

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů (FAPPZ)



Hodnocení kvality jablek v závislosti na podmínkách jejich pěstování

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Ivona Dresslerová

Vedoucí práce: doc. Ing. Lenka Kouřimská, Ph.D.

2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Hodnocení kvality jablek v závislosti na podmínkách jejich pěstování“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne:

Podpis autora práce:

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala své vedoucí práce, paní doc. Ing. Lence Kouřimské, Ph.D. za její trpělivost a ochotu, dále Ing. Janu Tauchenovi za pomoc a instruktáž při měření na GC-GC-MS a taktéž Ing. Pavlu Novému, Ph.D. za asistenci.

Souhrn

Nejrozšířenějším typem zemědělské produkce je konvenční zemědělství, které se nadměrnými vstupy do výroby (hnojení, chemizace, těžká technika) snaží dosáhnout co nejvyššího výnosu. Avšak v poslední době mezi konzumenty roste význam ekologického a integrovaného způsobu produkce, zejména z důvodu zájmu o udržitelnost životního prostředí a ochrany osobního zdraví. Tato práce hodnotí a srovnává kvalitativní znaky deseti odlišných kultivarů jablek (Melodie, Šampion, Gloster, Idared, Angold, Topaz, Goldstar, Ontario, Florina, Rubín) v závislosti na typu produkčního systému. Analyzuje obsah celkové a refraktometrické sušiny, množství a poměr jednotlivých sacharidů, vitamínu C, sensorické hodnocení a celkový profil těkavých aromatických látek u jablek z ekologického způsobu zemědělství (BIO) a integrované produkce (I.P.).

Jablečná sušina všech odrůd byla stanovena gravimetricky sušením v infračervené sušicí váze. Současně bylo provedeno stanovení refraktometrické sušiny pomocí přenosného refraktometru. Jednotlivé koncentrace sacharidů (sacharózy, glukózy a fruktózy) byly analyzovány metodou HPLC s RI detekcí. HPLC metodou s UV/VIS detekcí byla stanovena koncentrace askorbové kyseliny v jablečných vzorcích. Při sensorické analýze byl školenému panelu hodnotitelů předložen protokol, obsahující profilový, párový a párový preferenční test. Pro zjištění profilu těkavých aromatických látek byla použita sorpce na SPME vlákno s následnou analýzou na GC-GC-MS.

V obsahu vitamínu C byl vliv odrůdy shledán statisticky významným ($p = 0,0004$) a ne předpokládaný typ produkce. Výsledné koncentrace askorbové kyseliny se u BIO produkce pohybovaly v rozmezí 13-130 mg/kg, u I.P. 10-103 mg/kg. Celkově 7 odrůd BIO obsahovalo vyšší koncentraci askorbové kyseliny v porovnání s I.P. Nejvyšší koncentraci askorbové kyseliny obsahovala odrůda Ontario. Nejhojněji zastoupeným sacharidem v jablkách je fruktóza, u které byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi hodnotami BIO a I.P. ($p = 0,0272$). Nejvyšší hodnoty tohoto monosacharidu obsahovala odrůda Angold BIO (422,3 g/kg) u které byl také naměřen nejvyšší obsah celkových sacharidů. Nejvyšší obsah sušiny byl nalezen u kultivaru Florina BIO (18,62 %). Refraktometrická sušina se pohybovala v rozmezí od 11 do 17 Brix. U obou sušin byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi hodnotami BIO a I.P. Zároveň bylo prokázáno, že mezi nimi existuje závislost na základě výpočtu korelačního koeficientu ($r = 0,9622$). Předpokládalo se, že celková suma sacharidů bude korelovat s refraktometrickou sušinou, což nebylo potvrzeno. Mezi hmotnostmi

jablek BIO a I.P. byl prokázán statistický rozdíl ($p = 0,0002$). Ve všech deseti případech byla hmotnost vzorků jablek z I.P. vyšší. Při sensorické analýze byla odrůda Šampion BIO jako nejlépe hodnocená z hlediska celkové příjemnosti a celkové intenzity vůně. Topaz I.P. byl hodnocen jako vzorek s celkovou nejlepší příjemností chuti a Florina I.P. měla nejvyšší celkovou intenzitu chuti. Párovým testem bylo potvrzeno, že mezi vzorky existuje statisticky signifikantní rozdíl na zvolené hladině pravděpodobnosti 99 %. Ale nebyla potvrzena preference jednoho z produkčních systémů. Při analýze celkového profilu těkavých aromatických látek bylo zjištěno, že stejná odrůda odlišné produkce má stejné složení, ale rozdílné relativní zastoupení látek v ní obsažených.

Souhrnně lze konstatovat, že kvalita a složení jablek závisí na mnoha faktorech, přičemž odrůdová závislost a způsob produkce mohou patřit mezi významné činitele.

Klíčová slova: Jablka, bioprodukce, integrované zemědělství, askorbová kyselina, sacharidy, sušina.

Summary

The most spread system of agricultural production is conventional system, which reaches the best profits by its excessive inputs into production such as fertilization, chemical spraying, heavy engineering. However the importance of ecological (BIO) and integrated (I.P.) production has been increasing among the consumers recently. Mainly because of environmental sustainability and protection of their own health. The aim of this study is to compare qualitative characteristics of 10 different apple cultivars (Melodie, Šampion, Gloster, Idared, Angold, Topaz, Goldstar, Ontario, Florina, and Rubín) with reference to the type of production system. The dry matter content, amount, concentration of carbohydrates, ascorbic acid, sensory evaluation and overall profile of volatile compounds were analysed in apples coming from both ecological and integrated agriculture.

The dry matter content of all apple cultivars was measured by using two different methods. At the same time drying in an infra-red scale and refractometrical measuring by a portable refractometer were carried out. Concentrations of different carbohydrates (sucrose, glucose and fructose) were analysed by HPLC method with RI detection. The content of ascorbic acid (AA) was determined by HPLC with UV/VIS detection. During the sensory evaluations a protocol for a trained sensory panel was created including profile, pair and pair

preference test. With an aim of detection of volatile aromatic compounds' profile there was a sorption prepared on SPME extraction with following analysis on GC-GC-MS.

In the concentration of C vitamin was the cultivar found statistically significant ($p = 0,0004$) and not in the supposed type of production. The final concentration of ascorbic acid was 13-130 mg/kg in BIO apples and 10-103 mg/kg in apples from integrated production. Overall 7 BIO cultivars had higher content of AA in comparison to I.P. The highest concentration of AA was in cultivar Ontario. In total 7 BIO cultivars from 10 had bigger content of AA in addition to integrated samples. The most present carbohydrate in apples is fructose in which was found a statistically significant difference between values of BIO and I.P. ($p = 0,0272$). The highest figure of fructose and also of sum of sugars was Angold BIO (422,3 g/kg). The highest presence of dry matter was found in cultivar Florina BIO (18,62 %). Refractometrical matter was in the range from 11 to 17 Brix.

There was a statistically significant importance proved between the figures of BIO and I.P. between both dry matters. At the same time it was proved that there is present a dependence between them based on correlation coefficient ($r = 0,9622$). It was assumed that the overall sum would correlate with refractometrical dry matter, but this was not confirmed. There was also proved a statistical difference ($p = 0,0002$) between the BIO and I.P. apple weights. In all cases of samples the weights of I.P. apples was higher. In sensory analysis the cultivar Šampion BIO was evaluated the best from the overall intensity and pleasure of the taste.

Topaz I.P. was evaluated as the sample with the most pleasant taste and Florina I.P. with the highest taste intensity. By the analysis of pair preference test results it was confirmed that there is a statistically significant difference on the selected level of probability 99%. But preference in any of production systems was not confirmed. During the analysis of overall profile of volatile aromatic substances it was found out that the same cultivar of different production has the same composition, but different relative concentration of the present substances.

This problematic needs further and more detailed analysis, which would prove or disprove influence of the cultivar on all analysed aspects.

Key words: apple, BIO production, integrated agriculture, ascorbic acid, carbohydrates, dry matter.

Obsah

1	Úvod	9
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	10
3	Literární rešerše	11
3.1	Integrovaná produkce	11
3.2	Ekologická produkce	12
3.2.1	Značení	13
3.3	Jablka a jejich složení	13
3.3.1	Charakteristika vybraných odrůd	13
3.3.2	Obsah vody.....	14
3.3.3	Obsah sušiny a refraktometrické sušiny v jablkách	15
3.3.4	Obsah sacharidů.....	15
3.3.5	Obsah vitamínu C	16
3.3.6	Obsah těkavých látek	16
3.3.7	Senzorická kvalita jablek	20
4	Materiál a metody.....	21
4.1	Materiál.....	21
4.2	Stanovení hmotnosti vzorků	22
4.3	Stanovení obsahu vitamínu C.....	22
4.3.1	Přístroje a pomůcky ke stanovení	22
4.3.2	Použité chemikálie	23
4.4	Stanovení obsahu sacharidů	24
4.4.1	Přístroje a pomůcky ke stanovení	24
4.4.2	Použité chemikálie	24
4.4.3	Příprava standardů.....	24
4.4.4	Materiál k analýze	25
4.5	Stanovení sušiny.....	25
4.5.1	Stanovení jablečné sušiny na sušicích vahách	25
4.5.2	Stanovení refraktometrické sušiny	25
4.6	Senzorická analýza	25
4.6.1	Senzorické hodnocení jablek odlišné produkce	25
4.7	Stanovení obsahu těkavých látek pomocí GC-MS.....	26
4.7.1	Příprava vzorku a SPME vzorkování	26
4.7.2	GC olfaktometrie a GC-MS analýza	26
5	Výsledky	28
5.1	Stanovení obsahu vitamínu C.....	28

5.2	Stanovení obsahu sacharidů	31
5.3	Stanovení celkové a refraktometrické sušiny	33
5.4	Stanovení hmotnosti vzorků	34
5.5	Senzorické hodnocení	35
5.6	Profil těkavých aromatických látek	39
6	Diskuze	41
7	Závěr.....	45
8	Seznam literatury	46
9	Seznam příloh.....	50

1 Úvod

V poslední době začíná narůstat zájem konzumentů o organické produkty, které pocházejí z ekologického produkčního systému. Zvýšená poptávka spotřebitelů po zdravějším ovoci, které je pěstováno šetrnějším způsobem k životnímu prostředí a které přispívá k jeho udržitelnosti, vede k rozšiřování a ke vzniku nových jablečných sadů ekologické a integrované produkce (Peck et al., 2006). Biopotraviny jsou staro-novým označením pro potraviny již dávno v minulosti pěstovanými bez použití celé řady chemikálií a průmyslových hnojiv. Jejich kvalita narůstá hlavně díky tomu, že obsahují snížené množství dusičnanů, mají sníženou hladinu těžkých kovů a přídatných látek. Na druhou stranu je negativem vyšší cena oproti konvenčnímu zemědělství a to hlavně z důvodu přísných kontrol a celkově menšího výnosu. Také proto, že nejsou biopotraviny ošetřovány stejně jako potraviny vypěstovány konvenčním způsobem, může se u nich objevit riziko obsahu přírodních toxických látek nebo zvýšeného množství mykotoxinů, například při nevhodných skladovacích podmínkách. Ale dnes tolik rozšířený konvenční způsob produkce, který má mnohonásobně vyšší výnosy oproti bio produkci právě díky využívání novodobých technologií a preparátů potlačující všemožné škůdce, je ten, který je ekonomicky přístupnější široké veřejnosti a také ten, jež pokrývá její poptávku.

Z jiného pohledu je to právě ekologická produkce, která se snaží o udržitelnost a zachování životního prostředí s co možná nejmenšími dopady na lidský organismus a na ostatní živočichy. Cílem konvenčního zemědělství je co možná nejrychleji a nejsnadněji dosáhnout maximálního výnosu bez ohledu na člověka a životní prostředí, pokud to není v rozporu se zákonem.

Další alternativou v produkci potravin, by mohla být právě integrovaná zemědělská produkce, která doposud není všem známá a ani rozšířená. Proto jsem svou diplomovou práci zaměřila na hodnocení vybraných kvalitativních parametrů jablek, která jsou u nás hojně pěstována a také konzumována a srovnávala rozdíly mezi ekologickou a integrovanou produkcí.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Diplomová práce se zabývá hypotézami, které se zaměřují na sensorické a chemické vlastnosti jablek z ekologického a integrovaného způsobu produkce. Jedná se zejména o hypotézy:

- Sensorická kvalita jablek se různí na základě odlišného způsobu pěstování a typu kultivaru.
- Způsob zemědělské produkce jablek a odrůda mají vliv na celkový obsah vitamínu C.
- Koncentrace sacharidů v jablečné dužnině je ovlivněna produkčním systémem.
- Hodnoty celkové i refraktometrické sušiny se liší v závislosti na systému zemědělské produkce.
- Profil těkavých aromatických látek v jablkách se liší na základě odlišného pěstebního systému.

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit a srovnat kvalitativní znaky u zkoumaných odrůd jablek pocházejících z ekologického a integrovaného způsobu zemědělství. Teoretická část shrnuje doposud dosažené výsledky týkající se obsahu vitamínu C, sensorické analýzy, obsahu sacharidů, množství sušiny a refraktometrické sušiny u jablek pěstovaných odlišným způsobem. Práce se dále věnuje profilu těkavých aromatických látek v těchto jablkách přítomných. Praktická část popisuje metodiku všech provedených analýz, které jsou doplněny výsledky a statistickým vyhodnocením. Výsledky jsou následně porovnány s údaji z literární rešerše.

