Mendelova univerzita v Brně
Zahradnická fakulta v Lednici

Hodnocení jakosti a autentičnosti ovocných šťáv

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce
Ing. Petr Šnurkovič, DiS.

Vypracovala
Petra Dufková

Lednice 2016

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto práci: *Hodnocení jakosti a autentičnosti ovocných šťáv* vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.*

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

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici, dne:

.....

Podpis

Poděkování:
Děkuji Ing. Petrovi Šnurkovičovi, DiS. za metodické vedení a podnětné připomínky k bakalářské práci i za jeho ochotu, se kterou se mi po celou dobu věnoval. Také bych chtěla poděkovat své rodině a partnerovi za podporu.

Obsah

1. ÚVOD 7
2. CÍL PRÁCE 8
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED 9
3.1 Látkové složení 9
3.1.1 Voda 9
3.1.2 Sacharidy 9
3.1.3 Organické kyseliny 10
3.1.4 Alkoholy 12
3.1.5 Těkavé (aromatické) složky 12
3.1.6 Vitamíny 12
3.1.7 Minerální látky 15
3.1.8 Tuky (lipidy) 16
3.1.9 Bílkoviny 16
3.1.10 Barviva 16
3.2 Technologie výroby 17
3.2.1 Třídění a praní 17
3.2.2 Drcení 18
3.2.3 Úprava drtě před lisováním 18
3.2.4 Lisování 19
3.2.4.1 Extrakce 20
3.2.5 Číření 20
3.2.6 Filtrace 20
3.2.6.1 Odstřeďování 21
3.2.7 Odvzdušňování 21
3.2.8 Konzervace šťáv 22
3.2.9 Plnění 22
3.2.10 Výroba koncentrátu 23
3.2.10.1 Výroba ovocné šťávy z koncentrátu 23
3.3 Falšování 24
3.3.1 Metody detekce – analytické techniky 25
3.4 Legislativa 26
3.4.1 AIJN Code of Practice 26
4. MATERIÁL 29

5. METODIKA 30
6. VÝSLEDKY A DISKUZE 33
7. ZÁVĚR 43
8. SOUHRN 44
9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 45

1. ÚVOD

Ovocné šťávy jsou známé již od pradávna. Jejích první formy byly určené k okamžité spotřebě, maximálně ke krátkodobému skladování. Postupem času a vývoje dospěly až do podoby, v jaké je známe, pasterizované a s dlouhou dobou trvanlivostí. Již v dobách, kdy se obchod začínal teprve rozvíjet, se začaly objevovat falšované potraviny. Díky nim bylo nutné vyvíjet různé metody, které by co nejlépe od sebe rozpoznaly nefalšované a falšované potraviny. Prvním člověkem zajímajícím se o falšování potravin byl německý chemik *Fridrich Accum* (1769 – 1838), který je považován za zakladatele analytických postupů používaných k detekci potravin (Čížková et al., 2012).

V dnešní době se na trhu vyskytuje široká nabídka různých druhů ovocných šťáv a také spousta výrobců, kteří jsou si vzájemně konkurencí. Vzájemná konkurence a přísné limity uvedené v kodexech pro autenticitu šťáv jsou jedním z hlavních důvodů, proč ubylo falšovaných šťáv na trhu.

Ovocné šťávy jsou vnímány jako zdroj vitamínů, minerálů, cukrů a dalších důležitých látek pro lidský organismus. Tyto látky se do těla vstřebávají z ovocných šťáv rychleji než z čerstvého ovoce. Šťávy posilují imunitu a tím působí proti různým onemocněním. Díky rychlému vstřebání sacharidů jsou považovány také za dobrý zdroj energie. Oblíbenosti napomáhá jejich lahodná chuť.

2. CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo prostudovat literaturu zabývající se ovocnými šťávami, popsat základní složky a technologii výroby ovocných šťáv a také zjistit z libovolně vybraných ovocných šťáv zakoupených v maloobchodní síti, jestli splňují kritéria autenticity dle obsahových složek.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Látkové složení

Obsah látek v ovoci je ovlivněn spoustou faktorů, mezi které patří například geografické umístění, klimatické podmínky, půda, stupeň zralosti plodů atd. Složení ovocné šťávy může být ovlivněno v průběhu získávání, zpracování a balení šťávy. (General comments, 2016)

3.1.1 Voda

Obsah vody v ovoci a ovocných šťávách záleží na typu a zralosti ovoce. Její množství může být ovlivněno i způsobem skladování a následným zpracováním suroviny. Jablka obsahují přibližně 85% a citrusové plody 86 – 90% vody. (Velíšek, 2002)

Voda se v ovoci nachází volná, nebo vázáná. Volná voda vytváří v ovoci vhodné prostředí pro většinu chemických reakcí a mikrobiologických procesů, které způsobují změnu v jejich vlastnostech. Její vysoký obsah je hlavní příčinou kažení plodin. Tyto procesy lze zpomalit (někdy až zastavit) odstraněním volné vody. Voda vázaná se v ovoci vyskytuje v několika formách. Její důležitou formou je voda vázaná vodíkovými můstky na organické látky, především na hydrofilní koloidy, například bílkoviny nebo pektiny. (Rop, Valášek et al., 2005)

3.1.2 Sacharidy

Sacharidy jsou významnou složkou ovoce a důležitým zdrojem energie pro lidský organismus. Některé sacharidy jsou stavebním prvkem, zásobou energie, základním prvkem nukleových kyselin nebo složkou vitamínů. (Dauthy, 1995)

V rostlinách vznikají při fotosyntéze z oxidu uhličitého a vody za využití sluneční energie. Jsou to polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony, které mají v molekule tři a více alifaticky vázaných uhlíkových atomů. Dělí se podle počtu cukerných jednotek v molekule (monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy, konjugované sacharidy). Monosacharidy se dále dělí dle počtu uhlíků (triózy, tetrózy, pentózy, hexózy) a podle funkční skupiny (aldózy, ketózy). (Velíšek, 2002)

V ovoci se vyskytují především fruktóza, glukóza a sacharóza. V menším množství i pektin, celulóza, hemicelulóza a další sacharidy. Množství sacharidů v jablkách se udává přibližně 10,4 %, v pomerančích 8,5-9,14 % a v grapefruitech 9,6 %. (Kopec, 1998; USDA, 2016)

Glukóza

Často je nazývaná jako hroznový cukr. Patří mezi aldohexózy, protože obsahuje jednu aldehydickou skupinu (CH=O), která má redukční vlastnosti. Lehce se vstřebává a snadno se přeměňuje na energii. (Rop, Valášek et al., 2005) Glukóza je nejrozšířenějším sacharidem a zároveň je základní stavební jednotkou mnoha jiných sacharidů (Murray, 1998). Dle Velíška (2002) je její obsah v jablkách 1,8%, v pomerančích 2,4% a v grapefruitech 2,0%.

Fruktóza

Bývá nazývaná také jako ovocný cukr. Patří mezi ketohexózy a obsahuje jednu ketoskupinu (C=O). Stejně jako glukóza má redukční vlastnosti. Sladivost má větší než glukóza a sacharóza. (Rop, Valášek et al., 2005) Dle Velíška (2002) se v jablkách nachází v množství 5,0%, v pomerančích 2,4% a v grapefruitech 1,2%.

Sacharóza

Známá i pod pojmem řepný nebo třtinový cukr je disacharid, složený z fruktózy a glukózy, které jsou spojeny glykosidovou vazbou.

$C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$

Její hydrolýzou vzniká invertní cukr (směs D-fruktózy a D-glukózy). (Murray, 1998)

V rostlinách se nachází ve vegetativních částech, přičemž v plodech bývá zastoupena v množství až 8% (jablka 2,4%; pomeranče 4,7%; grapefruity 2,1%). Sacharóza ovlivňuje v lidském těle množství glukózy v plazmě i produkci inzulínu. Po hydrolýze slouží jako zdroj energie. (Velíšek, 2002)

Pektinové látky

V malém množství se vyskytují ve všech druzích ovoce. Pektiny se řadí mezi polysacharidy, jsou složeny z 25 – 100 jednotek D-galakturonové kyseliny, která je v různém rozmezí esterifikována methanolem. U nezralého ovoce způsobují nerozpustné pektinové látky tvrdost a pevnost plodu. V průběhu zrání, skladování a zpracování jsou pektiny rozloženy, což způsobuje měknutí plodů a ztrátu želírujících vlastností pektinu. (Velíšek, 2002)

3.1.3 Organické kyseliny

Organické kyseliny jsou obsaženy v ovoci a vznikají také při mikrobiálním metabolismu. Nejběžnějšími organickými kyselinami jsou karboxylové kyseliny (mají

minimálně jednu karboxylovou skupinu –COOH). Patří mezi ně kyselina octová, máselná, citronová, jablečná a další. (Theron, Lues, 2011)

Kyseliny spolu se sacharidy určují chuť ovoce a jejich poměr je využíván k charakterizaci ovocných výrobků (ovocných šťáv). Organické kyseliny jsou zastoupeny v různých poměrech, např. v citrusech převažuje kyselina citronová a v jablkách kyselina jablečná. Mezi další kyseliny vyskytující se v ovoci patří: kyselina mléčná, askorbová, jantarová, pyrohroznová, glycerová, maleinová, izocitronová atd. (Lozano, 2006)

Kyselina jablečná

Je známá i pod pojmy hydroxybutanová nebo hydroxyjantarová kyselina. Vyskytuje se ve dvou formách (D-forma, L-forma). Je dobře rozpustná ve vodě. Stejně jako i její vápenaté soli, které díky svojí rozpustnosti brání zákalu konečného výrobku. Její chuť je jemná a přetrvávající. (Theron, Lues, 2011)

Kyselina jablečná se může účastnit jablečno-mléčného kvašení, které je způsobeno bakteriemi mléčného kvašení (např. O*enococcus oeni*). Inhibičními faktory při kvašení jsou chlad, nadměrná acidita a u vín zasíření. U ovocných šťáv bývá kvašení znakem kažení. (Michlovský, 2014)

Kyselina citronová

Z chemického hlediska se jedná o trikarboxylovou kyselinu, s jednou OH skupinou. Kyselina citronová a její soli jsou nejběžněji používané v potravinářském průmyslu, kde její spotřeba představuje asi 70% z celkové produkce. V potravinách zabraňuje růstu plísní, bakterií a kvasinek a používá se i jako konzervant. Její chuť je příjemná, svěže kyselá, příjemnější než chuť kyseliny jablečné. (Theron, Lues, 2011)

Původně se vyráběla lisováním citronů a limetek, zahuštěním získané šťávy a následným vysrážením kyseliny citronové jako vápenaté soli, ze které byla kyselina purifikována. Dnes se nejčastěji vyrábí působením enzymů na glukózu (a jiné cukry). (Ashurst, 2005) Vyrábí se i průmyslově kvašením z melasy za použití mikroorganismů, např. *Aspergillus niger* (Hrudková, Markvart, 1989).

Kyselina askorbová

Kyselina askorbová (vitamín C) je antioxidant, který se může aplikovat na ovoce jako prevence před zhnědnutím a proti dalším oxidacím (Theron, Lues, 2011).

3.1.4 Alkoholy

V ovoci se nachází volné nebo vázané, nejčastěji jako estery ve velmi malých koncentracích. Volné alkoholy vznikají při běžných fyziologických procesech stárnoucích rostlin nebo plodů (např. zralejšího ovoce) a jsou v malých koncentracích složkou ovocného aroma. Při neobvyklých podmínkách, jenž způsobují znatelné intramolekulární dýchání, může dojít k navýšení jejich množství v plodu až na hodnoty, při kterých budou biochemicky i senzoricky značně nepříjemné. Další důležitou reakcí alkoholů v ovoci je jejich oxidace na aldehydy, ketony nebo až na organické kyseliny. (Rop, Valášek et al., 2005)

3.1.5 Těkavé (aromatické) složky

Slouží k určení typu ovoce. Jejich obsah a chuť jsou charakteristické pro jednotlivé druhy nebo odrůdy ovoce. Těkavé látky jsou složené z více typů sloučenin. Základní jsou alkoholy, estery, těkavé kyseliny, karbonylové sloučeniny a uhlovodíky. Přesné složení se zjišťuje pomocí plynové chromatografie s kombinací hmotnostní spektrometrie. (Ashurst, 2005)

Dle typu ovoce je vůně tvořena z 50 až 1000 sloučenin (Kopec, 1998). Některé látky jsou významné pro tvorbu vůně, jiné vůni ovlivňují velmi málo nebo vůbec. V jablkách jsou podstatné estery, alkoholy a aldehydy. V citrusových plodech jsou hlavními sloučeninami uhlovodíky, alkoholy, aldehydy, ketony a estery. (Velíšek, 2002) Příkladem aromatických látek jsou: hexanal, octan etylnatý, ethylacetát, butanol, etanol, 2-methyl-1-butanol aj. (Lozano, 2006).

