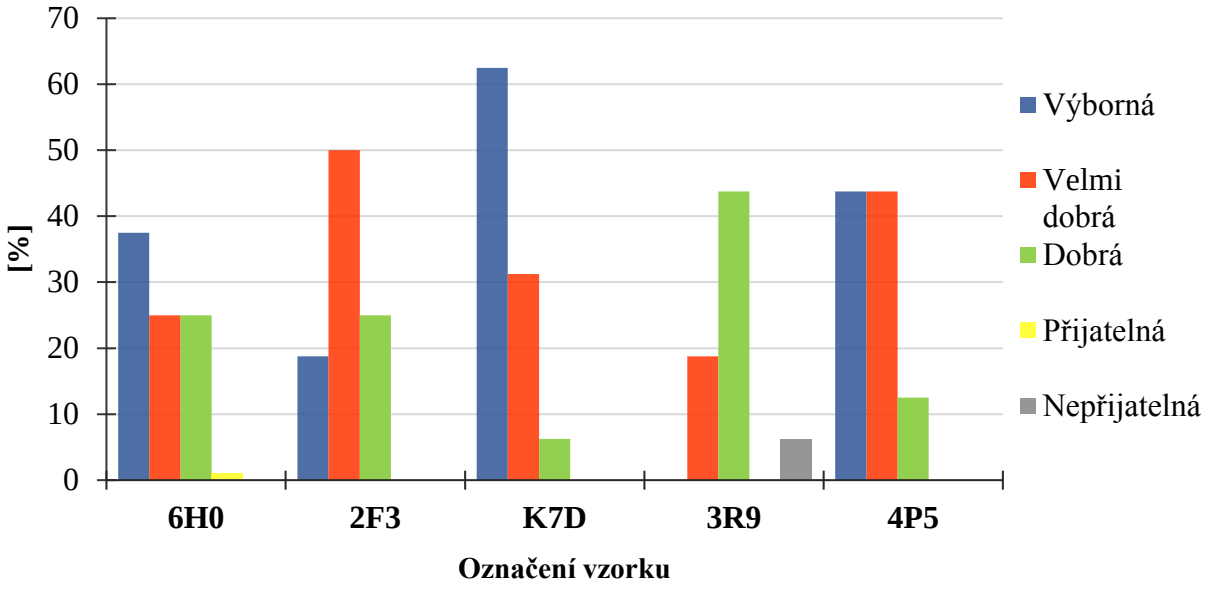
Obrázek 14: *Četnosti odpovědí na otázku: „Koupili byste si džem za vyšší cenu, než je běžné, pokud byste věděli, že by měl mít zdravotní přínos?“*



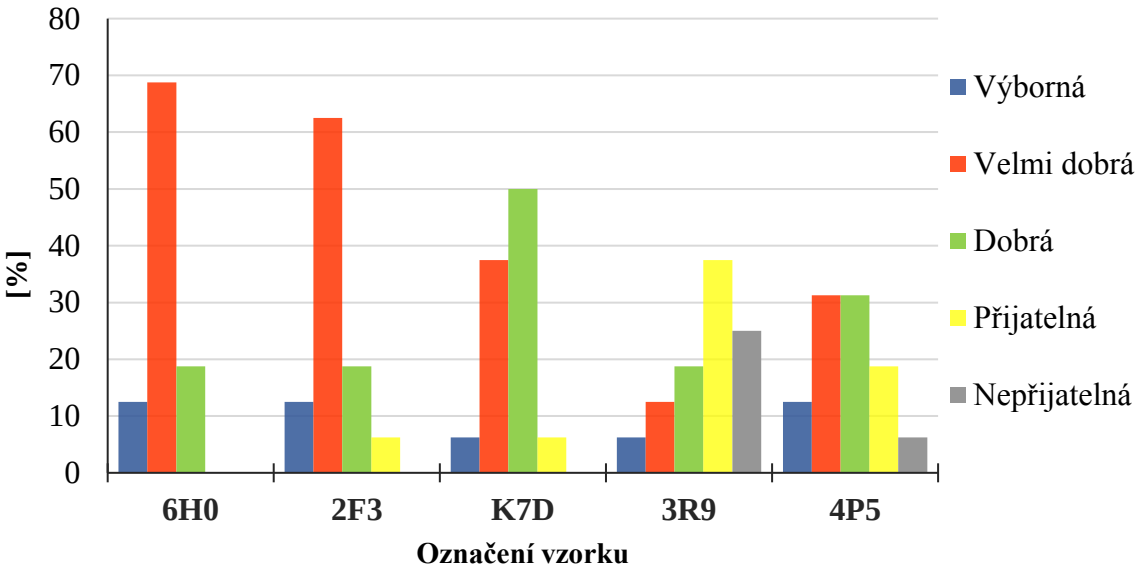
Obrázek 15: *Četnosti odpovědí na otázku: „Koupili byste si džem s ne tak dobrou chutí jako je běžné, pokud byste věděli, že by měl mít zdravotní přínos?“*

4.1.1 Hodnocení vzhledu a vůně

Nejprve měli hodnotitelé za úkol ohodnotit celkový vzhled a vůni předložených vzorků podle kategorové ordinální stupnice 1 (výborná) – 5 (nepřijatelná). Z obrázku 16 vyplývá, že nejlepší vzhled podle hodnotitelů měl polský aroniový džem K7D (Lowicz). Posuzovatelé také uvedli, že se jim líbila textura a přítomnost kousků ovoce v daném výrobku. Za nejhorší celkový vzhled aroniových pomazánek byl zhodnocen vzorek z Ukrajiny 3R9 – LiQberry, protože tato aroniová pasta má příliš řídkou konzistenci. Z obrázku 17 je patrné, že nejvíc hodnotitelům voněl český výrobek 6H0 – Biolada a také polský výrobek 2F3 – Biofix. Nejhůř byl opět ohodnocen výrobek 3R9 – LiQberry.



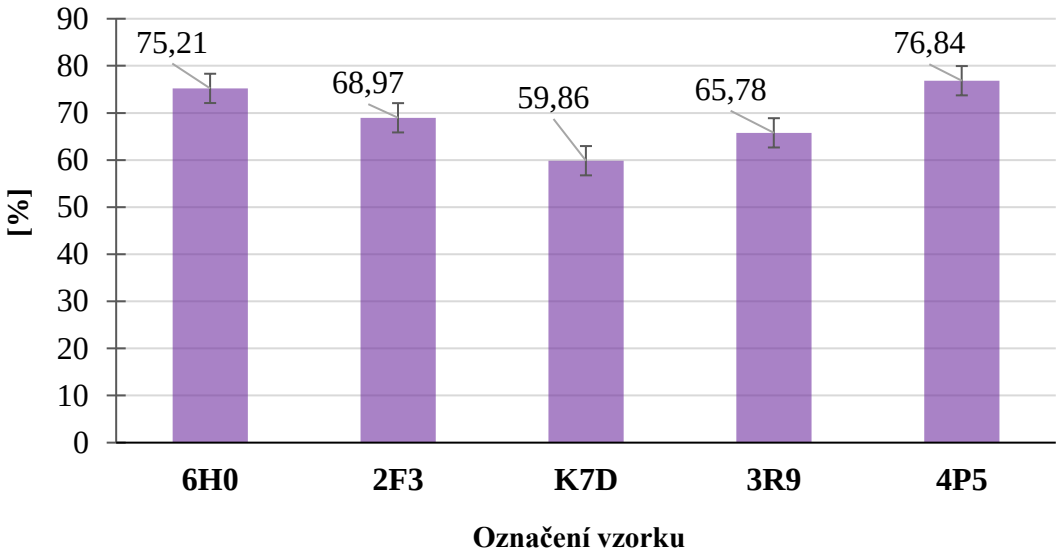
Obrázek 16: *Hodnocení vzhledu aroniových pomazánek*



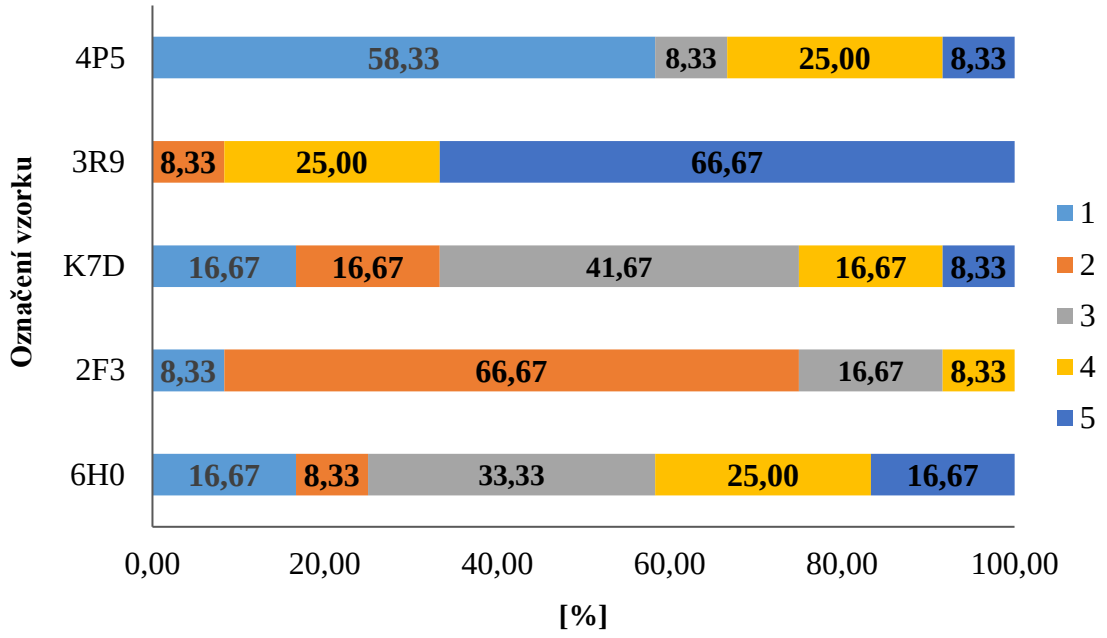
Obrázek 17: *Hodnocení vůně aroniových pomazánek*

4.1.2 Hodnocení konzistence

Dalším úkolem posuzovatelů bylo ohodnotit konzistenci výrobků na základě jejích preferenci. Hodnocení je uvedeno na obrázcích 18 – 19. Německý výrobek LCW (4P5) byl zvolen jako nejlepší, jelikož daný výrobek měl klasickou konzistenci marmelády. Nejhůř byl ohodnocen výrobek LiQBerry (3R9), protože jeho konzistence je řídká a pro většinu spotřebitelů to není přijatelná.



Obrázek 18: *Hodnocení konzistence aroniových pomazánek*



Obrázek 19: *Pořadová zkouška – hodnocení konzistence aroniových pomazánek*

4.1.3 Hodnocení chuti

Dalším hodnoceným parametrem byla chuť výrobků. Výsledky hodnocení jsou uvedeny na obrázcích 20 – 22. Posledním úkolem byla pořadová zkouška (Obrázek 23) předložených výrobků na základě vlastních preferencí.