3 Literární rešerše

3.1 Integrovaná produkce

Integrovaná produkce představuje typ zemědělské produkce, která se snaží o zajištění trvale udržitelného hospodaření. Často je tento styl hospodaření chápán jako mezistupeň mezi ekologickým a konvenčním zemědělstvím. Jde o celofaremní systém hospodaření, kterým se zemědělec zavazuje dodržovat předem daná pravidla. V porovnání s konvenčním zemědělstvím je integrované zemědělství zatíženo většími náklady. Hlavně z tohoto důvodu poskytuje ministerstvo zemědělství prostřednictvím Státního zemědělského intervenčního fondu dotace, které umožňují jakousi konkurenceschopnost mezi různými produkčními systémy. Integrované hospodaření by mělo zajistit co možná nejkomplexnější ochranu biodiverzity a s tím souvisí zejména vhodně zvolená ochrana proti chorobám a škůdcům. Omezit používání přípravků, zejména pesticidů, které poškozují nejen nechtěné mikroorganismy, ale také okolní prostředí nebo negativně ovlivňují zdraví člověka. Hlavním cílem integrované produkce ovoce je zajištění sklizně plodů vysoké kvality v souladu s ekologicky přijatelnými podmínkami a s minimalizací vedlejších účinků používaných agrochemikálií na životní prostředí. Mezi některá pravidla formující integrované hospodaření patří:

- nepoužívat přípravky na ochranu rostlin, které mají nespecifický účinek a tím pádem největší vliv na poškozování životního prostředí,
- dát k dispozici vzorky půdy na zhodnocení obsahu těžkých kovů,
- každoročně odebrat vzorky ovoce na stanovení obsahu těžkých kovů,
- sedm měsíců v roce zaznamenávat a vyhodnocovat klimatické ukazatele a monitorovat výskyt škodlivých organismů,
- absolvovat každoročně školení za účelem rozšíření znalostí o programu integrované produkce, v tomto případě ovoce (VeJVodová, 2015).

V České republice existuje svaz pro integrované systémy pěstování ovoce (SISPO), který je součástí Ovocnářské unie ČR (Buchtová, 2015).

3.2 Ekologická produkce

„Ekologická produkce je celkový systém řízení zemědělského podniku a produkce potravin, který spojuje osvědčené environmentální postupy, vysokou úroveň biologické rozmanitosti, ochranu přírodních zdrojů, uplatňování přísných norem pro dobré životní podmínky zvířat a způsob produkce v souladu s požadavky určitých spotřebitelů, kteří upřednostňují produkty získané za použití přírodních látek a procesů“ (Nařízení č. 834/2007).

„Bioproduktem se rozumí jakákoliv surovina rostlinného nebo živočišného původu pocházející z ekofarmy. Jako bioprodukt lze tak certifikovat nejenom suroviny pro výrobu biopotravin, ale také zástavová zvířata, chovná zvířata nebo suroviny pro nepotravinářské účely (např. vlna, přadný len)“ (Zákon č. 242/2000 Sb.).

Podle nařízení rady ES č. 834/2007 vylučuje tento typ produkce používání geneticky modifikovaných organismů (GMO). Dále vylučuje používání ionizujícího záření a minerálních dusíkatých hnojiv. Ekologická rostlinná produkce se řídí mimo jiné těmito pravidly:

- zachovat co nejvyšší obsah organických látek v půdě, s čím souvisí víceleté střídání plodin,
- předcházet zhutnění a erozi půdy,
- minimalizovat nebo nejlépe zcela zabránit negativnímu vlivu na životní prostředí.

Podle průzkumu Ministerstva zemědělství v roce 2013 byly uvedeny dva hlavní důvody, proč konzumenti nakupují produkty z ekologického zemědělství (Ministerstvo zemědělství, 2016).

1. respektuje životní prostředí a je trvale udržitelné
2. konzumenti očekávají určitou kvalitu, např. že potravina neobsahuje GMO.

Nejvíce biopotravin nakupují čeští spotřebitelé v maloobchodech (64%). Ovoce a zelenina tvoří z celkového objemu prodeje bio výrobků 16 %. Hlavní příčinou nenakupování biopotravin je na prvním místě cena a také nedůvěra (Ministerstvo zemědělství, 2016).

3.2.1 Značení

Pro lepší rozpoznatelnost produktů a zároveň pro ochranu spotřebitele jsou produkty ekologického zemědělství pocházející ze zemí Evropské unie označeny tímto symbolem (Obrázek 1) (Organic farming EU, 2015). Podle zákona č. 242/2000 Sb. je povinností výrobce označovat balené potraviny logem BIO (biozebra). (Obrázek 2).



Obrázek 1 Logo výrobků ekologického zemědělství na území EU.



Obrázek 2 Biozebra.

3.3 Jablka a jejich složení

Světová produkce jablek dosáhla v roce 2007, 66 miliónů tun. Nejpěstovanějšími jablečnými kultivary jsou Delicious, Golden Delicious, McIntosh, Jonathan, Cox's Orange Pippin, Granny Smith a Braeburn (Hui et al., 2008). Produkce jablek je v ČR z celého sektoru ovocnářství nejdůležitější. Celková sklizeň jablek činila v roce 2014, 208 tisíc tun (Buchtová, 2015). Podle databáze FAOSTAT z roku 2011 činila průměrná konzumace jablek a výrobků z nich v České republice 11,82 kg/osobu/rok.

Jablka (*Malus domestica*) jsou zdrojem minerálních a organických látek různé biologické hodnoty. Chemické složení jablek se značně liší, neboť hraje svou roli nejen odrůda, ale i doba zrání, velikost plodu, hnojení, podnož a klimaticko-půdní podmínky (Dvořák a kol., 1976).

Velmi důležitým kritériem je také zralost plodu v době sklizně. Předčasná sklizeň má vliv na celkový flavour, barvu, velikost a skladovatelnost plodu. Podobně pozdní sklizeň může způsobit měkkost plodu a kratší dobu údržnosti (Gómez et al., 1998).

3.3.1 Charakteristika vybraných odrůd

Tato kapitola je věnována stručné charakteristice vybraných odrůd jablek, které byly použity při výzkumu.

Ontario - má svůj původ v Kanadě a jeho pěstování je velmi rozšířeno s výjimkou států s velmi nízkými teplotami v zimě. U nás je hojně rozšířeno. Co se týče charakteristiky dužniny, je nažloutlá a velmi šťavnatá. Po rozkrojení na vzduchu slabě hnědne a má vyšší obsah vitamínu C. Mezi přednosti této odrůdy, řadíme dlouhou dobu konzumní zralosti, skladovatelnosti a dostatečnou velikost plodů i při nepříznivých podmínkách. Jedním z největších nedostatků je podprůměrná chuť a malá odolnost proti otlacení plodů (Dvořák a kol., 1976).

Gloster - jedná se o zimní odrůdu jabloně s velkými plody kuželovitého tvaru. Základní barva slupky je zelenožlutá, krytá tmavě karmínově červenou. Dužnina je barvy zelenobílé, jemná, křuplavá a šťavnatá. Chuť je aromatická, velmi dobrá (Sady Klášterec, 2016).

Šampion - plody se vyznačují větší velikostí a navinule sladkou chutí. Jejich celková chuť je velmi dobrá (Dvořák a kol., 1976).

Rubín - plody jsou střední velikosti, zabarvené do karmínově červené s mírně mastnou slupkou, velmi chutné a šťavnaté (Dvořák a kol., 1976).

Idared - velikost plodů střední až větší, ale obvykle vyrovnaná. Dužnina je bílá, nepatrně nažloutlá, šťavnatá a křupavá. Na vzduchu po rozkrojení velmi rychle hnědne. Dužnina je málo aromatická, chuť průměrná, nasládlá. Plody jsou odolné proti otlacení, dobrá skladovatelnost a dlouhá doba konzumní zralosti (Dvořák a kol., 1976).

Goldstar – zimní rezistentní odrůda s velkými plody. Dužnina je nažloutlá a velmi šťavnatá. Chuť je výborná, aromatická (Sady Klášterec, 2016).

Topaz - je další z řady rezistentních odrůd, které jsou vhodné také pro transport. Dužnina je krémová, pevné struktury a velmi šťavnatá. Chuť je velmi dobrá, sladká (Sady Klášterec, 2016).

3.3.2 Obsah vody

Dužnina plodu jablka je tvořena převážně vodou a to ze 78,9 – 90,9 % (Smock et Neubert, 1950), která je rozhodující pro šťavnatost plodu. Hlavní podíl vody je pevně vázán koloidními částicemi plodu, a proto je výtěžnost šťávy vždy o něco nižší, než celkový podíl vody. Přesnější množství uvádí Moreiras et al. (2001), který uvádí v jablku 86 g vody na 100 g jedlého podílu. Podle Kopce (1998) obsahuje 1 kilogram jablek 790 g vody.

3.3.3 Obsah sušiny a refraktometrické sušiny v jablkách

Průměrný obsah sušiny podle Hanouska (2006) činí 16,30 %. Jeden kilogram jablek obsahuje 210 g sušiny (Kopec, 1998). Rozdíl v obsahu refraktometrické sušiny mezi produkčními systémy je obvykle méně než 1 Brix a zároveň Peck et al. (2005) tvrdí, že mají jablka z organické produkce vyšší obsah refraktometrické sušiny.

Obsah refraktometrické sušiny může také sloužit jako indikátor zralosti při určování data sklizně. Je měřena v jednotkách Brix a podle Hui et al. (2008) se pohybuje od 9 do 15 Brix v závislosti na odrůdě a místě pěstování.

3.3.4 Obsah sacharidů

Moreiras et al. (2001) uvádí, že jablko obsahuje 10 g sacharidů na 100 g jedlého podílu s nejvyšším obsahem ovocného cukru neboli fruktózy, jejíž obsah činí 5,6 g. Dalším zastoupeným sacharidem je disacharid sacharóza s množstvím 2,6 g a monosacharid glukóza, jejíž obsah je roven 1,8 g/100 g jedlého podílu jablka. Celkový obsah sacharidů v jablkách byl zkoumán také Kopcem (1998), který ve svých tabulkách nutričních hodnot ovoce a zeleniny uvádí hodnotu 144g sacharidů na 1 kg jablek.

Sacharidy podléhají v plodech neustálým změnám. Při dozrávání ovoce téměř mizí škrob a zvyšuje se obsah jednoduchých cukrů, hlavně disacharidu sacharózy, která je přeměněna enzymy na fruktózu, která dodává jablkům sladkou chuť. Přezráváním plodů se již obsah cukrů dále nezvyšuje, ale naopak začne klesat. Později dozrávající odrůdy jablek obsahují zpravidla vyšší obsah cukrů, než jablka dozrávající časněji. Na obsah sacharidů má značný vliv i stanoviště. Sladkost plodů není ovlivněna pouze obsahem cukrů, ale hlavně poměrem kyselin k cukrům (Dvořák a kol., 1976).

Nagy et al. (2013) zjistili, že obsah fruktózy v jablkách je dvakrát až třikrát vyšší než obsah glukózy. Při srovnání obsahu cukrů v jablkách pěstovaných ekologickým a integrovaným způsobem objevili, že obsah glukózy a fruktózy byl vyšší u jablek z ekologické produkce. Konkrétně šlo o odrůdy jablek Rewena, Retina a Reanda, která byla vypěstována v Maďarsku v ekologickém a integrovaném zemědělském systému. Co se týče obsahu galaktózy a sacharózy, byl velmi podobný u obou produkčních systémů. Celkový obsah sacharidů s výjimkou sacharózy nebyl podle Nagyho et al. (2013) významně ovlivněn typem produkčního systému ani odrůdou.

3.3.5 Obsah vitamínu C

Vitamin C představuje esenciální nutrient, který si lidský organismus neumí syntetizovat, a proto musí být přijímán ve stravě. Biologicky aktivní sloučeninou vitamínu C je askorbová kyselina a pouze optický izomer L-askorbová kyselina vykazuje aktivitu vitamínu C. Tato biologicky aktivní látka, zastává mnoho funkcí v organismu člověka. Především se podílí na hydroxylačních reakcích a jako antioxidant reaguje s volnými radikály. Doporučovaný denní příjem vitamínu C je 80 mg (Vyhláška č. 225/2008 Sb.) a jeho velkým zdroj je čerstvé ovoce, které pokrývá až 35 % jeho celkové potřeby (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Obsah vitamínu C se velmi liší u jednotlivých odrůd jablek, ale také u plodů téže odrůdy, protože je ovlivňován stanovištěm, podmínkami během růstu, stupněm zralosti, dobou sklizně a způsobem skladování (Dvořák a kol., 1976). Dle Kopce (1998) činí obsah askorbové kyseliny 48 mg/kg jablek.

Askorbová kyselina je velmi nestabilní a ke ztrátám dochází nejčastěji při skladování za přístupu kyslíku, kdy kyselina samovolně oxiduje na kyselinu dehydroaskorbovou a další látky, které již nevykazují vlastnosti charakteristické pro vitamíny. Také je vysoce termolabilní a ztráty vznikají již při mytí (Velíšek, 1999). Celkové ztráty se mohou pohybovat od 20- 80 % (Velíšek a Hajšlová, 2009). Eberhardt et al., (2000) zjistili, že 100 g čerstvého jablka vykazuje stejnou antioxidační aktivitu jako 1500 mg vitamínu C. Pravděpodobně je to z důvodu obsahu dalších aktivních látek přítomných v jablkách, jako jsou různé fytochemikálie, fenolové kyseliny a flavonoidy, které významně potencují antioxidační účinek (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Podle Velíška a Hajšlové (2009) je obsah vitamínu C v jablkách 15- 50 mg/kg jedlého podílu. Nutridatabase (2009) udává 9,3 mg vitamínu C na 100 g jedlého podílu jablka. Nejenom odrůda a systém produkce, ale také rok sklizně má významný vliv na obsah vitamínu C v jablkách (Nagy et al., 2013).

3.3.6 Obsah těkavých látek

V jablkách bylo identifikováno přes 300 různých těkavých látek (Dirinck et al., 1989), ale pouze některé z nich jsou zodpovědné za charakteristické jablečné aroma. Nejvíce

zastoupenými látkami jsou estery, alkoholy, aldehydy, ketony a ethery, kde estery jsou hlavní složkou tvořící typickou jablečnou vůni (Hui et al., 2008).

První analýza obsahu těkavých látek nacházejících se v jablkách byla publikována roku 1920, Powerem a Chesnutem. Studie zkoumající jablečné aroma a flavour už se nezabývají jen obsahem a strukturou těkavých látek, ale zaměřují se na jiné aspekty, jakými jsou odlišnosti mezi kultivary, změny v průběhu dozrávání a skladování, význam organoleptického složení, biosyntézy a metabolického původu. Těkavé látky hrají výjimečnou roli nejen, co se týče aroma, které vnímáme v ústech skze retronasální dráhy, pachů, ale také v celkovém flavour a chuti (Morton et Macleod, 1990).

Těkavé aromatické sloučeniny identifikované z jablek podle Williamse et al. (1977), Schampa and Dirincka, (1982), Kakiuchi et al. (1986), Romani and Ku, (1966) pomocí techniky headspace jsou uvedeny v tabulce 1, 2 a 3.

Tabulka 1 Popis vůní u vybraných esterů nalezených v jablkách.

<u>Látka</u>	<u>Vůně</u>	<u>Látka</u>	<u>Vůně</u>
metyl acetát		pentyl acetát	banánově-olejový ¹ , ovocně ananasový ⁵
metyl butanoát		pentyl butanoát	
etyl acetát	ovocná ¹	pentyl hexanoát	
etyl propanoát		hexyl acetát	ovocná, květinová ⁵
etyl butanoát	ovocná ² , banánová ² , ananasová ³	hexyl propanoát	
etyl hexanoát	ovocná ¹ , svěží ⁴ , sladká ⁴	hexyl butanoát	
etyl 2-metylbutanoát	jablečná ⁵ , zelená ⁵ , ovocná ⁵	hexyl hexanoát	
propyl acetát		hexyl oktanoát	
propyl propanoát		hexyl 2- metylpropanoát	
propyl butanoát	ananasová ³ , meruňková ³	2-metylpropylacetát	
propyl hexanoát		2-metylpropyl propanoát	
butyl acetát	štiplavá ⁵ , hrušková ⁵	3-metylbutyl acetát	
butyl propanoát,	ovocná ⁵ , ananasová ⁵	2-metylbutyl acetát	
butyl butanoát	hrušková ⁵ , ananasová ⁵	2-metylbutyl propanoát	
butyl hexanoát	ananasová ⁵	2-metylbutyl butanoát	
butyl 2-metylbutanoát		2-metylbutyl hexanoát	
butyl pentanoát	jablečná ⁵ , malinová ⁵	2-metylbutyl 2- metylbutanoát	

¹ Amerine et al., 1965, p. 182

² Pyysalo et al., 1977

³ Durr, 1979

⁴ Durr and Schobinger, 1981

⁵ Chua et al., 1987

Tabulka 2 Popis vůní u vybraných alkoholů nalezených v jablkách.

Látka	Vůně
etanol	alkoholová ³
propan-1-ol	
butan-1-ol	
pentan-1-ol	
hexan-1-ol	
2-metylpropan-1-ol	máslová, slámová ²
2-metylbutan-1-ol	
(e)-hex-2-en-1-ol	

Tabulka 3 Popis vůní u vybraných aldehydů nalezených v jablkách.

Látka	Vůně
hexanal	trávnová ⁴ , tuková, zelená ⁵
(e)-hex-2-enal	trávnová ³ , ovocná ⁴ , zelená, ovocná ⁵

Některé látky se zdají být více či méně charakteristické pro každé ovoce. Typické jablečné aroma tvoří podle Mortona et Macleoda (1990) hlavně etyl 2-metylbutanoát, hexyl-2-metylpropanoát a hex-2-enal. Etyl-2-metylbutanoát, který má velmi nízký čichový práh detekce, se vyznačuje intenzivním jablečným pachem připomínající zralé jablko. Hex-2-enal a hexanal jsou spojovány s pachem zelených jablek.

Jablko, hruška i kdoule obsahují trans-alfa-farnesen, který se zdá být charakteristický pro malvice (Morton et Macleod, 1990). Huelin et Coggiola (1970); Stijn Saevels (2004) se domnívají, že α -farnesen je předmětem autooxidace a že vznikající oxidační produkty mohou způsobovat kažení jablek nazývané jako „superficial scald“ v průběhu skladování, vyznačující se hnědými až černými skvrnami na povrchu jablek.

Bylo potvrzeno, že žádoucí těkavé látky, které jablka obsahují, výrazně klesají v průběhu skladování. Tabulka 4 a 5 uvádí 6 klíčových jablečných komponent, tvořících jablečnou esenci (Somogyi et al. 1996).

Tabulka 4 Žádoucí jablečné komponenty.

Žádoucí jablečné komponenty	
ethyl-2-methylbutyrát	aroma zralého jablka
1-hexanal	aroma zeleného jablka
trans-2-hexanal	aroma zeleného jablka

Tabulka 5 Nežádoucí jablečné komponenty.

Nežádoucí jablečné komponenty	
ethyl acetát	lepidlové aroma
1-butanol	Petrolejové aroma
c-3-hexanol	aroma zelené trávy

3.3.7 Senzorická kvalita jablek

Kvalita jablek závisí na několika faktorech, kterými jsou: odrůda, klimatické podmínky ovlivňující růst a dozrávání ovoce, stádium zralosti při sklizni a také teplota a vlhkost v průběhu skladování (Gómez et al., 1998). Při výzkumu Bruckner et Wyllie (2008) dospěli k výsledku, že textura a chuť jsou pro konzumenta důležitější, než aroma a vzhled.

Chuťové preference konzumentů jsou různé, a proto se charakteristika „jablka vysoké jakosti“ může odlišovat. Každý z nás disponuje obrovským množstvím různých chutí. Ale v podstatě jsou preference konzumentů při výběru jablka založeny na základních atributech, jakými jsou vyvážený poměr sladkosti a kyselosti (trpkosti), svěžího aroma, šťavnaté textury a barvy. Jablečný flavour je ovlivněn sladkostí, která představuje množství refraktometrické sušiny obsažené v jablkách, trpkostí, relativním poměrem mezi sladkostí, trpkostí a koncentrací těkavých látek, které všechny utváří specifickou chuť každé z odrůd. Jablečný flavour zahrnuje chuť, aroma, off flavours a také primární a sekundární těkavé látky (Hui, 2008).

4 Materiál a metody

4.1 Materiál

K provedení výzkumu byly použity následující odrůdy jablek: Melodie, Šampion, Gloster, Idared, Angold, Topaz, Goldstar, Ontario, Florina a Rubín. Všech deset odrůd bylo pěstováno jak ekologickým tak integrovaným způsobem zemědělství.

Z výše uvedených odrůd byly vzorky Angold, Goldstar, Topaz, Florina a Melodie pěstovány v ekologickém sadu v Šachově u Borohrádku. Z dalších charakteristik je známo, že tamější půda je mělká, hnědozemního typu a že tyto odrůdy byly ošetřeny pouze biopreparáty proti savým a žravým škůdcům a to dvakrát během vegetace. Byly použity přípravky NeemAzal a Spintor (2 + 2). Fungicidy ani herbicidy použity nebyly. Půda byla ošetřena mechanicky okopávkou kolem stromků a sečením nebo spásáním trávy ovce v meziřadí. Průmyslová hnojiva použita nebyla. Co se týče zbylých pěti odrůd, to znamená, Gloster, Šampion, Rubín, Idared a Ontario, byly vyprodukované v Radimi u Chrudimi, kde je charakteristika půdy totožná, s celoplošným zatravněním a kde nebylo použito žádné chemické ochrany proti škodlivým činitelům. Stromy byly zavlažovány pouze příležitostně při kritickém suchu, závlaha zde není zabudována.

Odrůdy pěstované v režimu integrované produkce pocházejí všechny z demonstračního a pokusného pozemku patřícího České zemědělské univerzitě, který se nachází přímo v Suchdole. Jedná se o půdní typ černozem s kapkovou závlahou. Všech deset odrůd bylo pětkrát ošetřeno fungicidy Polyram, Discus, Delan a Baycor a třikrát insekticidy typu Integro, Reldan a Mospilan. Hnojení bylo provedeno před květem v dávce 300 kg LAV⁶.

Ihned po sklizni byla jablka umístěna do papírových pytlů a uskladněna v chladicím zařízení při průměrné teplotě 5 °C.

Tabulka 6 uvádí data sklizně a místa pěstování jednotlivých odrůd.

⁶ LAV je dusíkaté hnojivo s obsahem 27 % dusíku složené ze směsi dusičnanu amonného a vápence, ve formě granulí (Agropodnik a. s. Hradec Králové, 2011).

Tabulka 6 Informace o jednotlivých odrůdách.

odrůda	typ	datum sklizně	místo pěstování	druh ošetření
Melodie	BIO	25. 9. 2015	Šachov u Borohrádku	biopreparáty
	I.P.	16.9.2015	Suchdol	fungicidy, insekticidy, LAV
Šampion	BIO	26. 9. 2015	Radim u Chrudimi	X
	I.P.	16. 9. 2015	Suchdol	fungicidy, insekticidy, LAV
Gloster	BIO	26. 9. 2015	Radim u Chrudimi	X
	I.P.	7. 10. 2015	Suchdol	fungicidy, insekticidy, LAV
Idared	BIO	26. 9. 2015	Radim u Chrudimi	X
	I.P.	1. 10. 2015	Suchdol	fungicidy, insekticidy, LAV
Angold	BIO	25. 9. 2015	Šachov u Borohrádku	biopreparáty
	I.P.	16. 9. 2015	Suchdol	fungicidy, insekticidy, LAV
Topaz	BIO	25. 9. 2015	Šachov u Borohrádku	biopreparáty
	I.P.	1. 10. 2015	Suchdol	fungicidy, insekticidy, LAV
Goldstar	BIO	25. 9. 2015	Šachov u Borohrádku	biopreparáty
	I.P.	1. 10. 2015	Suchdol	fungicidy, insekticidy, LAV
Ontario	BIO	25. 9. 2015	Šachov u Borohrádku	X
	I.P.	1. 10. 2015	Suchdol	fungicidy, insekticidy, LAV
Florina	BIO	25. 9. 2015	Šachov u Borohrádku	biopreparáty
	I.P.	16. 9. 2015	Suchdol	fungicidy, insekticidy, LAV
Rubín	BIO	26. 9. 2015	Radim u Chrudimi	X
	I.P.	13. 10. 2015	Suchdol	fungicidy, insekticidy, LAV

4.2 Stanovení hmotnosti vzorků

Pro srovnání a posouzení rozdílů hmotností mezi jablky z ekologické a integrované produkce, byla jablka vážena. Náhodným výběrem bylo vybráno vždy 5 jablek z každé odrůdy a produkčního systémů. Jablka byla vážena na analytických vahách AND ER-180A (A and D Company, Tokyo Japan).

4.3 Stanovení obsahu vitamínu C

4.3.1 Přístroje a pomůcky ke stanovení

- analytické váhy AND ER-180A (A and D Company, Tokyo Japan)
- ruční mixér B-515M (500W) FAGOR (Electrodomésticos, Spain)

- vodní vývěva
- mikrocentrifuga (Hettich EBA 21)
- filtrační papír
- laboratorní sklo
- automatická pipeta (Eppendorf Research a Vitrum)
- eppendorfky
- HPLC (systém INGOS, pumpa LCP 5020, analytická kolona LiChroCart 125-4 Purospher Star RP-18e (5 μm), teplota kolony 25 °C, spektrofotometrický detektor LCD 5000, vlnová délka 254 nm, průtok mobilní fáze 1 ml.min⁻¹)

4.3.2 Použité chemikálie

- kyselina metafosforečná (3% p.a. roztok)
- kyselina L-askorbová (Penta s.r.o. Chrudim)
- demineralizovaná destilovaná voda („demi voda“)
- ethanol (na mytí a čištění nádobí)

Pro stanovení askorbové kyseliny byly použity vždy 3 vzorky jablek totožné produkce. Jablka byla zbavena pevného podílu, slupka byla ponechána. Každá navážka o hmotnosti 25 g byla co nejrychleji zalita 50 ml roztoku 3% kyseliny metafosforečné, aby bylo zabráněno oxidačním procesům, při kterých dochází k degradaci a snižování obsahu vitamínu C. Takto připravené vzorky byly homogenizovány a následně odfiltrovány pomocí vodní vývěvy. Zbylé filtráty byly odpipetovány v množství 1,5 ml do každé ze 3 eppendorfek. Zbylý filtrát byl zamrazen a byl použit při stanovení obsahu sacharidů. Vzorky byly centrifugovány při 15 000 otáčkách po dobu 5 minut. Z takto připraveného vzorku byl injekční stříkačkou odebrán cca 1 ml a manuálně vstříknut do dávkovače kapalinového chromatografu. Analýza trvala přibližně 3 minuty.

4.4 Stanovení obsahu sacharidů

4.4.1 Přístroje a pomůcky ke stanovení

- analytické váhy AND ER-180A (A and D Company, Tokyo Japan)
- laboratorní sklo
- automatická pipeta (Eppendorf Research a Vitrum)
- HPLC (VARIAN 9010, pumpa VARIAM 9010, smyčka Rheodyne: objem nástřiku 20 μ l, kolona Agilent Hi-Plex H, 7,7 x 300 mm, 8 μ m. Teplota kolony 85 °C, refraktometrický detektor Varian RI-4 při pracovní teplotě 40 °C. Průtok mobilní fáze rychlostí 0,6 mL/min.
- injekční stříkačka

4.4.2 Použité chemikálie

- sacharóza (Saccharose, AnalaR)
- D (+) glukóza (Glucose, AnalaR)
- D (-) fruktóza (Fructose, AnalaR)
- demineralizovaná destilovaná voda

4.4.3 Příprava standardů

K sestavení kalibrační křivky byly použity 3 standardy o různých koncentracích (1, 1,5 a 2 g/100 g) jednotlivých sacharidů. Každý ze standardů byl proměřen třikrát, abychom získali přesnější body kalibrační křivky. Standardy sacharidů a jejich retenční časy sloužily při samotné analýze k identifikaci jednotlivých mono a disacharidů- glukózy, fruktózy a sacharózy.

Do 100 ml odměrných baněk bylo naváženo po 1, 1,5 a 2 g sacharózy, glukózy a fruktózy. Všechny tři druhy sacharidů mající stejnou gramáž, byly vsypány do odměrné baňky, která byla následně doplněna demineralizovanou destilovanou vodou a promíchána.

Přibližně 1 ml takto připraveného roztoku sacharidů byl manuálně nastříknut do smyčky injekční stříkačkou. Délka analýzy byla stanovena na 25 minut.

4.4.4 Materiál k analýze

Ke stanovení obsahu sacharidů bylo použito stejného materiálu, jako při stanovování obsahu vitamínu C. K dispozici byly vždy 3 filtráty totožné odrůdy a produkce, ale pocházející ze tří plodů jablek. Tyto filtráty byly po rozmrazení smíchány v poměru 1:1:1. Z takto připraveného vzorku byl odebrán 1 ml a vstříknut do smyčky.

4.5 Stanovení sušiny

4.5.1 Stanovení jablečné sušiny na sušicích vahách

Jablečná sušina byla měřena pomocí infračervené sušicí váhy (Precisa HA 300), která byla naprogramována na režim sušení ovoce a zeleniny. 1 gram homogenizovaného rozmraženého jablečného pyré složeného ze tří vzorků jablek vždy stejné odrůdy a produkce, byl rozprostřen na hliníkový podtácek a sušen. Doba sušení činila průměrně 20 minut a výsledky byly zapisovány v procentuálním vyjádření.

4.5.2 Stanovení refraktometrické sušiny

Pro stanovení bylo rovněž použito homogenizované jablečné pyré. Malé množství vzorku (1 ml) byl vložen do eppendorfky a centrifugován 5 minut při 15 000 otáčkách. Centrifugace byla u každého vzorku provedena dvakrát, přičemž byly vždy připraveny dva totožné vzorky pro porovnání. Na přenosný refraktometr (REF 103, Brix, 0~32 %) bylo kápnuto malé množství jablečné šťávy, která se při centrifugaci oddělila od jablečného kalu. Naměřené hodnoty byly uvedeny v jednotkách Brix s přesností na jedno desetinné místo.

4.6 Senzorická analýza

4.6.1 Senzorické hodnocení jablek odlišné produkce

Při senzorickém hodnocení byly podávány vzorky jablek odlišné produkce šestičlenné skupině školených hodnotitelů. Vzorky jablek byly omyty, rozčtvrceny a zbaveny nejedlých částí, ale slupka byla ponechána. Jablka byla servírována na Petriho miskách vždy 2 + 2

plátky jablka stejné odrůdy v bio a integrované kvalitě. Každý plátek pocházel z jiného kusu ovoce. Vzorky byly označeny náhodnými čísly. Formulář obsahoval profilový a párový test spolu s párovou preferenční zkouškou. Profilové hodnocení bylo složeno ze čtyř otázek, které se dotazovaly na celkovou příjemnost a celkovou intenzitu vůně a chuti. Toto hodnocení bylo zaznamenáno na nestrukturované grafické stupnici od 0 - 100 %. Dále byla zkoumána osobní chuťová preference hodnotitelů, kdy měl každý z nich uvést, jestli existuje rozdíl mezi předloženými vzorky a pokud ano, aby napsal, který ze vzorků preferuje, případně proč. Vzor formuláře je uveden v Příloze č. 1.

4.7 Stanovení obsahu těkavých látek pomocí GC-MS

4.7.1 Příprava vzorku a SPME vzorkování

Vzorky jablek byly až do analýz uloženy v chladicím zařízení za průměrné teploty 5 °C. Jablečný vzorek o hmotnosti 3 g byl složen ze tří různých jablek totožné produkce. Vzorek byl co nejjemněji nasekán i se slupkou a vložen do 20 ml headspace vialky, která byla ihned uzavřena víčkem, jehož septum obsahovalo vrstvu teflonu. Hloubka headspace prostoru byl přibližně 1 cm. Bylo použito DVB/CarboxenTM/PDMS StableFlexTM vlákno (50/30 µm tloušťka vrstvy, 2 cm délka vlákna; Supelco, Bellefonte, USA), které sloužilo k absorpci aromatických látek z jablek. SPME bylo uchyceno manuálně nastavitelnými držáky, aby se po průniku víčkem vialky dostalo do headspace prostoru. Vlákno absorbovalo pachy z horní části vialky při pokojové teplotě (24 °C) po dobu 1 hodiny. Desorpce vlákna byla provedena v injektoru plynového chromatografu. SPME vlákno bylo očištěno po každé extrakci, zahříváním v nástřikovém prostoru GC po dobu 15 minut při 310 °C.

4.7.2 GC olfaktometrie a GC-MS analýza

Přístroj je složen z Shimadzu GC-2010 Plus plynového chromatografu a GCMS-QP2010 ultra mass hmotnostního spektrometru (Shimadzu, Kyoto, Japan). Helium bylo použito jako nosný plyn; konstantní průtok byl nastaven na 2 mL min⁻¹. Separace probíhala na SLBTM – 5MS křemenné kapilární koloně (30 m x 0,32 mm vnitřní průměr, 1 µm tloušťka vrstvy; Supelco, Bellefonte, USA). SPME vlákno bylo manuálně vpichneto do nástřikového prostoru (310 °C; split 1:20). Druhý plynový chromatograf obsahoval nepolární kapilární kolonu z křemenného skla (15 m x 0,20 mm; Supelco, Bellefonte, USA). Pece obou plynových chromatografů byly naprogramovány na teplotní program: 35 °C po dobu prvních 8 min, vzrůst teploty v průběhu 4 min z 35 °C na 24 °C a udržení teploty po dobu 8 min. Na

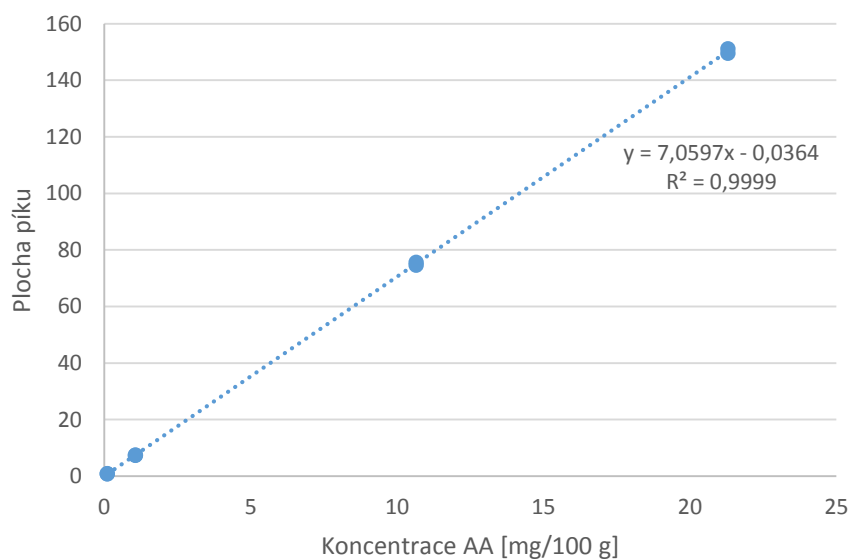
konci kapilární kolony byl nosný plyn rozdělen 1:1 mezi hmotnostní detector a čichací port. Podmínky MS detektoru byly následující: teplota iontového zdroje: 250 °C; teplotní rozhraní: 250 °C; oblast skenování: 40 – 350 Da. Hmotnostní spektra byla identifikována pomocí Flavour and Fragrances Natural and Synthetic Compounds (FFNSC) verze 2.0 knihovnou kmoctnostních spekter. Retenční indexy analyzovaných látek byly vypočítány z retenčních časů n - alkanů podle Kovátse (1958).

5 Výsledky

5.1 Stanovení obsahu vitamínu C

Obsah askorbové kyseliny byl stanovován u 10 kultivarů jablek z ekologické (BIO) a integrované produkce (I.P.). Každý vzorek byl proměřen třikrát. Jednotlivé plochy píků neudávají přímo koncentraci látky, kterou chceme zjistit, ale pouze odezvu detektoru na koncentraci měřené látky. Pro výpočet přesné koncentrace musela být sestavena kalibrační křivka závislosti plochy píku na koncentraci askorbové kyseliny v kalibračních roztocích.

Podle vztahu uvedeného na obrázku 3, získáme koncentraci AA⁷ v nástřiku vzorků a následně přepočítáme na koncentraci askorbové kyseliny v reálném jablečném vzorku.



Obrázek 3 Kalibrační křivka vitamínu C. X = koncentrace; Y= plocha píku; R^2 = korelační koeficient.

Tabulka 7 uvádí naměřené hodnoty AA u všech 10 odrůd jak integrované, tak i bio produkce v mg AA na 1 kg jedlého jablečného podílu. V sedmi případech z celkových deseti, byl naměřen obsah AA vyšší v odrůdách z BIO produkce. Přitom nejvyšší hodnota byla naměřena u kultivaru Ontario z BIO produkce, obsahujícího až 140 mg/kg. Naopak nejnižší hodnota byla naměřena u odrůdy Šampion z I.P., která obsahovala pouze 10 mg/kg.

⁷ Ascorbic acid

Tabulka 7 Naměřené hodnoty askorbové kyseliny.

Vzorek	Číslo vzorku	Navážka vzorku	Celková hmotnost	Plocha píku	Koncentrace v nástřiku	Množství AA v extraktu	Koncentrace AA ve vzorku	Průměr
		[g]	vzorek + MetP [g]	(průměr ze 3 měření)	[mg/100g]	[mg]	[mg/1000g]	
Melodie BIO	1	25,26	74,62	19,252	2,7322	2,0388	81	66
	2	25,16	74,79	13,0484	1,8534	1,3862	55	
	3	25,03	74,78	14,5598	2,0675	1,5461	62	
Melodie I.P.	1	24,98	75,09	14,1652	2,0116	1,5105	60	43
	2	25,29	75,08	11,5512	1,6414	1,2323	49	
	3	25,77	75,67	5,009	0,7147	0,5408	21	
Šampion BIO	1	24,6	74,23	5,4547	0,7778	0,5774	23	22
	2	25,21	75	4,7166	0,6733	0,5049	20	
	3	25,72	75,62	5,1513	0,7348	0,5557	22	
Šampion I.P.	1	25,58	76	0,3863	0,0599	0,0455	2	10
	2	25,47	75,58	2,8905	0,4146	0,3133	12	
	3	25,76	75,82	3,5604	0,5095	0,3863	15	
Gloster BIO	1	25,43	75,3	3,0507	0,4373	0,3293	13	13
	2	25,52	75,38	2,9064	0,4168	0,3142	12	
	3	24,99	74,79	3,0453	0,4365	0,3265	13	
Gloster I.P.	1	25,1	74,94	4,0511	0,5790	0,4339	17	18
	2	24,99	74,78	3,7518	0,5366	0,4013	16	
	3	25,33	75,18	4,9488	0,7062	0,5309	21	
Idared BIO	1	25,01	74,9	6,1531	0,8767	0,6567	26	32
	2	25,63	75,42	8,5316	1,2136	0,9153	36	
	3	25,51	75,26	8,0509	1,1456	0,8621	34	
Idared I.P.	1	25,04	74,83	11,7614	1,6712	1,2505	50	45
	2	25,61	75,11	10,9395	1,5547	1,1678	46	
	3	24,46	74,12	8,9550	1,2736	0,9440	39	
Angold BIO	1	25,15	75,28	16,6605	2,3651	1,7804	71	58
	2	25,85	75,84	12,8006	1,8184	1,3790	53	
	3	25,51	75,52	11,5028	1,6345	1,2344	48	
Angold I.P.	1	25,37	75,59	4,8360	0,6902	0,5217	21	32
	2	24,88	74,86	8,5356	1,2142	0,9090	37	
	3	25,46	75,52	9,2505	1,3155	0,9935	39	
Topaz BIO	1	24,22	71,87	21,4301	3,0407	2,1854	90	78
	2	24,35	71,61	15,7827	2,2408	1,6046	66	
	3	24,2	74,38	17,6406	2,5039	1,8624	77	
Topaz I.P.	1	25,06	74,51	8,2014	1,1669	0,8694	35	48
	2	24,52	74,47	14,2617	2,0253	1,5083	62	
	3	24,94	74,72	11,0425	1,5693	1,1726	47	

Goldstar BIO	1	24,9	74,46	12,8494	1,8253	1,3591	55	54
	2	25,89	75,68	11,9476	1,6975	1,2847	50	
	3	25,21	74,81	13,9514	1,9814	1,4823	59	
Goldstar I.P.	1	25,56	75	8,6200	1,2262	0,9196	36	33
	2	25,16	74,58	9,1013	1,2943	0,9653	38	
	3	25,36	74,6	5,7239	0,8159	0,6087	24	
Ontario BIO	1	25,48	75,62	36,2055	5,1336	3,8820	152	140
	2	25,31	75,33	31,8858	4,5218	3,4062	135	
	3	24,98	75	31,0487	4,4032	3,3024	132	
Ontario I.P.	1	25,28	75,77	27,1835	3,8557	2,9214	116	103
	2	25,67	75,95	17,9918	2,5537	1,9395	76	
	3	25,16	75,41	27,5472	3,9072	2,9464	117	
Florina BIO	1	25,19	74,99	4,6106	0,6582	0,4936	20	24
	2	25,29	74,73	4,8638	0,6941	0,5187	21	
	3	25,45	75,06	7,2682	1,0347	0,7766	31	
Florina I.P.	1	25,4	74,87	4,2416	0,6060	0,4537	18	17
	2	24,95	75,56	3,2457	0,4649	0,3513	14	
	3	24,93	74,24	4,1674	0,5955	0,4421	18	
Rubín BIO	1	25,38	75,38	6,3790	0,9087	0,6850	27	28
	2	24,23	74,23	5,9311	0,8453	0,6275	26	
	3	25,53	75,66	7,4931	1,0665	0,8069	32	
Rubín I.P.	1	25,09	75,64	24,5847	3,4876	2,6380	105	68
	2	25,16	75,34	18,0818	2,5664	1,9335	77	
	3	25,32	75,38	5,1336	0,7323	0,5520	22	

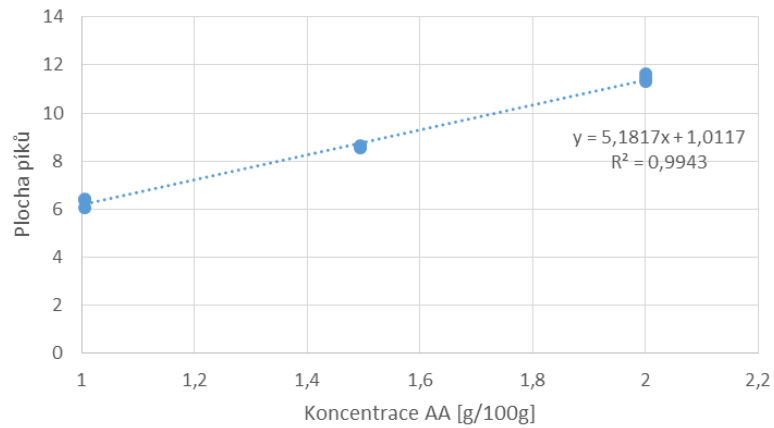
Tabulka 8 uvádí statistické vyhodnocení pomocí dvoufaktorové analýzy rozptylu, ANOVA s interakcí.

Tabulka 8 Statistické vyhodnocení závislosti koncentrace AA na jednotlivých faktorech.

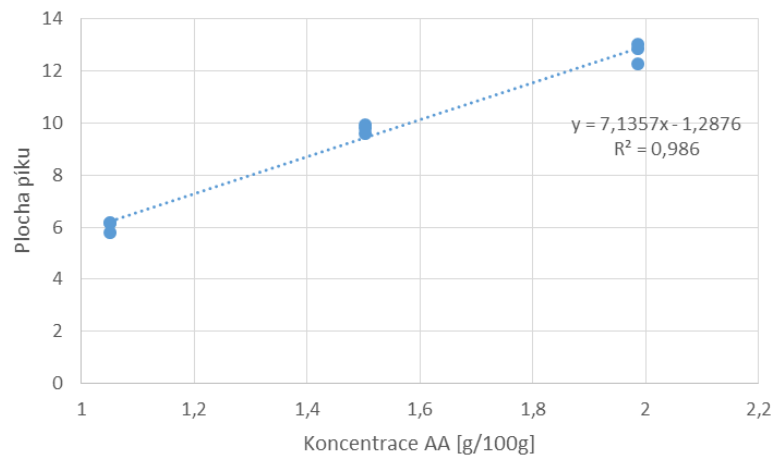
nezávislá proměnná	F-hodnota	p-hodnota
typ	3,1336	0,0843
odrůda	4,4827	0,0004
typ:odrůda	1,5970	0,1493

5.2 Stanovení obsahu sacharidů

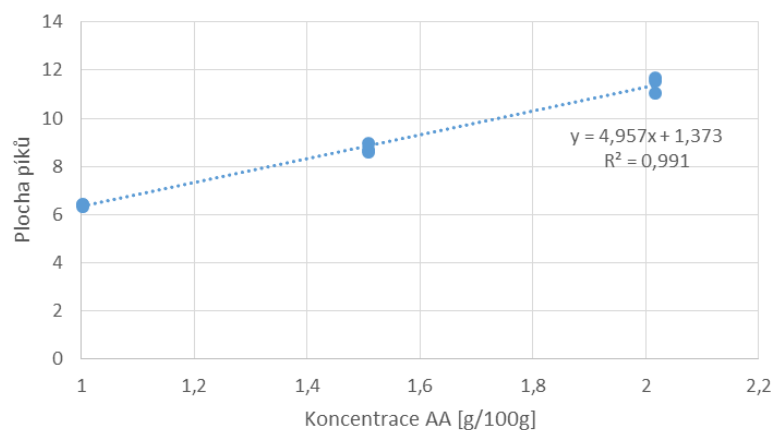
Stejně jako při analýze obsahu vitamínu C, také při stanovování sacharidů byly sestaveny kalibrační křivky jednotlivých cukrů. Obrázky 4, 5 a 6 znázorňují průběhy kalibračních křivek.



Obrázek 4 Kalibrační křivka sacharózy.



Obrázek 5 Kalibrační křivka glukózy.



Obrázek 6 Kalibrační křivka fruktózy.

Tabulka 9 uvádí koncentrace jednotlivých sacharidů, které jsou obsaženy v jablkách.

Tabulka 9 Koncentrace sacharidů v jablkách.

vzorek	koncentrace sacharózy ve vzorku	koncentrace glukózy ve vzorku	koncentrace fruktózy ve vzorku	suma sacharidů
	[g/kg]	[g/kg]	[g/kg]	[g/kg]
Melodie BIO	27,4	59,0	97,6	184,1
Melodie I.P.	14,6	36,3	113,5	164,5
Šampion BIO	10,9	57,0	120,9	188,8
Šampion I.P.	18,0	40,5	107,9	166,4
Gloster BIO	19,7	94,3	154,6	251,5
Gloster I.P.	42,8	83,8	96,5	223,2
Idared BIO	12,7	42,3	104,8	159,7
Idared I.P.	19,6	34,7	74,6	129,0
Angold BIO	73,7	74,2	274,4	422,3
Angold I.P.	56,4	76,3	218,6	351,3
Topaz BIO	65,6	34,0	79,4	179,0
Topaz I.P.	30,2	37,7	69,7	137,6
Goldstar BIO	46,5	51,8	107,5	205,8
Goldstar I.P.	26,6	43,7	82,1	152,4
Ontario BIO	34,4	44,0	116,5	194,8
Ontario I.P.	34,4	48,3	116,4	199,1
Florina BIO	52,5	48,6	104,2	205,3
Florina I.P.	49,8	48,6	110,3	208,7
Rubín BIO	22,8	35,7	97,6	156,1
Rubín I.P.	26,2	27,1	54,5	107,8

Statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí korelační matice a je uvedeno v Tabulce 10 v hodnotách Pearsonových korelačních koeficientů. V Tabulce 11 byla testována významnost rozdílů koncentrací sacharidů mezi BIO a I.P. jednovýběrovým párovým testem.

Tabulka 10 Korelační koeficienty jednotlivých sacharidů.

	sacharóza	glukóza	fruktóza
sacharóza	1,0000	0,1423	0,4193
glukóza	0,1423	1,0000	0,6480
fruktóza	0,4193	0,6480	1,0000

Tabulka 11 Rozdíly mezi BIO a I.P. u jednotlivých koncentrací sacharidů.

sacharid	průměrné rozdíly	t-hodnota	p-hodnota	α
sacharóza	3,036	0,1752	0,8648	0,05
glukóza	0,9934	0,4696	0,6498	0,05
fruktóza	21,33	2,6331	0,02722	0,05

5.3 Stanovení celkové a refraktometrické sušiny

Tabulka 12 shrnuje naměřené hodnoty celkové a refraktometrické sušiny u 10 kultivarů z BIO a I.P. Celková sušina byla měřena na infračervených sušicích vahách a jako vzorek byl použit 1 g homogenizované jablečné směsi pocházející ze 3 různých jablek totožného kultivaru a typu produkce. Současně bylo analyzováno i množství refraktometrické sušiny pomocí přenosného refraktometru, jejíž výsledky jsou uvedeny v jednotkách Brix. Tabulka 13 uvádí průměry rozdílů v celkové a refraktometrické sušině mezi hodnotami BIO a I.P. a p-hodnotu, která byla stanovena jednovýběrovým párovým testem.

Tabulka 12 Obsah celkové a refraktometrické sušiny v jablkách.

vzorek	celková sušina (%)	refraktometrická sušina (Brix)
Melodie BIO	14,70	14,0
Melodie I.P.	13,91	12,6
Šampion BIO	15,85	14,2
Šampion I.P.	13,42	12,0
Gloster BIO	16,9	14,0
Gloster I.P.	13,06	12,0
Idared BIO	14,07	12,2
Idared I.P.	12,54	11,3
Angold BIO	17,53	14,8
Angold I.P.	14,11	12,0
Topaz BIO	17,74	16,0

Topaz I.P.	14,55	13,0
Goldstar BIO	18,51	17,0
Goldstar I.P.	13,76	12,0
Ontario BIO	17,9	15,0
Ontario I.P.	18,65	17,0
Florina BIO	18,62	16,8
Florina I.P.	18,73	17,0
Rubín BIO	13,44	12,7
Rubín I.P.	15,9	14,5

Tabulka 13 Statistické vyhodnocení rozdílů celkové a refraktometrické sušiny u BIO a I.P.

sušina	průměrné rozdíly	t-hodnota	p-hodnota
celková	1,663	2,3007	0,04694
refrakt.	1,33	1,9232	0,0866

5.4 Stanovení hmotnosti vzorků

Tabulka 14 uvádí rozdíly hmotností u jednotlivých vzorků jablek. Tabulka 15 statistické vyhodnocení rozdílů hmotností mezi BIO a I.P.

Tabulka 14 Průměrná hmotnost jednoho jablka.

odrůda	hmotnost 1 plodu (g)	
	BIO	I.P.
Melodie	117	167
Šampion	126	177
Gloster	140	195
Idared	148	149
Angold	123	172
Topaz	113	155
Goldstar	114	148
Ontario	128	149
Florina	133	148
Rubín	144	163

Tabulka 15 Statistické vyhodnocení rozdílů hmotností mezi BIO a I.P.

průměrný rozdíl	t-hodnota	p-hodnota
-33,7	-5,7583	0,0002734

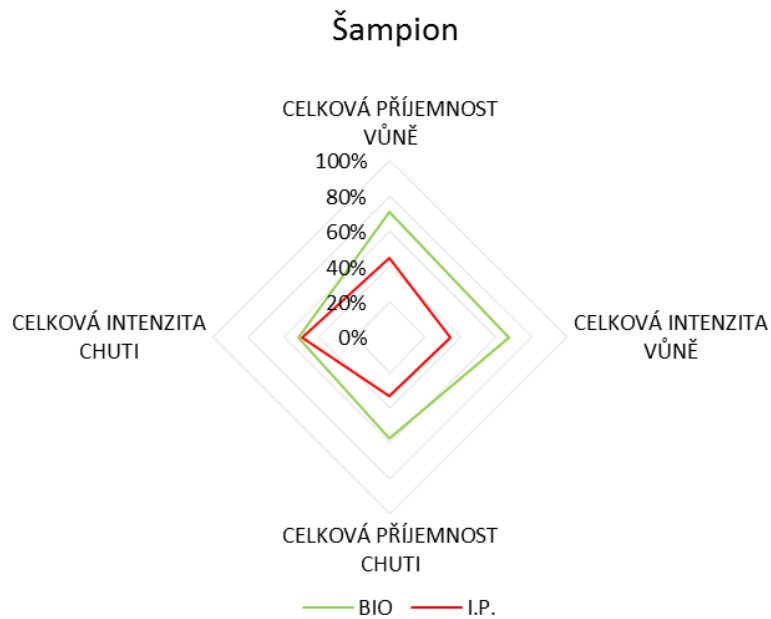
5.5 Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení čtyř zkoumaných parametrů bylo provedeno panelem šesti školených hodnotitelů. Výsledky znázorňuje Tabulka 16.

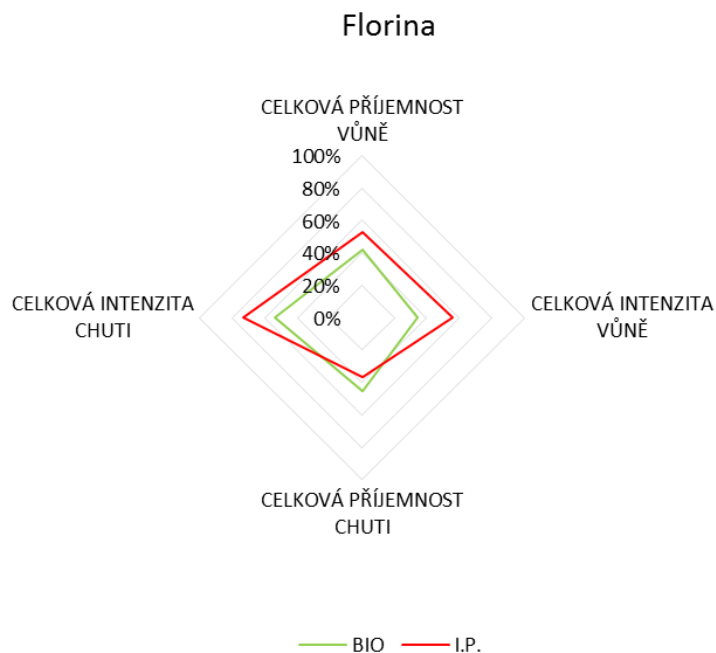
Tabulka 16 Průměrné výsledky senzorického hodnocení s uvedenou směrodatnou odchylkou.

VZOREK	Celková příjemnost vůně [%]	Celková intenzita vůně [%]	Celková příjemnost chuti [%]	Celková intenzita chuti [%]
Melodie BIO	62 ± 7	41 ± 20	56 ± 14	65 ± 17
Melodie I.P.	55 ± 10	33 ± 13	50 ± 14	56 ± 20
Šampion BIO	71 ± 15	67 ± 20	57 ± 16	52 ± 15
Šampion I.P.	45 ± 11	34 ± 15	33 ± 10	50 ± 15
Gloster BIO	44 ± 24	37 ± 24	66 ± 19	58 ± 13
Gloster I.P.	60 ± 16	53 ± 22	66 ± 16	58 ± 14
Idared BIO	48 ± 16	43 ± 22	35 ± 20	63 ± 23
Idared I.P.	44 ± 18	45 ± 10	28 ± 16	54 ± 11
Angold BIO	51 ± 7	44 ± 18	48 ± 27	60 ± 15
Angold I.P.	51 ± 13	50 ± 17	33 ± 22	64 ± 14
Topaz BIO	47 ± 12	34 ± 25	69 ± 17	69 ± 19
Topaz I.P.	67 ± 16	42 ± 16	74 ± 15	70 ± 13
Goldstar BIO	49 ± 12	39 ± 13	50 ± 9	45 ± 9
Goldstar I.P.	43 ± 11	40 ± 7	41 ± 18	48 ± 22
Ontario BIO	47 ± 13	32 ± 17	50 ± 16	67 ± 14
Ontario I.P.	45 ± 19	38 ± 19	37 ± 25	61 ± 18
Florina BIO	42 ± 13	34 ± 17	45 ± 19	54 ± 5
Florina I.P.	53 ± 27	56 ± 23	37 ± 22	73 ± 21
Rubín BIO	37 ± 19	55 ± 24	31 ± 18	46 ± 16
Rubín I.P.	44 ± 13	38 ± 21	40 ± 19	65 ± 21

Obrázek 7 a 8 představuje grafické znázornění dvou vybraných odrůd s nejvíce odlišným sensorickým hodnocením. Zbývající odrůdy jsou vyobrazeny v Příloze č. 2.



Obrázek 4 Grafická podoba sensorického hodnocení odrůdy Šampion.



Obrázek 5 Grafická podoba sensorického hodnocení odrůdy Florina.

Tabulka 17 uvádí statistické vyhodnocení preferenčního testu mezi vzorky jablek z BIO a I.P. Tabelární minimální hodnota je pro určení statisticky významného rozdílu pro 60 hodnocených párů (N) stanovena na 41.

Tabulka 17 Statistické vyhodnocení preferenčního testu.

N	n	n BIO	n I.P.
60	51	28	23

N = celkové množství posudků, n = počet shodných odpovědí (existuje rozdíl mezi předloženými vzorky), n BIO = počet preferencí BIO, n I.P. = počet preferencí I.P.

Tabulka 18 znázorňuje statistické vyhodnocení parametrů senzorní analýzy pomocí korelační matice.

Tabulka 18 Korelační koeficienty zkoumaných senzorních parametrů.

	Celková příjemnost vůně	Celková intenzita vůně	Celková příjemnost chuti	Celková intenzita chuti
Celková příjemnost vůně	1,0000	0,4433	0,3835	0,5146
Celková intenzita vůně	0,4433	1,0000	0,0238	0,2389
Celková příjemnost chuti	0,3835	0,0238	1,0000	0,2203
Celková intenzita chuti	0,5146	0,2389	0,2203	1,0000

Korelační matice všech zkoumaných znaků je uvedena v Tabulce 19. Silné korelační závislosti ($r > 0,7$) jsou vyznačeny tučným písmem.

Tabulka 19 Korelační koeficienty pro každý zkoumaný znak.

	celková sušina	refraktometrická sušina	vitamin C	sacharóza	glukóza	fruktóza	celkový obsah sacharidů	celková příjemnost vůně	celková intenzita vůně	celková příjemnost chuti	celková intenzita chuti
celková sušina	1,0000	0,9622	0,4166	0,4738	0,0871	0,1987	0,2830	-0,1096	-0,2143	0,1850	0,2808
refraktometrická sušina	0,9622	1,0000	0,4063	0,4670	-0,0297	0,0392	0,1420	-0,0729	-0,1612	0,1618	0,2337
vitamin C	0,4166	0,4063	1,0000	0,3747	-0,3295	-0,1256	-0,0704	-0,1141	-0,4476	0,2525	0,4256
sacharóza	0,4738	0,4670	0,3747	1,0000	0,1423	0,4193	0,5869	-0,0435	-0,0390	0,0832	0,2996
glukóza	0,0871	-0,0297	-0,3295	0,1423	1,0000	0,6480	0,7332	0,2299	0,2532	0,3212	-0,0033
fruktóza	0,1987	0,0392	-0,1256	0,4193	0,6480	1,0000	0,9615	0,0318	0,1391	-0,0812	0,0276
celkový obsah sacharidů	0,2830	0,1420	-0,0704	0,5869	0,7332	0,9615	1,0000	0,0676	0,1487	0,0454	0,0968
celková příjemnost vůně	-0,1096	-0,0729	-0,1141	-0,0435	0,2299	0,0318	0,0676	1,0000	0,4442	0,5710	0,2981
celková intenzita vůně	-0,2143	-0,1612	-0,4476	-0,0390	0,2532	0,1391	0,1487	0,4442	1,0000	-0,0873	-0,0810
celková příjemnost chuti	0,1850	0,1618	0,2525	0,0832	0,3212	-0,0812	0,0454	0,5710	-0,0873	1,0000	0,2912
celková intenzita chuti	0,2808	0,2337	0,4256	0,2996	-0,0033	0,0276	0,0968	0,2981	-0,0810	0,2912	1,0000

5.6 Profil těkavých aromatických látek

Profil těkavých aromatických látek byl měřen pomocí GC - MS. Tabulka 20 uvádí nejčastěji se vyskytující látky nalezené v jablkách, jejich retenční časy a flavour.

Tabulka 20 Těkavé látky nalezené v jablkách s RI a Flavour.

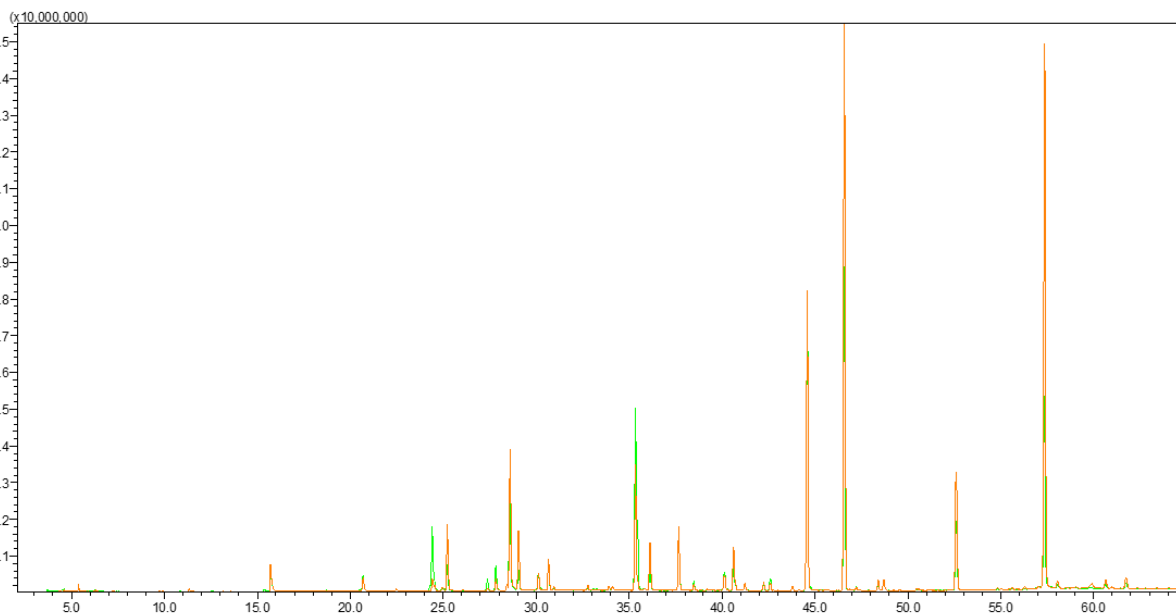
Látka	RI (retenční index)	Flavour ⁸
butyrate <ethyl->	798	jablečná
hexanal <n->	800	trávová, tuková
acetate <butyl->	815	hrušková
butyrate <2-methyl-, ethyl->	851	jablečná
hex-(2E)-enal	858	zelená, listová
hexanol <n->	874	sladká
acetate <2-methylbutyl->	879	ovocná
butanoate <butyl->	993	sladká, ovocná
hexanoate <ethyl->	995	jablečná slupka
hexyl acetate	1008	ovocná, bylinná
propionate <hexyl->	1102	ovocná
butanoic acid, 2-methyl-4-methylpentyl ester	1237	jablečná
hexanoate <hexyl->	1385	jablečná slupka
farnesene <(E,E)-, alpha->	1513	dřevo, sladká

Tabulka 21 znázorňuje seznam vybraných látek a jejich relativní zastoupení v jablečných vzorcích. Jako doprovodný obrázek k Tabulce 21 jsem zvolila Obrázek 9 , kde je vyobrazen chromatogram vzorku Ontario, který měl nejvíce odlišné výsledky mezi BIO a I.P. ve srovnání s ostatními odrůdami. Chromatogramy ostatních kultivarů jsou uvedeny v příloze č. 3.

⁸ www.flavornet.org

Tabulka 21 Relativní zastoupení vybraných látek.

Látka	Relativní zastoupení [%]																			
	Melodie		Šampion		Gloster		Idared		Angold		Topaz		Goldstar		Ontario		Florina		Rubín	
	Bio	I.P	Bio	I.P	Bio	I.P	Bio	I.P	Bio	I.P	Bio	I.P	Bio	I.P	Bio	I.P	Bio	I.P	Bio	I.P
butyrate <ethyl->	1,94	<1	9,31	4,75	2,27	3,1	<1	<1	4,02	6,52	<1	<1	5,44	6,05	4,5	<1	<1	<1	4,56	1,52
acetate <butyl->	9,68	10,7	14,7	10,5	2	3,57	13,6	11,7	<1	<1	<1	<1	2,4	2,82	2,19	3,37	8,16	5,94	<1	<1
butyrate <2-methyl-, ethyl->	1,94	<1	<1	<1	2,27	3,1	1,62	1,42	1,82	1,73	<1	<1	<1	<1	1,07	<1	1,55	1,48	1,12	<1
hex-(2E)-enal	<1	1,83	<1	<1	2,31	3,45	<1	<1	3,04	2,54	3,02	3,55	<1	<1	2,23	<1	<1	<1	3,65	3,71
hexanol <n->	<1	3,78	2,83	1,94	1,06	4,29	1,17	<1	12	13,7	9,29	15,4	14,8	14,4	8,7	7,25	<1	<1	8,78	3,71
acetate <2-methylbutyl->	<1	1,15	X	X	12,6	24	7,27	5,09	<1	<1	X	X	<1	<1	1,67	2,86	13,5	17,7	<1	<1
butanoate <butyl->	2,87	4,63	3,99	7,46	1,07	2,17	1,64	1,45	21,1	21,9	7,34	11,6	11,3	13,9	15,5	6,31	2,16	1,34	15	6,81
hexanoate <ethyl->	2,42		7,76	10,3	1,04	1,74	1,06	1,04	3,26	1,48	3,77	1,36	X	X	5,06	<1	<1	<1	3,71	<1
hexyl acetate	1,41	X	39,3	42,2	20,9	18,9	46,8	44	22,1	19,8	X	X	X	X	1,59	2,41	32,9	23	11,3	X
butanoic acid, 2-methyl-4-	1,02	<1	<1	<1	16,5	20,5	8,75	7,83	5,66	3,71	1,95	2,72	2,3	3,05	28,4	32	8,85	16	1,5	46,6
hexanoate <hexyl->	4,82	6,99	2,55	2,5	6,37	1,74	1,45	1,46	3,61	1,97	13,3	8,26	8,83	7,11	6,93	7,29	3,74	2,86	16,1	13,6
farnesene <(E,E)-, alpha->	44	41,1	7,25	16,5	19,6	1,85	10,5	19,1	12,7	14,6	21,2	28,3	23,1	17,1	18,8	34,2	11,2	16,8	16	27,5



Obrázek 6 Chromatogram odrůdy Ontario: zeleně = BIO, oranžově = I.P.

6 Diskuze

Diplomová práce srovnává vybrané kvalitativní znaky u deseti různých kultivarů jablek vypěstovaných ekologickým a integrovaným způsobem produkce. Sledovanými parametry u všech jablek byly koncentrace vitamínu C, koncentrace jednotlivých sacharidů - sacharózy, glukózy a fruktózy, celková a refraktometrická sušina, senzorické hodnocení a obsah těkavých aromatických látek. Získané výsledky byly zpracovány v programu Excel 2013 a statistickém programu RStudio.

Z výsledných koncentrací AA, které jsou shrnuty v tabulce 7 vyplývá, že 7 odrůd ekologické produkce (Melodie, Šampion, Angold, Topaz, Goldstar, Ontario a Florina) obsahovalo větší množství AA, ve srovnání se vzorky pěstovanými integrovaným způsobem. Pouze u tří odrůd integrované produkce- Gloster, Idared a Rubín byly koncentrace AA vyšší ve srovnání s BIO.

Největší koncentrace AA byla zjištěna u odrůdy Ontario BIO, která obsahovala 130 mg/kg jablek a Ontario I.P., která obsahovala 103 mg/kg. Podle tvrzení Dvořáka a kol. (1976) obsahuje odrůda Ontario vyšší množství vitamínu C, což se potvrdilo. Naopak nejmenší množství (10 mg/kg) obsahovalo jablko odrůdy Šampion I.P. a Gloster BIO (13 mg/kg).

Dle Kopce (1998) činí obsah AA 48 mg/kg jablek a Podle Velíška a Hajšlové (2009) se obsah pohybuje v rozmezí od 15 do 50 mg/kg. Obě tvrzení platí v případě odrůd Melodie I.P., Šampion BIO a I.P., Gloster BIO a I.P., Idared BIO a I.P., Angold I.P., Topaz I.P., Goldstar I.P., Florina BIO a Rubín BIO, ale rozhodně neplatí u odrůdy Ontario BIO, která obsahovala téměř trojnásobné množství a Ontario I.P., s množstvím dvojnásobným, dále u kultivarů Melodie BIO, Angold BIO, Topaz BIO, Goldstar BIO a Rubín I.P. U těchto odrůd bych se přikláběla k číselné hodnotě 9,3 mg/100 g jedlého podílu jablka, kterou uvádí Nutridatabase (2009).

Ke statistickému vyhodnocení byla použita dvoufaktorová ANOVA s interakcemi, kde nezávislými proměnnými byl typ produkce a odrůda. Závislá proměnná byla v tomto případě koncentrace vitamínu C. Z Tabulky 8 vyplývá, že pouze odrůda má významný vliv na hodnotu koncentrace vitamínu C v jablkách při zvolené hladině pravděpodobnosti 95 %.

Tímto výsledkem byla z části vyvrácena a z části potvrzena hypotéza Nagy et al. (2013), kteří tvrdí, že odrůda, ale také typ produkce mají vliv na obsah vitamínu C, který je podle něj mimo jiné ovlivňován i rokem sklizně.

Podle výsledků obsahu sacharidů v jablečných vzorcích uvedených v tabulce 9, obsahovalo 8 odrůd BIO produkce vyšší množství v porovnání s I.P. Pouze u kultivarů Ontario I.P. a Florina I.P. bylo naměřeno vyšší množství celkových sacharidů.

Nejvyšší celkový obsah zkoumaných sacharidů (sacharózy, glukózy a fruktózy) obsahuje odrůda Angold BIO. Tabulka 9 také uvádí, že nejméně zastoupeným sacharidem je disacharid sacharóza. Odrůda, ve které byl tento disacharid nejvíce obsažen, byla Topaz BIO (65,6 g/kg). Druhým nejvíce zastoupeným sacharidem je glukóza, která činila 94,3 g/kg u kultivaru Gloster BIO. Nejhojnějším sacharidem v dužnině jablek je bezesporu monosacharid fruktóza, jejíž nejvyšší hodnoty byly prokázány u odrůdy Angold BIO (422,3 g/kg). Tuto "hierarchii" v zastoupení sacharidů u jablek potvrdili i Moreiras et al. (2001).

Podle Kopce (1998) obsahuje 1 kg jablek 144 g sacharidů. Toto nebylo potvrzeno u dvou kultivarů, a to Rubín I.P. a Idared I.P. U ostatních bylo tvrzení splněno a dokonce mnohonásobně navýšeno.

Nebyla potvrzena hypotéza Nagy et al. (2013), že jablka z BIO produkce obsahují vyšší hladiny glukózy a fruktózy v porovnání s jablky z I.P. Důvodem bude pravděpodobně zkoumání odlišných odrůd v rozdílných klimatických podmínkách.

Ke statistickému vyhodnocení byl použit jednovýběrový t-test a korelační matice. Párovým testem bylo zjištěno, že existuje statisticky signifikantní rozdíl ($p = 0,0272$) na zvolené hladině významnosti ($\alpha = 0,05$) mezi hodnotami obsahu fruktózy u BIO a I.P. U sacharózy ani glukózy nebyl prokázán statisticky signifikantní rozdíl v rozdílu mezi BIO a I.P. Pomocí korelační matice existuje středně silná závislost v obsahu glukózy a fruktózy ($r = 0,6480$) a také sacharózy a fruktózy ($r = 0,4192$). U sacharózy a glukózy byla prokázána pouze slabá nevýznamná korelace ($r = 0,1423$).

Ani v tomto případě nebude zcela potvrzena hypotéza Nagy et al. (2013), neboť tvrdí, že celkový obsah sacharidů s výjimkou sacharózy nebyl významně ovlivněn typem produkčního systému ani odrůdou. Důvodem by mohl znovu být odlišný kultivar či rozličné klimatické podmínky.

Procentuální vyjádření jablečné sušiny bylo v sedmi případech z celkových deseti vyšší u BIO produkce. Odrůda s nejvyšším obsahem sušiny byla Florina BIO (18,62 %), naopak nejnižšího množství dosáhl Idared I.P. (12,54 %). Průměrná hodnota jablečné sušiny

byla 15,69 %, což se velice blíží k hodnotě 16,30 %, kterou uvádí Hanousek (2006). Rozdíl mezi BIO a I.P. byl statisticky signifikantní ($p = 0,0469$) při zvolené hladině pravděpodobnosti ($\alpha = 0,05$).

Refraktometrická sušina byla stanovována přenosným refraktometrem se stupnicí v jednotkách Brix. Osm BIO odrůd z deseti, obsahovalo více refraktometrické sušiny v porovnání s odrůdami I.P. Nejvyšší hodnoty (17 Brix) dosáhly odrůdy Goldstar BIO, Otario I.P. a oba produkční systémy kultivaru Florina. Naměřené hodnoty obsahu refraktometrické sušiny se pohybují od 11 do 17 Brix, což se neshoduje s tvrzením Hui et al. (2008), podle něhož se hodnoty pohybují v rozmezí 9 - 15 Brix v závislosti na odrůdě a místě pěstování. Tvrzení Pecka et al. (2005), že rozdíl v množství refraktometrické sušiny u odlišných způsobů pěstování je obvykle méně než 1 Brix se potvrdilo pouze u dvou kultivarů, konkrétně u Idared a Florina. Při korelaci refraktometrické sušiny s celkovým obsahem cukrů v jablkách, nebyla prokázána závislost ($r = 0,1420$). Rozdíl mezi BIO a I.P. v obsahu refraktometrické sušiny nebyl shledán statisticky signifikantním ($p = 0,0866$) na hladině pravděpodobnosti 95 %.

Na hladině pravděpodobnosti ($\alpha = 0,05$) byl potvrzen statisticky významný rozdíl ($p = 0,0003$) mezi hmotnostmi jablek z BIO a I.P.

Róth et al. (2007) tvrdí, že BIO jablka mají menší velikost ve srovnání s ostatními produkčními systémy z důvodu menších buněk a méně intracelulárního prostoru. Měřením shrnutým v Tabulce 14, jsem zjistila, že všech 10 zkoumaných odrůd BIO, mělo menší průměrnou hmotnost v porovnání s I.P. jablek, což se shoduje s tvrzením Róth et al. (2007).

Senzorické hodnocení bylo provedeno panelem šesti školených hodnotitelů a průměrné hodnoty jsou vyobrazeny v Tabulce 16. Podle těchto hodnot měl celkovou nejpříjemnější vůni Šampion BIO (71 %), naopak nejméně příjemnou Rubín BIO (37 %). Největší celkové intenzity vůně dosáhl Šampion BIO (67 %), nejmenší Ontario BIO (32 %). V celkové příjemnosti chuti „zvítězil“ Topaz I.P. (74 %) a celkově nejméně příjemnou vůni měl Idared I.P. (28 %). Posledním hodnoceným parametrem byla celková intenzita chuti, která dosáhla nejvyšších hodnot u kultivaru Florina I.P. (73 %), nejnižší Goldstar BIO (45 %). Nejodlišněji hodnocenými odrůdami v závislosti na způsobu produkce, byly Šampion a Florina, jejichž hodnocení je graficky znázorněno na Obrázku 7 a 8. Bylo dokázáno, že existuje statisticky průkazný rozdíl mezi předloženými vzorky na zvolené hladině pravděpodobnosti 99 %. Při párovém preferenčním testu preferovali hodnotitelé ve 28

případech z 51 BIO. Tato hodnota avšak nebyla statisticky průkazná. Při korelační analýze nebyla zjištěna žádná silná závislost mezi senzorickými parametry, jak uvádí Tabulka 18.

Vzájemná silná závislost mezi všemi zkoumanými znaky byla potvrzena pouze ve třech případech:

1. Celková a refraktometrická sušina ($r = 0,9622$)
2. Celkový obsah sacharidů a glukóza ($r = 0,7332$)
3. Celkový obsah sacharidů a fruktóza ($r = 0,9615$).

Při analyzování těkavých aromatických látek bylo zjištěno, že stejná odrůda rozdílné produkce se neliší ve složení, ale v relativním zastoupení těchto látek mezi BIO a I.P. Právě množství těchto konkrétních látek může mít zásadní vliv pro celkový flavour vzorku a tudíž i pro senzorické hodnocení. V této oblasti je třeba dalších výzkumů a analýz, které by potvrdily nebo vyvrátily dosavadní hypotézy.

7 Závěr

Bylo potvrzeno, že senzorická kvalita jablek se různí s ohledem na typ zemědělské produkce, ale nebyl zjištěn vliv odrůdy. Hypotéza o vlivu kultivarů na obsah vitamínu C byla potvrzena, ale vyvrácen byl vliv produkčního systému. Byla potvrzena hypotéza, že hodnoty obou sušin se liší v závislosti na BIO a I.P. Co se týče vlivu pěstebního systému na profil těkavých aromatických látek, tato problematika musí být více prozkoumána a předpokládá se, že celková problematika kvalitativních znaků jablek je multifaktoriálním problémem, ve kterém nehraje roli jen typ produkce, či odrůda, ale i podmínky pěstování a další vlivy.

8 Seznam literatury

Amerine, M. A., Pangborn, R. N., Roessler, E. B. 1965. Principles of Sensory Evaluation of Food. Academic Press. London, New York. 602 p. ISBN: 0120561506.

Bruckner, B., Wyllie, S., G. 2008. Fruit and Vegetable Flavour: Recent Advantages and Future Prospects. Woodhead Publishing Limited. England. p. 336. ISBN: 9781845691837.

Buchtová, I. 2015. Situační výhledová zpráva. Ovoce. Ministerstvo zemědělství. Praha. 84 s. ISBN: 9788074342592. Dostupný také z:
<http://eagri.cz/public/web/file/433573/SVZ_Ovoce_2015.pdf>.

Centrum pro databázi složení potravin. On-line databáze složení potravin ČR, verze 5.15. [online]. Praha. Ústav zemědělské ekonomiky a informací a Výzkumný ústav potravinářský Praha. 2015. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z
<<http://www.nutridatabaze.cz/potravinny/?id=37#tab-2>>.

Česko. Vyhláška č. 225/2008 Sb., ze dne 17. června 2008, kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin. In: Sbírka zákonů. Dostupné také z:
<<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=67160&nr=225~2F2008&rpp=15#local-content>>.

Česko. Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. In: Sbírka zákonů. Dostupné také z:
<<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=49559&nr=242~2F2000&rpp=15#local-content>>.

Durr, P. 1979. Development of an odour profile to describe apple juice essences. Lebensmittel Wissenschaft & Technologie. 14. 23-26.

Durr, P., Schobinger, U. 1981. Development of a synthetic apple juice odour. Lebensmittel Wissenschaft & Technologie. 14. 313-314.

Dvořák, A., Vondráček, J., Kohout, K., Blažek, J. 1976. Jablka. Academia. Praha. 592 s.

Eberhardt, M. V., Lee, C. Y., Liu, R. H. 2000. Antioxidant activity of fresh apples. Nature. 405. 903– 904.

- European Commission. Organic Farming [online]. European Commission. Agriculture And Rural Development. 2nd march 2015 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/agriculture/organic/downloads/index_en.htm>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FaoStat [online]. 2011. [cit. 2016-01-26]. Dostupné z <<http://faostat3.fao.org/download/FB/CC/E>>.
- Gómez, C., Fiorenza, F., Izquierdo, L., Costello, E. 1998. Perception of meatiness in apples: Comparison of consumers and trained assessors. *Zeitschrift Fur Lebensmittel- Untersuchung und Forschung* 207 (4) : 304 – 310.
- Hanousek, M. 2006. Domácí výroba moštů. Grada Publishing a.s. Praha. 75 s. ISBN: 8024714450.
- Huelin, F. E., Coggiola, I. M. 1970. Superficial scald, a functional disorder of stored apples. V. Oxidation of α -Farnesene and its inhibition by diphenylamine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 21. 44-48.
- Hui, Y. H., Barta, J., Cano, M. Pilar. 2008. Handbook of Fruits and Fruit processing. Wiley-Blackwell. p. 711. ISBN: 9780813819815.
- Chua, H. T., Rao, M. A., Acree, T. E., Cunningham, D. C. 1987. Reverse osmosis concentration of apple juice: flux and flavor retention by cellulose acetate and polyamide membranes. *Journal of Food Process Engineering*. 9. 231-245.
- Kakiuchi, N., Moriguchi, S., Fukuda, H., Ichimura, N., Kato, Y. Banda, Y. 1986. Composition of volatile compounds of apple fruits in relation to cultivar. *Journal Japan Society Horticultural Science*. 55. 280-289.
- Kopec, K. 1998. Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 72 s. ISBN: 8086153649.
- Kováts, E. 1958. Gas-chromatographische charakterisierung organischer verbindungen. Teil 1: Retentionsindices aliphatischer halogenide, alkohole, aldehyde und ketone. *Helv. Chim. Acta*. 41, 1915–1932.
- Ministerstvo zemědělství ČR. 2016. Akční plán ČR pro rozvoj ekologického zemědělství v letech 2016-2020. Ministerstvo zemědělství. Praha. ISBN: 9788074341939. Dostupné také z: <http://eagri.cz/public/web/file/442986/Akcni_plan_CR_pro_rozvoj_EZ_Czech_Action_Plan_for_Development_of_OF.pdf>.

- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., Cuadrado, C. 2001. *Tablas de Composición de los alimentos*. Ediciones Pirámide (Grupo Anaya), Madrid.
- Morton, I. D., Macleod, A. J. 1990. *Food flavours, Part C. The Flavour of Fruits*. ELSEVIER. Holandsko. p. 360. ISBN: 0444873627.
- Nagy, P. T., Bíró, T., Nyéki, J. a Szabó, Z. 2013. Comparative Study of Organic and Integrated Apple Growing: Differences in Fruit Nutrition, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 44:1-4, 678-687.
- Peck, M., G., Andrews, P., K., Richter, C., Reganold, P., J. 2005. Internationalization of the organic fruit market: The case of Washington State's organic apple exports to the European Union. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 20 (2), 101-112.
- Pyysalo, T., Suikho, M. Honkanen, E. 1977. Odour thresholds of the major volatiles identified in Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) and Arctic Bramble (*Rubus arcticus* L.). *Lebensmittel Wissenschaft & Technologie*. 10. 36-39.
- Rada evropské unie. Nařízení č. 834/2007 ze dne 28. června 2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2092/91. In: *Úřední věstník Evropské unie*. Dostupné také z <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32007R0834>>.
- Romani, R. J., Ku Lily (Lim). 1966. Direct gas chromatographic analysis of volatiles produced by ripening pears. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 31. 558-560.
- Róth, E., Berna, A., Beullens, K., Yarramraju, S., Lammertyn, J., Schenk, A., Nicolai, B. 2007. Postharvest quality of integrated and organically produced apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 45 (1). 11-19.
- Sady Klášterec. [online] Sortiment- jablka. 2016. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z:<http://www.sadyklasterec.cz/?page_id=112>.
- Saevens, S. 2004. Non-destructive measurement of apple aroma by means of electronic noses. Dissertation. Katholieke Universiteit Leuven. Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Leuven. 194 p.
- Schamp, N., Dirinck, P. 1982. The use of headspace concentration on Tenax for objective flavor quality evaluation of fresh fruit (strawberry and apple). *Chemistry of Foods and Beverages: Recent Developments*. 25-47.

Somogyi, L. P., Ramaswamy, H. S., Hui, Y. H. 1996. Processing fruits: Science and Technology. Volume 1. CRC Press. United States of America. p. 528. ISBN: 1566763622.

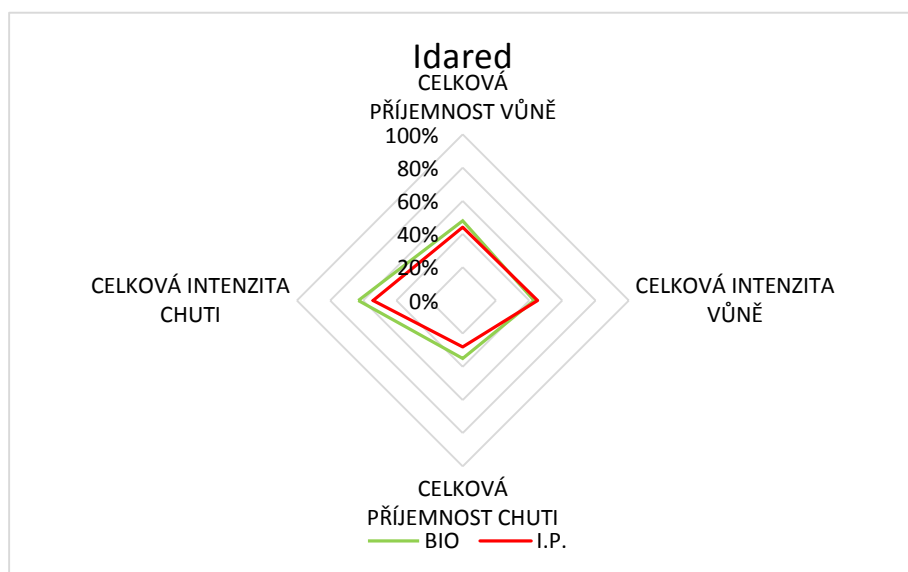
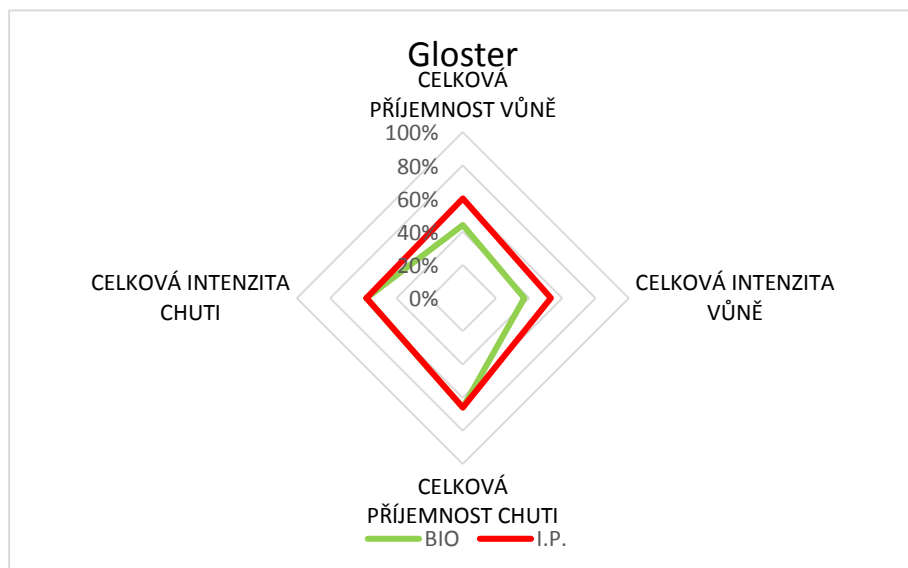
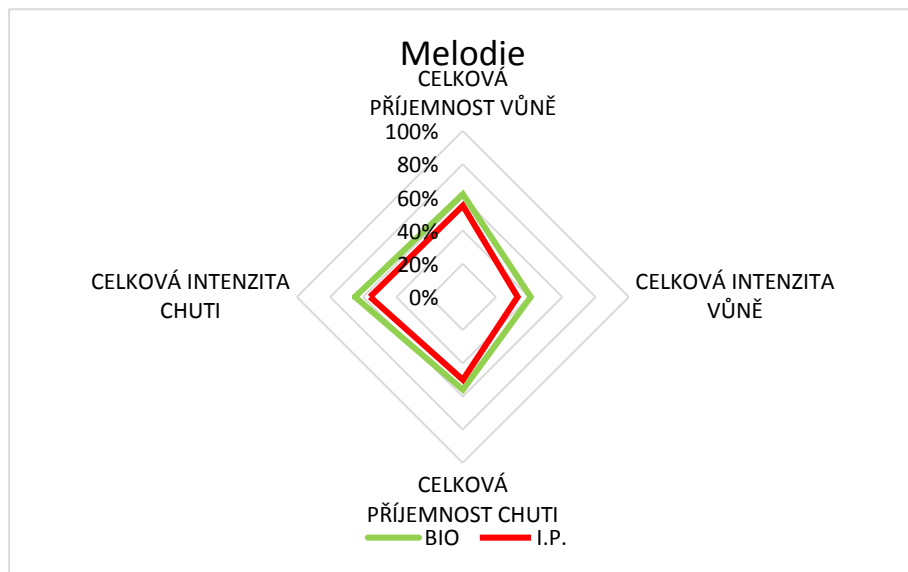
Vejvodová, A. 2015. Integrovaná produkce ovoce: Informační materiál pro zemědělce. Ministerstvo zemědělství. Praha. 16 s. ISBN: 9788074342295. Dostupný také z: <http://eagri.cz/public/web/file/417907/Ovoce_A5_web.pdf>.

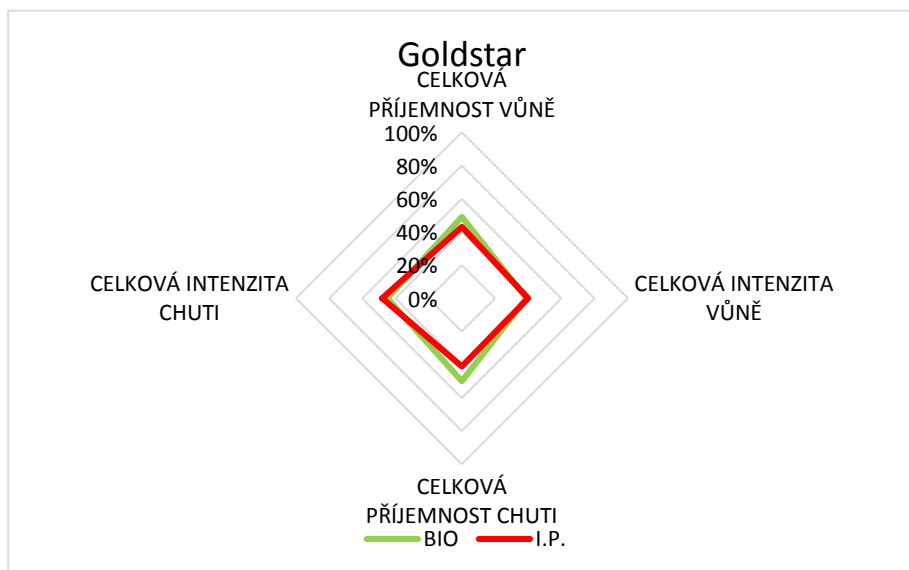
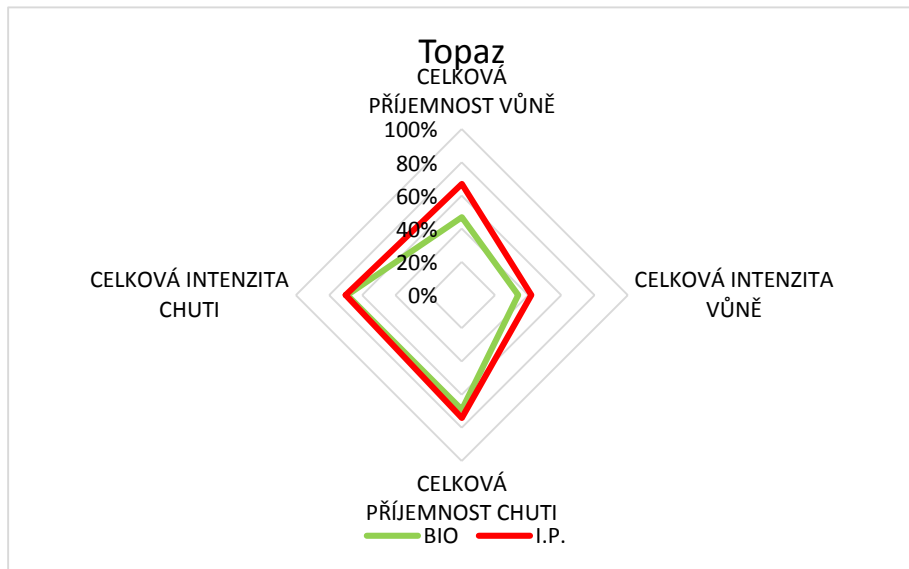
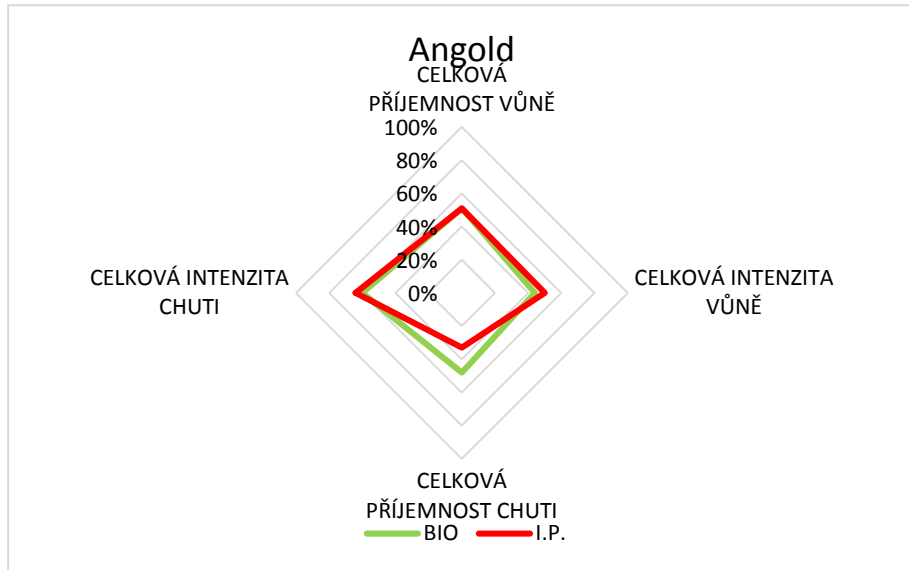
Velíšek, J. 1999. Chemie potravin 2. OSSIS. Tábor. 328 s. ISBN: 8090239145

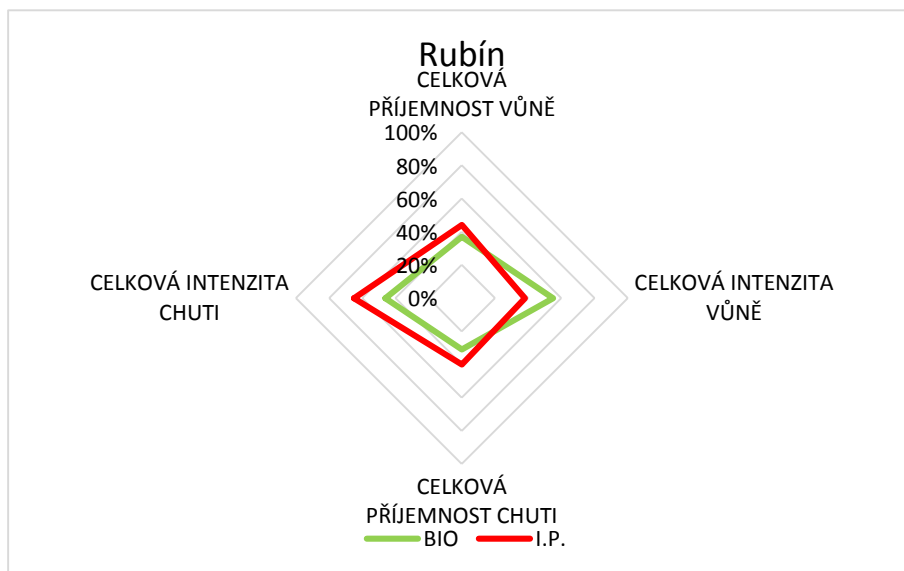
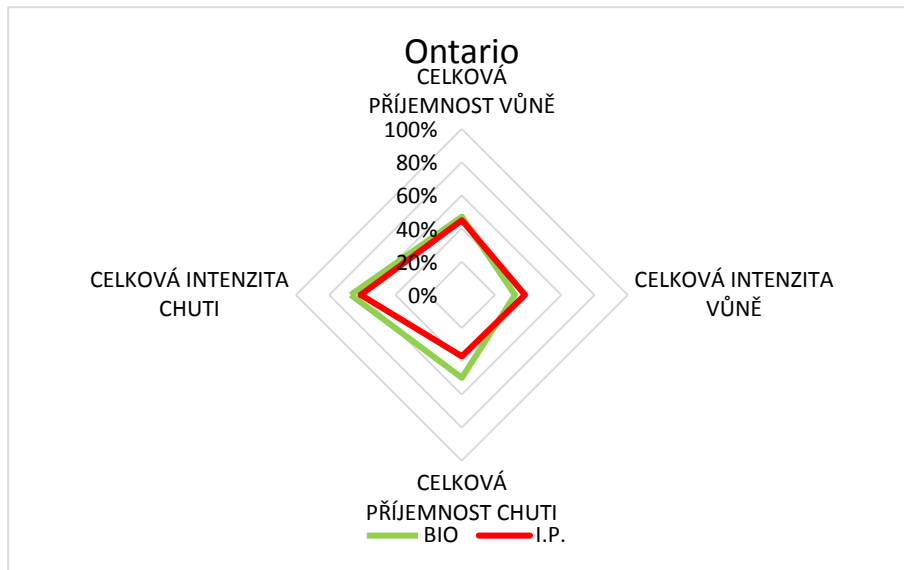
Velíšek, J., Hajšlová J. 2009. Chemie potravin I. OSSIS. Tábor. 602 s. ISBN: 9788086659152.

Williams, A. A., Tucknott, O. G., Lewis, M. J. 1977. 4-Methoxyallylbenzene an important aroma component of apples. Journal of the Science of Food and Agriculture. 28. 185-190.

Příloha č. 2 Grafické znázornění sensorického hodnocení odlišných kultivarů jablek.







Příloha č. 3 Chromatogramy těkavých aromatických látek u odlišných odrůd jablek.