Převážná většina aromatických látek se nachází ve slupce plodů. Celkové množství v plodu se pohybuje mezi 10 – 400 mg na 1 kg. Větší množství se vyskytuje v kůře citrusů, a to až 3% z hmotnosti plodu. (Rop, Valášek et al., 2005)

3.1.6 Vitamíny

Lidské tělo si nedokáže vitamíny vytvářet samo, proto je musí pro správnou funkci organismu přijímat z potravy. Významným zdrojem je i ovoce, ve kterém jsou vitamíny zastoupeny v různém množství. Lze je rozdělit do dvou skupin: vitamíny rozpustné ve vodě (komplex vitamínů B, vitamín C, vitamín H) a vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K). (Lozano, 2006)

Množství vitamínu v ovoci je ovlivněno stupněm zralosti plodu a klimatickými podmínkami v průběhu růstu (množství živin v půdě, hnojení, srážky), dále skladováním

a zpracováním. Při zpracování dochází k větším ztrátám vitamínů vlivem špatně zvolené technologie výroby. Nejčastěji dochází k oxidaci vitamínů rozpustných v tucích nebo ke snížení množství vitamínů rozpustných ve vodě výluhem. (Velíšek, 2002)

Výskyt vitamínů v ovoci

Z vitamínů je v jablkách obsaženo nejvíce vitamínu C (48 $mg.kg^{-1}$) a vitamínu E (4,9 $mg.kg^{-1}$). Další vitamíny, které se v něm vyskytují, jsou v hodnotách menších nebo rovny 1 $mg.kg^{-1}$ (vitamíny: A, B1, B2, B3, B5, B6, B9, H).

Pomeranče obsahují nejvíce vitamínu C (513 $mg.kg^{-1}$). Další vitamíny obsažené v pomerančích jsou: B3 (2,6 $mg.kg^{-1}$), E (2 $mg.kg^{-1}$) a B5 (1,6 $mg.kg^{-1}$). Vitamíny (A, B1, B2, B6, B9, H) jsou v hodnotách pod 1 $mg.kg^{-1}$.

Grapefruit má podobný obsah vitamínů jako pomeranč. Obsahuje vitamín C (416 $mg.kg^{-1}$), vitamín B3 (2,3 $mg.kg^{-1}$), E (1,9 $mg.kg^{-1}$), a B5 (1,4 $mg.kg^{-1}$). Obsah zbylých vitamínů (A, B1, B2, B6, B9, H) je nižší než 1 $mg.kg^{-1}$. (Kopec, 1998)

Vitamín A (retinol)

Nejdůležitějším zdrojem provitamínů A jsou karotenoidy. Nejznámějším a nejvýznamnějším je β-karoten, který je často doprovázen dalšími provitamíny A (α-karotenem, xantofyly aj.). (Šivel, Klejdus et al., 2013) Člověk přijímá v potravě různé formy tohoto vitamínu. V ovoci se vyskytují převážně provitamíny ve formě β-karotenu, ale doprovází jej i jiné formy (Dauthy, 1995).

β-karoten je složený ze dvou molekul vitaminu A spojenými přes aldehydové konce. Jeho přeměna na vitamín A probíhá přes retinaldehyd (retinal), který se pomocí redukce mění na vitamín A nebo pomocí oxidace na kyselinu retinovou. (Murray, 1998)

β-karoten působí jako antioxidant, podílí se na neutralizaci volných radikálů a reaktivních molekul, které vznikají v organismu během metabolických procesů, nebo jsou přijímány z vnějšího prostředí. Při pečení a vaření je stálý, ale může u něj probíhat ve velké míře oxidace vzdušným kyslíkem a světlem. Nedostatek vitamínu A snižuje imunitu a je jednou z příčin vzniku šerosleposti. (Rop, Valášek et al., 2005; Murray, 1998)

Vitamín E (tokoferol)

Tokoferol je technologicky stálý, při chemických reakcích (např. oxidaci) i při vyšších teplotách (Rop, Valášek et al., 2005). Je důležitým antioxidantem, jehož účinky působí při vysoké koncentraci kyslíku a chrání lipidy buněčných membrán před

poškozením kyslíkovými radikály. Dostatek vitamínu E je prevencí kardiovaskulárních onemocnění, stárnutí, nádorovému onemocnění a aterosklerózy. Jeho nedostatek vyvolává anémii, neurologické potíže, poruchu vstřebávání tuků, neplodnost atd. (Murray, 1998)

Vitamín B1 (thiamin)

Je odolný vůči vyšším teplotám především v kyselém prostředí. Může se oxidovat na thiochrom nebo thiamin disulfid, tyto dvě látky jsou neúčinné. Ve vodě dochází k jeho vyluhování ze surovin, a tudíž k jeho úbytku ve výsledném produktu. Při jeho nedostatku vznikají nervové poruchy, např. nemoc beri-beri. (Rop, Valášek et al., 2005)

Vitamín B2 (riboflavin)

Je stálý v kyselém prostředí, při vyšších teplotách i při vaření. K jeho úbytku může dojít blanšírováním anebo jeho rozkladem na světle. (Rop, Valášek et al., 2005) Jeho nedostatek nezpůsobuje vážnější onemocnění, projevují se symptomy jako zánět ústního koutku, zánět rtů a podobně (Murray, 1998).

Vitamín B3 (niacin, nikotinamid, kyselina nikotinová, dříve PP)

Je odolný vůči oxidaci, působení tepla a světla. Tyto vlivy se nijak škodlivě neprojevují. Nedostatek způsobuje kožní onemocnění pelagru. (Rop, Valášek et al., 2005)

Vitamín B5 (kyselina pantotenová)

Skládá se z pantoové kyseliny vázané amidovou vazbou na β-alanin. Jeho hlavními biologicky aktivními formami je koenzym A, jenž je součástí enzymů přenášející acetylové skupiny v metabolismu cukrů, tuků a bílkovin. Proto je důležitý pro fungování metabolismu. Jeho nedostatek se projevuje dermatologickými potížemi, ale není častý. (Michlovský, 2014)

Vitamín B6 (pyridoxin)

V neutrálním a zásaditém prostředí je odolný vůči vlivu tepla, v kyselém prostředí jen při krátké době působení. Naopak je citlivý na ultrafialové paprsky. Při jeho nedostatku vznikají kožní a nervové poruchy. (Rop, Valášek et al., 2005)

Vitamín H (Biotin, B7)

Biotin hraje důležitou roli jako koenzym mnohých enzymatických reakcí bílkovin, dekarboxylace a deaminace. Jeho nedostatek se u člověka vyskytuje výjimečně. (Michlovský, 2014) Do organizmu se dostává převážně prostřednictvím střevních

bakterií, které jej syntetizují. Nedostatek nevzniká díky malému množství přijímaného biotinu v potravě, ale díky poruchám jeho využívání. Symptomy jeho nedostatku jsou deprese, svalové bolesti, halucinace a dermatitidy. (Murray, 1998)

Vitamín B9 (kyselina listová)

Vitamín B9 je důležitý pro syntézu nukleových kyselin, při krvetvorbě a hlavně pro zdravý vývoj plodu a růst. Nedostatek kyseliny listové v organismu vyvolává megaloblastickou (makrocytovou) anémii. Také se mohou objevit poruchy růstu a neplodnost. (Murray, 1998; Prugar, 2008)

Vitamín C (kyselina askorbová)

V ovoci se vyskytuje ve velkém množství a jeho obsah ve výsledném produktu je ukazatelem šetrného zacházení a šetrné technologie při zpracování. Lehce podléhá oxidaci a je citlivý na vyšší teplotu. Větší stabilitu má v kyselém prostředí. Při vyšších teplotách je relativně stálý pouze v nepřítomnosti kyslíku, ale jen v krátkém čase.

Díky snadné oxidaci se doporučuje při technologických operacích (např. drcení, sterilizace) omezit kontakt ovoce s kyslíkem. Toho se dá dosáhnout třeba odvzdušněním. Mezi další faktory, které ovlivňují oxidaci vitamínu C, patří inaktivace enzymů a teplota působící na surovinu během jejího zpracování. (Rop, Valášek et al., 2005)

Nejlepším zdrojem vitamínu C je ovoce (černý rybíz, rakytník, šípek, kiwi, pomeranč, citron, liči, limetka, jahody, grapefruity aj.). Dobrým zdrojem je také zelenina (brokolice, růžičková kapusta, papriky, aj.). (Lozano, 2006)

Ze všech výše uvedených vitamínů je vitamín C nejvíce náchylný k vnějším vlivům (např. k oxidaci), proto u něj dochází k největšímu úbytku při zpracování suroviny. Nedostatek vitamínu C způsobuje onemocnění kurděje. (Rop, Valášek et al., 2005)

3.1.7 Minerální látky

Někdy se nazývají taky jako popeloviny. V ovoci se vyskytují jako anorganické a organické sloučeniny, které jsou pro tělo lehce přijatelné a jsou v příznivých hmotnostních poměrech.

Z minerálních látek jablka obsahují nejvíce K (1240 $mg.kg^{-1}$), dále S (144 $mg.kg^{-1}$), P (100 $mg.kg^{-1}$), Ca (90 $mg.kg^{-1}$) a Mg (58 $mg.kg^{-1}$). Ostatní prvky Fe, Na, Cl, Zn, I, Mn, Cu jsou v malém až zanedbatelném množství.

U pomerančů je z minerálních látek nejvíce K (1700 $mg.kg^{-1}$), potom Ca (470

$mg.kg^{-1}$), P (230 $mg.kg^{-1}$), Mg a S (144 $mg.kg^{-1}$). Ostatní minerální látky (Fe, Na, Cl, Zn, I, Se, Cu) jsou v nízkém množství.

Obsah minerálních látek v grapefruitech je podobný jako v pomerančích: K (1800 $mg.kg^{-1}$), Ca (220 $mg.kg^{-1}$), P (139 $mg.kg^{-1}$), Mg (102 $mg.kg^{-1}$) a S (56 $mg.kg^{-1}$). Prvky Fe, Na, Cl, Zn, I, Se, Cu jsou v hodnotách nižších než 15 $mg.kg^{-1}$. (Kopec, 1998)

3.1.8 Tuky (lipidy)

Tuky jsou přírodní sloučeniny. Jedná se o estery vyšších mastných kyselin s glycerolem. Tyto kyseliny jsou ve sloučenině vzájemně vázány esterovou vazbou. Tuky jsou nepostradatelnou živinou pro vývoj lidského organismu. (Velíšek, 2002)

V ovoci se vyskytují v nepatrném množství. Jablka obsahují 0,37 % lipidů, pomeranče a grapefruity obsahují 0,3 % lipidů. (Kopec, 1998)

3.1.9 Bílkoviny

Bílkoviny vznikají proteosyntézou a jsou složeny z více než 100 aminokyselin, které jsou spojeny peptidovou vazbou. Proteiny jsou velmi důležité pro správnou výživu organismu. Tělo je musí přijímat denně. (Velíšek, 2002)

Ovoce obsahuje velmi malé množství bílkovin. Jablka obsahují kolem 0,4 %, pomeranče 0,9 % a grapefruity přibližně 0,5 % bílkovin. (Kopec, 1998)

3.1.10 Barviva

Barviva nacházející se v ovoci určují jejich typickou barvu. Rozlišují se na přírodní a syntetická. (Kopec, 1998)

<u>Chlorofyl</u>

Způsobuje zelenou barvu plodů a všech zelených částí rostlin. Bývá doprovázen jinými přírodními barvivy. Je nerozpustný ve vodě, ale k jeho změnám dochází vlivem teploty a délce jejího působení. K největšímu rozkladu díky teplotě dochází v kyselém prostředí. (Rop, Valášek et al., 2005)

<u>Antokyany</u>

Antokyany způsobují červenou, červenofialovou až modrou barvu plodů (rostlin). Jejich odstín je závislý na pH a jejich množství na druhu plodu. (Kopec, 1998) Jsou rozpustné ve vodě, to způsobuje jejich vyluhování při máčení a blanšírování. Chemicky jsou nestálé, proto dochází k jejich častým změnám (k změně odstínu, k odbarvení nebo k ztrátě těchto barviv). (Rop, Valášek et al., 2005)

Karotenoidy

Většina se řadí mezi tetraterpeny (terpenoidy). Jejich barevnost ovlivňuje řetězec konjugovaných dvojných vazeb. Dle barevnosti se dělí na červené karoteny (uhlovodíky) a žluté xantofyly (kyslíkaté sloučeniny – alkoholy, aldehydy, ketony aj.). (Šivel, Klejdus et al., 2013)

Rozpustné jsou v tucích a organických rozpouštědlech. Jedná se o provitamíny vitamínu A. (Rop, Valášek et al., 2005)

Flavonoidy

Jedná se o polyfenolické sloučeniny obsahující 15 atomů uhlíku, dva benzenové kruhy spojené lineárním řetězcem tvořeným třemi uhlíky. Jsou rozpustné ve vodě a běžně zastoupeny v ovocných šťávách. (Lozano, 2006)

Tyto látky jsou žlutého zbarvení a mají funkci stabilizátorů kyseliny askorbové (Rop, Valášek et al., 2005). Ve větším množství se nacházejí v pomerančích (300 $mg.kg^{-1}$) a grapefruitech (350 $mg.kg^{-1}$) (Kopec, 1998).

3.2 Technologie výroby

Před každým zpracováním suroviny se provádí její analýza pro zajištění bezpečnosti a jakosti produktu. Zjišťuje se mikrobiální zatížení, patogeny, rezidua pesticidů, aflatoxiny, chuť, barva, cukr, kyseliny a další znaky. (Bates, Morris et al., 2001)

Cílem každého technologického postupu je ponechat vyrobené šťávě základní fyzikální, chemické, nutriční a organoleptické vlastnosti zpracovávaného ovoce. Vyrobená šťáva má mít typickou barvu, vůni a chuť daného ovoce, ze kterého je vyrobena. (Codex general standard, 2005)

3.2.1 Třídění a praní

Třídění probíhá na inspekčních pásech, na kterých se odstraňuje nahnilé a jinak poškozené nebo nevhodné ovoce (Horčin, 2008). Nejčastěji probíhá ručně, ale může být i mechanizované pomocí senzorů určujících barvu, velikost a tvar plodů. Roztříděné ovoce určené pro další zpracování musí vyhovovat požadavkům na kvalitu a bezpečnost suroviny. (Falguera, Ibarz, 2014)

Praním se odstraňují mechanické částice, jako je prach, listí, písek, a mikroorganismy. Suroviny se perou v pračce s pitnou vodou. Využívají se tryskové, kartáčové, vzduchové a bubnové pračky. (Horčin, 2008) Všechny typy praček končí

sprchami, přičemž na měkké a málo znečištěné ovoce (nejčastěji bobulové) se používají pouze pračky sprchové (Rop, Hrabě, 2009).

3.2.2 Drcení

Jádrové ovoce se zpracovává ihned po praní a třídění bez dalších úprav. U citrusů se musí provést odstranění slupky. (Falguera, Ibarz, 2014) Slupka citrusů se odstraňuje z důvodu vysokého obsahu pesticidů, kterými se plody stříkají při pěstování, a velkého množství hořkých sloučenin, které by ovlivňovaly chuť šťávy (Bates, Morris et al., 2001). Při drcení dochází u ovoce k narušení pletiv i buněk, a zároveň dochází k vytékání šťávy, která se začne oddělovat od pevných částic. Vznikne směs šťávy a hrubých částic. (Horčin, 2008)

Pro lepší výnosy při lisování se drcení ovoce provádí prostřednictvím drtičů. Nejčastěji používané typy drtičů jsou pilkové a talířové pro jablka, mlýnkové pro peckové ovoce a měkké suroviny se drtí na mačkadlech. (Rop, Hrabě, 2009)

3.2.3 Úprava drtě před lisováním

Před lisováním se drť upravuje z důvodu rozkladu pektinových látek, které slouží v ovoci jako mezibuněčné pojivo. Tím se zmenšuje viskozita šťávy a stoupá výlisnost. V této fázi také probíhá macerace barviv u barevných druhů ovoce. (Rop, Hrabě, 2009)

Pektinové látky se nejčastěji rozkládají pomocí enzymů (pektolýzou), ale někdy i nakvašováním, záhřevem nebo napařováním (spíš dříve). V některých případech kombinací uvedených způsobů. Pektolytické enzymy se vyrábějí z plísně *Aspergillus niger L*. Někdy se využívají i jiné enzymatické systémy, např. glukosidázy, amylázy, celulázy, proteázy. Při výrobě se používají buď samostatné enzymy (např. Fructozym P, Leozým) nebo směsi, které obsahují pektolytické enzymy a hemicelulázy, amylázy a celulázy. (Horčin, 2008)

Nápojové enzymy můžou mít různou formu (zrnové, kapalné, práškové), ředí se na 5% až 10% roztoky za tepla (45 – 55°C) nebo za studena. Dávkování je ovlivněno surovinou, pohybuje se v rozmezí 5-80 $ml.t^{-1}$ při čemž je účinnost od 1 do 3 hodin. (Horčin, 2008) Aplikace enzymů k surovině má své výhody i nevýhody. Přítomnost enzymů zvyšuje výtěžnost až o 10%, ale zároveň zhoršuje barvu šťávy a oxidační proces je delší než bez enzymů. (Horčin, Vietoris, 2007)

3.2.4 Lisování

Principem lisování je oddělit pevnou složku od tekuté za pomoci lisů. Výtěžnost lisování nezáleží jen na typu lisu a způsobu lisování (tloušťka lisovaného materiálu, teplota při lisování), ale i na přípravných operacích před lisováním a na kvalitě lisovaného materiálu (zralost a šťavnatost materiálu). (Horčin, Vietoris, 2007)

Získaná šťáva obsahuje převážně vodu, dále pak rozpustné pevné látky (organické kyseliny, cukry), aroma, chuťové látky, minerály, vitamíny, pektinové látky a v malém množství tuky a bílkoviny (Lozano, 2006).

Při lisování se musí dodržovat několik zásad. Mezi hlavní zásady patří ponechat šťávu odtékat samotokem, lisovat přerušovaným tlakem a přiměřeným tempem pro lepší odtok šťávy. Dále by měla být drť v lisu rovnoměrně rozložená a měrný tlak by neměl překročit 1,6 MPa. (Rop, Hrabě, 2009)

Lis může být diskontinuální a kontinuální. Mezi diskontinuální lisy řadíme lis vertikální plachetkový, horizontální šroubový, hydraulický, hydrolisy a horizontální pneumatický. Mezi kontinuální lisy patří lis šnekový, pásový a kombinovaný pásový lis. (Žufánek, Zemánek, 1999) Diskontinuální lisy mají cyklus ze čtyř fází: plnění lisu, lisování suroviny, uvolnění pevné části suroviny a její odstranění. Kontinuální lisy pracují průběžně, lisovaná surovina je neustále přiváděna a výlisky plynule odchází. (Burg, Zemánek, 2013)

Hydraulické lisy jsou tvořeny válcovým vertikálním nebo horizontálním košem. Horizontální koš má z jedné strany pevné čelo a vertikální koš záchytnou vanu. Druhé čelo je pohyblivé, jeho pohyb zajišťuje hydraulický válec. Tlak při lisování se postupně zvyšuje. Koš se plní čerpadly a při lisování se otáčí. Z vnitřní strany koše jsou umístěny řetězy, jenž pří zpětném pohybu koše narušují lisovanou vrstvu. Hrubé části po lisování jsou odváděny pomocí vynášecího dopravníku nacházejícího se pod lisem. Hydraulické lisy jsou ovládány manuálně nebo automaticky.

Pneumatické lisy jsou cyklické a šetrné k lisované surovině. Tyto lisy mají koš obvykle umístěný horizontálně, jejich plnění se provádí přes plnící otvor dvířky nebo centrálně. Uvnitř koše se nachází pružná membrána, na kterou působí vzduch tlakem a stlačuje vrstvu lisovaného materiálu. Membrána obvykle bývá z polyesterové textilie pokryté vrstvou polyetylenu. Lisovací koš může být polouzavřený nebo zcela uzavřený. Můžou být ovládány manuálně, poloautomaticky nebo automaticky.

Šnekové lisy mají vysokou výlisnost (až 80%), ale získaná šťáva obsahuje mnoho kalových částí a třís lovitých látek. Pracuje na principu šneku, který lisovanou surovinu posouvá dál do lisovacího koše. První část šťávy odtéká samotokem, druhá část je šnekem lisovaná a posouvána k otvoru, kterým odchází ven z lisu. (Burg, Zemánek, 2014)

Pásové lisy lisují surovinu v tenkých vrstvách. Lisovaná surovina se přivádí mezi dva pásy, které jsou textil plastové a dobře propustné. Pásy prochází lisovacími válci. Jejich kontinuální proces snižuje dobu od drcení po vylisování. To se projeví na kvalitě ovocné šťávy. (Žufánek, Zemánek, 1999)

3.2.4.1 Extrakce

Extrakce se provádí u výlisků z citrusů. Výlisky se smíchají s vodou v poměru 1:1 a nechají se dvě hodiny stát, aby enzymy přidané při prvním lisování měli čas působit. Následuje lisování, přičemž nevzniká plnohodnotná ovocná šťáva. (Horčin, Vietoris, 2007) Takto provedená extrakce zvyšuje výtěžnost šťávy. U ovocných substrátů by teplota neměla být vyšší než 30°C. (Horčin, 2008) U některého ovoce, jako jsou třešně, jablka apod., extrakce nelze použít (Rop, Hrabě, 2009).

3.2.5 Číření

Číření způsobuje destabilizaci kalů ve šťávách (Horčin, Vietoris, 2007). Probíhá pomocí čiřidel, díky kterým vznikají sraženiny koloidních nečistot. Tím se ulehčí filtrace a odstřeďování. Známe tři typy čiřidel: mechanické, chemicko-mechanické a enzymatické. Mechanická tvoří suspenzi, která klesá ke dnu a strhává sebou nečistoty ve šťávě. Mechanickým čiřidlem může být kaolin, oxid hořečnatý, bentonit a křemelina. Tyto látky ve šťávě chemicky nereagují. U chemicko-mechanických čiřidel probíhá reakce s nějakou složkou šťávy, při čemž se tvoří sraženina. Tato sraženina se usazuje a sráží sebou nečistoty. Řadíme sem bílkovinná čiřidla reagující s třís lovinami (vaječný bílek, želatina), čiřidla reagující s kyselinami (kasein, mléko, kyselina křemičitá) nebo s kovovými ionty (ferrokyanid draselný). K bílkovinným čiřidlům se přidává tanin. Posledním typem jsou enzymatická čiřidla, která jsou na principu pektolytických enzymů. (Rop, Hrabě, 2009)

3.2.6 Filtrace

Filtrace je metoda používaná k dělení heterogenní směsi pevné látky od kapaliny. Zachycuje zbylé usazeniny po číření, kaly, kalotvorné látky a mikroorganismy (kvasinky, bakterie aj.). (Burg, Zemánek, 2014) Probíhá přes pórovitý materiál (křemelina, bentonit

a semipermeabilní blány celulózového, kovového nebo plastového původu). Pro hrubé vyčištění šťáv se používají tlakové filtry s pórovitou tkaninou jako filtračním materiálem. Pro mikrofiltraci, která zachycuje bílkoviny a mikroorganismy, se využívá rozdílu hydrostatických tlaků pod a nad membránou. Při filtraci dochází k zanášení filtru a vzniku filtračního koláče, což je usazenina na filtru vzniklá stlačováním kalových částic. (Horčin, 2008)

Filtry se dělí na diskontinuální (deskové, křemelinové), kontinuální (křemelinové) a filtry membránové. Membránová filtrace, někdy ultrafiltrace, se neustále vyvíjí a je významná v procesu filtrace ovocných šťáv. Jejím použitím roste kvalita šťáv a zároveň dochází k poklesu výrobních nákladů. (Žufánek, Zemánek, 1999)

Membránové filtry

Jsou založeny na principu oddělování frakcí dle velikosti molekul pomocí speciálních membrán. Frakce s malými molekulami projde přes membránu a frakce s vysokou molekulární hmotností jsou zadrženy membránou. Pro zachycení mikroorganismů mají membrány póry o velikosti 0,45µm, pro zachycení kvasinek a sterilní filtraci jsou dostatečné i membrány s póry 0,65µm. Membrány s menší velikostí pórů se při výrobě ovocných šťáv nepoužívají, protože by mohlo dojít k jejich narušení. (Burg, Zemánek, 2014)

3.2.6.1 Odstřeďování

Odstřeďování se provádí pro odstranění usazeniny, která může vznikat po lisování. Probíhá pomocí odstředivek, nejčastěji horizontálních, tzv. dekantérů. Odstředivky bývají vysokootáčkové. Při otáčkách nad 6000 za minutu dochází k odstranění mikroorganismů ze šťávy, mikroorganismy zůstávají na kalech. Tomu procesu se říká mechanická sterilizace. (Horčin, Vietoris, 2007; Horčin, 2008) Odstředěná šťáva je bez viditelných částic, ale poměrně viskózní (Bates, Morris et al., 2001).

3.2.7 Odvzdušňování

Kyslík ve šťávě podporuje oxidaci, enzymatické hnědnutí, pozměňuje chuť a zhoršuje kvalitu. Pro jeho převážně negativní účinky na šťávu by se měl odstranit rychle a při nízké teplotě. (Bates, Morris et al., 2001)

Odvzdušňování je proces, který chrání šťávu před oxidací. Může se provádět záhřevem, mechanicky vakuovou pumpou nebo tlakovou impregnací inertních plynů. Záhřev probíhá kontinuálně pomocí výměníků tepla a po zahřátí se musí šťáva

ochladit. (Horčin, 2008)

3.2.8 Konzervace šťáv

Ovocné šťávy snadno podléhají fermentaci a mikrobiálnímu znehodnocení, proto se musí před zabalením nebo hned po zabalení tepelně ošetřit pasterizací. K tomu se často používá blesková pasterizace, při které se používají teploty v rozmezí 85 – 95 °C po dobu 15 – 60 sekund. V případě potřeby deaktivace enzymu nebo výskytu mikroorganismů se použije teplota mezi 90 – 95°C přibližně na 15 sekund. Pasterizace probíhá v deskovém nebo trubkovém pastéru a mnohdy následuje aseptické balení. Tento typ pasterizace se často používá na ovocné šťávy a koncentráty uskladněné v tancích.

Jiný způsob provedení pasterizace je pasterizace šťávy v obalu, která se považuje za jednoduchý a zároveň bezpečný způsob tepelného zpracování. Uzavřené balení se vsune do pasterizačního tunelu, který je rozdělen na několik zón. V prvních zónách dochází k předehřívání produktu, následně probíhá pasterizace po stanovenou dobu a v posledních probíhá ochlazování na teplotu pod 30°C.