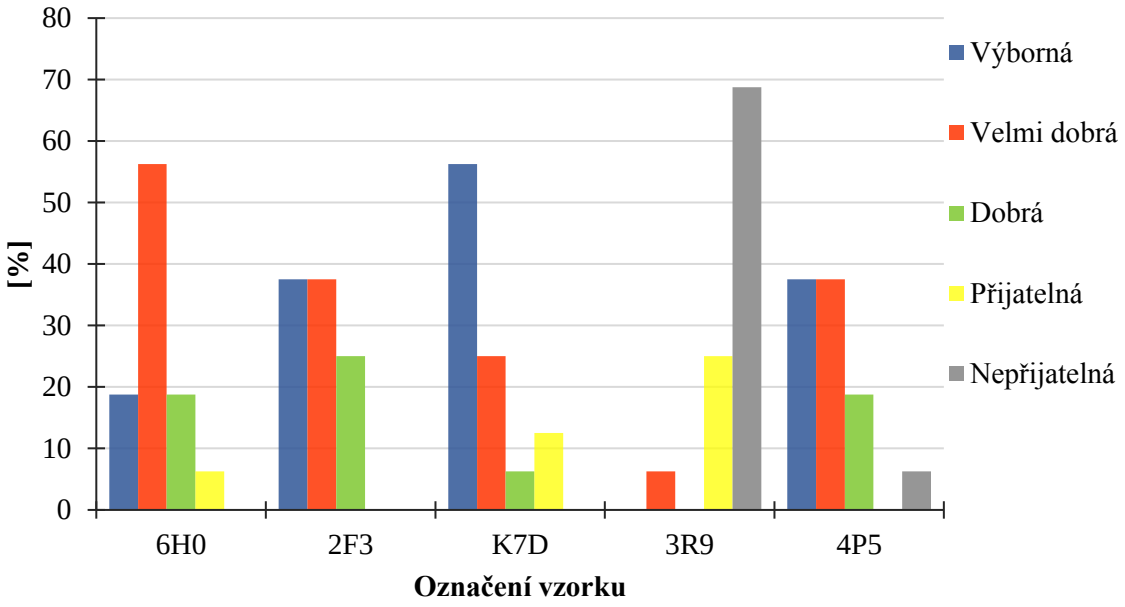
Nelepším výrobkem se stal polský džem Lowicz (K7D), jelikož nebyl příliš sladký (sladkost – 68,58 %) a jak uvedli hodnotitelé měl příjemně lehce kyselou chuť (25,39 %). Daný výrobek obsahuje glukózo-fruktózový sirup, což je běžná složka většiny obchodních džemů.

Dalším favoritem je polský džem Biofix (2F3), kde místo běžného cukru byl přidán hroznový koncentrát. Sladkost daného výrobku byla ohodnocena na 53,65 % a kyselost činila 39,01 %.

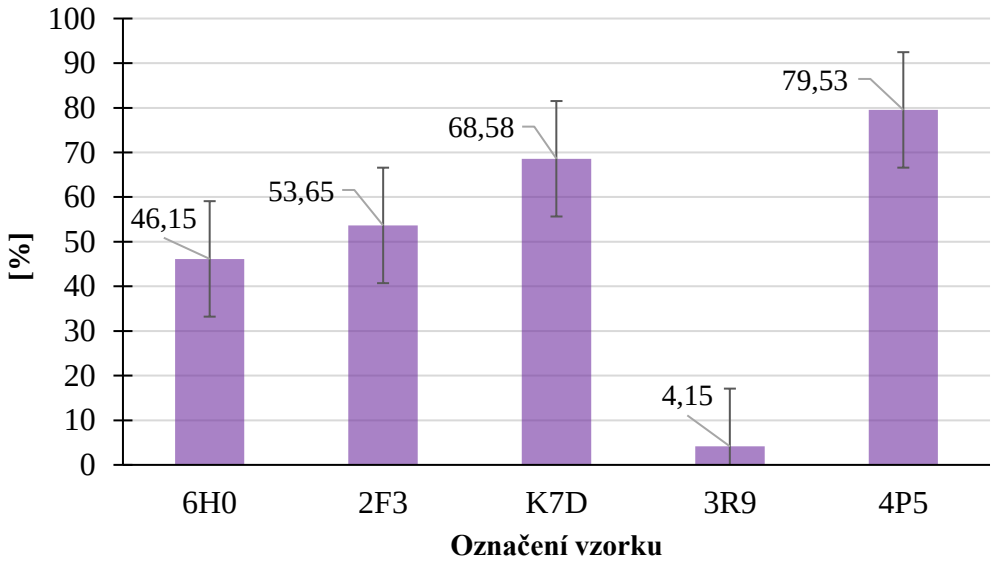
Německý džem LCW (4P5) byl ohodnocen jako nejsladší (79,53 %) a zároveň nejméně kyselý výrobek (15,71 %) ze všech, a proto některým hodnotitelům přišel příliš sladký. Jeho sacharidovou složkou je sorbitol a fruktóza.

Český výrobek Biolada – 6H0 byl ohodnocen jako dobrý. Daný výrobek má vyváženou chuť sladkosti (46,15 %) a kyselosti (45,04 %). Složkou tohoto džemu je jablečný koncentrát, který pravděpodobně ovlivňuje kyselost výrobku. Tento výrobek na rozdíl od všech ostatních místo pektinu obsahuje agar a alginát sodný.

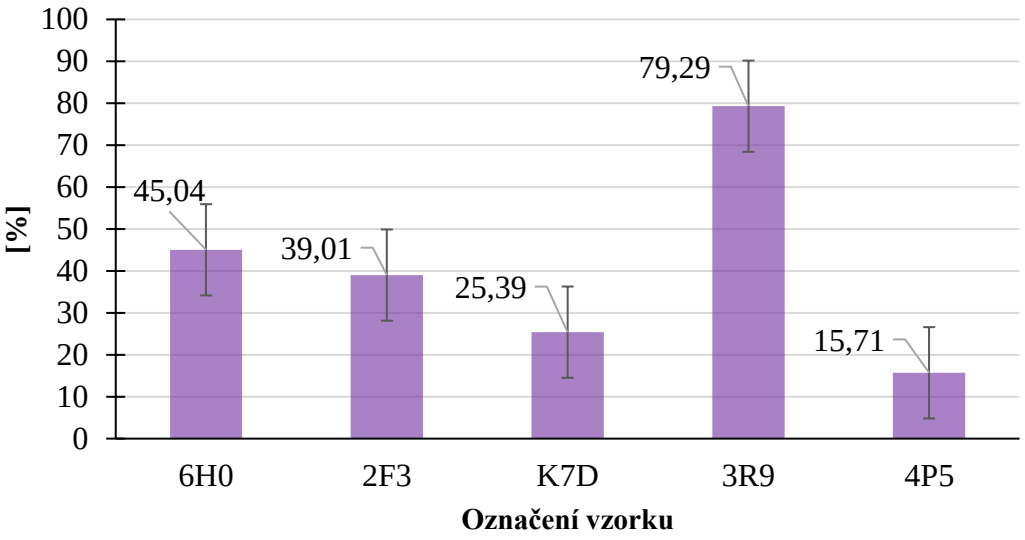
Ukrajinská aroniová pasta byla nejhůř ohodnocena a většina posuzovatelů do poznámky uvedla, že má typickou aroniovou chuť a chutná zdravě. Daný výrobek je čistě homogenizovaná aronie bez žádných přídavků, takže proto její kyselost byla ohodnocena na 72,29 %. Hodnotitelé uvedli, že tato pasta není určena k přímému konzumu, ale dala by se využit jako přídavek k nějakému pokrmu anebo pro ty, co musí snížit obsah cukrů ve stravě.



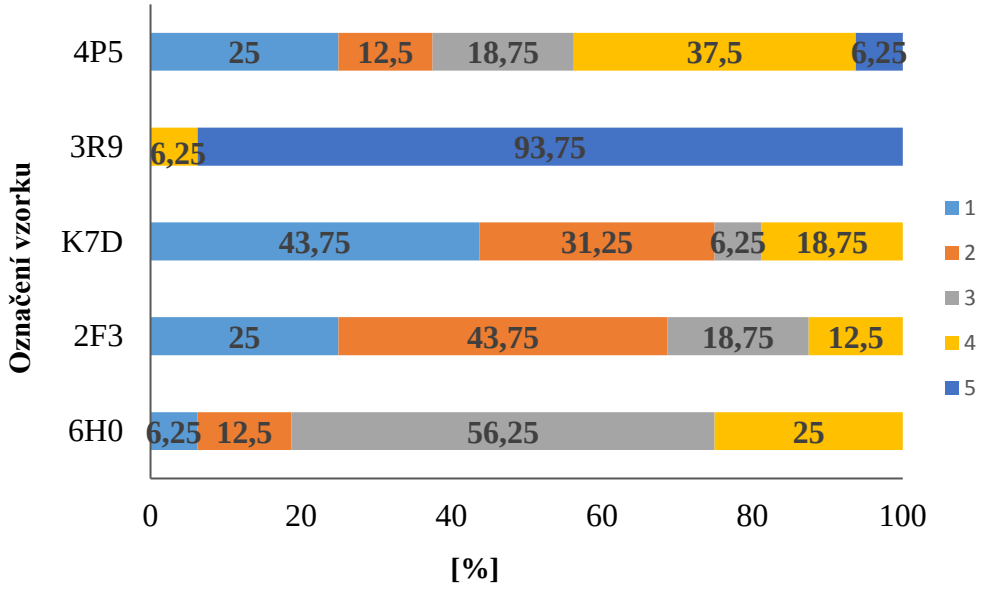
Obrázek 20: *Hodnocení chuti aroniových pomazánek*



Obrázek 21: *Hodnocení sladkosti aroniových pomazánek*



Obrázek 22: *Hodnocení kyselosti aroniových pomazánek*



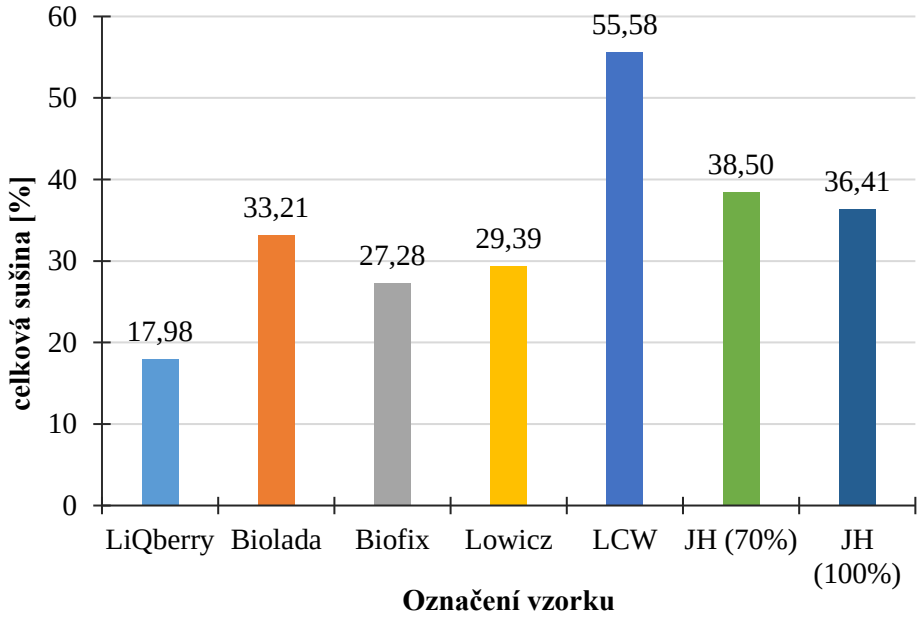
Obrázek 23: *Pořadová zkouška – hodnocení preferenci aroniových pomazánek*

4.2 Instrumentální analýza

V této diplomové práci byly stanovené zvolené chemické parametry aroniových pomazánek a získané výsledky jsou vzájemně porovnané.

4.2.1 Stanovení sušiny

Stanovení sušiny bylo provedeno podle kapitoly 3.5.1 třikrát pro každý vzorek. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 19 a vyneseny v grafu na obrázku 24.



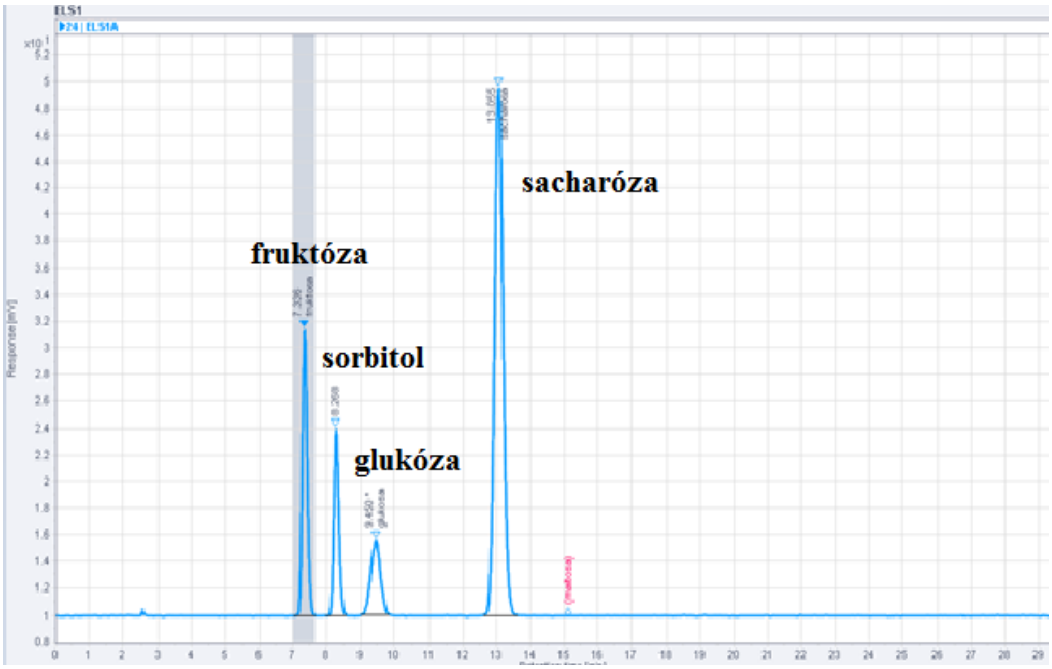
Obrázek 24: *Obsah sušiny v aroniových pomazánkách*

Nejvíce sušiny obsahoval německý vzorek LCW. Nejméně sušiny bylo stanoveno ve vzorku LiQberry.

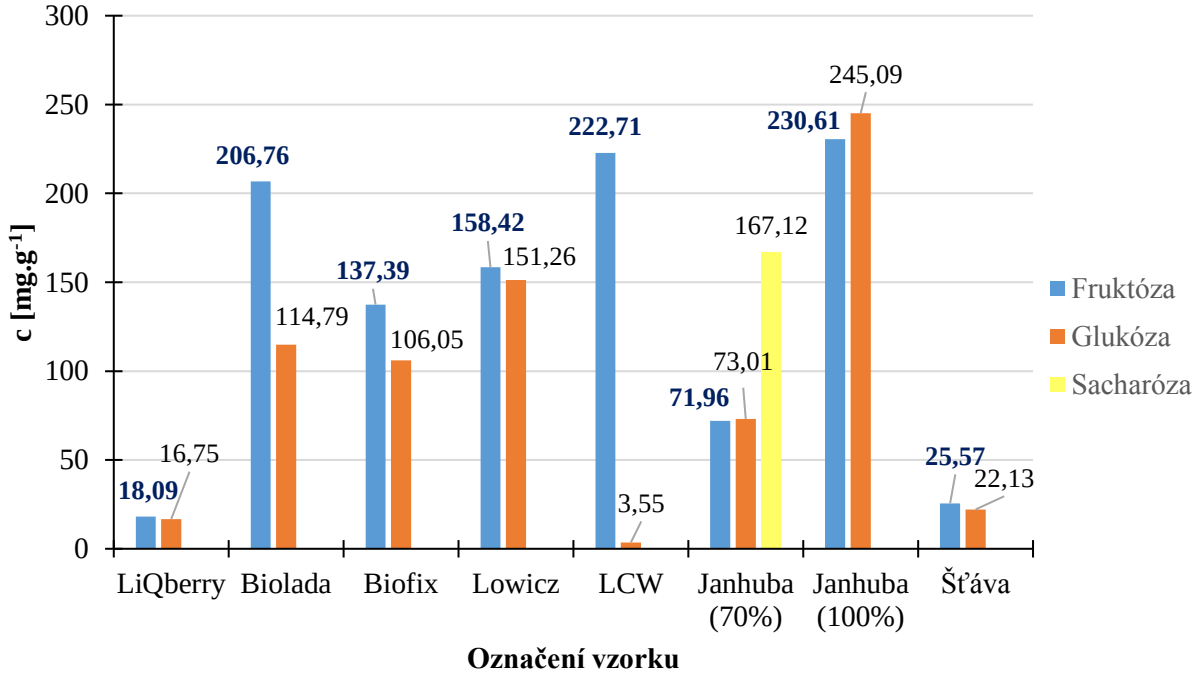
Ukrajinská pasta LiQberry neobsahuje žádné zahušťující látky, český výrobek Biolada obsahuje želírující látku agar a alginát sodný a zbylé džemy obsahují pektin, který váže vodu a prodlužuje proces sušení. Navíc obecně obsah pektinu v aronii se pohybuje v rozmezí 0,3 – 1,1 % [2, 35].

4.2.2 Stanovení sacharidů

Stanovení sacharidů v aroniových výrobcích bylo provedeno podle kapitoly 3.5.2. Naměřené hodnoty koncentrace glukózy, fruktózy a v případě jednoho výrobku i sacharózy (Obrázek 25) jsou uvedeny v tabulce 24. Na chromatogramu lze pozorovat další pík, v daném případě se pravděpodobně jedná o sorbitol, který je přítomný v relativně velkém množství v plodech aronie.



Obrázek 25: *Ukázkový chromatogram z měření sacharidů pomocí HPLC*



Obrázek 26: *Obsah glukózy, fruktózy a sacharózy v aroniových pomazánkách*

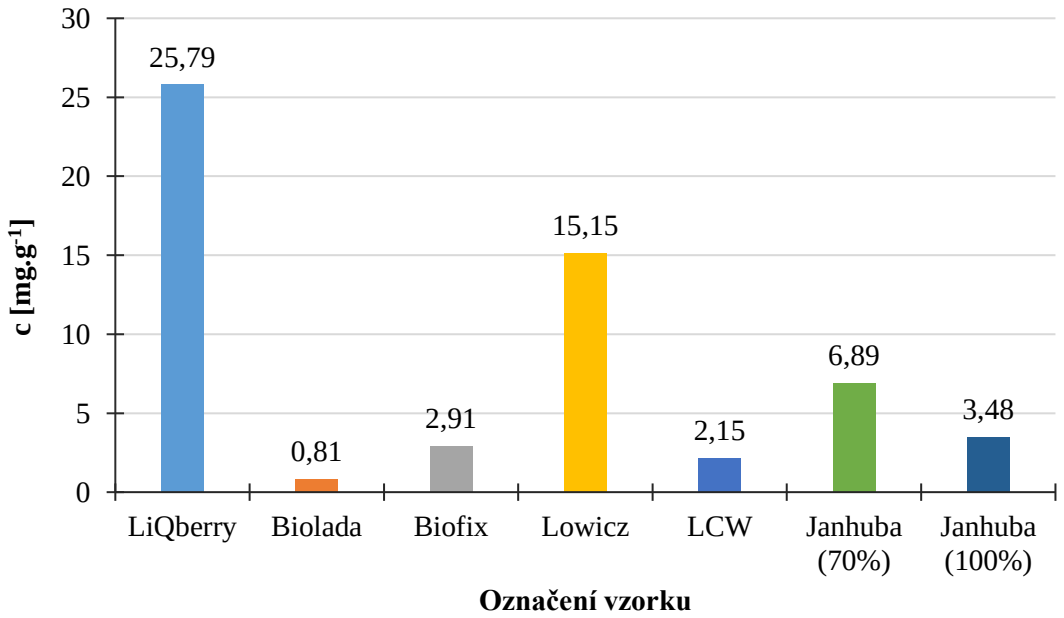
Z naměřených výsledků je patrné, že aroniová pasta LiQberry skutečně není přislazená a obsahuje jen cukry, které jsou běžně obsažené v aronii. Cukernou složkou polského džemu Lowicz je glukózo-fruktózový sirup, právě proto na grafu můžeme pozorovat skoro stejné zastoupení fruktózy a glukózy. Německý džem LCW je doslazován sorbitolem a fruktózou, takže kvůli tomu obsah fruktózy v tomto vzorku je podstatně větší. Český výrobek Biolada obsahuje navíc přídavek jablečného koncentrátu, který ovlivňuje obsah fruktózy ve výrobku.

4.2.3 Stanovení anthokyanových barviv

Stanovení anthokyanových barviv bylo provedeno pH-diferenční metodou podle kapitoly 3.5.3. Naměřená absorbance je uvedena v tabulce 20. V následující tabulce jsou shrnuty výsledné koncentrace anthokyanových barviv v aroniových pomazánkách, které jsou pak shrnuty v grafu na obrázku 27.

Tabulka 15: *Výsledné hodnoty koncentrace anthokyanů v aroniových výrobcích*

Vzorky	c [mg.dm^{-3}]	c v 50 ml [mg.dm^{-3}]	c [mg.g^{-1}]
LiQberry	479,26	23,96	25,79
Biolada	27,27	1,36	0,81
Biofix	82,94	4,15	2,91
Lowicz	468,68	23,43	15,15
LCW	125,24	6,26	2,15
Janhuba (70%)	281,65	14,08	6,89
Janhuba (100%)	133,03	6,65	3,48



Obrázek 27: *Výsledná koncentrace anthokyanových barviv ve vzorcích*

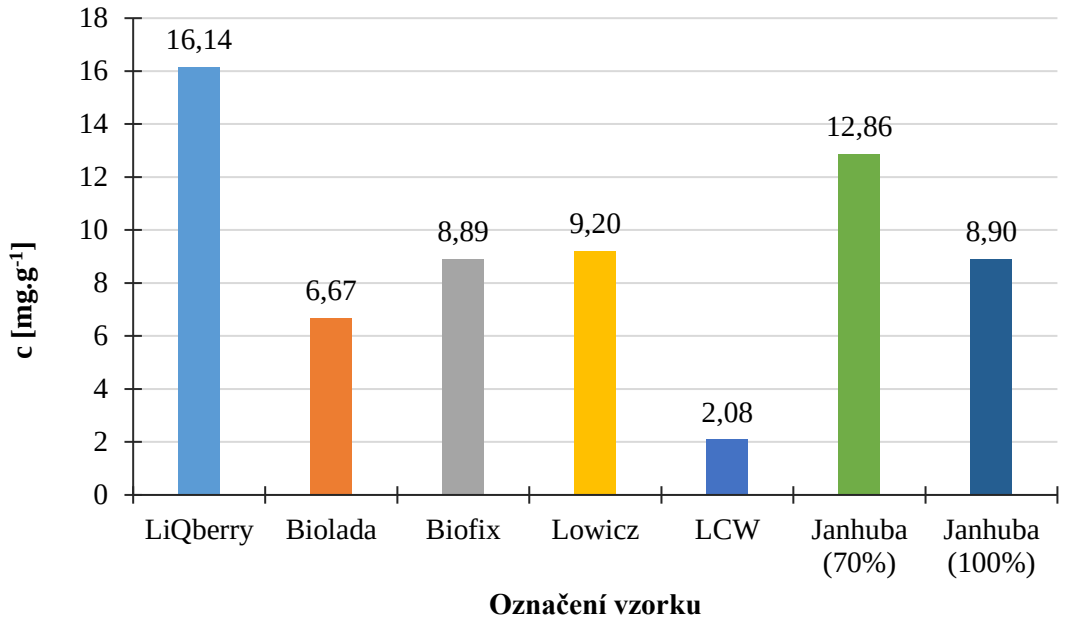
V hojném počtu jsou zastoupeny anthokyanová barviva v aroniové pastě LiQberry a to 25,79 $mg.g^{-1}$. Nejmenší koncentrace byla stanovena ve vzorku aroniového džemu Biolada – 0,81 $mg.g^{-1}$. Literatura uvádí obsah anthokyanových barviv v aroniových džemech s obsahem ovocné složky 50 až 70 % 0,2 – 0,4 $g.kg^{-1}$ [4] a obsah anthokyanů v aroniových šťávách se pohybuje v rozmezí 880 – 1970 $mg \cdot dm^{-3}$ [15]. V případě aroniové pasty LiQberry vyšší hodnoty jsou způsobené tím, že výrobek obsahuje 100 % aronie a také výrobce uvádí, že vzhledem k rozdrcení pecky aronie se dosahuje vyšších hodnot antioxidačních látek. U ostatních výrobků vyšší hodnoty mohou být zapříčiněné přídavkem hroznového nebo jablečného koncentrátu, který také obsahuje anthokyanová barviva.

4.2.4 Stanovení fenolických látek

Stanovení fenolických látek ve vzorcích bylo provedeno pomocí FCM metody popsané v kapitole 3.5.4. V následující tabulce jsou uvedeny výsledné koncentrace fenolických látek ve vzorcích, které jsou pak shrnuty v grafu na obrázku 28. Hodnoty naměřené absorbance aroniových pomazánek jsou k zhlednutí v příloze v tabulce 22.

Tabulka 16: *Výsledné hodnoty koncentrace fenolických látek v aroniových pomazánkách*

	Koncentrace		
Vzorek	**[$mg.dm^{-3}$]**	**v 50 ml [$mg.dm^{-3}$]**	**[$mg.g^{-1}$]**
LiQberry	300,00	15,00	16,14
Biolada	223,33	11,17	6,67
Biofix	253,20	12,66	8,89
Lowicz	284,61	14,23	9,20
LCW	121,15	6,06	2,08
Janhuba (70%)	525,64	26,28	12,86
Janhuba (100%)	340,38	17,02	8,90
aroniová šťáva	5853,85	-	-



Obrázek 28: *Výsledná koncentrace fenolických látek ve vzorcích*

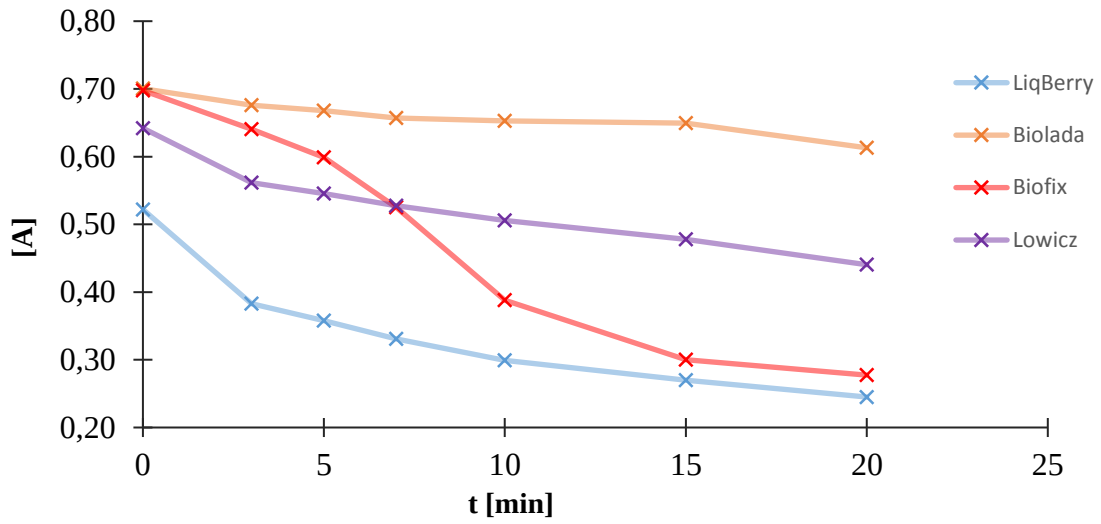
Nejvyšší hodnota koncentrace fenolických látek byla naměřena u aroniové pasty LiQberry – 16,14 mg.g^{-1}. Nejnižší hodnota činí 2,08 mg.g^{-1} a byla stanovena u aroniové pomazánky LCW. Podle literatury [4] obsah fenolických látek v aroniových džemech s obsahem ovocné složky 50 až 70 % se pohybuje v rozmezí 6,9 – 12 g.kg^{-1}. Při porovnání naměřených výsledků s literaturou lze říct, že se shodují. Vyšší hodnota fenolických látek LiQberry může být způsobena technologii výroby této pasty (rozdrcená pecka) a také jejím složením (100 % aroniová pasta). Nižší hodnota koncentrace fenolických látek u LCW (2,08 mg.g^{-1}) může být zapříčiněna nedokonalou extrakci, kvůli vysokému množství želírujících látek.

V aroniové šťávě Janhuba koncentrace fenolických látek byla stanovena na 5853,85 mg.dm^{-3}. Při porovnání s naměřenými výsledky aroniových pomazánek je patrné, že šťáva obsahuje mnohem víc fenolických látek. Nejvyšší stanovená hodnota pomazánek činila 525,64 mg.dm^{-3} (viz Tabulka 16) a jednalo se o aroniový džem stejného výrobce Janhuba s obsahem aronie 70 %., což je v podstatě jedenáctkrát míň než ve šťávě.

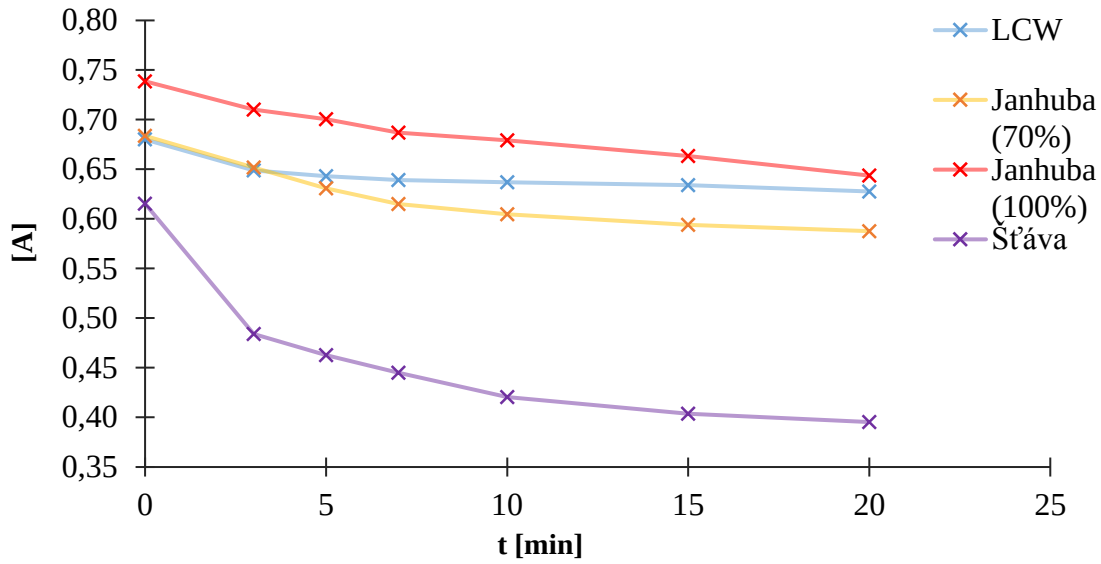
4.2.5 Stanovení antioxidační kapacity

4.2.5.1 Měření antioxidační aktivity spektrofotometricky s využitím radikálu ABTS$^{\bullet,+}$

Měření antioxidační aktivity spektrofotometrický probíhalo podle kapitoly 3.5.5.1. Kalibrační křivka Trolox je uvedena na obrázku 36.

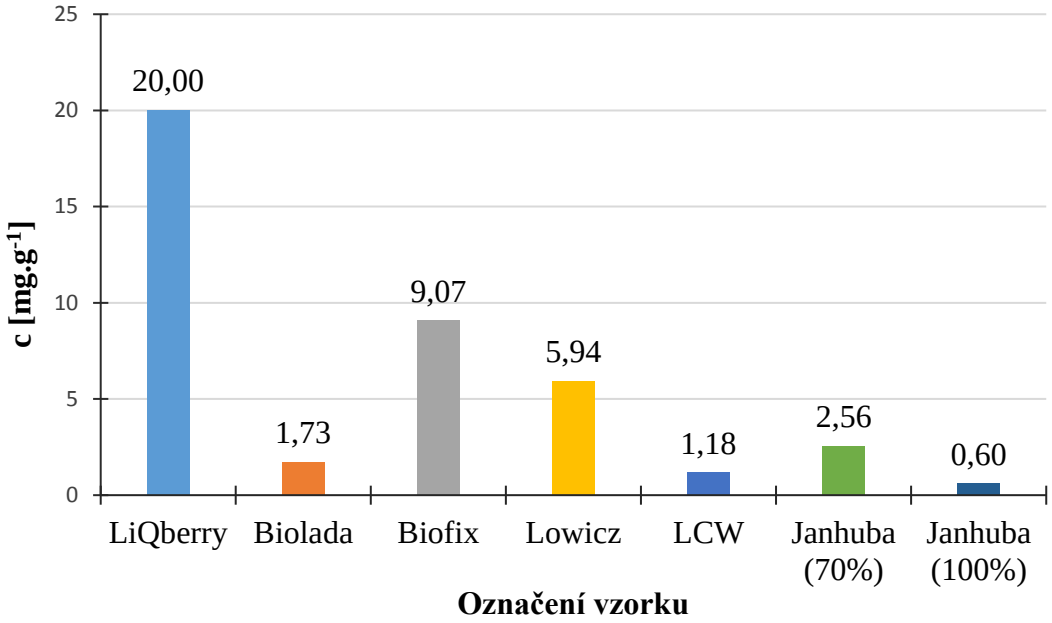


Obrázek 29 a): *Závislost absorbance na čase při zhášení radikálu ABTS$^{\bullet,+}$ (první část)*



Obrázek 29 b): *Závislost absorbance na čase při zhášení radikálu ABTS$^{\bullet,+}$ (druhá část)*

Na obrázcích 29 a), b) jsou uvedeny výsledné závislosti zhášení radikálu v závislosti na čase pro jednotlivé aroniové výrobky. Optimální závislost zhášení radikálu na čase lze sledovat u vzorku LiQberry a u aroniové šťávy. To je způsobené šetrným zpracováním, menším obsahem přídatných látek a vysokým obsahem fenolických látek.

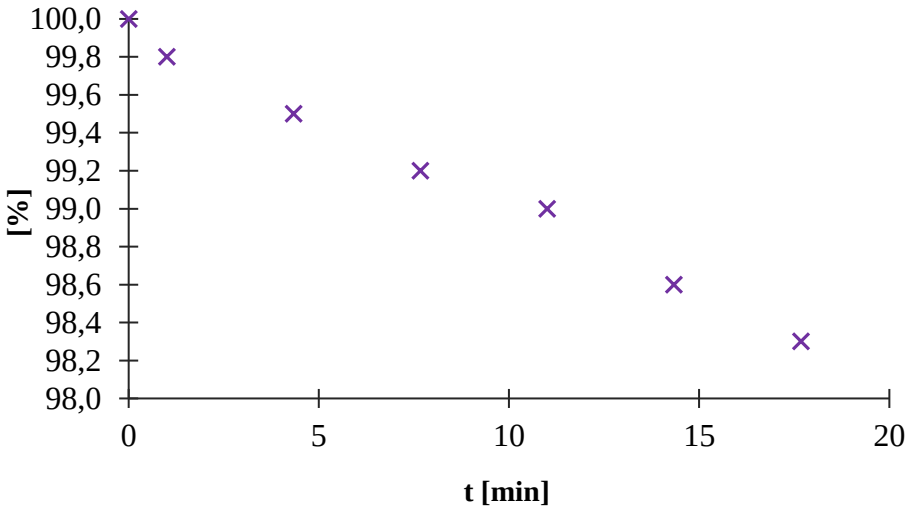


Obrázek 30: *Antioxidační aktivita aroniových pomazánek vztažená na Trolox*

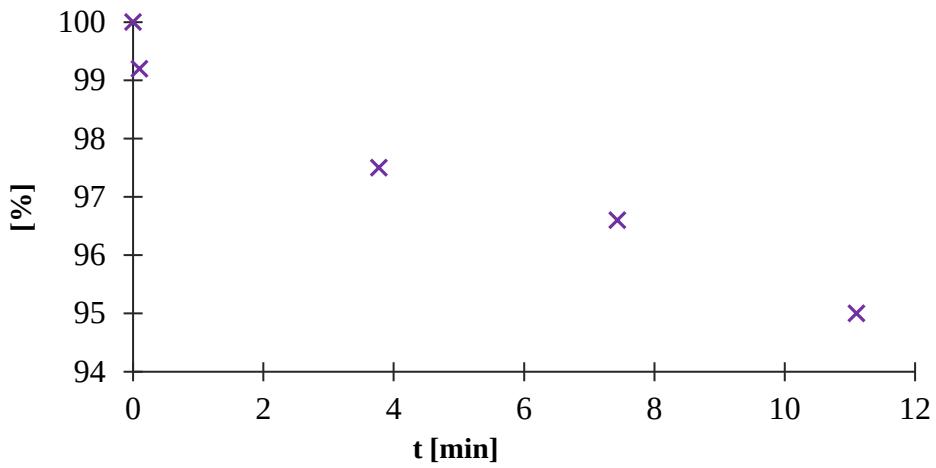
Z obrázku 30 je patrné, že nejvyšší hodnota antioxidační aktivity byla naměřená u vzorku LiQberry a nejmenší hodnota u aroniové pomazánky Janhuba s obsahem aronie 100 %. Nižší hodnota antioxidační aktivity mohla být způsobená tím, že pasírována aronie byla ponechána delší dobu na vzduchu předtím, než byla pasterována. Podle literatury hodnota celkové antioxidační aktivity v plodech aronie činí 11 $mg.g^{-1}$ a v aroniových džemech s obsahem aronie 50 až 70 % – 49,6 $mg.g^{-1}$.

4.2.5.2 Měření antioxidační aktivity pomocí EPR

Pro porovnání průběhu zhášení $ABTS^{\bullet+}$, stanovení antioxidační aktivity aroniových výrobků, bylo také provedeno na EPR dle kapitoly 3.5.5.2. Pro toto měření byly testovány dva radikály $ABTS^{\bullet+}$ a $DPPH^{\bullet+}$.

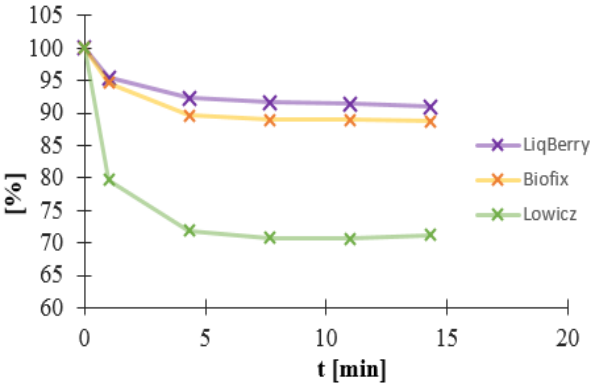


Obrázek 31: *Stabilita radikálu $ABTS^{\bullet+}$ (dvacetkrát zředěného)*

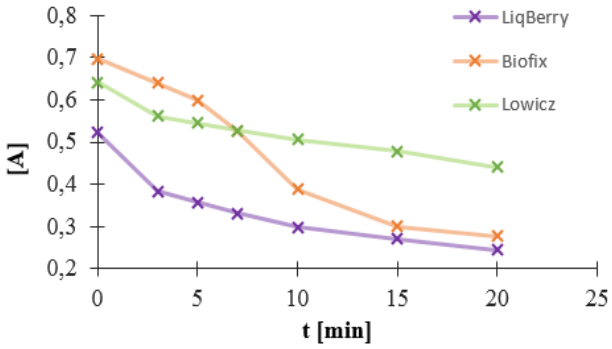


Obrázek 32: *Stabilita radikálu DPPH$^{\bullet,+}$ (dvacetkrát zředěného)*

Na obrázcích 31 a 32 lze pozorovat stabilitu radikálu ABTS a DPPH. Z naměřených výsledků vyplývá, že ABTS je stabilnější, jelikož za 20 minut jeho stabilita klesla jen o 2 %. V případě DPPH za pouhých 12 minut jeho stabilita klesla o 6 %. Právě z toho důvodu pro srovnávací stanovení antioxidační aktivity metodou EPR byl zvolen stabilnější radikál ABTS$^{\bullet,+}$.



Obrázek 33: *Stanovení antioxidační aktivity pomocí EPR*



Obrázek 34: *Stanovení antioxidační aktivity spektrofotometricky*

Při stanovení antioxidační kapacity na EPR byly zvoleny tři aroniové pomazánky, které vykazovaly největší antioxidační aktivitu naměřenou spektrofotometricky. Vybrané vzorky bylo nutno naředit (LiQberry 20krát, Biofix 15krát a Lowicz 20krát), aby zhášení neprobíhalo příliš rychle. Uvedené naředění odpovídá hodnotám antioxidační aktivity uvedeným na obrázku 30.

4.3 Shrnutí výsledků

Pro lepší přehlednost a možnost porovnání, všechny naměřené výsledky aroniových pomazánek byly shrnuty do jedné tabulky.

Vzorek	Celková sušina	Obsah anthokyanů	Obsah fenolických látek	Obsah fruktózy	Obsah glukózy	Antioxidační aktivita
	[%]	[mg.g^{-1}]	[mg.g^{-1}]	[mg.g^{-1}]	[mg.g^{-1}]	[mg.g^{-1}]
LiQberry	17,98	25,79	16,14	18,09	16,75	20,00
Biolada	33,21	0,81	6,67	206,76	114,79	1,73
Biofix	27,28	2,91	8,89	137,39	106,05	9,07
Lowicz	29,39	15,15	9,20	158,42	151,26	5,94
LCW	55,58	2,15	2,08	222,71	3,55	1,18
Janhuba (70%)	38,50	6,89	12,86	71,96	73,01	2,56
Janhuba (100%)	36,41	3,48	8,90	230,61	245,09	0,60

LiQberry je z hlediska obsahových látek vzorovým příkladem superpotraviny. Obsahuje nejvíce antioxidantů a nejméně cukrů. Vysoká nutriční hodnota však neodpovídá chuťovým receptorům spotřebitelů, kteří ji posoudili jako chuťově nejhorší. Tuto pastu lze tedy konzumovat přesně podle doporučení výrobce pouze jako potravinový doplněk v množství několika lžiček denně.

5 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo srovnat vlastnosti aroniových pomazánek různého původu, složení a různé technologie výroby. A zároveň ohodnotit jejích senzorickou kvalitu, především chutnost.

Z naměřených dat vyplývá, že největší obsah sušiny byl stanoven u německé pomazánky LCW a to 55,58 % a nejmenší obsah sušiny byl stanoven v ukrajinské pastě LiQberry.

Nejvyšší koncentrace anthokyanů byla stanovena u vzorku LiQberry (25,79 $mg.g^{-1}$), nejnižší pak u aroniového džemu Biolada (0,81 $mg.g^{-1}$). Literatura uvádí obsah anthokyanových barviv v aroniových džemech (50 až 70 % ovocné složky) – 0,2 až 0,4 $mg.g^{-1}$ [4]. Vyšší hodnoty mohou být způsobené velkým procentuálním obsahem aroniové složky v aroniových pomazánkách. Vliv má také slazení výrobku ovocnými koncentráty, jelikož dané ovoce obsahuje anthokyanová barviva, což může zkreslovat výsledek.

V hojném počtu jsou zastoupené fenolické látky, nejvyšší hodnota 16,14 $mg.g^{-1}$ byla stanovena v aroniové pastě LiQberry a nejnižší hodnota 2,08 $mg.g^{-1}$ v marmeládě LCW. Podle literatury [4] se obsah fenolických látek v aroniových džemech s obsahem ovocné složky 50 až 70 % pohybuje v rozmezí 6,9 – 12 $mg.g^{-1}$. Lze tedy říct, že naměřené výsledky se shodují s literaturou. Vyšší hodnota fenolických látek v pastě LiQberry může být zapříčiněna technologií výroby této pasty (rozdrcená pecka) a také jejím složením (100 % aroniová pasta). Nižší hodnoty fenolických látek u LCW (2,08 $mg.g^{-1}$) mohou být způsobené nedokonalou extrakci, z důvodu vyššího obsahu želírujících látek.

Výrobce LiQberry uvádí, že jeho pasta je výjimečná vyšší hodnotou antioxidační aktivity, což bylo potvrzeno naměřenými výsledky. Ze získaných hodnot je zřejmé, že hodnota antioxidační aktivity ve vzorku LiQberry (20,00 $mg.g^{-1}$) je minimálně dvakrát větší, než u ostatních pomazánek. Nejnižší stanovena hodnota činí 1,18 $mg.g^{-1}$ ve vzorku LCW.

Senzorické hodnocení proběhlo na FCH VUT v Brně, kterého se zúčastnili primárně zaměstnanci a studenti doktorského studia. Jejich cílem bylo ohodnotit 5 předložených vzorků aroniových pomazánek pomocí pořadové zkoušky a grafické stupnice. Dále byla hodnocená konzistence a chuť výrobků podle pětibodové kategorové ordinální stupnice.

Po shrnutí výsledků senzorické analýzy, byl nejpreferovanějším výrobkem pro spotřebitele polský džem Lowicz. Daný výrobek obsahuje glukózo-fruktózový sirup, což je běžná složka většiny obchodních džemů. Na druhém místě byl polský džem Biofix, kde místo běžného cukru byl přidán hroznový koncentrát. Německý džem LCW byl ohodnocen jako nejsladší ze všech, a proto některým hodnotitelům přišel příliš sladký. Jeho sacharidovou složkou je sorbitol a fruktóza. Český džem Biolada byl ohodnocen jako dobrý, s vyváženou chuti sladkosti a kyselosti. Složkou tohoto džemu je jablečný koncentrát, který pravděpodobně ovlivňuje kyselost výrobku. Ukrajinská pasta LiQberry byla ohodnocena jako nepoužitelná k přímému konzumu, ale většina posuzovatelů do poznámky uvádělo, že má aroniovou chuť a že by se dala využit jako přídavek do pokrmu. Daný výrobek je čistě homogenizována aronie bez žádných přídavků a lze ji doporučit jako potravní doplněk.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] HARDIN, James W. The Enigmatic Chokeberries (Aronia, Rosaceae). Bulletin of the Torrey Botanical Club. 1973, 100(3), 178-184. DOI: DOI: 10.2307/2484630.

[2] DENEV, Petko N., Christo G. KRATCHANOV, Milan CIZ, Antonin LOJEK a Maria G. KRATCHANOVA. Bioavailability and Antioxidant Activity of Black Chokeberry (Aronia melanocarpa) Polyphenols: in vitro and in vivo Evidences and Possible Mechanisms of Action. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2012, 11(5), 471-489. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2012.00198.x. ISSN 15414337. Dostupné také z: http://doi.wiley.com/10.1111/j.1541-4337.2012.00198.x

[3] KOKOTKIEWICZ, Adam, Zbigniew JAREMICZ a Maria LUCZKIEWICZ. Aronia Plants: A Review of Traditional Use, Biological Activities, and Perspectives for Modern Medicine. Journal of Medicinal Food. 2010, 13(2), 255-269. DOI: 10.1089/jmf.2009.0062. ISSN 1096-620X. Dostupné také z: http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jmf.2009.0062

[4] KAPCI, Bahtinur, Esra CAPANOGLU, Eva NERADOVÁ, Helena ČÍŽKOVÁ, Michal VOLDŘICH a Aleš RAJCHL. Investigating the antioxidant potential of chokeberry (Aronia melanocarpa) products. Journal of Food and Nutrition Research. 2013, , 1-11.

[5] CATANĂ, Luminița, Monica CATANĂ, Enuța IORGA, Adrian Constantin ASĂNICĂ, Anda-Grațiela LAZĂR, Monica-Alexandra LAZĂR a Nastasia BELC. VITAMIN C AND TOTAL POLYPHENOL CONTENT AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF FRESH AND PROCESSED FRUITS OF ARONIA MELANOCARPA. Scientific Papers: Series B, Horticulture. 2017, LXI, 433-440. ISSN 2285-5653.

[6] KULLING, Sabine a Harshadai RAWEL. Chokeberry (Aronia melanocarpa) – A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects. *Planta Medica*. 2008, **74**(13), 1625-1634. DOI: 10.1055/s-0028-1088306. ISSN 0032-0943. Dostupné také z: http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0028-1088306

[7] Aronia. In: *Cepia.ru* [online]. 2019 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: https://cepia.ru/aroniya

[8] The effect of mineral fertilization on nutritive value and biological activity of chokeberry fruit. *Agricultural and Food Science*. 2007, **16**(1), 46-55. DOI: 10.2137/145960607781635822. ISSN 1795-1895. Dostupné také z: https://journal.fi/afs/article/view/5862

[9] TANAKA, Tsuneo a Akira TANAKA. Chemical Components and Characteristics of Black Chokeberry. *NIPPON SHOKUHIN KAGAKU KOGAKU KAISHI*. 2001, **48**(8), 606-610. DOI: 10.3136/nskkk.48.606. ISSN 1341-027X. Dostupné také z: http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.Journalarchive/nskkk1995/48.606?from=CrossRef

[10] LOGVINOVA, E.E., T.A. BREZHNEVA a A.I. SLIVKIN. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ПЛОДАХ АРОНИИ ЧЕРНОПЛОДНОЙ. Научные ведомости Белгородского государственного университета: Медицина. Фармация. 2015, 10(207)(30), 1-6.

[11] ĆUJIĆ, Nada, Katarina ŠAVIKIN, Gordana ZDUNIĆ, Teodora JANKOVIĆ a Nebojša MENKOVIĆ. Potential of Chokeberry (Aronia Melanocarpa L.) as a Therapeutic Food. *Therapeutic Foods* [online]. Elsevier, 2018, 2018, **8**(7), 209-237 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.1016/B978-0-12-811517-6.00007-6. ISBN 9780128115176. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128115176000076

[12] Aronia Chokeberry Extract. In: *Best Bio-Tech Co., Ltd*. [online]. China, 2017 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: http://www.best-herb.com/picview.php?cat_id=34&id=124

[13] SALIMA - V hlavní roli arónie. In: *Veletrhy Brno* [online]. 2018 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: https://www.bvv.cz/salima/aktuality/v-hlavni-roli-aronie/

[14] TOLIĆ, Mandica-Tamara, Irena Landeka JURČEVIĆ, Ines Panjkota KRBAVČIĆ, Ksenija MARKOVIĆ a Nada VAHČIĆ. Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Quality of Chokeberry (Aronia melanocarpa) Products. Food Technol Biotechnol. 2015, 53(2), 171–179. DOI: https://dx.doi.org/10.17113%2Fftb.53.02.15.3833.

[15] OSZMIAŃSKI, Jan a Aneta WOJDYLO. Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. European Food Research and Technology. 2005, 221(6), 809-813. DOI: 10.1007/s00217-005-0002-5. ISSN 1438-2377. Dostupné také z: http://link.springer.com/10.1007/s00217-005-0002-5

[16] SKUPIEN, K. a J. OSZMIANSKI. The effect of mineral fertilization on nutritive value and biological activity of chokeberry fruit. Agricultural and Food Science. 2007, 16(1), 46-55. DOI: 10.2137/145960607781635822. ISSN 1795-1895. Dostupné také z: https://journal.fi/afs/article/view/5862

[17] TAHERI, Rod, Bryan A. CONNOLLY, Mark H. BRAND a Bradley W. BOLLING. Underutilized Chokeberry (Aronia melanocarpa, Aronia arbutifolia, Aronia prunifolia) Accessions Are Rich Sources of Anthocyanins, Flavonoids, Hydroxycinnamic Acids, and Proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013, 61(36), 8581-8588. DOI: 10.1021/jf402449q. ISSN 0021-8561. Dostupné také z: http://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf402449q

[18] HOWARD, Luke R., Cindi BROWNMILLER, Ronald L. PRIOR a Andy MAUROMOUSTAKOS. Improved Stability of Chokeberry Juice Anthocyanins by β-Cyclodextrin Addition and Refrigeration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013, 61(3), 693-699. DOI: 10.1021/jf3038314. ISSN 0021-8561. Dostupné také z: http://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf3038314

[19] GAZDIK, Zbynek, Vojtech REZNICEK, Vojtech ADAM, et al. Use of Liquid Chromatography with Electrochemical Detection for the Determination of Antioxidants in Less Common Fruits. *Molecules*. 2008, 13(11), 2823-2836. DOI: 10.3390/molecules131102823. ISSN 1420-3049. Dostupné také z: http://www.mdpi.com/1420-3049/13/11/2823

[20] ŸONG, L.H. Effect of Storage Conditions on the Stability of the Extracts from Aronia melanocarpa. *Res. J. Biotechnol*. 2016, **11**, 38-45.

[21] BALÍK, Josef a Karel KOPEC. *Zahradnická kvalitologie: seminární praktikum*. 2., nezměn. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008. ISBN 978-80-7375-199-9.

[22] H. WATHON, Muhammad, Nicholas BEAUMONT a Meryem BENOHOUD. Extraction of anthocyanins from Aronia melanocarpa skin waste as a sustainable source of natural colorants. *Coloration Technology*. 2019, 135(1), 5-16. DOI: https://doi.org/10.1111/cote.12385.

[23] ŠIC ŽLABUR, Jana, Nadica DOBRIČEVIĆ a Stjepan PLIESTIĆ. Antioxidant Potential of Fruit Juice with Added Chokeberry Powder (Aronia melanocarpa). *Molecules*. 2017, 22(2158), 1-11. DOI: doi:10.3390/molecules22122158.

[24] SZOPA, Agnieszka, Adam KOKOTKIEWICZ, Paweł KUBICA, et al. Comparative analysis of different groups of phenolic compounds in fruit and leaf extracts of Aronia sp: A. melanocarpa, A. arbutifolia, and A. ×prunifolia and their antioxidant activities. *European Food Research and Technology*. 2017, **243**(9), 1645-1657. DOI: 10.1007/s00217-017-2872-8. ISSN 1438-2377. Dostupné také z: http://link.springer.com/10.1007/s00217-017-2872-8

[25] TAUFEROVÁ, Alexandra, Zdeňka JAVŮRKOVÁ a Martina OŠŤÁDALOVÁ. *Technologie a hygiena potravin rostlinného původu I., II.* Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-692-6.

[26] LiQberry [online]. Kiev, Ukraine [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: http://liqberry.com

[27] Л.А., ДЕЙНЕКА a Блинова И.П. Method of extraction and purification of chockeberry fruit anthocyanins. *НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ*: Медицина. Фармация. 2012, 10(129), 60-64.

[28] LI, Hongyan, Zeyuan DENG, Honghui ZHU, Chanli HU, Ronghua LIU, J. Christopher YOUNG a Rong TSAO. Highly pigmented vegetables: Anthocyanin compositions and their role in antioxidant activities. *Food Research International*. 2012, 46(1), 250-259. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.12.014. ISSN 09639969. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996911006788

[29] CASTAÑEDA-OVANDO, Araceli, Ma. de Lourdes PACHECO-HERNÁNDEZ, Ma. Elena PÁEZ-HERNÁNDEZ, José A. RODRÍGUEZ a Carlos Andrés GALÁN-VIDAL. Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*. 2009, 113(4), 859-871. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.09.001. ISSN 03088146. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814608010674

[30] DAWIDOWICZ, Andrzej L., Dorota WIANOWSKA a Małgorzata OLSZOWY. On practical problems in estimation of antioxidant activity of compounds by DPPH method (Problems in estimation of antioxidant activity). *Food Chemistry*. 2012, 131(3), 1037–1043. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.09.067. ISSN 03088146. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814611013446

[31] HWANG, Seok Joon, Won Byong YOON, Ok-Hwan LEE, Seung Ju CHA a KIM. Radical-scavenging-linked antioxidant activities of extracts from black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *Food Chemistry*. 2014, 146(2014), 71-77. DOI:

10.1016/j.foodchem.2013.09.035. ISSN 03088146. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814613012879

[32] JAKOBEK, Lidija, Mato DRENJANČEVIĆ a JUKIĆ. Phenolic acids, flavonols, anthocyanins and antiradical activity of "Nero", "Viking", "Galicianka" and wild chokeberries. *Scientia Horticulturae*. 2012, 147. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.09.006. ISSN 03044238. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423812004335

[33] KRAUJALYTĖ, Vilma, Petras Rimantas VENSKUTONIS, Audrius PUKALSKAS, Laima ČESONIENĖ a Remigijus DAUBARAS. Antioxidant properties and polyphenolic compositions of fruits from different European cranberrybush (Viburnum opulus L.) genotypes. *Food Chemistry*. 2013, 141(4), 3695–3702. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.06.054. ISSN 03088146. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814613008315

[34] LIANG, Linghong, Xiangyang, Ting ZHAO a Jiangli ZHAO. *Food Research International*. 2012, 46(1). DOI: 10.1016/j.foodres.2011.11.024. ISSN 09639969. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096399691100648X

[35] MAYTAKOV, A.L. Investigation of consumer properties and the definition of regulated quality indicators of instant breakfasts that are based on milk whey and chockeberry extract. *Техника и технология пищевых производств* **2012(**3), 1-6.

[36] IVANOVA, G.A. Экстракция веществ полифенольной природы из шрота черноплодной рябины. *Вестник технологического университета*. 2016, **T.19**(19), 148-150.

[37] BIAŁEK, Małgorzata, Jarosława RUTKOWSKA a Ewelina HALLMANN. BLACK CHOKEBERRY (ARONIA MELANOCARPA) AS POTENTIAL COMPONENT OF FUNCTIONAL FOOD.Zywnosc.Nauka.Technologia.Jakosc/Food.Science.Technology.Quality. 2012, 6(85), 21-30. DOI: 10.15193/zntj/2012/85/021-030. ISSN 14256959. Dostupné také z: http://www.pttz.org/zyw/wyd/czas/2012, 6(85)/02_Bialek.pdf

[38] JURIKOVA, Tunde, Jiri MLCEK, Sona SKROVANKOVA, Daniela SUMCZYNSKI, Jiri SOCHOR, Irena HLAVACOVA, Lukas SNOPEK a Jana ORSAVOVA. Fruits of Black Chokeberry Aronia melanocarpa in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules.* 2017, 22(6), 1-23. DOI: 10.3390/molecules22060944. ISSN 1420-3049. Dostupné také z: http://www.mdpi.com/1420-3049/22/6/944

[39] JEŽEK, František. *Senzorická analýza potravin: návody na cvičení*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-724-4.

[40] BELOVIĆ, Miona a Aleksandra TORBICA. Development of low calorie jams with increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace, *Food Chemistry.* 2017, 237, 1226-1233. ISSN 0308-8146.

[41] HOWARD, Luke R., Cindi BROWNMILLER, Ronald L. PRIOR a Andy MAUROMOUSTAKOS. Mproved Stability of Chokeberry Juice Anthocyanins by Beta Cyclodextrin Addition and Refrigeration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013, 61(3), 693-699. DOI: 10.1021/jf3038314. ISSN 0021-8561. Dostupné také z: http://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf3038314

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A	Absorbance
ABTS	2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazolin-6-sulfonát)
CVD	Chronic Venous Disease; chronická žilní onemocnění
DAD	diod array detector; detektor diodového pole
DPPH	2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl
EPR	Elektronová paramagnetická rezonance
FCM	Folin-Ciocalteu Method, Folin-Ciocalteuho spektrofotometrická metoda
FW	Fresh Weight, čerstvá hmotnost
GAE	Gallic Acid Equivalence, ekvivalentní množství kyseliny gallové
HPLC	High-performance liquid chromatography, vysokoúčinná kapalinová chromatografie
HTD	Hydrotermodynamická technologie
PDA	Photodiode Array Detector, detektor s diodovým polem
TEAC	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity
TFA	Kyselina trifluoroctová
Trolox	6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylová kyselina
UV-VIS	Ultrafialovo-viditelná spektroskopie

8 PŘÍLOHY

8.1 Naměřená data instrumentální analýzy

Tabulka 17: *Navážky vzorků pro extrakci studenou vodou*

Vzorky	m [g]
3R9 LiQBerry	5,1690
6HO Biolada	5,0419
2F3 Biofix	5,2190
K7D Lowicz	5,2631
4P5 LCW	5,2309
7OJ Janhuba	5,3061
1OJ Janhuba	5,2550

Tabulka 18: *Navážky vzorků pro extrakci horkou vodou (80 °C)*

Vzorky	m [g]
3R9 LiQBerry	5,1637
6HO Biolada	5,0036
2F3 Biofix	2,3152
K7D Lowicz	5,1395
4P5 LCW	5,1625
7OJ Janhuba	5,0821
1OJ Janhuba	5,2406

Tabulka 19: *Stanovení sušiny aroniových pomazánek*

Vzorek	navážky vzorků před sušením 7.01.2019 [g]			navážky vzorků po sušení 22.01.2019 v 10:00 [g]			navážky vzorků po sušení 22.01.2019 v 17:00 [g]			celková sušina [%]			celková sušina průměr [%]
LiQberry	2,3353	2,1393	2,3083	0,4120	0,3889	0,4186	0,4118	0,3885	0,4186	17,6337	18,1601	18,1346	**17,98**
Biolada	2,3995	2,3062	2,3586	0,7913	0,7668	0,7896	0,7905	0,7663	0,7892	32,9444	33,2278	33,4605	**33,21**
Biofix	2,1893	2,2663	2,3560	0,6014	0,6144	0,6429	0,6011	0,6142	0,6426	27,4563	27,1014	27,2750	**27,28**
Lowicz	2,4942	2,2696	2,3178	0,7372	0,6758	0,6703	0,7365	0,6751	0,6697	29,5285	29,7453	28,8938	**29,39**
LCW	2,6600	2,1504	2,3808	1,4921	1,1769	1,3322	1,4916	1,1764	1,3320	56,0752	54,7061	55,9476	**55,58**
70 % Janhuba	2,0767	2,1032	2,0328	0,8000	0,8101	0,7828	0,7997	0,8097	0,7826	38,5082	38,4985	38,4986	**38,50**
100 % Janhuba	2,1190	2,1036	2,0387	0,7727	0,7632	0,7446	0,7725	0,7627	0,7443	36,4559	36,2569	36,5086	**36,41**

Tabulka 20: *Naměřená absorbance vzorků aroniových pomazánek při stanovení anthokyanových barviv*

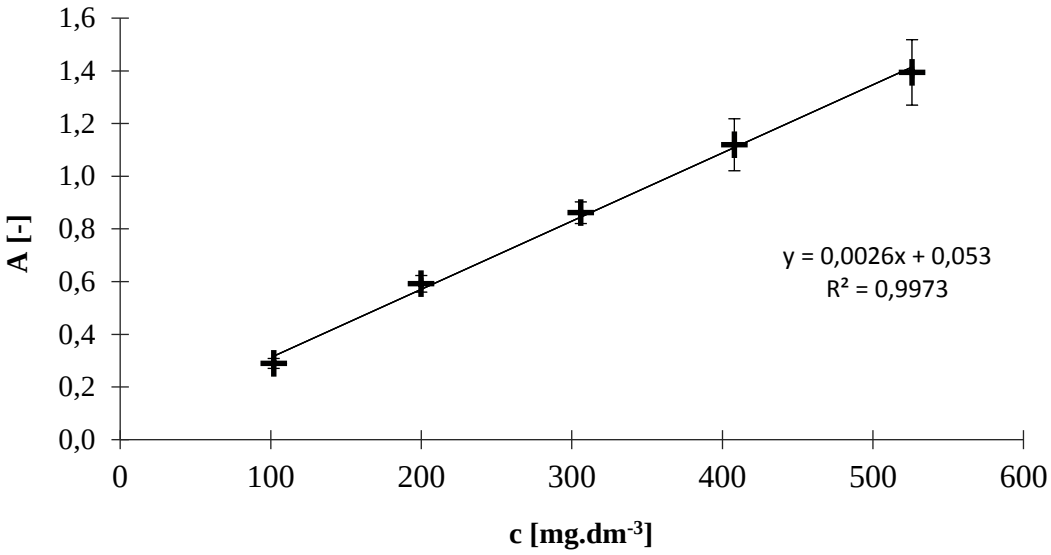
Vzorek	Měření	pufr AcOH [510 nm]	pufr AcOH [700 nm]	pufr KCl [510 nm]	pufr KCl [700 nm]	A
LiQberry	1	0,162	0,050	0,447	0,052	0,287
	2	0,162	0,051	0,452	0,051	
	3	0,163	0,051	0,451	0,051	
	průměr	0,162	0,051	0,450	0,051	
Biolada	1	0,111	0,050	0,139	0,059	0,016
	2	0,0114	0,052	0,138	0,062	
	3	0,0115	0,051	0,139	0,059	
	průměr	0,113	0,051	0,139	0,060	
Biofix	1	0,049	0,003	0,100	0,003	0,050
	2	0,051	0,004	0,102	0,003	
	3	0,050	0,003	0,100	0,007	
	průměr	0,050	0,003	0,101	0,004	
Lowicz	1	0,147	0,039	0,424	0,048	0,281
	2	0,144	0,042	0,435	0,043	
	3	0,142	0,039	0,439	0,052	
	průměr	0,144	0,040	0,433	0,048	
LCW	1	0,064	0,013	0,143	0,014	0,075
	2	0,066	0,014	0,139	0,016	
	3	0,064	0,013	0,142	0,015	
	průměr	0,065	0,013	0,141	0,013	
Janhuba 70 %	1	0,034	0,007	0,210	0,007	0,169
	2	0,046	0,004	0,209	0,007	
	3	0,047	0,006	0,219	0,008	
	průměr	0,042	0,006	0,213	0,007	
Janhuba 100 %	1	0,021	0,001	0,104	0,004	0,080
	2	0,026	0,004	0,108	0,006	
	3	0,026	0,004	0,107	0,006	
	průměr	0,024	0,003	0,106	0,005	

Tabulka 21: *Naměřené hodnoty kalibrační křivky při stanovení fenolických látek*

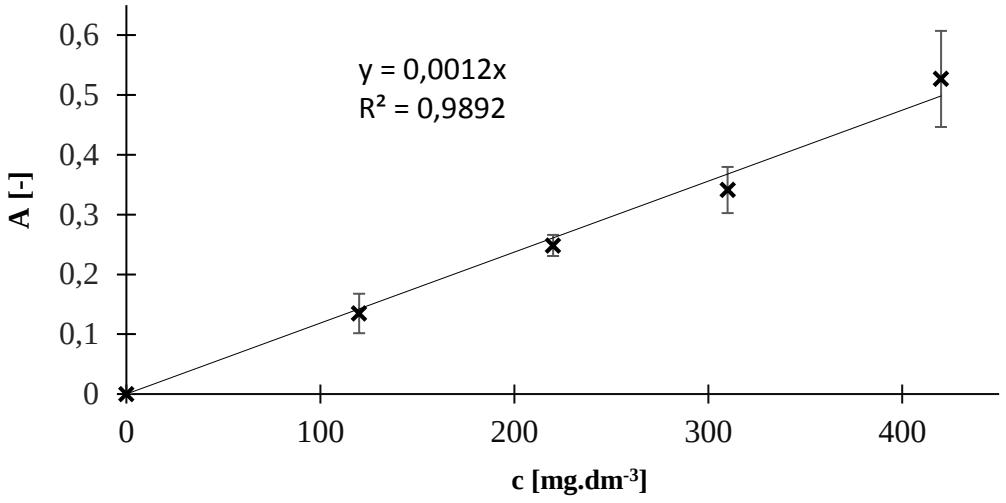
c [mg· ml^{-1}]	Absorbance					
	A1 [-]	A2 [-]	A3 [-]	Průměr A [-]	SMODCH	chybové úsečky
102	0,298	0,286	0,284	0,289	0,0076	0,0188
200	0,594	0,578	0,603	0,592	0,0127	0,0315
306	0,861	0,845	0,878	0,861	0,0165	0,0410
408	1,164	1,106	1,088	1,119	0,0397	0,0987
526	1,378	1,354	1,45	1,394	0,0500	0,1241

Tabulka 22: *Naměřená absorbance vzorků aroniových pomazánek při stanovení fenolických látek*

Vzorek	Absorbance A_{750}			
	1 [-]	2 [-]	3 [-]	průměr [-]
LiQberry	0,207	0,211	0,209	0,209
Biolada	0,629	0,637	0,635	0,634
Biofix	0,185	0,184	0,185	0,185
Lowicz	0,202	0,200	0,201	0,201
LCW	0,117	0,115	0,116	0,116
70 % Janhuba	0,325	0,328	0,326	0,326
100 % Janhuba	0,23	0,229	0,231	0,230



Obrázek 35: *Kalibrační křivka kyseliny gallové pro stanovení fenolických látek*



Obrázek 36: *Kalibrační křivka pro metodu TEAC*

Tabulka 23: *Naměřená absorbance (průměr) extraktů při stanovení antioxidační aktivity*

	LiQberry	Biolada	Biofix	Lowicz	LCW	70 % Janhuba	100 % Janhuba	Šťáva
0 (D)	0,745	0,722	0,698	0,726	0,719	0,730	0,707	0,783
0	0,522	0,700	0,698	0,642	0,680	0,684	0,739	0,615
3	0,383	0,676	0,640	0,561	0,649	0,652	0,710	0,484
5	0,358	0,668	0,599	0,546	0,643	0,631	0,700	0,463
7	0,331	0,657	0,525	0,528	0,639	0,615	0,687	0,445
10	0,299	0,653	0,388	0,506	0,637	0,605	0,679	0,420
15	0,270	0,649	0,300	0,478	0,634	0,594	0,663	0,404
20	0,245	0,613	0,277	0,440	0,628	0,588	0,644	0,395

Tabulka 24: *Stanovení sacharidů pomocí HPLC*

		Fruktóza [mg.dm^{-3}]	Glukóza [mg.dm^{-3}]	Sacharóza [mg.dm^{-3}]
LiQberry	1	945,30	875,62	
	2	910,80	834,19	
	3	946,63	884,75	-
	průměr	**934,24**	**864,85**	
Biolada	1	10265,94	5668,23	
	2	10152,35	5641,46	
	3	10618,17	5921,82	-
	průměr	**10345,49**	**5743,84**	
Biofix	1	-	-	
	2	7041,99	5371,38	
	3	7563,46	5902,04	--
	průměr	**7302,72**	**5636,71**	
Lowicz	1	8082,73	7771,40	
	2	8156,01	7771,86	-
	3	8187,67	7778,77	
	průměr	**8142,14**	**7774,01**	
LCW	1	11484,68	198,73	
	2	11687,68	212,10	-
	3	11320,28	138,45	
	průměr	**11497,55**	**183,09**	
70% Janhuba	1	2925,46	3063,13	7272,54
	2	4148,61	4244,65	8979,04
	3	3897,58	4170,54	9227,46
	průměr	**3657,22**	**3826,11**	**8493,01**
100 % Janhuba	1	11985,46	12748,00	
	2	12094,51	12842,56	-
	3	12176,19	12942,63	
	průměr	**12085,38**	**12844,39**	
Aroniová šťáva Janhuba	1	1043,14	987,39	
	2	1206,45	1082,14	-
	3	1919,84	1539,03	
	průměr	**1389,81**	**1202,85**	

8.2 Dotazník pro senzorické hodnocení aroniových výrobků

Vážení hodnotitelé,
zhodnoťte, prosím, pět předložených vzorků aroniových pomázanek. Děkuji vám za spolupráci a přeji dobrou chuť.

Hodnotitel:	**Datum:**	**Čas:**
Pohlaví: M F	Věk:	Kuřák: Ano Ne

1. **Jaký je Váš vztah k džemům?**
   a) džemy mám velmi rád/a;
   b) džemy nemám příliš rád/a, ale jim je;
   c) džemy nemám vůbec rád/a.
2. **Která kritéria jsou pro Vás nejdůležitější při výběru džemů?**
   a) obsah cukru;
   b) cena;
   c) značka;
   d) další faktory – doplňte prosím.
3. **Jak často džem konzumujete?**
   a) často (1x týdně a více);
   b) občas (1-3x za měsíc);
   c) výjimečně (několikrát do roka);
   d) vůbec.
4. **Koupili byste si džem za vyšší cenu, než je běžné, pokud byste věděli, že by měl mít zdravotní přínos?**
   a) ano;
   b) ne;
   c) spíše ano;
   d) spíše ne.
5. **Koupili byste si džem s ne tak dobrou chutí jako je běžné, pokud byste věděli, že by měl mít zdravotní přínos?**
   a) ano;
   b) ne;
   c) spíše ano;
   d) spíše ne.
6. **Při výběru džemu je pro Vás důležitý obal výrobku?**
   a) ano;
   b) ne;
   c) spíše ano;
   d) spíše ne.

7. **Zhodnoťte předložené vzorky podle kategorové ordinální stupnice (vzhled, vůně a chuť). Své hodnocení zapište do přiložené tabulky.**

Vzhled džemu

1 Výborná – svěží, skelný lesk, barva odpovídající ovocnému druhu.
2 Velmi dobrá – lesklý, barva odpovídající ovocnému druhu.
3 Dobrá – matně lesklý, nebo barva se slabým nevhodným odstínem.
4 Přijatelná – barva zdánlivě připomíná ovocný druh.
5 Nepřijatelná – barva neodpovídá ovocnému druhu.

Kód vzorku	6H0	2F3	K7D	3R9	4P5
Hodnocení					

Vůně

1 Výborná – výrazná vůně, velmi příjemná, harmonická, bez cizích pachů, odpovídající ovocnému druhu.
2 Velmi dobrá – příjemná, bez cizích pachů, odpovídající ovocnému druhu.
3 Dobrá – méně vyrovnaná, bez cizích pachu, odpovídající ovocnému druhu.
4 Přijatelná – nevyrovnaná, ne moc příjemná cizí nebo netypická vůně.
5 Nepřijatelná – nepříjemná, cizí netypické vůně, případně jiné vady.

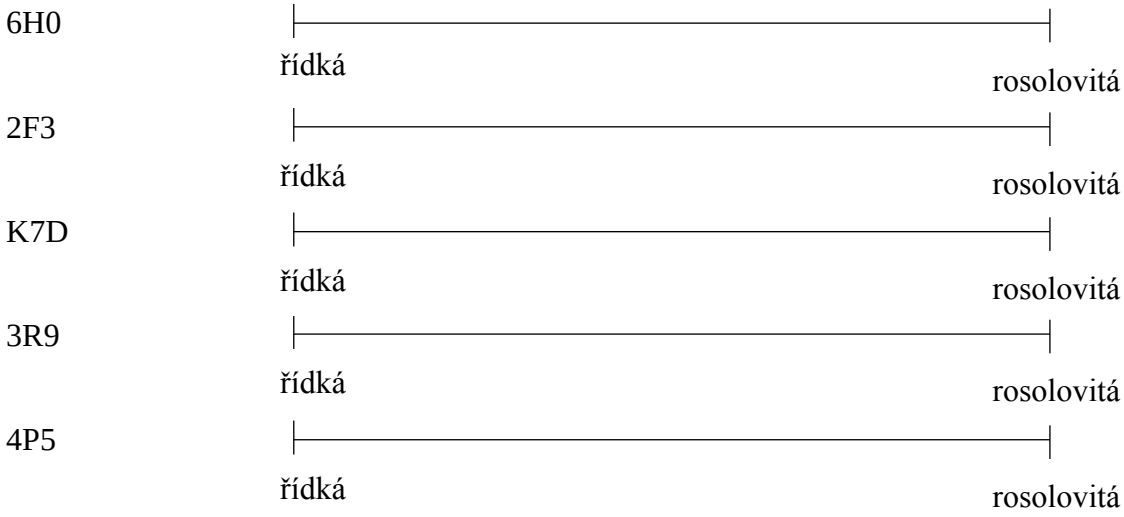
Kód vzorku	6H0	2F3	K7D	3R9	4P5
Hodnocení					

Chuť

1 Výborná – vynikající intenzita, pozitivně výrazná, velmi příjemná, harmonická.
2 Velmi dobrá – velmi dobrá intenzita, vyvážená, příjemná, bez zřetelných závad.
3 Dobrá – méně výrazní a harmonická chuť, s nepatrnými závadami.
4 Přijatelná – málo intenzivní, nevyvážená, částečně cizí příchutě.
5 Nepřijatelná – nedobrá, výrazně nepříjemná cizí příchuť nebo jiné vady chutě.

Kód vzorku	6H0	2F3	K7D	3R9	4P5
Hodnocení					

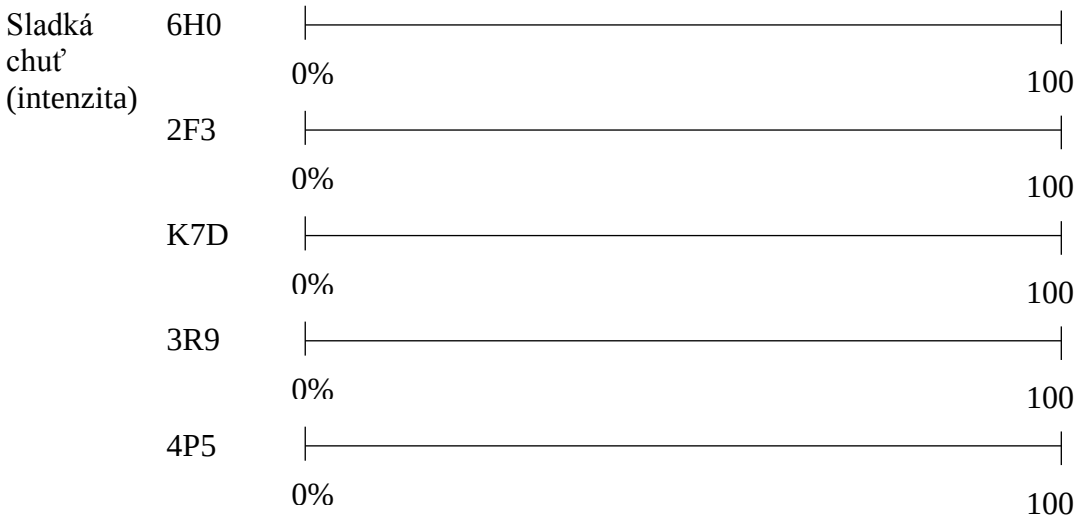
8. Hodnocení konzistence pomocí grafické stupnice a pořadového testu.

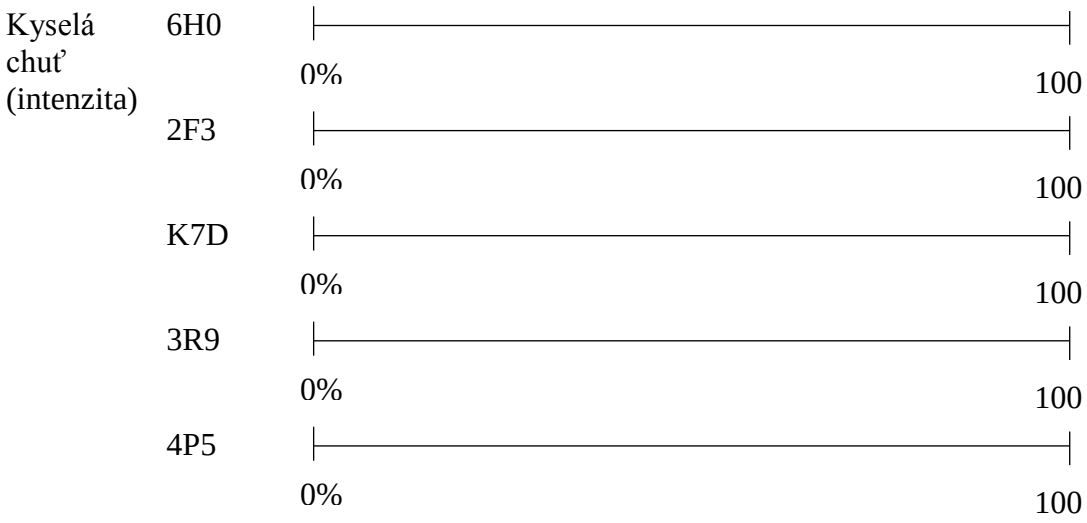


Pořadový test – seřaďte vzorky od nejpreferovanější konzistence (1) k nejméně přijatelné (5).

Kód vzorku	Hodnocení
6H0	
2F3	
K7D	
3R9	
4P5	

9. Hodnocení intenzity chutí (hédonický):





10. Pořadový test – seřaďte vzorky od nejchutnějšího (1) k nejméně přijatelnému (5). Která příchuť vám nejvíce chutná a proč.

Kód vzorku	Hodnocení	Poznámka
6H0		
2F3		
K7D		
3R9		
4P5		

Děkuji za svědomité vyplnění formuláře. Případné připomínky k hodnocení nebo vzorkům prosím napište zde: