

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra kvality zemědělských produktů**



**Kvalitativní parametry jablek pěstovaných ekologickým a integrovaným způsobem**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Michal Stehlík**

**Obor studia: Kvalita a zpracování zemědělských produktů**

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

© 2018 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Kvalitativní parametry jablek pěstovaných ekologickým a integrovaným způsobem" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval paní doc. Ing. Lence Kouřimské, Ph.D. za odborné vedení, vstřícnost, důležité připomínky a ochotu si vždy najít čas pro konzultaci mé práce. Dále bych poděkoval panu doc. Ing. Josefu Susovi, CSc. za dodání vzorků jablek pro mé měření a ochotu vždy poskytnout potřebné informace.

## Kvalitativní parametry jablek pěstovaných ekologickým a integrovaným způsobem

### Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo na základě naměřených hodnot porovnat a zhodnotit vliv produkčního systému na obsah jednotlivých kvalitativních parametrů ve vzorcích jablek (Angold, Ontario, Florina, Goldstar, Idared, Rubín, Topaz a Zvonkové). Mezi kvalitativní parametry, stanovované v této práci, řadíme vitamín C, celkovou sušinu, refraktometrickou sušinu, celkový obsah sacharidů, obsah fruktózy, glukózy, sacharózy a těkavých látek. Dále bylo cílem provést senzorickou analýzu a posoudit senzorické vlastnosti a odlišnosti jednotlivých produkcí a odrůd. Hypotézou bylo, že se budou chemické a senzorické vlastnosti u vzorků ekologické a integrované produkce lišit. Vliv odrůdy je však dle hypotézy významnějším faktorem než způsob pěstování.

Celkový obsah vitamínu C byl měřen pomocí HPLC s UV detektorem. Nejvyšší průměrná koncentrace vitamínu C byla naměřena ve vzorku Ontario BIO s hodnotou 164,18 mg/kg jablka, naopak nejméně u odrůdy Zvonkové BIO (velké plody) 10,81 mg/kg. V 6 ze 7 případů byla zaznamenána vyšší koncentrace vitamínu C u odrůd pocházejících z ekologické produkce. Průměrná hodnota celkového obsahu vitamínu C byla 57,22 mg/kg u odrůd BIO a 50,17 mg/kg u integrované produkce (I. P.). Mezi odrůdami byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v koncentraci askorbové kyseliny, avšak mezi typy produkce nebyl významný rozdíl.

Ze sacharidů byl měřen obsah glukózy, fruktózy a sacharózy a jejich suma. U každého zkoumaného cukru vykazovaly alespoň ve 4 ze 7 měření ekologicky pěstované odrůdy vyšší koncentraci než integrované. Nejzastoupenějším sacharidem v jablkách byla fruktóza, poté glukóza a nejméně bylo sacharózy. Nejvyšší koncentrace celkových sacharidů byla naměřena u vzorku Rubín BIO s hodnotou 169,1 g/kg a oproti tomu nejméně sacharidů obsahovaly odrůdy Zvonkové (velké i malé plody) a Topaz. I. P. Statisticky průkazný rozdíl v závislosti na odrůdě i typu produkce vykazovaly hodnoty koncentrace sacharózy a celkového množství sacharidů. U obsahu glukózy a fruktózy byl zjištěn jen průkazný rozdíl mezi některými odrůdami.

Hodnoty celkové a refraktometrické sušiny byly také u ekologicky vypěstovaných odrůd ve většině případů vyšší. Mezi těmito typy sušin byla zjištěna nejsilnější korelační závislost s hodnotou  $r = 0,972$ . Nejvyšší hodnoty celkové i refraktometrické sušiny byly naměřeny u odrůdy Rubín BIO a dosahovaly hodnot 18,12 % (celková) a 16,70 Brix

(refraktometrická). Hodnoty celkové sušiny vykazovaly průkazný rozdíl v závislosti na odrůdě i typu produkce. U refraktometrické sušiny však významný rozdíl zjištěn nebyl.

V jablkách bylo celkem identifikováno 11 různých těkavých sloučenin, kdy v mnohonásobně nejvyšším zastoupení byl 1-butanol. Těkavé látky často zastávají v ovoci aromatické vlastnosti. Mezi celkovým obsahem těkavých látek a příjemností chuti byla zaznamenána středně silná korelační závislost s hodnotou ( $r = 0,552$ ). Celkově bylo naměřeno vyšší množství těkavých látek u integrovaně pěstovaných odrůd. Pouze odrůdy Angold, Florina a Goldstar vykazovaly vyšší množství těkavých látek jako ekologicky pěstované. Obsah těkavých látek nevykazoval průkazný rozdíl v závislosti na odrůdě ani typu produkce.

Při sensorickém hodnocení příjemnosti a intenzity chuti a vůně dosáhly ve všech čtyřech hodnocených parametrech vzorky ekologické produkce vyšších hodnot. Nejvyšší celkovou příjemnost vůně měla odrůda Ontario BIO (63 %). Celkově nejvyšší intenzitu vůně měla odrůda Angold BIO (70 %), tato odrůda měla také nejvyšší celkovou příjemnost chuti (78 %) a intenzitu chuti (74 %). Vysoké hodnoty sensorických parametrů této odrůdy mohou být spojovány s celkovým obsahem těkavých látek, který měl Angold BIO také nejvyšší (102,5 mg/kg). Statisticky průkazné rozdíly v rámci hodnocení jednotlivými hodnotiteli byly shledány mezi typy produkcí u sensorických parametrů celková intenzita chuti a celková příjemnost chuti. V párové porovnávací zkoušce, která byla součástí sensorického hodnocení, byl zaznamenán průkazný rozdíl při porovnání všech vzorků jednotlivých produkcí při hladinách významnosti  $\alpha = 0,01$  i  $\alpha = 0,05$ . Průkazný rozdíl na obou hladinách významnosti byl při porovnání jednotlivých odrůd dále shledán u odrůdy Angold, kdy byl vzorek ekologické produkce preferován všemi hodnotiteli.

Souhrnně lze konstatovat, že odrůda jablek byla významnějším faktorem ovlivňujícím rozdíly v chemických a sensorických vlastnostech než způsob produkce, což lze na základě naměřených výsledků potvrdit.

**Klíčová slova:** jablka, sušina, těkavé látky, askorbová kyselina, sacharidy, sensorická analýza

## **Qualitative parameters of apples grown under organic and integrated farming systems**

### **Summary**

The aim of this diploma thesis was to compare and evaluate the influence of the production system on the content of individual qualitative parameters in apple samples (An-gold, Ontario, Florina, Goldstar, Idared, Rubín, Topaz and Zvonková). Among the qualitative parameters defined in this work were vitamin C, total dry matter, refractometric dry matter, total carbohydrate content, fructose content, glucose, sucrose and volatile substances. Furthermore, the aim was to perform a sensory analysis and to assess the sensory characteristics and differences between production systems and varieties. The hypothesis was that the chemical and sensory properties of organic and integrated production samples will be different. According to the hypothesis, the influence of the variety is a more important factor than the cultivation method.

The total vitamin C content was measured by HPLC with an UV detector. The highest average vitamin C concentration was measured in the Ontario BIO sample at 164.18 mg/kg of apple, while at least in the case of BIO (large fruits) 10.81 mg/kg. In 6 out of 7 cases, higher levels of vitamin C were found in varieties from organic production. The average total vitamin C content was 57.22 mg/kg for BIO varieties and 50.17 mg/kg for integrated production (I.P.). A statistically significant difference in the ascorbic acid concentration was found between the varieties but there was no significant difference between the different types of production.

Glucose, fructose, and sucrose were measured from carbohydrates. In addition, the total amount of carbohydrates was evaluated. For each of the examined sugars, at least 4 out of 7 measurements of the organically grown varieties showed a higher concentration than the integrated ones. The prevailing saccharide in apples was fructose, then glucose followed by sucrose. The highest total carbohydrate concentration was measured for the Rubín BIO sample at 169.1 g/kg, and the least carbohydrate contained Zvonková (large and small fruits) and Topaz. I. P. The statistically significant difference between the variety and the type of production showed the sucrose and total carbohydrate concentrations. At the glucose and fructose content, only a significant difference was found between some varieties

Total and refractometric dry matter values were also higher for organically grown varieties. Among these types of dry matter, the strongest linear dependence with  $r = 0,972$  was found. The highest values of total and refractometric dry matter were measured for Rubín BIO 18, 12% (total dry matter) and 16,7 Brix (refractometric). Values of total dry matter were

higher for all samples than refractometric dry matter. The total dry weight values showed a significant difference depending on the variety and type of production. However, there was no significant difference in refractometric dry matter.

11 different volatile compounds were identified in apples, with 1-butanol being the highest in many times. Volatile substances often have aromatic properties in fruit. There was a moderate linear dependence with the value ( $r = 0.552$ ) between the total volatile content and taste appetite. In general, higher amounts of volatile substances were measured in the integrated varieties cultivated. Only the Angold, Florina, and Goldstar varieties displayed higher amounts of volatile organic substances. The volatile content did not show a significant difference depending on the variety or type of production

In the sensory evaluation of the pleasantness and intensity of the taste and smell, the values of the organic production samples were higher in all four evaluated parameters. The Ontario BIO (63%) was the highest overall pleasantness of flavour. Overall, the highest intensity of flavour had the Angold BIO variety (70%), this variety also had the highest overall pleasantness of taste (78%) and intensity of taste (74%). High sensory parameter values of this variety may be associated with the total volatile content. The highest content of volatile substances had Angold BIO (102.5 mg/kg). Statistically significant differences in the evaluation by the individual evaluators were found among the types of production of the sensory parameters, the overall intensity of the taste and the overall taste. In the pair comparison test, which was part of the sensory evaluation, a significant difference was observed between the samples of individual productions at significance levels  $\alpha = 0,01$  and  $\alpha = 0,05$ . The only difference at both levels of significance was further found in the Angold variety, where a sample of organic production was preferred by all evaluators.

In summary, an apple variety has a significant difference in chemical and sensory properties than the effect of production. This is also confirmed by our results.

**Keywords:** apples, dry matter, volatile substances, ascorbic acid, carbohydrates, sensory analysis

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| 1. Úvod.....   | 10 |
| 2. Cíl diplomové práce .....                                     | 11 |
| 2.1 Hypotéza .....   | 11 |
| 3. Literární rešerše.....  | 12 |
| 3.1 Ekologická produkce.....                                     | 12 |
| 3.1.2 Legislativa vztahující se k ekologickému zemědělství ..... | 13 |
| 3.2 Integrovaná produkce .....                                   | 13 |
| 3.3 Jablka .....   | 14 |
| 3.3.1 Vitamín C.....   | 15 |
| 3.3.2 Sacharidy .....  | 16 |
| 3.3.3 Těkavé látky.....  | 17 |
| 3.3.4 Sušina .....   | 18 |
| 3.3.5 Senzorická kvalita jablek.....                             | 19 |
| 3.4 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie.....                  | 20 |
| 3.4.1 Typy chromatografie .....                                  | 21 |
| 4. Materiál a metody.....  | 23 |
| 4.1 Materiál.....  | 23 |
| 4.2 Stanovení hmotnosti vzorků .....                             | 23 |
| 4.3 Stanovení sušiny.....  | 23 |
| 4.3.1 Stanovení sušiny na sušicích vahách.....                   | 23 |
| 4.3.2 Stanovení refraktometrické sušiny .....                    | 24 |
| 4.4 Stanovení obsahu vitamínu C .....                            | 24 |
| 4.4.1 Přístroje a pomůcky ke stanovení vitamínu C .....          | 24 |
| 4.4.2 Použité chemikálie .....                                   | 24 |
| 4.4.3 Příprava roztoků k analýze vitamínu C .....                | 25 |
| 4.4.3.1 Příprava roztoků standardu pro kalibraci .....           | 25 |
| 4.4.3.2 Příprava materiálu k analýze vitamínu C .....            | 25 |
| 4.5 Stanovení obsahu sacharidů.....                              | 26 |
| 4.5.1 Přístroje a pomůcky ke stanovení .....                     | 26 |
| 4.5.2 Použité chemikálie .....                                   | 26 |
| 4.5.3 Příprava roztoku standardu pro kalibraci.....              | 26 |
| 4.5.4 Příprava materiálu k analýze sacharidů.....                | 26 |
| 4.6 Stanovení obsahu těkavých látek .....                        | 27 |
| 4.7 Senzorická analýza .....                                     | 27 |
| 4.7 Statistická analýza .....                                    | 28 |



|   |    |
|---|----|
| 5. Výsledky .....   | 29 |
| 5.1 Stanovení obsahu vitamínu C v jablkách .....            | 29 |
| 5.2 Stanovení obsahu sacharidů v jablkách .....             | 34 |
| 5.3 Stanovení celkové a refraktometrické sušiny .....       | 53 |
| 5.4 Stanovení hmotnosti jablek.....                         | 56 |
| 5.5 Senzorické hodnocení.....                               | 59 |
| 5.5.1 Párová porovnávací zkouška .....                      | 62 |
| 5.6 Stanovení profilu těkavých aromatických sloučenin ..... | 64 |
| 5.7 Korelační analýza.....                                  | 66 |
| 6. Diskuze .....  | 68 |
| 7. Závěr .....  | 73 |
| 8. Seznam použité literatury .....                          | 74 |
| 9. Seznam příloh.....                                       | 80 |

# 1. Úvod

V dnešní době se stále více lidí začíná orientovat na zdravý životní styl, v němž hraje důležitou roli strava. Kvalita potravin je mnoha lidmi považována za primární kritérium při výběru a nákupu potravin, tudíž jsou na producenty kladeny vysoké požadavky. Pro mnoho lidí je původ a složení potraviny důležitým kritériem při výběru potravin a zaměřuje jejich orientaci na produkty ekologického zemědělství. Ekologické zemědělství neboli organická produkce je založena na etičtějším přístupu ke zvířatům a životnímu prostředí, omezení používání veškerých chemických prostředků v procesu výživy a ochrany rostlin a podpoře trvale udržitelného rozvoje krajiny. Oproti konvenčnímu zemědělství není zaměřeno na minimalizaci nákladů a zisku za co nejkratší dobu, ale snaží se docílit hotového produktu pouze přírodní cestou. Produkty pocházející z ekologického zemědělství jsou označeny předponou BIO a jejich cena je znatelně vyšší. Vysoce nastavené jsou i legislativní požadavky pro ekologické zemědělství a farmy procházejí každoročně celou řadou kontrol a odběrů vzorků prováděnými státními dozorovými orgány.

Podle Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2017) byla spotřeba ovoce mírného pásma na jednoho obyvatele v ČR za rok 2016 49,0 kg na osobu, z čehož nejvyšší podíl měla jablka (23,7 kg). Z tohoto údaje je patrné, že jablka v České republice tvoří velice významnou složku potravy a zastupují téměř polovinu spotřeby ovoce.

Vyvstává zde otázka, zdali a popřípadě jak moc jsou ekologicky pěstovaná jablka pro spotřebitele na kvalitativně vyšší úrovni, než jablka pěstovaná integrovaným způsobem. Popřípadě jaké jsou mezi těmito produkcemi rozdíly. Tato práce byla proto zaměřena na porovnání kvalitativních parametrů ekologicky a integrovaně pěstovaných jablek a následné zhodnocení rozdílů mezi těmito produkcemi.

## **2. Cíl diplomové práce**

Cílem diplomové práce bylo v teoretické části zpracování literární rešerše zaměřené na porovnání sensorické kvality, obsahu sušiny, refraktometrické sušiny, těkavých látek, vitamínu C a sacharidů u jablek z ekologické a integrované produkce. V praktické části byla ve vzorcích jablek pěstovaných ekologickým a integrovaným způsobem provedena sensorická analýza. Dále byl stanoven obsah askorbové kyseliny, mono- a disacharidů pomocí HPLC, obsah těkavých látek, celkový obsah sušiny a refraktometrická sušina.

### **2.1 Hypotéza**

Senzorické a chemické vlastnosti jablek z ekologického a integrovaného způsobu produkce jsou odlišné. Vliv odrůdy je ale významnějším faktorem než způsob pěstování.

## 3. Literární rešerše

### 3.1 Ekologická produkce

Ekologické zemědělství je systém řízení zemědělské výroby s výjimkou všech syntetických vstupů spoléhající na agronomické, biologické a mechanické metody na farmě, jako je rotace plodin, zbytky plodin, živočišná hnojiva, organický odpad mimo farmu, minerální aditiva, biologický systém mobilizace živin a vše ostatní co podporuje a zvyšuje biologickou rozmanitost, biologické cykly a zdraví ekosystémů (Prakash, 2014). Pollan, (2006) ve své knize píše, že ekologické zemědělství lze považovat jako nejstarší formu zemědělství. To proto, že se v zemědělství začaly používat chemické prostředky na bázi ropy až po druhé světové válce.

Mezinárodní federace hnutí ekologických zemědělců (IFOAM), přední mezinárodní organizace zastřešující ekologické zemědělství vydalo v roce 2005 soubor zásad a principů ve snaze docílit jeho přijetí v celosvětovém měřítku.

- Princip jedna: Zdraví

Ekologické zemědělství by mělo udržet a posílit zdraví půdy, rostlin, zvířat, lidí a planety jako nedělitelného celku.

- Princip dva: Ekologie

Ekologické zemědělství by mělo být založeno na živých ekologických systémech a cyklech, pracovat s nimi, snažit se je napodobovat a pomáhat je udržovat.

- Princip tři: Spravedlnost

Ekologické zemědělství by mělo stavět na vztazích, které zajistí spravedlnost s ohledem na společné životní prostředí a životní příležitosti.

- Princip čtyři: Péče

Ekologické zemědělství by mělo být řízeno preventivním a zodpovědným způsobem, aby bylo ochráněno zdraví a blahobyt současných a budoucích generací (IFOAM, 2005).

### 3.1.2 Legislativa vztahující se k ekologickému zemědělství

Podle právních předpisů pro ekologické zemědělství a produkci biopotravin vydaných ministerstvem zemědělství v roce 2012, se na ekologické zemědělství vztahují tyto legislativní povinnosti:

- Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 16/2006 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o ekologickém zemědělství
- Úplné znění nařízení Rady (ES) 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2092/91
- Nařízení Komise (ES) č. 889/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů
- Nařízení Komise (ES) č. 1235/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 834/2007, pokud jde o opatření pro dovoz ekologických produktů ze třetích zemí (Ministerstvo zemědělství, 2012).

### 3.2 Integrovaná produkce

Integrovaná produkce je koncept udržitelného zemědělství založeného na využívání přírodních zdrojů a regulačních mechanismů, které nahrazují potenciálně znečišťující vstupy. Agronomická preventivní opatření a biologické, fyzikální a chemické metody jsou pečlivě vybírány a vyvažovány s přihlédnutím k ochraně zdraví jak zemědělců a spotřebitelů, tak i životního prostředí. Důraz je kladen na holistický systémový přístup zahrnující celou zemědělskou jednotku jako základní jednotku, centrální úlohu agroekosystémů, vyvážené výživové cykly a blaho všech druhů v chovu zvířat (Boller a kol., 2004).

Některé z principů integrovaného zemědělství podle příručky IOBC (Boller a kol., 2004):

- Integrovaná produkce není pouze kombinací integrované ochrany škůdců a dalších prvků, jako jsou hnojiva a agronomická opatření ke zvýšení jejich účinnosti. Také se zaměřuje na regulaci ekosystémů, význam dobrých životních podmínek zvířat a zachování přírodních zdrojů.

- V integrované produkci hraje důležitou roli farmář. Jeho porozumění, motivace a schopnost naplňovat požadavky moderního udržitelného zemědělství jsou úzce spjaty s jeho odbornými schopnostmi získanými pravidelným školením.
- Biologická rozmanitost zahrnuje rozmanitost na úrovni genetiky, druhu a ekosystému. Tvoří základní kostru ekosystémů, přírodních regulačních faktorů a kvalitu krajiny. Náhrada pesticidů faktory přirozené regulace nemůže být dostatečně dosažena bez přiměřené biologické rozmanitosti. Stabilní agroekosystémy, ve kterých je diverzifikována flóra a fauna, poskytují zemědělcům důležité ekologické služby, na které se vztahuje výraz "funkční biodiverzita".
- Zemědělské komodity, které se vyrábějí na vysoké úrovni celkové jakosti, nevykazují pouze vysoké standardy konvenčních a měřitelných parametrů, jako je vnější a vnitřní kvalita. Musí také splňovat požadavky, které nejsou pro spotřebitele viditelné, a sice kvalita produkce (= ekologická kvalita), kvalita chovu, držení, přepravu a porážky (= etická kvalita) a přiměřené pracovní podmínky zemědělských pracovníků podle Charty OSN a Mezinárodní organizace práce (= společenská kvalita).

### 3.3 Jablka

Jablka (*Malus x domestica* Borkh.) se řadí mezi hlavní druhy ovoce v Evropě. Po celém světě je známo okolo 7000 různých kultivarů jablek, přičemž dnešní světová produkce je založena pouze malém počtu odrůd (Hokanson a kol., 2001). Poprvé byla jablka kultivována v Evropě a Asii již ve starověku. Od třetího století před naší letopočetem bylo jablko distribuováno do všech částí světa. Obrovská genetická variabilita těchto plodů jim umožnila adaptaci na různé druhy prostředí a kultura jablek je tak šířena do chladných i teplých oblastí světa. V dnešní době můžeme nalézt sady na Sibiři, kde teploty klesají až na -40 °C a ve vysokých výškách Kolumbie či Indonésie za rovníkem, kde lze v jednom roce vyrábět dvě plodiny (Janick, 1974).

Světová produkce jablek v roce 2012 činila 76,3 milionů tun. Největším světovým producentem byla pro tento rok Čína s produkcí 37 milionů tun jablek, dále pak USA (4,1 milionů tun) a jako třetí Turecko (2,89 milionů tun). Česká republika byla v žebříčku světové produkce jablek na padesátém místě s objemem 118 tisíc tun za rok 2012 (FAO, 2012).

### 3.3.1 Vitamín C

Kyselina askorbová, také známá jako vitamín C se řadí mezi základní lidské živiny spojené s řadou fyziologických funkcí. Vzhledem k jeho antioxidačním vlastnostem hraje důležitou roli v zachycování volných radikálů kyslíku. Také funguje jako kofaktor enzymů hydroxyláz a monooxygenáz, které se podílejí na syntéze kolagenu, L-karnitinu a některých neurotransmiterů (Li a Schellhorn, 2007) Přestože rostliny a většina zvířat dokáže kyselinu L-askorbovou ve svém těle syntetizovat, lidé a další primáti toho nejsou schopni kvůli absenci genu kódujícího L-gulono-1,4-lakton oxidasu, enzym katalyzující poslední krok biosyntézy kyseliny askorbové (Nishikimi a kol., 1994). Adekvátní příjem z potravy je nezbytný pro fyziologické funkce organismu. Nejbohatšími přírodními zdroji vitamínu C v lidské výživě jsou ovoce a zelenina. U zdravého dospělého nekuřáka je doporučená dávka 75 mg za den, avšak může se v různých zemích lišit (Troesch a kol., 2012). Dle Vyhlášky 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin je doporučená denní dávka vitamínu C v České republice 80 mg/osobu/den.

#### Vitamín C v jablkách

V některých odrůdách jablek je vitamín C jedním z nejhojnějších antioxidantů (Lee a kol., 2003). Není však nejsilnějším. Relativní účinnost antioxidantů může být měřena za použití ekvivalentu vitamínu C na stupnici obsahu antioxidantů (VCEAC), která porovnává schopnost zachytávat radikály různých sloučenin s použitím vitamínu C jako standardu. Vzhledem k tomu, že se různé antioxidanty v jablkách nacházejí v různých koncentracích, je užitečné zvážit jejich antioxidační aktivitu oběma způsoby. Tedy koncentraci i schopnost zachytávat radikály (Kang a kol., 2004). Lee a kol. (2003) ve své studii uvádí, že jablka obsahují průměrně 6,61 mg vitamínu C na 100 gramů ovoce, z čehož vitamín C přispívá pouze 11 % celkové antioxidační aktivitě jablka. Dar a Nayik (2016) tvrdí, že antioxidační aktivita jablek je vysoce ovlivněna skladováním, během kterého klesá. Důvod může být přičítán zředění antioxidačních složek zvýšenou vlhkostí a také možné oxidaci antioxidantů.

Fang a kol. (2017) ve své studii porovnávají obsah kyseliny askorbové mezi jablky pěstovanými a divoce rostoucími. Zkoumáno bylo přesně 30 odrůd jablek z různých částí světa. Koncentrace askorbové kyseliny divoce rostoucích jablek se pohybovala v rozmezí 22,07 to 278,48 mg/kg a u kultivovaně pěstovaných od 10,48 do 131,52 mg/kg. To jasně naznačuje, že obsah askorbové kyseliny je u divoce rostoucích jablek vyšší. Průměrná koncentrace askorbové kyseliny byla u divoce rostoucích značně vyšší než u kultivovaně

pěstovaných a dosahovala hodnoty 78,42 mg/kg oproti 44,27 mg/kg se statistickou hodnotou  $p = 0,004$ .

### 3.3.2 Sacharidy

Sacharidy jsou nejzastoupenější a nejrozmanitější třídou organických sloučenin vyskytujících se v přírodě. Jsou to chemické sloučeniny skládající se z uhlíku, vodíku a kyslíku v poměru  $C_n:H_{2n}:O_n$ . Sacharidy v potravinách zahrnují širokou škálu makromolekul a na základě jejich chemické struktury mohou být klasifikovány do tří hlavních skupin: monosacharidy a disacharidy o malé molekulové hmotnosti, oligosacharidy o střední molekulové hmotnosti a polysacharidy s velkou molekulovou hmotností (Herrero, 2012). Sacharidy představují největší zdroj energie v lidském těle a pokrývají od 40 do 80 % celkových energetických nároků. Jsou zdrojem energie pro všechny funkce těla, zvláště funkci mozku a metabolismy jiných živin. Další důležitou úlohou sacharidů ve fyziologii člověka jsou sycení a vyprazdňování žaludku, ovlivnění hladiny krevní glukózy, sérového cholesterolu a ovlivnění střevní mikrobioty a gastrointestinálních procesů v tlustém střevě (Muir a kol., 2009).

#### 3.3.2.1 Sacharidy přítomné v jablkách

Suni a kol. (2000) ve své studii založené na aniontové chromatografii s pulzní amperometrickou detekcí (HPAEC - PAD) zabývající se měřením obsahu nízkomolekulárních sacharidů u sedmi různých kultivarů jablek (Summered, Aroma, Ingrid Marie, Cox Orange, Mutzu, Belle de Boskoop a Jonagold) uvádí, že celkové množství sacharidů o malé molekulové hmotnosti se pohybuje mezi 615 a 716 g na kg sušiny. Z toho je nejzastoupenější složkou fruktóza s obsahem 48–62 % z celkových cukrů, následována sacharózou 28 %, glukózou 11 % a sorbitolem 4 %.

Studie, porovnávající obsah cukrů, kyselin a fenolů v jablkách z organické a integrované produkce poukazuje na vyšší hodnoty sacharidů v odrůdách jablek pěstovaných organickou formou. Z odrůd pěstovaných integrovanou formou měla nejvyšší zastoupení celkového obsahu sacharidů odrůda Jonagold (více než 175 g/kg). Odrůda Jonagold obsahovala také nejvyšší zastoupení disacharidu sacharózy a monosacharidu fruktózy přibližně 85 g/kg u obou. Glukózy bylo podstatně méně a její množství se u jablek z integrované produkce pohybovalo mezi 5–20 g/kg. U organicky pěstovaných odrůd se celkové množství sacharidů v jablkách pohybovalo v širším rozsahu, než u integrované



produkce a u tří odrůd byla celková hodnota cukrů přes 200 g/kg čerstvého jablka. Nejvyšší procento bylo tvořeno cukry sacharózou a fruktózou, jako u předchozího typu produkce (Hecke a kol., 2006).

### 3.3.3 Těkavé látky

Podle technické směrnice vydanou Ministerstvem životního prostředí v roce 2009, je těkáva organická látka (VOC – volatile organic compound) jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou methanu, která při teplotě 20°C (293,15 K) má tlak par  $\geq 0,01$  kPa nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití, a která může v průběhu své přítomnosti v ovzduší reagovat za spolupůsobení slunečního záření s oxidy dusíku (NOx) za vzniku fotochemických oxidantů.

Těkavé látky v potravinách lze dle Vonáška a kol. (1987) označit za přímé metabolity rostlinného či živočišného organismu produkované vnitrobuněčným biogenetickým pochodem. Kvalita a kvantita těchto látek závisí na genetické výbavě rostlinného nebo živočišného druhu a jsou ovlivnitelné některými zevními faktory, jako jsou sklizeň a skladování.

#### 3.3.3.1 Těkavé látky v jablkách

Aromatické profily jablek jsou složité, protože jsou tvořeny velkým počtem těkavých sloučenin, které přispívají k celkové sensorické kvalitě. V profilu aromatu jablka bylo naměřeno více než 300 těkavých látek, jako jsou karboxylové estery, alkoholy, aldehydy, ketony a kyseliny (Ferreira a kol., 2009). Složení těkavých látek v jablkách závisí na několika faktorech. Především na kultivaru, kulturních zvyklostech pěstování, klimakterických podmínkách a stádiu zralosti (Dixon a kol., 2000). Lara a kol. (2006) ve své studii tvrdí, že výsledný profil vůně ovoce je výsledkem rovnováhy emisí těkavých sloučenin, a jakékoli změny v systému této rovnováhy mají za následek modifikaci chuti ovoce. Nicméně jen málo těkavých sloučenin má rozhodující vliv na sensorickou kvalitu jablečných plodů, patří mezi ně ethylacetát, ethylbutyrát a methylantranilát.

Ferreira a kol. (2009) ve svém zkoumání zjišťoval profily těkavých látek jablkách pocházejících z různých geografických regionů na ostrovech Madeiry. Látky byly extrahovány pomocí SPME (mikroextrakcí na pevné fázi) a proměřeny na GC-MS (plynovém chromatografu s hmotnostně-spektrometrickým detektorem). V dužině, slupce a celém

jablku bylo identifikováno více než 100 těkavých látek. Nejvíce zastoupenými látkami byly vyšší alkoholy, ethylestery a terpeny.  $\alpha$ -Farnesen, hexan-1-ol a hexyl 2- methylbutyrát tvořily největší část z celkové plochy píků všech těkavých látek s průměry 24,71; 14,06 a 10,8 %. Ve slupce bylo nalezeno více těkavých sloučenin než v dužině jablka.

Mikulic-Petkovsek a kol. (2010) se ve své studii zabývali vlivem typu produkce (organická, integrovaná) na obsah fenolických látek v jablkách mezi roky 2008 a 2009. Jako vzorky byly použity odrůdy Florina, Topaz, Crown Prince Rudolph a Reinette de Champagne, pěstované jak organicky, tak integrovaně. Měřeno bylo široké množství fenolických látek odděleně ve slupce a v dužině. Celková suma fenolického obsahu se pohybovala průměrně kolem 350 mg/kg v dužině a 1300 mg/kg ve slupce. Jablka pěstovaná organicky měla v každém měření vyšší obsah celkového množství fenolických látek přibližně o 20 %. Tyto výsledky částečně potvrzuje (Peck a kol., 2006), který ve své studii porovnává organicky, konvenčně a integrovaně pěstované odrůdy jablek. Mezi léty 2002–2003 porovnává celkový obsah těkavých látek v jablkách. Sklizeň z roku 2003 má jasně dominantní podíl těkavých látek v organické produkci, oproti tomu předchozí rok je celkově vyšší obsah u integrovaně pěstovaných.

### 3.3.4 Sušina

Variabilita obsahu sušiny jablek je vysoká a závisí na mnoha různých faktorech, jako jsou: genotyp, technologie aplikace kultury, doba sklizně, způsob skladování a mnoho dalších. Díky těmto faktorům se obsah sušiny v plodech jablek pohybuje v rozmezí 8–37 % s tím, že nejvyšší plody mají sušinu okolo průměru tohoto rozmezí (Stelian, 2014).

McGlone a kol. (2002) ve své studii zabývali sušinou a pevnými rozpustnými látkami v jablkách. Ve své práci stanovovali celkovou a refraktometrickou sušinu u jablek odrůdy Royal Gala. Sušina byla měřena sušením při 60 °C po dobu 24 hodin. Refraktometrická sušina byla měřena na digitálním refraktometru (Atago; Japan). U čerstvých jablek ihned po sklizni byla naměřena celková sušina 13,73 % a refraktometrická 11,05 %. Po šesti týdnech uskladnění při teplotě 0 °C byly tyto hodnoty znovu proměřeny. Následkem tohoto procesu činil nárůst celkové sušiny na 14,09 % a refraktometrické 12,03 %. Hlavními příčinami zvýšení těchto hodnot se předpokládá ztráta vody výparem a hydrolyza škrobu během skladování.

(DeElla a kol., 1992) ve své komparativní studii porovnávající kvalitativními znaky ekologicky a konvenčně pěstovaných jablek jasně poukazují na zvýšenou hodnotu celkové sušiny u organicky pěstovaných kultivarů. Naměřené hodnoty sušiny po sklizni i po skladovacím procesu byly vždy vyšší u organicky pěstovaných odrůd.

### **3.3.5 Senzorická kvalita jablek**

Steyn (2012) zabývající se fyziologií a funkcí ovocných pigmentů komentuje vizuální podobu ovoce jako předmět prvního hodnocení spotřebitelem. Pigmentová kompozice určuje vzhled ovoce, který má z hlediska estetiky a signalizace kvality důležitou funkci v přijatelnosti pro spotřebitele. Daillant-Spinler (1996) ve své studii potvrzuje vliv barvy jablek na sensorické hodnocení spotřebitelem. Celkovému počtu 63 hodnotitelů byla podána jablka se slupkou a následně bez slupek. Výsledky sensorického hodnocení jasně poukazovaly na spojování červených odrůd jablek se sladkými sensorickými deskriptory a jablka zelených odrůd naopak s kyselými.

Plöger a kol. (1993) ve své studii popisují úspěšný prodej jablek z organické produkce ve významných řetězcích švýcarských supermarketů. Ceny takových produktů se pohybovaly o 25-50 % výše než u jablek pěstovaných integrovanou či konvenční formou. Zákazníci to akceptovali s tím, že organicky pěstovaná jablka představují nižší zátěž pro životní prostředí. Avšak důraz kladli také na cenu, oproti zákazníkům obchodů s bioprodukty. Jiné studie odhalily, že hlavním důvodem nákupu organických produktů v řetězcích jsou zdravotní důvody. Na základě takovéto problematiky a dohadů ohledně organických a integrovaných produktů, provedli (Weibel a kol., 2000) studii, z čehož jednou částí byla sensorická analýza. Bylo vybráno 5 párů jablek odrůdy Golden delicious z různých částí Švýcarska, které byly sensoricky testovány 14 proškolenými hodnotiteli pomocí panelových testů. Zkoumáno bylo celkové sensorické skóre, intenzita aromatu a kvalita aromatu. Ve všech případech byla u jablek z ekologické produkce zaznamenána vyšší hodnota sensorického skóre, než u jablek z produkce integrované viz Tabulka č. 1.

Senzorické posouzení jablek bylo také součástí studie (DeElla a kol., 1992), kteří se zabývali posklizňovou kvalitou a atributy organicky a integrovaně pěstovaných jablek odrůd McIntosh a Cortland. Sensorické hodnocení bylo provedeno panelem 10 hodnotitelů vyškolených pro schopnost vnímání sladkosti, trpkosti, zápachu, pevnosti a šťavnatosti pomocí strukturovaných devítibodových stupnic. Pevnost byla sensorickým panelem vnímána

vyšší u organicky pěstovaných jablek odrůdy McIntosh než u integrovaných. U odrůdy Cortland nebyla v této vlastnosti změna zaznamenána. Hodnotitelé dále uvedli, že organicky pěstovaný McIntosh chutnal škrobnatěji a chuťově se zdál méně zralý než konvenčně pěstovaný McIntosh. U odrůdy Cortland byla trpkost chuti u obou typů hodnocena totožně, avšak v hodnocení sladkosti byli organicky pěstovaná jablka pro hodnotitele příznivější. Ve šťavnatosti jablek nebyla hodnotiteli shledána žádná diference.

Tabulka č. 1 Senzorické hodnocení odrůdy Golden delicious

| Parametr                               | Vliv typu produkce                     |
|--|--|
|  | 43 dní chladu + 4 dny pokojová teplota |
| Celkové sensorické skóre (0-100)       | bio (47,9) > IP (41,5)                 |
| Intenzita aromatu (0-100;50 = optimum) | bio (39,8) > IP (34,3)                 |
| Kvalita aromatu (0-100)                | bio (4,6) > IP (3,93)                  |

Zdroj: Weibel a kol. (2000)

### 3.4 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie

Ardrey (2003) ve své knize popisuje chromatografii jako fyzikální separační metodu, kdy jsou komponenty selektivně separovány mezi dvě nemísitelné fáze. Mobilní fází je kapalina, která je nositelem nastříknutého vzorku přes fázi stacionární. Tato fáze obvykle vyplňuje vnitřní prostor separační kolony. Výsledkem složité interakce mezi dvěma fázemi a vzorky jsou různé retenční časy, tedy doba průchodu vzorku kolonou do detektoru.

#### Komponenty tvořící systém HPLC

Zásobník rozpouštědla – Slouží pro uskladnění dostatečného množství rozpouštědel pro trvalý provoz systému. Může být vybaven online systémem pro odplynění a speciálními filtry izolujícími rozpouštědlo od vlivu vnějšího prostředí.

Čerpadlo – Zajišťuje konstantní a nepřetržitý proud mobilní fáze systémem. Nejmodernější čerpadla umožňují řízené smíchání různých rozpouštědel z různých nádrží.

Injektor – Umožňuje vstřikování směsi analytů do proudu mobilní fáze před tím, než vstoupí do kolony. Většina moderních injektorů, které umožňují naprogramované injekce různých objemů vzorků, které jsou odebírány z lahviček v autosampleru zásobníku.

Kolona – Dochází zde k separaci analytů ve směsi. Kolona je místo, kde je mobilní fáze v kontaktu se stacionární fází, čímž vzniká rozhraní s obrovským povrchem. Většina výzkumů v oblasti chromatografie směřuje k návrhu jak toto mezifázové rozhraní zvětšit a posílit.

Detektor - Jedná se o zařízení pro nepřetržitou registraci specifických fyzikálních (někdy chemických) vlastností efluentu kolony. Nejběžnějším detektorem v chemické analýze je UV (ultrafialový), který umožňuje monitoring a průběžnou registraci absorbance UV záření při zvolené vlnové délce nebo rozpětí vlnových délek. Zjišťování analytu v buňce způsobuje změna absorbance. Pokud analyt absorbuje více než pozadí (mobilní fáze), získá se pozitivní signál.

System získávání a řízení dat – Počítačový systém, který řídí všechny parametry nástroje HPLC (teplota, vstřikovací sekvence apod.). Dále získává data z detektoru a monitoruje výkon systému (nepřetržité sledování složení mobilní fáze, teploty, protitlaku apod.) (Kazakevich a kol., 2007).

### **3.4.1 Typy chromatografie**

Podle uspořádání mobilní a stacionární fáze lze rozdělit chromatografii na sloupcovou (kolonovou) a tenkovrstvou. V kolonové chromatografii je stacionární fáze držena v úzké trubici a mobilní fáze tlačena skrz ni tlakem nebo gravitací, zatímco v tenkovrstvé chromatografii je poutána na ploše a mobilní fáze se skrz ni pohybuje vlivem kapilarity (vzlínivosti) (Bard, 1963).

#### **3.4.1.1 Chromatografie na normální fázi**

Na základě polaritativní fáze, můžeme chromatografii dále dělit na chromatografii na normální a reverzní fázi. V chromatografii na normální fázi je stacionární fáze polárnější než fáze mobilní. Stacionární fáze jsou obvykle vyráběny z anorganických polymerů s velkými plochami povrchu, jako je hydratovaný oxid křemíku (silikagel) nebo polymerů oxidu hlinitého (Rubinson a kol., 2000). Jako mobilní fáze se většinou používají ve vodě nerozpustná nepolární rozpouštědla jako dichlormethan, hexan, heptan nebo tetrahydrofuran. V některých případech se do nepolární fáze přidává malý přírůstek polárního modifikátoru, jako jsou methanol či ethanol (Kazakevich, 2007). Separace je kompetitivní proces, kdy

molekuly analytu soutěží s molekulami mobilní fáze o absorpční místa na povrchu stacionární fáze. Čím je silnější interakce mezi mobilní a stacionární fází, tím nižší je rozdíl mezi interakcí stacionární fáze a analytu, jehož retence je po té také nižší, tudíž je méně zadržován (Moldoveanu, 2013). V tomto chromatografickém systému se nejdříve eluuje nejméně polární položka směsi, čímž narůstá polarita a snižuje se eluční doba komponent (Bard, 1963).

#### 3.4.1.2 Chromatografie na reverzní fázi

Chromatografie na reverzní fázi je nejběžnější technikou HPLC a probíhá na ní separace velkého množství různých látek (Moldoveanu a kol., 2013). V dnešní době je tento typ chromatografie používán ve více než 70 % všech měření prováděných pomocí kapalinové chromatografie (Rubinson a kol., 2000). Separační mechanismus při tomto typu chromatografie závisí na hydrofobních vazebných interakcích mezi rozpuštěnými molekulami v mobilní fázi a imobilizovaným hydrofobním ligandem tj. stacionární fází (Dorsey a kol., 1994). Mobilní fáze v chromatografii na reverzní fázi je primárně vodná, což znamená vysoký stupeň organizované struktury obklopující jak molekulu rozpuštěné látky, tak imobilizovaný ligand. Protože se rozpuštěná látka váže na imobilizovaný hydrofobní ligand, hydrofobní oblast vystavená rozpouštědлу je minimalizována. Proto je míra organizované struktury vody snížena odpovídajícím příznivým nárůstem entropie systému. (Wiley, 1961).

## **4. Materiál a metody**

### **4.1 Materiál**

K provedení výzkumu bylo získáno následujících 8 odrůd jablek: Angold, Florina, Goldstar, Idared, Ontario, Rubín, Topaz a Zvonkové. Kromě odrůdy Zvonkové, byla všechna zkoumaná jablka pěstována jak v integrované, tak v ekologické formě zemědělství. Integrovaná produkce odrůd Florina, Goldstar, Idared, Ontario, Rubín a Topaz byla zajištěna z vlastní produkce ČZU v Praze. Jako produkt ekologického zemědělství byly tyto odrůdy vypěstovány v Šachově u Borohrádku, odkud pochází i odrůda Angold. Jako produkt integrovaného zemědělství byla však tato odrůda vypěstována VŠÚO Holovousy, s.r.o., na Jičínsku. Poslední zkoumanou odrůdou bylo Zvonkové, které pochází z certifikované ekologické produkce v Radimi na Chrudimsku. Vzorky z integrované formy zemědělství dodány nebyly a zkoumány byly rozdíly mezi malými a velkými plody této odrůdy.

### **4.2 Stanovení hmotnosti vzorků**

Pro posouzení rozdílů hmotností jednotlivých plodů byla zkoumaná jablka jednotlivě vážena na analytických vahách AND ER-180A (A and D Company, Tokyo Japan) na 3 desetinná místa. U každé odrůdy a typu produkce byla zvážena 4 jablka, ze kterých byl po té vypočítán aritmetický průměr jejich hmotnosti. Jednotlivé hodnoty hmotností byly následně zaneseny do tabulky. Vzorky byly před vážením čerstvé a v původním stavu.

### **4.3 Stanovení sušiny**

#### **4.3.1 Stanovení sušiny na sušicích vahách**

Stanovení sušiny bylo provedeno na sušicích vahách s infrazářičem (Precisa HA 300). Přístroj byl nastaven na program sušení zeleniny a následně zde byly jednotlivé vzorky proměřeny. Vzorky jednotlivých odrůd jablek byly společně zhomogenizovány a převedeny do stavu jablečného pyré. Zhomogenizovaný materiál byl vždy po 1 gramu nanášen a roztírán na hliníkovou podložku, která byla vložena do přístroje. Následně byl vzorek sušen 18–20 minut do konstantní hmotnosti, která je dle nastavení tohoto programu nastává tehdy, kdy je

pokles hmotnosti za 30 sekund menší než 2 mg. Po té byla hodnota celkové sušiny v procentuálním vyjádření zapsána do tabulky.

#### **4.3.2 Stanovení refraktometrické sušiny**

Jednotlivé zhomogenizované vzorky z předchozího měření byly následně využity při stanovení refraktometrické sušiny. Vzorky v podobě jablečného pyré byly v množství cca 1 ml vloženy do eppendorfek a na mikrocentrifuze (Hettich EBA 21) odstředovány po dobu 2 minut a 15 000 otáčkách. K určení indexu lomu byl použit přenosný refraktometr (REF 103, Brix, 0~32%). Na zešikmený skleněný hranol refraktometru byla nanesena kapka odstředěného vzorku a následně přiklopeno průsvitné sklíčko, aby se pod ním kapalina rovnoměrně rozprostřela. Po té byl hranol namířen proti světlu a ze stupnice odečtena hodnota refraktometrické sušiny. Každý vzorek byl dvakrát proměřen.

### **4.4 Stanovení obsahu vitamínu C**

#### **4.4.1 Přístroje a pomůcky ke stanovení vitamínu C**

- běžné laboratorní sklo
- filtrační papír Filtrak
- injekční stříkačky (objem 10  $\mu$ l)
- analytické váhy AND ER-180A (A and D Company, Tokyo Japan)
- ultrazvuková lázeň (Tesla, Czech republic)
- pH metr Snail Instruments pH 12
- ruční mixér B-515M (500W) FAGOR (Electrodomésticos, Spain)
- HPLC systém INGOS: - pumpa LCP 5020 - analytická kolona LiChroCart 125-4 Purospher Star RP-18e (5  $\mu$ m), teplota kolony 25 °C - spektrofotometrický detektor LCD 5000, vlnová délka 254 nm - průtok mobilní fáze 1 ml.min<sup>-1</sup>

#### **4.4.2 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)



### 4.4.3 Příprava roztoků k analýze vitamínu C

#### 4.4.3.1 Příprava roztoků standardu pro kalibraci

Pro přípravu standardních roztoků, byl namíchán zásobní roztok askorbové kyseliny o koncentraci 1 mg/ml v extrakčním činidle. Jako extrakční činidlo byl použit 3% roztok kyseliny metafosforečné a vody, který byl připraven rozpuštěním 45 g krystalické kyseliny fosforečné v 1500 ml demineralizované vody. Ze zásobního roztoku askorbové kyseliny bylo postupně připraveno 6 roztoků o koncentracích 0,1105; 0,3315; 0,1105; 2,21; 4,42; 6,63 mg/100 ml. Tyto roztoky byly připraveny odměřením zásobního roztoku askorbové kyseliny pomocí pipety v množství 0,05; 0,15; 0,5; 1; 2; a 3 ml, nality do 50ml odměrných baněk a po rysku zality extrakčním činidlem. K samotnému nástřiku do smyčky přístroje HPLC bylo odebráno injekční stříkačkou cca 40  $\mu$ l roztoku z každé baňky. Každý standard byl proměřen dvakrát. Z hodnot ploch jednotlivých elučních pásů kalibračních roztoků askorbové kyseliny byla vytvořena kalibrační křivka, viz Graf č. 1.

#### 4.4.3.2 Příprava materiálu k analýze vitamínu C

Pro stanovení obsahu vitamínu C a sacharidů v jablkách pomocí přístroje HPLC byly použity zmražené extrakty jednotlivých odrůd jablek. Jednotlivé reprezentativní vzorky byly umyty, řádně očištěny, nakrájeny a následně rozmixovány do podoby jablečného pyré včetně slupek. Rozmixované vzorky byly odváženy v množství 25 g a poté rychle přelity asi 50 ml zředěné kyseliny metafosforečné, aby se předešlo oxidačním procesům, kterým jablka podléhají a dochází především k degradaci askorbové kyseliny. Tyto vzorky byly dále zhomogenizovány, odfiltrovány přes filtrační papír, vloženy do plastových nádobek s víčky a následně zamrazeny. Před samotným měřením byly vzorky rozmrazeny, odpipetovány do eppendorfek a vloženy do odstředivky, kde byly odstředovány při 15 000 otáčkách po dobu 2 minut. Čistá odstředěná kapalina, byla nasáta v množství asi 30  $\mu$ l do injekční stříkačky a vstříknuta do dávkovacího zařízení kapalinového chromatografu. Každá analýza trvala 5 minut a každý vzorek byl proměřen ve třech opakováních. Rozmražené filtráty byly opět zamrazeny a ponechány na stanovení sacharidů.

## 4.5 Stanovení obsahu sacharidů

### 4.5.1 Přístroje a pomůcky ke stanovení

- analytické váhy AND ER-180A (A and D Company, Tokyo Japan)
- automatická pipeta (Eppendorf Research a Vitrum)
- mikrocentrifuga (Hettich EBA 21)
- HPLC (Varian 9010, pumpa Varian 9010, smyčka Rheodyne: objem nástřiku 20  $\mu\text{l}$ , analytická kolona Aminex HPX-87H, 300 mm x 7,8 mm, teplota kolony 55  $^{\circ}\text{C}$ , refraktometrický detektor Varian RI-4, pracovní teplota 35  $^{\circ}\text{C}$ , průtok mobilní fáze 0,6  $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$ )
- ruční mixér B-515M (500W) Fagor (Electrodomésticos, Spain)
- injekční stříkačka

### 4.5.2 Použité chemikálie

- D (-) fruktóza (Fructose, AnalaR)
- D (+) glukóza (Glucose, AnalaR)
- sacharóza (Saccharose, AnalaR)
- demineralizovaná voda
- 96%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  p.a. (Penta s.r.o. Chrudim)

### 4.5.3 Příprava roztoku standardu pro kalibraci

Jako mobilní fáze byl použit 0,005M roztok kyseliny sírové, který byl připraven smícháním 0,5585 ml 96 % kyseliny sírové spolu s 2 l demineralizované vody. Takto připravená mobilní fáze byla v zásobní láhvi odplyněna v ultrazvukové lázni po dobu přibližně deseti minut.

### 4.5.4 Příprava materiálu k analýze sacharidů

Pro měření obsahu sacharidů v jablkách pomocí HPLC byl použit stejný materiál jako při měření vitamínu C. Rozmrazený vzorek byl odstředěn a v objemu přibližně 50  $\mu\text{l}$  vstříknut do dávkovacího zařízení kapalinového chromatografu. Doba jednoho měření trvala 15 minut a každý vzorek byl proměřen třikrát.

## 4.6 Stanovení obsahu těkavých látek

V analyzovaných jablkách byly proměřeny těkavé látky na Ústavu konzervace potravin VŠCHT za použití metody SPME-GS-MS neboli plynovou chromatografií s mikroextrakcí na pevnou fázi ve spojení s hmotnostní spektrometrií. Měření bylo provedeno Průchovou a kol. (2017) s cílem kvantifikovat difference těkavých látek ve vzorcích jablek ekologické a integrované produkce.

Přístroje a pomůcky ke stanovení:

- SPME-GS-MS, SSPME; vlákno 50/30  $\mu\text{m}$  24 Ga DVB / CAR / PDMS; sloupec DB-5MS (30 m x 25  $\mu\text{m}$  x 0,25  $\mu\text{m}$ ), teplotní program: 60 ° C / 2 min; rychlost 10 ° C / min až 250 °; teplota MS detektoru: 250 ° C; mobilní fáze: hélium, průtok 1,2 ml / min

Použité chemikálie

- chlorid sodný
- destilovaná voda

## 4.7 Senzorická analýza

Jednotlivé vzorky jablek byly hodnoceny panelem 8 sensorických hodnotitelů za podmínek ISO 8589:2007. Jablka jednotlivých produkcí a odrůd byla nakrájena na osminy a podávána po dvou kusech jedné produkce na Petriho miskách, s tím, že každý kousek pocházel z jiného kusu jablka stejné produkce i odrůdy. Postupně bylo hodnotitelům podáváno osm párů vzorků, kdy pár tvořila jablka stejné odrůdy, avšak pocházející z jiné produkce. Každý vzorek byl označen číselným kódem, který hodnotitelé vyplnili do formuláře. Měření sensorické jakosti jablek bylo prováděno metodou sensorického profilu, párovým a párovým preferenčním testem. Výsledky sensorického profilu byly vyznačeny na grafické lineární orientované nestrukturované stupnici, ze které byly následně převedeny do procentuální podoby (0–100 %). Dále pak hodnotitelé určovali pomocí párového testu rozdíly mezi vzorky a případnou preferenci mezi dvěma vzorky stejné odrůdy, ale rozdílné produkce. Vzorový formulář sensorického hodnocení je uveden v Příloze č. 1.

## 4.7 Statistická analýza

Výpočty aritmetických průměrů a směrodatných odchylek byly získány pomocí programu Microsoft Excel 2010. Pomocí programu STATISTICA 12, byla z průměrných hodnot jednotlivých parametrů vygenerována korelační matice viz Tabulky č. 31 a 32. Z těchto hodnot byla dále vygenerována PCA matice viz Graf č. 15. Dále bylo pomocí analýzy rozptylu (ANOVA) s intervalem spolehlivosti 0,95 vyhodnocena průkaznost rozdílů v závislosti na typu produkce a odrůdy. Pro statistické vyhodnocení pomocí ANOVY nebyly použity průměry, ale všechny naměřené hodnoty u jednotlivých parametrů. Při hodnocení statisticky průkazných rozdílů v závislosti na typu produkce byly použity všechny odrůdy kromě Zvonkového, které se vyskytovalo pouze jako organické. U hodnocení vlivu typu odrůdy jsme použili výsledky ze všech vzorků jablek včetně odrůdy Zvonkové.

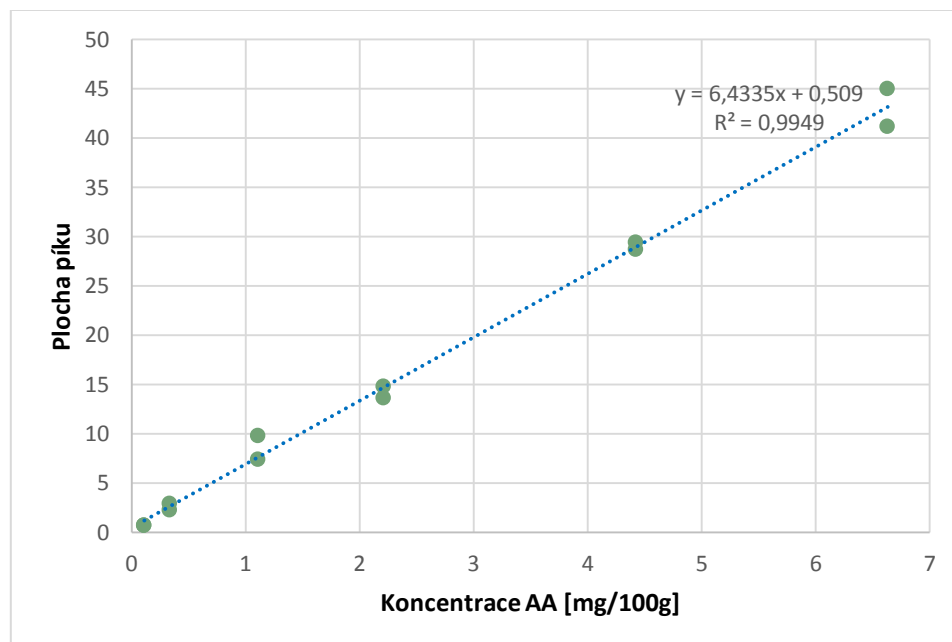
Při sensorickém hodnocení byly jednotlivé vzorky podrobeny párové porovnávací zkoušce. Pomocí této zkoušky bylo zjišťováno, zdali mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl při určitých hladinách pravděpodobnosti ( $P = 95\%$  a  $P = 99\%$ ).

## 5. Výsledky

### 5.1 Stanovení obsahu vitamínu C v jablkách

Obsah askorbové kyseliny byl stanoven u osmi různých odrůd jablek pocházejících z organické (BIO) a integrované (IP) produkce. Pro vyhodnocení měření byla sestrojena kalibrační křivka, která byla získána proměřením kalibračních roztoků o známé koncentraci, viz graf č. 1. Každý analyzovaný vzorek byl proměřen třikrát.

Graf č. 1 Kalibrační křivka askorbové kyseliny



Tabulka č. 2 a tabulka č. 3 znázorňují naměřené hodnoty askorbové kyseliny u všech vzorků a typů produkce. Naměřené hodnoty koncentrací kyseliny askorbové jsou vyjádřeny v mg/kg. Z následujících hodnot byly poté pro každý vzorek vypočteny aritmetické průměry a směrodatné odchylky jednotlivých měření. V 6 ze 7 naměřených koncentrací kyseliny askorbové bylo u vzorků pocházejících z ekologické produkce zaznamenáno vyšší množství této látky. Pouze vzorek odrůdy Angold I. P. obsahoval vyšší koncentraci této látky než vzorek z ekologické produkce. Nejvyšší hodnota koncentrace askorbové kyseliny byla naměřena ve vzorku odrůdy Ontario BIO, jejíž průměrná hodnota činila 164,18 mg/kg. Oproti tomu nejméně askorbové kyseliny bylo naměřeno ve vzorku odrůdy Zvonkové (velké plody), kde koncentrace činila v průměru jen 10,81 mg/kg.

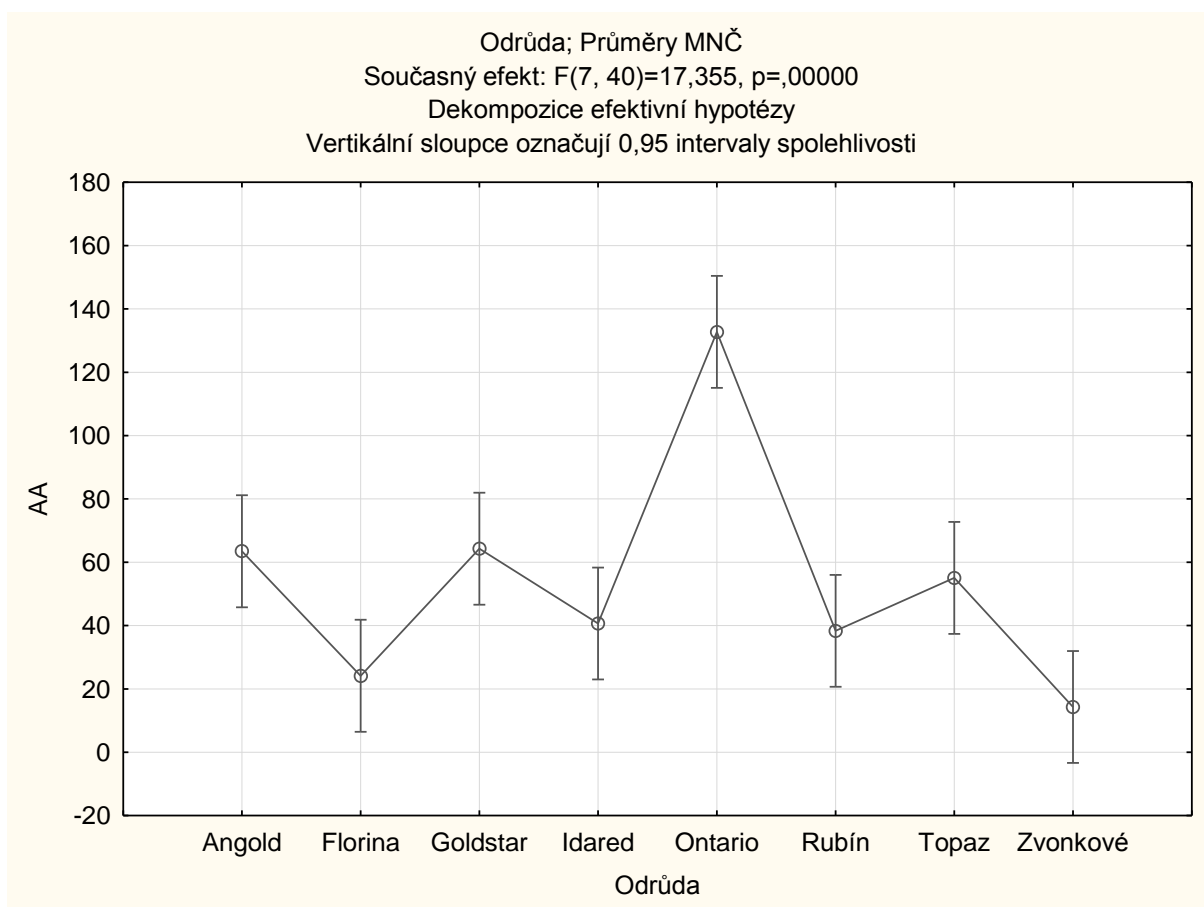
Tabulka č. 2 Hodnoty askorbové kyseliny (AA) ve vybraných vzorcích jablek

| Odrůda       | Vzorek | Koncentrace AA (mg/kg) | Průměr AA (mg/kg) | Směrodatná odchylka |
|--------------|--------|------------------------|-------------------|---------------------|
| Angold IP    | č. 1   | 86,31                  | 86,70             | 2,11                |
|              | č. 2   | 89,46                  |                   |                     |
|              | č. 3   | 84,32                  |                   |                     |
| Angold BIO   | č. 1   | 39,02                  | 40,25             | 0,87                |
|              | č. 2   | 40,93                  |                   |                     |
|              | č. 3   | 40,79                  |                   |                     |
| Florina IP   | č. 1   | 17,01                  | 19,33             | 1,71                |
|              | č. 2   | 19,90                  |                   |                     |
|              | č. 3   | 21,09                  |                   |                     |
| Florina BIO  | č. 1   | 28,21                  | 28,96             | 1,72                |
|              | č. 2   | 27,33                  |                   |                     |
|              | č. 3   | 31,34                  |                   |                     |
| Goldstar IP  | č. 1   | 32,50                  | 28,33             | 2,96                |
|              | č. 2   | 26,60                  |                   |                     |
|              | č. 3   | 25,91                  |                   |                     |
| Goldstar BIO | č. 1   | 95,53                  | 100,23            | 3,46                |
|              | č. 2   | 101,43                 |                   |                     |
|              | č. 3   | 103,74                 |                   |                     |
| Idared IP    | č. 1   | 36,12                  | 38,57             | 2,05                |
|              | č. 2   | 38,45                  |                   |                     |
|              | č. 3   | 41,14                  |                   |                     |
| Idared BIO   | č. 1   | 40,92                  | 42,76             | 2,16                |
|              | č. 2   | 45,79                  |                   |                     |
|              | č. 3   | 41,56                  |                   |                     |

Tabulka č. 3 Hodnoty askorbové kyseliny ve vybraných vzorcích jablek

| Odrůda               | Vzorek | Koncentrace AA (mg/kg) | Průměr AA (mg/kg) | Směrodatná odchylka |
|----------------------|--------|------------------------|-------------------|---------------------|
| Ontario IP           | č. 1   | 97,67                  | 101,34            | 4,39                |
|                      | č. 2   | 98,84                  |                   |                     |
|                      | č. 3   | 107,51                 |                   |                     |
| Onatario BIO         | č. 1   | 162,30                 | 164,18            | 5,05                |
|                      | č. 2   | 171,08                 |                   |                     |
|                      | č. 3   | 159,15                 |                   |                     |
| Rubín IP             | č. 1   | 28,12                  | 28,27             | 0,84                |
|                      | č. 2   | 29,36                  |                   |                     |
|                      | č. 3   | 27,33                  |                   |                     |
| Rubín BIO            | č. 1   | 46,44                  | 48,40             | 1,41                |
|                      | č. 2   | 49,08                  |                   |                     |
|                      | č. 3   | 49,68                  |                   |                     |
| Topaz IP             | č. 1   | 53,70                  | 48,66             | 3,71                |
|                      | č. 2   | 44,86                  |                   |                     |
|                      | č. 3   | 47,41                  |                   |                     |
| Topaz BIO            | č. 1   | 58,15                  | 61,67             | 2,36                |
|                      | č. 2   | 62,85                  |                   |                     |
|                      | č. 3   | 63,41                  |                   |                     |
| Zvonkové malé plody  | č. 1   | 21,83                  | 17,79             | 2,86                |
|                      | č. 2   | 15,75                  |                   |                     |
|                      | č. 3   | 15,80                  |                   |                     |
| Zvonkové velké plody | č. 1   | 10,54                  | 10,81             | 0,52                |
|                      | č. 2   | 11,53                  |                   |                     |
|                      | č. 3   | 10,35                  |                   |                     |

Graf č. 2 Vyhodnocení závislosti obsahu kyseliny askorbové na odrůdě pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ )



Z grafu č. 2 lze pozorovat nejvyšší rozdíly u odrůdy Ontario. Tabulky č. 4 a č. 5 značí statisticky průkazný rozdíl této odrůdy v obsahu kyseliny askorbové se všemi měřenými odrůdami. Statisticky průkazný rozdíl v závislosti na odrůdě dále vykazují odrůdy Zvonkové, Angold a Goldstar. Statisticky průkazný rozdíl u kyseliny askorbové v závislosti na produkci zaznamenán nebyl ( $p = 0,112$ ).



Tabulka č. 4 Vyhodnocení závislosti obsahu kyseliny askorbové na odrůdě pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

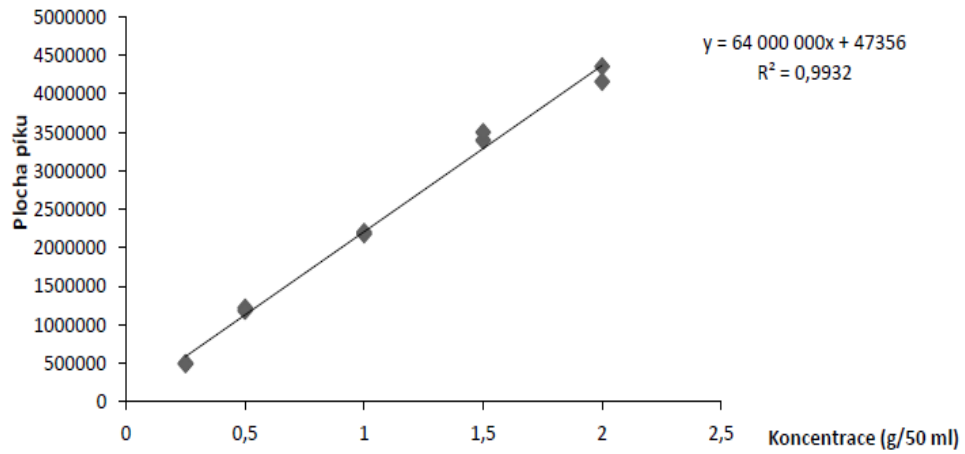
| Č. buňky | Scheffeho test; proměnná AA (Stehlík data hmotnost jablek)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ = 458,83, sv = 40,000 |             |             |             |             |             |             |
|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|          | Odrůda   | 1<br>63,472 | 2<br>24,147 | 3<br>64,285 | 4<br>40,663 | 5<br>132,76 | 6<br>38,335 |
| 1        | Angold   |             | 0,215059    | 1,000000    | 0,839072    | 0,000921    | 0,759888    |
| 2        | Florina  | 0,215059    |             | 0,193538    | 0,967586    | 0,000000    | 0,986344    |
| 3        | Goldstar   | 1,000000    | 0,193538    |             | 0,813149    | 0,001100    | 0,728977    |
| 4        | Idared   | 0,839072    | 0,967586    | 0,813149    |             | 0,000005    | 1,000000    |
| 5        | Ontario  | 0,000921    | 0,000000    | 0,001100    | 0,000005    |             | 0,000003    |
| 6        | Rubín  | 0,759888    | 0,986344    | 0,728977    | 1,000000    | 0,000003    |             |
| 7        | Topaz  | 0,999490    | 0,521296    | 0,999066    | 0,985109    | 0,000142    | 0,965244    |
| 8        | Zvonkové   | 0,049139    | 0,998573    | 0,042745    | 0,712745    | 0,000000    | 0,799231    |

Tabulka č. 5 Vyhodnocení závislosti obsahu kyseliny askorbové na odrůdě pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

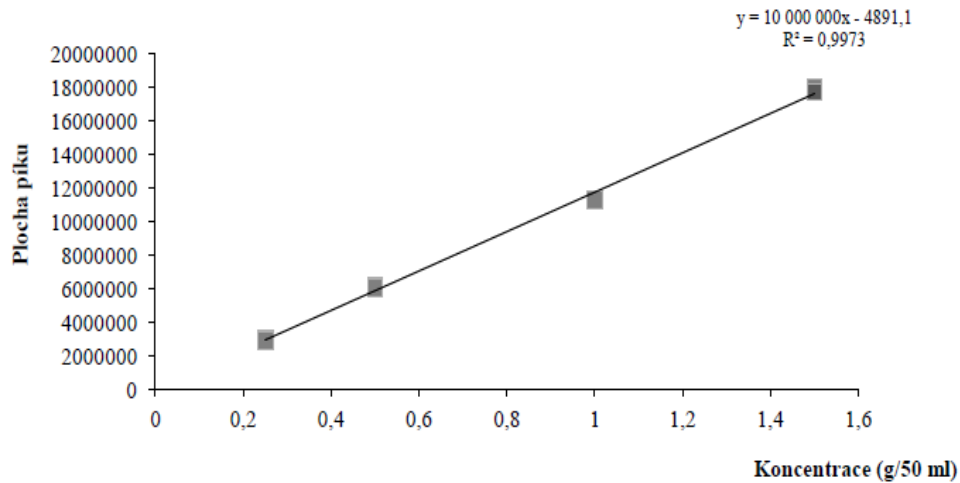
| Č. buňky | Scheffeho test;<br>proměnná AA (Stehlík<br>data hmotnost jablek)<br>Pravděpodobnosti pro<br>post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ =<br>458,83, sv = 40,000 |             |
|----------|--|-------------|
|          | 7<br>55,063  | 8<br>14,300 |
| 1        | 0,999490   | 0,049139    |
| 2        | 0,521296   | 0,998573    |
| 3        | 0,999066   | 0,042745    |
| 4        | 0,985109   | 0,712745    |
| 5        | 0,000142   | 0,000000    |
| 6        | 0,965244   | 0,799231    |
| 7        |  | 0,178084    |
| 8        | 0,178084   |             |

## 5.2 Stanovení obsahu sacharidů v jablkách

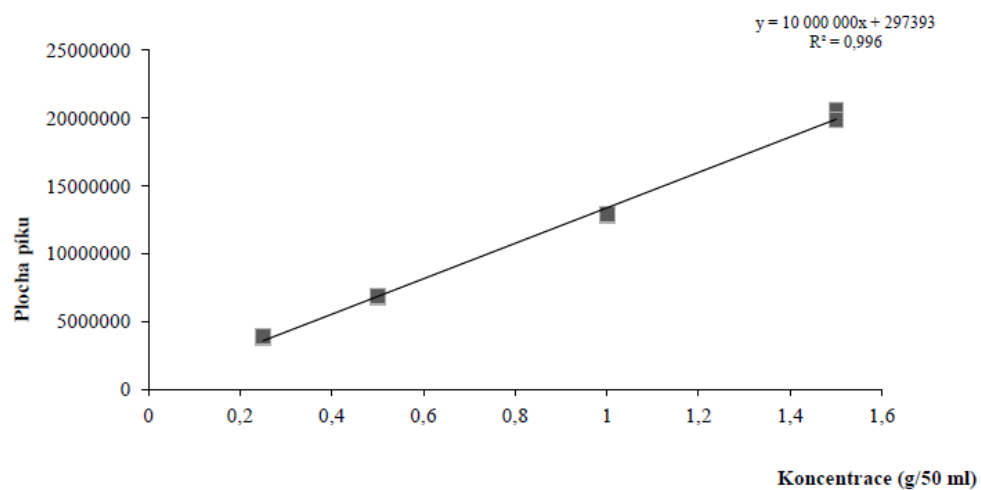
Obrázek č. 1 Kalibrační křivka sacharózy (Kubaschová, 2013)



Obrázek č. 2 Kalibrační křivka glukózy (Kubaschová, 2013)



Obrázek č. 3 Kalibrační křivka fruktózy (Kubaschová, 2013)



Kalibrační křivky sacharidů byly použity převzaty z práce (Kubaschová, 2013)

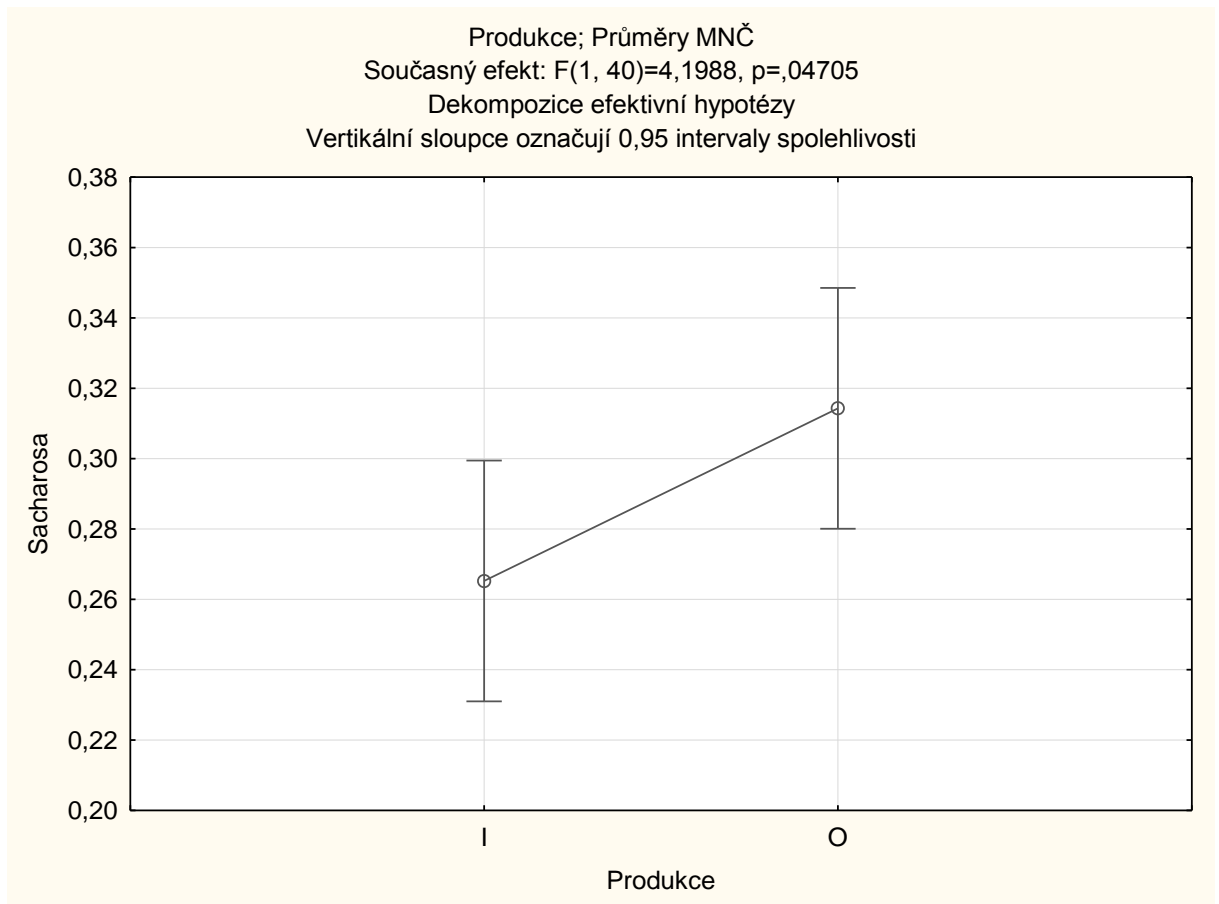
Tabulka č. 6 Výsledné hodnoty koncentrace sacharózy v jednotlivých odrůdách jablek integrované (I. P.) a ekologické produkce (BIO)

| Odrůda       | Vzorek | Koncentrace g/100 g | Průměr v g/100 g | Směrodatná odchylka |
|--------------|--------|---------------------|------------------|---------------------|
| Angold IP    | č. 1   | 0,25                | 0,27             | 0,02                |
|              | č. 2   | 0,27                |                  |                     |
|              | č. 3   | 0,29                |                  |                     |
| Angold BIO   | č. 1   | 0,46                | 0,43             | 0,09                |
|              | č. 2   | 0,53                |                  |                     |
|              | č. 3   | 0,31                |                  |                     |
| Florina IP   | č. 1   | 0,33                | 0,33             | 0,03                |
|              | č. 2   | 0,36                |                  |                     |
|              | č. 3   | 0,30                |                  |                     |
| Florina BIO  | č. 1   | 0,37                | 0,39             | 0,03                |
|              | č. 2   | 0,36                |                  |                     |
|              | č. 3   | 0,43                |                  |                     |
| Goldstar IP  | č. 1   | 0,25                | 0,24             | 0,02                |
|              | č. 2   | 0,27                |                  |                     |
|              | č. 3   | 0,22                |                  |                     |
| Goldstar BIO | č. 1   | 0,26                | 0,27             | 0,01                |
|              | č. 2   | 0,29                |                  |                     |
|              | č. 3   | 0,28                |                  |                     |
| Idared IP    | č. 1   | 0,26                | 0,23             | 0,02                |
|              | č. 2   | 0,22                |                  |                     |
|              | č. 3   | 0,23                |                  |                     |
| Idared BIO   | č. 1   | 0,18                | 0,20             | 0,02                |
|              | č. 2   | 0,22                |                  |                     |
|              | č. 3   | 0,19                |                  |                     |

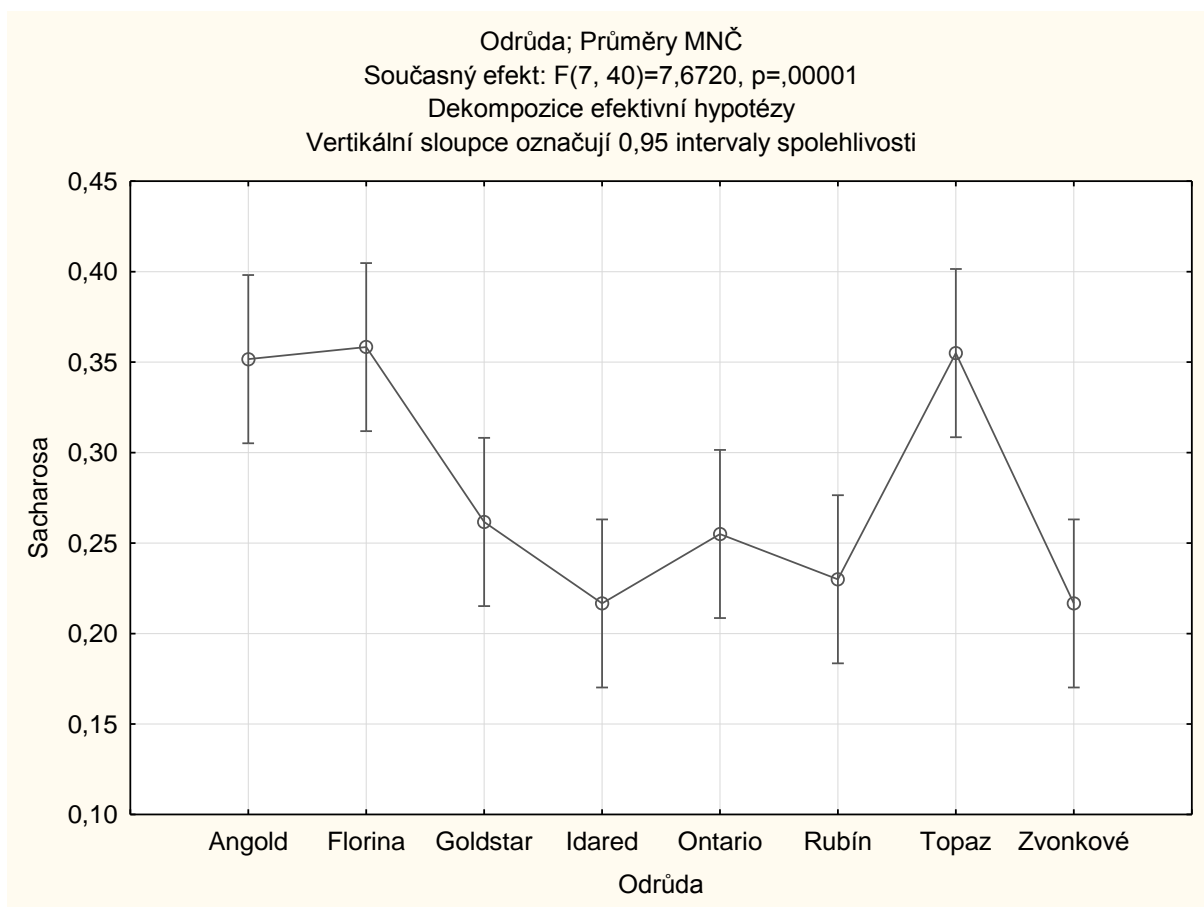
Tabulka č. 7 Výsledné hodnoty koncentrace sacharózy v jednotlivých odrůdách jablek integrované (I. P.) a ekologické produkce (BIO)

| Odrůda               | Vzorek | Koncentrace g/100 g | Průměr v g/100 g | Směrodatná odchylka |
|----------------------|--------|---------------------|------------------|---------------------|
| Ontario IP           | č. 1   | 0,23                | 0,25             | 0,02                |
|                      | č. 2   | 0,25                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 0,27                |                  |                     |
| Onatario BIO         | č. 1   | 0,27                | 0,26             | 0,01                |
|                      | č. 2   | 0,25                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 0,26                |                  |                     |
| Rubín IP             | č. 1   | 0,25                | 0,24             | 0,02                |
|                      | č. 2   | 0,22                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 0,24                |                  |                     |
| Rubín BIO            | č. 1   | 0,21                | 0,22             | 0,02                |
|                      | č. 2   | 0,22                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 0,24                |                  |                     |
| Topaz IP             | č. 1   | 0,30                | 0,29             | 0,01                |
|                      | č. 2   | 0,27                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 0,29                |                  |                     |
| Topaz BIO            | č. 1   | 0,50                | 0,42             | 0,07                |
|                      | č. 2   | 0,36                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 0,41                |                  |                     |
| Zvonkové malé plody  | č. 1   | 0,26                | 0,23             | 0,03                |
|                      | č. 2   | 0,21                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 0,23                |                  |                     |
| Zvonkové velké plody | č. 1   | 0,21                | 0,20             | 0,01                |
|                      | č. 2   | 0,20                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 0,19                |                  |                     |

Graf č. 3 Vyhodnocení závislosti obsahu sacharózy na typu produkce pomocí Scheffého testu ( $p = 0,95$ )



Graf č. 4 Vyhodnocení závislosti obsahu sacharózy na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ )



Tabulka č. 8 Vyhodnocení závislosti obsahu sacharózy na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

| Č. buňky | Scheffeho test; proměnná Sacharosa (Stehlík data hmotnost jablek)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ = ,00317, sv = 40,000 |                 |                 |          |                 |          |          |
|----------|---|-----------------|-----------------|----------|-----------------|----------|----------|
|          | Odrůda  | 1               | 2               | 3        | 4               | 5        | 6        |
| 1        | Angold  | ,35167          | ,35833          | ,26167   | ,21667          | ,25500   | ,23000   |
| 2        | Florina   | 1,000000        |                 | 0,292918 | <b>0,033612</b> | 0,215461 | 0,052145 |
| 3        | Goldstar  | 0,384886        | 0,292918        |          | 0,960604        | 1,000000 | 0,994905 |
| 4        | Idared  | <b>0,033612</b> | <b>0,021209</b> | 0,960604 |                 | 0,983974 | 0,999983 |
| 5        | Ontario   | 0,292918        | 0,215461        | 1,000000 | 0,983974        |          | 0,998860 |
| 6        | Rubín   | 0,079019        | 0,052145        | 0,994905 | 0,999983        | 0,998860 |          |
| 7        | Topaz   | 1,000000        | 1,000000        | 0,337239 | <b>0,026767</b> | 0,252264 | 0,064389 |
| 8        | Zvonkové  | <b>0,033612</b> | <b>0,021209</b> | 0,960604 | 1,000000        | 0,983974 | 0,999983 |

Tabulka č. 9 Vyhodnocení závislosti obsahu sacharózy na typu odrůdy pomocí Scheffého testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

| Č. buňky | Scheffeho test;<br>proměnná Sacharosa<br>(Stehlík data hmotnost<br>jablek)<br>Pravděpodobnosti pro<br>post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ =<br>,00317, sv = 40,000 |          |
|----------|--|----------|
|          | 7  | 8        |
|          | ,35500   | ,21667   |
| 1        | 1,000000   | 0,033612 |
| 2        | 1,000000   | 0,021209 |
| 3        | 0,337239   | 0,960604 |
| 4        | 0,026767   | 1,000000 |
| 5        | 0,252264   | 0,983974 |
| 6        | 0,064389   | 0,999983 |
| 7        |  | 0,026767 |
| 8        | 0,026767   |          |

V obsahu sacharózy lze zaznamenat statisticky průkazné rozdíly v závislosti na typu produkce i odrůdy. Graf č. 3 zaznamenává statisticky průkazný rozdíl v závislosti sacharózy na typu produkce s hodnotou  $p = 0,047$ . Graf č. 4 a Tabulky č. 8 a č. 9 vyznačují průkazné rozdíly mezi odrůdami. Nejvíce průkazných rozdílů vykazují odrůdy Idared a Zvonkové. Statisticky průkazné rozdíly v závislosti na odrůdě dále vykazují odrůdy Angold, Florina a Topaz.



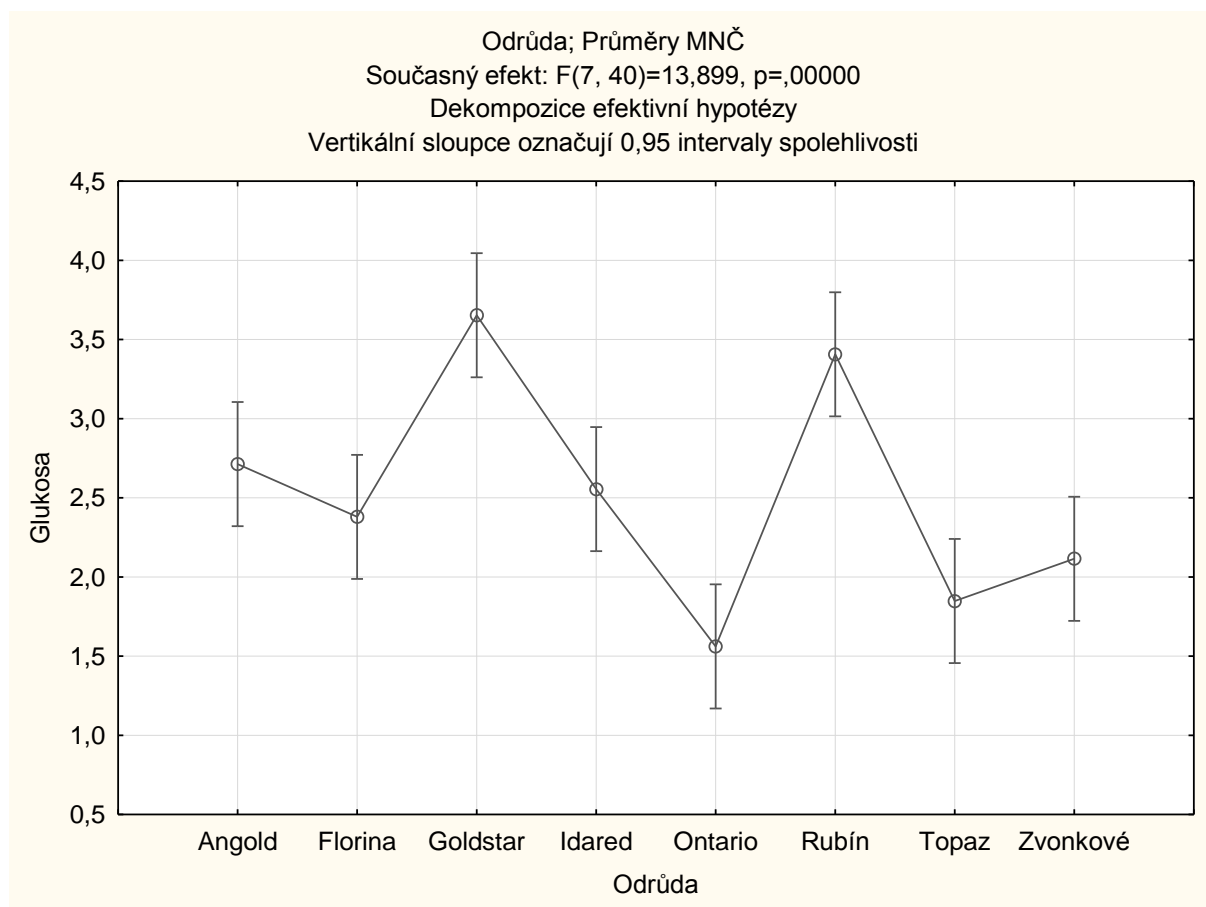
Tabulka č. 10 Výsledné hodnoty koncentrace glukózy v jednotlivých odrůdách jablek integrované (I. P.) a ekologické produkce (BIO)

| Odrůda       | Vzorek | Koncentrace g/100 g | Průměr v g/100 g | Směrodatná odchylka |
|--------------|--------|---------------------|------------------|---------------------|
| Angold IP    | č. 1   | 2,89                | 2,59             | 0,27                |
|              | č. 2   | 2,37                |                  |                     |
|              | č. 3   | 2,50                |                  |                     |
| Angold BIO   | č. 1   | 2,69                | 2,84             | 0,21                |
|              | č. 2   | 2,75                |                  |                     |
|              | č. 3   | 3,08                |                  |                     |
| Florina IP   | č. 1   | 2,10                | 2,39             | 0,29                |
|              | č. 2   | 2,40                |                  |                     |
|              | č. 3   | 2,68                |                  |                     |
| Florina BIO  | č. 1   | 2,09                | 2,37             | 0,37                |
|              | č. 2   | 2,22                |                  |                     |
|              | č. 3   | 2,79                |                  |                     |
| Goldstar IP  | č. 1   | 3,59                | 3,60             | 0,31                |
|              | č. 2   | 3,92                |                  |                     |
|              | č. 3   | 3,29                |                  |                     |
| Goldstar BIO | č. 1   | 3,42                | 3,71             | 0,28                |
|              | č. 2   | 3,72                |                  |                     |
|              | č. 3   | 3,98                |                  |                     |
| Idared IP    | č. 1   | 2,91                | 2,81             | 0,10                |
|              | č. 2   | 2,71                |                  |                     |
|              | č. 3   | 2,80                |                  |                     |
| Idared BIO   | č. 1   | 2,03                | 2,30             | 0,24                |
|              | č. 2   | 2,46                |                  |                     |
|              | č. 3   | 2,42                |                  |                     |

Tabulka č. 11 Výsledné hodnoty koncentrace glukózy v jednotlivých odrůdách jablek integrované (I. P.) a ekologické produkce (BIO)

| Odrůda               | Vzorek | Koncentrace g/100 g | Průměr v g/100 g | Směrodatná odchylka |
|----------------------|--------|---------------------|------------------|---------------------|
| Ontario IP           | č. 1   | 1,54                | 1,69             | 0,18                |
|                      | č. 2   | 1,89                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 1,64                |                  |                     |
| Onatario BIO         | č. 1   | 1,29                | 1,43             | 0,19                |
|                      | č. 2   | 1,36                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 1,65                |                  |                     |
| Rubín IP             | č. 1   | 2,15                | 2,61             | 0,42                |
|                      | č. 2   | 2,73                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 2,96                |                  |                     |
| Rubín BIO            | č. 1   | 4,16                | 4,20             | 0,24                |
|                      | č. 2   | 3,98                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 4,46                |                  |                     |
| Topaz IP             | č. 1   | 0,99                | 1,38             | 0,34                |
|                      | č. 2   | 1,54                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 1,61                |                  |                     |
| Topaz BIO            | č. 1   | 1,90                | 2,32             | 0,44                |
|                      | č. 2   | 2,28                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 2,77                |                  |                     |
| Zvonkové malé plody  | č. 1   | 1,90                | 2,27             | 0,58                |
|                      | č. 2   | 1,96                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 2,94                |                  |                     |
| Zvonkové velké plody | č. 1   | 1,92                | 1,96             | 0,27                |
|                      | č. 2   | 1,72                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 2,25                |                  |                     |

Graf č. 5 Vyhodnocení závislosti obsahu glukózy na typu odrůdy pomocí Scheffého testu ( $p = 0,95$ )



Tabulka č. 12 Vyhodnocení závislosti obsahu glukózy na typu odrůdy pomocí Scheffého testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

| Č. buňky | Scheffeho test; proměnná Glukosa (Stehlík data hmotnost jablek)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ = ,22581, sv = 40,000 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          | Odrůda  | 1               | 2               | 3               | 4               | 5               | 6               |
|          |   | 2,7133          | 2,3800          | 3,6533          | 2,5550          | 1,5617          | 3,4067          |
| 1        | Angold  |                 | 0,980954        | 0,142528        | 0,999828        | <b>0,030437</b> | 0,506971        |
| 2        | Florina   | 0,980954        |                 | <b>0,010882</b> | 0,999666        | 0,289126        | 0,079096        |
| 3        | Goldstar  | 0,142528        | <b>0,010882</b> |                 | <b>0,046390</b> | <b>0,000003</b> | 0,996907        |
| 4        | Idared  | 0,999828        | 0,999666        | <b>0,046390</b> |                 | 0,099969        | 0,241776        |
| 5        | Ontario   | <b>0,030437</b> | 0,289126        | <b>0,000003</b> | 0,099969        |                 | <b>0,000041</b> |
| 6        | Rubín   | 0,506971        | 0,079096        | 0,996907        | 0,241776        | <b>0,000041</b> |                 |
| 7        | Topaz   | 0,224353        | 0,801596        | <b>0,000062</b> | 0,481573        | 0,992178        | <b>0,000747</b> |
| 8        | Zvonkové  | 0,688334        | 0,995164        | <b>0,000910</b> | 0,915790        | 0,767049        | <b>0,009254</b> |

Tabulka č. 13 Vyhodnocení závislosti obsahu glukózy na typu odrůdy pomocí Scheffého testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

| Č. buňky | Scheffého test;<br>proměnná Glukosa<br>(Stehlík data hmotnost<br>jablek)<br>Pravděpodobnosti pro<br>post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ =<br>,22581, sv = 40,000 |          |
|----------|--|----------|
|          | 7  | 8        |
|          | 1,8483   | 2,1150   |
| 1        | 0,224353   | 0,688334 |
| 2        | 0,801596   | 0,995164 |
| 3        | 0,000062   | 0,000910 |
| 4        | 0,481573   | 0,915790 |
| 5        | 0,992178   | 0,767049 |
| 6        | 0,000747   | 0,009254 |
| 7        |  | 0,994973 |
| 8        | 0,994973   |          |

Nejvyšší průkazný rozdíl v závislosti obsahu glukózy na odrůdě můžeme na základě Grafu č. 5 a Tabulek č. 12 a č. 13 pozorovat u odrůdy Goldstar. Vysoký průkazný rozdíl vykazují také odrůdy Ontario a Rubín. Průkazný rozdíl v obsahu glukózy v závislosti na typu produkce nalezen nebyl ( $p = 0,252$ ).

Tabulka č. 14 Výsledné hodnoty koncentrace fruktózy v jednotlivých odrůdách jablek integrované (I. P.) a ekologické produkce (BIO)

| Odrůda       | Vzorek | Koncentrace g/100 g | Průměr v g/100 g | Směrodatná odchylka |
|--------------|--------|---------------------|------------------|---------------------|
| Angold IP    | č. 1   | 9,69                | 9,90             | 0,54                |
|              | č. 2   | 9,50                |                  |                     |
|              | č. 3   | 10,52               |                  |                     |
| Angold BIO   | č. 1   | 11,38               | 11,73            | 0,30                |
|              | č. 2   | 11,93               |                  |                     |
|              | č. 3   | 11,88               |                  |                     |
| Florina IP   | č. 1   | 9,69                | 9,90             | 0,19                |
|              | č. 2   | 10,07               |                  |                     |
|              | č. 3   | 9,93                |                  |                     |
| Florina BIO  | č. 1   | 10,68               | 10,53            | 0,19                |
|              | č. 2   | 10,32               |                  |                     |
|              | č. 3   | 10,59               |                  |                     |
| Goldstar IP  | č. 1   | 7,51                | 7,51             | 0,42                |
|              | č. 2   | 7,94                |                  |                     |
|              | č. 3   | 7,09                |                  |                     |
| Goldstar BIO | č. 1   | 6,29                | 6,49             | 0,30                |
|              | č. 2   | 6,84                |                  |                     |
|              | č. 3   | 6,35                |                  |                     |
| Idared IP    | č. 1   | 9,33                | 9,51             | 0,16                |
|              | č. 2   | 9,65                |                  |                     |
|              | č. 3   | 9,54                |                  |                     |
| Idared BIO   | č. 1   | 8,37                | 9,08             | 1,41                |
|              | č. 2   | 10,71               |                  |                     |
|              | č. 3   | 8,16                |                  |                     |

Tabulka č. 15 Výsledné hodnoty koncentrace fruktózy v jednotlivých odrůdách jablek integrované (I. P.) a ekologické produkce (BIO)

| Odrůda               | Vzorek | Koncentrace g/100 g | Průměr v g/100 g | Směrodatná odchylka |
|----------------------|--------|---------------------|------------------|---------------------|
| Ontario IP           | č. 1   | 8,68                | 7,84             | 0,74                |
|                      | č. 2   | 7,28                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 7,55                |                  |                     |
| Onatario BIO         | č. 1   | 7,69                | 7,63             | 0,49                |
|                      | č. 2   | 7,11                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 8,09                |                  |                     |
| Rubín IP             | č. 1   | 7,52                | 7,70             | 0,81                |
|                      | č. 2   | 8,59                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 7,00                |                  |                     |
| Rubín BIO            | č. 1   | 13,24               | 12,49            | 0,96                |
|                      | č. 2   | 11,41               |                  |                     |
|                      | č. 3   | 12,82               |                  |                     |
| Topaz IP             | č. 1   | 6,23                | 6,48             | 0,40                |
|                      | č. 2   | 6,26                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 6,94                |                  |                     |
| Topaz BIO            | č. 1   | 8,03                | 8,30             | 0,36                |
|                      | č. 2   | 8,17                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 8,71                |                  |                     |
| Zvonkové malé plody  | č. 1   | 5,70                | 6,21             | 0,66                |
|                      | č. 2   | 5,97                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 6,95                |                  |                     |
| Zvonkové velké plody | č. 1   | 5,32                | 6,63             | 1,19                |
|                      | č. 2   | 7,64                |                  |                     |
|                      | č. 3   | 6,94                |                  |                     |

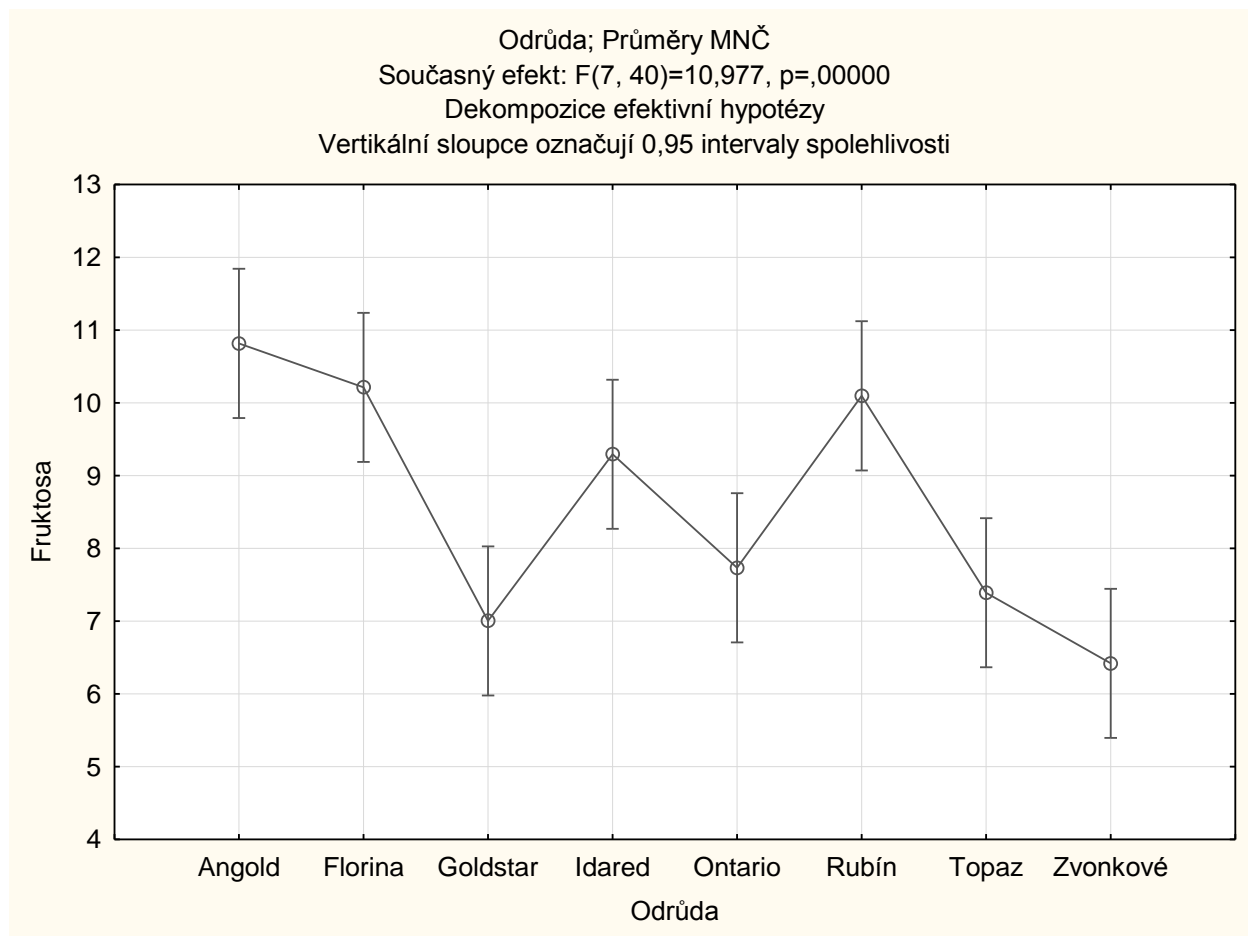
Z tabulek č. 6 a č. 7, znázorňujících koncentrace sacharózy v g/100 g jablka, můžeme pozorovat hodnoty pohybující se v rozpětí 0,2–0,43 g/ 100 g jablka. Nejvyšší hodnoty dosahují odrůdy Angold BIO a Ontario BIO s hodnotou průměrné koncentrace 0,43 g/100 g. Naopak nejnižší koncentrace disacharidu sacharózy byla naměřena v odrůdách Idared BIO a Zvonkové velké plody. U 6 ze 7 odrůd byla naměřena vyšší koncentrace tohoto cukru ve vzorcích jablek vypěstovaných organickou formou. U odrůdy Zvonkové pocházející z organické produkce byla koncentrace vyšší u menších plodů (0,20 g/kg) oproti velkým plodům (0,23 g/kg).

V tabulkách č. 10 a č. 11, byly zaznamenány hodnoty koncentrací monosacharidu glukózy v g/100 g čerstvých jablek. Hodnoty koncentrací glukózy v jablkách jsou značně vyšší než hodnoty sacharózy. Největší koncentrace glukózy byla naměřena ve vzorku odrůdy

Rubín BIO s hodnotou 4,20 g/100 g jablka. Naopak nejnižší koncentraci tohoto cukru byla ve vzorku odrůdy Topaz pocházející z integrované produkce, kde hodnota glukózy na 100 gramů jablka činila 1,38 g. U 4 ze 7 odrůd byla naměřena vyšší koncentrace glukózy ve vzorcích pocházejících z organické produkce.

Hodnoty v tabulkách č. 14 a č. 15 znázorňují koncentrace monosacharidu fruktózy v jednotlivých vzorcích jablek. Z průměrných hodnot fruktózy v jablkách lze jednoznačně usoudit, že se jedná sacharid s nejvyšším zastoupením ve zkoumaných odrůdách jablek. Odrůdou s nejvyšším množstvím fruktózy byl Angold BIO s hodnotou 11,73 g/100 g jablka. Naopak nejnižší koncentrace fruktózy je u malých plodů odrůdy Zvonkové s hodnotou 6,21 g/100 g jablka. Jako u koncentrace glukózy, byla u 4 ze 7 odrůd hodnota koncentrace fruktózy vyšší u organicky vypěstovaných jablek.

Graf č. 6 Vyhodnocení závislosti obsahu fruktózy na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ )



Tabulka č. 16 Vyhodnocení závislosti obsahu fruktózy na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

| Č. buňky | Scheffeho test; proměnná Fruktosa (Stehlík data hmotnost jablek)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ = 1,5423, sv = 40,000 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          | Odrůda   | 1<br>10,817     | 2<br>10,213     | 3<br>7,0033     | 4<br>9,2933     | 5<br>7,7333     | 6<br>10,097     |
| 1        | Angold   |                 | 0,997966        | <b>0,001963</b> | 0,716250        | <b>0,024182</b> | 0,993858        |
| 2        | Florina  | 0,997966        |                 | <b>0,016087</b> | 0,974045        | 0,134531        | 1,000000        |
| 3        | Goldstar   | <b>0,001963</b> | <b>0,016087</b> |                 | 0,210337        | 0,993318        | <b>0,023428</b> |
| 4        | Idared   | 0,716250        | 0,974045        | 0,210337        |                 | 0,690920        | 0,988124        |
| 5        | Ontario  | <b>0,024182</b> | 0,134531        | 0,993318        | 0,690920        |                 | 0,178086        |
| 6        | Rubín  | 0,993858        | 1,000000        | <b>0,023428</b> | 0,988124        | 0,178086        |                 |
| 7        | Topaz  | <b>0,007773</b> | 0,053242        | 0,999891        | 0,441109        | 0,999951        | 0,074123        |
| 8        | Zvonkové   | <b>0,000216</b> | <b>0,002113</b> | 0,998361        | <b>0,045990</b> | 0,843804        | <b>0,003225</b> |

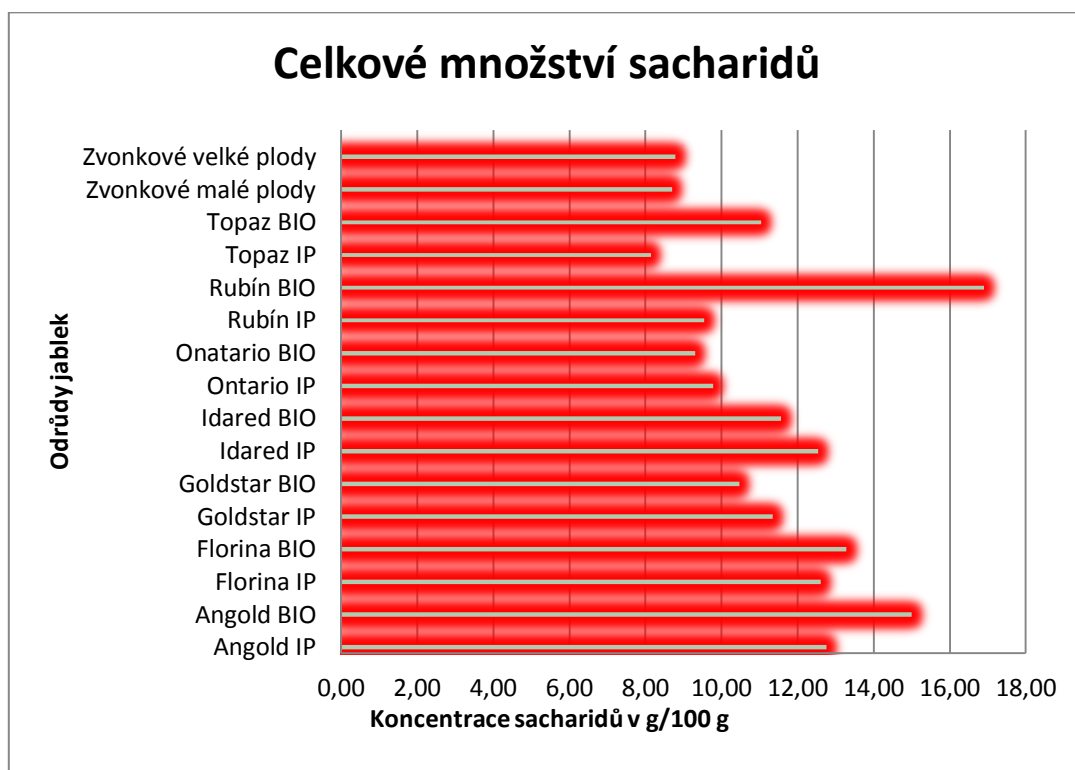


Tabulka č. 17 Vyhodnocení závislosti obsahu fruktózy na typu odrůdy pomocí Scheffého testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

| Č. buňky | Scheffeho test;<br>proměnná Fruktosa<br>(Stehlík data hmotnost<br>jablek)<br>Pravděpodobnosti pro<br>post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ =<br>1,5423, sv = 40,000 |          |
|----------|---|----------|
|          | 7   | 8        |
|          | 7,3900  | 6,4200   |
| 1        | 0,007773  | 0,000216 |
| 2        | 0,053242  | 0,002113 |
| 3        | 0,999891  | 0,998361 |
| 4        | 0,441109  | 0,045990 |
| 5        | 0,999951  | 0,843804 |
| 6        | 0,074123  | 0,003225 |
| 7        |   | 0,965216 |
| 8        | 0,965216  |          |

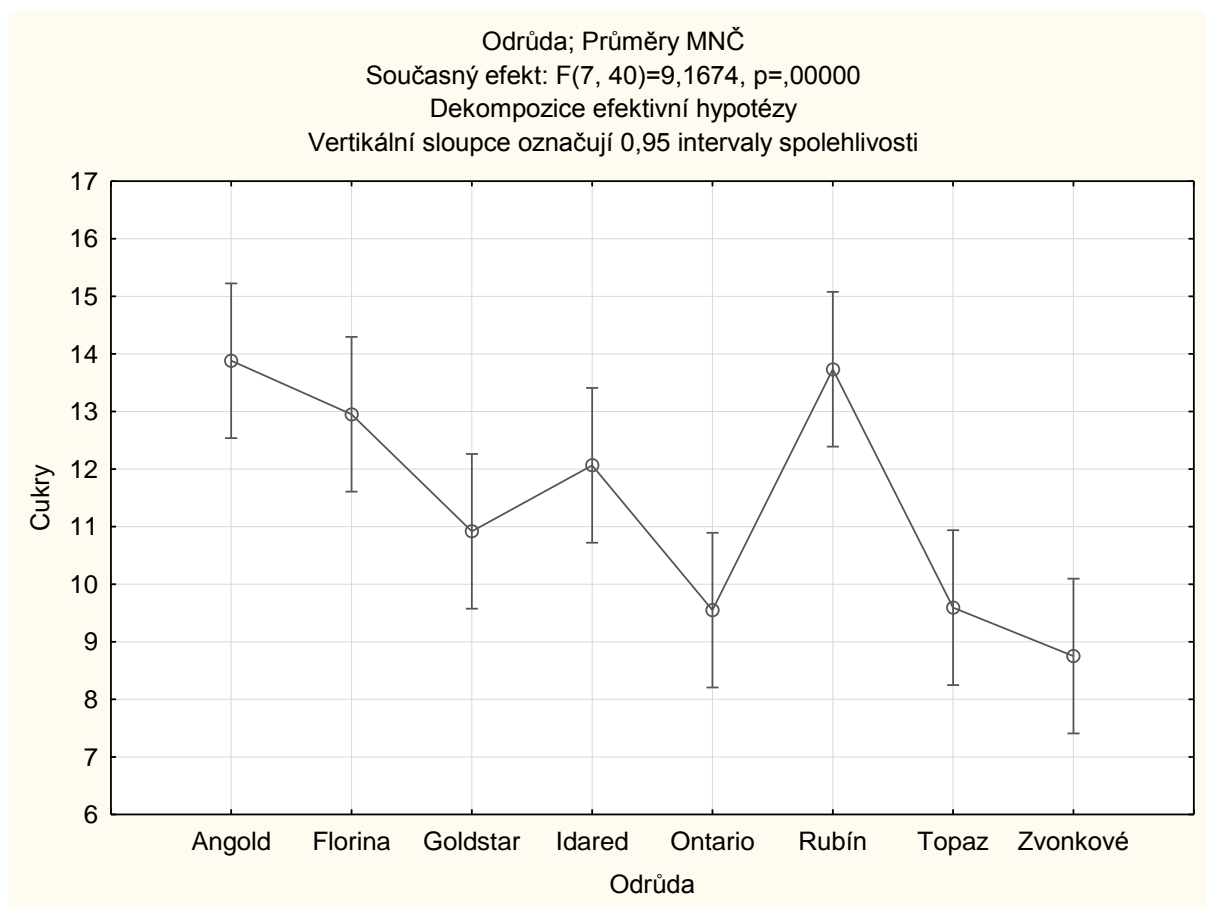
Nejvyšší průkazný rozdíl v závislosti obsahu fruktózy na odrůdě můžeme na základě Grafu č. 6 a Tabulek č. 16 a č. 17 pozorovat u odrůdy Angold. Vysoký průkazný rozdíl vykazují také odrůdy Goldstar a Zvonkové. Průkazný rozdíl v obsahu fruktózy v závislosti na typu produkce nalezen nebyl ( $p = 0,065$ ).

Graf č. 7 Porovnání celkového množství sacharidů u jednotlivých odrůd a typů produkci



Z grafu č. 7 lze pozorovat zastoupení celkových množství analyzovaných sacharidů u jednotlivých odrůd a typů produkce. Odrůda, v níž byla naměřena největší koncentrace sacharidů je Rubín BIO s koncentrací sacharidů více než 16,91 g/100g. Druhým v pořadí je odrůda Angold BIO, kde je koncentrace sacharidů přesně 15 g/100 jablka. Oproti tomu nejnižší koncentraci sacharidů mají odrůda Zvonkové ve velkých i malých plodech a Topaz I. P. Ve většině případů můžeme zpozorovat, že odrůdy pěstované v ekologickém zemědělství, dosahují vyšších hodnot celkového množství sacharidů oproti odrůdám pěstovaných integrovanou formou.

Graf č. 8 Vyhodnocení závislosti celkového obsahu sacharidů na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ )



Tabulka č. 18 Vyhodnocení závislosti celkového obsahu sacharidů na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

| Č. buňky | Scheffeho test; proměnná Cukry (Stehlík data hmotnost jablek)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ = 2,6533, sv = 40,000 |                 |                 |             |             |                 |                 |
|----------|---|-----------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|
|          | Odrůda  | 1<br>13,882     | 2<br>12,952     | 3<br>10,918 | 4<br>12,065 | 5<br>9,5500     | 6<br>13,733     |
| 1        | Angold  |                 | 0,994409        | 0,225002    | 0,804186    | <b>0,011845</b> | 1,000000        |
| 2        | Florina   | 0,994409        |                 | 0,697734    | 0,995837    | 0,100636        | 0,998120        |
| 3        | Goldstar  | 0,225002        | 0,697734        |             | 0,980563    | 0,948645        | 0,284818        |
| 4        | Idared  | 0,804186        | 0,995837        | 0,980563    |             | 0,431176        | 0,864509        |
| 5        | Ontario   | <b>0,011845</b> | 0,100636        | 0,948645    | 0,431176    |                 | <b>0,017205</b> |
| 6        | Rubín   | 1,000000        | 0,998120        | 0,284818    | 0,864509    | <b>0,017205</b> |                 |
| 7        | Topaz   | <b>0,013223</b> | 0,109701        | 0,956687    | 0,454530    | 1,000000        | <b>0,019149</b> |
| 8        | Zvonkové  | <b>0,001368</b> | <b>0,016507</b> | 0,625007    | 0,119802    | 0,997849        | <b>0,002076</b> |

Tabulka č. 19 Vyhodnocení závislosti celkového obsahu sacharidů na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

| Č. buňky | Scheffeho test;<br>proměnná Cukry (Stehlík<br>data hmotnost jablek)<br>Pravděpodobnosti pro<br>post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ =<br>2,6533, sv = 40,000 |          |
|----------|---|----------|
|          | 7   | 8        |
|          | 9,5933  | 8,7517   |
| 1        | 0,013223  | 0,001368 |
| 2        | 0,109701  | 0,016507 |
| 3        | 0,956687  | 0,625007 |
| 4        | 0,454530  | 0,119802 |
| 5        | 1,000000  | 0,997849 |
| 6        | 0,019149  | 0,002076 |
| 7        |   | 0,996995 |
| 8        | 0,996995  |          |

Nejvyšší průkazný rozdíl v závislosti celkového obsahu sacharidů na odrůdě můžeme na základě Grafu č. 8 a Tabulek č. 18 a č. 19 pozorovat u odrůd Angold a Rubín. Průkazný rozdíl také vykazovaly odrůdy Florina a Ontario. Průkazný rozdíl celkového obsahu sacharidů v závislosti na typu produkce byl nalezen i mezi typy produkce ( $p = 0,048$ ).

### 5.3 Stanovení celkové a refraktometrické sušiny

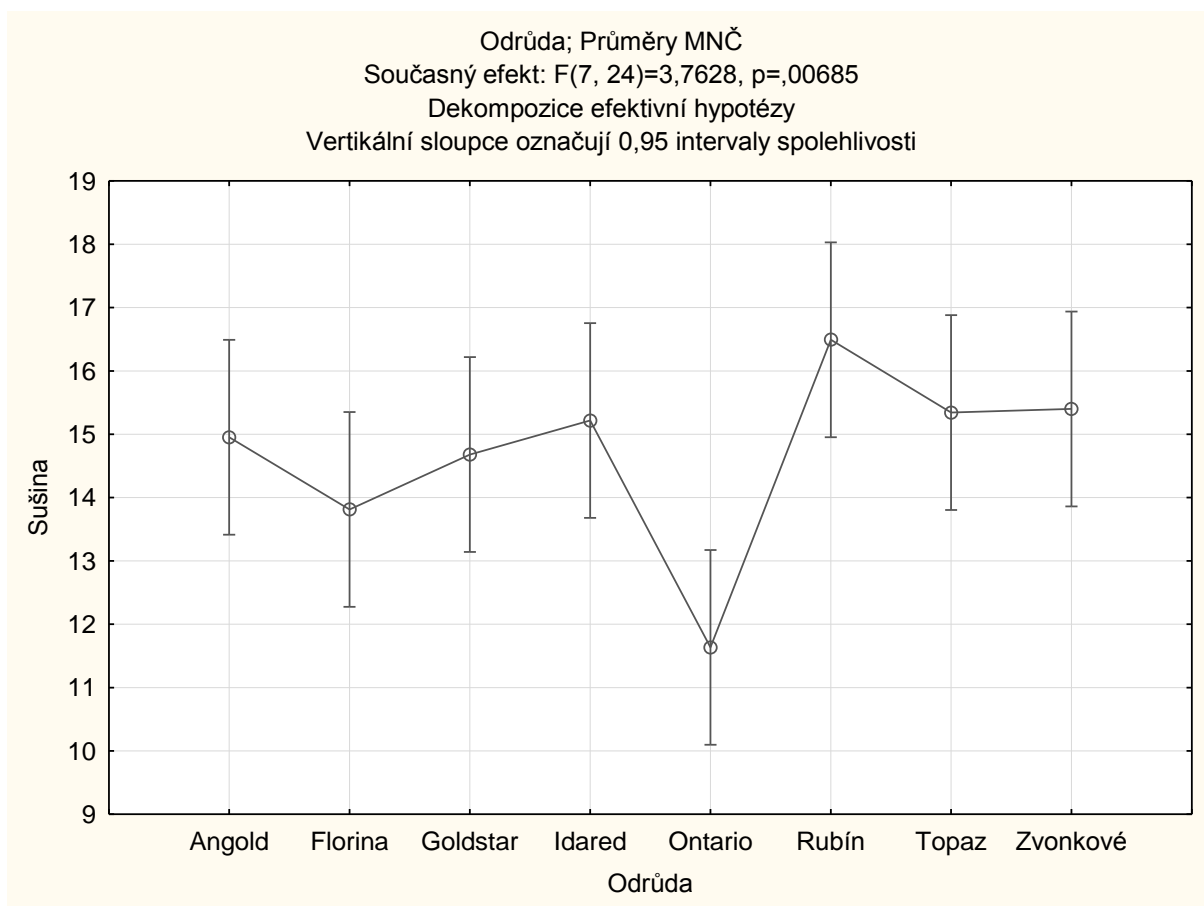
Tabulka č. 20 zaznamenává hodnoty celkové a refraktometrické sušiny ze dvou měření. Celková sušina byla měřena na sušicích vahách s infrazářičem a refraktometrická sušina byla měřena pomocí přenosného refraktometru.

Tabulka č. 20 Porovnání celkové a refraktometrické sušiny u jednotlivých odrůd a typů produkce

| Odrůda         | Vzorek | Celková sušina (%) | Průměr (%) | Refraktometrická sušina (Brix) | Průměr (Brix) |
|----------------|--------|--------------------|------------|--------------------------------|---------------|
| Angold BIO     | č. 1   | 17,35              | 17,09      | 15,2                           | 15,20         |
|                | č. 2   | 16,82              |            | 15,2                           |               |
| Angold I. P.   | č. 1   | 12,85              | 12,82      | 11                             | 11,00         |
|                | č. 2   | 12,79              |            | 11                             |               |
| Florina BIO    | č. 1   | 13,57              | 13,38      | 11,9                           | 11,95         |
|                | č. 2   | 13,19              |            | 12                             |               |
| Florina I. P.  | č. 1   | 14,37              | 14,25      | 13,1                           | 13,10         |
|                | č. 2   | 14,12              |            | 13,1                           |               |
| Goldstar BIO   | č. 1   | 16,16              | 16,38      | 14,9                           | 14,90         |
|                | č. 2   | 16,59              |            | 14,9                           |               |
| Goldstar I. P. | č. 1   | 12,79              | 12,99      | 12,1                           | 12,10         |
|                | č. 2   | 13,18              |            | 12,1                           |               |
| Idared BIO     | č. 1   | 15,21              | 15,08      | 12,9                           | 12,95         |
|                | č. 2   | 14,95              |            | 13                             |               |
| Idared I. P.   | č. 1   | 15,56              | 15,36      | 13,7                           | 13,65         |
|                | č. 2   | 15,15              |            | 13,6                           |               |
| Ontario BIO    | č. 1   | 11,1               | 10,97      | 9,9                            | 9,95          |
|                | č. 2   | 10,84              |            | 10                             |               |
| Ontario I. P.  | č. 1   | 12,34              | 12,30      | 11,9                           | 11,85         |
|                | č. 2   | 12,26              |            | 11,8                           |               |
| Rubín BIO      | č. 1   | 18,35              | 18,12      | 16,7                           | 16,70         |
|                | č. 2   | 17,89              |            | 16,7                           |               |
| Rubín I. P.    | č. 1   | 14,85              | 14,87      | 13,1                           | 13,10         |
|                | č. 2   | 14,88              |            | 13,1                           |               |
| Topaz BIO      | č. 1   | 17,18              | 16,87      | 15,2                           | 15,20         |
|                | č. 2   | 16,56              |            | 15,2                           |               |
| Topaz I. P.    | č. 1   | 13,84              | 13,82      | 13,2                           | 13,25         |
|                | č. 2   | 13,79              |            | 13,3                           |               |
| Zvonkové V. P. | č. 1   | 15,06              | 15,21      | 13,8                           | 13,80         |
|                | č. 2   | 15,36              |            | 13,8                           |               |
| Zvonkové M. P. | č. 1   | 15,42              | 15,59      | 13,9                           | 13,90         |
|                | č. 2   | 15,76              |            | 13,9                           |               |

Z tabulky č. 20 porovnávající celkovou a refraktometrickou sušinu, můžeme zpozorovat mírně vyšší hodnoty celkové sušiny než refraktometrické u všech vzorků. Nejvyšší hodnoty celkové i refraktometrické sušiny byly naměřeny u odrůdy Rubín BIO a dosahovaly hodnot 18,12 % (celková) a 16,70 Brix (refraktometrická). U odrůdy Zvonkové vykazovaly obě velikosti plodů velice podobné hodnoty celkové i refraktometrické sušiny. Naopak u odrůdy Angold byly značné rozdíly u obou typů sušin mezi organicky a integrovaně pěstovanými kultivary. Nejmenší hodnoty celkové i refraktometrické sušiny byly naměřeny ve vzorcích organicky vypěstované odrůdy Ontario.

Graf č. 9 Vyhodnocení závislosti hodnot celkové sušiny na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ )



Tabulka č. 21 Vyhodnocení závislosti hodnot celkové sušiny na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

| Č. buňky | Scheffeho test; proměnná Sušina (Stehlík data hmotnost jablek)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ = 2,2216, sv = 24,000 |             |             |             |             |             |             |
|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|          | Odrůda   | 1<br>14,953 | 2<br>13,813 | 3<br>14,680 | 4<br>15,218 | 5<br>11,635 | 6<br>16,493 |
| 1        | Angold   |             | 0,989543    | 0,999999    | 0,999999    | 0,244934    | 0,944664    |
| 2        | Florina  | 0,989543    |             | 0,998047    | 0,965837    | 0,742186    | 0,505995    |
| 3        | Goldstar   | 0,999999    | 0,998047    |             | 0,999916    | 0,344222    | 0,878605    |
| 4        | Idared   | 0,999999    | 0,965837    | 0,999916    |             | 0,169360    | 0,980025    |
| 5        | Ontario  | 0,244934    | 0,742186    | 0,344222    | 0,169360    |             | 0,019640    |
| 6        | Rubín  | 0,944664    | 0,505995    | 0,878605    | 0,980025    | 0,019640    |             |
| 7        | Topaz  | 0,999991    | 0,946481    | 0,999661    | 1,000000    | 0,140660    | 0,988990    |
| 8        | Zvonkové   | 0,999976    | 0,935467    | 0,999413    | 1,000000    | 0,128846    | 0,991881    |

Tabulka č. 22 Vyhodnocení závislosti hodnot celkové sušiny na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost.

| Č. buňky | Scheffeho test;<br>proměnná Sušina<br>(Stehlík data hmotnost<br>jablek)<br>Pravděpodobnosti pro<br>post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ =<br>2,2216, sv = 24,000 |             |
|----------|---|-------------|
|          | 7<br>15,342   | 8<br>15,400 |
| 1        | 0,999991  | 0,999976    |
| 2        | 0,946481  | 0,935467    |
| 3        | 0,999661  | 0,999413    |
| 4        | 1,000000  | 1,000000    |
| 5        | 0,140660  | 0,128846    |
| 6        | 0,988990  | 0,991881    |
| 7        |   | 1,000000    |
| 8        | 1,000000  |             |

Jediný průkazný rozdíl v závislosti celkové sušiny na odrůdě můžeme na základě Grafu č. 9 a Tabulek č. 21 a č. 22 pozorovat u odrůd Ontario a Rubín. Průkazný rozdíl obsahu sušiny v závislosti na typu produkce byl nalezen i mezi typy produkce ( $p = 0,027$ ).

Hodnoty refraktometrické sušiny nevykazovaly průkazné rozdíly v odrůdové závislosti ani v závislosti na typu produkce.

## 5.4 Stanovení hmotnosti jablek

Hmotnosti jednotlivých vzorků byly změřeny na digitálních vahách a následně byl vytvořen aritmetický průměr ze čtyř naměřených hodnot. Jednotlivé průměry hmotností jablek jsou uvedeny v tabulce č. 23.

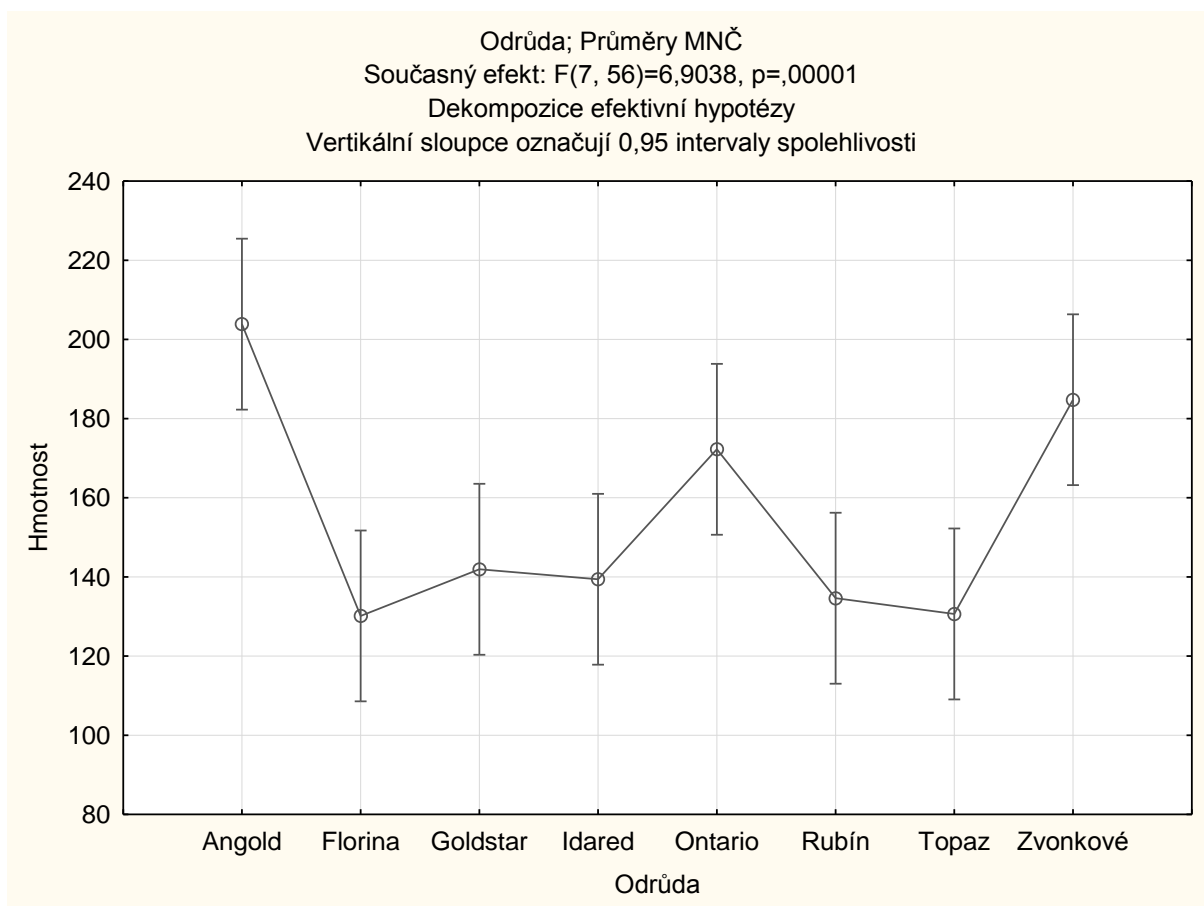
Tabulka č. 23 Průměrné hmotnosti jednotlivých vzorků (g)

| Odrůda               | Vzorek | Hmotnost BIO (g) | Průměrná hmotnost (g) | Směrodatná odchylka | Hmotnost I.P(g) | Průměrná hmotnost (g) | Směrodatná odchylka |
|----------------------|--------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Angold               | č. 1   | 187,66           | 187,72                | 14,82               | 201,50          | 220,04                | 18,79               |
|                      | č. 2   | 203,26           |                       |                     | 206,89          |                       |                     |
|                      | č. 3   | 167,77           |                       |                     | 231,36          |                       |                     |
|                      | č. 4   | 192,18           |                       |                     | 240,39          |                       |                     |
| Florina              | č. 1   | 137,819          | 117,23                | 15,26               | 123,962         | 143,08                | 16,20               |
|                      | č. 2   | 102,134          |                       |                     | 142,436         |                       |                     |
|                      | č. 3   | 110,492          |                       |                     | 163,586         |                       |                     |
|                      | č. 4   | 118,48           |                       |                     | 142,345         |                       |                     |
| Goldstar             | č. 1   | 131,6            | 135,12                | 16,31               | 141,942         | 148,76                | 35,78               |
|                      | č. 2   | 114,093          |                       |                     | 201,003         |                       |                     |
|                      | č. 3   | 152,015          |                       |                     | 122,013         |                       |                     |
|                      | č. 4   | 142,768          |                       |                     | 130,073         |                       |                     |
| Idared               | č. 1   | 139,934          | 144,37                | 11,47               | 137,614         | 134,45                | 7,16                |
|                      | č. 2   | 143,015          |                       |                     | 141,25          |                       |                     |
|                      | č. 3   | 160,627          |                       |                     | 134,36          |                       |                     |
|                      | č. 4   | 133,923          |                       |                     | 124,572         |                       |                     |
| Ontario              | č. 1   | 189,64           | 185,87                | 29,03               | 157,174         | 158,65                | 11,20               |
|                      | č. 2   | 199,257          |                       |                     | 172,598         |                       |                     |
|                      | č. 3   | 144,216          |                       |                     | 159,554         |                       |                     |
|                      | č. 4   | 210,354          |                       |                     | 145,272         |                       |                     |
| Rubín                | č. 1   | 135,301          | 131,43                | 7,46                | 154,484         | 137,83                | 19,44               |
|                      | č. 2   | 125,589          |                       |                     | 144,728         |                       |                     |
|                      | č. 3   | 124,799          |                       |                     | 142,36          |                       |                     |
|                      | č. 4   | 140,038          |                       |                     | 109,744         |                       |                     |
| Topaz                | č. 1   | 128,536          | 111,83                | 11,74               | 170,663         | 149,48                | 20,42               |
|                      | č. 2   | 109,607          |                       |                     | 139,602         |                       |                     |
|                      | č. 3   | 101,091          |                       |                     | 161,724         |                       |                     |
|                      | č. 4   | 108,096          |                       |                     | 125,924         |                       |                     |
| Zvonkové V. P./M. P. | č. 1   | 257,618          | 244,65                | 10,17               | 108,222         | 124,91                | 11,27               |
|                      | č. 2   | 247,825          |                       |                     | 132,946         |                       |                     |
|                      | č. 3   | 235,697          |                       |                     | 129,79          |                       |                     |
|                      | č. 4   | 237,464          |                       |                     | 128,698         |                       |                     |



Hodnoty průměrných hmotností jednotlivých odrůd jsou značně rozdílné a pohybují se v rozmezí 111,83 g (Topaz) do 244,65 g (Zvonkové velké plody) u organicky pěstovaných. Mezi integrovaně vyprodukovanými odrůdami se průměrné hmotnosti pohybují od 134,45 g (Idared) do 220,04 g (Angold).

Graf č. 10 Vyhodnocení závislosti hodnot hmotností na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ )



Tabulka č. 24 Vyhodnocení závislosti hodnot hmotností na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost

| Č. buňky | Scheffeho test; proměnná Hmotnost (Stehlík data hmotnost jablek)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ = 928,92, sv = 56,000 |             |             |             |             |             |             |
|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|          | Odrůda   | 1<br>203,88 | 2<br>130,16 | 3<br>141,94 | 4<br>139,41 | 5<br>172,26 | 6<br>134,63 |
| 1        | Angold   |             | 0,004787    | 0,034736    | 0,023381    | 0,741197    | 0,010564    |
| 2        | Florina  | 0,004787    |             | 0,998874    | 0,999771    | 0,381893    | 0,999998    |
| 3        | Goldstar   | 0,034736    | 0,998874    |             | 1,000000    | 0,780644    | 0,999953    |
| 4        | Idared   | 0,023381    | 0,999771    | 1,000000    |             | 0,701565    | 0,999997    |
| 5        | Ontario  | 0,741197    | 0,381893    | 0,780644    | 0,701565    |             | 0,535090    |
| 6        | Rubín  | 0,010564    | 0,999998    | 0,999953    | 0,999997    | 0,535090    |             |
| 7        | Topaz  | 0,005239    | 1,000000    | 0,999150    | 0,999842    | 0,398116    | 0,999999    |
| 8        | Zvonkové   | 0,978006    | 0,098323    | 0,358282    | 0,283692    | 0,998328    | 0,170560    |

Tabulka č. 25 Vyhodnocení závislosti hodnot hmotností na typu odrůdy pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost

| Č. buňky | Scheffeho test;<br>proměnná Hmotnost<br>(Stehlík data hmotnost<br>jablek)<br>Pravděpodobnosti pro<br>post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ =<br>928,92, sv = 56,000 |             |
|----------|---|-------------|
|          | 7<br>130,66   | 8<br>184,78 |
| 1        | 0,005239  | 0,978006    |
| 2        | 1,000000  | 0,098323    |
| 3        | 0,999150  | 0,358282    |
| 4        | 0,999842  | 0,283692    |
| 5        | 0,398116  | 0,998328    |
| 6        | 0,999999  | 0,170560    |
| 7        |   | 0,104904    |
| 8        | 0,104904  |             |

Nejvyšší průkazný rozdíl v závislosti hmotnosti plodů na odrůdě můžeme na základě Grafu č. 10 a Tabulek č. 24 a č. 25 pozorovat u odrůdy Angold. Průkazný rozdíl také vykazovaly odrůdy Florina, Goldstar, Idared, Rubín a Topaz. Průkazný rozdíl mezi hmotnostmi plodů v závislosti na typu produkce nalezen nebyl ( $p = 0,202$ ), avšak vzorky BIO byly většinou menší a lehčí.

## 5.5 Senzorické hodnocení

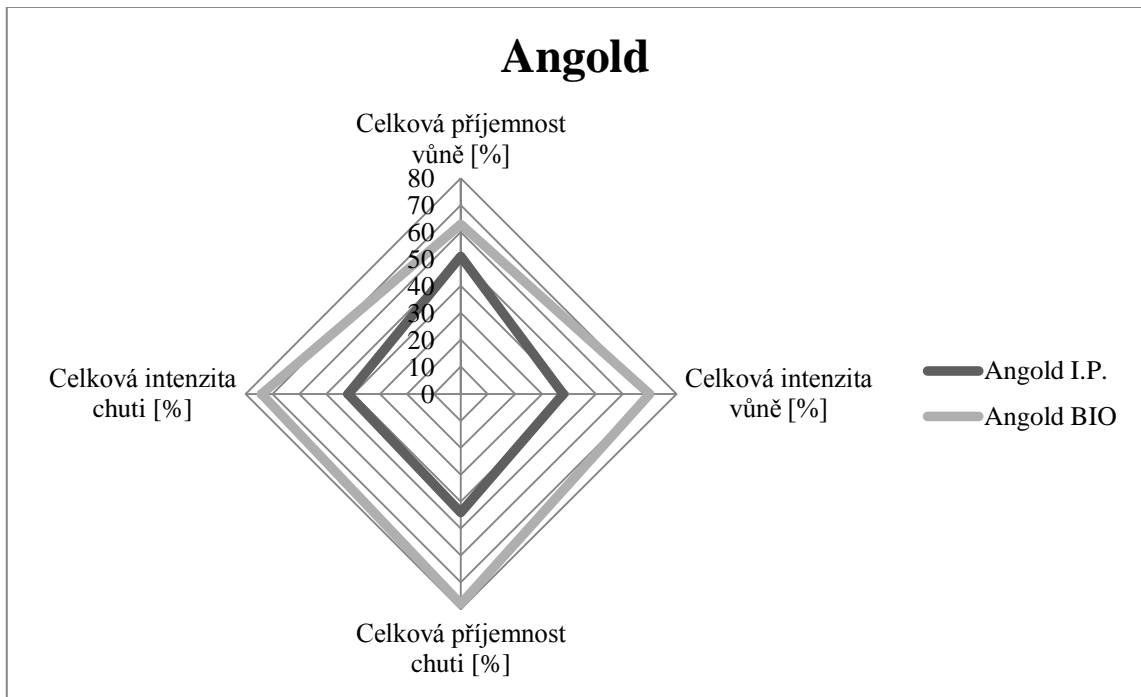
Senzorická analýza byla prováděna panelem osmi proškolených hodnotitelů. Aritmetické průměry výsledků pro jednotlivé odrůdy včetně počtu preferencí jsou zaznamenány v Tabulce č. 26. U každého výsledku byla vypočtena směrodatná odchylka a zaznamenán počet preferencí jednotlivými hodnotiteli v párové zkoušce.

Tabulka č. 26 Výsledky sensorické analýzy vyjádřené v procentech

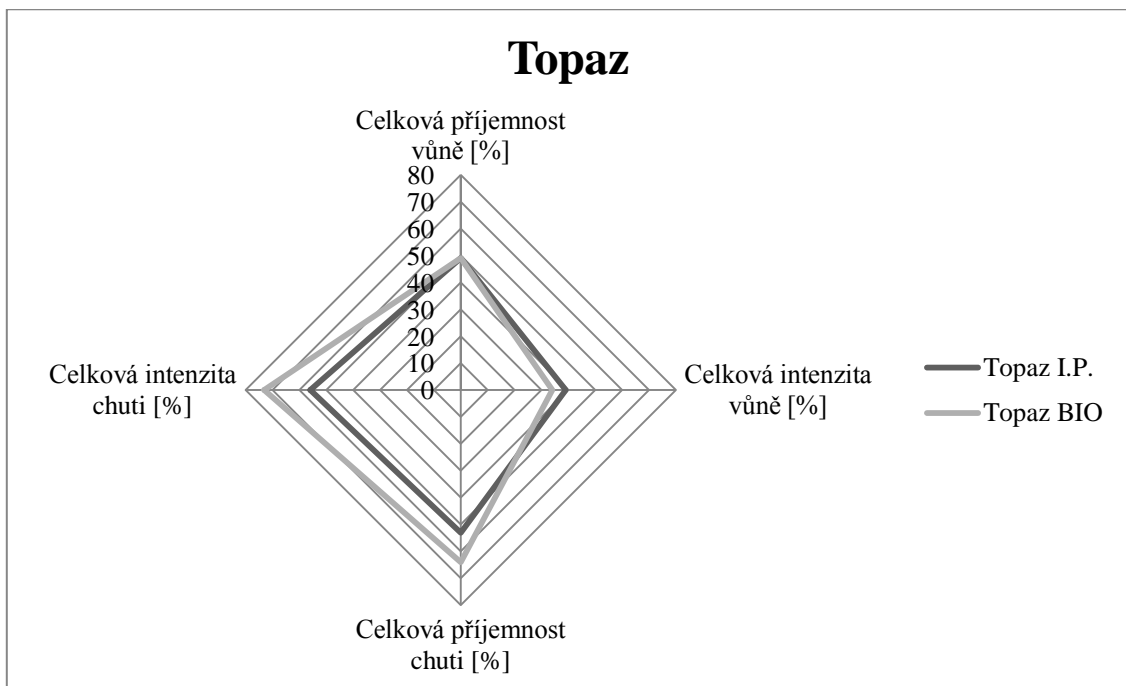
| Vzorek         | Celková příjemnost vůně [%] | Celková intenzita vůně [%] | Celková příjemnost chuti [%] | Celková intenzita chuti [%] | Preference |
|----------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------|
| Angold I. P.   | 51 ± 10                     | 38 ± 9                     | 44 ± 9                       | 42 ± 10                     | 0x         |
| Angold BIO     | 63 ± 12                     | 70 ± 11                    | 78 ± 13                      | 74 ± 16                     | 8x         |
| Florina I. P.  | 61 ± 14                     | 54 ± 19                    | 51 ± 23                      | 56 ± 23                     | 4x         |
| Florina BIO    | 57 ± 17                     | 55 ± 21                    | 52 ± 20                      | 60 ± 18                     | 4x         |
| Goldstar I. P. | 55 ± 17                     | 45 ± 13                    | 57 ± 11                      | 61 ± 11                     | 4x         |
| Goldstar BIO   | 50 ± 22                     | 45 ± 17                    | 57 ± 19                      | 66 ± 19                     | 1x         |
| Idared I. P.   | 54 ± 16                     | 52 ± 12                    | 64 ± 12                      | 59 ± 12                     | 2x         |
| Idared BIO     | 53 ± 12                     | 48 ± 13                    | 69 ± 15                      | 56 ± 14                     | 4x         |
| Ontario I. P.  | 52 ± 22                     | 38 ± 19                    | 64 ± 15                      | 52 ± 15                     | 4x         |
| Ontario BIO    | 64 ± 16                     | 57 ± 21                    | 60 ± 16                      | 68 ± 13                     | 4x         |
| Rubín I. P.    | 50 ± 24                     | 49 ± 19                    | 56 ± 19                      | 60 ± 17                     | 3x         |
| Rubín BIO      | 49 ± 25                     | 42 ± 18                    | 57 ± 23                      | 62 ± 23                     | 4x         |
| Topaz I. P.    | 49 ± 21                     | 39 ± 20                    | 53 ± 15                      | 56 ± 16                     | 3x         |
| Topaz BIO      | 49 ± 19                     | 34 ± 19                    | 64 ± 18                      | 73 ± 9                      | 5x         |
| Zvonkové M. P. | 51 ± 17                     | 39 ± 11                    | 55 ± 15                      | 59 ± 13                     | 5x         |
| Zvonkové V. P. | 54 ± 20                     | 48 ± 18                    | 44 ± 25                      | 54 ± 21                     | 3x         |

Grafy č. 11 a č. 12., znázorňují odrůdy s největší variabilitou jednotlivých znaků u ekologicky a integrovaně vypěstovaných variant. Grafické znázornění ostatních odrůd jablek je v příloze.

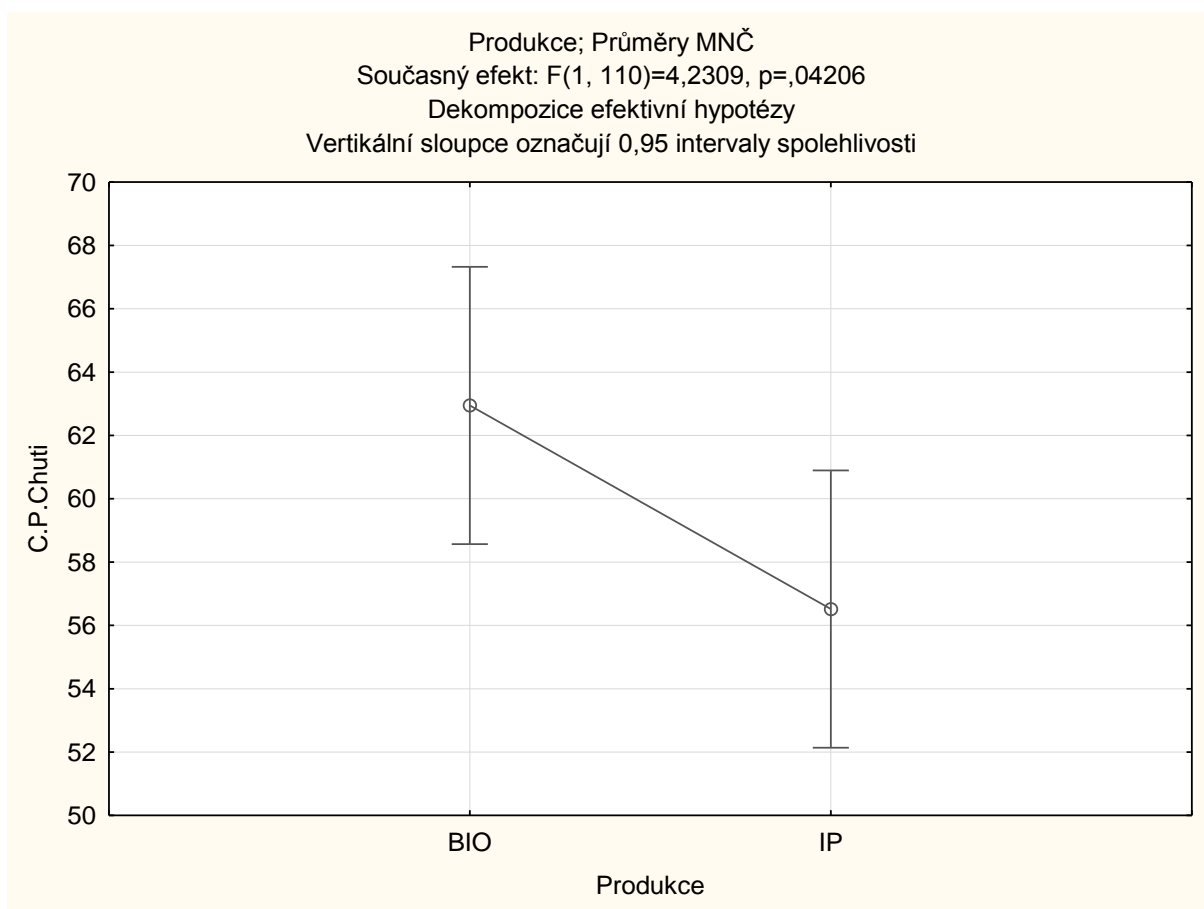
Graf č. 11 Grafické znázornění odrůdy Angold



Graf č. 12 Grafické znázornění odrůdy Topaz



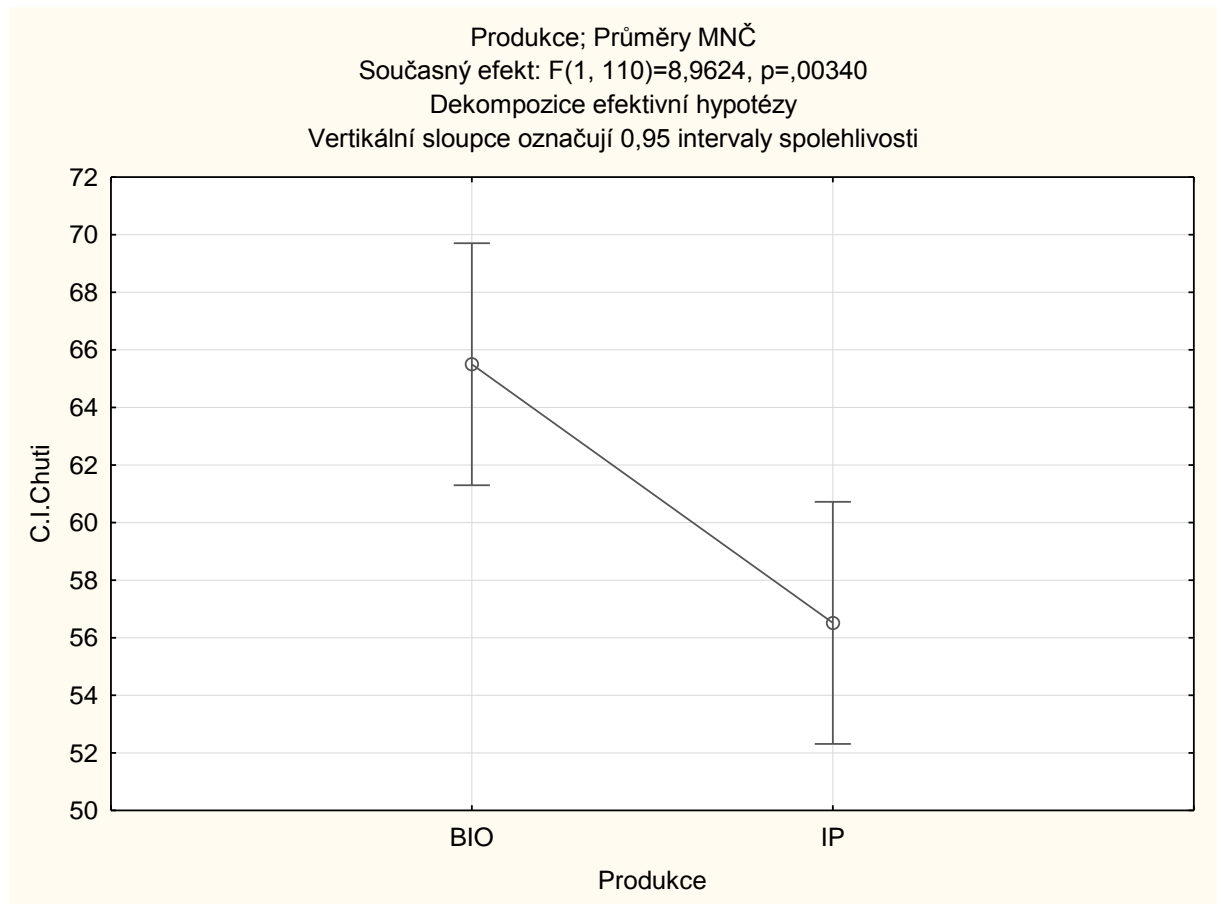
Graf 13. Vyhodnocení závislosti hodnot mezi jednotlivými hodnotiteli u senzorickeho parametru celková příjemnost chuti na typu produkce pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ).



Tabulka č. 27 Vyhodnocení závislosti hodnot sensorického parametru celková příjemnost chuti na typu produkce pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost

| Č. buňky | Scheffeho test; proměnná C.P.Chuti (Stehlík_SENZORIKA JABLKA)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. $P\check{C} = 273,50$ , $sv = 110,00$ |          |          |
|----------|--|----------|----------|
|          | Produkce   | 1        | 2        |
| 1        | BIO  |          | 0,042060 |
| 2        | IP   | 0,042060 |          |

Graf 14. Vyhodnocení závislosti hodnot mezi jednotlivými hodnotiteli u sensorického parametru celková intenzita chuti na typu produkce pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ).



Tabulka č. 28 Vyhodnocení závislosti hodnot sensorického parametru celková intenzita chuti na typu produkce pomocí Scheffeho testu ( $p = 0,95$ ). Červeně vyznačené hodnoty značí statisticky významnou průkaznost

| Č. buňky | Scheffeho test; proměnná C.I.Chuti (Stehlík_SENZORIKA JABLKA)<br>Pravděpodobnosti pro post-hoc testy<br>Chyba: meziskup. PČ = 252,05, sv = 110,00 |          |          |
|----------|---|----------|----------|
|          | Produkce  | 1        | 2        |
| 1        | BIO   | 65,500   | 56,518   |
| 2        | IP  | 0,003404 | 0,003404 |

Graf č. 14. a Tabulka č. 28 značí statisticky průkazný rozdíl u sensorického parametru celková intenzita chuti v závislosti na produkci. V závislosti na odrůdě u tohoto parametru nebyl statisticky průkazný rozdíl shledán. Dále nebyl průkazný rozdíl mezi typy produkce ani odrůdami u sensorických parametrů celková příjemnost vůně a celková intenzita vůně.

### 5.5.1 Párová porovnávací zkouška

Tabulka č. 29 Vyhodnocení výroků hodnotitelů o shledání rozdílu mezi vzorky

| Odrůda   | Produkce                         |                                    | Není rozdíl |
|----------|----------------------------------|------------------------------------|-------------|
|          | Je rozdíl a preferuji <b>BIO</b> | Je rozdíl a preferuji <b>I. P.</b> |             |
| Angold   | 8x                               | 0x                                 | 0x          |
| Florina  | 4x                               | 4x                                 | 0x          |
| Goldstar | 1x                               | 4x                                 | 3x          |
| Idared   | 4x                               | 2x                                 | 2x          |
| Ontario  | 4x                               | 4x                                 | 0x          |
| Rubín    | 4x                               | 3x                                 | 1x          |
| Topaz    | 5x                               | 3x                                 | 0x          |

V párovém testu bylo celkově hodnoceno 7 odrůd pomocí 8 proškolených hodnotitelů. Celkem bylo tedy provedeno 56 jednotlivých měření. V 50 případech z 56 byl u vzorků zjištěn rozdíl mezi jednotlivými typy produkcí (BIO a I. P.). Dle Pokorného a kol. (1999) byl mezi produkcemi při sensorickém vnímání zjištěn průkazný rozdíl při hladinách významnosti  $\alpha = 0,01$  i  $\alpha = 0,05$ . Z 50 hodnocení, kde byl zjištěn rozdíl mezi produkcemi, byly vzorky odrůd ekologické produkce preferovány ve 30 případech a vzorky integrované pouze ve 20. Z těchto hodnot lze vidět zvýšenou preferenci organicky pěstovaných jablek, avšak dle Pokorného a kol. (1999) na žádné z uvedených hladin významnosti nebyl zjištěn průkazný rozdíl. Ani jedna z produkcí nebyla tedy statisticky průkazně preferována. Mezi odrůdami byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl u odrůdy Angold. Vzorky jablek pěstovaných jako ekologické, byly ve všech osmi hodnoceních preferovány před vzorky integrované produkce, a to na obou hladinách pravděpodobnosti.

Do této zkoušky nebyla zařazena odrůda Zvonkové, které pocházelo pouze z ekologické produkce. Rozdíl mezi typy produkcí, u něj tedy nemohl být zjišťován. Co se týče preferencí této odrůdy, u všech hodnotitelů byl zjištěn rozdíl. Malé plody byly

preferovány pěti hodnotiteli a velké plody pouze třemi. V párovém testu při hladině pravděpodobnosti  $P = 99\%$  nebyl mezi velikostmi zjištěn průkazný rozdíl.

## 5.6 Stanovení profilu těkavých aromatických sloučenin

Těkavé látky byly ve vzorcích jablek proměřeny pomocí meto SPME-GS-MS na VŠCHT v Praze. Jednotlivé komponenty a jejich zastoupení ve zkoumaných vzorcích jablek jsou vyobrazeny v Tabulkách č. 30. a č. 31.

Tabulka č. 30 Složení těkavých látek u odrůd Angold, Florina, Goldstar a Idared. Číselné hodnoty udané v tabulce vyjadřují množství těkavé látky v mg/kg jablka.

| Identifikované látky  | AGI   | AGB   | FLI   | FLB    | GOI   | GOB    | IDAI  | IDAB  |
|-----------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|
| 1-Butanol             | 64,9  | 96,2  | 42    | 60,6   | 52,5  | 58,4   | 87,8  | 81,3  |
| 2-Methyl-1-butanol    | 0,7   | 1,13  | 0,04  | 2,48   | 3,16  | 3,53   | 2,62  | 1,99  |
| Hexanal               | 0,026 | 0,027 | 0,045 | 0,016  | 0,038 | 0,019  | 0,039 | 0,033 |
| Butyl acetate         | 0,023 | 0,02  | 0,021 | 0,219  | 0,056 | 0,009  | 0,016 | 0,018 |
| 2-Hexenal             | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,001  | 0,002 | 0,004  | 0,003 | 0,002 |
| 1-Hexanol             | 1,39  | 3,77  | 1,03  | <0,001 | 3,07  | 1,41   | 2,71  | 2,55  |
| 2-Methylbutyl acetate | ND    | ND    | 0,522 | 0,001  | 3,73  | ND     | 0,002 | 0,002 |
| Butyl butanoate       | 0,006 | 0,008 | 0,001 | 0,001  | ND    | <0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Ethyl hexanoate       | ND    | ND    | ND    | ND     | ND    | ND     | ND    | ND    |
| Hexyl acetate         | ND    | ND    | 0,018 | ND     | ND    | 0,001  | ND    | ND    |
| Hexyl butyrate        | 0,93  | 1,37  | 0,149 | 0,213  | 0,139 | 0,219  | 0,151 | 0,101 |

Tabulka č. 31 Složení těkavých látek u odrůd Ontario, Rubín, Topaz a Zvonkové. Číselné hodnoty udané v tabulce vyjadřují množství těkavé látky v mg/kg jablka.

| Identifikované látky  | ONTI   | ONTB   | RUI   | RUB   | TOI   | TOB   | ZVM    | ZVV    |
|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1-Butanol             | 67,9   | 45,2   | 80,6  | 60,4  | 77,7  | 61,2  | 29,5   | 32,4   |
| 2-Methyl-1-butanol    | 1,8    | 1,93   | 0,25  | 1,06  | 0,35  | 0,37  | 2,28   | 2,73   |
| Hexanal               | 0,028  | 0,012  | 0,098 | 0,09  | 0,103 | 0,086 | 0,047  | 0,041  |
| Butyl acetate         | 0,021  | 0,009  | 0,012 | 0,015 | 0,014 | 0,016 | 0,017  | 0,02   |
| 2-Hexenal             | 0,002  | <0,001 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,012 | 0,007  | 0,002  |
| 1-Hexanol             | 3,62   | 1,16   | 8,91  | 3,52  | 5,73  | 4,05  | 2,48   | 2,25   |
| 2-Methylbutyl acetate | 0,003  | 0,001  | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,006 | 0,004  | 0,002  |
| Butyl butanoate       | 0,003  | <0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | <0,001 | <0,001 |
| Ethyl hexanoate       | <0,001 | <0,001 | ND    | ND    | ND    | ND    | <0,001 | <0,001 |
| Hexyl acetate         | ND     | ND     | ND    | ND    | ND    | ND    | ND     | <0,002 |
| Hexyl butyrate        | 0,437  | 0,079  | 0,139 | 0,147 | 0,16  | 0,473 | ND     | 0,109  |



Ve zkoumaných vzorcích bylo nalezeno celkem 11 těkavých látek v různých koncentracích. Nejzastoupenějšími těkavými látkami ve vzorcích byly alkoholy, z nichž nejvyšší koncentrace ve vzorku dosahoval Angold BIO o koncentraci 1-butanolu až 96 mg/kg jablka. Koncentrace této látky mnohonásobně převýšila ostatní těkavé látky ve vzorcích jablek, jako byly ostatní alkoholy a estery. Druhou nejzastoupenější látkou byl 2-methyl-1-butanol, jehož koncentrace se pohybovala mezi 0,04–3,53 mg/kg. Oproti tomu látky jako ethylhexanoát a hexylacetát byly identifikovány jen v několika vzorcích a zároveň velmi malých koncentracích. Ve 4 ze 7 odrůd bylo naměřeno větší množství těkavých látek u integrovaně pěstovaných jablek. Celkově také průměrná hodnota obsahu těkavých látek integrovaně pěstovaných odrůd dosahovala vyšší hodnoty (74,39 mg/kg) než u organických (70,42 mg/kg).

V obsahu těkavých látek nebyly shledány statisticky průkazné rozdíly mezi odrůdami ani v typech produkce. Významný důvod může mít rozdílná vyzrállost jednotlivých jablek a tudíž vysoké difference v momentálním obsahu těchto látek.

## 5.7 Korelační analýza

Tabulka č. 32 Korelační matice pro jednotlivé zkoumané znaky

| Proměnná    | Korelace<br>Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$<br>N=14 (Celé případy vynechány u ChD) |          |                 |           |                 |                 |                 |
|-------------|--|----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
|             | Průměry  | Sm.odch. | DM              | Sach      | Brix            | Glu             | Fru             |
| DM          | 14,59036   | 2,04211  | 1,000000        | -0,311214 | <b>0,971937</b> | 0,166466        | -0,082219       |
| Sach        | 0,28857  | 0,07492  | -0,311214       | 1,000000  | -0,273782       | -0,165603       | 0,254270        |
| Brix        | 13,20714   | 1,82766  | <b>0,971937</b> | -0,273782 | 1,000000        | 0,101457        | -0,221621       |
| Glu         | 2,58857  | 0,82476  | 0,166466        | -0,165603 | 0,101457        | 1,000000        | 0,374926        |
| Fru         | 8,93500  | 1,84129  | -0,082219       | 0,254270  | -0,221621       | 0,374926        | 1,000000        |
| Vit C       | 59,81786   | 40,12720 | -0,482233       | -0,169039 | -0,374639       | -0,326942       | -0,356698       |
| Cukry       | 11,81214   | 2,29447  | -0,016305       | 0,177175  | -0,150319       | <b>0,654921</b> | <b>0,945560</b> |
| Příj. Vůně  | 54,07143   | 5,26913  | -0,458676       | 0,331533  | -0,478921       | -0,239288       | 0,267709        |
| Int. Vůně   | 47,57143   | 9,58937  | -0,252748       | 0,306369  | -0,323066       | 0,008087        | 0,393529        |
| Příj. Chuti | 59,00000   | 8,46713  | -0,437338       | 0,192803  | -0,490617       | -0,013218       | 0,163710        |
| Int. Chuti  | 60,35714   | 8,34457  | -0,380323       | 0,497962  | -0,305834       | 0,172653        | 0,038274        |
| Těk. L.     | 72,40571   | 16,18800 | 0,289200        | 0,023043  | 0,159750        | -0,006482       | 0,128560        |

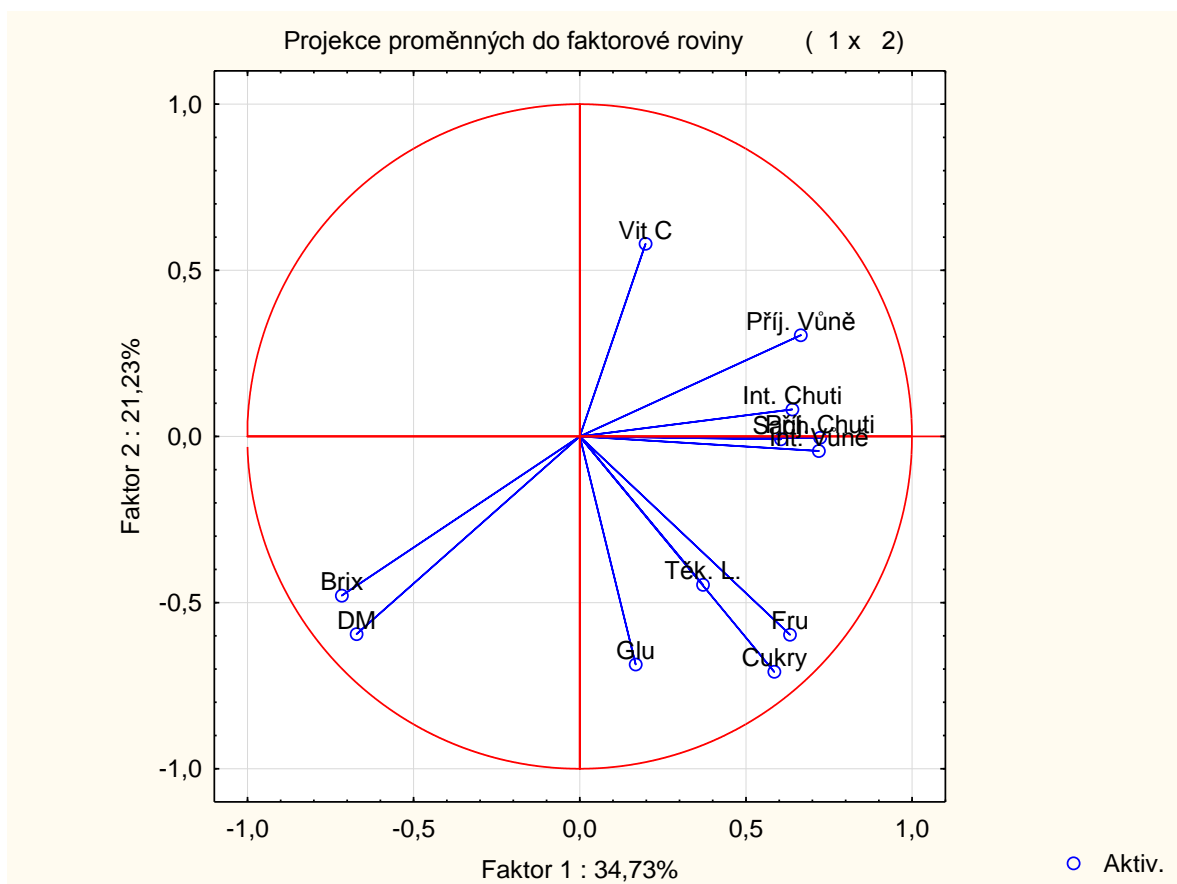
Tabulka č. 33 Korelační matice pro jednotlivé zkoumané znaky

| Proměnná    | Korelace<br>Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$<br>N=14 (Celé případy vynechány u ChD) |                 |                 |                 |                 |                 |
|-------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|             | Vit C  | Cukry           | Příj. Vůně      | Int. Vůně       | Příj. Chuti     | Int. Chuti      |
| DM          | -0,482233  | -0,016305       | -0,458676       | -0,252748       | -0,437338       | -0,380323       |
| Sach        | -0,169039  | 0,177175        | 0,331533        | 0,306369        | 0,192803        | 0,497962        |
| Brix        | -0,374639  | -0,150319       | -0,478921       | -0,323066       | -0,490617       | -0,305834       |
| Glu         | -0,326942  | <b>0,654921</b> | -0,239288       | 0,008087        | -0,013218       | 0,172653        |
| Fru         | -0,356698  | <b>0,945560</b> | 0,267709        | 0,393529        | 0,163710        | 0,038274        |
| Vit C       | 1,000000   | -0,409286       | 0,139181        | -0,126286       | -0,005687       | 0,057565        |
| Cukry       | -0,409286  | 1,000000        | 0,139646        | 0,328713        | 0,132920        | 0,109036        |
| Příj. Vůně  | 0,139181   | 0,139646        | 1,000000        | <b>0,839492</b> | 0,279316        | 0,303788        |
| Int. Vůně   | -0,126286  | 0,328713        | <b>0,839492</b> | 1,000000        | 0,431064        | 0,418306        |
| Příj. Chuti | -0,005687  | 0,132920        | 0,279316        | 0,431064        | 1,000000        | <b>0,611861</b> |
| Int. Chuti  | 0,057565   | 0,109036        | 0,303788        | 0,418306        | <b>0,611861</b> | 1,000000        |
| Těk. L.     | -0,381921  | 0,101590        | -0,178585       | 0,224970        | <b>0,552626</b> | 0,069890        |

Tabulky č. 32. a 33. znázorňují korelační matice vytvořené z průměrů hodnot jednotlivých znaků. Korelační matice vyjadřují závislosti dvojic proměnných v podobě korelačních koeficientů, které jsou uvedeny v tabulkách. Červeně označené hodnoty

v tabulkách jsou hodnoty vykazující silnou závislost. Nejsilnější závislost je mezi celkovou a refraktometrickou sušinou s hodnotou  $r = 0,972$ . Dále je silná závislost mezi dvojicemi celkový obsah sacharidů - obsah fruktózy ( $r = 0,945$ ) a celková intenzita vůně – celková příjemnost vůně ( $r = 0,840$ ). Dále vykazují vysokou závislost dvojice obsah glukózy – celkový obsah sacharidů ( $r = 0,655$ ) a celková intenzita chuti – celková příjemnost chuti ( $r = 0,611$ ).

Graf č. 15 PCA (Principal component analysis) matice vycházející z průměrných hodnot jednotlivých parametrů



Hodnoty vzájemně korelujících parametrů můžeme pozorovat v Grafu č. 16 představující PCA matici. Vysokou korelační závislost lze na základě této analýzy zpozorovat u dvojice celková sušina – refraktometrická sušina. Dále u celkového množství sacharidů – celkové množství fruktózy. Výsledky PCA analýzy jsou v souladu se závěry korelací jednotlivých parametrů v korelační matici (Tabulky č. 30 a č. 31).

## 6. Diskuze

Stěžejní částí této diplomové práce bylo porovnat senzoricou kvalitu mezi integrovaně a ekologicky pěstovanými jablky. V měřených vzorcích jablek byla stanovována celková sušina, refraktometrická sušina, askorbová kyselina, glukóza, fruktóza, sacharóza a obsah těkavých látek. Dále bylo provedeno senzoričné hodnocení.

Průměrná koncentrace kyseliny askorbové se pohybovala od 10,81 mg/kg u odrůdy Zvonkové (velké) do 164,18 mg/kg u odrůdy Ontario BIO. U těchto dvou odrůd byla zjištěn nejvyšší statisticky průkazný rozdíl v závislosti na odrůdě. Mezi typy produkce však v obsahu kyseliny askorbové však průkazný rozdíl zjištěn nebyl. V 6 ze 7 případů, byla naměřena vyšší průměrná koncentrace kyseliny askorbové u ekologicky vypěstovaných odrůd oproti integrovaným. Průměrná hodnota koncentrací ekologicky vypěstovaných odrůd činila 57,22 mg/kg. Průměrná hodnota kyseliny askorbové u integrovaně pěstovaných odrůd byla 50,17 mg/kg.

Tyto naměřené hodnoty potvrzuje ve své studii (Fang a kol., 2017), který u divoce rostoucích odrůd naměřil průměrnou koncentraci kyseliny askorbové 78,42 mg/kg oproti 44,27 mg/kg u kultivovaně pěstovaných. Mikulic-Petkovsek a kol. (2010) svou studií, kde porovnává obsah fenolických komponent mezi organicky a integrovaně pěstovanými jablky, také potvrzuje zvýšený obsah kyseliny askorbové jak ve slupce, tak i v dužině ekologicky produkovaných odrůd. Dle Vrhovsek a kol. (2004) se obsah kyseliny askorbové různých vzorků jablek pohyboval od 4 do 81 mg/kg. Do tohoto rozmezí spadá většina námi měřených vzorků kromě 4 kultivarů, které vykazují průměrný obsah kyseliny askorbové vyšší. Jedná se o odrůdy Ontario BIO a I. P., Goldstar BIO a Angold I. P. Rozdíly v obsahu kyseliny askorbové u ovoce mohou mít celou řadu příčin, na něž poukazují ve své studii (Lee a Karder, 2000). Mezi takové příčiny jsou řazeny faktory, jako genotypové rozdíly, předsklizňové klimatické podmínky, kulturní praktiky a metody sklizně a zralosti. Možností může být také zásah do životního cyklu jablečných stromů (Keyes a kol., 2015).

K měření sacharidů jsme obdobně jako (Miuța a kol., 2016) použili HPLC s refraktometrickým detektorem. Ze tří měřených sacharidů (glukózy, fruktózy a sacharózy) měl v jablkách nejvyšší zastoupení monosacharid fruktóza, jehož koncentrace se ve vzorcích jablek pohybovala od 6,21 g/100g u odrůdy Zvonkové malé do 11,73 g/100g u odrůdy Angold BIO. U odrůdy Angold byl zjištěn také nejvyšší průkazný rozdíl v závislosti na odrůdě. Průměrná koncentrace tohoto monosacharidu činila 8,93 g/100g jablka. Druhým

nejzastoupenějším cukrem byla glukóza s průměrným obsahem 2,59 g/100g jablka. Největší koncentrace tohoto monosacharidu byla naměřena ve vzorku odrůdy Rubín BIO. U obsahu glukózy byl zaznamenán průkazný rozdíl v závislosti na odrůdě u všech osmi odrůd. Nejvyšší průkazný rozdíl vykazovala odrůda Goldstar, po té Ontario a Rubín. Posledním a nejméně zastoupeným sacharidem byl disacharid sacharóza s průměrnou koncentrací 0,29 g/100g jablka. Nejvíce sacharózy bylo naměřeno ve vzorcích Angold BIO a Ontario BIO. V obsahu sacharózy byl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl jak mezi odrůdami, tak i mezi typy produkce. Celková průměrná koncentrace naměřených sacharidů ve vzorcích jablek byla 11,81 g/100g jablek. U každého zkoumaného cukru vykazovaly alespoň ve 4 ze 7 měření ekologicky pěstované odrůdy vyšší koncentraci než integrovaně pěstované odrůdy. Celkové množství cukrů, obdobně jako zastoupení sacharózy vykazovalo statisticky průkazný rozdíl mezi odrůdami i typem produkce.

Suni a kol. (2000) ve své studii naměřil ve vzorcích jablek celkový obsah sacharidů mezi 615 a 716 g/kg sušiny. Po přepočtu výsledků na hodnotu naší naměřené sušiny byla celková průměrná koncentrace sacharidů v sušině našich jablek 809,5 g/kg sušiny, což se značně blíží naměřeným hodnotám (Suní a kol., 2010). Hlavní příčinu v odchylce mezi měřeními bude s nejvyšší pravděpodobností diference odrůd jablek, protože ani v jednom případě se odrůdy jablek neshodují.

Dominantnější podíl celkových sacharidů a monosacharidů glukózy a fruktózy u jablek pěstovaných ekologicky, potvrzuje ve své studii (Bertazza a kol., 2010). Oproti tomu zvýšený podíl disacharidu sacharózy potvrdit nelze. Jednou z možností nižšího obsahu sacharózy u ekologicky pěstovaných jablek je podle (Paul a Driscoll, 1997) nedostatek obsahu dusíku, což může mít negativní dopad na průběh fotosyntézy a přítomnost tohoto disacharidu v jablkách.

Mezi celkovým obsahem sacharidů v jablkách a fruktózou byla zaznamenána silná lineární závislost s hodnotou ( $r = 0,95$ ). Silná lineární závislost s hodnotou ( $r = 0,65$ ) byla také u celkového obsahu sacharidů a obsahu glukózy ve vzorcích jablek. Z těchto hodnot lze usuzovat, že tyto dva monosacharidy jsou dominantní a tím celkovou hodnotu sacharidů nejvíce ovlivňují.

Průměrné hodnoty celkové a refraktometrické sušiny vzájemně vykazovaly ze všech hodnot korelační matice nejvyšší lineární závislost s hodnotou ( $r = 0,97$ ). Na základě této hodnoty lze potvrdit vysokou refrakci, které vykazují sacharidy a na hodnotě celkové sušiny

se podstatně podílí. Aritmetický průměr celkové sušiny byl 14,59% a u refraktometrické 13,2 Brix. Ve všech měřeních byla hodnota celkové sušiny vyšší než refraktometrické. Nejvyšší hodnota sušiny byla naměřena u odrůdy Rubín BIO s hodnotami celkové sušiny 18,12 % a refraktometrické 16,70 Brix. Oproti tomu nejnižší hodnoty obou sušin obsahoval vzorek Ontario rovněž z ekologické produkce s hodnotami 10,97% a 9,95 Brix.

Průkazný rozdíl v závislosti celkové sušiny na odrůdě můžeme na základě Grafu č. 9 a Tabulek č. 21 a č. 22 pozorovat u odrůd Ontario a Rubín. Dále byl průkazný rozdíl obsahu sušiny v závislosti na typu produkce nalezen i mezi typy produkce ( $p = 0,027$ ). Hodnoty refraktometrické sušiny nevykazovaly průkazné rozdíly v odrůdové závislosti ani v závislosti na typu produkce.

Bertazza a kol. (2010) ve své studii uvádí hodnotu celkové sušiny podstatně vyšší u ekologicky pěstovaných jablek. Dále (Blair, 2012) ve své knize komentuje zvýšený obsah celkové sušiny u organicky pěstovaného ovoce vyšší koncentrací obsažených živin, což má také dopad na zlepšení sensorických vlastností ovoce. Naším měřením byly tato tvrzení potvrzena jen částečně. Vyšší hodnota celkové sušiny odrůd pocházejících z ekologické produkce byla zaznamenána u 4 vzorků ze 7. Jednou z možností této odchylky může být výnos jablek na strom, což komentuje ve své studii (Zeiger, 1978) jako činitele nepřímo ovlivňující obsah sušiny v jablkách.

Ve vzorcích jablek byl měřen obsah 11 různých těkavých látek. Nejvyšší zastoupení měl 1-butanol, který u všech vzorků mnohonásobně převyšoval množství ostatních těkavých komponent, zároveň je však dle Průchové a kol. (2017) látkou s nejnižšími aromatickými vlastnostmi mezi naměřenými látkami ve vzorku. Nízká aromatická mohla z velké části ovlivnit sensorické vnímání jablek hodnotiteli. Mezi celkovým obsahem těkavých látek a příjemností chuti byla zaznamenána středně silná lineární závislost s hodnotou ( $r = 0,552$ ). Také byla zvýšená závislost mezi intenzitou a příjemností chuti s hodnotou ( $r = 0,611$ ), což mohlo být z velké části zapříčiněno také nízkou aromatickostí nejzastoupenějšího 1-butanolu.

Mikulic-Petkovsek a kol. (2010) ve své studii shrnují, že odrůdy jablek, pěstovaných organicky mají přibližně o 20 % více těkavých látek než integrované kultivary. Naše měření tuto skutečnost potvrzuje jen v případech odrůd Angold, Florina a Goldstar, u nichž byl podíl těkavých látek vyšší v organických vzorcích. Zbylé odrůdy vykazovaly vyšší obsah těchto látek jako integrované. Jednou z možností této odchylky mohou být klimatické podmínky, stádium zralosti, kulturní zvyklosti nebo kultivar (Dixon a kol., 2000). Také může být rozdílné

množství těkavých zapříčiněno rokem sklizně. To potvrzují ve své studii Peck a kol. (2006), kdy byl v jednom roce dominantní podíl těkavých látek vyšší u organicky pěstovaných odrůd a v následujícím roce naopak. Průchová a kol. (2017) ve své studii uvádí, že růstové podmínky v daném roce mají nejvyšší vliv na obsah těkavých látek v jablkách. Avšak neexistuje zde přímá relace mezi obsahem těkavých látek v závislosti na typu produkce. Mezi odrůdami ani typem produkce nebyl statisticky významný rozdíl potvrzen.

Hodnoty průměrných hmotností jednotlivých odrůd byly značně rozdílné a pohybovaly se v širokém rozmezí od 111,83 g (Topaz) do 244,65 g (Zvonkové velké plody) u organicky pěstovaných. Mezi integrovaně vyprodukovanými odrůdami se průměrné hmotnosti pohybovaly od 134,45 g (Idared) do 220,04 g (Angold). Nejvyšší průkazný rozdíl v závislosti na odrůdě, vykazovala odrůda Angold, dále pak odrůdy Florina, Goldstar, Idared, Rubín a Topaz. Průkazný rozdíl ve hmotnostech plodů v závislosti na typu produkce nalezen nebyl ( $p = 0,202$ ), avšak na základě naměřených hodnot byly vzorky BIO ve většině případů menší a lehčí.

Senzorické hodnocení bylo provedeno panelem osmi proškolených hodnotitelů, kteří hodnotili příjemnost a intenzitu chuti a vůně a dále stanovovali preferenci mezi typy produkce u dané odrůdy. Výsledné hodnoty sensorického zkoumání jsou uvedeny v Tabulce č. 26. Nejvyšší variabilitu ve vnímání sensorických vlastností měla odrůda Angold. Z Grafu č. 11 můžeme zpozorovat jasnou převahu všech zkoumaných znaků této odrůdy v ekologické produkci. Také byl vzorek všemi hodnotiteli zvolen jako preferovaný oproti vzorku Angold I. P. Vysoce kladné sensorické hodnocení lze přičítat nejvyššímu obsahu celkových sacharidů s velkým podílem fruktózy, která má z přítomných sacharidů nejvyšší sladivost.

Ve všech čtyřech hodnocených parametrech dosáhly vzorky ekologické produkce vyšších hodnot. Celkovou příjemnost vůně měla nejvyšší odrůda Ontario BIO (63%), oproti tomu nejméně bylo naměřeno ve vzorcích Rubín BIO, Topaz I. P. a Topaz BIO (49%). Celkově nejvyšší intenzitu vůně měla odrůda Angold BIO (70%), tato odrůda měla také nejvyšší celkovou příjemnost chuti (78%) a intenzitu chuti (74%). Vysoké hodnoty sensorických parametrů této odrůdy mohou být spojovány s celkovým obsahem těkavých látek, který měl Angold BIO také nejvyšší (102,5 mg/kg).

Weibel a kol., (2000), ve své studii provedli sensorickou analýzu, viz Tabulka č. 1, kde bylo u všech 5 zkoumaných párů jablek zaznamenáno vyšší sensorické skóre u ekologicky pěstovaných kultivarů. Z našeho pokusu můžeme tyto výsledky potvrdit. Kromě odrůdy Goldstar, byly ekologické odrůdy preferovány před integrovanými. Dále byla u všech

ekologicky pěstovaných odrůd zjištěna vyšší průměrná hodnota celkových intenzit a příjemnosti chuti a vůně.

DeElla a kol. (1992) na základě senzoričského posuzování prostřednictvím 10 hodnotitelů shledává organická jablka senzoričsky příznivější, především co se týče sladkosti. U našich vzorků byla v 6 ze 7 případů zaznamenána vyšší příjemnost chuti u organicky pěstovaných odrůd. Můžeme tedy výsledky senzoričského zkoumání (DeElla a kol., 1992) z velké části potvrdit. Mezi sladkostí a příjemností chuti jsme nezjistili statisticky významný rozdíl, avšak na základě vyšších hodnot sacharidů u organických jablek lze usuzovat, že má v příjemnosti chuti významný podíl.

U odrůd Angold a Topaz byl zaznamenán nejvyšší rozdíl v senzoričském hodnocení mezi typy produkce, viz Graf č. 3 a 4. Dále byl u těchto odrůd naměřen velký rozdíl v obsahu těkavých látek mezi organickou a integrovanou produkcí s hodnotou vyšší než 20 %. Z těchto hodnot lze usuzovat, že má obsah těkavých látek vliv na celkový "flavour" (chuť a vůně) jablka. Statisticky průkazné rozdíly v rámci hodnocení jednotlivými hodnotiteli byly shledány mezi typy produkcí u senzoričských parametrů celková intenzita chuti a celková příjemnost chuti. Mezi odrůdami však shledány průkazné rozdíly nebyly. Tyto zjištěné hodnoty korelují s obecným tvrzením, že ekologicky pěstovaná jablka mají lepší chuť.

V párové porovnávací zkoušce, která byla součástí senzoričského hodnocení, viz Tabulka č. 29, byl na základě metodiky (Pokorný a kol., 1999) zaznamenán průkazný rozdíl mezi vzorky jednotlivých produkcí při hladinách významnosti  $\alpha = 0,01$  i  $\alpha = 0,05$ . Mezi preferencemi produkcí již významná průkaznost shledána nebyla. Jediná odrůda, kde byl v párové zkoušce zaznamenán průkazný rozdíl, byl Angold, kde všech osm hodnotitelů shledalo rozdíl a preferovalo vzorek ekologické produkce.

Roth a kol., (2007) ve své studii porovnáující posklizňovou kvalitu jablek uvádí, že mnohem vyšší vliv na kvalitu jablek měl skladovací proces než typ produkce.



## 7. Závěr

Senzorické a chemické vlastnosti jablek z ekologického a integrovaného způsobu produkce jsou odlišné. Dále lze potvrdit i druhou část hypotézy, která říká, že vliv odrůdy je významnějším faktorem než vliv pěstování. Statisticky významný rozdíl mezi vlivy odrůdy byl zjištěn ve více měřených znacích než vliv produkce. Nejvyšší množství průkazných rozdílů v závislosti na odrůdě bylo v hodnotách koncentrace fruktózy, kde byla alespoň jedna průkazná hodnota rozdílu zaznamenána u každé odrůdy.

Nejvíce statisticky významných rozdílů v rámci odrůdy bylo zaznamenáno u odrůdy Angold. U této odrůdy bylo naměřeno druhé nejvyšší množství celkového obsahu sacharidů a celkové sušiny. Dále Angold vykazoval velmi vysokou variabilitu v senzorickém hodnocení.

V senzorickém hodnocení byla ekologicky pěstovaná jablka preferována před integrovaně pěstovanými. O tom vypovídá i statisticky průkazný rozdíl v závislosti na produkci u celkové intenzity a příjemnosti chuti. Tento údaj můžeme spojovat s obecným tvrzením, že BIO jablka mají lepší chuť. Mimo senzorické hodnocení byl statisticky průkazný rozdíl v závislosti na typu produkce zaznamenán v obsahu sacharózy, celkového obsahu sacharidů a celkové sušiny.

Závěrem lze konstatovat, že genetické faktory jako je odrůda, mají stále vyšší vliv na senzorické a fyzikálně chemické parametry než způsob produkce, který může být ovlivněn celou řadou faktorů, jako jsou klimatické podmínky, stav živin, geografická lokalita a mnoho dalších.

## 8. Seznam použité literatury

Ardrey, R. E. 2003. Liquid chromatography-mass spectrometry: an introduction. New York: J. Wiley. ISBN 0-471-49799-1.

Bard, A. J., Skoog, D. A., West D. M. 1963. Fundamentals of analytical chemistry. Journal of Chemical Education. 40(11), 614.

Bertazza, G., Cristoferi, G. and Bignami, C. 2010. Fruit composition and quality of organically and conventionally grown apple, apricot and pear in the veneto region (Northern Italy). Acta Hort. 873, 309-316.

Blair, R. 2012. Organic production and food quality: a down to earth analysis. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, Food science and technology.

Boller, E. F., Avilla, J., Jörg E., Malavolta C., Wijnands, F. G., Esbjerg, P. 2004. Integrated production: Principles and technical guidelines. 3rd ed., p. 49.

ČR. Vyhláška č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin. In.: 2008. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-225>.

ČSU. 2016. Spotřeba potravin 2016 [online]. Praha, [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2016>.

Daillant-Spinnler, B., MacFie, H. J. H., Beyts, P. K., Hedderley, D. 1996. Relationships between perceived sensory properties and major preference directions of 12 varieties of apples from the Southern hemisphere. Food Qual. Prefer. 7:113–126.

Dar, B. N., Nayik, G. A. Effect of storage period on physiochemical, total phenolic content and antioxidant properties of bran enriched snacks. 2016. British Journal of Nutrition, 108 (04), pp. 692-698.

- DeEll, J.R. and Prange, R.K. 1992. Postharvest quality and sensory attributes of organically and conventionally grown apples. *Hortscience*,27:1096-1099.
- Dixon, J., Hewett, E. W., J. *Crop Hortic. Sci.* 2000, 28, 155–173.
- FAO. 2013. World apple production.[online 2017-10-27] Dostupné z: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Dorsey, J. G., Cooper, W. T. Retention mechanisms of bonded-phase liquid chromatography. *Anal. Chem.* 66, 857A-867A, 1994.
- Fang, T., Zhen, Q., Liao, L., Owiti, A., Zhao, L., Korban, S. S., Han Y. 2017. Variation of ascorbic acid concentration in fruits of cultivated and wild apples. *Food Chemistry*. 225, 132-137.
- Ferreira, L., Perestrelo, R., Caldeira, M. a Camara, J. S. Characterization of volatile substances in apples from Rosaceae family by headspace solid-phase microextraction followed by GC-qMS. 2009. *Journal of Separation Science*, **32**(11), 1875-1888.
- Hecke K., Herbinger K., Veberic R., Trobec M., Toplak H., Stampar F., Keppel H., and Grill D. 2006. Sugar, acid, and phenol contents in apple cultivars from organic and integrated fruit cultivation. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60, pp. 1136-1140.
- Herrero M., Cifuentes A., Ibáñez E. and Castillo M.D. *Methods of analysis of food components and additives*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2012. Advanced analysis of carbohydrates in food. 135 – 164. ISBN 978-1-4398-1552-6.
- Hokanson S.C., Lamboy W.F., Szewc-McFadden A.K., McFerson J.R., 2001. Microsatellite (SSR) variation in a collection of *Malus* (apple) species and hybrids. *Euphytica*, 118: 281–294.
- IFOAM. 2005. Principles of Organic Agriculture. Retrieved 22.10.2017, from [https://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa\\_english\\_web.pdf](https://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa_english_web.pdf)
- ISO 8589:2007. Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 16 p.

Janick, J. 1974. The apple in Java. *HortScience* 9:13-15.

Kang, N. J., K. W. Lee, S. J. Lee, C. Y. Lee and H. J. Lee. 2004. Effects of phenolics in Empire apples on hydrogen peroxide-induced inhibition of gap-junctional intercellular communication. *BioFactors* 21: 361-365.

Kazakewich, Y., Lobrutto, R. 2007. *HPLC for pharmaceutical scientists*. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience. ISBN 0471681628.

Keyes, S., Tyedmers, P., Beazley, K. 2015. Evaluating the environmental impacts of conventional and organic apple production in Nova Scotia, Canada, through life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 103, 40-51.

Kubaschová, K. 2013. Validace a aplikace HPLC metody pro stanovení sacharidů a askorbové kyseliny v ovoci a zelenině. *ČZU v Praze*. 46-47.

Lara, I., Graell, J., Lopez, M. L., Echeverra, G., *Postharvest Biol. Technol.* 2006, 39, 19–28.

Lee, K. W., Y. J. Kim, D. O. Kim, H. J. Lee and C. Y. Lee. 2003. Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 6516-6520.

Lee, S. K., Karder, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. 20. 207-220.

Li, Y., & Schellhorn, H. E. (2007). New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C. *The Journal of nutrition*, 137 (10), 2171-2184.

McGlone, A., Jordan, R. B., Seelye, R. Clark, C. J. 2002. Dry-matter better predictor of the post-storage soluble solids in apples? *Postharvest Biology and Technology* 28 (2003) 431/435.

Mikulic-Petkovsek, M., Slatnar, A., Stampar, F., Veberic, R. 2010. The influence of organic/integrated production on the content of phenolic compounds in apple leaves and fruits in four different varieties over a 2-year period. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (14), 2366-2378.

Miuța, F., Vlăsa, M., Coman, V., a Halmagyi, A. 2016. Simultaneous determination of glucose, fructose, sucrose and sorbitol in the leaf and fruit peel of different apple cultivars by the HPLC–RI optimized method. *Food Chemistry*, 199, 653-659.

Moldoveanu, S. C., David, V. 2013. *Essentials in modern HPLC separations*. Waltham, MA: Elsevier.. ISBN 978-0-12-385013-3.

Muir, J. G., Shepherd, S. J., Rosella, O., Rose, R., Barrett, J. S., Gibson, P. R. 2007. Fructan and free fructose content of common Australian vegetables and fruit. *J. Agric. Food Chem.* 55:6619-6627.

Nishikimi, M., Fukuyama, R., Minoshima, S., Shimizu, N., Yagi, K. 1994. Cloning and chromosomal mapping of the human nonfunctional gene for L-gulonogamma-lactone oxidase, the enzyme for L-ascorbic acid biosynthesis missing in man *Journal of Biological Chemistry*, 269 (18), pp. 13685-13688.

Pantea, S. 2014. Variability of dry matter content of apple fruit under the influence of cultivar and soil maintenance systems. *Analele Universității din Oradea, Fascicula Protecția Mediului*. Vol XXIII.269-276.

Paul, M. J., Driscoll, S. P. 1997. Sugar repression of photosynthesis: the role of carbohydrates in signalling nitrogen deficiency through source:sink imbalance. *Plant Cell Environ.* 20:110–116.

Peck, G.M., Andrews, P.K., Reganold, J.P., Fellman, J.K. 2006. Apple Orchard Productivity and Fruit Quality under Organic, Conventional, and Integrated Management. *HORTSCIENCE*. 41(1):99–107.

Plöger, M., Fricke, A., v. Alvensleben, R. 1999. Analyse der Nachfrage nach Bio-Produkten". Erschienen in der Reihe "Marketing der Agrar- und Ernährungswirtschaft" Bd. 9, 1993, Wissenschaftsverlag Vauk Kiel KG, 24118 Kiel, Olshausenstr. 40, 212 S.

Pokorný, J., Valentová, H., Panovská, Z. 1999. Senzorická analýza potravin, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 95 s.

Pollan, M. 2006. The omnivore's dilemma: a natural history of four meals. New York: Penguin Press. ISBN 978-1-59420-082-3.

Právní Předpisy pro ekologické zemědělství a produkci biopotravin. 2012. In: Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-059-8.

Průchová, K., Podskalská, T., Kružík, V., Vápenka, L., Čížková, H. 2017. Application of volatile compounds profiles for the assessment of apples grown in the systems of ecological and integrated production.

Roth, 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.

Rubinson, K. A., Rubinson, J. F. 2000. *Contemporary Instrumental Analysis* 1st Ed. pp 629-658.

Suni M., Nyman M., Eriksson N.A., Bjork L. and Bjorck I. 2000. Carbohydrate composition and content of organic acids in fresh and stored apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80:1538 – 1544.

Steyn, W. J. 2012. Physiology and functions of fruit pigments: An ecological and horticultural perspective. *Hort. Rev.* 39:239–271.

Troesch, B., Hoefl, B., McBurney, M., Eggersdorfer, M., Weber, P. 2012. Dietary surveys indicate vitamin intakes below recommendations are common in representative Western countries. *British Journal of Nutrition*. 108(04), 692-698.

Vonášek, F., Trepková, E., Novotný, L. 1987. *Látky chťové a vonné*. Praha: SNTL.

Vrhovsek, U., Rigo, A., Tonon, D., Mattivi, F. 2004. Quantitation of Polyphenols in Different Apple Varieties. *J. Agric. Food Chem.* 52 (21). 6532–6538.

Weibel, F. P., Bickel, R., Leuthold, S., Altföldi, T. 2000. Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. *Acta Horticulturae* [online]., (517), 417-426 [cit. 2017-11-09]. DOI: 10.17660/ActaHortic.2000.517.53. ISSN 0567-7572.

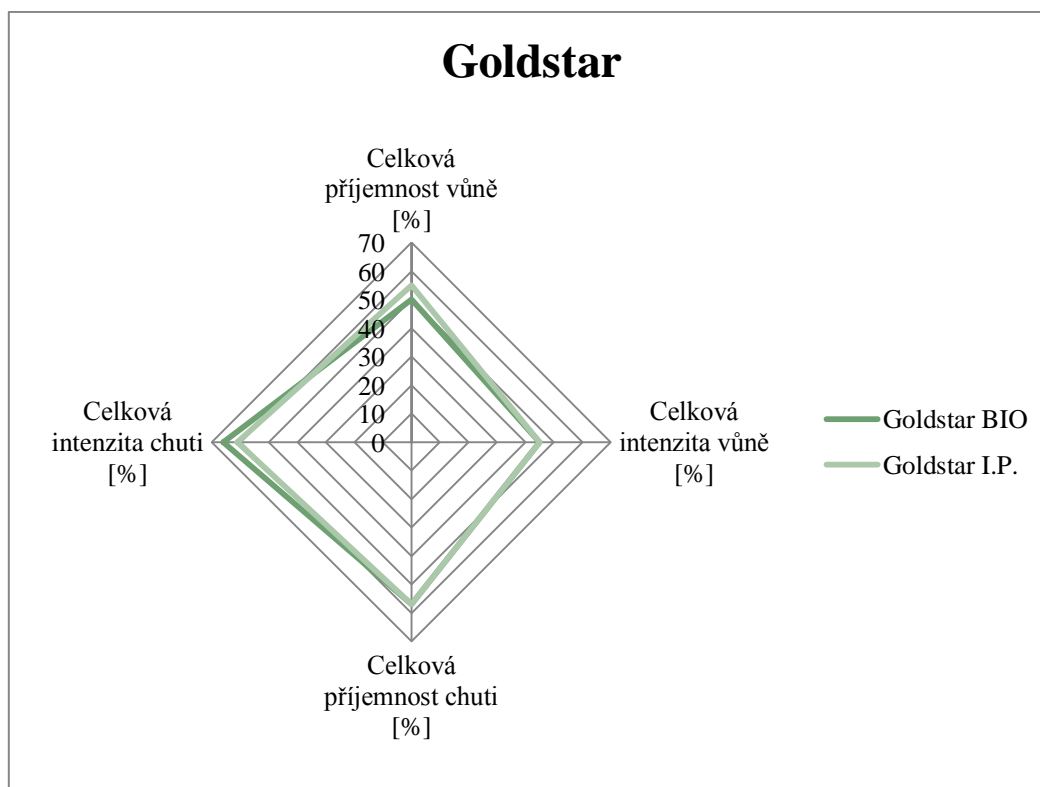
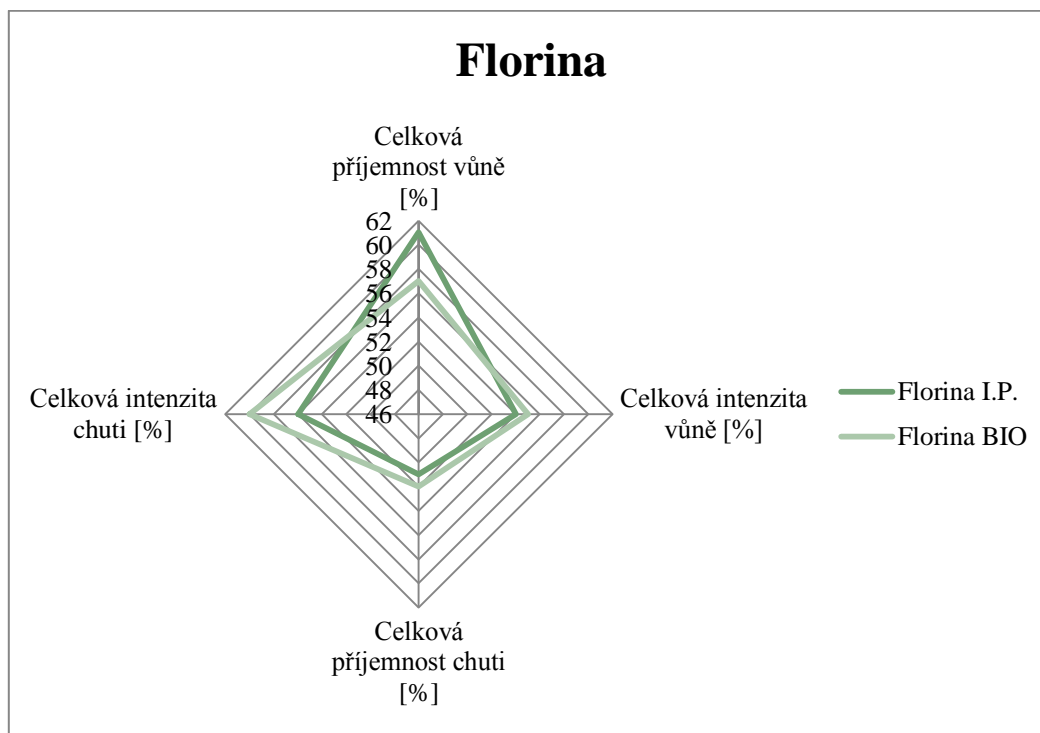
Wiley, C. 1961. *Physical chemistry of macromolecules*. Tanford, London.

Zeiger, D. 1978. Nitrogen fertilizing and pruning of apple trees as they affect yield, fruit quality and tree growth in North Carolina. *North Carolina Agr. Expt. Sta. Tech. Bul.* 254.

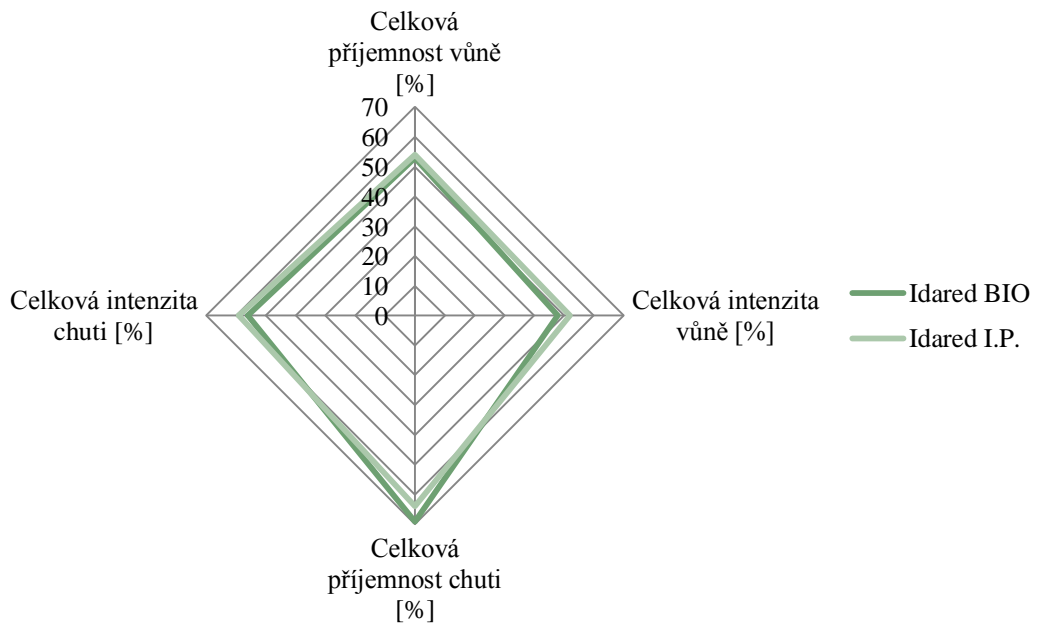




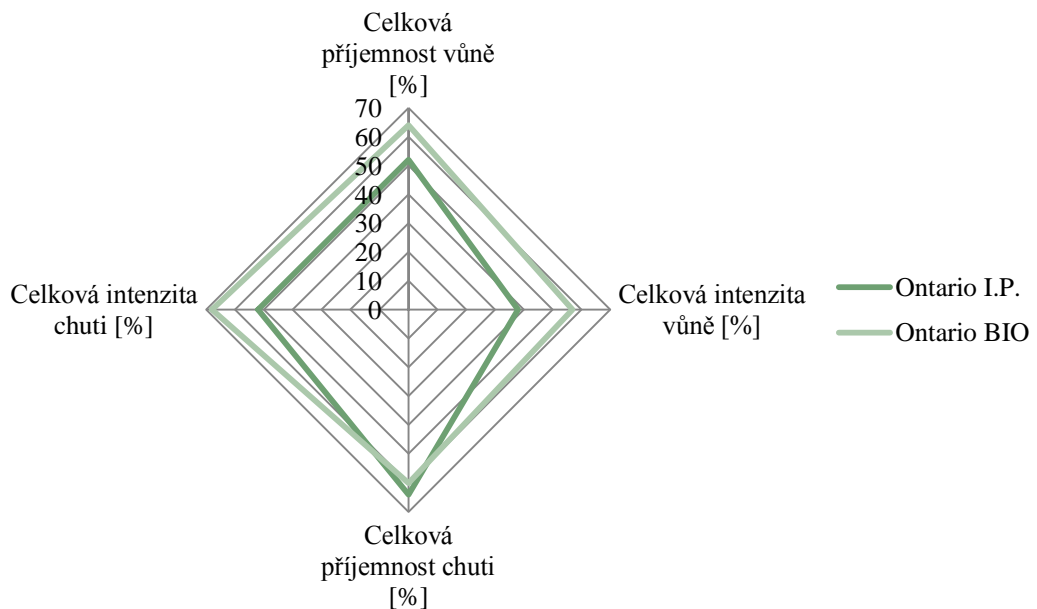
Příloha č. 2 Grafické znázornění odrůd jablek



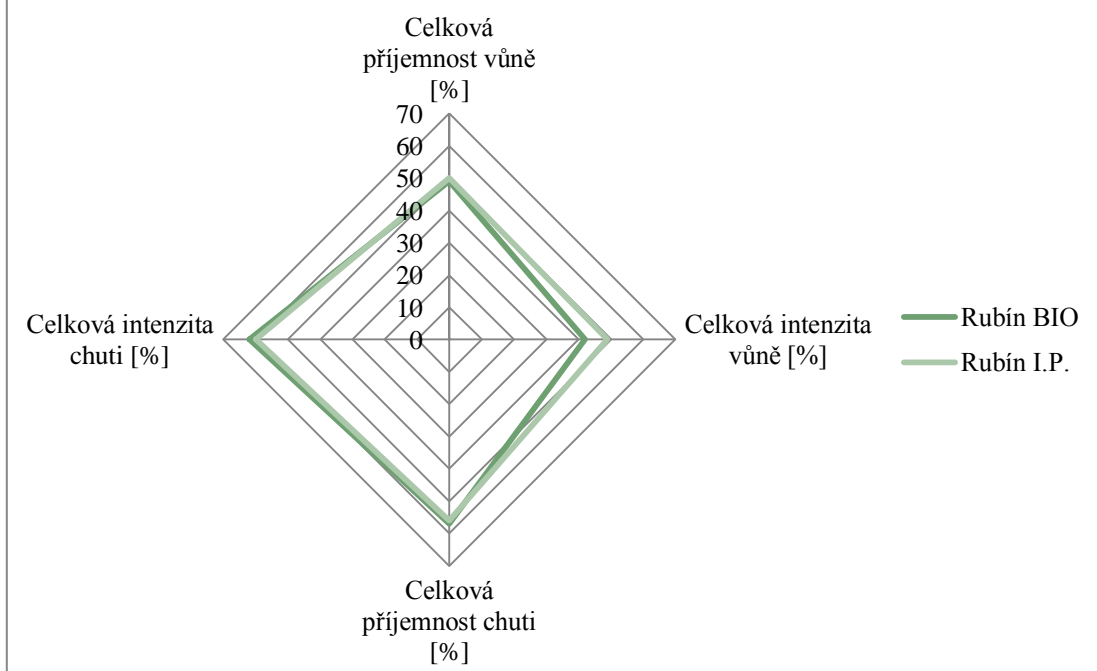
## Idared



## Ontario



## Rubín



## Zvonkové