Dalším způsobem ochrany před mikroorganismy je zahřátí šťávy na určitou teplotu (70 – 80°C), rovnou ji plnit do obalů a obal uzavřít. Uzavřené obaly se budou udržovat při teplotě předehřáté šťávy po určitou dobu (2 - 10 minut) a potom budou ochlazeny na teplotu pod 30°C. V případě použití skleněné nádoby se musí nádoba předehřát, aby se zabránilo teplotnímu šoku. (Ashurst, 2005)

Mezi konzervaci se někdy počítá i konzervace odpařováním. Výroba koncentrátu je popsána v kapitole 3. 2. 10.

3.2.9 Plnění

K plnění se používají plnící automaty. Rozdělují se tři základní typy plniček: výšková (hladinová), odměrná a objemová. Hladinové plnění se řídí výškou odvodu vzduchu z plněného obalu. U odměrného plnění se nastaví určitý objem pro danou dávku a stroj tento objem přesně odměří. (Horčin, Vietoris, 2007) Při objemovém plnění se obal naplní až po okraj, pak se plnící trubice vytáhne i s určitým objemem nápoje. Tím hladina poklesne a vznikne volný hrdlový prostor, který je dán vnějším objemem plnící trubice. (Hrudková, Markvart, 1989)

Ovocné šťávy se nejčastěji balí do tzv. Tetra Paků. Tetra Pak je obal krabicového tvaru složený z více vrstev. První vrstvu tvoří papírový karton, který obalu udává

výsledný tvar. Karton je potištěný a z obou stran chráněný vrstvou polyetylenu, jenž je nepropustný pro vodu a mikroorganismy. Další vrstvou je hliníková folie, pod kterou se nachází dvě vrstvy polyetylenu. Obvykle se vytvoří rukávec obalu, který je po naplnění svařován a teprve poté tvarován do kvadratického tvaru. Nejčastěji mají objem 1 litr. (Burg, Zemánek, 2013)

3.2.10 Výroba koncentrátu

Koncentrát se vyrábí z vylisované a následně upravené (filtrované, odvzdušněné atd.) šťávy pro lepší transport a skladovatelnost suroviny. Získává se odpařováním vody ze šťáv a zároveň s tím se zmenšuje objem. Při odpařování se aromatické látky šťáv zachycují. Tyto látky se po jejich ochlazení a zkapalnění přidávají do konečného výrobku nebo se vracejí zpět do koncentrátu. (Horčin, 2008) Odpařování vody se provádí v odparkách při maximální teplotě 45°C. Ideální teplota pro skladování koncentrátu je nižší než 15°C a citrusové koncentráty pod 10°C. (Ashurst, 2005)

Druhým způsobem získání koncentrátu je vymrazování ovocné šťávy. Tato metoda spočívá v postupném snižování bodu tuhnutí šťávy a tvorbě krystalků ledu. Krystalky ledu se oddělí na odstředivkách. Tento proces je ke šťávě šetrnější, ale finančně náročnější. (Hrudková, Markvart, 1989) Těkavé složky ovlivňující chuť jsou zachovány ve větším množství než při výrobě koncentrátu odpařováním (Ashurst, 2005).

Koncentrát se považuje za stabilní, pokud jeho hodnota rozpustné sušiny přesahuje 65%. Ale u koncentrátů z citrusových plodů musí být hodnota rozpustné sušiny minimálně 50% a u citrónů dokonce jen 35%. Stabilitu citrusových koncentrátů zabezpečuje jejich vysoký obsah kyselin. (Horčin, 2008)

3.2.10.1 Výroba ovocné šťávy z koncentrátu

Vyrábí se ředěním koncentrátu na požadovanou původní hodnotu rozpustné sušiny. Ředění se provádí dechlorovanou a přefiltrovanou pitnou vodou. Vzniklá směs koncentrátu a vody se zahřívá asi na 70°C a následně se homogenizuje. Takto vzniklá ovocná šťáva se naplní do nádob a tepelně se ošetří stejně jako ovocná šťáva lisovaná. (Hrudková, Markvart, 1989) Pokud těkavé látky nebyly vráceny již do koncentrátu, tak se vracejí do hotového výrobku. Do něj se může přidávat i dužnina v případě, že jsou všechny přidané složky ze stejného druhu ovoce jako šťáva. (Codex general standard, 2005)

Aby nedocházelo při výrobě k falšování, je ředění ovocných šťáv vodou částečně

řešeno stanovením minimálního obsahu rozpustných pevných látek měřených ve stupnici Brix. Tyto minimální hodnoty jsou určeny buď zákonem, kodexem AIJN nebo kodexem Alimentarius. (Ashurst, 2005; Codex general standard, 2005)

3.3 Falšování

Falšování ovocných šťáv není zdravotně závadné, ale je to klamání spotřebitelů. I přestože je falšování čím dál dokonalejší, lze ho rozdělit do tří skupin: ředění ovocných šťáv vodou, míchání dražší šťávy s levnější, použití levnějších pevných složek (hlavně cukrů). K falšování citrusových šťáv se často používá tzv. pulp wash, který vzniká již z vylisované dužniny. Dužnina se smíchá s vodou, nechá se louhovat a následně se vylisuje. Tento proces se děje i při běžném zpracování citrusů, ale podíl pevných látek musí být vyšší než 5% a musí se zpracovat dle směrnic a zákonů. (Ashurst, 2005)

S ohledem na zákazníky je důležité nejen nefalšovat šťávu, ale i přesně a pravdivě označit výrobky a jejich obaly. Kontrola šťáv se provádí větším počtem analýz stejného vzorku, aby se mohlo stanovit co nejvíce parametrů určujících autenticitu. Několik parametrů u jednoho vzorku se stanovuje pro lepší porovnání s povolenými hodnotami v kodexu (Alimentarius nebo AIJN) a pro prokázání autenticity. (Falguera, Ibarz, 2014) Pokud se stanovené hodnoty odklánějí od požadovaných hodnot, provedou se další analýzy a zkoumání, aby se ověřilo, zda jde o specifické odchylky dané suroviny a určité technologie výroby, anebo se jedná o falšování produktu. (General comments, 2016)

Případy falšování se vyskytovaly a vyskytují i v České republice. Proto v letech 1996-2001 probíhala kampaň pro zlepšení jakosti a autentičnosti ovocných šťáv v České republice. Na této kampani se podílela spousta institucí, mezi které patří Asociace českých výrobců ovocných šťáv a nektarů, Česká zemědělská a potravinářská inspekce, Ústřední celní laboratoř ministerstva financí a další. V tomto období byly každý rok analyzovány 100% pomerančové šťávy s cílem zjistit vývoj autentičnosti šťáv. Během této kampaně bylo zjištěno zlepšování kvality i autenticity šťáv, ale zároveň byly zpřísněny limity ve vyhláškách a normách. (Voldřich, Skálová et al., 2002)

V roce 2005 byla Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí provedena další hloubková kontrola 21 vzorků různých jednodruhových ovocných šťáv, nektarů a nápojů. Při této kontrole byl nevyhovující pouze jeden výrobek, který obsahoval jablečnou šťávu místo broskvové. (SZPI, 2005) Tyto kontroly SZPI přispěly ke zlepšení situace na českém trhu. V dnešní době se nevyhovující ovocné šťávy vyskytují jen ojediněle, jejich počet

je v jednotkách případů za rok. (Čížková, 2011)

3.3.1 Metody detekce – analytické techniky

Metody pro detekci falšování se začaly vyvíjet již od počátků falšování potravin. Mezi hlavní analytické techniky se řadí: analýza stabilních izotopů, metoda založená na analýze DNA, proteomické metody, spektroskopické metody a chromatografické metody. (Čížková, Ševčík et al., 2012)

Analýza stabilních izotopů využívá pro hodnocení autenticity potravin poměrů dvou hlavních stabilních izotopů ($^{2}H/^{1}H$, $^{13}C/^{12}C$, $^{15}N/^{14}N$, $^{18}O/^{16}O$). Tato analýza se nejčastěji provádí pomocí hmotnostní spektrometrie (MS) a nukleární magnetické rezonance (NMR). Poměr uhlíkových izotopů je závislý na průběhu fotosyntézy (způsobu využívání vzdušného CO_2, typu metabolického procesu). Rozlišují se tři způsoby vázání CO_2 v rostlinách: Calvinův cyklus (C3 rostliny), CAM cyklus a Hatch-Slackův cyklus (C4 rostliny). Ovoce se řadí do skupiny C3 rostlin. U izotopů vodíku a kyslíku je frakcionace závislá na vlivu teploty, vzdálenosti od pobřeží, nadmořské výšky a množství srážek. Používá se k rozpoznání ředění ovocných šťáv a vín (přídavku vody) a geografického původu. Poměr izotopů dusíku se používá k rozpoznání bio nebo organických (konvenčních) plodin anebo k rozpoznání pravých složek od přidaných. (Čížková, Ševčík et al., 2012; Kolář, 2013)

Metody založené na analýze DNA využívají pro stanovení pravosti potravin jedinečnosti ve struktuře DNA. Jsou založeny na detekci jednonukleotidového polymorfismu, polymorfismu délky restrikčních fragmentů, polymorfismu v délce sekvence a na použití PCR v reálném čase. Používají se k identifikaci použitých druhů ovoce, druhů brambor, masa apod.

Proteomické metody se používají k rozpoznání sekvencí aminokyselin v peptidech a bílkovinách hlavně u masa. (Čížková, Ševčík et al., 2012)

Mezi spektroskopické metody patří hmotnostní spektrometrie a nukleární magnetická resonanční spektrometrie (NMR), které se používají pro strukturní studie. Dalším typem je atomová absorpční spektrometrie (AAS), která dokáže rozlišit prvky v koncentraci 10^{0} % až 10^{-7} % a menší. Dále existuje emisní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou (ICP-OES), jenž se využívá pro multielementární analýzu roztoků, a spektroskopie v blízké infračervené oblasti (NIRS). (Prugar, 2008) NIR spektroskopie je metoda molekulové spektroskopie využívající spektrální oblast blízkého

infračerveného záření. Měření touto metodou je poměrně rychlé a vzorky se zpravidla nijak zvlášť nepřipravují. Mnohem déle, než samotné stanovení, trvá zpracování a vyhodnocení získaných dat. Často se tato metoda využívá pro kvantitativní analýzu složitých vzorků. Řadí se mezi procesní analytické metody, přičemž je důležitá rychlost samotné analýzy. (Matějka, 2006)

Chromatografické metody dokáží stanovit největší počet znaků a vlastností, díky tomu jsou klíčové v analýzách rostlinných produktů. V posledních letech byl rozmach plynové a kapalinové chromatografie, ale i přesto se stále používá papírová chromatografie nebo chromatografie na tenké vrstvě. Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) pracuje na principu separace látek ve vzorku. Při analýze potravin se dají pomocí HPLC stanovit např. vitamíny, aminokyseliny, organické kyseliny, přírodní i syntetická barviva, cukry a další. Plynová chromatografie (GC) pracuje stejně jako HPLC na separaci látek, ale v plynném stavu. Pomocí GC se stanovují např. pesticidy, mastné kyseliny, alkoholy, steroly a další. Použitím plynové chromatografie v kombinaci s hmotnostní spektrometrií se v dnešní době stanovují kvantitativní analýzy (hlavně stopové analýzy kontaminantů a pesticidů). (Prugar, 2008)

3.4 Legislativa

Každý druh ovoce má stanovené své analytické parametry organizací pro výživu a zemědělství FAO v Kodexu Alimentarius a Evropskou unií v kodexu vydaného Mezinárodní Asociací výrobců šťáv a nektarů (AIJN). Oba kodexy jsou pro výrobce dobrovolné, ale aspekty, které jsou z nich přesunuty do legislativy, jsou povinné. (Falguera, Ibarz, 2014)

V ČR na falšování potravin dohlíží především Státní zemědělská a potravinářská inspekce. Falšování potravin spadá pod Zákon o potravinách a tabákových výrobcích č.110/1997 Sb., nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.178/2002, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES a dalších vyhlášek a norem. (Čížková, 2011)

3.4.1 AIJN Code of Practice

AIJN je Asociace výrobců šťáv a nektarů při EU, jejíž základy sahají až do roku 1958, se sídlem v Bruselu (Presenting AIJN, 2016). Kodex zásad AIJN vznikl pro hodnocení ovocných a zeleninových šťáv. Je potvrzený Evropskou unií a používán uvnitř EU, prostřednictvím vnitrostátních kontrol potravin, ale i ke kontrole zpracovatelů a obchodníků ovoce po celém světě. (Code of Practice, 2016)

Kodex zahrnuje komentáře k referenčním pokynům a požadavky na jakost a složení (fyzikální, chemické) 26 různých ovocných a zeleninových šťáv, které zahrnují rozpustnou sušinu (Brix), kyseliny, cukry, flavonoidy, minerální látky a izotopické hodnoty. Dále obsahuje relativní hustotu a rozpustnou sušinu pro dalších 28 druhů ovoce, popisy analytických metod, kopii směrnice EU ovocných šťáv (a příslušné právní předpisy), seznam povolených přídavných látek a přehled názvů ovoce ve 13 jazycích EU. (Code of Practice,2016)

Na jednu stranu nelze stanovit všeobecně platné normy pro všechny, z důvodů faktorů ovlivňujících látkové složení plodů, ale na stranu druhou, lze stanovit minimální nebo maximální hodnoty anebo rozsahy jednotlivých hodnotících kritérií. Minimální/maximální hodnoty jsou sestaveny tak, že v nefalšované ovocné šťávě jsou s vysokou mírou pravděpodobnosti splněny, ale i přesto se při každém vyhodnocování výsledků musí brát v úvahu přírodní vlivy a technologie zpracování produktu. Tyto minimální/maximální hodnoty jsou sepsány ve sbírce Referenční pokyny vydanou AIJN. (General comments, 2016)

Referenční pokyny jsou rozděleny do dvou skupin (A, B). Ve skupině A jsou základní parametry kvality, které jsou brány jako povinné pro všechny ovocné šťávy, jenž se uvádějí na trh v EU. Řadí se do ní relativní hustota (rozdílná pro džusy lisované a z koncentrátu), hygienické parametry (např. těkavé kyseliny, etanol), látky znečišťující životní prostředí (např. těžké kovy) a kompoziční kritéria (např. kyselina L-askorbová). Skupina B zahrnuje všechny parametry pro vyhodnocení identity a autenticity šťáv (lisovaných i z koncentrátu). Patří sem například titrovatelné kyseliny, kyselina citronová a kyselina jablečná. Nejběžnější odchylky v hodnotách jednotlivých kritérií jsou sepsány a zdůvodněny v poznámkách. (General comments, 2016) V následující Tab. 1 nalezneme některé stanovené hodnoty kodexem AIJN vybraných parametrů u jablečné, pomerančové a grapefruitové ovocné šťávy.

Tab. 1: Hodnoty AIJN (ANONYM, 2012)

Šťáva	Hustota (min.)	Rozpustná sušina (min.) (Brix)	Titrovatelné kyseliny ($g.l^{-1}$)	Kyselina jablečná ($g.l^{-1}$)	Kyselina askorbová (min.) ($mg.l^{-1}$)	Kyselina citronová ($g.l^{-1}$)
Jablečná šťáva koncentrát	1,045	11,20	2,2 - 7,5	min 3,0	-	0,05 - 0,15
Jablečná šťáva lisovaná	1,04	10,00	2,2 - 7,5	min 3,0	-	0,05 - 0,15
Pomerančová šťáva lisovaná	1,04	10,00	5,8 - 15,4	0,8 - 3,0	200	6,3 - 17
Pomerančová šťáva koncentrát	1,045	11,20	5,8 - 15,4	0,8 - 3,0	200	6,3 - 17
Grapefruitová šťáva lisovaná	1,038	9,50	7,7-18,5	0,2 - 1,2	200	8-20
Grapefruitová šťáva koncentrát	1,04	10,00	7,7-18,5	0,2 - 1,2	200	8-20

4. MATERIÁL

V bakalářské práci byly analyzovány 3 druhy 100% ovocných šťáv – jablečná, pomerančová a grapefruitová, které byly zakoupeny v maloobchodní síti. Jednotlivé vzorky byly vyrobeny různými výrobci. Pro srovnání byl od každého jmenovaného druhu jeden vzorek vyroben v laboratoři rozmixováním čerstvých plodů. Čerstvé plody citrusů byly oloupány, pokrájeny na menší kousky a vloženy do mixéru. Jablka byla rozkrájena na menší kousky a následně rozmixována. Vzniklé šťávy byly analyzovány bez jakýchkoliv úprav.

U všech vzorků bylo analytickými postupy hodnoceno šest následujících parametrů: hustota, rozpustná sušina, titrovatelné kyseliny, kyselina askorbová, kyselina jablečná a kyselina citronová. Získané hodnoty z analýz byly srovnány s hodnotami v kodexu zásad Evropského sdružení producentů ovocných šťáv (AIJN). V tomto kodexu jsou uvedeny parametry, podle kterých se hodnotí pravost 100% ovocných šťáv vyrobených z koncentrátu ovocné šťávy i přímým lisováním plodů. Proto byly zkoumány obě skupiny ovocných šťáv (jak přímo lisované, tak šťávy z koncentrátu).

Z celkového počtu 7 jablečných a pomerančových šťáv, byly vždy od každého druhu 4 vzorky vyrobeny přímým lisováním plodů (3 zakoupené + 1 vyrobený rozmixováním čerstvých plodů) a 3 vzorky z koncentrátu ovocných šťáv. U grapefruitové šťávy byly 3 vzorky vyrobeny z koncentrátu ovocné šťávy a 2 vzorky byly vyrobeny přímým lisováním plodů (1 zakoupený + 1 vyrobený rozmixováním čerstvých plodů).

5. METODIKA

Stanovení hustoty

Hustota látky je poměr hmotnosti a jejího objemu při stejné teplotě, vyjadřuje se v $g.ml^{-1}$ nebo v $kg.g^{-1}$. Relativní hustota látky při 20°C je poměr hmotnosti homogenní látky při 20°C k hmotnosti vody stejného objemu při tentýž teplotě za atmosférického tlaku, neboli poměr hustoty homogenní látky a vody stejných objemů při 20°C. Relativní hustota je bezrozměrná.

Postup při stanovování hustoty pyknometricky:
Nejdříve se stanoví hmotnost suchého pyknometru na analytických vahách a jeho vodní hodnota. Pyknometr se naplní destilovanou vodou, vloží se do vodní lázně a nechá se temperovat při 20°C 30 minut, poté se osuší, doplní po rysku, nechá se stát 30 minut ve skříňce vah a následně se zváží. Dále se pyknometr několikrát vypláchne vzorkem a pak se naplní zkoušeným vzorkem, temperuje se ve vodní lázni (termostat) při 20°C 30 minut, osuší se, doplní se po rysku, 30 minut se nechá stát ve skříňce vah a potom se zváží.

Výpočet: $\rho_{rel} = \frac{m_1 - m}{m_2 - m}$

ρ_{rel} = poměrná hustota

m – hmotnost prázdného pyknometru (g)

m_1 – hmotnost pyknometru se vzorkem (g)

m_2 – hmotnost pyknometru s destilovanou vodou (g)

ρ_{rel} – relativní hustota

Stanovení rozpustné sušiny

Rozpustná sušina byla ve šťávě měřena pomocí Abbeho refraktometru. Mezi 2 hranoly byla nejprve nanesena vrstvička destilované vody a po vynulování přístroje byl nanesen vzorek a pomocí stupnice byla odečtena procenta rozpustné sušiny.

Stanovení titrovatelných kyselin

Titrovatelnými kyselinami se rozumí všechny kyseliny (volné, těkavé a kyselé soli) zjištěné titračně.

Postup práce při potenciometrické titraci:

Nejprve se připraví pH metr pro měření a nastaví se pomocí pufrů.

Odpipetuje se 10 ml vzorku do kádinky a za stálého míchání (nejlépe elektromagnetickou míchačkou) se titruje potenciometricky 0,1 mol.l^{-1} NaOH do pH 8,1 za použití kombinované elektrody. Obsah titrovatelných kyselin se vždy přepočítává na převažující kyselinu. U vzorků jablečné šťávy na kyselinu jablečnou a u pomerančové a grapefruitové šťávy na kyselinu citronovou.

Výpočet = a × f × 0,0064 (0,0067) × 10

a – spotřeba 0,1 mol.l^{-1} NaOH v ml

f – faktor 0,1 mol.l^{-1} NaOH (1,0045)

1 ml 0,1 mol.l^{-1} NaOH odpovídá 0,0064 g kyselině citronové

1 ml 0,1 mol.l^{-1} NaOH odpovídá 0,0067 g kyselině jablečné

Stanovení organických kyselin metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC)

Před vlastním stanovením byl vzorek šťávy nejprve zředěn 5×, pro stanovení kyseliny askorbové kyselinou šťavelovou, pro ostatní organické kyseliny destilovanou vodou. Vzorky byly přefiltrovány přes papírový filtr a poté přes nylonový filtr (ø 22µm) do hnědé vialky. Takto připravený vzorek byl vpraven do chromatografické kolony.

Podmínky stanovení:

Kolona: Prevail 5µm Organic Acid 110A HPLC Column 250 × 4,6 mm, průtok mobilní fáze 25 mM KH_2PO_4 1 ml/min, vlnová délka 210 nm, teplota 30°C. Z chromatogramu byly odečteny koncentrace kyseliny jablečné, askorbové a citronové.

Obr. 1: Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)

Obr. 2: pH metr s elektromagnetickou míchařkou

6. VÝSLEDKY A DISKUZE

Vyhodnocení jednotlivých analýz bylo provedeno srovnáním zjištěných hodnot vzorků s hodnotami v kodexu zásad Evropského sdružení producentů ovocných šťáv (AIJN). Každé stanovení bylo provedeno třikrát, v tabulkách a obrázcích jsou uvedeny průměrné hodnoty.

Vysvětlivky k tabulce a obrázkům:

JŠK – jablečná šťáva z koncentrátu

JŠL – jablečná šťáva lisovaná

JŠL L – jablečná šťáva vyrobena v laboratoři rozmixováním čerstvých plodů

PŠK – pomerančová šťáva z koncentrátu

PŠL – pomerančová šťáva lisovaná

PŠL L – pomerančová šťáva vyrobena v laboratoři rozmixováním čerstvých plodů

GŠK – grapefruitová šťáva z koncentrátu

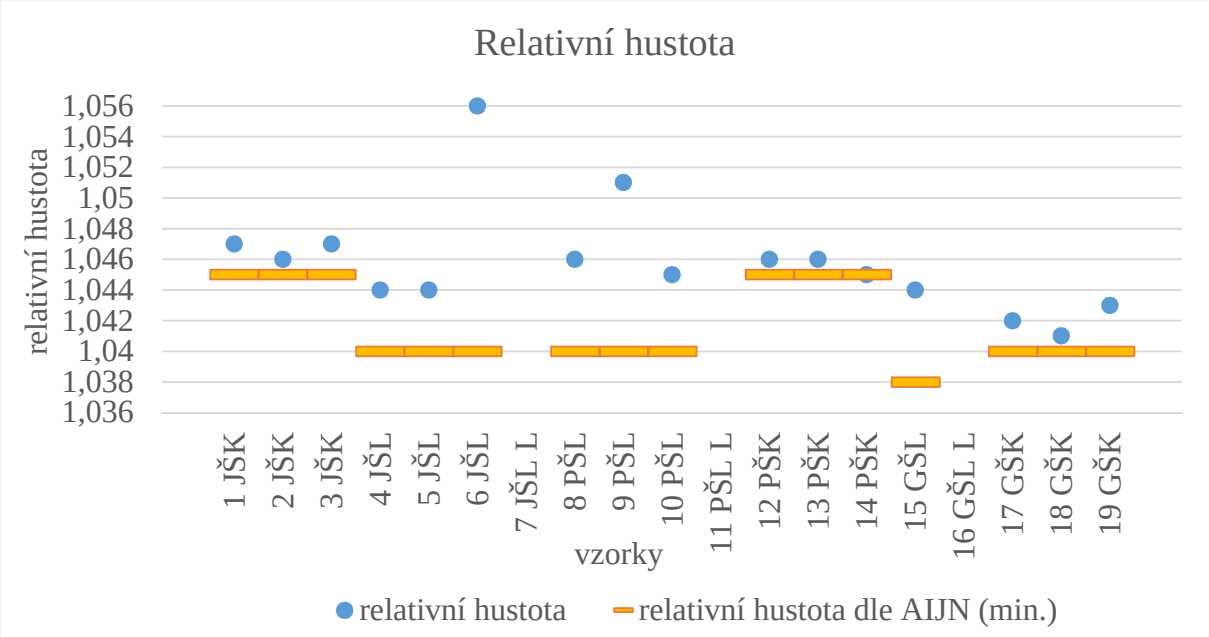
GŠL – grapefruitová šťáva lisovaná

GŠL L – grapefruitová šťáva vyrobena v laboratoři rozmixováním čerstvých plodů

Tab. 2: Průměrné hodnoty vzorků šťáv stanovené při analýzách

Vzorek	Hustota relativní	Rozpustná sušina (%)	Titrovatelné kyseliny ($g.l^{-1}$)	Kyselina jablečná ($g.l^{-1}$)	Kyselina askorbová ($mg.l^{-1}$)	Kyselina citronová ($g.l^{-1}$)
1 JŠK	1,047	11,50 ± 0,20	4,6 ± 0,09	5,30 ± 0,21	0	0,400 ± 0,03
2 JŠK	1,046	11,20 ± 0,24	5,4 ± 0,02	6,40 ± 0,28	0	0,150 ± 0,01
3 JŠK	1,047	11,30 ± 0,00	5,5 ± 0,02	6,40 ± 0,09	0	0,140 ± 0,01
4 JŠL	1,044	10,80 ± 0,08	4,5 ± 0,04	5,00 ± 0,15	1200 ± 30	0,400 ± 0,02
5 JŠL	1,044	10,50 ± 0,00	4,8 ± 0,02	5,50 ± 0,17	200 ± 8	0,060 ± 0,02
6 JŠL	1,056	13,30 ± 0,00	6,7 ± 0,02	7,90 ± 0,16	0	0,150 ± 0,00
7 JŠL L	nebyla stanovena	13,00 ± 0,00	2,7 ± 0,01	3,00 ± 0,00	0	0,056 ± 0,00
8 PŠL	1,046	11,00 ± 0,00	7,7 ± 0,04	1,70 ± 0,04	100 ± 5	8,100 ± 0,40
9 PŠL	1,051	12,50 ± 0,00	8,6 ± 0,06	1,18 ± 0,08	220 ± 8	10,100 ± 0,70
10 PŠL	1,045	11,00 ± 0,20	6,8 ± 0,06	1,30 ± 0,09	200 ± 8	8,400 ± 0,80
11 PŠL L	nebyla stanovena	9,00 ± 0,24	7,0 ± 0,16	1,00 ± 0,05	460 ± 7	8,700 ± 0,80
12 PŠK	1,046	10,60 ± 0,00	8,3 ± 0,06	1,40 ± 0,04	250 ± 6	9,600 ± 0,60
13 PŠK	1,046	11,00 ± 0,00	7,6 ± 0,06	1,20 ± 0,12	155 ± 5	9,200 ± 0,80
14 PŠK	1,045	10,75 ± 0,07	8,3 ± 0,06	1,40 ± 0,10	200 ± 5	9,300 ± 0,50
15 GŠL	1,044	10,75 ± 0,11	10,4 ± 0,05	0,40 ± 0,06	300 ± 7	10,800 ± 0,90
16 GŠL L	nebyla stanovena	9,00 ± 0,00	10,1 ± 0,08	0,25 ± 0,04	360 ± 8	10,800 ± 1,00
17 GŠK	1,042	10,25 ± 0,00	9,3 ± 0,09	0,35 ± 0,04	220 ± 4	10,100 ± 1,10
18 GŠK	1,041	10,00 ± 0,00	11,1 ± 0,06	0,37 ± 0,03	280 ± 9	11,800 ± 0,60
19 GŠK	1,043	10,00 ± 0,00	13,0 ± 0,03	0,35 ± 0,02	340 ± 8	14,000 ± 1,20

V Tab.2 jsou průměrné hodnoty jednotlivých vzorků. Hodnoty označené červeně se neshodují s kodexem zásad Evropského sdružení producentů ovocných šťáv (AIJN). Celkem osm vzorků bylo nevyhovujících. Dohromady byly neshody zjištěny u tří parametrů, přičemž sedm vzorků bylo odlišných v jednom parametru a jeden vzorek ve dvou parametrech. Zdůvodnění těchto hodnot je uvedeno níže u individuálních obrázků stanovovaných parametrů.



Obr. 3: Porovnání hustoty vzorků s hodnotami AIJN

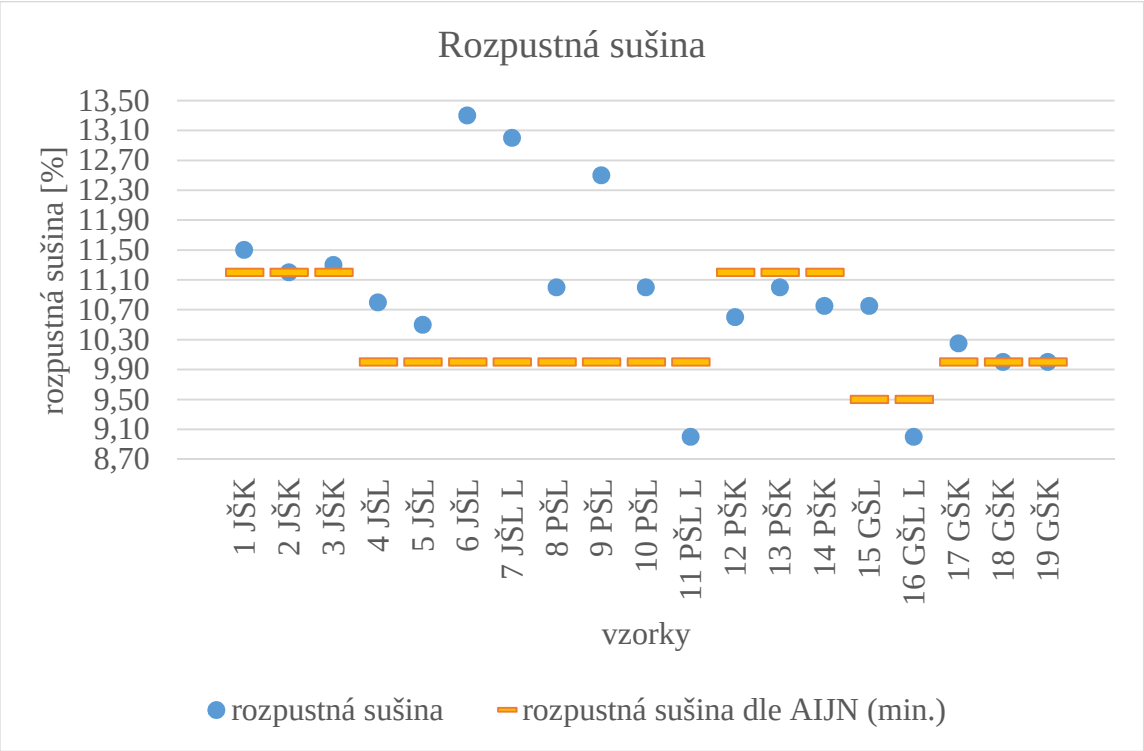
Vzorek převyšuje minimální hodnotu stanovenou AIJN

Vzorek se shoduje s minimální hodnotou AIJN

U vzorku byly stanoveny nižší hodnoty, než jsou minimální hodnoty AIJN

U vzorků 7 JŠL L, 11 PŠL L, 16 GŠL L nebyla hustota stanovena. Jedná se o vzorky vyrobené v laboratoři rozmixováním čerstvých plodů, které byly hustší konzistence, než šťávy maloobchodní sítě vyrobené přímým lisováním, a z toho plyne, že výrazně převyšovaly minimální hodnotu AIJN.

Analýzou bylo zjištěno, že u veškerých zkoumaných vzorků jejich hustota odpovídala minimální hustotě AIJN. U vzorku číslo 14 byla hodnota rovna minimální povolené hodnotě. U ostatních analyzovaných vzorků byla tato minimální hodnota převyšována.



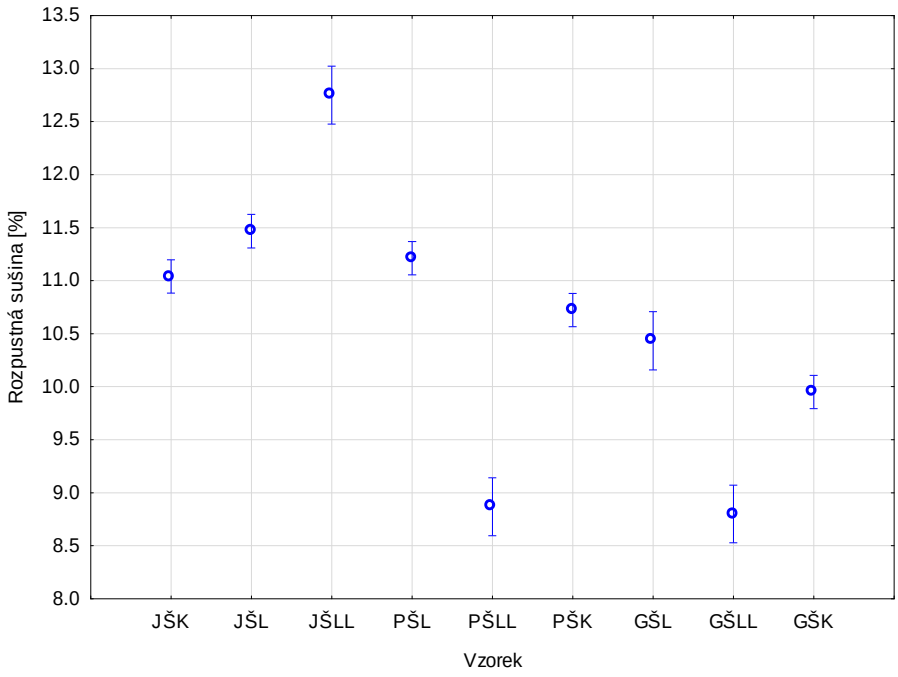
Obr. 4: Porovnání rozpustné sušiny vzorků s hodnotami AIJN

Rozpustná sušina nebyla u všech stanovovaných vzorků v souladu s hodnotami předepsanými kodexem AIJN. U pěti vzorků nebyly splněny limity pro minimální obsah, u tří vzorků se hodnoty rovnaly minimálním povoleným hodnotám a u jedenácti vzorků byly hodnoty vyšší.

U pomerančové šťávy vyrobené z koncentrátu (PŠK) je předepsaná minimální hodnota rozpustné sušiny 11,2 Brix. Z toho vyplývá, že vzorky 12, 13 a 14 PŠK nesplňují limity pro minimální obsah rozpustné sušiny. Pravděpodobným důvodem nižšího obsahu rozpustné sušiny může být špatné provedení ředění koncentrátu při výrobě. Rozdíl hodnot od hodnot AIJN byl zjištěn také u vzorků 11 PŠL L a 16 GŠL L. Tento rozdíl byl patrně způsoben použitím plodů určených pro přímý konzum, nikoliv pro zpracování.

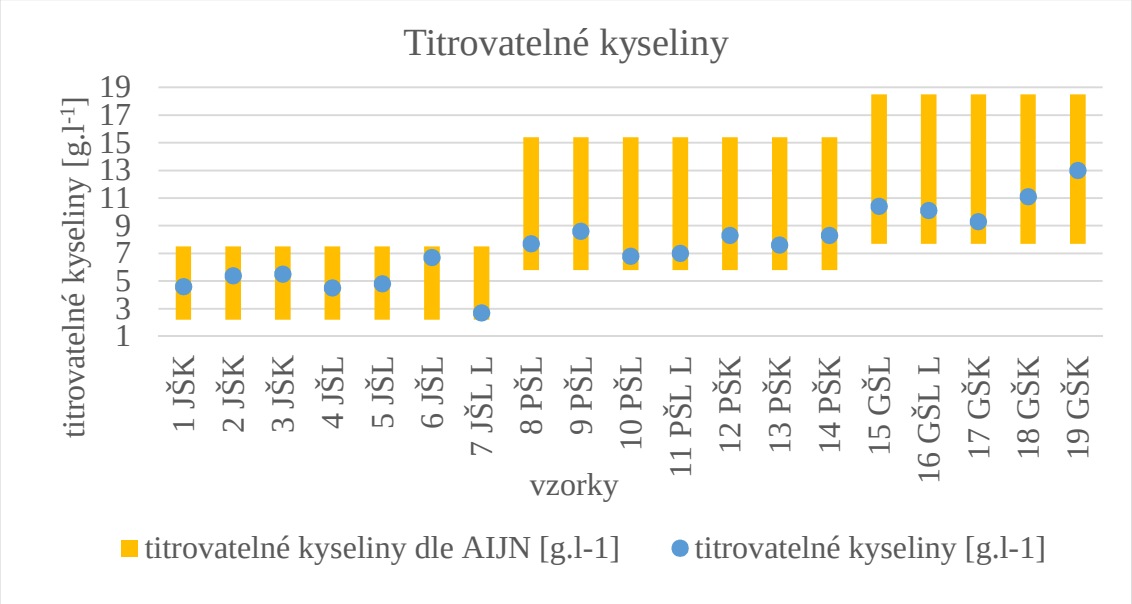
Tab. 3: Statisticky významné rozdíly v hodnotách obsahu rozpustné sušiny ovocných šťáv.

Tukeyův HSD test; proměnná Rozpustná sušina. Homogenní skupiny, alfa = .05000. Chyba: meziskup. PČ = .44741, sv = 105.00					
Vzorek	1	2	3	4	5
JŠK	****	****			
JŠL		****			
JŠLL					****
PŠL	****	****			
PŠLL			****		
PŠK	****				
GŠL	****			****	
GŠLL			****		
GŠK				****	



Graf. 1: Statisticky významné rozdíly v hodnotách obsahu rozpustné sušiny ovocných šťáv.

Statisticky významné rozdíly v obsahu rozpustné sušiny jsou zejména mezi šťávami vlastní výroby a ostatními koupenými vzorky. Významné rozdíly jsou rovněž mezi grapefruitovou šťávou (GŠK) a přímo lisovanými šťávami PŠL a JŠL.

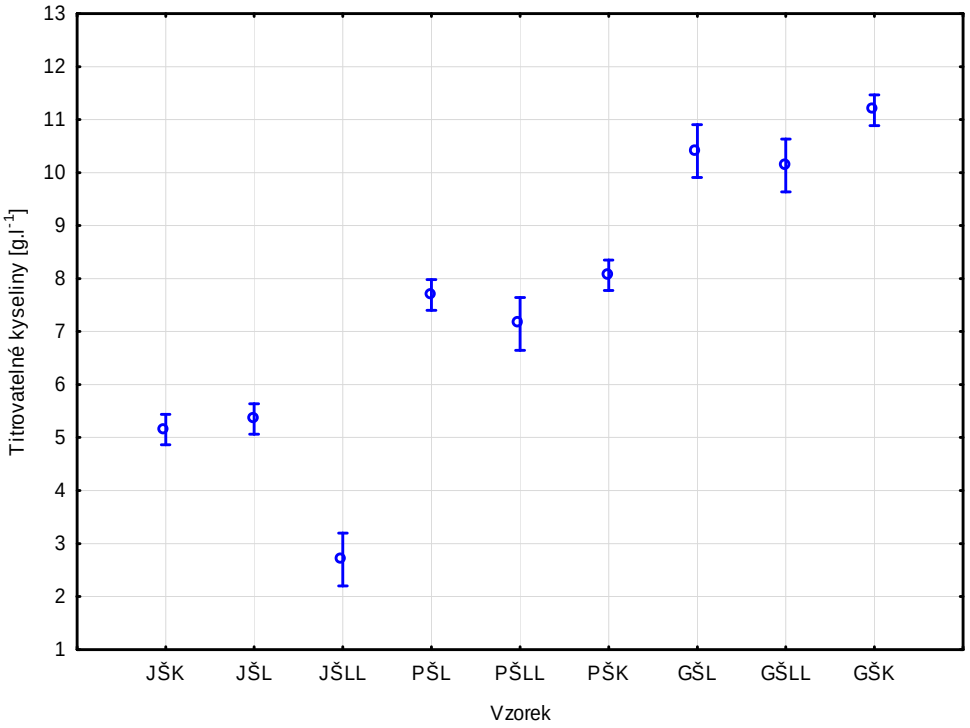


Obr. 5: Porovnání hodnot titrovatelných kyselin vzorků s hodnotami AIJN

Hodnoty všech analyzovaných vzorků byly v rozmezí, které je stanoveno předpisem AIJN. U vzorku 7 JŠL L (2,7 $g.l^{-1}$ titrovatelných kyselin) byl obsah kyselin na spodní hranici povoleného množství kodexem AIJN (2,2 – 7,5 $g.l^{-1}$).

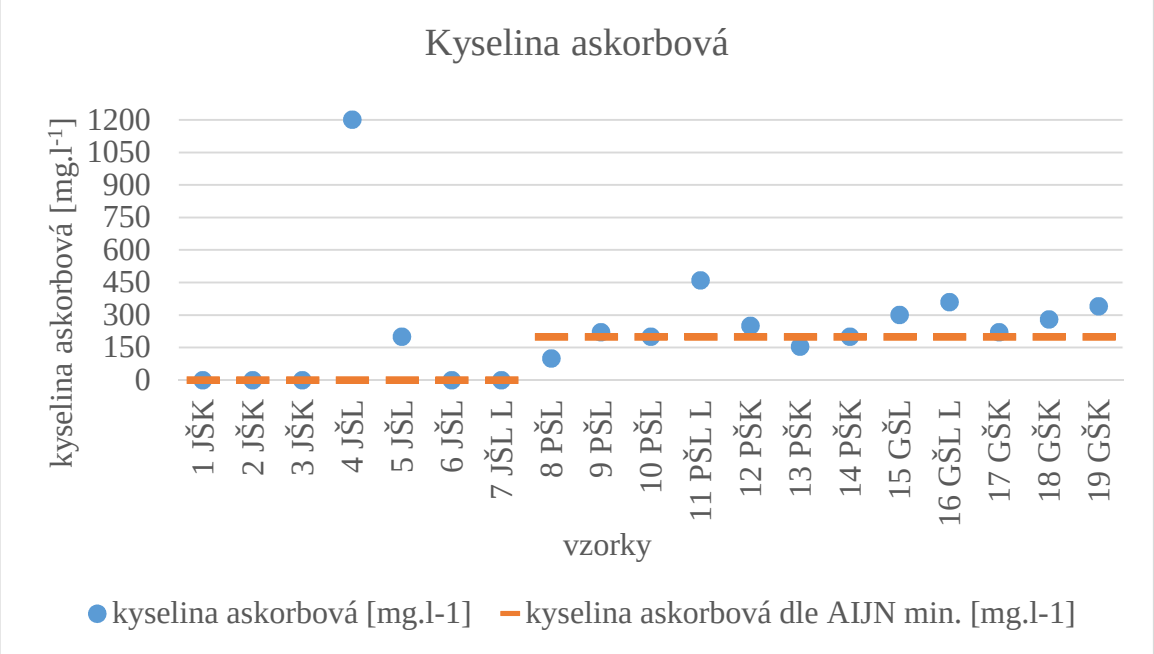
Tab. 4: Statisticky významné rozdíly v hodnotách obsahu titrovatelných kyselin ovocných šťáv.

Tukeyův HSD test; proměnná Titrovatelné kyseliny. Homogenní skupiny, alfa = .05000. Chyba: meziskup. PČ = .74444, sv = 48.000					
Vzorek	1	2	3	4	5
JŠK			****		
JŠL			****	****	
JŠLL					****
PŠL	****				
PŠLL	****			****	
PŠK	****				
GŠL		****			
GŠLL		****			
GŠK		****			



Graf. 2: Statisticky významné rozdíly v hodnotách obsahu titrovatelných kyselin ovocných šťáv.

Statisticky významné rozdíly v obsahu titrovatelných kyselin jsou viditelné mezi jednotlivými druhy ovocných šťáv. Výrazně odlišná od všech ostatních druhů je jablečná šťáva vlastní výroby.

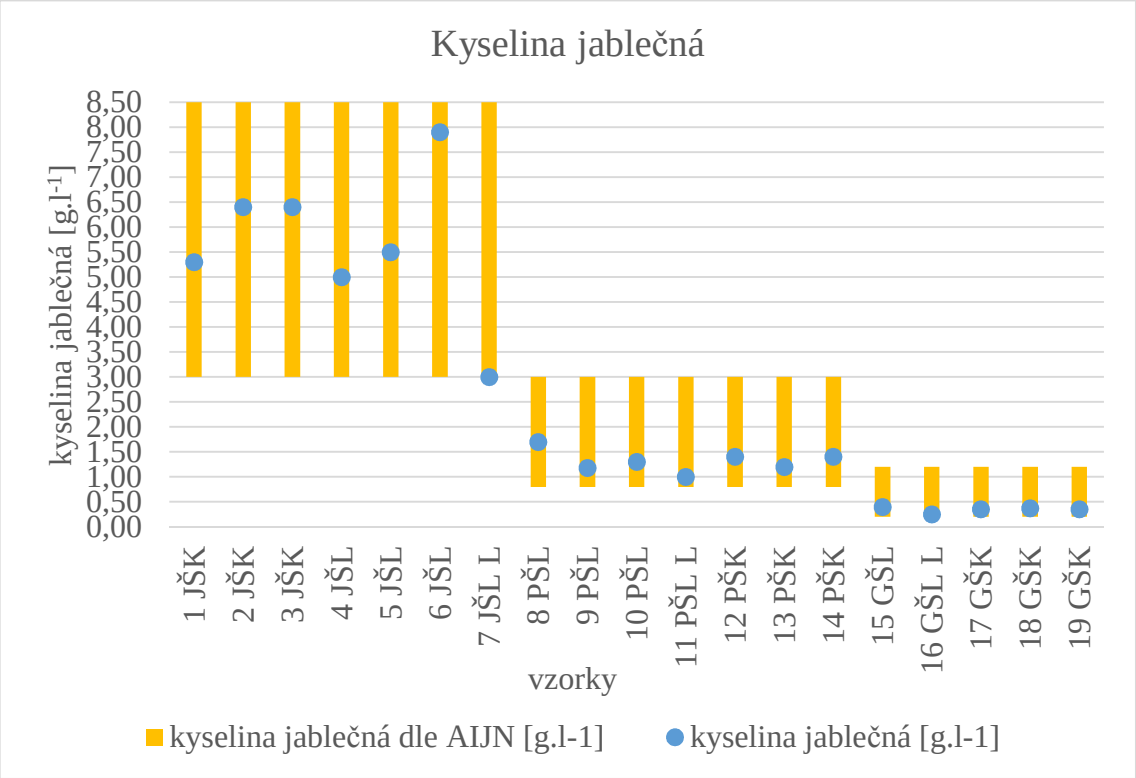


Obr. 6: Porovnání hodnot kyseliny askorbové vzorků s hodnotami AIJN

Ve dvou případech byl zjištěn nižší obsah kyseliny askorbové ve vzorku, než povoluje kodex AIJN. Minimální hodnota je stanovena na 200 $mg.l^{-1}$. Nižší obsah byl zjištěný u vzorku 8 PŠL (100 $mg.l^{-1}$) a u vzorku 13 PŠK (155 $mg.l^{-1}$). Ztráta kyseliny byla pravděpodobně způsobena oxidací kyseliny askorbové v průběhu výroby. U ostatních vzorků byla koncentrace kyseliny askorbové ve shodě s AIJN.

V jablečných šťávách je koncentrace kyseliny askorbové nízká. Vyšší hodnoty kyseliny askorbové u vzorků 4 a 5 byly způsobeny přidáním této kyseliny do hotového výrobku. Informace o jejím přidání byla uvedena i na obale zakoupeného nápoje.

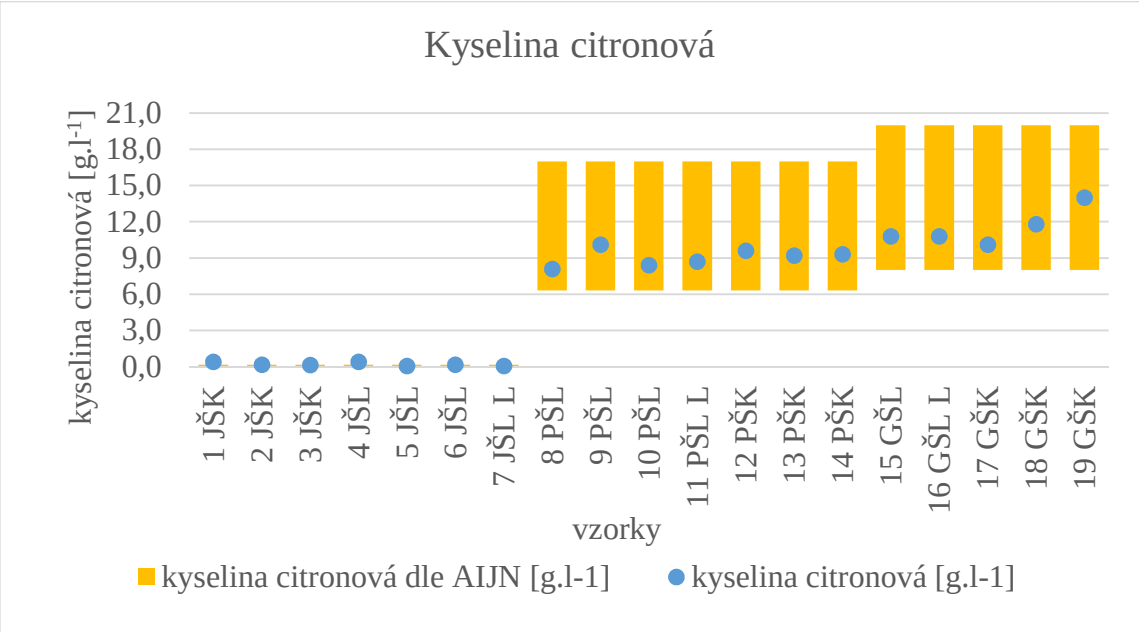
Scherer et al. (2012) v práci zaměřené na stanovení hlavních organických kyselin ovoce a ovocných šťáv udává obsah kyseliny askorbové v jablečné šťávě 257 – 327 $mg.l^{-1}$ a ve šťávě pomerančové 300 - 380 $mg.l^{-1}$. USDA (2016) udává množství kyseliny askorbové u jablečné šťávy 9 $mg.l^{-1}$, u pomerančové šťávy 301 - 336 $mg.l^{-1}$ a u grapefruitové šťávy 283 $mg.l^{-1}$. V hodnocených vzorcích v této bakalářské práci bylo množství u jablečné šťávy 0 $mg.l^{-1}$, s výjimkou šťáv, do kterých byla kyselina dodatečně přidána. V pomerančové šťávě byl obsah 100 - 460 $mg.l^{-1}$ a v grapefruitové šťávě 220 – 360 $mg.l^{-1}$.



Obr. 7: Porovnání hodnot kyseliny jablečné vzorků s hodnotami AIJN

Hodnoty kyseliny jablečné u všech 19 analyzovaných vzorků byly v rozmezí určeném kodexem AIJN. Vzorky 7 JŠL L, 15 GŠL, 16 GŠL L, 17 GŠK, 18 GŠK a 19 GŠK měly hodnoty u spodní hranice daného rozmezí.

V analyzovaných vzorcích byly koncentrace kyseliny jablečné v rozmezí 1,7 – 7,9 $g.l^{-1}$ v jablečné šťávě, 1,0 – 1,7 $g.l^{-1}$ v pomerančové šťávě a 0,25 – 0,4 $g.l^{-1}$ v grapefruitové šťávě. Navarro-Pascual-Ahuir et al. (2015) v práci, ve které kontroloval kvalitu ovocných šťáv použitím organických kyselin, udává množství kyseliny u jablečné šťávy 3,33 – 4,67 $g.l^{-1}$ a u pomerančové šťávy 1,60 – 2,34 $g.l^{-1}$. Scherer et al. (2012) udává obsah kyseliny v jablečné šťávě 0,72 – 0,80 $g.l^{-1}$ a v pomerančové šťávě 0,29 – 0,56 $g.l^{-1}$.



Obr. 8: Porovnání hodnot kyseliny citronové vzorků s hodnotami AIJN

Šťávy z citrusových plodů obsahují více kyseliny citronové než šťávy z jablek. U všech vzorků citrusových šťáv bylo množství kyseliny citronové v povoleném rozmezí, které vymezuje kodex AIJN . U jablečné šťávy je její obsah dle kodexu AIJN povolen v rozmezí 0,005 – 0,15 $g.l^{-1}$. V tomto rozmezí se nachází vzorky 2 JŠK, 3 JŠK, 5 JŠL, 6 JŠL a 7 JŠL L. U vzorků 1 JŠK a 4 JŠL byly naměřeny hodnoty vyšší (0,4 $g.l^{-1}$), než je povolený obsah. Příčinou vyššího obsahu pravděpodobně bylo okyselení výrobku kyselinou citronovou.

V analyzovaných vzorcích bylo stanoveno 0,06 – 0,4 $g.l^{-1}$ kyseliny citronové v jablečné šťávě, 8,1 – 10,1 $g.l^{-1}$ v pomerančové šťávě a 10,1 – 14 $g.l^{-1}$ v grapefruitové šťávě. Navarro-Pascual-Ahuir et al. (2015) stanovil v jablečné šťávě 0,07 – 0,13 $g.l^{-1}$ a v pomerančové šťávě 8,67 – 15,86 $g.l^{-1}$. Scherer et al. (2012) stanovil 1,85 – 2,12 $g.l^{-1}$ v jablečné šťávě a 5,17 – 5,29 $g.l^{-1}$ v pomerančové šťávě.

7. ZÁVĚR

Práce byla zaměřena na hodnocení jakosti a autentičnosti ovocných šťáv zakoupených v maloobchodní síti. Byly hodnoceny 3 druhy 100% ovocných šťáv (jablečná, pomerančová, grapefruitová), celkový počet vzorků byl 19 (16 vzorků zakoupených, 3 vzorky vyrobené v laboratoři). Jejich pravost byla dokazována analytickými postupy. Bylo hodnoceno šest parametrů (hustota, rozpustná sušina, titrovatelné kyseliny, kyselina jablečná, citronová a askorbová).

Relativní hustota byla u všech vzorků ve shodě s předpisem AIJN. Podle stanovené rozpustné sušiny 5 vzorků z 19 nesplňovalo její minimální množství v ovocných šťávách. Jednalo se o 3 pomerančové šťávy vyrobené z koncentrátu, u kterých nižší hodnota rozpustné sušiny byla pravděpodobně zapříčiněna špatným ředěním koncentrátu při výrobě. Další 2 vzorky byly šťávy vyrobené v laboratoři, které prokazatelně nebyly falšované, a tedy nižší množství rozpustné sušiny bylo patrně způsobeno použitím plodů určených pro přímý konzum. Z hlediska titrovatelných kyselin a kyseliny jablečné byly hodnoty všech vzorků v povoleném rozmezí určeném kodexem AIJN. U kyseliny askorbové byly stanoveny nižší hodnoty, než povoluje kodex AIJN u 2 vzorků. Týkalo se to pomerančové šťávy z koncentrátu i lisované. Příčina nižších hodnot byla pravděpodobně způsobena oxidací kyseliny askorbové ve šťávě během výroby. Hodnoty kyseliny citronové byly u 2 vzorků jablečné šťávy vyšší, než jsou povolené hodnoty kodexem AIJN. Toto vyšší množství kyseliny citronové bylo patrně způsobeno okyselením šťávy kyselinou citronovou.

Z vyhodnocení analyzovaných ovocných šťáv je patrné, že některé vzorky nesplňovaly všechna kritéria autenticity. I přes tyto neshody v hodnotách analyzovaných vzorků a hodnotách vymezující kritéria autenticity dle AIJN nemůžeme konstatovat, že ovocné šťávy jsou falšované. Aby se s jistotou mohlo konstatovat, že šťáva byla nebo nebyla falšovaná, musely by se provést další analýzy a vzorek by musel být nevyhovující ve více parametrech.

V kapitole *Výsledky a diskuze* jsou všechny neshody vyhodnoceny a zdůvodněny, proč k nim pravděpodobně došlo. V rámci dostupných materiálů k této problematice, informacím z kodexu AIJN a informacím k analyzovaným šťávám můžeme konstatovat, že šťávy falšované nebyly, nebo to nemůžeme s určitostí prokázat.

8. SOUHRN

Literární část bakalářské práce zahrnuje látkové složení, technologii výroby a falšování ovocných šťáv. Praktická část této práce se zabývá analýzou 3 druhů 100% ovocných šťáv (jablečné, pomerančové a grapefruitové) zakoupených v maloobchodní síti. Celkem bylo hodnoceno 19 vzorků, u kterých byla stanovena hustota, rozpustná sušina, titrovatelné kyseliny, kyselina jablečná, citronová a askorbová. Mezi vzorky byly zařazeny ovocné šťávy zakoupené v maloobchodní síti vyrobené lisováním či z koncentrátu, tak ovocné šťávy vyrobené z čerstvých plodů. Získané výsledky byly sestaveny do tabulky, porovnány s povolenými hodnotami kodexem AIJN a vyhodnoceny.

Klíčová slova: Ovocné šťávy, látkové složení, technologie výroby, falšování, AIJN

SUMMARY

The literary part of the bachelor’s thesis comprises of material composition, the technology of production and forging of fruit juices. The research in this thesis is dealing with the analysis of 3 different kinds of fruit juice (apple, orange and grapefruit) purchased in a retail network. There have been evaluated 19 samples in total, in which density, soluble dry basis, titratable acids, malic acid, citric acid and ascorbic acid were determined. As samples were used fruit juices purchased in a retail network which were produced by pressing or from a concentrate or from fresh fruit. Obtained results were compiled to a table, compared with allowed values from the AIJN codex and evaluated.

Keywords: fruit juices, material composition, the technology of production, forging, AIJN

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] ASHURST, P. R. *Chemistry and technology of soft drinks and fruit juices.* 2. vyd. Oxford, UK: Blackwell Pub., 2005. 374 s. ISBN 1-4051-2286-2.

[2] BATES, R, J. MORRIS a P. CRANDALL. *Principles and practices of small- and medium-scale fruit juice processing*. [online]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001. [cit. 2016-03-21]. ISBN 9251046611. Dostupné z: http://www.fao.org/docrep/005/y2515e/y2515e00.HTM.

[3] BURG, P., P. ZEMÁNEK. *Stroje a zařízení pro vinařství*. 1. vyd. Olomouc: Agriprint, 2014. ISBN 978-80-87091-49-4.

[4] BURG, P., P. ZEMÁNEK. *Technika pro vinařství*. 1. vyd. V Brně: Mendelova univerzita, 2013. ISBN 978-80-7375-910-0.

[5] ČÍŽKOVÁ, H., R. ŠEVČÍK, A. RAJCHL, J. PIVOŇKA a M. VOLDŘICH. Trendy v autenticitě potravin a v přístupech k detekci falšování. *Chemické listy* [online]. 2012(106), 903-910 [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_10_903-910.pdf.

[6] ČÍŽKOVÁ, H. (ed). *Metody a kritéria [sic] pro ověřování autenticity potravin a potravinářských surovin*. [online]. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2011. ISBN 978-80-7418-124-5. Dostupné z: http://b2b.inform-za.sk/obsahy/9788074181245.pdf

[7] DAUTHY, M. E.. *Fruit and vegetable processing*. [online] Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. [cit. 2016-03-21] ISBN 92-5-103657-8. Dostupné z: http://www.fao.org/docrep/V5030e/V5030 E00.htm#

[8] EDITED BY V. FALGUERA, A. Ibarz. *Juice processing: quality, safety, and value-added opportunities*. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis, 2014. ISBN 978-1-4665-7734-3.

[9] HORČIN, V., VIETORIS, V. *Technológia výroby nealkoholických nápojov.* 1. vyd. Nitra: Slovenská pol'nohospodárska univerzita v Nitre, 2007. 91 s. ISBN 978-80-8069-882-9.

[10] HORČIN, V. *Technológia spracovania ovocia a zeleniny.* 2. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2008. 142 s. ISBN 978-80-552-0063-7.

[11] HRUDKOVÁ, A., J. MARKVART. *Nealkoholické nápoje*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989, 557 s.

[12] KOLÁŘ, K., Autentifikace potravin pomocí analýzy zastoupení stabilních izotopů. In: *Mendelova univerzita v Brně* [online]. Brno, 2013 [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/23/23prezentace___kolar.pdf.

[13] KOPEC, K., *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998. ISBN 80-86153-64-9.

[14] LOZANO, J. E. *Fruit manufacturing: scientific basis, engineering properties, and deteriorative reactions of technological importance*. New York: Springer, 2006. Food engineering series (Springer). ISBN 0-387-30614-5.

[15] MATĚJKA, P. *Spektrometrie v blízké infračervené oblasti*. In: Vysoká škola chemicko -technologická v Praze. [online]. Praha, 2006 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: http://old.vscht.cz/main/studenti/rp/2006/434.Matejka.prilohy.pdf.

[16] MICHLOVSKÝ, M. *Lexikon chemického složení vína: příručka praktického vinaře*. Vyd. 1. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-2-5.

[17] MURRAY, R. K. *Harperova Biochemie*. 23. vyd., 2. čes. vyd., v H&H 1. Praha: H & H, 1998. Lange medical book. ISBN 80-85787-38-5.

[18] NAVARRO-PASCUAL-AHUIR, M., M. J. LERMA-GARCÍA, E. F. SIMÓ-ALFONSO a J. M. HERRERO-MARTÍNEZ. Quality control of fruit juices by using organic acids determined by capillary zone electrophoresis with poly(vinyl alcohol)-coated bubble cell capillaries. *Food Chemistry* [online]. 2015, 2015(188), 596-603 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: http://www.sciencedirect.com/science/ article/pii/S030881461500792X?.

[19] PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2.

[20] ROP, O. HRÁBĚ, J. Nealkoholické a alkoholické nápoje. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. 129 s. ISBN 978-80-7318-748-4.

[21] ROP, O., P. VALÁŠEK a I. HOZA. *Teoretické principy konzervace potravin I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2005. ISBN 80-7318-339-0.

[22] SCHERER, R., A. C. P. RYBKA, C. A. BALLUS, A. D. MEINHART, J. T. FILHO, H. T. GODOY. Validation of a HPLC method for simultaneous determination of main organic acids in fruits and juices. *Food Chemistry* [online]. 2012, 2012(135), 150-154 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: http://www.sciencedirect.com/science /article/pii/S0308814612005961.

[23] ŠIVEL, M., B. KLEJDUS, S. KRÁČMAR, V. KUBÁŇ. Lutein – Významný karotenoid ve výživě člověka. *Chemické Listy* [online]. 2013, 2013(107), 456-463 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2013_06_456-463.pdf.

[24] THERON, M. M., J. LUES. *Organic acids and food preservation*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011. ISBN 978-1-4200-7842-8.

[25] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 2., upr. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. 320s. ISBN 80-86659-01-1.

[26] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin. 1*. 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. 331 s. ISBN 80-86659-00-3.

[27] VOLDŘICH, M, P. SKÁLOVÁ, F. KVASNIČKA, P. CUHRA, M. KUBÍK a P. PYŠ. Authenticity of 100% orange juice in the Czech market in 1996–2001. *Czech Journal of Food Sciences* [online]. 2002, (20), 83-88 [cit. 2016-03-22]. Dostupné z: http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/50872.pdf.

[28] ŽUFÁNEK, J., P. ZEMÁNEK. *Technika pro zpracování zahradnických produktů*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. ISBN 80-7157-404-X.

[29] ANONYM 2012; Reference guideline for Juice.

[30] *CODEX GENERAL STANDARD FOR FRUIT JUICES AND NECTARS* [online]. Codex stan 247, 2005, 19 s. [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:IDbxZJ43BY0J:www.fao.org/input/download/standards/10154/CXS_247e.pdf+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz.

[31] GENERAL COMMENTS. *AIJN* [online]. Brusel: Copyright 2016, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://aijn.org/files/default/general-comments-to-the-aijn-cop.pdf.

[32] *Juice processing: quality, safety and value-added opportunities* [online]. Editor Victor FALGUERA, editor Albert IBARZ. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis Group, 2014, [cit. 2016-02-11]. ISBN 978-1-4665-7734-3. Dostupné z: http://www.crcnetbase.com/doi/book/10.1201/b16740.

[33] PRESENTING AIJN. *AIJN* [online]. Brusel: Copyright 2016, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://www.aijn.org/about/presenting-aijn/.

[34] SZPI: kvalita ovocných nápojů na českém trhu je uspokojivá. *Státní zemědělská a potravinářská inspekce* [online]. 2005 [cit. 2016-03-22]. Dostupné z: http://www.szpi.gov.cz/clanek/szpi-kvalita-ovocnych-napoju-na-ceskem-trhu-je-uspokojiva.aspx.

[35] THE AIJN CODE OF PRACTICE. *AIJN* [online]. Brusel: Copyright 2016, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://aijn.org/files/default/the-aijn-code-of-practice-1.pdf.

[36] UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. Basic Report: 09207, Orange juice, canned, unsweetened. *United States Department of Agriculture* [online]. 2016 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods.