

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů



Stanovení kvality vodních melounů v závislosti na jejich chemických, fyzikálních a senzorických vlastnostech

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Nováková Lucie

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

© 2015 ČZU v Praze

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Stanovení kvality vodních melounů v závislosti na jejich chemických, fyzikálních a senzorických vlastnostech" jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8. dubna 2015

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat panu prof. Ing. Ondřeji Jiříčkovi, CSc. a panu Vojtěchu Jandákovi z Katedry fyziky Fakulty elektrotechnické ČVUT za umožnění realizace akustické části výzkumu této diplomové práce, doc. Ing. Lence Kouřimské, Ph. D. za odborné vedení a cenné rady, zaměstnancům Katedry kvality zemědělských produktů České zemědělské univerzity v Praze, a v neposlední řadě mé rodině a nejbližším přátelům za psychickou podporu.

Stanovení kvality vodních melounů v závislosti na jejich chemických, fyzikálních a senzorických vlastnostech

Souhrn

Teoretická část této diplomové práce se zabývá metodami stanovení kvality vodních melounů. Z nedestruktivních metod se využívají akustické technologie, vibrometrie, elektromagnetické technologie, rentgen a počítačová tomografie a spektroskopie v blízké červené oblasti. Z fyzikálních vlastností se stanovuje velikost (hmotnost, objem, hustota), sušina a barva dužniny. Mezi běžně stanovované chemické vlastnosti patří obsah cukrů, vitamínu C a titrační kyselost. Významnou součástí stanovení kvality je také senzorická analýza.

Experimentální část se zabývá vlastním stanovením obsahu sacharidů, vitamínu C, organických kyselin a sušiny u 30 vodních melounů. Z fyzikálních parametrů byly hodnoceny hustota, rozměry vodních melounů a barva jejich dužniny. Z akustických vlastností byly analyzovány plochy frekvenčních spekter a doba resonance vodních melounů po jejich vybuzení impulzem. Hodnoty uvedených parametrů byly dány do korelace s výsledky senzorické analýzy, ve které bylo hodnoceno celkem 9 deskriptorů – celkový vzhled, intenzita barvy, šťavnatost, příjemnost konzistence, celková příjemnost chuti, celková intenzita chuti, intenzita sladké chuti, intenzita kyselé chuti a cizí chuť.

Nejlépe byly v senzorické analýze hodnoceny vzorky s obsahem cukrů okolo 9 g/100 g dužniny. Obsah vitamínu C u analyzovaných vzorků byl v průměru o polovinu nižší, než udává literatura. Zajímavostí je zjištění, že se po zchlazení vzorků na teplotu + 5 °C u některých z nich vyskytlo intenzivní okurkové aroma. Mezi nejdůležitější statisticky významné závislosti patří korelace mezi příjemností konzistence a šťavnatostí, obsahem sušiny a refraktometrické sušiny, a korelace mezi příjemností chuti a intenzitou chuti, obsahem sacharosy a sušiny. V případě akustických parametrů byly detailně hodnoceny statisticky významné závislosti mezi plochou frekvenčního spektra a příjemností konzistence, příjemností chuti, obsahem sacharosy a obsahem sušiny, a mezi délkou resonance a hustotou melounu a jeho obvodem procházejícím středem velké poloosy.

Klíčová slova: vodní meloun, sacharidy, vitamin C, senzorická analýza

Determination of watermelons quality according to their chemical, physical and sensory properties

Summary

The theoretical part of this thesis deals with methods for determining the quality of watermelons. From the non-destructive methods for example acoustic technology, vibrometry, electromagnetic technology, X-ray and computed tomography and spectroscopy in the near red area are used. From physical characteristics size (weight, volume, density), colour of pulp and dry matter were determined. Among the usually assessed chemical characteristics belonged sugars, vitamin C and titratable acidity. Sensory analysis was also an important part of quality determination.

The experimental part deals with the determination of carbohydrates, vitamin C, organic acids and solids in 30 watermelons. From physical parameters density and size of watermelons, and the colour of their pulp were evaluated. From acoustic characteristics surfaces of frequency spectrum and resonance time of watermelons after excitation pulse were analyzed. The values of the above parameters were correlated with the results of sensory analysis, where 9 descriptors - general appearance, color intensity, juiciness, pleasantness consistency, overall pleasantness of taste, the overall intensity of flavour, sweet taste intensity, the intensity of sour taste and off flavour were evaluated.

Best results in sensory analysis were achieved in samples containing sugars around 9 g/100 g of pulp. The vitamin C content in the analyzed samples was on average half lower than the literature indicates. An interesting finding is that after cooling the samples to a temperature of + 5 ° C in some of them there were intense cucumber flavor. The most statistically realation is the correlations between agreableness of consistency and juiciness, dry matter content and refractive solids, and the correlation between intensity and taste agreableness flavor sucrose content and dry matter content. From acoustic parameters were evaluated in detail statistically significant relationship between the area of the frequency spectrum and consistency pleasures, pleasures of taste, sucrose content and dry matter content, and the resonance between the length and density of the melon and its circuit through the middle of a driveshaft.

Keywords: watermelon, sugars, vitamin C, sensory analysis

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	2
3.	Přehled literatury	3
3.1.	Meloun vodní (<i>Citrullus lanatus</i>).....	3
3.1.1.	Zařazení do botanického systému	3
3.1.2.	Charakteristika.....	3
3.1.3.	Odrůdy.....	4
3.1.4.	Význam vodních melounů ve výživě člověka.....	6
3.2.	Kvalita ovoce a zeleniny	7
3.3.	Kvalita vodních melounů a její nedestruktivní stanovení	9
3.3.1.	Akustické technologie	10
3.3.2.	Technologie vibrometrie	12
3.3.3.	Elektromagnetické technologie	12
3.3.4.	Rentgen a počítačová tomografie	13
3.3.5.	Spektroskopie v blízké červené oblasti	13
3.3.6.	Automatické způsoby třídění (na lince, „on-line“)	14
3.4.	Stanovení jakostních ukazatelů - fyzikálních.....	15
3.4.1.	Stanovení velikosti (hmotnosti, objemu a hustoty)	15
3.4.2.	Stanovení sušiny.....	17
3.4.3.	Stanovení barvy.....	18
3.5.	Stanovení jakostních ukazatelů - chemických	20
3.5.1.	Stanovení obsahu cukrů.....	20
3.5.2.	Stanovení obsahu vitamínu C.....	21
3.5.3.	Stanovení obsahu organických kyselin	23
3.6.	Senzorická analýza.....	24
3.6.1.	Význam senzorické analýzy.....	24
3.6.2.	Definice senzorické analýzy, dělení senzorického hodnocení	25
3.6.3.	Faktory ovlivňující smyslové vnímání	25
3.6.4.	Metody senzorické analýzy	26
4.	Materiál a metody	28
4.1.	Hodnocené vzorky	28
4.2.	Stanovení hmotnosti vodních melounů.....	28
4.3.	Akustická analýza vzorků	29
4.4.	Stanovení objemu a hustoty vodních melounů	29
4.5.	Stanovení obvodů melounu.....	30
4.6.	Příprava vzorků pro senzorickou analýzu	30
4.7.	Senzorická analýza.....	31
4.8.	Příprava homogenizované dužniny	31
4.9.	Stanovení refraktometrické sušiny	32
4.10.	Stanovení sušiny.....	32
4.11.	Stanovení barvy.....	32
4.12.	Úprava homogenizované dužniny pro další chemické analýzy	33
4.13.	Stanovení titrační kyselosti	33
4.13.1.	Stanovení přesné koncentrace hydroxidu sodného	33
4.13.2.	Stanovení titrační kyselosti melounové šťávy.....	34
4.14.	Stanovení jednotlivých cukrů.....	34
4.14.1.	Kalibrace, kalibrační křivka	34

4.14.2.	Příprava melounové šťávy.....	35
4.14.3.	Stanovení obsahu glukosy, fruktosy a sacharosy v melounové šťávě ...	35
4.15.	Stanovení vitamínu C.....	36
4.15.1.	Kalibrace	36
4.15.2.	Stanovení obsahu vitamínu C v melounové šťávě	36
4.16.	Vyhodnocení výsledků.....	36
5.	Výsledky	37
5.1.	Výsledky sensorické analýzy	37
5.2.	Použité kalibrační křivky	37
5.2.1.	Kalibrace jednotlivých sacharidů	37
5.2.2.	Kalibrace vitamínu C.....	40
5.3.	Výsledky akustické analýzy	40
5.4.	Výsledky fyzikálních analýz	41
5.5.	Výsledky chemických analýz.....	42
5.6.	Korelace výsledků sensorické analýzy s vybranými parametry	42
5.6.1.	Korelační matice.....	42
5.6.2.	Příjemnost chuti.....	44
5.6.3.	Šťavnatost.....	46
5.6.4.	Příjemnost konzistence.....	47
5.7.	Korelace akustických vlastností s vybranými parametry.....	50
5.7.1.	Korelační matice.....	50
5.7.2.	Plocha frekvenčního spektra	51
5.7.3.	Délka resonance	54
6.	Diskuze	56
7.	Závěr.....	59
8.	Seznam literatury	60
9.	Přílohy	64
9.1.	Seznam příloh.....	64
9.2.	Formulář pro sensorickou analýzu.....	65
9.3.	Grafy	66
9.4.	Tabulky	70

1. Úvod

Vodní melouny patří v České republice neodmyslitelně k letní sezóně. Jsou vyhledávány zejména pro vysoký obsah vody a příjemnou sladkou chuť. Konzumují se převážně v čerstvém stavu, v menší míře pak v podobě sorbetu či jako součást koktejlů.

Tato rostlina je náročnější na podmínky prostředí, ale v teplejších regionech České republiky se dá pěstovat s úspěchem. V běžně dostupné literatuře se najde dostatek informací pro zajištění dobrého výnosu. V případě samozásobování je určení zralosti a tím optimální doby sklizně zjednodušeno znalostí průběhu klimatických podmínek a délkou zrání. Vzhledem k velikosti objemů sklizených melounů ve velkovýrobě však není možné sledovat individuálně každý kus. Také je nutné, z důvodu exportu na značné vzdálenosti a potřeby zvýšené trvanlivosti vodních melounů, je sklízet před jejich úplnou zralostí, což však může mít za následek negativní vliv na sensorické vlastnosti a uspokojení očekávání spotřebitelů.

Z tohoto důvodu v posledních 40 letech probíhá intenzivní výzkum metod nedestruktivního stanovení kvality vodních melounů ideálně již na poli bez nutnosti sklizně. Většina těchto metod je založena na různých akustických vlastnostech vodních melounů. V průběhu zrání se mění celkový obsah rozpustných látek v melounu, který pak ovlivňuje hodnoty akustických parametrů. Této vlastnosti využívají i někteří spotřebitelé (ač nevědomky), když při vybírání celých vodních melounů na ně poklepávají prsty a snaží se dle vydávaného zvuku odhadnout jejich vnitřní kvalitu.

Nedestruktivní metody by ale nemohly existovat bez metod destruktivních, do kterých patří chemické analýzy, některé fyzikální analýzy a sensorická analýza. Díky přesnému laboratornímu stanovení obsahu důležitých látek mohlo dojít ke kalibraci a validaci metod nedestruktivních. Sensorické hodnocení je důležité pro zjištění spotřebitelských preferencí a požadavků na chuť či konzistenci dužniny vodních melounů. Při nákupu porcovaných melounů hraje významnou roli barva dužniny a celkový vzhled na řezu.

2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem teoretické části diplomové práce „Stanovení kvality vodních melounů v závislosti na jejich chemických, fyzikálních a sensorických vlastnostech“ je zpracování literárního přehledu týkajícího se stanovení jakostních ukazatelů vodních melounů.

Cílem experimentální části práce je stanovení obsahu sacharidů, vitamínu C a sušiny a následné porovnání výsledků se sensorickou a akustickou analýzou vzorků.

Hypotéza ověřovaná v této diplomové práci je založena na předpokladu, že sensorická kvalita vodních melounů závisí na stupni jejich zralosti, který je v korelaci s obsahem sacharidů, vitamínu C, obsahem sušiny a akustickými vlastnostmi.

3. Přehled literatury

3.1. Meloun vodní (*Citrullus lanatus*)

3.1.1. Zařazení do botanického systému

Říše: rostliny (*Plantae*)

Oddělení: rostliny krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné rostliny (*Rosopsida*)

Řád: tykvotvaré (*Cucurbitales*)

Čeleď: tykvovité (*Cucurbitaceae*)

(zdroj: Biolob.cz)

3.1.2. Charakteristika

Vodní meloun (jinými názvy též lubenice obecná či dyňa červená – Pekárková, 2001; Petříková et al., 2012) pochází z oblasti střední a jižní Afriky. Jsou to jednoleté plazivé rostliny s hluboce laločnatými listy barvy zelené až stříbrošedé. Květy se vyvíjejí v paždí listů, jsou žlutě zbarvené, různopohlavní, jednodomé, cizospašné. Květy samčí převažují obvykle v poměru 7:1 (Petříková et al., 2012).

Meloun vodní (*Citrullus lanatus*) zahrnuje 3 poddruhy – *Citrullus lanatus subsp. lanatus* (skupina starých kultivarů původem z Jižní Afriky), *C. lanatus subsp. mucospermus* (odrůdy mají velká jedlá semena) a *C. lanatus subsp. vulgaris* (sladké moderní kultivary) (Liu et al., 2013).

Starobylý poddruh má vysokou odolnost proti biotickým a abiotickým stresům. Dobře se kříží s moderními kultivary, proto se využívá pro zvýšení jejich odolnosti. Starobylé kultivary nejsou vhodné pro produkční využití, neboť jejich dužnina není sladká (hromadí minimum cukrů) (Liu et al., 2013).

Plody mají kulovitý, oválný nebo válcovitý tvar a hladkou slupku barvy tmavozelené nebo zeleně mramorované. Vysoce šťavnatá dužnina bývá většinou červená, existují však

i typy žluté či bělozelené. Zralá semena mají hnědou až černou barvu a jsou roztroušena v dužnině. Rané odrůdy vytvářejí menší plody o průměru 15 – 20 cm, pozdní odrůdy dosahují průměru až 40 cm a hmotnosti několika kilogramů (Pekárková, 2001). Petříková et al. (2012) uvádí, že běžná hmotnost plodů se pohybuje v rozmezí 1,5 – 10 kg. Dle Pekárkové (2001) obsahuje dužnina vodních melounů 8 – 10 % cukrů.

Pekárková (2001) uvádí, že meloun vodní je vysoce teplomilný druh a zastavuje růst už při teplotách 15 °C. S tím ale nesouhlasí Petříková et al. (2012), která jako limitní teplotu uvádí 10 °C.

Melouny by měly být sklizeny při úplné zralosti, aby bylo dosaženo co nejlepší chuti a textury (Sun et al., 2010). Pekárková (2001) uvádí, že se zralost plodů pozná podle zasychání a stáčení stopky do kličky. Zralé plody k tomu znějí při poklepu dutě a ráno se na nich nevytváří rosa. Sun et al. (2010) uvádí, že nezralé melouny vydávají kovový zvuk. Je velmi obtížné posoudit zralost podle vnějších vlastností, jako je velikost, barva slupky, stav stopky či vůně. Dobré zralé melouny mají být pevné, symetrické, svěží a s atraktivním voskovým povrchem slupky (Stone et al., 1996). Dle Petříkové et al. (2012) ale mohou projevy zralosti nastat i vlivem jiných faktorů, jako jsou choroby či sucho. Mezi další pomocné znaky zralosti řadí Kučera et Janýška (1985) změnu barvy plošky na styku plodu s půdou z bílé na žlutou až žlutohnědou a zasychající úponky a zálistky na stopce. Sun et al. (2010) dodává, že v roce 1975 byl vyvinut přesný přístroj pro kvantitativní a nedestruktivní měření kvality vodních melounů využívající akustických vlastností materiálu. Hodnocení bylo založeno na vztahu mezi zralostí a časem průchodu a odrazu zvuku od melounu.

Vodní melouny mají vyšší tržnost než melouny cukrové. Petříková et al. (2012) uvádí, že před transportem jsou melouny uchovány při teplotě 10 °C a vzdušné vlhkosti 80 – 90 %. Pekárková (2001) doplňuje, že je možné je skladovat až 60 dnů při teplotě 5 °C a vzdušné vlhkosti 80 – 90 %. Vodní melouny se konzumují zpravidla čerstvé.

3.1.3. Odrůdy

U melounů vodních rozlišujeme diploidní, triploidní a tetraploidní odrůdy. Odrůdy se mezi sebou liší zemí původu, náročností na teplotu, raností, barvou dužniny (červená až růžová, oranžová, žlutá, bílá), přítomností semen (bezsemenné, se semeny v dužnině), barvou

slupky (tmavozelená, světlezelená, žíhaná, tmavá se žlutými skvrnami, žlutá, oranžová) a charakterem slupky (hladký, drsný). Mohou být volně opylované i hybridní. Petříková et al. (2012) uvádí pouze typ Crimson Sweet se světle až tmavozelenými mramorovanými plody, který je spíše pozdní, a typ Sugar Baby, často reprezentovaný ranějšími odrůdami, s různými rýhami na pokožce. Pekárková (2001) zmiňuje dvě nehybridní odrůdy (Dunaj, Lajko II) a dvě hybridní (Rapid F1, Quality F1). Nejpodrobnější přehled odrůd udává Kozák (2014) na svém webu www.ceske-melouny.cz. Z důvodu velkého množství odrůd (více než 100) jsou v tabulce č. 1 uvedeny pouze názvy odrůd s červenou/růžovou dužninou.

Ali Baba	Chris Cross	Prodjuser
Arkansas Black	Jubilee	Prodjuser PVP
Arriba F1	Klondike Blue Ribbon Striped	Rosario F1
Astrachanskij	Korall	Rozovoe Šampanskoe
Bingo	Krestjanin	Ruber
Black Seeded Ice Cream	Lajko II	Scaly Bark
Blacktail Mountain	Ledi F1	Seedless Red Ruby
Blue Rind	Ledmon	Severnyj Nektar
Bočka Mjoda	Lestra	Sibirskie Ogni
Burpee's Fordhook hybrid	Ležeboka Medovyj F1	Skorik
Bush Sugar Baby	Little Baby Flower F1	Skorospeloi Saharnoi
Carolina Cross	Malali	Sladkaja Jagoda
Caroline F1	Maribo F1	Sladkij Brilliant
Cobb Gem	Medovik	Small Shining
Colorado Preserving	Medovy	Start
Columbia F1	Medovy Gigant	Stone Mountain
Crimson sweet	Melitopolski	Sugar baby
Cromson Wonder	Merlin F1	Sweet Favorite F1
Crimstar F1	Mickylee	Szigetcsépi
Crunchy Red	Million Bucks Hybrid	Šapka Imjeratora
Černyj Princ	Moon & Stars Long Milky Way	Thai Baby
Delikates	Navajo Winter	Thai Rom Dao
Dixie Queen	Nelson F1	Thakii Gem
Electra F1	Ogonjek	Trofi F1
Fairfax	OSH Kirgizia	Ultrarannyj
Fermer	Paladin F1	Ultraskorospely
Foton	Panni	Verona
Georgia Rattlesnake	Pekinskaja Radost' Delikotesnaj	Volžanin
Golden Crown	Podarok Severu	Zengó F1
Golden Midget	Podarok Solnca	Zenit
Golden Pioneer	Podmoskovny Charlstone	Zerline F1
Granate	Polosataja Torpeda F1	Zobor F1
Charleston Gray	Porcionnyj Krasnyj F1	
Cholodok	Princ Albert	

Tabulka č. 1 Odrůdy vodních melounů s červenou/růžovou barvou dužniny

Mezi bezsemenné odrůdy patří například Crunchy Red, Granate, či Seedless Red Ruby. Odrůda s bílou dužninou je například Cream of Saskatchewan, se žlutou pak Janosik či Napsugár a oranžovou dužninu má Primaorange. Červenou či růžovou dužninu mají všechny odrůdy uvedené v tabulce č. 1, například Sugar Baby či Lajko II. Žlutou slupku má například odrůda Princ Albert, žíhanou Fermer, tmavě zelenou Janosik a světle zelenou Ali Baba (Kozák, 2014). Pro názornost jsou vybrané odrůdy uvedeny na obrázku č. 1.



Obrázek č. 1 Ukázka variability odrůd vodních melounů, zleva: Cream of Saskatchewan, Napsugár, Primaorange, Sugar Baby, Princ Albert, Ali Baba, Lajko II, Fermer F1. Zdroj <http://www.ceske-melouny.cz>

3.1.4. Význam vodních melounů ve výživě člověka

Ve střeoevropských zemích (včetně České republiky) se vodní meloun řadí mezi sezónní potraviny – konzumuje se převážně v letních měsících, od května do konce září (Stone et al., 1996). Do České republiky se importují melouny zejména ze Slovinska, Itálie, Španělska či Řecka (Nogol, 2012).

Vodní meloun je bohatý na minerální látky i vitaminy. Je to poměrně nízkokalorická potravina (15 - 30 kcal/100 g dužniny), vydatný zdroj kyseliny listové, jablečné a citronové. Z minerálních látek jsou nejvíce zastoupeny železo, vápník, hořčík, draslík a fosfor. Je významným zdrojem mědi, manganu a selenu (Nogol, 2012).

Nogol (2012) uvádí, že melouny vodní jsou velmi močopudné, což se využívá při léčení ledvinových potíží. Dále poukazuje na některé studie, které naznačují, že vodní melouny mají blahodárný vliv i na stimulaci krevního oběhu.

Díky vysokému obsahu vitaminů, karotenoidů a organických kyselin působí antioxidačně. Mezi antioxidanty se řadí vitamin A, B2, vitamin C, karotenoid lykopen. Průměrný obsah důležitých látek zachycuje tabulka č. 2 (Nogol, 2012).

Parametr	na 100 g	DDM na 100 g
voda	91,45 g	
cukry	6,2 g	6,9 %
železo	0,24 mg	1,3 %
vápník	7 mg	0,7 %
hořčík	10 mg	2,5 %
draslík	112 mg	2,4 %
fosfor	11 mg	1,1 %
měď	0,042 mg	2,1 %
mangan	0,038 mg	1,9 %
selen	0,4 µg	0,6 %
vitamin A	569 MJ	11,4 %
vitamin B2	0,021 mg	1,2 %
vitamin C	8,1 mg	13,5 %
lykopen	4532 µg	

Tabulka č. 2 Průměrný obsah důležitých látek dle Nogola (2012)

Dle publikovaných výsledků odrůdových zkoušek ÚKZÚZ v Praze a Bratislavě z let 1988 a 1989 se hodnoty refraktometrické sušiny pohybují v závislosti na odrůdě mezi 7,5 – 10,2 °Bx a obsah vitaminu C mezi 36,8 – 58,1 mg kyseliny askorbové/kg dužniny (dle odrůdy). Kopec (1998) udává průměrnou hmotnost sušiny vodního melounu 70 g/kg, obsah sacharidů 50 g/kg a průměrný obsah vitaminu C 80 mg/kg dužniny.

3.2. Kvalita ovoce a zeleniny

Pojem kvalita znamená míru vhodnosti výrobku pro konkrétní použití (Abbott, 1999). Kvalita je často definována buď z produktového či spotřebitelského pohledu. Každý článek v řetězci má jiná kritéria hodnocení kvality – rozdílné parametry upřednostňuje pěstitel, balírna, distributor, velkoobchod, maloobchod či konečný spotřebitel. Lidé používají k hodnocení všechny smysly – zrak, čich, chuť, hmat, i sluch. Spotřebitel integruje všechny tyto smyslové vjemy (vzhled, aroma, chuť, hmatový pocit, pocit v ústech, zvuky při žvýkání) a nakonec z nich odvodí rozsudek přijatelnosti produktu (Abbott, 1999). Noh et Choi (2006) uvádějí, že mezi hlavní kritéria kvality ovoce a zeleniny patří vzhled, textura, chuť, nutriční hodnoty a bezpečnost (obsah reziduí, škodlivin, jedů, ...).

Abbott (1999) uvádí, že pro zjištění a kontrolu kvality je nutná schopnost měřit znaky související s kvalitou. Kvalita produktů zahrnuje smyslové vlastnosti (vzhled, textura, chuť a aroma), nutriční hodnotu, chemické složky, mechanické vlastnosti, funkční vlastnosti a vady. K měření kvality je používáno různých přístrojů. Vzhled je hodnocen pomocí instrumentálního měření elektromagnetických vlastností, textura pomocí mechanických vlastností a aroma (chuť a vůně) pomocí chemických vlastností. Instrumentálním metodám se dává v oblasti výzkumu a komerce přednost před smyslovým hodnocením, neboť jsou mnohdy rychlejší a časově i finančně méně náročné a jejich výsledky mohou využít jak vědci, tak průmysloví výrobci i spotřebitelé. Přístroje se mohou přiblížit lidským smyslům tím, že napodobí způsob, jakým lidé hodnotí produkt, nebo změří základní vlastnosti, zkombinují je a matematicky určí hodnotu sledovaného kvalitativního parametru.

Obecně se při hodnocení kvality předpokládá jednosměrný vztah mezi odezvou snímače a množstvím měřené složky. To platí například pro měření obsahu pigmentu pomocí absorpance světla či tvrdosti použitím síly potřebné ke zvolenému stupni deformace (Abbott, 1999).

Noh et Choi (2006) rozdělují nedestruktivní metody hodnocení kvality zahradnických produktů do dvou kategorií – tzv. „off-line“ a „on-line“. „Off-line“ metody jsou bez časového limitu při měření kvality ovoce, „on-line“ metody (tzn. automatické třídění na lince) jsou oproti tomu časově omezeny. On-line metody se využívají při vysokorychlostním třídění ovoce – dva až pět kusů za vteřinu. Pro vyhodnocení kvality exteriéru se využívají CCD kamery (*Charge-coupled device*), zachycující velikost, barvu, tvar, atd. Pro stanovení vnitřní kvality, jako je obsah cukrů, kyselin, vnitřní členění či dutiny, se využívají technologie VIS/NIR spektroskopie, zvukových a ultrazvukových vln, RTG či magnetické resonance (MRI).

Metody pro instrumentální měření kvality ovoce a zeleniny mohou být klasifikovány do tří kategorií dle principů měření – optické, elektromagnetické a dynamické (Noh et Choi, 2006). Toto je uvedeno v tabulce č. 3.

Princip	Použitá technika	Zjišťované vlastnosti
Optický	Analýza obrazu	velikost, tvar, barva, vnější vady
	Emisní a absorpční spektroskopie	barva, chemické složení, vnitřní defekty
	Laserová spektroskopie	pevnost, pružnost, vady, tvar
Dynamický	Vibrační excitace	pevnost, elasticita, zralost
	Zvukové zobrazení	pevnost, elasticita, dutiny, hustota
	Ultrazvukové	dutiny, vnitřní struktura, pevnost, měkkost
	Rentgenové zobrazení a počítačová tomografie	dutiny, vnitřní struktura, zralost
Elektromagnetický	Impedance	obsah vlhkosti, hustota, obsah cukrů, dutiny
	MR(MRI)	obsah vlhkosti, obsah cukrů, obsah tuků, vnitřní struktura a defekty

Tabulka č. 3 Klasifikace instrumentálních metod (Noh et Choi, 2006)

3.3. Kvalita vodních melounů a její nedestruktivní stanovení

Kvalita melounů nabízených v obchodní síti závisí do značné míry na vytipování zralých plodů na polích. Může se také změnit během skladování a přepravy. Optimální spotřebitelská kvalita závisí na adekvátním obsahu cukrů, aroma a textuře dužniny. Nedostatečně zralé melouny mají méně rozvinutou barvu dužniny, nižší obsah cukrů, nevýraznou chuť a pevnější strukturu než optimálně zralé melouny. Při přezrávání chuť a textura dramaticky degraduje (Stone et al., 1996).

Sun et al. (2010) řadí mezi hlavní indexy vnitřní kvality vodních melounů obsah rozpustných látek (*soluble solids contents*), pevnost, vnitřní defekty a zralost. Uvádí, že se dříve hodnotila kvalita vodních melounů pouze subjektivně pomocí odborných hodnotitelů, což bylo velmi pomalé, nákladné a neobjektivní. V posledních letech byly proto vyvinuty nedestruktivní metody hodnocení kvality vodních melounů, které jsou založené na akustické technologii, dynamické technologii, elektrické a magnetické technologii, rentgenových paprscích a počítačové tomografii, a NIR spektroskopii. Abbaszadeh et al. (2013) ještě doplňuje metodu laserové Dopplerovy vibrometrie (LDV), která byla vyvinuta během posledních let.

3.3.1. Akustické technologie

Určení optimální zralosti melounů v době sklizně je zásadní, ale obtížný úkol. Tradiční způsob je ořukávání melounů a vyhodnocení jejich zralosti na základě vydávaného zvuku (Stone et al., 1996).

Materiálové vlastnosti melounu, které se mění v průběhu zrání, mají vliv na charakter odraženého zvuku. Dutý zvuk obvykle značí zralost. Nezkušený hodnotitel ale nemá šanci dle zvuku zralý meloun rozpoznat (Stone et al., 1996). Použití objektivní akustické technologie již na polích zajistí požadovanou a konzistentní kvalitu pro velkoobchod, maloobchod i konečného spotřebitele (Stone et al., 1996).

Povey et Wilkinson (1980) uvádí, že byl na začátku roku 1970 uznán potenciál akustické techniky v potravinářském průmyslu. Během posledních 30 let se akustická technologie vyvinula a stala se hlavním způsobem hodnocení a třídění vodních melounů (Mizrach et al., 1996).

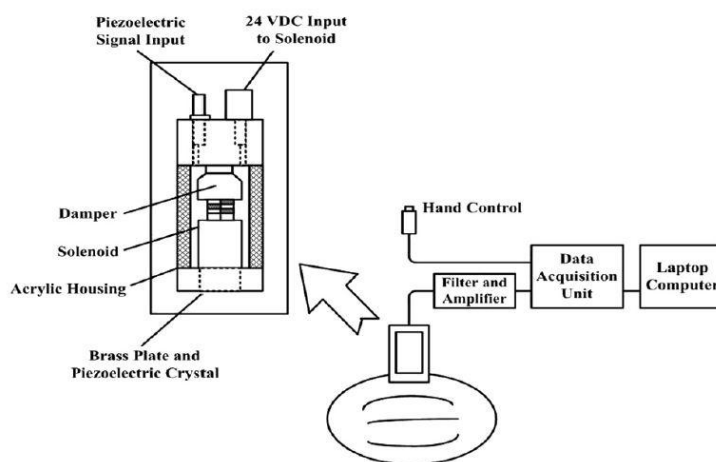
Když akustická vlna dosáhne zemědělského produktu, její odrazení či průchod závisí na jeho akustických vlastnostech, jako koeficient útlumu, rychlost přenosu, akustická impedance a vlastní frekvence. Různé zemědělské produkty mají různé akustické vlastnosti z důvodu rozdílné struktury jejich vnitřní tkáně (Sun et al., 2010).

Mizrach et al. (1994) uvádí, že pomocí akustických vlastností je možno hodnotit vnitřní fyzikálně chemické parametry vodních melounů, jako je pevnost, obsah sušiny a celkový obsah rozpustných látek. Stone et al. (1996) dodává, že se dá akustická impedance také použít pro detekci dutin, barvy dužniny, pevnosti a hmotnosti melounů.

Mezi první akustické metody sloužící ke stanovení kvality vodních melounů patřila metoda impulzní odezvy. Jako vyvíječ impulzu sloužilo dřevěné kyvadlo tvaru koule, které bylo napojeno na nahrávací aparaturu pro záznam zvukové křivky. Ta se analyzovala pomocí rychlé Fourierovy transformace (He et al., 1994). Pro vyhodnocení senzorkého hodnocení a obsahu rozpustné sušiny byly použity tři charakteristické hodnoty zvukové křivky ($f_{\tau}, mf_{\tau}^2, m^{2/3}\rho^{1/3}f_{\tau}^2$), kde f_{τ} je špičková frekvence spektrální hustoty výkonu, m je hmotnost vodního melounu a ρ je hustota vodního melounu. Koeficienty korelace dosahovaly mezi jednotlivými hodnotami uspokojivých záporných hodnot. Rychlost přenosu zvukových

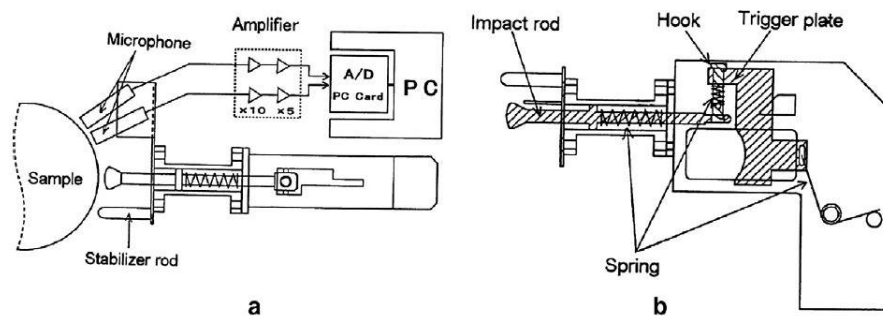
vln melounem se pohybovala mezi 37 – 50 m/s. Rychlost přenosu se snižuje s postupující zralostí (Sugiyama et al., 1994).

Postupem času bylo vyvinuto mnoho nahrávacích systému. Jeden z nich byl přizpůsoben i k určení zralosti melounů na polích (Stone et al., 1996). Systém se skládal z válcového vyvíječe akustického impulzu, zesilovače, filtru, sběrné jednotky, počítače a ručního ovladače (obrázek č. 2). Vyvíjecí váleček byl v kontaktu s melounem pomocí keramického piezoelektrického elementu, který byl napojen na mosazný disk na konci tohoto válečku. Solenoid sloužil k přenosu signálu na povrch keramického elementu. Vibrace melounu byla snímána piezoelektrickým snímačem. Akustické parametry byly porovnány se třemi indikátory kvality, jako barva, hmotnost a pevnost. Korelační koeficienty se pohybovaly v rozmezí 0,53 – 0,66 (Stone et al., 1996).



Obrázek č. 2 Nahrávací systém k určení zralosti vodních melounů na polích (Stone et al., 1996)

Další přenosný systém sloužící pro měření rychlosti přenosu impulsu sestával z dopadového mechanismu „*light-touch*“ a dvou mikrofónů (obrázek č. 3). Sloužil převážně ke stanovení pružnosti/pevnosti (Sugiyama et al., 1998). Korelační koeficient byl 0,94. Toto testovací zařízení může být použito k hodnocení fyziologických změn při zrání melounů (Sun et al., 2010).



Obrázek č. 3 Systém pro měření rychlosti přenosu impulsu (Sugiyama et al., 1998)

Sun et al. (2010) uvádí, že měření pevnosti melounů pomocí nárazu je do značné míry ovlivněno úhlem a umístěním dopadu na povrch plodu, což jsou nejdůležitější faktory ovlivňující režim detekce kvality vodních melounů. Dodává, že se u bezsemenných odrůd často vyskytují dutiny v dužnině, což velmi snižuje jejich kvalitu. Dutost se dle něj dělí do 4 stupňů. Identifikace dutin je velmi důležitá, úspěšně se zde využívá akustické analýzy.

3.3.2. Technologie vibrometrie

Laserové Dopplerovy vibrometrie (LDV) se využívá k detekci spektra vibrací melounu pro hodnocení jejich zralosti a struktury (Abbaszadeh et al., 2013). V této technologii se využívá fázový posun mezi vstupem a výstupem vibračních signálů v předem stanovené frekvenci. Rezonanční frekvence jsou považovány za funkce zralosti. Index pružnosti se získá z vibračního spektra zaznamenaného pomocí LDV výpočtem z druhé mocniny rezonanční frekvence a hmotnosti ovoce (Abbaszadeh et al., 2013).

Tato metoda se široce používá pro hodnocení různého ovoce, při hodnocení melounů se zatím uplatňuje zřídka, avšak její potenciál je vysoký (Abbaszadeh et al., 2013).

3.3.3. Elektromagnetické technologie

Elektromagnetické technologie mají potenciál pro nedestruktivní hodnocení vnitřních vlastností čerstvého ovoce a zeleniny, jako je hustota, čerstvost a zralost. Ve srovnání s jinými metodami se zde používá jednodušší zařízení a zpracování dat. Byl studován vztah mezi SSC a dielektrickými vlastnostmi, jako je permitivita (ϵ'), a ztrátový činitel (ϵ''), ve frekvenčním rozsahu 10 MHz až 1,8 GHz. Výsledky byly vyhovující (Nelson et al., 2006).

V rámci snižování nákladů na analýzy byl zkoumán vztah mezi hustotou melounů, jejich hmotností a obsahem SSC. Nejvíce vyhovovala regresní analýza. Bylo zjištěno, že melouny s hustotou 0,94 – 0,97 g/cm³ bez dutin měly vysoké hodnoty SSC (Nelson et al., 2006).

MRI se ukázala jako nesmírně cenná metoda pro vyhodnocení stupně zralosti, základního členění, modřin, škod způsobených larvami škůdců či vymražením. Zařízení pro měření magnetické rezonance je ale velmi finančně náročné a potřebuje kvalifikovanou obsluhu. Proto se v současnosti příliš nepoužívá (Noh et Choi, 2006).

S postupujícím vývojem techniky se výzkumníci snažili o vytvoření ekonomického a vysokorychlostního MRI systému pro posuzování vnitřní kvality jablek a hrušek. Sun et al. (2010) uvádí, že by tento systém mohl být v budoucnu použit pro hodnocení vnitřní kvality melounů.

3.3.4. Rentgen a počítačová tomografie

Rentgenový obraz je ovlivněn hustotou produktu. S úspěchem byl tento způsob hodnocení využíván od 50. let minulého století k detekci dutin uvnitř brambor, dále pak ke stanovení vnitřní kvality ovoce a zeleniny, jako je SSC, odhalení dutin a stanovení zralosti (Sun et al., 2010).

Pro stanovení kvality zemědělských produktů byly použity celkem 3 rentgenové techniky – dvourozměrná radiografie, liniová skenovací radiografie a počítačová tomografie. Pro stanovení vnitřní kvality vodních melounů nejvíce vyhovovala počítačová tomografie (Sun et al., 2010).

3.3.5. Spektroskopie v blízké červené oblasti

Spektroskopie v blízké červené oblasti (NIR - *near infra-red*) byla objevena v roce 1800 Friedrichem Wilhelmem Herschelem (Nicolai et al., 2007). Když světelný paprsek dopadne na vzorek, může být odražen, absorbován nebo přenesen. Relativní podíl každého z těchto jevů závisí na chemickém složení a fyzikálních parametrech vzorku. V dnešní době

se NIR spektroskopie stala jednou z důležitých a široce používaných metod nedestruktivní analýzy kvality potravin a zemědělských produktů (Cui et al., 2007).

K posouzení kvality (dle SSC) se používá dvou vlnových délek – v případě celých melounů je to 896 nm a 860 nm, v případě melounových plátků pak 913 nm a 884 nm. U plátků melounů bylo dosahováno lepších a spolehlivějších výsledků. Výsledky byly vyhodnocovány pomocí speciálních vícenásobných regresních rovnic (Dull et al., 1989).

V roce 2002 byla pomocí NIR spektroskopie vynalezena metodika na stanovení obsahu cukrů v melounech – k extrakci byl požit 25 mm plátek vyříznutý z rovňkové oblasti celého melounu a získaný vzorek byl proměřen při 874 nm a 902 nm. U výsledků byla provedena druhá derivace. Takto derivované výsledky měly vysokou korelaci s obsahem cukru v melounech (Sun et al., 2010).

Ke stanovení pomocí NIR spektroskopie bylo použito mnoho přístrojů a rozdílných vlnových délek s různými úspěchy. Další jsou v současné době testovány a kalibrovány (Sun et al., 2010).

3.3.6. Automatické způsoby třídění (na lince, „on-line“)

V roce 1997 vyvinul Kato automatický systém pro třídění melounů dle jejich hustoty – pro vyřazení melounů s nízkou hustotou (tj. pravděpodobným obsahem dutiny). Hustota melounu byla vypočtena z jejich hmotnosti a objemu (Sun et al., 2010). Na lince byla hmotnost měřena pomocí elektronické váhy a objem stanoven pomocí přesného kapacitního měřiče, který byl založen na korelaci mezi objemem a kapacitní hodnotou. Systém se skládal ze dvou třídících linek o celkové kapacitě 2800 melounů za hodinu. Melouny rozdělával do šesti úrovní dle hustoty – nezralé, bez dutiny, malá dutina, střední dutina, velká dutina a velká dutina mimo specifikaci (Sun et al., 2010).

Do automatických linkových třídíčů je možno zapojit i akustické systémy (viz obrázek č. 4). Pomocí těchto kombinovaných třídíčů je možno rozdělit melouny dle obsahu cukrů a výskytu dutin (Sun et al., 2010).



Obrázek č. 4 Akustický systém jako součást automatické třídící linky (Sun et al., 2010)

Za posledních 10 let bylo vyvinuto mnoho automatických systémů pro třídění melounů. Sun et al. (2010) uvádí, že se v tomto nejvíce angažovaly asijské země jako je Japonsko, Korea a další.

3.4. Stanovení jakostních ukazatelů - fyzikálních

3.4.1. Stanovení velikosti (hmotnosti, objemu a hustoty)

V současné době se k měření velikostních rozměrů ovoce využívá elektronických technologií (Moreda et al., 2009). Velikost ovoce a zeleniny lze vyjádřit pomocí parametrů, jako je množství, hmotnost a průměr. Lze ji také snadno matematicky vypočítat na základě jejich rozměrů, jako je kruhovitost, poměr stran, kompaktnost, excentricita, či kulatost. Umožňuje to prodejcům třídění čerstvého ovoce do velikostních skupin (dle preferencí spotřebitelů). Nutnost měření velikosti je daná různými nařízeními ES – v některých případech se třídí dle hmotnosti, v jiných dle maximálního průměru rovníkové části (Moreda et al., 2009).

Měření velikosti se provádí pomocí spektrofotometrů pracujících v NIR (*near infra red*) oblasti, který má nastavitelnou výšku hlavy (dle druhu plodu). Moreda et al. (2009) zdůrazňuje, že je nutné mít na dopravníku plody správně orientované, aby nedošlo k záměně velikosti. Třídění plodů dle velikosti je v potravinářském průmyslu velmi důležité, neboť některé zpracovatelské stroje umí pracovat pouze s určitou velikostí plodů. Například extraktory na výrobu citrusových šťáv jsou určeny pouze pro danou velikost ovoce,

nebo čisticí stroje na zeleninu, které také vyžadují konkrétní velikost pro svou správnou funkci (Moreda et al., 2009).

Měření hmotnosti se provádí na elektronických či mechanických váhách. Stanovení na elektronických váhách je jednodušší, přesnější a rychlejší. Proto se používají i v třídících linkách a v současnosti nahrazují mechanické váhy (Moreda et al., 2009).

Měření objemu je mnohem složitější. Pro středně velké plody (např. jablka, pomeranče, broskve, ...) se používá metoda xylometrie, která je založena na principu Archimédova zákona – těleso ponořené do kapaliny vytlačí takové množství vody, které se rovná jeho objemu. Stanovení se provádí ponořením plodu do kádinky s přesně určeným objemem vody a měří se posunutí vodního sloupce v kádince. Využívá se zde předpokladu nestlačitelnosti vody a zanedbatelné absorpce vody měřeným ovocem či zeleninou. Moreda et al. (2009) uvádí, že by tímto způsobem mělo být dosaženo věrohodných výsledků. Bohužel je tato metoda spojena se dvěma zdroji chyb. První z nich je ten, že dochází k nepřesnostem při měření v kádince pro její velikost. Toto lze odstranit použitím dostatečně velkého odměrného válce (s čímž je spojen problém v případě velmi objemných a nepravidelných plodů). Druhým zdrojem chyb je lidský faktor při odečítání změny objemu – oko musí být na úrovni hladiny vody ve válci/kádince, aby bylo dosaženo přesného odečtení (Moreda et al., 2009).

Dobrou alternativou ke xylometrii může být použití tzv. „eureka džbánů“ (*eureka can*). Je to v podstatě pohár s přelivnou výlevkou, který je po okraj naplněn vodou. Předmět, jehož objem se měří, je pak ponořen do tohoto poháru, a voda, kterou vytlačuje, je zachycena výlevkou a pomocí hubice shromážděna v odměrném válci. Díky tomu je hned znám objem ponořeného tělesa, nemusí se již nic přepočítávat. Nevýhodou této metody je, že voda může z hubice odkapávat i několik minut po ponoření tělesa, čímž dochází k nepřesnostem v měření. Přesto se dá konstatovat, že využití Archimédova zákona je nejlepším způsobem pro měření objemu ovoce a zeleniny. Tato metoda představuje přijatelnou rovnováhu mezi přesností a rychlostí měření (Moreda et al., 2009).

Moreda et al. (2009) uvádí i „suchou“ možnost měření objemu plodů – plynovou pyknometrii. Je vhodná zejména u stále rostoucích plodů, neboť použití vody v tomto případě je nevhodné z důvodu možnosti zrychlení rozvoje mikroorganismů na jejich povrchu.

Toto se využívá zejména u hroznů vinné révy. Dále uvádí, že jako alternativa pro výpočet objemu a plochy povrchu ovoce může být kombinace výškových profilů ze snímače.

Stanovení hustoty je důležité pro oddělení poškozených plodů, například mrazem poškozené citrusové plody, nafouklé mandarinky, melouny s dutinami a prasklinami v dužnině. Dle Moredy et al. (2009) se jako nejvhodnější parametr jeví obsah pevných látek (*soluble solids content* – SSC), neboť hustota a SSC jsou ve vzájemném vztahu.

Moreda et al. (2009) rozděluje systémy pro nedestruktivní stanovení velikostních rozměrů zahradnických produktů do šesti skupin v závislosti na principu stanovení:

- Systémy založené na měření objemu mezery mezi plodem a stěnou nádoby
- Systémy vypočítávající velikost ovoce měřením vzdálenosti mezi zdrojem záření a obrysem ovoce – vzdálenost vypočítána z doby letu vlny
- Systémy spoléhající na blokádu světla
- 2D zobrazovací systémy
- 3D zobrazovací systémy
- Ostatní – založené na snímání vnitřních obrazů, jako je počítačová tomografie nebo magnetická rezonance.

3.4.2. Stanovení sušiny

Mezi nejpoužívanější metody sušení patří klasické sušení (v sušárně), vakuové sušení, sušení mrazem, infračervené a mikrovlnné sušení. Problém těchto metod je, že nerozlišují mezi vodou a jinými těkavými látkami. Některé z těkavých látek nejsou ve vzorku původní, ale vznikají chemickými reakcemi jako důsledek sušení. Detekci může uniknout silně vázaná voda. Za vhodně zvolených podmínek sušení může dojít ke kompenzaci nevysušené vody a odpaření těkavých látek (Isengard, 1995; Isengard 2008).

Stanovení sušiny pomocí metody sušení v sušárně se dá použít v každé analytické laboratoři. Za předpokladu dodržení předepsaných parametrů se dostává reprodukovatelných výsledků. Je požadováno sušení do konstantní hmotnosti (což může trvat i několik hodin). Detailněji se tímto způsobem zabýval Isengard (1995; 2001).

Metoda infračerveného sušení je založena na termogravimetrickém stanovení vody. Úbytek hmotnosti sušením opět nemusí odpovídat skutečnému obsahu vody ve vzorku (Isengard, 1995). Principem je přeměna energie záření na pohyb molekul. Hmotnost vzorku se měří před a i během procesu sušení. Analýza je zastavena při dosažení konstantní hmotnosti (ideální stav, v praxi používána definovaná maximální hmotnostní změna za určitý čas). Velikosti vzorků jsou do 10 g (nejvíce používané 1 – 3 g) s dobou stanovení do 20 minut v závislosti na velikosti částic, stupni homogenizace. Infračervené záření pronikne pouze do hloubky několika milimetrů. Proto je nutné mít vzorek v tenké vrstvě (Isengard, 1995).

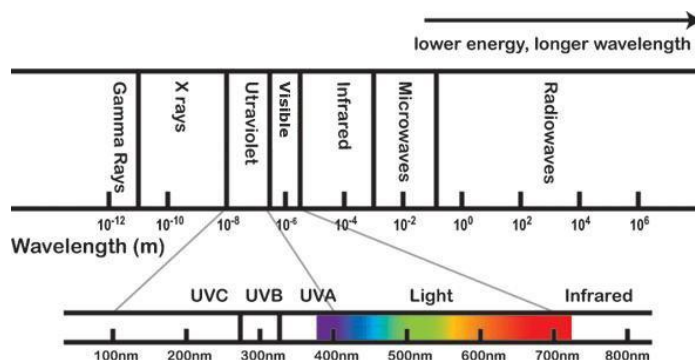
Při mikrovlenném sušení se využívá elektromagnetického záření ve frekvenčním rozsahu 300 MHz až 300 GHz. Mikrovlny selektivně zahřívají oblasti s vysokým obsahem kapaliny. Teplota uvnitř vzorku může dosáhnout bodu varu vody. Po odpaření většiny vody roste prudce teplota vzorku, což vyžaduje velmi přesnou kalibraci délky sušení. Obvyklá hmotnost vzorku je 2 – 4 g. Mikrovlny proniknou v potravinách do hloubky až 1,2 cm, což zkracuje dobu sušení na přibližně 5 minut (Boraoui et al., 1993; Isengard, 1995).

3.4.3. Stanovení barvy

Barva je základem pro rozdělení mnoha produktů do obchodních tříd. Lidské oko má tři barevné receptory – pro vnímání červené, zelené a modré barvy – a všechny rozlišované odstíny barev jsou výsledkem kombinací těchto tří. Koncentrace pigmentů v ovoci a zelenině může být znakem vyšší kvality. V rostlinných produktech se z pigmentů vyskytují převážně chlorofyly, karotenoidy, antokyany a jiné barevné sloučeniny. Spektrofotometricky lze hodnotit kvalitu produktů, převážně nalézt poškození způsobená mrazem, otlaky, modřiny způsobené nárazy, apod. (Abbott, 1999).

Barva se měří pomocí kolorimetrů. Spektrometry a spektrofotometry měří vlnové délky v oblasti UV, viditelné a NIR (rozdělení elektromagnetického spektra je na obrázku č. 5). Optické vlastnosti jsou založeny na odrazu, propustnosti, absorpenci, nebo rozptylu světla produktem. Je-li vystaveno ovoce nebo zelenina světlu, odráží se asi 4 % dopadajícího záření od vnějšího povrchu, což způsobuje lesk, a zbývajících 96 % se v podobě energie přenáší do buněčné struktury plodu. Chemické vazby absorbují světelnou energii specifické vlnové délky, takže některé informace o složení mohou být stanoveny ze spekter změřených právě pomocí spektrofotometrů. Tímto způsobem se vytváří základní barevný

vjem. Některé složky světla mohou pronikat i několik milimetrů hluboko do tkáně (Abbott, 1999).

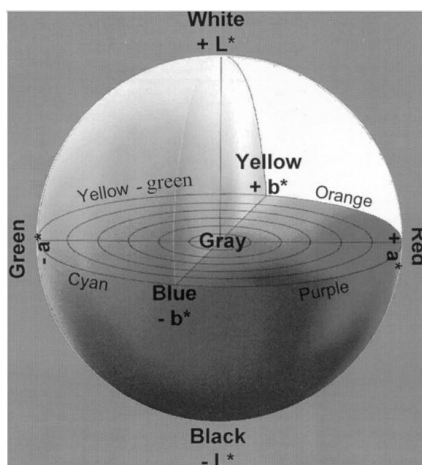


Obrázek č. 5 Rozdělení elektromagnetického spektra

(zdroj: <http://healthycanadians.gc.ca/healthy-living-vie-saine/environnement-environnement/sun-soleil/radiation-rayonnement-eng.php>)

Barvu lze popsat podle různých souřadnicových systémů. Abbott (1999) mezi neznámějšími uvádí systém RGB (používaný v monitorech), Hunter L a b, CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) L* a* b*, CIE XYZ, CIE YXY, CIE LCH. Tyto se mezi sebou liší v symetrii barevného prostoru a v definování bodů v tomto prostoru.

Model CIE L* a* b* byl vymyšlen v roce 1976 a je zobrazen na obrázku č. 6. L* označuje světlost, od bílé (=100) po černou (=0); a* a b* jsou XY souřadnice označující barevné směry – a* je osa červená-zelená, b* je osa žlutá-modrá; průsečík os XY je achromatická šedá. Odstín barvy je umístěn po obvodu, sytost je vzdálenost od středu (průsečíku os) (Abbott, 1999).



Obrázek č. 6 Model CIE L* a* b* (zdroj: Abbott, 1999)

3.5. Stanovení jakostních ukazatelů - chemických

3.5.1. Stanovení obsahu cukrů

Většina z organické hmoty na zemi se skládá z volných sacharidů, tj. mono-, di-, trisacharidů, oligosacharidů a polysacharidů a/nebo jsou integrovány do struktury glykoproteinů a glykolipidů. Uhlovodíky jsou zodpovědné za některé senzorické vlastnosti a strukturu potravin, a podílejí se i na mnoha životních procesech. Monosacharidy, jako je glukóza, fruktóza a sacharóza chutnají sladce, oligo- a polysacharidy zodpovídají za strukturu a konzistenci ovoce a zeleniny (Molnár-Perl, 2000).

Sladkost je jedním z klíčových atributů, který určuje kvalitu vodních melounů. Sacharóza, glukóza a fruktóza jsou hlavní cukry, které se hromadí v melounech. Obsah sacharózy je poměrně nízký v počátečních fázích vývoje plodu, ale začíná se prudce zvyšovat s postupující zralostí. Mohou za to vysoké koncentrace enzymů sacharózasyntázy a fosfát-sacharózasyntázy. Oproti tomu obsah fruktózy a glukózy je v průběhu zrání téměř konstantní. Enzym invertáza způsobuje nevratnou hydrolýzu sacharózy na fruktózu a glukózu (Liu et al., 2013).

Sladivost jednotlivých cukrů je uvedena v tabulce č. 4.

Sacharóza	1
Fruktóza	1,2
Glukóza	0,65

Tabulka č. 4 Sladivost vybraných cukrů vztažená k sacharóze (1) (zdroj: Canadian Sugar Institute 2015, přístupné z <http://www.sugar.ca/Nutrition-Information-Service/Consumers/Cooking-with-Sugar/Sweetness-of-Sugar.aspx>)

Mezi možnosti analytického stanovení sacharidů (fruktóza, glukóza, sacharóza) v rostlinném materiálu se řadí titrační metody, refraktometrická metoda, polarimetrická metoda a chromatografické metody (Klouta, 2003; Kubáň et Kubáň, 2007; Opekar et al., 2002).

Z titračních metod se nejběžněji používá stanovení dle Bertrada a Schoorleho metoda. Princip stanovení dle Bertrada spočívá ve tvorbě oxidu měďného díky redukci Fehlingovým činidlem a následnou manganometrickou titrací do červeného zbarvení. Schoorleho metoda je

shodná s předchozí až po vyloučení oxidu měďného, pak následuje jodometrické stanovení nezredukovaných měďnatých iontů po okyselení vzorku kyselinou sírovou. Titruje se thiosíranem sodným do krémového zbarvení (Kubáň et Kubáň, 2007).

Při refraktometrické metodě se stanoví index lomu vzorku při 20 °C. Výsledná hodnota je uvedena ve stupních Brixu (°Bx). K měření se používá refraktometr, který funguje na principu lomu paprsku monochromatického záření na rozhraní dvou prostředí – vzduch a analyzovaná látka (Opekar et al., 2002).

Princip polarimetrické metody spočívá ve schopnosti sacharidů jakožto opticky aktivních látek (obsahují asymetrický uhlík) otáčet rovinu polarizovaného světla. K tomuto stanovení slouží polarimetry či sacharimetry (konkrétní pro stanovení sacharózy) (Klouda, 2003).

Mezi chromatografické metody používané ke stanovení sacharidů se používají metody kapalinové a plynové chromatografie (Molnár-Perl, 2000). V případě plynové chromatografie se využívá toho, že jsou cukry extrémně polární sloučeniny, které lze odpařit jako acylové deriváty v nevodném roztoku. U většiny přírodních materiálů není nutné před stanovením cukry izolovat či extrahovat, pouze u plodin s vysokým obsahem bílkovin je extrakce nutná (Molnár-Perl, 2000).

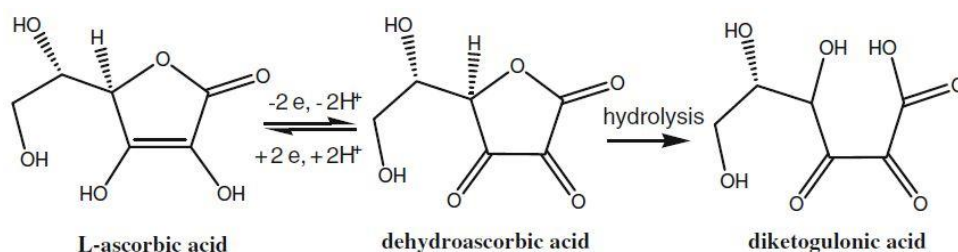
V současné době se pro stanovení mono- a disacharidů nejvíce používá metoda kapalinové chromatografie – HPLC. Ke stanovení se používají přístroje různých parametrů – délky kolony, použité mobilní fáze, množství spotřebované mobilní fáze za minutu, atd. (Molnár-Perl, 2000).

3.5.2. Stanovení obsahu vitamínu C

Kyselina L-askorbová (L-AA, vitamin C) je ve vodě rozpustný vitamin. Je přítomný v ovoci a zelenině (Cvetković et al., 2012). Jeho důležitým zdrojem jsou citrusy a tropické ovoce, listová zelenina, brokolice či papriky. Oproti tomu jablka, hrušky či švestky obsahují pouze velmi nízké koncentrace tohoto vitamínu (Spínola et al., 2012).

Vzhledem k tomu, že lidé nedovedou syntetizovat vitamin C, je jeho adekvátní příjem z potravin či potravinových doplňků zásadní pro normální fungování lidského těla

(Spínola et al., 2012). Je to katalyzátor, který je zapojen do několika biochemických reakcí, jako je například syntéza kolagenu, imunitní reakce, dýchací funkce a vstřebávání železa (Cvetković et al., 2012; Fenoll et al., 2011). Jeho antioxidační účinek se projevuje vychytáváním volných radikálů. Termín vitamin C se používá nejen pro kyselinu askorbovou (AA), ale také pro všechny sloučeniny, vykazující stejnou biologickou aktivitu, například její oxidované formy či estery (Fenoll et al., 2011). Jak uvádí Spínola et al. (2012), vitamin C často v důsledku skladování či zpracování vratně oxiduje na kyselinu dehydroaskorbovou (DHAA). Tato reakce je hlavní krok v antioxidačním účinku L-AA. Avšak může se dále nevratně rozpadat na již neaktivní produkt, jak je zobrazeno na obrázku č. 7. Dle Spínoly et al. (2012) by proto bylo vhodné stanovovat množství L-AA včetně DHAA.



Obrázek č. 7 Reakce L askorbové kyseliny a její rozpad (Spínola et al., 2012)

Pro stanovení kyseliny askorbové v potravinách se používají různé analytické metody, jako je potenciometrie, spektrofluorimetrie, kolorimetrie a chromatografie. Tyto metody jsou výhodné pro jejich jednoduchost, rychlost a citlivost (Cvetković et al., 2012). Je také možné použít enzymatických postupů, které využívají askorbát oxidázu a fungují na principu stanovení vitamínu C před a po použití askorbát oxidázy.

Nejvíce se pro stanovení obsahu kyseliny askorbové používá HPLC (vysokoučinná kapalinová chromatografie), neboť se pomocí ní dosahuje spolehlivých a přesných výsledků (Cvetković et al., 2012).

Existuje mnoho způsobů přípravy vzorků pro HPLC. Tři způsoby extrakce vitamínu C uvádí Cvetković et al. (2012) - s pomocí 3 % kyseliny metafosforečné, destilované vody a hydrogenfosforečnanu draselného. Dále upřesňuje, že se destilovaná voda používá pro HPLC a hydrogenfosforečnan draselný je vhodný jak pro HPLC tak pro kolorimetrii. Kyselina L-askorbová velmi snadno oxiduje v zásaditém prostředí. Jako nejvhodnější způsob

proto volí kyselinu metafosforečnou. Fenoll et al (2011) ve své práci použil jako rozpouštědlo a ředící roztok EDTA.

Příprava vzorků se dle Cvetkoviće et al. (2012) prováděla rozmixováním jedlých částí, odebráním 10 g vzorku, vložením do 100 ml baňky a doplněním po rysku daným rozpouštědlem. Po extrakci byl roztok zfiltrován a každý 3x (v případě kolorimetrie či HPLC, neboť dávají spolehlivé a přesné výsledky) či 5x (titrační stanovení) analyzován.

Fenoll et al. (2011) začal rozmixováním vzorku s malým množstvím EDTA, následovalo centrifugování, filtrování a zředění EDTA. Vzorky byly analyzovány bezprostředně po extrakci.

Spínola et al. (2012) použil 0,1 % kyselinu mravenčí jako mobilní fázi v HPLC. Dodává, že při použití kolony ze 100 % oxidu křemičitého nedochází k degradaci L-AA ve vzorcích. Tato kolona je speciálně navržena pro polární sloučeniny. Je tak vhodnou alternativou k běžným C18 kolonám. Jejimi přednostmi je výborná výtěžnost (92 – 100 % L-AA), vynikající opakovatelnost a reprodukovatelnost. Také naznačuje, že čas skladování ovoce a zeleniny nemá vždy negativní vliv na obsah vitamínu C v nich obsažený.

UHPLC (*ultra-high*) je založena na stejných principech jako HPLC, ale liší se vyšší účinností a citlivostí a kratší dobou analýzy. Použití mnohem menších částic v koloně (která tím pádem může být také mnohem užší) umožňuje snížení toku mobilní fáze (úspora chemikálií) za velmi vysokých tlaků (Spínola et al. 2012).

3.5.3. Stanovení obsahu organických kyselin

Organické kyseliny silně ovlivňují organoleptické vlastnosti ovoce a zeleniny, zejména pokud jde o chuť, barvu a aroma. Jsou zodpovědné za kyselost a částečně trpkost. Také mění pH a jsou prekurzory fenolických sloučenin. V ovoci a zelenině se vyskytují převážně kyseliny glutamová, vinná, chinová, malonová, jablečná, šikimová, alfa-ketoglutarová, pyrohroznová citronová, jantarová a fumarová (Flores et al., 2012).

Flores et al. (2012) uvádí, že je určení profilu organických kyselin důležité, neboť jejich vzájemné poměry charakterizují různé genotypy (rozdíl mezi odrůdami, druhy), stupeň zralosti nebo vliv různých zemědělských faktorů na kvalitu ovoce a zeleniny.

Ke stanovení celkového obsahu volných organických kyselin v ovoci a zelenině se využívá alkalimetrická titrace s indikací bodu ekvivalence fenolftaleinem nebo s potenciometrickou indikací bodu ekvivalence (zejména v případě barevných vzorků, které obsahují antokyanová barviva). Výsledek se pak uvádí jako celková kyselost vyjádřená obsahem nejzastoupenější karboxylové kyseliny (Kubáň et Kubáň, 2007).

Ordoñez-Santos et Ledezma-Realpe (2013) vyjadřovali celkovou kyselost vodních melounů jako obsah kyseliny malonové. Průměrná titrační kyselost vodních melounů v jejich pokusu byla 0,08 g kyseliny malonové/100g dužniny.

V případě nutnosti stanovení jednotlivých karboxylových kyselin se volí instrumentální metody, např. kapilární elektroforéza (vysoké rozlišení, jednoduchost, krátká doba analýzy, nižší reprodukovatelnost), izotachoforéza, elektroforéza, plynová chromatografie (především plamenová ionizační s hmotnostní spektrometrií) a kapalinová chromatografie spolu s UV detekcí, chemiluminiscenční detekcí, elektrochemickou detekcí, či hmotnostní spektrometrií (Flores et al., 2012).

Flores et al. (2012) uvádí, že ze všech těchto metod jsou plynová a kapalinová chromatografie ve spojení s hmotnostní detekcí považovány za nejcitlivější a dostatečně selektivní pro analýzu organických kyselin. Dále zmiňuje, že plynová chromatografie je příliš zdouhavá (většina organických kyselin má krátký řetězec a nejsou těkavé – je nutno nejprve vzorek derivatizovat), a proto se v praxi používá převážně kapalinová chromatografie.

3.6. Senzorická analýza

3.6.1. Význam senzorické analýzy

Každý vyšší živočich ve větší či menší míře hodnotí přijímanou potravu svými smysly. Pro jedince i pro druh je důležité přežití, které by nebylo možné, kdyby po požití nevhodné potravy onemocněl či dokonce zahynul. Jinak tomu není ani u člověka. V dávné minulosti tak hlavní význam senzorického posouzení spočíval v získání informací o požitelnosti a výživnosti potraviny. U člověka se tak vyvinulo příznivé hodnocení sladkých a tučných (ve vnitrozemí i slaných) potravin, které mu dodávaly energii a potřebné minerální látky, a negativní hodnocení hořkých, silně kyselých a trpkých potravin, jejichž chuť by mohla signalizovat obsah jedovatých sloučenin (Pavelková et Vietoris, 2008).

3.6.2. Definice sensorické analýzy, dělení sensorického hodnocení

Pokorný et al. (1998) definují sensorickou analýzu jako „*hodnocení potravin bezprostředně našimi smysly, včetně zpracování výsledků lidským centrálním nervovým systémem. Analýza probíhá za takových podmínek, kdy je zajištěno objektivní hodnocení, přesné a reprodukovatelné měření*“.

Psychika člověka je uzpůsobena tak, že nejprve hodnotí komplexně, přijatelnost a příjemnost vjemu. Takové hodnocení se nazývá hédonistické (přijatelnost, příjemnost) a je poměrně jednoduché. Teprve při dalším posuzování vzorku si člověk také všímá intenzity vjemů a toto hodnocení se nazývá intenzitní. Je podstatně obtížnější než hodnocení hédonistické, vyžaduje více pozornosti a zkušenosti a je mnohem namáhavější. Při sensorické analýze se proto obvykle začíná s hodnocením komplexním a pak teprve následuje hodnocení detailů (Pokorný et al., 1998).

3.6.3. Faktory ovlivňující smyslové vnímání

Na smyslové vnímání má vliv mnoho různých faktorů, jako je vliv vnějšího podnětu, vliv prostředí při smyslovém vnímání a vliv vnímající osoby (vlivy fyziologické, psychologické, sociální). Většinou se tyto faktory více projevují při hédonistickém hodnocení než při stanovení intenzity nebo sensorického profilu (Velčovská, 2006).

Významný vliv na výsledek hodnocení má také únava, která může být dvojího typu. Únava fyziologická postihuje smyslové receptory a označuje se termínem adaptace. Snadno se odstraní krátkou přestávkou. Psychická únava oproti tomu postihuje oblasti centrální nervové soustavy, kde se zpracovávají vnímané údaje. Projevuje se hlavně zhoršenou rozlišovací schopností a snížením kvality hodnocení. K jejímu odstranění je nutná delší přestávka. Z těchto důvodů musí být sensorické hodnocení větších řad vzorků proloženo četnými přestávkami a celé hodnocení by nemělo trvat déle než 20 – 100 minut podle zkušenosti hodnotitelů a charakteru zkoušek (Pokorný et al., 1998).

3.6.4. Metody senzoričké analýzy

Přehled nejběžnějších metod senzoričké analýzy je uveden v tabulce č. 5. Metody se obvykle člení buď z hlediska účelu jejich použití, nebo z hlediska principu realizace testu (Velčovská, 2006).

Úkol	Vhodné metody
Stanovení existence rozdílů mezi vzorky	rozdílové zkoušky: párová, duo-trio, trojúhelníková, tetradová, dva-z-pěti, čtyři-z-deseti; jednostimulová, dvoustimulová
Stanovení velikosti rozdílu mezi vzorky	rozdílové zkoušky; stupnicové zkoušky
Stanovení preferencí	rozdílové zkoušky; stupnicové zkoušky
Srovnání několika vzorků	pořadové zkoušky (preferenční, intenzitní)
Stanovení absolutní přijatelnosti a intenzity	stupnicové metody, zřetovací metody, srovnání se stupnicí
Stanovení charakteru vjemu	metody senzoričkého profilu, metody volného popisu, srovnání se sadou standardů

Tabulka č. 5 Základní metody senzoričké analýzy (Pokorný et al., 1998)

Hodnocení vzorků potravin s použitím stupnic patří k nejrozšířenějším metodám senzoričké analýzy. Nejběžnější 4 typy stupnic jsou uvedeny v tabulce č. 6 (Velčovská, 2006).

Typ stupnice	Příklady
Kategorové	ano - ne - nevím
	žlutá - žlutozelená - zelená
Ordinální	pořadí zjištěné pořadovou zkouškou
	A - B - C - D - E
	neznatelná - velmi slabá - slabá - silná
	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7
Intervalové	0 - 100 °C
	podnětový práh a od něho rostoucí koncentrace
Poměrové	vztažené na standard; magnitudové hodnocení

Tabulka č. 6 Nejčastěji používané typy stupnic a příklady použití (Pokorný et al., 1998)

Pokorný et al. (1998) uvádí, že se dle užití stupnice musí zvolit také způsob statistického zpracování výsledků. Použití kategorových stupnic je velmi jednoduché a také vyhodnocení je velmi jednoduché, protože se pouze spočítá, kolik je odpovědí v jedné kategorii. Ordinální (pořadové) stupnice jsou z velké většiny také kategorové, až na výsledky pořadových zkoušek nebo výsledky s použitím grafických stupnic. Používají se při školní klasifikaci. Určuje se jimi pouze pořadí, který vzorek má větší stupeň určité vlastnosti a který menší. Nepodává se žádná informace o velikosti rozdílů mezi vzorky. Intervalové stupnice se používají velmi zřídka, vzdálenosti mezi dvěma po sobě jdoucími stupni jsou vždy stejné, ale počáteční bod se případ od případu liší. Poměrové stupnice jsou nejvhodnější pro statistické vyhodnocení, ale nevýhodou je nutnost srovnání se standardem.

4. Materiál a metody

4.1. Hodnocené vzorky

Pro stanovení vybraných parametrů a senzoricou analýzu byly použity semenné vodní melouny oválného tvaru, žíhané slupky, červené dužniny a hmotnosti v rozmezí 4 až 7,3 kg běžně dostupné v obchodních sítích prodejen Kaufland a Billa v průběhu letní sezóny. Melouny byly vybírány na základě různého vydávaného zvuku při poklepu kloubem ukazováčku.

Celkem bylo hodnoceno 30 melounů. Tabulka č. 7 zobrazuje číslo melounu, datum nákupu, místo původu a prodejnu, ve které byly melouny nakoupeny.

Vzorek	Datum nákupu	Obchod *	Země původu	Vzorek	Datum nákupu	Obchod	Země původu
1	7.7.2014	Kaufland	Slovinsko	16	5.8.2014	Kaufland	Itálie
2	7.7.2014	Kaufland	Slovinsko	17	5.8.2014	Kaufland	Itálie
3	8.7.2014	Kaufland	Slovinsko	18	5.8.2014	Kaufland	Itálie
4	8.7.2014	Kaufland	Slovinsko	19	6.8.2014	Billa	Itálie
5	8.7.2014	Kaufland	Slovinsko	20	6.8.2014	Billa	Itálie
6	22.7.2014	Kaufland	Španělsko	21	6.8.2014	Billa	Itálie
7	22.7.2014	Kaufland	Španělsko	22	6.8.2014	Billa	Itálie
8	22.7.2014	Kaufland	Španělsko	23	6.8.2014	Billa	Itálie
9	22.7.2014	Kaufland	Španělsko	24	6.8.2014	Billa	Itálie
10	22.7.2014	Kaufland	Španělsko	25	7.8.2014	Billa	Itálie
11	22.7.2014	Kaufland	Španělsko	26	7.8.2014	Billa	Itálie
12	23.7.2014	Kaufland	Španělsko	27	7.8.2014	Billa	Itálie
13	23.7.2014	Kaufland	Španělsko	28	7.8.2014	Billa	Itálie
14	23.7.2014	Kaufland	Španělsko	29	7.8.2014	Billa	Itálie
15	23.7.2014	Kaufland	Španělsko	30	7.8.2014	Billa	Itálie

* Nákup byl realizován v obchodech Kaufland Praha - Dejvice a Billa Praha - Barrandov

Tabulka č. 7 Původ hodnocených vzorků melounů, datum a místo nákupu

4.2. Stanovení hmotnosti vodních melounů

Ke stanovení přesné hmotnosti byly použity váhy na ovoce a zeleninu přítomné v prodejnách Kaufland a Billa (váží s přesností na 3 desetinná místa, tj. na gramy).

4.3. Akustická analýza vzorků

Pomůcky: akustická komora
zvuková karta BSWA MC3022, v. č. 500030
předzesilovač BSWA MC141, v. č. 500036
mikrofon BSWA MA231, v. č. 501532 (zapojen přes předzesilovač)
akcelerometr Brüel and Kjaer Type 4508 B 001, v. č. 2194636 (zapojen přímo do karty)
stojan na mikrofony
dřevěná deska
pěnová podložka
vteřinové lepidlo Loctite Super Attak Power Gel
klíč č. 19 z chromvanadové oceli
počítač s programem AudaCity a Graph

Akustická analýza vzorků probíhala v akustické laboratoři na katedře fyziky ČVUT v Praze. Meloun byl umístěn na pěnovou podložku a dřevěnou desku. Do středu delšího rozměru byl pomocí vteřinového lepidla připevněn akcelerometr. Ve vzdálenosti cca 10 cm od melounu byl umístěn mikrofon pro zaznamenání zvuku.

Na meloun bylo klepáno kloubem ukazováčku pravé ruky do středu delšího rozměru v úhlu 90 a 180 ° k akcelerometru (pro zaznamenání vydávaného zvuku) a stejným způsobem pak klíčem č. 19 z chromvanadové oceli (pro další hodnocení). K nahrávání a další analýze sloužil program AudaCity. K výpočtu plochy spektra akustické vlny byl použit program Graph.

4.4. Stanovení objemu a hustoty vodních melounů

Pomůcky: dvě plastové nádoby větších objemů
plastový odměrný válec o objemu 2000 ml
voda
PC s programem MS Excel

Při stanovení objemu vodních melounů bylo využito metody xylometrie (na principu Archimédova zákona). Pro změření přesného objemu byl využit plastový odměrný válec. Hustota byla stanovena matematicky na základě hmotnosti a objemu.

4.5. Stanovení obvodů melounu

Pomůcky: krejčovský metr

Byly stanovovány dva obvody melounů – největší obvod (procházející přes stopku a místo květu) a menší obvod (procházející středem velké poloosy). K měření byl použit krejčovský metr.

4.6. Příprava vzorků pro senzorickou analýzu

Pomůcky: polovina vodního melounu
chladič box s nastavenou teplotou chlazení na 5 °C
Petriho misky
potravinová folie
lihový fix
nůž

Polovina vodního melounu byla rozdělena podélně na dvě přibližně stejné čtvrtky. Tyto byly obaleny potravinovou folií a vychlazeny v chladičím boxu na 5 °C. Před senzorickým hodnocením byly čtvrtky vyndány z chladičím boxu a upraveny na požadované vzorky k analýze. Hodnotitelům byly předloženy z každého melounu dva či jeden trojúhelníkový plátek (dle velikosti) o tloušťce 1 cm s odstraněnou slupkou a bez bílé vrstvy. Tyto plátky byly krájeny ze čtvrtky vodního melounu, bez koncových cca 5 cm (dle tvaru melounu). Vzorky byly servírovány na označených Petriho miskách.

4.7. Senzorická analýza

Pomůcky: senzoričká laboratoř odpovídají požadavkům ČSN ISO 8589
předtištěné protokoly pro ruční zaznamenání výsledků
připravené vzorky k senzoričké analýze
hodnotitelé

Senzoričké hodnocení vodních melounů probíhalo v odpoledních hodinách v senzoričké laboratoři Katedry kvality zemědělských produktů České zemědělské univerzity v Praze.

Senzoričkou analýzu prováděli školení hodnotitelé – studenti po absolvování předmětu senzoričká analýza či pracovníci katedry kvality zemědělských produktů.

Hodnotitelům bylo předloženo 3 – 6 vzorků najednou. Své výsledky zaznamenávali ručně na nestrukturované orientované stupnice o délce 100 mm do předtištěného protokolu (viz příloha č. 1).

4.8. Příprava homogenizované dužniny

Pomůcky: čtvrtina melounu
kádinky o objemu 400 ml
nůž
ruční tyčový mixér FAGOR B-515 M
stopky

Do kádinky o objemu 400 ml byly vloženy kousky červené dužniny z jedné čtvrtiny melounu zbavené všech tmavých semen. Obsah kádinky byl homogenizován tyčovým mixérem po dobu 1 minuty.

Takto připravená homogenizovaná dužnina byla použita pro stanovení fyzikálních a chemických parametrů. V nezměněném stavu pro stanovení sušiny, refraktometrické sušiny a barvy. Modifikovaná pak byla použita pro stanovení obsahu jednotlivých cukrů, vitamínu C a titrační kyselosti.

4.9. Stanovení refraktometrické sušiny

Pomůcky: homogenizovaná dužnina
lžička
refraktometr PZO RR1 Nr 14626, 0-35 °Bx

Pro stanovení refraktometrické sušiny byla kápnuta kapka šťávy z homogenizované dužniny na sklíčko refraktometru, to bylo přiklopeno druhou polovinou a proti slunečnímu světlu byla odečtena hodnota refraktometrické sušiny (°Bx) ze stupnice.

4.10. Stanovení sušiny

Pomůcky: homogenizovaná dužnina
infračervené sušicí váhy Precisa HA 300
lžička
mističky z hliníkové folie

Cca 1 – 2 g homogenizované dužniny byly rovnoměrně rozetřeny do mističky z hliníkové fólie umístěné na vahách infračervené sušičky. Tato byla následně uzavřena a spuštěno sušení s nastavením pro sušení ovoce a zeleniny Na každém melounu proběhla 3 měření. Délka jedné analýzy při 102 °C se pohybovala v rozmezí 15 – 20 minut.

4.11. Stanovení barvy

Pomůcky: homogenizovaná dužnina
větší Petriho misky
mrazicí box nastavený na teplotu -18 °C
spektrofotometr Konica Minolta 600d
vodou nesmyvatelný černý fix

Pro stanovení barvy byla homogenizovaná dužnina nalita do větších Petriho misek do výšky cca 0,5 cm. Tyto misky byly označeny dle příslušného vzorku a umístěny do mrazicího boxu. Parametry CIA L* a* b* byly stanoveny na spodní straně zmrzlé dužniny,

kteřá byla vyklepnuťa na laboratorní stůl, pomocí přenosného spektrofotometru Minolta, celkem v šesti místech.

4.12. Úprava homogenizované dužniny pro další chemické analýzy

Pomůcky: homogenizovaná dužnina
centrifugační kyvety o objemu 50 ml
centrifuga EPPENDORF CENTRIFUGE 5416
filtrační nálevky
filtrační papír Munktell Filtrak č. 390
kádinky o objemu 25 ml

Homogenizovaná dužnina byla naplněna do centrifugačních kyvet o objemu 50 ml a následně centrifugována 4 minuty na 7 tis. otáček za minutu. Oddělená tekutina byla filtrována přes filtrační papír.

Takto získaný filtrát byl čerstvý použit pro stanovení titrační kyselosti, modifikovaný pro stanovení obsahu jednotlivých cukrů a vitamínu C.

4.13. Stanovení titrační kyselosti

4.13.1. Stanovení přesné koncentrace hydroxidu sodného

Pomůcky: hydroxid sodný NaOH 0,1 M, $f = 1,0$
demineralizovaná destilovaná voda
laboratorní sestava pro titrování
běžné laboratorní sklo
kyselina šťavelová dihydrát p.a., Lach-Ner, s.r.o.
váha AND ER-180A
fenolftalein 1 % roztok

Z důvodů nízké koncentrace organických kyselin ve vodních melounech byl roztok o 0,1 M NaOH naředěn na 0,05 M NaOH pomocí demineralizované destilované vody. Přesná koncentrace nově vzniklého roztoku byla přepočítána přes jeho spotřebu na neutralizaci roztoku dvojsytné kyseliny šťavelové.

Vypočítaná molární koncentrace naředěného roztoku byla 0,048 M. Tento roztok byl použit pro stanovení titrační kyselosti melounové šťávy.

4.13.2. Stanovení titrační kyselosti melounové šťávy

Pomůcky: hydroxid sodný NaOH 0,048 M
čerstvá melounová šťáva
laboratorní sestava pro titrování
běžné laboratorní sklo
fenolftalein 1 % roztok

25 ml čerstvé melounové šťávy (viz kapitola 4.12.) bylo napipetováno do titrační baňky. Po přidání kapky indikátoru (1 % fenolftalein) bylo titrováno 0,048 M NaOH až do vzniku růžového zbarvení, které nevymizelo do 30 vteřin. Každý vzorek byl analyzován třikrát. Výsledky byly přepočteny na malonovou kyselinu, která je v literatuře (Ordoñez-Santos et Ledezma-Realpe, 2013) uváděna jako majoritní kyselina v melounech.

4.14. Stanovení jednotlivých cukrů

4.14.1. Kalibrace, kalibrační křivka

Pomůcky: kapalinový chromatogram VARIAN 9010
- detektor VARIAN RI-4
- TC-50 Controller (Fiatron systems INC)
počítač s programem Star Chromatography
mobilní fáze pro HPLC - 0,005 M H₂SO₄
odměrné baňky 50 ml
destilovaná voda
D- Fructose (BDH Laboratory Supplies Poole, BH15 1TD, England)
D+ Glucose (BDH Laboratory Supplies Poole, BH15 1TD, England)
Saccharose G.R. (Lach-Ner, s r. o., Tovární 157, Neratovice, ČR)
analytické váhy AND ER-180A

Na vahách byla do 50 ml odměrných baněk navážena hmotnost krystalické glukózy, fruktózy a sacharózy (tabulka č. 10, kapitola 5.2.1.). Pro každý sacharid bylo naváženo sedm různých hmotností. Všechny baňky byly po rysku doplněny destilovanou vodou a důkladně promíchány pro úplné rozpuštění krystalů. Každý roztok byl dvakrát analyzován pomocí HPLC. Výsledná plocha peaků jednotlivých sacharidů je zaznamenána taktéž v tabulce č. 10 kapitoly 5.2.1. Sestavené kalibrační křivky jsou zobrazeny v kapitole 5.2.1. Vybrané výstupy z programu Star Chromatography jsou uvedeny pro názornost v příloze (graf č. 1, graf č. 2, graf č. 3 přílohy).

4.14.2. Příprava melounové šťávy

Pomůcky: rozmražená melounová šťáva
plastové ependorfky 2 ml
centrifuga Zentrifugen HETTICH EBA 21
kádinky 25 ml

Zamražená melounová šťáva byla rozmrazena při pokojové teplotě a následně naplněna do plastových ependorfeček. Tyto byly po uzavření odstředěny na 15 tis. ot. po dobu 5 minut. Odstředěná tekutina byla opatrně slita do kádinek, aby s sebou nestrhla usazeniny.

4.14.3. Stanovení obsahu glukosy, fruktosy a sacharosy v melounové šťávě

Pomůcky: kapalinový chromatogram VARIAN 9010
- detektor VARIAN RI-4
- TC-50 Controller (Fiatron systems INC)
počítač s programem Star Chromatography
mobilní fáze pro HPLC - 0,005 M H₂SO₄
melounová šťáva (kap. 4.14.2.)

Každý vzorek byl analyzován třikrát pomocí HPLC. Jedna analýza trvala 15 minut. Retenční časy sacharosy byly v 8 – 8,5 minutě, glukosy v 9,6 – 9,8 minutě a fruktosy v 10,4 – 10,8 minutě. Získané plochy byly následně přepočítány na skutečný obsah daného sacharidu pomocí regresní rovnice, která byla získána z kalibrační křivky. Vybrané výstupy z programu Star Chromatography jsou uvedeny pro názornost v příloze (graf č. 4 a graf č. 5 přílohy).

4.15. Stanovení vitamínu C

4.15.1. Kalibrace

Ke stanovení obsahu kyseliny askorbové v melounové šťávě byla použita kalibrační křivka sestavená studenty při validaci metody. Koncentrace roztoků k analýze s kalibrační křivkou jsou zobrazeny v kapitole 5.2.2.

4.15.2. Stanovení obsahu vitamínu C v melounové šťávě

Pomůcky: upravená melounová šťáva (kap. 4.14.2.)
kapalinový chromatogram INGOS

- Liquid Chromatography Pump LCP 5020
- Spectrophotometric Detector LCD 5000
- Columns Temperature Box LCT 5100

počítač s programem Chromulan
mobilní fáze pro HPLC – metanol 5%

Šťáva z každého vzorku byla analyzována celkem 3x pomocí HPLC. Délka analýzy byla 5 minut. Retenční čas vitamínu C byl v 1,58 – 1,85 minutě. Výstup z programu Chromulan ze stanovení vitamínu C ve šťávě melounu č. 10 je uveden pro názornost v příloze (graf č. 6 přílohy).

4.16. Vyhodnocení výsledků

Ke statistickému vyhodnocení výsledků byl využit program Statistica 12 a statistické funkce programu MS Excel 2007.

K vyhodnocení plochy spektra resonance melounu byl použit program Graph.

5. Výsledky

5.1. Výsledky senzorické analýzy

Průměrné hodnoty pro jednotlivé melouny včetně směrodatných odchylek jsou uvedeny v tabulce č. 1 přílohy. Na základě průměrných výsledků senzorické analýzy byla sestavena tabulka č. 8, která zobrazuje vždy dva nejlépe a nejhůře hodnocené melouny v daném parametru.

	Nejlépe	Nejhůře
Celkový vzhled	16 (81)	27 (32)
	26 (78)	18 (43)
Intenzita barvy	6 (81)	27 (21)
	14 (76)	2 (33)
Šťavnatost	23 (85)	29 (48)
	8 (75)	15 (49)
Příjemnost konzistence	26 (82)	10 (40)
	8 (76)	27 (43)
Příjemnost chuti	26 (80)	27 (14)
	12 (75)	10 (29)
Celková intenzita chuti	8 (70)	10 (33)
	12 (67)	18 (39)
Intenzita sladké chuti	15 (74)	27 (11)
	8 (72)	10 (18)
Intenzita kyselé chuti	14 (58)	25 (10)
	30 (47)	21 (10)

Tabulka č. 8 Nejlepší a nejhorší vzorky v rámci senzorické analýzy. V závorce je uvedena průměrná hodnota parametru.

Z tabulky č. 8 je zřejmé, že nejhůře v senzorické analýze obstál meloun č. 27 a č. 10, nejlépe byl hodnocen meloun č. 8 a č. 26.

5.2. Použité kalibrační křivky

5.2.1. Kalibrace jednotlivých sacharidů

Pro výpočet obsahu jednotlivých cukrů v melounové šťávě (sacharosa, fruktosa, glukosa) bylo nutno provést kalibraci kapalinového chromatogramu. Tabulka č. 9 zobrazuje

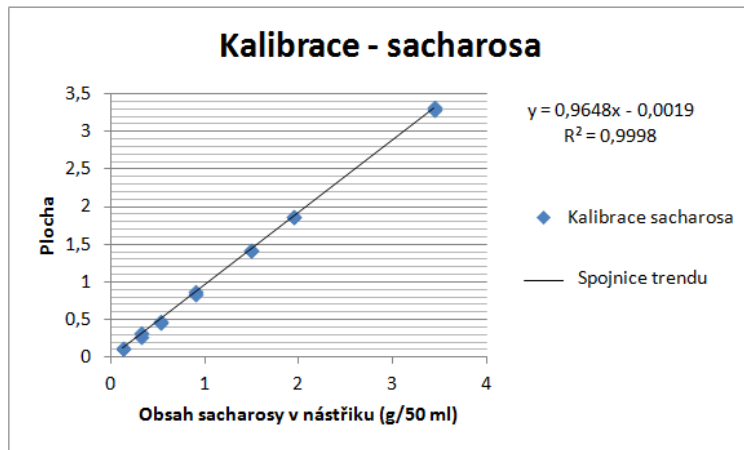
navážky jednotlivých sacharidů, které byly rozpuštěny v 50 ml destilované vody, a plochu jejich peaků z chromatogramu.

Glukosa		Fruktosa		Sacharosa	
navážka (g)	plocha	navážka (g)	plocha	navážka (g)	plocha
0,1011	1303618	0,3028	4745370	0,1265	120858
0,1011	1601172	0,3028	4706847	0,1265	125431
0,3148	4823902	0,6051	9705078	0,3086	282549
0,3148	4876480	0,6051	9781174	0,3086	328699
0,514	7756470	0,9245	14656307	0,517	466423
0,514	7734833	0,9245	14757340	0,517	484064
0,6994	10631572	1,2146	18646466	0,884	870789
0,6994	10719144	1,2146	18734036	0,884	848752
0,9434	15628920	1,5402	24515186	1,4871	1432854
0,9434	15569114	1,5402	23664294	1,4871	1424995
1,2056	18408276	1,867	28134122	1,9322	1862287
1,2056	18455420	1,867	27941968	1,9322	1873411
1,52	22957736	2,1794	32191178	3,4413	3318266
1,52	23241224	2,1794	31828900	3,4413	3300548

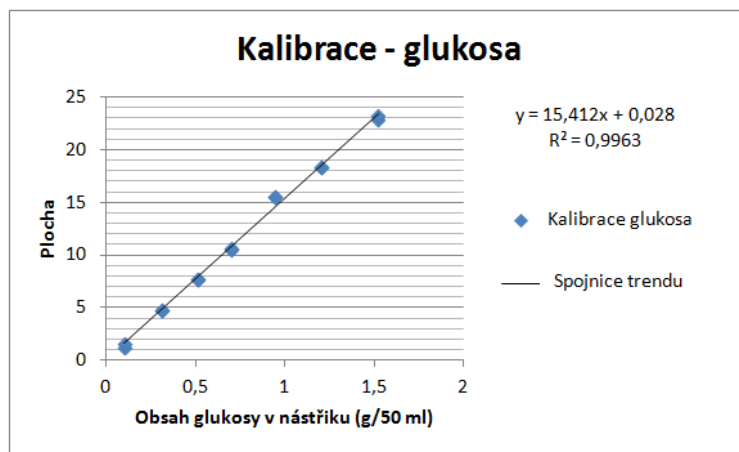
Tabulka č. 9 Hodnoty pro kalibraci HPLC na glukosu, fruktosu a sacharosu

Ze získaných dat byl po úpravě (plocha vydělena 10^6 pro lepší zobrazení, stejná úprava pak byla provedena i u naměřených hodnot jednotlivých vzorků) sestaven graf, jehož body byla proložena lineární spojnice trendu. Na základě získané křivky stanovil program MS Excel regresní rovnici. Výsledné regresní rovnice jsou uvedeny v příslušném grafu (graf č. 1, 2, 3).

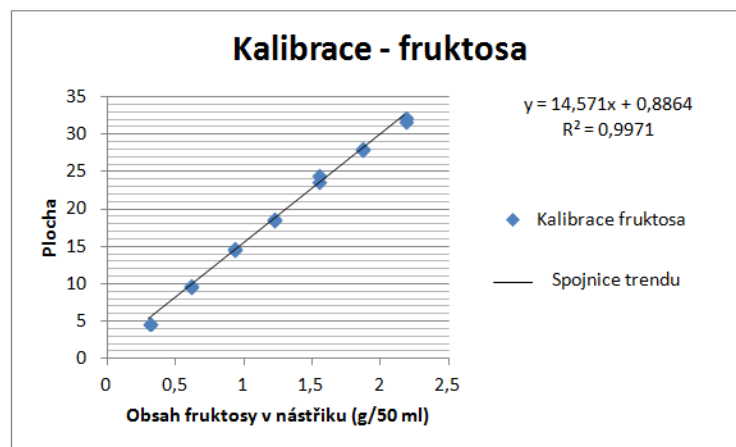
Díky regresním rovnicím mohly být přepočítány plochy peaků pro jednotlivé cukry na jejich skutečný obsah v 50 ml, který byl následně přepočítán na obsah v g/100 g dužniny.



Graf č. 1 Závislost plochy peaků na obsahu sacharosu v nástřiku se zobrazenou regresní rovnicí



Graf č. 2 Závislost plochy peaků na obsahu glukosu v nástřiku se zobrazenou regresní rovnicí



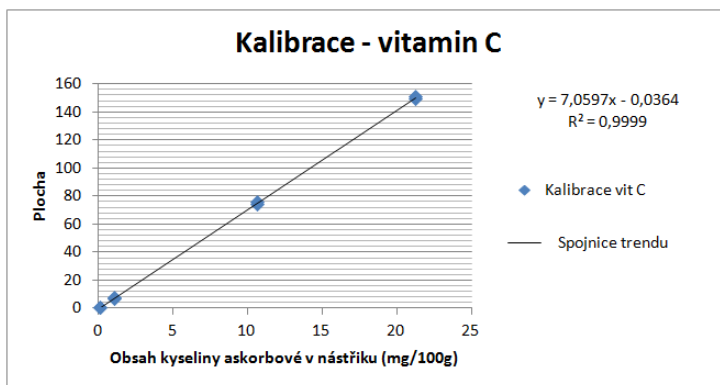
Graf č. 3 Závislost plochy peaků na obsahu fruktosu v nástřiku se zobrazenou regresní rovnicí

5.2.2. Kalibrace vitamínu C

Kalibrace přístroje pro stanovení obsahu vitamínu C byla provedena studenty při validaci metody. Plochy peaků v závislosti na koncentraci vitamínu C v roztoku zobrazuje tabulka č. 10, grafické vyjádření včetně regresní rovnice zobrazuje graf č. 4.

Kalibrace vit C	
koncentrace (mg/100g)	plocha
0,1065	0,90141
0,1065	0,73308
1,065	7,3414
1,065	7,4468
10,65	74,5707
10,65	75,6588
21,3	149,54
21,3	151,175

Tabulka č. 11 Hodnoty pro kalibraci HPLC na vit. C



Graf č. 4 Závislost plochy peaků na obsahu glukosy v nástřiku se zobrazenou regresní rovnicí

Díky regresní rovnici mohla být přepočítána plocha peaků pro vitamin C na jeho skutečný obsah v mg/100 g dužniny.

5.3. Výsledky akustické analýzy

Pro vyhodnocení získaných dat z akustické analýzy byl proveden výpočet plochy spektra z frekvenční analýzy při zobrazení v tzv. „obdélníkovém okně“ (funkce programu AudaCity). Souřadnice jednotlivých bodů byly exportovány do poznámkového bloku, převedeny na kladné hodnoty (přičtením 100 k hodnotám souřadnic y), a importovány do programu Graph pro vypočítání plochy pod křivkou. Původní i převedený graf jsou pro názornost součástí přílohy (graf č. 7 a graf č. 8 přílohy).

Z naměřených dat bylo dále pracováno s plochou spektra a délkou resonance melounu. Vždy byla vyhodnocována jedna zvuková vlna pro každý meloun. Plocha spektra a délka trvání resonance pro každý meloun jsou zachyceny v tabulce č. 2 přílohy. Na základě této tabulky byla sestavena tabulka č. 11, která zobrazuje vždy dva melounu s nejvyšší a nejnižší naměřenou hodnotou. Pro statistické vyhodnocení byly hodnoty plochy spektra vyděleny 10^5 .

	Nejvyšší hodnoty	Nejnižší hodnoty
Plocha spektra	12 (592994,8828)	29 (182499,6823)
	11 (585591,0209)	28 (239242,6411)
Délka resonance (s)	4 (0,205)	20 (0,070)
	5 (0,193)	27 (0,074)

Tabulka č. 11 Vzorky s nejvyšší a nejnižší naměřenou hodnotou plochy spektra a délky resonance (s).

5.4. Výsledky fyzikálních analýz

Tabulka č. 3 přílohy zachycuje naměřené hodnoty sledovaných fyzikálních parametrů, jako je hmotnost melounu, jeho objem, hustota, obvody a barva dužniny. Hodnota parametrů barvy dužniny je uvedena jako průměrná ze tří měření. Na základě této tabulky byla sestavena tabulka č. 12, která zobrazuje vždy dva melouny s nejvyšší a nejnižší hodnotou sledovaného parametru.

	Nejvyšší	Nejnižší
Hmotnost (kg)	16 (7,265)	25 (4,018)
	18 (7,095)	26 (4,192)
Objem (dm³)	16 (7,89)	25 (4,28)
	18 (7,30)	29 (4,50)
Hustota (kg/m³)	23 (994,30)	7 (892,05)
	11 (991,94)	10 (907,09)
Největší obvod (cm)	18 (88,3)	25 (69,0)
	16 (88,0)	26 (69,1)
Menší obvod (cm)	17 (69,0)	20 (53,8)
	16 (65,0)	25 (54,1)
Barva L*	28 (30,88)	18 (22,72)
	6 (29,48)	13 (22,83)
Barva a*	22 (17,04)	28 (4,25)
	6 (13,86)	27 (7,41)
Barva b*	22 (9,58)	27 (2,75)
	6 (8,38)	18 (3,66)

Tabulka č. 12 Nejvyšší a nejnižší naměřené hodnoty vybraných parametrů hodnocených melounů. V případě charakteristik barvy (L*, a*, b*) je uveden průměr.

5.5. Výsledky chemických analýz

Tabulka č. 4 přílohy zobrazuje průměrné hodnoty sledovaných chemických parametrů včetně směrodatných odchylek, jako je obsah sušiny a refraktometrické sušiny, titrační kyselost, obsah fruktosy, glukosy a sacharosy, celkový obsah cukrů, celková sladivost cukrů (přepočítaná dle sladivosti na počet gramů sacharosy) a obsah vitamínu C. Na základě těchto hodnot byla sestavena tabulka č. 13, která zobrazuje vždy dva melouny s nejvyšší a nejnižší hodnotou sledovaného parametru.

	Nejvyšší	Nejnižší
Obsah sacharosy (g)	13 (12,13) 15 (10,40)	27 (0,01) 30 (0,06)
Obsah glukosy (g)	2 (1,26) 21 (1,24)	27 (0,43) 15 (0,52)
Obsah fruktosy (g)	23 (3,36) 19 (3,16)	27 (1,54) 11 (1,98)
Celkem sacharidů (g)	13 (15,15) 15 (13,13)	27 (1,97) 10 (3,65)
Celková sladivost (g)	13 (15,45) 15 (13,39)	27 (2,13) 10 (3,83)
Titrační kyselost (g)	2 (0,074) 22 (0,072)	14 (0,025) 15 (0,026)
Obsah vitamínu C (mg)	15 (8,22) 13 (6,78)	4 (0,03) 5 (0,04)
Obsah sušiny (%)	13 (10,24) 15 (9,92)	27 (2,71) 10 (4,03)
Obsah refrakt. sušiny (°Bx)	13 (10,50) 15 (10,50)	27 (3,00) 10 (4,00)

Tabulka č. 13 Nejvyšší a nejnižší průměrné hodnoty vybraných parametrů hodnocených melounů (na 100 g dužniny).

5.6. Korelace výsledků senzorické analýzy s vybranými parametry

5.6.1. Korelační matice

Pomocí programu Statistica byla sestavena korelační matice pro všechny proměnné (s vynecháním akustických parametrů, které jsou hodnoceny zvlášť v kapitole 5.7.). Korelační matici zobrazuje tabulka č. 14. Korelace významné na hladině $\alpha=0,05$ jsou zvýrazněny zeleně. Jelikož jsou nad i pod úhlopříčkou stejné hodnoty, jsou pro lepší přehlednost uvedeny

hodnoty pouze pod úhlopříčkou. Korelační vztah platí oboustranně, tj. jeli a závislé na b, pak je i b závislé na a.

Korelační matice	Celkový vzhled	Intenzita barvy	Šťavnatost	Příjemnost konzistence	Příjemnost chuti	Celková intenzita chuti	Intenzita sladké chuti	Intenzita kyselé chuti	Sacharosa	Glukosa	Fruktosa	Celková sladivost	Vitamin C	Titrační kyselost	Sušina	Refraktometrická sušina	L*	a*	b*
Celkový vzhled	1,00																		
Intenzita barvy	0,67	1,00																	
Šťavnatost	0,44	0,18	1,00																
Příjemnost konzistence	0,46	0,33	0,65	1,00															
Příjemnost chuti	0,54	0,33	0,54	0,84	1,00														
Celková intenzita chuti	0,39	0,24	0,52	0,70	0,71	1,00													
Intenzita sladké chuti	0,47	0,35	0,47	0,73	0,85	0,75	1,00												
Intenzita kyselá chuti	0,00	-0,05	0,04	-0,18	-0,28	-0,04	-0,40	1,00											
Sacharosa	0,11	0,09	0,06	0,44	0,61	0,59	0,66	-0,19	1,00										
Glukosa	0,18	0,03	0,23	0,05	0,10	-0,15	-0,07	-0,12	-0,40	1,00									
Fruktosa	0,36	0,26	0,32	0,22	0,24	0,11	0,12	-0,05	-0,19	0,74	1,00								
Celková sladivost	0,19	0,14	0,12	0,49	0,68	0,62	0,70	-0,21	0,98	-0,25	0,01	1,00							
Vitamin C	0,12	-0,01	-0,24	0,06	0,21	0,27	0,21	-0,07	0,56	-0,44	-0,11	0,54	1,00						
Titrační kyselost	0,00	-0,02	0,43	0,14	-0,10	-0,15	-0,13	-0,11	-0,45	0,52	0,41	-0,37	-0,43	1,00					
Sušina	0,45	0,33	0,28	0,66	0,81	0,63	0,84	-0,19	0,82	-0,13	0,12	0,86	0,43	-0,27	1,00				
Refraktometrická sušina	0,43	0,28	0,32	0,68	0,82	0,68	0,82	-0,17	0,81	-0,10	0,18	0,86	0,45	-0,26	0,98	1,00			
L*	0,26	0,54	0,00	-0,03	-0,09	0,01	0,01	0,26	-0,08	0,00	0,07	-0,07	-0,05	-0,01	0,09	0,07	1,00		
a*	0,53	0,66	0,28	0,35	0,44	0,30	0,48	-0,16	0,23	0,01	0,10	0,26	-0,04	0,11	0,34	0,30	0,09	1,00	
b*	0,59	0,83	0,22	0,23	0,21	0,13	0,32	-0,07	0,08	0,05	0,14	0,10	-0,11	0,13	0,32	0,27	0,72	0,59	1,00

Tabulka č. 14 Korelační matice pro vybrané parametry (akustické vlastnosti jsou hodnoceny zvlášť v kapitole 5.7.).

Z tabulky č. 14 vyplývá několik závěrů:

Celkový vzhled je závislý na intenzitě barvy, příjemnosti konzistence a příjemnosti chuti. Intenzita barvy je v korelaci pouze s jednotlivými parametry L*, a*, b*. Je zajímavý vliv titrační kyselosti na šťavnatost, kdežto vliv obsahu sušiny se neprokázal. Příjemnost konzistence je závislá na šťavnatosti, obsahu sušiny a refraktometrické sušiny. Příjemnost chuti je v korelaci s intenzitou sladké chuti a obsahem sacharosu, sušiny a refraktometrické sušiny. Také je zde vidět vztah s barvou, konkrétně hodnotou parametru a*. Jako statisticky významný se však neprokázal vztah s obsahem fruktosu ani glukosu. Celková intenzita chuti je determinována intenzitou sladké, kyselé, obsahem sacharosu, vitamínu C a titrační kyselosti. Intenzita sladké chuti je ve vztahu s intenzitou kyselé chuti, obsahem sacharosu a sušiny. Je zde vidět korelace s barvou, konkrétně hodnotou parametru a*. Avšak vliv obsahu glukosu a fruktosu se neprokázal jako statisticky významný. Intenzita kyselá chuti je v korelaci pouze s intenzitou sladké chuti, závislost na titrační kyselosti či obsahu vitamínu C se neprokázala. Obsah sacharosu je závislý na obsahu glukosu, vitamínu C, sušiny, refraktometrické sušiny a titrační kyselosti. Má také vliv na příjemnost chuti, intenzitu chuti a

intenzitu sladké chuti. Obsah glukosy je v korelaci s obsahem sacharosy, fruktosy, vitamínu C a titrační kyselostí. Obsah fruktosy je determinován pouze obsahem sacharosy, glukosy a titrační kyselostí. Na celkové sladivosti se z cukrů podílí jen obsah sacharosy, dále pak obsah vitamínu C, sušiny a titrační kyselost. Obsah vitamínu C je determinován obsahem sacharosy, glukosy, celkovou sladivostí, obsahem sušiny, refraktometrické sušiny a titrační kyselostí. Titrační kyselost závisí na obsahu jednotlivých cukrů, obsahu vitamínu C a ovlivňuje šťavnatost. Na obsahu sušiny se podílí obsah sacharosy, vitamínu C a refraktometrické sušiny. Obsah refraktometrické sušiny se odvíjí od obsahu sacharosy, vitamínu C a obsahu sušiny. Parametry barvy (L^* , a^* , b^*) společně určují vnímanou intenzitu barvy, parametr L^* je v korelaci s parametrem b^* , parametr a^* je v korelaci s parametrem b^* a spolu s ním se podílí na hodnocení celkového vzhledu melounu, samostatně pak ovlivňuje parametr a^* i intenzitu sladké chuti.

V následujících podkapitolách jsou detailně vyhodnocovány pouze vybrané závislosti, které mají vliv na úspěch v senzorické analýze (příjemnost chuti, šťavnatost a příjemnosti konzistence).

5.6.2. Příjemnost chuti

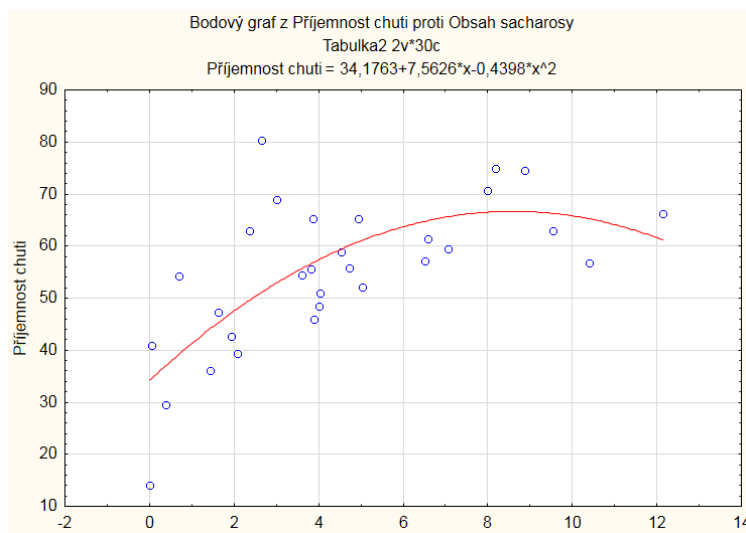
Příjemnost chuti je v korelaci s obsahem sacharosy, sušiny, refraktometrické sušiny a hodnotou parametru a^* (tabulka č. 14).

Předpokládá se úzký vztah mezi obsahem sušiny a hodnotami refraktometrické sušiny, proto tento vztah nebyl hodnocen zvlášť (pomocí jednoduché regrese). Závislost mezi hodnotou parametru a^* a příjemností chuti není hodnocena zvlášť, je zahrnuta pouze v souhrnné rovnici (pro její úplnost).

Pro vyhodnocení vztahu mezi příjemností chuti a obsahem sacharosy byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 5). Regresní rovnice pro příjemnost chuti jako závislou proměnnou na obsahu sacharosy (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = 34,17633 + 7,56256x - 0,43979x^2,$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,7037$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,495234$. Z bodového grafu (graf č. 5) je evidentní, že nejpříjemnější chuť mají melouny s obsahem sacharosu okolo 9 g/100 g dužniny, s dále se zvyšujícím obsahem sacharidů příjemnost chuti klesá.



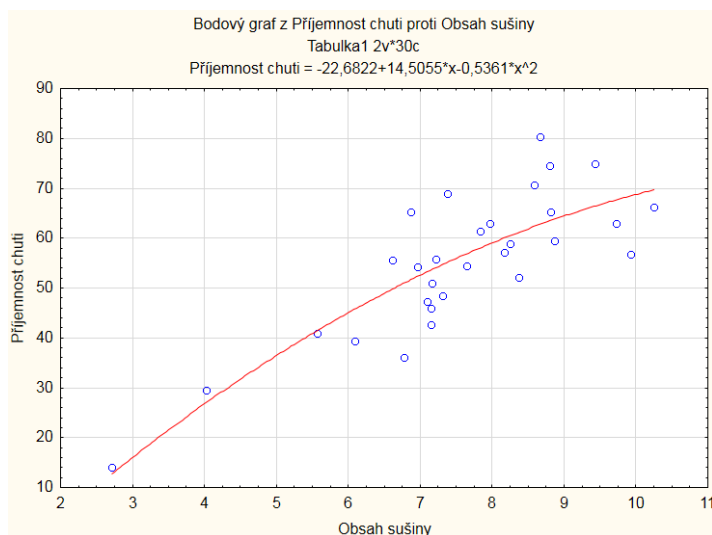
Graf č. 5 Závislost příjemnosti chuti na obsahu sacharosu (g/100g dužniny)

Z korelační matice (tabulka č. 14) vyplývá vztah mezi obsahem sušiny a příjemností chuti. Také z ní vyplývá, že se na obsahu sušiny podílí obsah sacharosu a vitamínu C. Předpokládá se tedy, že obsah sušiny bude těsně záviset na obsahu sacharosu (zanedbatelný obsah vitamínu C). Tento předpoklad byl otestován s výsledkem regresního koeficientu $R=0,844$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,7123$, a regresní rovnicí $y = 5,163 + 0,717x - 0,0275x^2$. Z hodnoty regresního koeficientu vyplývá těsná závislost, předpoklad se tak potvrdil.

Pro vyhodnocení vztahu mezi příjemností chuti a obsahem sušiny byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 6). Regresní rovnice pro příjemnost chuti jako závislou proměnnou na obsahu sušiny (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = -22,6822 + 14,5055x - 0,5361x^2,$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,8294$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,6878$.



Graf č. 6 Závislost příjemnosti chuti na obsahu sušiny (%)

Pomocí vícenásobné regrese byla sestavena souhrnná rovnice pro vliv výše uvedených faktorů na příjemnost chuti, která má tvar:

$$y = -13,0629 - 0,6629x_1 + 7,7651x_2 + 1,0634x_3,$$

kde: x_1 ... obsah sacharosy (g/100 g dužniny),

x_2 ... obsah sušiny (%),

x_3 ... hodnota parametru a^* ;

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,8361$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,699$.

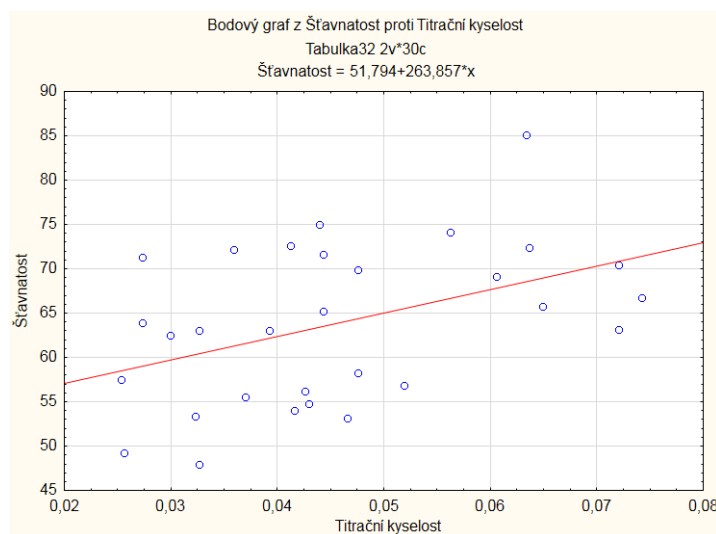
5.6.3. Šťavnatost

Z tabulky č. 14 vyplývá vztah mezi šťavnatostí melounu a titrační kyselostí (tj. obsahem organických kyselin).

Pro vyhodnocení vztahu mezi šťavnatostí a titrační kyselostí byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá lineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 7). Regresní rovnice pro šťavnatost jako závislou proměnnou na titrační kyselosti (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = 51,794 + 263,857x,$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,4341$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,1885$.



Graf č. 7 Závislost šťavnatosti na titrační kyselosti (g/100 g dužniny)

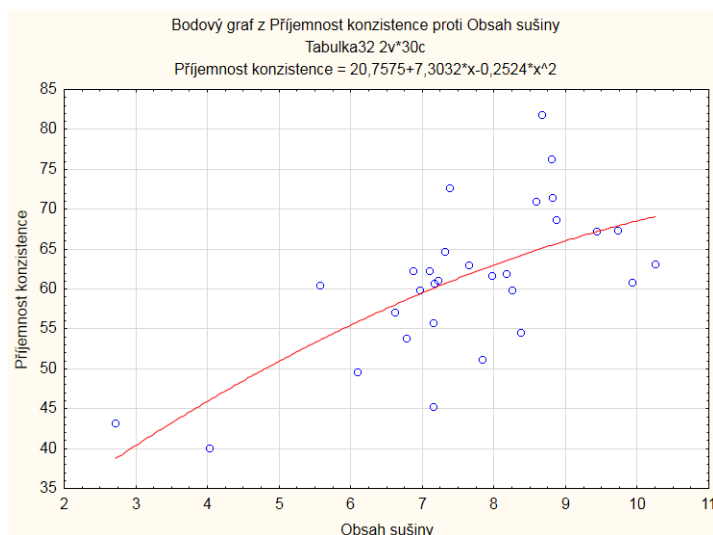
5.6.4. Příjemnost konzistence

Z tabulky č. 14 vyplývá vztah mezi příjemností konzistence a obsahem sacharosu, sušiny a refraktometrické sušiny.

Pro vyhodnocení vztahu mezi příjemností konzistence a obsahem sušiny byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 8). Regresní rovnice pro příjemnost konzistence jako závislou proměnnou na obsahu sušiny (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = 20,7575 + 7,3032x - 0,2524x^2,$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,6737$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,4539$.

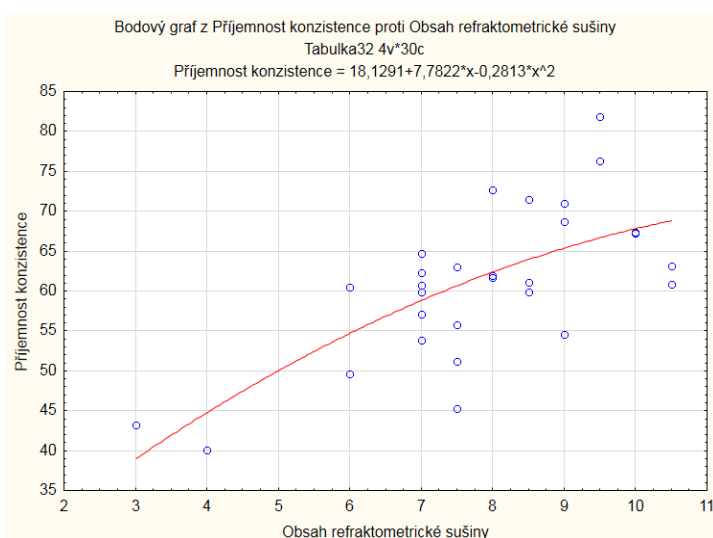


Graf č. 8 Závislost příjemnosti konzistence na obsahu sušiny (%)

Pro vyhodnocení vztahu mezi příjemností konzistence a obsahem refraktometrické sušiny byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 9). Regresní rovnice pro příjemnost konzistence jako závislou proměnnou na obsahu refraktometrické sušiny (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = 18,1291 + 7,7822x - 0,2813x^2,$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,6959$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,4842$.

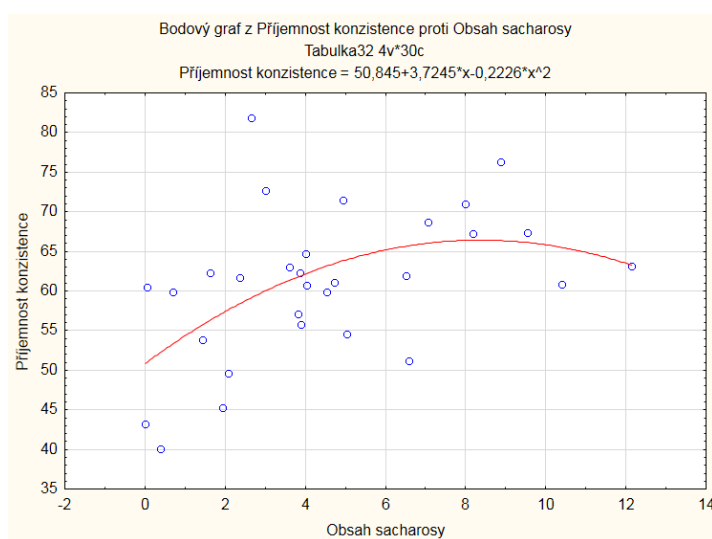


Graf č. 9 Závislost příjemnosti konzistence na obsahu refraktometrické sušiny (°Bx)

Pro vyhodnocení vztahu mezi příjemností konzistence a obsahem sacharosy byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 10). Regresní rovnice pro příjemnost konzistence jako závislou proměnnou na obsahu sacharosy (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = 50,845 + 3,7245x - 0,223x^2,$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,5114$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,2615$.



Graf č. 10 Závislost příjemnosti konzistence na obsahu sacharosy (g/100 g dužniny)

Pomocí vícenásobné regrese byla sestavena souhrnná rovnice pro vliv výše uvedených faktorů na příjemnost konzistence, která má tvar:

$$y = 23,6036 + 4,3819x_1 - 1,0587x_2 + 1,0449x_3,$$

kde: x_1 ... obsah refraktometrické sušiny ($^{\circ}\text{Bx}$),

x_2 ... obsah sacharosy (g/100 g dužniny),

x_3 ... obsah sušiny (%);

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,71293$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,50827$.

5.7. Korelace akustických vlastností s vybranými parametry

5.7.1. Korelační matice

Pomocí programu Statistica 12 byla sestavena korelační matice pro vybrané proměnné. Korelační matici zobrazuje tabulka č. 15. Korelace významné na hladině $\alpha=0,05$ jsou zvýrazněny zeleně (významné korelace, komentované v kapitole 5.6., jsou zvýrazněny šedě a dále se s nimi nebude pracovat). Jelikož jsou nad i pod úhlopříčkou stejné hodnoty, jsou pro lepší přehlednost uvedeny hodnoty pouze pod úhlopříčkou. Korelační vztah platí oboustranně, tj. jeli a závislé na b, pak je i b závislé na a.

Korelační matice	Příjemnost konzistence	Příjemnost chuti	Šťavnatost	Sacharosa	Sušina	Refraktometrická sušina	Plocha spektra	Délka resonance	Hustota	Největší obvod	Ménší obvod
Příjemnost konzistence	1,00										
Příjemnost chuti	0,84	1,00									
Šťavnatost	0,65	0,55	1,00								
Sacharosa	0,45	0,63	0,09	1,00							
Sušina	0,67	0,82	0,29	0,83	1,00						
Refraktometrická sušina	0,69	0,83	0,33	0,82	0,98	1,00					
Plocha spektra	0,45	0,52	0,28	0,44	0,44	0,43	1,00				
Délka resonance	0,20	0,15	0,31	-0,17	0,13	0,12	0,22	1,00			
Hustota	0,39	0,17	0,38	-0,09	0,15	0,15	0,20	0,57	1,00		
Největší obvod	-0,02	-0,13	0,28	-0,02	0,04	0,03	0,21	0,42	0,30	1,00	
Ménší obvod	0,44	0,32	0,52	0,31	0,38	0,38	0,34	0,45	0,45	0,66	1,00

Tabulka č. 15 Korelační matice pro vybrané parametry

Z tabulky č. 15 vyplývá několik závěrů:

Akustické vlastnosti melounu vyjádřené plochou frekvenčního spektra jsou v korelaci s příjemností konzistence a příjemností chuti. Plocha spektra je závislá na obsahu sacharosy, sušiny a refraktometrické sušiny. Významná korelace s menším obvodem melounu je způsobena průchodem impulsu přes tuto poloosu. Délka resonance melounu je závislá na jeho hustotě a rozměrech. Hustota je ve vztahu s příjemností konzistence a šťavnatostí, jelikož závisí na množství rozpustných látek v melounu. Avšak korelace s obsahem sušiny a sacharosy se neprokázala. Hustota je také ve vztahu s délkou resonance, neboť souvisí s mechanickými vlastnostmi tělesa. Zajímavým zjištěním je skutečnost, že je hustota v korelaci s menším obvodem, ale s největším obvodem nikoli. Ménší obvod melounu je

v korelaci s příjemností konzistence, šťavnatostí, obsahem sušiny a refraktometrické sušiny. Vzájemná vysoká korelace s největším obvodem je způsobena tvarovým typem melounu – oválný.

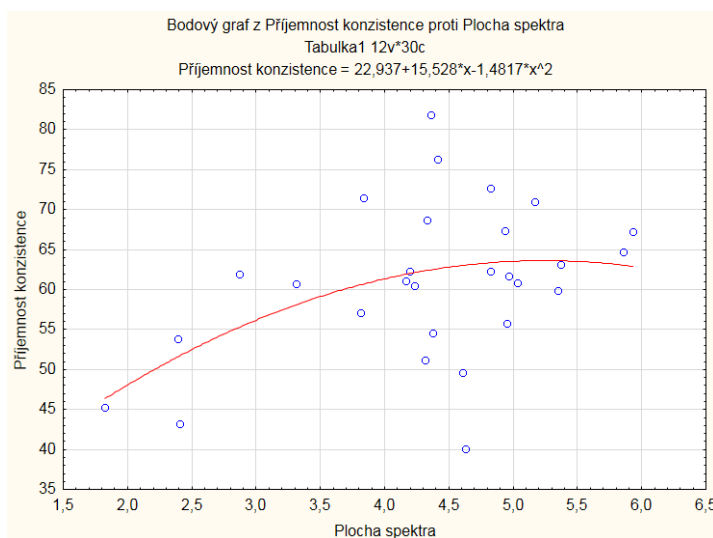
5.7.2. Plocha frekvenčního spektra

Z tabulky č. 15 vyplývá vztah mezi plochou frekvenčního spektra a příjemností konzistence, chuti, obsahem sacharosu a sušiny.

Pro vyhodnocení vztahu mezi plochou frekvenčního spektra a příjemností konzistence byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 11). Regresní rovnice pro příjemnost konzistence jako závislou proměnnou na ploše frekvenčního spektra (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = 22,937 + 15,528x - 1,482x^2$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,451$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,203$.

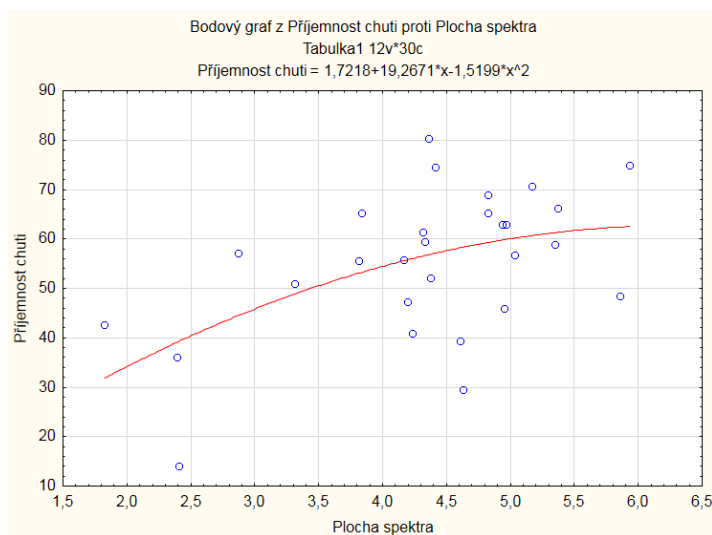


Graf č. 11 Závislost příjemnosti konzistence na ploše frekvenčního spektra

Pro vyhodnocení vztahu mezi plochou frekvenčního spektra a příjemností chuti byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 12). Regresní rovnice pro příjemnost chuti jako závislou proměnnou na ploše frekvenčního spektra (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = 1,722 + 19,267x - 1,52x^2$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,5195$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,2699$.

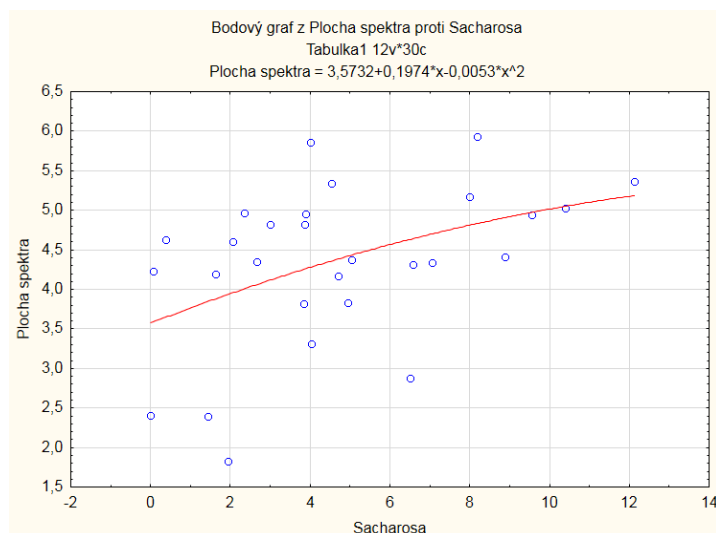


Graf č. 12 Závislost příjemnosti chuti na ploše frekvenčního spektra

Pro vyhodnocení vztahu mezi plochou frekvenčního spektra a obsahem sacharosy byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 13). Regresní rovnice pro plochu frekvenčního spektra jako závislou proměnnou na obsahu sacharosy (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = 3,573 + 0,197x - 0,005x^2$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,443$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,196$.

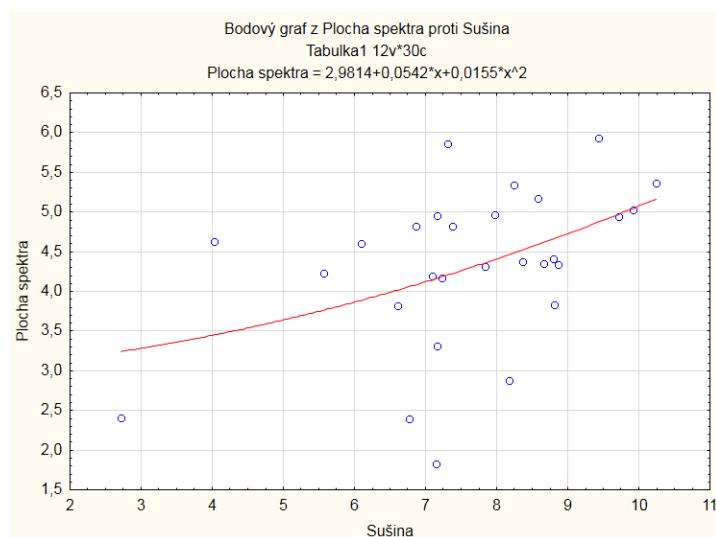


Graf č. 13 Závislost plochy frekvenčního spektra na obsahu sacharosu (g/100 g dužniny)

Pro vyhodnocení vztahu mezi plochou frekvenčního spektra a obsahem sušiny byla jako nevhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 14). Regresní rovnice pro plochu frekvenčního spektra jako závislou proměnnou na obsahu sušiny (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = 2,981 + 0,054x + 0,016x^2$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,442$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,195$.



Graf č. 14 Závislost plochy frekvenčního spektra na obsahu sušiny (%)

Pomocí vícenásobné regrese byla sestavena souhrnná rovnice pro vliv výše uvedených faktorů na plochu frekvenčního spektra, která má tvar:

$$y = 3,006 + 0,003x_1 + 0,032x_2 + 0,104x_3 - 0,142x_4,$$

kde: x_1 ... příjemnost konzistence,
 x_2 ... příjemnost chuti,
 x_3 ... obsah sacharosu (g/100 g dužniny),
 x_4 ... obsah sušiny (%);

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,536$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,287$.

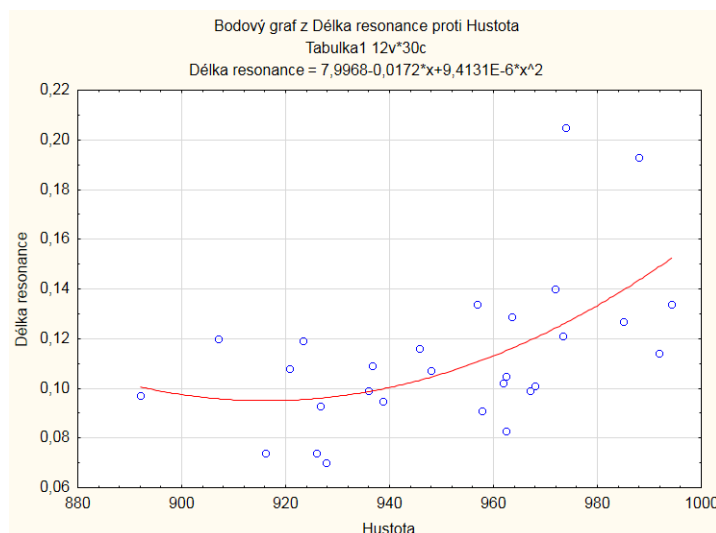
5.7.3. Délka resonance

Z tabulky č. 15 vyplývá vztah mezi délkou resonance a hustotou melounu a jeho menším obvodem (procházejícím středem velké poloosy).

Pro vyhodnocení vztahu mezi délkou resonance a hustotou melounu byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 15). Regresní rovnice pro délku resonance melounu jako závislou proměnnou na jeho hustotě (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = 7,997 - 0,017x + 0,000009x^2$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,567$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,321$.

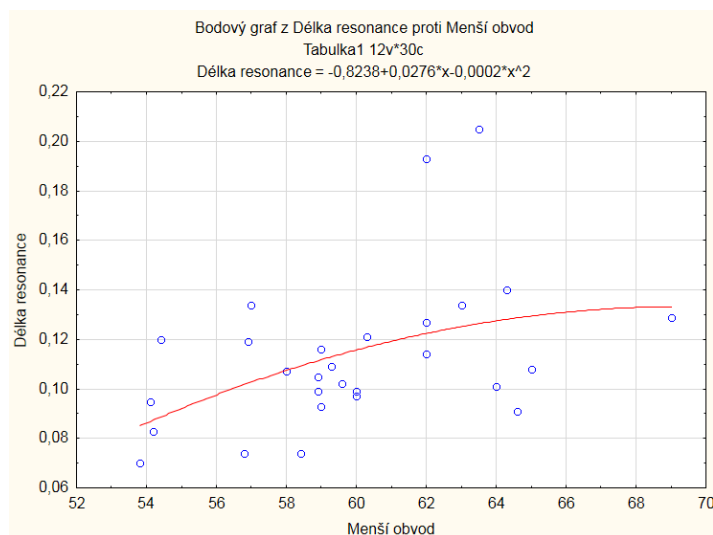


Graf č. 15 Závislost délky resonance melounu (s) na jeho hustotě (kg/m³)

Pro vyhodnocení vztahu mezi délkou resonance a menším obvodem melounu byla jako nejvhodnější vybrána jednoduchá nelineární regrese (z rozložení hodnot v bodovém grafu – graf č. 16). Regresní rovnice pro délku resonance melounu jako závislou proměnnou na jeho menším obvodu (nezávislá proměnná) má tvar:

$$y = -0,824 + 0,028x - 0,0002x^2$$

a hodnotu regresního koeficientu $R=0,451$ a koeficientu determinace $R^2 = 0,203$.



Graf č. 16 Závislost délky resonance melounu (s) na jeho menším obvodu (cm)

6. Diskuze

Bylo hodnoceno celkem 30 kusů melounů, které byly nakoupeny v obchodní síti Kaufland (prodejna Praha 6 - Dejvice) a Billa (prodejna Praha 5 – Barrandov). Tyto melouny byly nakupovány během letní sezóny roku 2014, tj. v období červen – srpen. Vzhledem k realizaci akustické analýzy bylo nutno standardizovat nakupované melouny, neboť na akustické vlastnosti má vliv velikost a tvar melounu. Proto byly nakupovány melouny oválné o hmotnosti 4 – 7,3 kg.

Průměrný obsah cukrů uváděný v literatuře se pohybuje v rozmezí od 5 g/100 g dužniny (Kopec, 1998) do 6,2 g/100 g dužniny (Nogol, 2012). Maximální obsah cukrů ve vodních melounech je 10 g/100 g dužniny (Pekárková, 2001). Průměr hodnocených melounů v této práci byl 8,02 g cukrů/100 g dužniny s maximem 15,15 g/100 g dužniny. Dá se předpokládat, že vyšší obsah sacharidů je způsoben cílem šlechtění na vyšší cukernatost z důvodu spotřebitelských preferencí.

Průměrný obsah vitamínu C uváděný v literatuře byl 80 mg/kg dužniny (Kopec, 1998) a 81 mg/kg dužniny (Nogol, 2012). Výsledky odrůdových zkoušek ÚKZÚZ v Praze a Bratislavě dosahovaly znatelně nižších hodnot – pouze v rozmezí od 36,8 do 58,1 mg vitamínu C na kilogram dužniny. Průměr hodnocených melounů byl 31,7 mg/kg dužniny, čímž nedosahuje ani nejnižší uváděné hodnoty v literatuře. Takřka poloviční obsah vitamínu C oproti referenčním hodnotám je překvapivý. Bylo testováno, zdali nemá na obsah vitamínu C vliv „nešetrný“ způsob přípravy roztoku, což bylo provedeno stanovením vitamínu C v kontrolním vzorku dle validované metody pro stanovení vitamínu C v ovoci a zelenině. Avšak obsah takto stanoveného vit. C byl daleko pod průměrem hodnocených vzorků. Z toho se může usuzovat na vysokou stabilitu vitamínu C v melounech, avšak jeho nízký obsah v této zelenině. Námětem pro další testování vodních melounů může být hodnocení vlivu způsobu pěstování vodních melounů a posklizňového skladování na obsah vitamínu C v dužnině.

Průměrná hodnota titrační kyselosti uváděná v literatuře je 0,08 g/100 g dužniny (Ordoñez-Santos et Ledezma-Realpe, 2013). Průměr hodnocených melounů byl znatelně nižší, dosahoval pouze hodnoty 0,05 g/100 g dužniny. Vzhledem k celkově zanedbatelnému obsahu kyselin u vodních melounů to pravděpodobně nemá vliv na jiné hodnocené parametry.

V senzorické analýze se hodnotily ukazatele celkový vzhled, intenzita barvy, šťavnatost, příjemnost konzistence, příjemnost chuti, celková intenzita chuti, intenzita sladké chuti a intenzita kyselé chuti. V protokolu k senzorické analýze (příloh č. 1) bylo možno vypsát ještě cizí chuť/aroma. Hodnotitelé uváděli pouze dvě cizí chuti – okurkovou a trávovou. Bylo odpozorováno, že se intenzita okurkového aroma zvyšuje s dobou pobytu melounu v chladicím boxu. Před umístěním melounu do chladicího boxu se okurková vůně nevyskytovala u žádného vzorku. Stanovení okurkového aroma a důvodů jeho vzniku v melounech však nebylo předmětem této diplomové práce.

Nejlépe dopadly melouny s obsahem sacharosu okolo 9 g/100 g dužniny. Z literatury (Liu et al., 2013) vyplývá, že obsah sacharosu je dobrým ukazatelem zralosti vodních melounů, neboť v průběhu zrání je sacharóza vytvářena enzymatickou aktivitou, oproti ostatním cukrům, jejichž obsah v melounech je konstantní. Vysoká variabilita v hodnotách senzorické analýzy je částečně způsobena tím, že cukry nejsou v dužnině melounu rozmístěny rovnoměrně a ačkoli byla snaha o snížení vlivu této vlastnosti, nebyla tato eliminována zcela. Avšak u nejlepšího melounu a nejhoršího melounu byla variabilita v hodnocení nízká – nejlepší meloun dosahoval v parametru příjemnost konzistence průměrných hodnot 82 ± 4 % a v parametru příjemnost chuti 80 ± 17 %, a nejhorší meloun hodnot 43 ± 22 % v příjemnosti konzistence a 14 ± 9 % v parametru příjemnost chuti. Nejvyšší variabilitu vykazoval parametr intenzita kyselé chuti, což může být způsobeno velmi nízkým obsahem organických kyselin ve vodních melounech. Celkově dosahovaly melouny v senzorické analýze dobrého hodnocení, což vypovídá o tom, že obchodní síť Kaufland a Billa nabízí průměrně kvalitní vodní melouny.

Koeficienty korelace a determinace pro vybrané vztahy mezi senzorickými, fyzikálními a chemickými parametry vodních melounů dosahovaly uspokojivých hodnot. Příjemnost chuti je takřka ze 70 % determinována obsahem sušiny, sacharosu a hodnotou parametru a^* . Příjemnost konzistence je determinována takřka z 51 % obsahem sušiny, refraktometrické sušiny a sacharosu.

Akustické hodnocení prováděné v rámci této diplomové práce bylo založeno na faktu, že spotřebitel nakupující celé vodní melouny často odhaduje jejich kvalitu dle zvuku, který vydávají při poklepu prsty, a dle dalších parametrů (stav stopky, barva slupky, velikost, hmotnost, ...). Stanovení i vyhodnocení vybraných akustických charakteristik vycházelo z dostupnosti programů a technického vybavení. Vzhledem k existenci aplikace Melon Meter,

vydané společnosti Apple pro zařízení iPhone, iPad a iPod, se předpokládala jednoduchá možnost stanovení určité akustické charakteristiky, která by vypovídala o vnitřní kvalitě vodních melounů. Nepředpokládalo se, že by se takto zjednodušené vyhodnocení vyrovnalo specializované technice používané průmyslově ke stanovení kvality vodních melounů. Pro jednoduché vyhodnocení naměřených dat byla použita plocha frekvenčního spektra a délka resonance melounu. Použití tohoto způsobu zpracování dat nebylo zmíněno v dostupné odborné literatuře.

Koeficienty korelace a determinace pro vybrané vztahy mezi senzorickými, chemickými, fyzikálními a akustickými parametry vodních melounů dosahovaly nižších hodnot. Plocha frekvenčního spektra je z takřka 29 % determinována příjemností konzistence, příjemností chuti, a obsahem sacharosy a sušiny. Délka resonance je z 32 % determinována hustotou melounu a z 20 % obvodem procházejícím středem velké poloosy, neboť v tomto místě procházel impuls melounem. Ačkoli nabývají koeficienty determinace nízkých hodnot, jsou tyto vztahy statisticky významné. Námětem pro další testování může být stanovování těchto parametrů u melounů bezsemenných odrůd, u kterých se vyskytují dutiny v dužnině (Sun et al., 2010) a následné porovnání těchto hodnot s výsledky melounů bez této vady.

7. Závěr

Z literatury zpracované v první části této diplomové práce vyplývá, že stanovení zralosti vodních melounů na polích je náročné a do značné míry ovlivněno zkušenostmi pracovníka, neboť typických znaků zralosti může být dosaženo i nestandardním průběhem pěstování či některými chorobami. Z tohoto důvodu se v minulých desetiletích testovaly různé instrumentální systémy, které by byly schopny stanovit vnitřní vlastnosti melounů bez jejich poškození. Jako perspektivní se ukázaly především akustické technologie, velký potenciál má i magnetická resonance. Důležitým znakem zralosti je obsah sacharosy, neboť ten se v průběhu zrání díky enzymatické aktivitě sacharosasyntázy a fosfát-sacharosasyntázy prudce zvyšuje.

Průměrný obsah sacharidů dosahoval vyšších hodnot oproti hodnotám uvedeným v dostupné literatuře. Z nutričního hlediska je velmi významný rozdíl mezi uváděným a stanoveným obsahem vitaminů C. Průměrný obsah vitaminu C ve vzorcích byl 31,7 mg/kg dužniny, což je takřka poloviční oproti udávaným hodnotám v literatuře. Na naměřené hodnoty neměl vliv způsob přípravy vzorku k analýze, z čehož vyplývá, že je vitamin C v melounech stabilní.

V senzorické analýze obstály u hodnotitelů nejlépe vzorky s obsahem cukrů okolo 9 g/100 g dužniny. Zajímavostí je zjištění, že se po zchlazení vzorků na teplotu + 5 °C u některých z nich vyskytlo intenzivní okurkové aroma. Z vyhodnocené korelační matice mezi vybranými parametry vodních melounů vyplynulo mnoho statisticky významných korelačních vztahů. Mezi nejdůležitější patří korelace mezi příjemností konzistence a šťavnatostí, obsahem sušiny a refraktometrické sušiny, a korelace mezi příjemností chuti a obsahem sacharosy, intenzitou chuti a obsahem sušiny. V případě akustických parametrů byly detailně hodnoceny statisticky významné závislosti mezi plochou frekvenčního spektra a příjemností konzistence, příjemností chuti, obsahem sacharosy a obsahem sušiny, a mezi délkou resonance a hustotou melounu a jeho obvodem procházejícím středem velké poloosy. Závislost na akustických parametrech dosahovala nižších hodnot, ale ty byly opět statisticky významné.

Hypotéza stanovená v úvodní části této diplomové práce byla tak z části potvrzena. Nepotvrdil se vztah mezi obsahem vitaminu C a zralostí vodních melounů.

8. Seznam literatury

- Abbaszadeh, R., Rajabipour, A., Mahjoob, M., delshad, M., Ahmadi, H. 2013. *Evaluation of watermelons texture using their vibrafon responses*. Biosystems Engineering. 115. 102 – 105.
- Abbott, J. A. 1999. *Quality measurement of fruits and vegetables*. Posthaverst Biology and Technology. 15. 207 – 225.
- Bouraoui, M., Richard, P., Fichtali, J. 1993. *A review of moisture content determination in foods using microwave oven drying*. Food Research International. 26. 49-57.
- Cui, Y., Ji, X., Gu, L., Tang, H., Liu, Y. 2007. *Advances on the quality of fruits and vegetables nondestructive detection by NIRS*. Academic Periodical of Farm Products Processing. 7. 84 – 86.
- Cvetković, B. R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Nježić, Z. B., Šimurina, O., Filipčev, B., Tepić, A. 2012. *Poredenje tehnika i metoda određivanja L-askorbinske kiseline u voću*. Hemijska Industrija. 66 (4). 553–558.
- Dull, G. G., Birth, G. S., Smittle, D. A., Leffer, R. G. 1989. *Near infrared analysis of soluble solids in intact cantaloupe*. Journal of Food Science. 54 (2). 393 – 395.
- Fenoll, J., Martínez, A., Hellín, P., Flores, P. 2011. *Simultaneous determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in vegetables and fruits by liquid chromatography with tandem-mass spektrometry*. Food Chemistry. 127. 340 – 344.
- Flores, P., Hellín, P., Fenoll, J. 2012. *Determination of organic acids in fruits and vegetables by liquid chromatography with tandem-mass spektrometry*. Food Chemistry. 132. 1049 – 1054.
- He, D., Li, Z., Wang, H. 1994. *On the characteristics of sound wave forms of watermelons*. Acta Universitatis Agriculturae Boreali-Occidentalis. 22 (3). 105 – 107.
- Isengard, H-D. 1995. *Rapid water determination in foodstuffs*. Trends in Food Science & Technology. 6. 155-162.

- Isengard, H-D. 2001. *Water content, one of the most important properties of food*. Food Control. 12. 395-400.
- Isengard, H-D. 2008. *Water determinativ – Scientific and economic dimensions*. Food Chemistry. 106. 1393- 1398.
- Klouda, P. 2003. *Moderní analytické metody*. Pavel Klouda. Ostrava. 132 str. ISBN 80-86153-64-9.
- Kopec, K. 1998. *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*. Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha. Praha. 72 str. ISBN 80-86153-64-9.
- Kozák, V. 2014. *Odrůdy melounů* [online]. [cit. 2014-12-20]. Přístupné z <http://www.ceskemelouny.cz/odrudy.php>
- Kubáň, V., Kubáň P. 2007. *Analýza potravin*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. 203 str. ISBN 978-80-7375-036-7.
- Kučera, J., Janýška, A. 1985. *Nové možnosti v pěstování vodních melounů*. Výzkumný a šlechtitelský ústav zelinářský. Olomouc. 8 str.
- Liu, J., Guo, S., He, H., Zhang, H., Gong, G., Ren, Y., Xu, Y. 2013. *Dynamic characteristics of sugar accumulation and related enzyme activities in sweet and non-sweet watermelon fruits*. Acta Physiologiae Plantarum. 35. 3213 – 3222.
- Mirzach, A., Galili, N., Teitel, D. C., Rosenhouse, G. 1994. *Ultrasonic evaluation of some ripening parameters of autumn and winter-grown „Galia“ melons*. Scientia Horticulturae. 56 (4). 291 – 297.
- Molnár-Perl, I. 2000. *Role of chromatography in the analysis of sugars, carboxylic acids and amino acids in food*. Journal of Chromatography A. 891. 1 – 32.
- Moreda, G. P., Ortiz-Cañavate, J., García-Ramos, F. J., Ruiz-Altisent, M. 2009. *Non-destructive technologies for fruit and vegetable size determination – a review*. Journal of Food Engineering. 92. 119 – 136.

- Nelson, S. O., Trabelsi, S., Kays, S. J. 2006. *Dielectric spektroskopie of honeydew melons from 10 MHz to 1,8 GHz for quality sensing*. Transaction of the ASABE. 49 (6). 1977 – 1981.
- Nicolai, B. M., Beullens, K., Bobelyn, E., Peirs, A., Saeys, W., Theron, K. I., Lammertyn, J. 2007. *Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: a review*. Postharvest Biology and Technology. 46. 99 – 118.
- Nogol, T. 2012. *Nutriční hodnoty ovoce a zeleniny od M do L* [online]. Národní ústav pro vzdělávání (NÚV). Elektronická prezentace. [cit. 2014-12-20]. Přístupné z dum.rvp.cz/materialy/stahnout.html?s=kgvkfeuz
- Noh, S.H., Choi, K.-H. 2006. *Nondestructive Quality Evaluation Technologies for Fruit and Vegetables* [online]. [cit. 2014-12-20]. Přístupné z http://www.unapcaem.org/Activities%20Files/A22/p80_NonDestruction.pdf
- Opekar, F., Jelínek, I., Rychlovský, P., Plzák, Z. 2002. *Základní analytická chemie pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavní studijním oborem*. Karolinum. Praha. 203 str. ISBN 80-246-0553-8.
- Ordoñez-Santos, L. E., Ledezma-Realpe, D. P. 2013. *Lycopene Concentration and Physico-Chemical Properties of Tropical Fruits*. Food and Nutrition Sciences. 4. 758 – 762.
- Pavelková A., Vietoris V. 2008. *Senzorická analýza v potravinářství I*. Potravinářstvo. 2 (1). 18 - 29.
- Pekárková, E. 2001. *Pěstujeme rajčata, papriky a další plodové zeleniny*. Grada Publishing s.r.o. Praha. 72 str. ISBN 80-247-0170-7.
- Petříková, K., Hlušek, J., Jánský, J., Koudela M., Lošák, T., Malý, I., Pokluda, R., Poláčková, J., Rod, J., Ryant, P., Škarpa, P. 2012. *Zelenina*. Profi Press s. r. o. Praha. 191 str. ISBN 978-80-86726-50-2.
- Pokorný, J., Valentová, H., Panovská, Z. 1998. *Senzorická analýza potravin*. VŠCHT Praha. 95 str. ISBN 80-7080-329-0.
- Spínola, V., Mendes, B., Câmara, J. S., Castilho, P. C. 2012. *An improved and fast UHPLC-PDA methodology for determination of L-ascorbic and dehydroascorbic acids in fruits*

and vegetables. Evaluation of degradation rate during storage. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 403. 1049 – 1058.

Stone, M. L., Armstrong, P. R., Zhang, X., Bruswitz, G. H., Chen, D. D. 1996. *Watermelon Maturity Determination in the Field Using Acoustic Impulse Impedance Techniques.* Transaction of the American Society of Agricultural Engineers. 39 (6). 2325 – 2330.

Sugiyama, J., Katsural, T., Hong, J., Koyama, H., Mikuriya, K., 1998. *Melon ripeness monitoring by a portable firmness tester.* Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 41 (1). 121–127.

Sugiyama, J., Otobe, K., Hayashi, S. 1994. *Firmness measurement of muskmelons by acoustic impulse transmission.* Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 37 (4). 1235 – 1241.

Sun, T., Huang, K., Xu, H., Ying, Y. 2010. *Research advances in nondestructive determination of internal quality in watermelon/melon: A review.* Journal of Food Engineering. 100. 569 – 577.

Ústřední a kontrolní úřad zemědělský v Praze a Bratislavě. *Přehled výsledků státních odrůdových zkoušek zelenin ze sklizně 1988 a 1989 - III. část, Plodové zeleniny (dokončení): cukety, kukuřice cukrová, lilek jedlý, meloun cukrový, meloun vodní, paprika rychlená, paprika zeleninová polní, paprika kořeninová.* 216 str.

Velčovská, Š. 2006. *Využití metod spotřebitelského testování výrobku pro senzorickou analýzu potravin.* In: Zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie „Konkurencieschopnosť v EÚ – výzva pre krajiny. Slovenská poľnohospodárska univerzita. Nitra. 624-630. ISBN: 8080697043.

9. Přílohy

9.1. Seznam příloh

Formulář pro senzorickou analýzu	65
Grafy	
Graf č. 1 Kalibrace sacharosy	66
Graf č. 2 Kalibrace glukosy	66
Graf č. 3 Kalibrace fruktosy	67
Graf č. 4 Meloun č. 8 – cukry	67
Graf č. 5 Meloun č. 27 – cukry	68
Graf č. 6 Meloun č. 10 – vitamin C	68
Graf č. 7 Spektrum z programu AudaCity (meloun č. 3)	69
Graf č. 8 Výpočet plochy spektra – program Graph (meloun č. 3)	69
Tabulky	
Tabulka č. 1 Výsledky senzorické analýzy	70
Tabulka č. 2 Výsledky akustické analýzy	71
Tabulka č. 3 Výsledky fyzikálních parametrů	72
Tabulka č. 4 Výsledky chemických analýz	73

9.2. Formulář pro senzorickou analýzu

Senzorické hodnocení vodních melounů

Příjmení: _____ Jméno: _____ Číslo vzorku: _____
Zdravotní stav: _____ Datum a hodina: _____

Úkol: Ohodnotte předložený vzorek vodního melounu a výsledek hodnocení zaznamenejte na grafické stupnici.

VZHLED

CELKOVÝ VZHLED

_____ velmi špatný vynikající

BARVA

INTENZITA BARVY

_____ velmi světlá velmi tmavá

KONZISTENCE

ŠTAVNATOST

_____ velmi suchý (moučnatý) velmi šťavnatý

PŘÍJEMNOST KONZISTENCE

_____ odporná velmi příjemná

CHUŤ

CELKOVÁ PŘÍJEMNOST CHUTI

_____ odporná velmi příjemná

CELKOVÁ INTENZITA CHUTI

_____ neznatelná velmi silná

INTENZITA DÍLČÍCH CHUTÍ

SLADKÁ

_____ neznatelná velmi silná

KYSELÁ

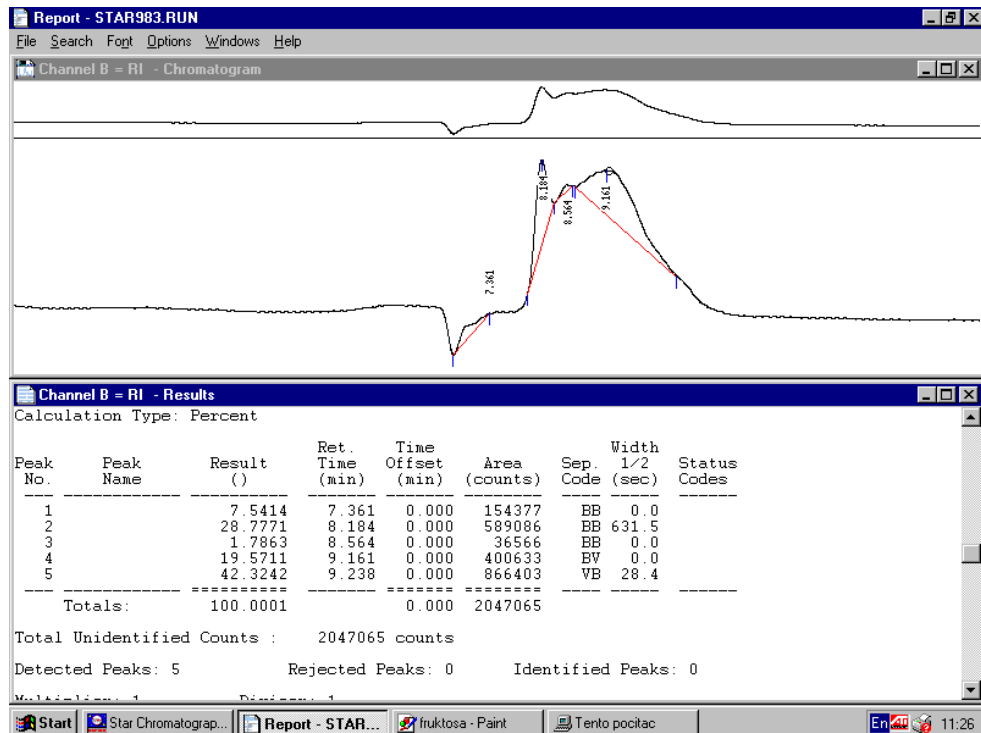
_____ neznatelná velmi silná

CIZÍ (UVEĎTE JAKÁ.....)

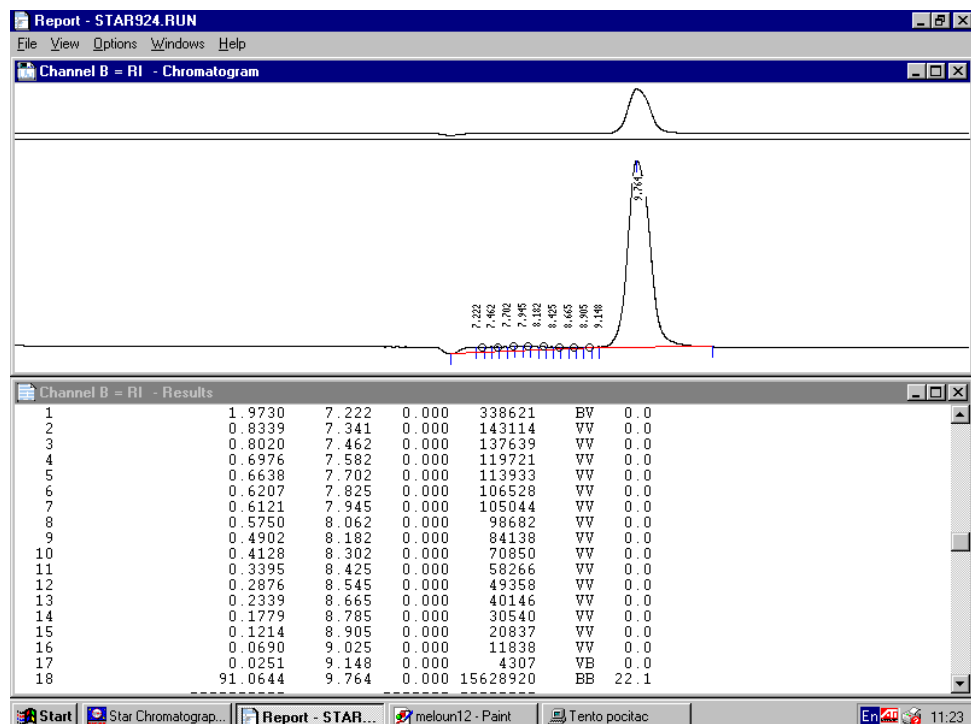
_____ neznatelná velmi silná

POZNÁMKY:

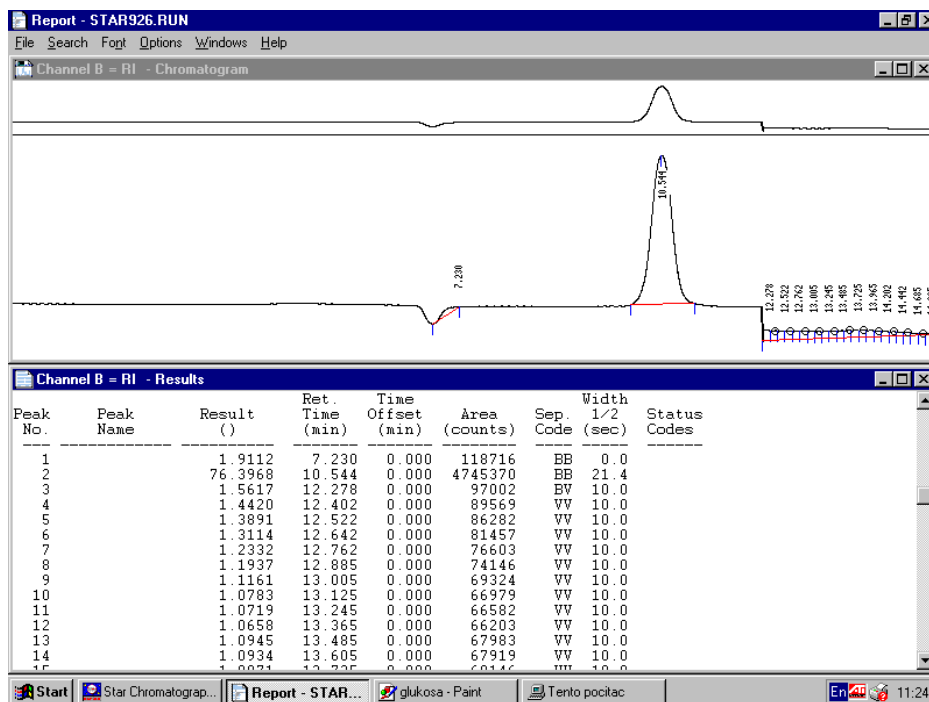
9.3. Grafy



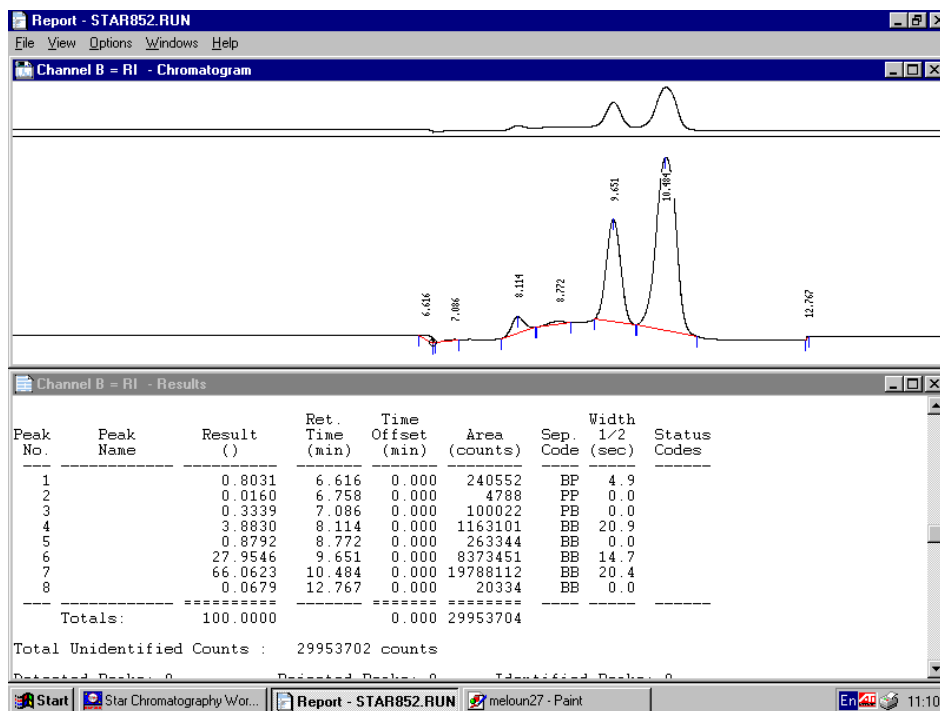
Graf č. 1 Výstup z programu Star Chromatography při kalibraci sacharosy.



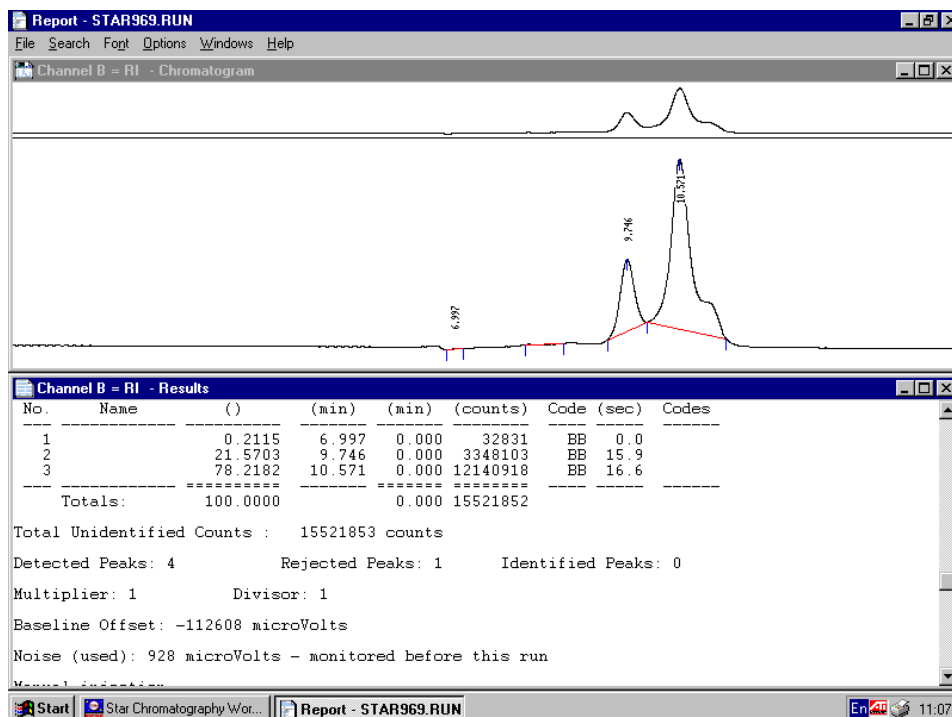
Graf č. 2 Výstup z programu Star Chromatography při kalibraci glukosy.



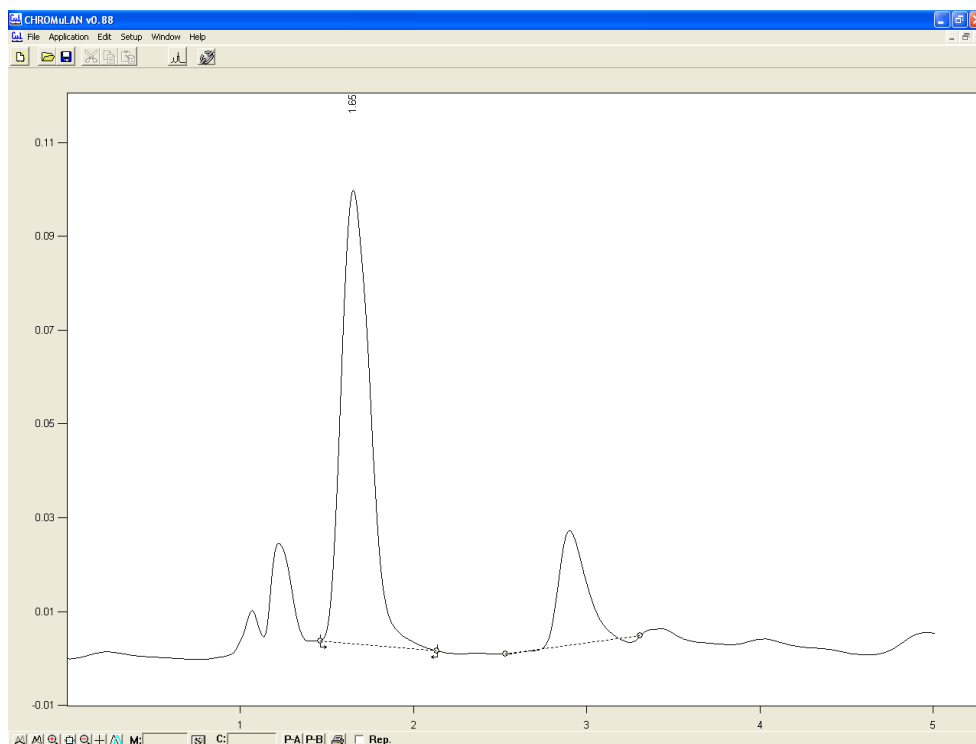
Graf č. 3 Výstup z programu Star Chromatography při kalibraci fruktosy.



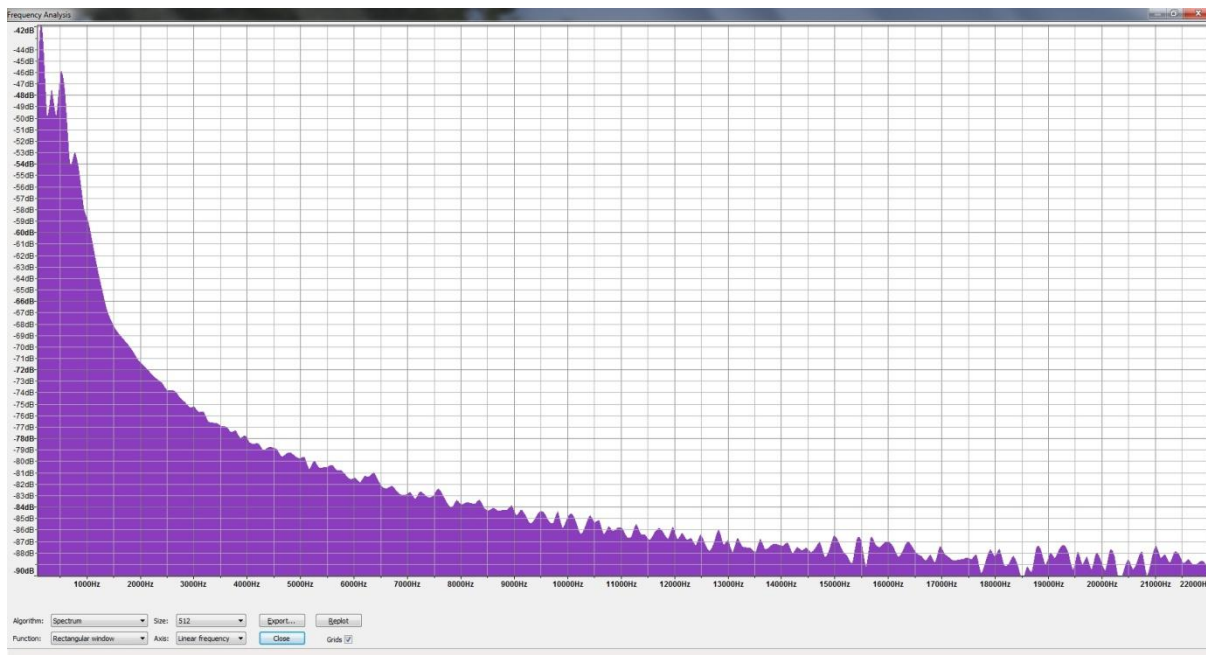
Graf č. 4 Výstup z programu Star Chromatography při stanovení sacharidů ve šťávě melounu č. 8



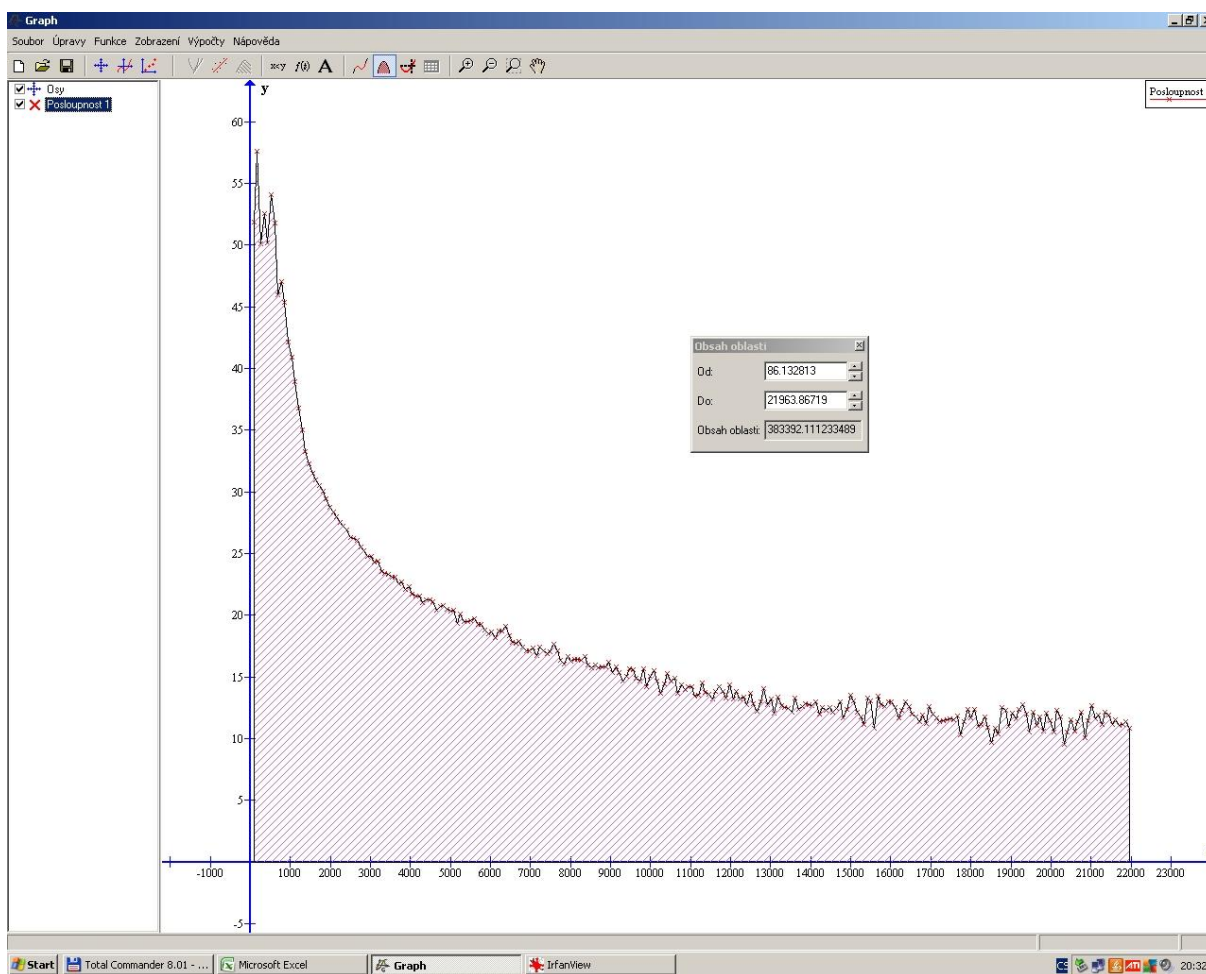
Graf č. 5 Výstup z programu Star Chromatography při stanovení sacharidů ve šťávě melounu č. 27. V tomto vzorku zcela chyběl pík pro sacharosu.



Graf č. 6 Výstup z programu Chromulan při stanovení vitamínu C ve šťávě melounu č. 10. Retenční čas je v 1,65 minutě.



Graf č. 7 Výstup z programu AudaCity – frekvenční spektrum (meloun č. 8)



Graf č. 8 Výstup z programu Graph – výpočet plochy spektra (meloun č. 3)

9.4. Tabulky

Vzorek	Celkový vzhled	Intenzita barvy	Šťavnatost	Příjemnost konzistence	Příjemnost chuti	Celková intenzita chuti	Intenzita sladké chuti	Intenzita kyselé chuti
1	62 ± 14	73 ± 10	72 ± 13	63 ± 14	54 ± 16	49 ± 15	57 ± 30	15 ± 21
2	55 ± 15	33 ± 19	67 ± 15	60 ± 18	54 ± 21	40 ± 18	34 ± 26	46 ± 33
3	70 ± 20	56 ± 20	70 ± 17	71 ± 11	65 ± 13	53 ± 21	70 ± 19	12 ± 16
4	66 ± 21	69 ± 15	66 ± 8	62 ± 19	47 ± 21	50 ± 15	54 ± 19	23 ± 23
5	64 ± 20	56 ± 26	74 ± 9	62 ± 15	63 ± 14	56 ± 14	63 ± 20	26 ± 21
6	53 ± 23	81 ± 10	54 ± 18	50 ± 18	39 ± 15	43 ± 16	30 ± 12	33 ± 23
7	45 ± 18	40 ± 17	64 ± 21	62 ± 22	57 ± 16	59 ± 11	65 ± 18	27 ± 21
8	60 ± 17	63 ± 14	75 ± 17	76 ± 15	75 ± 14	70 ± 17	72 ± 13	26 ± 26
9	64 ± 22	61 ± 14	63 ± 21	51 ± 26	61 ± 20	59 ± 24	53 ± 24	30 ± 29
10	58 ± 18	45 ± 18	56 ± 20	40 ± 26	30 ± 16	33 ± 24	18 ± 12	31 ± 27
11	68 ± 17	54 ± 14	63 ± 10	65 ± 21	49 ± 22	57 ± 18	39 ± 25	39 ± 28
12	72 ± 15	57 ± 14	71 ± 9	67 ± 23	75 ± 9	67 ± 14	71 ± 8	23 ± 23
13	53 ± 17	47 ± 13	63 ± 22	63 ± 16	66 ± 15	57 ± 12	61 ± 14	23 ± 23
14	65 ± 9	76 ± 21	58 ± 16	67 ± 14	63 ± 9	62 ± 10	51 ± 11	58 ± 20
15	50 ± 23	43 ± 19	49 ± 25	61 ± 20	57 ± 24	61 ± 21	74 ± 16	13 ± 13
16	81 ± 11	52 ± 36	72 ± 5	55 ± 16	52 ± 26	62 ± 9	51 ± 12	47 ± 20
17	62 ± 22	42 ± 8	65 ± 24	71 ± 14	71 ± 16	56 ± 7	49 ± 25	14 ± 12
18	43 ± 12	34 ± 11	55 ± 30	56 ± 13	46 ± 10	39 ± 15	28 ± 12	20 ± 20
19	65 ± 11	62 ± 14	58 ± 25	60 ± 18	59 ± 20	51 ± 25	56 ± 22	21 ± 27
20	45 ± 10	34 ± 13	57 ± 30	57 ± 18	56 ± 17	58 ± 16	48 ± 16	10 ± 10
21	61 ± 15	61 ± 13	63 ± 26	61 ± 17	51 ± 10	53 ± 12	45 ± 12	10 ± 10
22	71 ± 20	75 ± 8	70 ± 25	69 ± 2	60 ± 9	61 ± 9	67 ± 13	11 ± 11
23	61 ± 23	54 ± 18	85 ± 5	73 ± 8	69 ± 18	65 ± 13	60 ± 16	19 ± 15
24	59 ± 18	52 ± 15	72 ± 19	61 ± 20	56 ± 21	56 ± 15	47 ± 14	25 ± 22
25	75 ± 6	72 ± 21	53 ± 20	62 ± 17	65 ± 15	54 ± 17	54 ± 13	10 ± 9
26	78 ± 10	74 ± 19	73 ± 10	82 ± 4	80 ± 17	67 ± 18	65 ± 18	28 ± 28
27	32 ± 26	21 ± 19	53 ± 19	43 ± 22	14 ± 9	48 ± 27	11 ± 11	37 ± 37
28	61 ± 14	65 ± 12	56 ± 19	54 ± 19	36 ± 19	49 ± 19	30 ± 13	29 ± 22
29	58 ± 16	56 ± 25	48 ± 11	45 ± 15	43 ± 14	47 ± 12	41 ± 19	18 ± 17
30	56 ± 26	50 ± 26	69 ± 13	61 ± 18	41 ± 17	57 ± 15	34 ± 17	47 ± 23

Tabulka č. 1 Průměrné hodnoty senzoričké analýzy pro jednotlivé melouny včetně směrodatných odchylek

Vzorek	Plocha spektra	Délka resonance (s)
1	487251,8861	0,142
2	431703,0076	0,128
3	383392,1112	0,127
4	419438,9755	0,205
5	496717,9554	0,193
6	460768,4629	0,093
7	287294,0097	0,097
8	441149,5675	0,101
9	431255,6228	0,074
10	462500,1464	0,120
11	585591,0209	0,114
12	592994,8828	0,116
13	537100,1551	0,109
14	493820,0106	0,107
15	502989,4297	0,099
16	437508,6810	0,108
17	516680,9939	0,129
18	495234,1020	0,140
19	534623,9685	0,105
20	381460,9633	0,070
21	330998,0035	0,099
22	433293,2277	0,091
23	482097,6946	0,134
24	416463,6293	0,121
25	482657,4877	0,095
26	435600,3369	0,119
27	240897,0556	0,074
28	239242,6411	0,083
29	182499,6823	0,134
30	423262,1174	0,102

Tabulka č. 2 Výsledky akustické analýzy – plocha spektra v zobrazení „obdélníkového okna“ a délka trvání resonance (s).

Vzorek	Hmotnost (kg)	Objem (dm ³)	Hustota (kg/m ³)	Největší obvod (cm)	Menší obvod (cm)	Barva L*	Barva a*	Barva b*
1	6,070	6,24	972,76	78,5	62,5	26,53 ± 2,61	13,76 ± 1,46	8,01 ± 1,04
2	6,400	6,70	955,22	81,5	63,5	25,71 ± 0,37	9,57 ± 0,11	4,57 ± 0,26
3	5,812	5,90	985,08	79,5	62,0	24,88 ± 1,87	12,05 ± 1,31	7,41 ± 0,81
4	6,915	7,10	973,94	83,0	63,5	25,81 ± 1,02	13,37 ± 2,78	6,33 ± 2,03
5	6,520	6,60	987,88	83,0	62,0	24,79 ± 1,92	11,81 ± 13,86	7,24 ± 0,08
6	5,004	5,40	926,67	75,0	59,0	29,48 ± 0,38	13,86 ± 0,66	8,38 ± 0,26
7	4,710	5,28	892,05	73,0	60,0	28,74 ± 0,11	10,28 ± 1,15	5,69 ± 0,83
8	5,788	5,98	967,89	76,0	64,0	24,30 ± 0,98	12,35 ± 1,16	6,00 ± 0,74
9	4,672	5,10	916,08	73,5	58,4	24,11 ± 1,66	13,04 ± 1,90	5,28 ± 1,08
10	4,608	5,08	907,09	77,0	54,4	24,08 ± 0,88	11,15 ± 0,90	5,01 ± 0,15
11	5,416	5,84	991,94	75,0	62,0	23,24 ± 1,55	11,51 ± 0,35	5,28 ± 1,08
12	5,164	5,46	945,79	75,8	59,0	24,17 ± 1,09	12,07 ± 0,31	5,59 ± 0,33
13	4,992	5,33	936,59	75,0	59,3	22,83 ± 1,24	10,88 ± 0,43	4,90 ± 0,32
14	4,692	4,95	947,88	74,0	58,0	29,22 ± 2,54	13,74 ± 0,64	7,90 ± 0,10
15	5,616	6,00	936,00	78,8	60,0	24,20 ± 0,71	10,37 ± 0,33	4,43 ± 0,41
16	7,265	7,89	920,79	88,0	65,0	28,39 ± 0,89	11,46 ± 0,58	6,98 ± 0,18
17	6,735	6,99	963,52	79,3	69,0	23,47 ± 0,71	10,48 ± 0,30	4,64 ± 0,40
18	7,095	7,30	971,92	88,3	64,3	22,72 ± 1,27	8,54 ± 0,42	3,66 ± 0,16
19	4,870	5,06	962,45	72,5	58,9	24,69 ± 0,63	12,30 ± 0,82	5,95 ± 0,42
20	4,342	4,68	927,78	74,7	53,8	23,43 ± 0,62	10,25 ± 1,53	4,09 ± 1,01
21	5,222	5,40	967,04	76,2	58,9	26,07 ± 0,68	12,75 ± 0,75	7,26 ± 0,70
22	6,570	6,87	957,73	81,7	64,6	27,77 ± 1,61	17,04 ± 1,55	9,58 ± 1,14
23	6,105	6,14	994,30	78,0	63,0	24,56 ± 0,34	11,32 ± 0,30	4,79 ± 0,16
24	5,198	5,34	973,41	75,0	60,3	26,43 ± 0,69	11,74 ± 1,19	6,93 ± 0,58
25	4,018	4,28	938,79	69,0	54,1	25,54 ± 1,05	13,41 ± 0,45	6,51 ± 0,34
26	4,192	4,54	923,35	69,1	56,9	25,98 ± 1,39	13,69 ± 0,38	6,55 ± 0,41
27	4,778	5,16	925,97	75,3	56,8	23,30 ± 0,09	7,41 ± 0,56	2,75 ± 0,40
28	4,600	4,78	962,34	75,0	54,2	30,88 ± 0,63	13,66 ± 0,58	7,31 ± 0,32
29	4,306	4,50	956,89	69,8	57,0	25,29 ± 1,62	12,04 ± 1,49	6,32 ± 0,97
30	5,906	6,14	961,89	80,3	59,6	24,06 ± 0,43	11,13 ± 0,59	4,73 ± 0,21

Tabulka č. 3 Naměřené hodnoty fyzikálních parametrů, u barvy (L*, a*, b*) uveden průměr ze tří měření včetně směrodatných odchylek.

Vzorek	Obsah sacharosy (g)	Obsah glukosy (g)	Obsah fruktosy (g)	Celkem sacharidů (g)	Celková sladivost (g)	Titrační kyselost (g)	Obsah vitamínu C (mg)	Obsah sušiny (%)	Obsah refrakt. sušiny (°Bx)
1	3,60 ± 0,73	0,74 ± 0,11	2,00 ± 0,22	6,35 ± 1,04	6,49 ± 1,05	0,044 ± 0,001	2,07 ± 0,42	7,65 ± 0,30	7,50
2	0,68 ± 0,07	1,26 ± 0,07	2,77 ± 0,16	4,72 ± 0,16	4,83 ± 0,16	0,074 ± 0,003	2,30 ± 0,18	6,96 ± 0,13	7,00
3	4,93 ± 0,12	0,91 ± 0,03	2,27 ± 0,05	8,12 ± 0,16	8,25 ± 0,16	0,048 ± 0,004	0,27 ± 0,06	8,81 ± 0,07	8,50
4	1,63 ± 0,09	1,09 ± 0,02	2,85 ± 0,01	5,58 ± 0,09	5,77 ± 0,09	0,065 ± 0,002	0,03 ± 0,00	7,09 ± 0,21	7,00
5	2,36 ± 0,10	1,14 ± 0,05	2,68 ± 0,07	6,17 ± 0,11	6,31 ± 0,10	0,056 ± 0,001	0,04 ± 0,00	7,97 ± 0,10	8,00
6	2,07 ± 0,12	0,90 ± 0,02	2,38 ± 0,05	5,36 ± 0,18	5,52 ± 0,18	0,042 ± 0,001	0,60 ± 0,03	6,09 ± 0,11	6,00
7	6,50 ± 0,27	0,66 ± 0,03	1,99 ± 0,07	9,15 ± 0,38	9,32 ± 0,38	0,027 ± 0,002	2,88 ± 0,09	8,17 ± 0,15	8,00
8	8,89 ± 0,05	1,14 ± 0,05	2,99 ± 0,09	13,02 ± 0,16	13,22 ± 0,17	0,044 ± 0,002	0,76 ± 0,02	8,79 ± 0,16	9,50
9	6,57 ± 0,37	0,67 ± 0,06	2,46 ± 0,19	9,71 ± 0,37	9,97 ± 0,39	0,033 ± 0,001	4,07 ± 0,03	7,83 ± 0,16	7,50
10	0,37 ± 0,02	0,87 ± 0,01	2,41 ± 0,02	3,65 ± 0,03	3,83 ± 0,03	0,037 ± 0,003	3,94 ± 0,04	4,03 ± 0,11	4,00
11	4,01 ± 0,39	0,59 ± 0,07	1,98 ± 0,02	6,58 ± 0,37	6,77 ± 0,37	0,039 ± 0,003	3,82 ± 0,10	7,31 ± 0,07	7,00
12	8,18 ± 0,14	0,76 ± 0,01	2,14 ± 0,03	11,09 ± 0,16	11,25 ± 0,17	0,027 ± 0,001	6,28 ± 0,02	9,43 ± 0,28	10,00
13	12,13 ± 0,51	0,55 ± 0,01	2,47 ± 0,01	15,15 ± 0,52	15,45 ± 0,52	0,030 ± 0,001	6,78 ± 0,33	10,24 ± 0,14	10,50
14	9,54 ± 0,30	0,66 ± 0,01	2,21 ± 0,02	12,42 ± 0,30	12,63 ± 0,30	0,025 ± 0,002	4,57 ± 0,03	9,72 ± 0,10	10,00
15	10,40 ± 1,24	0,52 ± 0,02	2,20 ± 0,15	13,13 ± 1,12	13,39 ± 1,08	0,026 ± 0,001	8,22 ± 0,06	9,92 ± 0,13	10,50
16	5,03 ± 0,11	1,17 ± 0,02	3,03 ± 0,01	9,23 ± 0,13	9,42 ± 0,13	0,036 ± 0,002	3,28 ± 0,03	8,37 ± 0,37	9,00
17	7,99 ± 0,19	0,91 ± 0,03	2,35 ± 0,05	11,25 ± 0,19	11,40 ± 0,21	0,044 ± 0,002	4,29 ± 0,23	8,58 ± 0,09	9,00
18	3,90 ± 0,48	1,21 ± 0,01	2,89 ± 0,14	7,99 ± 0,33	8,15 ± 0,35	0,043 ± 0,001	2,13 ± 0,05	7,16 ± 0,05	7,50
19	4,53 ± 0,03	1,01 ± 0,01	3,16 ± 0,04	8,70 ± 0,04	8,98 ± 0,04	0,048 ± 0,002	2,98 ± 0,01	8,25 ± 0,17	8,50
20	3,83 ± 0,48	1,19 ± 0,05	2,49 ± 0,26	7,51 ± 0,36	7,59 ± 0,35	0,052 ± 0,001	1,98 ± 0,02	6,61 ± 0,21	7,00
21	4,04 ± 0,23	1,24 ± 0,01	2,73 ± 0,02	8,01 ± 0,24	8,13 ± 0,25	0,072 ± 0,000	4,04 ± 0,08	7,16 ± 0,12	7,00
22	7,07 ± 0,11	0,76 ± 0,02	2,81 ± 0,08	10,64 ± 0,06	10,93 ± 0,05	0,072 ± 0,001	4,76 ± 0,02	8,86 ± 0,19	9,00
23	3,00 ± 0,17	1,17 ± 0,01	3,36 ± 0,02	7,54 ± 0,15	7,80 ± 0,15	0,063 ± 0,015	2,61 ± 0,04	7,38 ± 0,27	8,00
24	4,71 ± 0,46	0,89 ± 0,01	2,45 ± 0,08	8,05 ± 0,41	8,23 ± 0,40	0,064 ± 0,014	2,47 ± 0,03	7,22 ± 0,19	8,50
25	3,86 ± 0,77	1,11 ± 0,01	2,67 ± 0,11	7,65 ± 0,71	7,79 ± 0,69	0,032 ± 0,001	3,82 ± 0,02	6,87 ± 0,15	7,00
26	2,65 ± 0,02	0,81 ± 0,03	2,93 ± 0,11	6,41 ± 0,16	6,71 ± 0,17	0,041 ± 0,001	3,88 ± 0,27	8,67 ± 0,43	9,50
27	0,01 ± 0,00	0,43 ± 0,01	1,54 ± 0,01	1,97 ± 0,02	2,13 ± 0,02	0,047 ± 0,002	1,16 ± 0,01	2,71 ± 0,08	3,00
28	1,45 ± 0,25	0,90 ± 0,02	2,87 ± 0,08	5,22 ± 0,33	5,48 ± 0,34	0,043 ± 0,002	4,54 ± 0,02	6,77 ± 0,11	7,00
29	1,93 ± 0,05	1,09 ± 0,01	2,82 ± 0,04	5,83 ± 0,09	6,02 ± 0,10	0,033 ± 0,002	3,38 ± 0,03	7,14 ± 0,08	7,50
30	0,06 ± 0,02	1,12 ± 0,03	3,09 ± 0,06	4,26 ± 0,10	4,49 ± 0,10	0,061 ± 0,002	3,15 ± 0,05	5,57 ± 0,26	6,00

Tabulka č. 4 Průměrné hodnoty sledovaných chemických parametrů na 100 g dužniny včetně směrodatných odchylek (mimo refraktometrické sušiny – pouze jedno stanovení).