

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů



Využití kyselé syrovátky pro výrobu nápojů
Diplomová práce

Autor práce: Bc. Daniel Šiša

Vedoucí práce: Ing. Veronika Legarová, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Využití kyselé syrovátky pro výrobu nápojů" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. 4. 2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí této práce Ing. Veronice Legarové, Ph.D. (Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů) za ochotu, trpělivost a poskytnuté rady, které byly zásadním stavebním kamenem této práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Janu Jarmarovi z Bohušovické mlékárny za poskytnutí syrovátky pro výrobu nápojů a své rodině a blízkým přátelům za jejich podporu.

Využití kyselý syrovátky pro výrobu nápojů

Souhrn

Syrovátka je vedlejší produkt výroby sýrů, tvarohů a kaseinu a jako excelentní zdroj bílkovin, vitaminů, minerálů a laktózy může být využita v široké škále průmyslové výroby. Pokud je brána jako odpadní surovina bez dalšího zpracování, má velmi negativní dopad na životní prostředí.

Hlavní složky syrovátky jsou voda (93 % celkového objemu), laktóza (70 – 72 % sušiny), syrovátkové bílkoviny (8 – 10 % sušiny) a minerální látky (12 – 15 % sušiny). Z minerálních látek jsou nejvíce zastoupeny hořčík, fosfor, vápník, draslík, sodík, zinek a jejich soli, přecházející do syrovátky z mléka. Z vitaminů jsou v největší míře zastoupeny vitaminy rozpustné ve vodě (B₁, B₂, B₁₂, B₆ a C) z čehož vitaminy B₂, B₁₂ a C jsou vázány k syrovátkovým bílkovinám. Nejvíce zastoupenými proteiny v syrovátce jsou β-laktoglobulin, α-laktalbumin, GMP (glykomakropeptid), hovězí sérový albumin, imunoglobuliny, laktoferin a laktoperoxidáza. U každé z těchto bílkovin byly prokázány, nebo alespoň naznačeny, unikátní funkční, nutriční, nebo nutraceutické účinky.

Cílem diplomové práce bylo zpracování literární rešerše zaměřené na možnosti použití syrovátky z výroby sýrů a tvarohů jako suroviny pro výrobu různých typů nápojů a sledování vlivu přídavku různých ochucujících složek a syrovátkových bílkovin na sensorickou kvalitu nápojů připravených z čerstvé kyselý syrovátky.

Hypotézou této práce bylo, že ochucené syrovátkové nápoje připravované z kyselý syrovátky s přídavkem syrovátkových bílkovin vykazují vyšší sensorickou kvalitu než ochucené nápoje bez přídavku syrovátkových bílkovin a že syrovátkové nápoje s příchutí manga jsou konzumenty více přijatelné, jelikož dokážou lépe maskovat nežádoucí pachutě kyselý syrovátky než příchutě broskve, višně nebo černého rybízu.

U všech vzorků byl sledován vliv 8 rozdílných receptur a příchutí broskve, višně, manga a černého rybízu na výslednou sensorickou kvalitu a přijatelnost pro konzumenty. Bylo zjištěno, že nejlépe hodnocené nápoje byly příchutě višně a manga. Nápoje s přídavkem mangového džusu spolehlivě maskují přirozené pachutě syrovátky, což potvrzuje hypotézu o vhodnosti použití této příchuti. Naopak nejhůře byly hodnoceny nápoje s příchutí broskve. Nejlépe byly ovšem hodnoceny nápoje s příchutí višně, které dosahovaly celkově nejlepší sensorické kvality. V rámci všech variant receptur se ukázalo, že nápoje s přidaným

WPC (Syrávkový bílkovinný koncentrát – Whey protein concentrate) dosahují lepšího celkového hodnocení než u obdobných variant bez přidání WPC. Statisticky průkazné výsledky tohoto poznatku byly ovšem pozorovány pouze v rámci mangové příchutě.

Klíčová slova: mléko, senzorická kvalita, syrovátka, syrovátkový nápoj, sýr

Acid whey utilization for beverage production

Summary

Whey is a byproduct of cheese, curd and casein manufacture and as an excellent source of proteins, vitamins, minerals and lactose can be used in wide range of industrial production. If treated as waste material without further processing, it can have negative impact on the environment.

Main components of whey are water (93% of total volume), lactose (70-72% of dry matter), whey protein (8-10% solids), and minerals (12-15% solids). Of the minerals, most abundant are magnesium, phosphorus, calcium, potassium, sodium, zinc, and their salts which are passed to whey from milk. Predominantly represented vitamins are water-soluble vitamins (B1, B2, B12, B6, and C) from which the vitamins B2, B12 and C are bound to the whey proteins. The most abundant whey proteins are β -lactoglobulin, α -lactalbumin, GMP (glycomacropeptide), bovine serum albumin, immunoglobulins, lactoferrin and lactoperoxidase. For each of these proteins have been demonstrated or at least implied, unique functional, nutritional or nutraceutical properties.

The aim of the thesis was to compile a literature review focused on the possibility of using whey from the production of cheese and curd as raw materials for the manufacture of various types of beverages and monitoring the effect of the addition of various flavor components and whey proteins on the sensory quality of the drink prepared from fresh sour whey.

The hypothesis of this work was that flavored whey drinks made from acid whey supplemented with whey protein have a higher sensory quality score than flavored drinks without the addition of whey protein and that whey drinks flavored with mango flavour are more acceptable by consumers they are able to mask undesirable off-tastes of sour whey better than flavor peaches, cherries and black currants.

In all specimens, the effect of 8 different recipes and flavors of peaches, cherries, mango and blackcurrant on the final sensory quality and acceptability to consumers was observed. It was found that the best rated drinks were of cherry and mango flavors. Beverages with the addition of mango juice were able to reliably mask natural off-taste of whey, which supports the hypothesis about the appropriateness of using this flavor. Drinks with peach flavor were evaluated to be of the worst sensory quality. As of the best sensory quality were evaluated drinks flavored with cherry flavor, which reached the best overall evaluation. In all

variants of formulas was observed that drinks with added WPC achieved better overall evaluation than similar variations without addition of WPC. Statistically significant results of this finding, however, were observed only in the context of mango flavors.

Keywords: milk, sensory quality, whey, whey beverage, cheese

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1 Úvod | 10 |
| 2 Vědecká hypotéza a cíl práce | 11 |
| 2.1 Hypotéza | 11 |
| 2.2 Cíl práce | 12 |
| 3 Současný stav řešené problematiky | 13 |
| 3.1 Chemické složení syrovátky | 13 |
| 3.1.1 Bílkoviny obsažené v syrovátce | 14 |
| 3.1.2 Minerální látky a vitaminy | 16 |
| 3.1.3 Laktóza | 17 |
| 3.1.3.1 Krystalizace laktózy | 18 |
| 3.1.3.2 Deriváty laktózy..... | 18 |
| 3.1.3.3 Nutriční problémy spojené s konzumací laktózy | 21 |
| 3.1.3.4 Význam laktózy v mléčných produktech..... | 21 |
| 3.2 Environmentální problémy spojené se syrovátkou | 22 |
| 3.3 Syrovátka jako biotechnologická surovina | 23 |
| 3.4 Výrobky ze syrovátky | 23 |
| 3.5 Vliv syrovátky na zdraví | 25 |
| 3.5.1 Syrovátka a rakovina..... | 26 |
| 3.5.2 Syrovátka a hepatitida | 26 |
| 3.5.3 Syrovátka a kardiovaskulární onemocnění..... | 27 |
| 3.5.4 Syrovátka a obezita..... | 27 |
| 3.5.5 Syrovátka a osteoporóza | 28 |
| 3.6 Syrovátkové nápoje | 28 |
| 3.6.1 Nealkoholické nápoje | 29 |
| 3.6.1.1 Fermentované syrovátkové nápoje | 30 |
| 3.6.1.2 Dietní nápoje a nápoje s hydrolyzovanou laktózou | 32 |
| 3.6.1.3 Nápoje podobné mléku..... | 32 |
| 3.6.1.4 Nápoje pro sportovce..... | 33 |
| 3.6.2 Alkoholické nápoje..... | 34 |
| 3.7 Senzorická analýza syrovátkových nápojů | 34 |
| 4 Materiál a metodika | 37 |
| 4.1 Materiál | 37 |
| 4.2 Přístroje | 38 |
| 4.2.1 Laboratorní náčiní a chemikálie..... | 38 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 4.3 | Metodika | 38 |
| 4.3.1 | Příprava vzorků z čerstvé syrovátky..... | 40 |
| 4.4 | Analýza vzorků | 41 |
| 4.4.1 | Stanovení aktivní kyselosti syrovátky | 41 |
| 4.4.2 | Stanovení složení syrovátky přístrojem MilcoScan FT 120..... | 41 |
| 4.4.3 | Senzorická analýza syrovátkových nápojů..... | 42 |
| 5 | Výsledky | 43 |
| 5.1 | Výsledky hodnocení syrovátkových nápojů | 43 |
| 5.1.1 | Složení čerstvé syrovátky pro přípravu nápojů | 43 |
| 5.1.2 | Výsledky aktivní kyselosti syrovátkových nápojů | 43 |
| 5.1.2.1 | Syrovátkové nápoje s příchutí broskve | 44 |
| 5.1.2.2 | Syrovátkové nápoje s příchutí višně..... | 45 |
| 5.1.2.3 | Syrovátkové nápoje s příchutí manga | 45 |
| 5.1.2.4 | Syrovátkové nápoje s příchutí černého rybízu | 46 |
| 5.2 | Výsledky sensorického hodnocení syrovátkových nápojů | 47 |
| 5.2.1 | Syrovátkové nápoje s příchutí broskve..... | 48 |
| 5.2.2 | Syrovátkové nápoje s příchutí višně | 58 |
| 5.2.3 | Syrovátkové nápoje s příchutí manga..... | 68 |
| 5.2.4 | Syrovátkové nápoje s příchutí černého rybízu | 78 |
| 5.2.5 | Celkové sensorické hodnocení syrovátkových nápojů | 88 |
| 5.2.5.1 | Celkové hodnocení mezi příchutěmi..... | 88 |
| 5.2.5.2 | Celkové hodnocení mezi vzorky s WPC a bez WPC..... | 90 |
| 6 | Diskuze | 94 |
| 7 | Závěr | 98 |
| 8 | Literatura..... | 99 |
| 9 | Seznam příloh | 112 |

1 Úvod

Syrovátka je vedlejší produkt vznikající během výroby sýrů a tvarohů srážením a separací kaseinu z mléka. Při výrobě sladké syrovátky jsou využívány enzymy pro tvorbu koagulátu při minimálním pH 5,6. V případě syrovátky kyselé, je sraženina vytvářena okyselením mléka např. laktobacily při maximálním pH 5,1.

Syrovátka byla mnoho let považována za nevýznamný produkt, který se využíval pouze ke zkrmování zvířatům, nebo byl odstraňován jako odpad. Díky ročnímu celosvětovému objemu výroby, který činí přes 190 mil. tun, roste potřeba vyhledávání nových metod pro využití této suroviny. V posledních letech se proto významem syrovátky, s ohledem na její nutriční hodnotu a vlastnosti jejích složek, zabývá řada studií. Bylo prokázáno, že syrovátkové bílkoviny mohou díky svým antimikrobiálním, antivirovým a antioxidačním vlastnostem například potenciálně omezit riziko vzniku kardiovaskulárních nemocí a pomáhat při posílení imunitního systému.

S ohledem na velký potenciál syrovátky ve zdravé výživě, je v dnešní době věnována velká pozornost výzkumu jejích dietetických vlastností a izolaci nejvýznamnějších látek, které obsahuje. Řadu z nich lze totiž použít k výrobě nejrůznějších potravin. Tento nový trend současně řeší i problémy s likvidací syrovátky jako odpadu a jejího dalšího využití v potravinářském průmyslu.

V současnosti je na trhu dostupných několik druhů syrovátkových nápojů. Převážná většina z nich je vyráběna ze syrovátky přímo a jiné jsou vyráběny smícháním syrovátkových bílkovinných prášků s vodou a přísadami ovocných ochucujících složek. I přes velký potenciál z hlediska výživového, představují syrovátkové nápoje jen malou část z využití syrovátky v potravinářském průmyslu. Převládající názor většiny konzumentů na syrovátku není příliš pozitivní. Je to z důvodu, že čerstvá syrovátka je nepříliš atraktivní žlutozelená kapalina s charakteristickou vůní a chutí, kterou většina lidí vnímá jako odpudivou až odpornou. Proto je při výrobě syrovátkových nápojů jedním z hlavních cílů zdokonalit receptury ovocnými příchutěmi, které jsou schopny tyto charakteristické vlastnosti maskovat a zlepšit tak jejich přijatelnost mezi konzumenty.

2 Vědecká hypotéza a cíl práce

2.1 Hypotéza

Hypotézou této práce je:

- 1) ochucené syrovátkové nápoje připravované z kyselé syrovátky s přídavkem syrovátkových bílkovin vykazují vyšší senzorickou kvalitu než ochucené nápoje bez přídavku syrovátkových bílkovin,
- 2) syrovátkové nápoje s příchutí manga jsou konzumenty více přijatelné, jelikož dokážou lépe maskovat nežádoucí pachutě kyselé syrovátky než příchutě broskve, višně nebo černého rybízu.

2.2 Cíl práce

Cílem diplomové práce v teoretické části je zpracování literární rešerše zaměřené na možnosti použití syrovátky z výroby sýrů a tvarohů jako suroviny pro výrobu různých typů nápojů.

V praktické části je cílem práce sledování vlivu přídavku různých ochucujících složek a syrovátkových bílkovin na sensorickou kvalitu nápoje zejména na celkové hodnocení nápoje a další sensorické deskriptory.

3 Současný stav řešené problematiky

3.1 Chemické složení syrovátky

Složení a sensorické vlastnosti syrovátky závisí na jejím typu (sladká nebo kyselá), zdroji mléka (kravské, ovčí, kozí), krmivu předkládaného zvířeti, které mléko produkuje, technice používané při výrobě, roční době a v neposlední řadě na stádiu laktace. Díky svým zdravotním a výživovým vlastnostem je možná překvapivé, že syrovátka byla po mnoho let vyráběna jako vedlejší produkt výroby sýrů a jako odpadní materiál vyhazována, rozprašována na polích jako hnojivo, nebo přinejlepším sušena s cílem zkrmování hospodářským zvířatům (Tsakali et al., 2010).

Syrovátka představuje 85 – 95 % objemu mléka při obsahu zhruba 55 % všech živin v něm obsažených (Ryan a Walsh, 2016). Syrovátka obsahuje přibližně 20 % celkových bílkovin obsažených v mléce (Walsh, 2014).

Hlavní složky syrovátky jsou voda (93 % celkového objemu), laktóza (70 – 72 % sušiny), syrovátkové bílkoviny (8 – 10 % sušiny) a minerály (12 – 15 % sušiny). Z minerálních látek jsou nejvíce zastoupeny hořčík, fosfor, vápník, draslík, sodík, zinek a jejich soli, přecházející do syrovátky z mléka. Z vitamínů jsou v největší míře zastoupeny vitaminy rozpustné ve vodě (B₁, B₂, B₁₂, B₆ a C). Vitaminy B₂, B₁₂ a C jsou vázány k syrovátkovým bílkovinám (Jeličić et al., 2008; Arndt, 2010). Ve stopových množstvích jsou pak zastoupeny kovy, například zinek a měď (Venetsaneas et al., 2009). Syrovátka také obsahuje malá množství kyseliny mléčné a citronové, neproteinových bílkovinných látek (močovina a kyselina močová) a vitaminy skupiny B (Ryan a Walsh, 2016).

Nažloutlá barva syrovátky je dána přítomností riboflavinu (vitaminu B₂) (De Wit, 2001). Hlavní typy syrovátky jsou sladká a kyselá, jejichž vlastnosti závisí na technologii procesu odstraňování kaseinových molekul z mléka (Ryan a Walsh, 2016). Sladká syrovátka obsahuje kromě syrovátkových bílkovin také glykomakropeptid (GMP), který vzniká enzymatickou hydrolýzou kaseinu. Při výrobě sýrů z ultrafiltrovaného, nebo při vysokých teplotách zpracovávaného mléka je obsah bílkovin v syrovátce nižší (Jelen, 2003; Jeličić et al., 2008). Zastoupení a obsah všech látek syrovátky závisí hlavně na skladovacích podmínkách. Rozdíl mezi složením sladké a kyselé syrovátky je znázorněno v Tabulce 1.

Tabulka 1: Složení sladké a kyselé syrovátky

| Komponent | Jednotka | Sladká syrovátka | Kyselé syrovátka |
|----------------|----------|------------------|------------------|
| Celková sušina | g/l | 63,0 – 70,0 | 63,0 – 70,0 |
| Laktóza | g/l | 46,0 – 52,0 | 44,0 – 46,0 |
| Bílkoviny | g/l | 6,0 – 10,0 | 6,0 – 8,0 |
| Laktáty | g/l | 2 | 6,4 |
| Vápník | g/l | 0,4 – 0,6 | 1,2 – 1,6 |
| Fosfáty | g/l | 1,0 – 3,0 | 2,0 – 4,5 |
| Chloridy | g/l | 1,1 | 1,1 |

(Jelen, 2003)

3.1.1 Bílkoviny obsažené v syrovátce

Kasein je převažující složkou mléčných bílkovin a cenný zdroj aminokyselin potřebných pro růst těla (Solak a Akin, 2012). Syrovátka obsahuje řadu proteinů, které mohou být separovány například ultrafiltrací nebo reverzní osmózou za účelem výroby syrovátkových bílkovinných koncentrátů. Syrovátkové bílkoviny mohou sloužit pro výrobu proteinových tyčinek, práškových nápojů, nebo sportovních jídel a díky obsahu esenciálních aminokyselin s rozvětveným řetězcem (leucin, izoleucin a valin), mají syrovátkové bílkoviny vyšší biologickou hodnotu v porovnání s kaseinem, sójovou bílkovinou nebo jinými proteiny živočišného původu (Ha a Zemel, 2003; Korhonen, 2009; Ledesma et al., 2011).

Syrovátkové bílkoviny mají kromě esenciálních aminokyselin schopnost přispívat k ochraně proti infekcím, posilovat imunitní systém a rozvoj střevní mikroflory (Kanwar et al., 2009) a sloužit jako zdroj bioaktivních peptidů (Stanton et al., 2013). Některé výzkumy naznačují, že syrovátkové bílkoviny hrají významnou roli v regulaci tělesné hmotnosti díky ovlivňování pocitu sytosti, ale není prokázáno, že by v tomto ohledu měly větší účinek než ostatní mléčné proteiny (Korhonen, 2009; Hernández-Ledesma et al., 2011; Mølgaard et al., 2011). Syrovátkové bílkoviny, nebo také mléčné sérum, zastupují přibližně 20 % celkových proteinů obsažených v kravském mléce a jsou ve své nativní formě rozpustné při pH 4 – 6 (Tamime, 2009).

Nejvíce zastoupenými proteiny v syrovátce jsou β -laktoglobulin, α -laktalbumin, GMP, hovězí sérový albumin, imunoglobuliny, laktoferin a laktoperoxidáza. U každé z těchto bílkovin byly prokázány, nebo alespoň naznačeny, unikátní funkční, nutriční, nebo nutraceutické účinky (Foegeding et al., 2011).

α -laktalbumin je převažující syrovátkový protein obsažený v mateřském mléce, je nezbytný při syntéze laktózy, bohatý na esenciální aminokyseliny a jeho imunogenicita je menší než u β -lactoglobulinu (Stanton et al., 2013). Některé výzkumy naznačují, že vysoký obsah aminokyseliny cysteinu v této bílkovině posiluje imunitní systém, zatímco vysoká hladina tryptofanu spolu se zvyšováním serotoninu v krvi může zlepšit spánek, náladu a kognitivní funkce (Korhonen, 2009; Camfield et al., 2011), α -laktalbumin také váže některé minerály (kalcium, hořčík, zinek a kobalt). Tyto látky jsou ve spojení s proteiny lépe transportovány a vstřebávány v lidském těle. Vzhledem ke svým nutričním a zdravotním vlastnostem je α -laktalbumin využíván i při výrobě dětských příkrmů (Foegeding et al., 2011).

Laktoferrin, původně vnímán jen jako železo vázající syrovátkový protein, je spojován s pozitivním antimikrobiálním efektem, imunomodulací a formováním střevní mikroflory (Stanton et al., 2013). Foegeding et al., (2011) ovšem poukazuje na jeho fyziologickou roli v organismu, která je díky novodobým poznatkům více evidentní. Mezi nejdůležitější vlastnosti laktoferrinu patří regulace homeostázy železa, ochrana proti širokému spektru mikrobiálních infekcí, protizánětlivá aktivita, regulace buněčného růstu a diferenciaci a ochrana vůči rozvoji rakoviny a metastáz. Tato bílkovina je využívána rovněž při výrobě dětských příkrmů, doplňků stravy, sportovní výživy a ve farmaceutickém průmyslu. Sachdeva a Nagpal (2009) uvádí, že laktoferrin může mít potenciál v léčbě infekce *Helicobacter pylori* bez nežádoucích účinků. *Helicobacter pylori* je původcem vředů i chronické gastritidy a je důležitým rizikovým faktorem pro vznik rakoviny žaludku (Salih, 2009). Globální prevalence *H. pylori* je více než 50 % zejména v rozvojových zemích (Stanton et al., 2013).

Nadměrná konzumace bílkovin může mít nepříznivé účinky na lidské zdraví. Míra aminokyselin, kterou je gastrointestinální trakt schopen absorbovat, se schopností jater deaminovat bílkoviny a produkovat močovinu za účelem vyloučení nadbytečného dusíku jsou klíčové aspekty v působení proteinů v potravě na zdraví. Bezpečnost zvýšeného příjmu bílkovin pro udržení váhy a syntézu svalů jsou předmětem značných debat, a někteří pracovníci ve zdravotnictví, ale i média a knihy o výživě, stále doporučují vysokobílkovinnou dietu bez přihlídnutí k nedostatku vědeckých dat o bezpečnosti zvyšování spotřeby bílkovin (Bilsborough a Mann, 2006).

Některé z předpokládaných nutraceutických účinků bílkovin syrovátky jsou například vliv na trávicí systém (β -lactoglobulin), prevence zubních kazů a ovlivnění sytosti (GMP), antikarcinogenita a zlepšení kvality spánku (α -laktalbumin), posílení imunity vůči bakteriím

(laktoferrin a laktoperoxidáza) a posílení pasivní imunity (imunoglobuliny) (Foegeding et al., 2011).

β -laktoglobulin je jedním z hlavních syrovátkových proteinů v mléce přežvýkavců. Sekvence aminokyselin této bílkoviny napovídá, že jde o lipokalin, širokou skupinu látek, z nichž většina váže malé hydrofobní ligandy, a které mohou sloužit jako specifické transportní molekuly (Kontopidis et al., 2004). Při přirozeném pH mléka je β -laktoglobulin přítomný ve formě dimerů tvořených v důsledku hydrofobních interakcí (Tamime, 2009). Existuje domněnka, že tyto látky mohou pozitivně ovlivňovat enzymatickou regulaci a neonatální získání pasivní imunity u lidí (Kontopidis et al., 2004).

GMP má v porovnání s ostatními syrovátkovými bílkovinami několik unikátních schopností. Předpona „glyko“ naznačuje, že je sacharidová část připojena na bílkovinnou část molekuly. Nejdůležitější heterogenní sacharidový řetězec vztažený k molekule GMP je N-acetylneuraminová kyselina, běžně známá pod názvem kyselina sialová. Tato kyselina může pozitivně ovlivňovat trávení a podporovat růst bifidobakterií. GMP je dále připisována schopnost stimulace uvolnění cholecystokininu (hormon regulující příjem energie a potravy) z intestinálních buněk, inhibice agregace erytrocytů a redukce vzniku zubních kazů (Foegeding et al., 2011).

Sérový albumin (SA), který je nejhojněji zastoupeným proteinem v oběhovém systému skotu, se v mléce vyskytuje jen v poměrně malých množstvích (0,1-0,4 g/l). Hovězí SA se skládá z 582 aminokyselin a obsahuje sedmáct disulfidických vazeb a jednu sulfhydrylovou skupinu. Vzhledem k velmi malým koncentracím má SA pravděpodobně jen velmi malý vliv na vlastnosti kravského mléka (Fox, 2003).

Imunoglobuliny (Ig) jsou přítomny v kolostru a v mléce všech savců. Biologickou funkcí těchto látek je poskytování imunologické ochrany potomka proti mikrobiálním patogenům a toxinům. V kolostru jsou hladiny imunoglobulinů velmi vysoké, a k snižování obsahu dochází velmi rychle s postupující fází laktace. V kravském mléce jsou zastoupeny imunoglobuliny G (IgG), M (IgM) a A (IgA) (Marnila a Korhonen, 2003).

3.1.2 Minerální látky a vitaminy

Syrovátka je dobrým zdrojem elektrolytů, včetně sodíku a draslíku, které jsou potřebné při zotavování z průjemových onemocnění. Obsažené minerály jako vápník, hořčík a fosfor jsou částečně vázané na syrovátkové bílkoviny. Ve stopových množstvích je také přítomen zinek (Zadow, 1992). Vápník je nezbytným prvkem pro růst a funkci kostí, svalů, koagulačních procesů a řízení uvolňování neurotransmiterů. Některé studie také poukazují na

pozitivní vliv vápníku ve stravě na metabolismus lipidů, inzulinovou rezistenci a abdominální obezitu jedinců s metabolickým syndromem (Jacqmain et al., 2003; Lorenzen a Astrup, 2011). Laktóza podporuje vstřebávání hořčíkových a zinečnatých iontů, které v malých množstvích přispívají ke zvládnání průjmů (Macwan et al., 2016).

Během výrobního procesu jsou ve vodě rozpustné vitaminy přenášeny do syrovátky v různém rozsahu: 40 – 70 % vitamínu B₁₂; 55 – 75 % vitamínu B₆ a kyseliny pantothenové; 70 – 80 % riboflavinu a biotinu; 80 – 90 % thiaminu, kyseliny nikotinové, listové a askorbové. Vitamin B₁₂ přechází do syrovátky více při využití syřidla než při kyselém srážení (Macwan et al., 2016).

3.1.3 Laktóza

Laktóza je redukující disacharid složený z molekul d-glukózy a d-galaktózy spojených 1 – 4 glykosidickou vazbou. Jedná se o hlavní karbohydrát obsažený v mléce savců, a její koncentrace se pohybuje mezi 0 – 10 %. Mléko je jediným z významných zdrojů této látky a tvoří až 90 % veškerých přítomných sacharidů v mléce (Lukášová, 2001). Obsah laktózy je inverzně spjatý s koncentrací lipidů a kaseinu (Fox, 2011).

Syrovátkový protein α -laktalbumin hraje důležitou roli při syntéze laktózy. V přítomnosti této bílkoviny se nescifická galaktosyltransferáza stává vysoce specifickou ke glukóze. Vzhledem k tomuto mechanismu má α -laktalbumin, v případě potřeby, schopnost zamezit syntéze laktózy, a tím nepřímo ovlivňovat osmotický tlak v buňkách (Tamime, 2009).

Laktóza je široce využívána v potravinářském průmyslu díky své nízké sladivosti (16 % sladivosti sacharózy) (Joesten et al., 2006). Používá se v pekárenství pro podporu hnědnutí kůrky díky Maillardovým reakcím. Je také obsažena v kravském mléce určeného pro přípravu kojenecké výživy (Paterson 2009). Maillardovy reakce u některých potravin způsobují pozitivní změnu v chuti a barvě například u pečiva a smažených výrobků, ale u mléčných produktů jsou změny většinou negativní a musí se jim předcházet (Fox, 2009).

Volná aldehydová skupina propůjčuje laktóze vlastnosti redukujícího sacharidu, díky čemuž se vyskytuje stejně jako ostatní redukující sacharidy v podobě částečně otevřeného řetězce schopného tvořit cyklickou formu. Formace hemiacetalu vede k vytvoření nového chirálního uhlíku, který může existovat ve formě dvou izomerů α a β (Fox, 2009).

Koncentrace laktózy v mléku různých zvířat se liší. Mateřské mléko má nejvyšší procentuální zastoupení laktózy (přibližně 7 %) a v mléce kravském je její zastoupení výrazně nižší (4,6 %). Kvůli přeměně laktózy bakteriemi mléčného kvašení je ve fermentovaných

mléčných výrobcích, například v jogurtu či podmásle, přibližně třetinové zastoupení laktózy než v mléce syrovém. Tvrdé sýry neobsahují téměř žádnou laktózu, protože během výroby je téměř veškerý její obsah převeden do syrovátky a zbytek je přeměňován na kyselinu mléčnou startérovými bakteriemi v průběhu zrání. Laktóza obsažená v syrovátce (přibližně 4,8 g/100 ml) je důležitým produktem mlékárenského průmyslu a je využívána jako krmivo, součást potravin (v kojenecké výživě, pekařském průmyslu aj.), ale i ve farmaceutickém průmyslu (Schaafsma, 2008).

Základní metodou pro kvantitativní stanovení laktózy je nejčastěji využívána titrace za použití alkalického Fehlingova roztoku (CuSO_4) nebo chloraminu – T, ale velké laboratoře většinou využívají infračervenou spektrofotometrii. Dalšími způsoby stanovení mohou být polarimetrie, spektrofotometrie viditelného spektra vlnových délek po reakci s fenolem v silně kyselém prostředí, enzymaticky, nebo využitím vysokoúčinné plynové chromatografie (Fox, 2009).

3.1.3.1 Krystalizace laktózy

Laktóza má malou rozpustnost ve vodě a z vodného roztoku bez řádných opatření při výrobním procesu jen těžko krystalizuje. Tento fakt může způsobovat problémy při výrobě některých mléčných výrobků, například sušeného mléka nebo sušené syrovátky. α - a β -laktóza je při 20 °C rozpustná ve vodě v míře 70 a 500 g/l, tudíž v poměru 37 : 63, což udává její celkovou rozpustnost při této teplotě přibližně 180 g/l. Rozpustnost α -laktózy je největší při teplotách nad 93,5 °C a je mnohem více závislá na teplotě než její β - anomer. α -laktóza proto krystalizuje při teplotách nižších než 93,5 °C a je nejběžnější komerčně využívanou formou. β -laktóza může krystalizovat i při teplotách nad 93,5 °C.

α -anomer tohoto sacharidu krystalizuje ve formě monohydrátu, zatímco β -forma tvoří anhydridní krystaly (Fox, 2009).

3.1.3.2 Deriváty laktózy

Stejně tak jako u ostatních sacharidů má laktóza reaktivní funkční skupiny a může být izomerována na několik jiných cenných derivátů využívaných v potravinářství (Yang a Silva, 1995).

Laktóza je prekurzorem řady derivátů získaných pomocí chemické, fyzikální nebo enzymatické přeměny, které získaly nezastupitelné místo ve zdravotnictví a potravinářském průmyslu. Mezi tyto látky patří například celosvětově ve velkém vyráběné

galaktooligosacharidy a laktulóza, komerčně a v malých množstvích vyráběné laktosacharóza a laktitol. Mezi další látky odvozené od laktózy, používané pro medicínské a výzkumné účely, patří kyselina laktobionová. Posledním z derivátů laktózy, které mají komerční význam, je izomer galaktózy tagatóza, o kterou se začínají výrobci zajímat jako o sladidlo (Schaafsma, 2008).

Žádná z těchto látek se kromě stopových množství přirozeně nevyskytuje v kravském mléce, ale v mateřském mléce, kde hrají důležitou roli při vývoji intestinální mikrobioty kojenců, jsou zastoupeny v poměrně velkých koncentracích (5 – 12 g/l). Jedním z hlavních a rozvíjejících se směrů využití derivátů laktózy je napodobení fyziologických účinků přírodních oligosacharidů, galaktooligosacharidů a laktulózy jako probiotik ve funkčních potravinách a nápojích (Fox, 2009).

3.1.3.2.1 Laktulóza a laktitol

Pravděpodobně komerčně nejúspěšnější derivát laktózy je laktulóza (galaktóza-fruktóza), která se získává epimerizací části glukózy na laktóze na fruktózu za mírně alkalických podmínek. Laktulóza má mnoho možností využití jako prebiotikum, mírné laxativum a sladidlo, a je v malém množství vytvářena během sterilizace mléka (Aider a de Halleux, 2007; Ryan a Walsh, 2016). Větší rozpustnost ve vodě a větší sladivost poskytuje oproti laktóze výhodu v potravinářské výrobě. Laktulóza může být využita jako sladidlo pro diabetiky, náhražka sacharózy v cukrářských výrobcích, aditivum v mlékařském průmyslu nebo různých variantách potravin vyráběných pro starší populaci (Mayer et al., 2004).

Karboxylová skupina laktózy může být redukována na laktitol (alkohol vznikající z laktózy) nebo oxidován na kyselinu laktobionovou. Laktitol může být esterifikován rozličnými mastnými kyselinami a je využíván jako emulgátor a analog sorbitanu (ester sorbitolu) (Fox, 2009). Laktitol je cukerný alkohol používaný jako náhradní sladidlo pro potraviny s nízkou kalorickou hodnotou, obzvláště vyráběné pro diabetiky, a má přibližně 40% sladivost sacharózy. Výroba tohoto alkoholu spočívá v chemické hydrogenaci laktózy (Zacharis, 2012). Výzkum se zaměřuje na jeho využití jako potenciální prebiotikum díky faktu, že je snadno metabolizovatelný střevními bakteriemi na mastné kyseliny s krátkými řetězci (Ryan a Walsh, 2016).

Laktitol, stejně jako laktulóza, může být také používán k léčbě zácpy a chronické jaterní encefalopatie (Schaafsma, 2008; Faruqui a Joshi, 2012). Tyto látky nejsou vstřebávány v tenkém střevě a jsou fermentovány střevní mikroflorou. Díky jejich prebiotickým účinkům napomáhají ke snížení produkce amoniaku a stejně jako všechny nestravitelné uhlovodíky

zlepšují intestinální absorpci vápníku a hořčíku (Scholz-Ahrens et al., 2001). Již Van den Heuvel et al., (1999) zjistili zvýšenou absorpci kalcia, závisující na podané dávce (5 – 10 g) laktulózy, u postmenopauzálních žen. Požití laktulózy a laktitolu poskytuje asi 2 kcal/g těchto látek. Tato energetická hodnota je dána vstřebáváním těkavých mastných kyselin (hlavně acetátu, propionátu a butyrátu) ve střevech. Laktulóza a laktitol působí proti tvorbě zubního kazu a díky své chuti jsou vhodné jako sladidlo pro širokou škálu produktů, včetně žvýkaček, cukrovinek a zmrzlin. Při velkých dávkách mohou ovšem způsobovat zažívací potíže srovnatelné s laktózovou intolerancí (Schaafsma, 2008).

3.1.3.2.2 Laktobionová kyselina

Kyselina laktobionová vzniká v důsledku oxidace laktózy. Jedná se o poměrně novou látku, která stále ještě nenašla využití v evropském potravinářském průmyslu. Tato kyselina se vyznačuje sladkou chutí a silnými minerálními komplexotvornými vlastnostmi, což předurčuje její vhodnost pro použití jako potravinářské aditivum. Mezi další vlastnosti této sloučeniny patří rezistence vůči trávicím enzymům a její stravitelnost střevní mikroflorou, což jí propůjčuje vlastnosti prebiotik. Kyselina laktobionová ovlivňuje trávení laktózy vzájemnou kompeticí o vazebné místo enzymu β -galaktosidázy. Bylo zjištěno, že konzumace této kyseliny v množství 24 g denně je poměrně dobře snášena, ale má částečně negativní vliv na trávení laktózy. Laktobionová kyselina by měla být brána jako nový druh potravin a vyžaduje před uvedením na trh zhodnocení její bezpečnosti (Schaafsma, 2008).

3.1.3.2.3 Galaktooligosacharidy

Primární strukturu galaktooligosacharidů tvoří monomery galaktózy spojené v různých strukturních konfiguracích. Jejich struktura se většinou skládá z několika galaktopyranosylových jednotek, spojených 1 – 6 glykosidickou vazbou, navázaných na terminální glukopyranosylový zbytek touto vazbou v konfiguraci 1 – 4. Občas jsou tyto sloučeniny také nazývány trans-galaktosacharidy (Fox, 2009).

Galaktooligosacharidy vznikají z laktózy za účasti enzymu galaktosyltransferázy. Tyto oligosacharidy jsou rezistentní vůči trávicím enzymům a mají vlastnosti prebiotik (Schaafsma, 2008). Jsou využívány jako bifidogenní složky kojenecké výživy (Boehm et al., 2002; Moro et al., 2002) a jejich využití v různých dalších potravinách (cukrářských a pekařských výrobcích, žvýkačkách, jogurtech a zmrzlinách) se zvyšuje. Galaktooligosacharidy mají sladkou chuť a nízkou kalorickou hodnotu (přibližně 2 kcal/g potravin). Van Dokkum (1995) zjišťoval toleranci k těmto oligosacharidům u mladých

dospělých mužů. Zjistilo se, že příjem 15 g těchto látek denně, rozdělených do tří hlavních jídel, byl velmi dobře tolerován a nezpůsobil vážné vedlejší účinky (Schaafsma, 2008).

3.1.3.2.4 Laktosacharóza

Trisacharid laktosacharóza, vznikající transfruktosylací laktózy, je komerčním výrobkem produkovaným v Japonsku. Její sladivost vztažená vůči sacharóze je 30 – 60%. Laktosacharóza není vstřebávána v horní části střeva, a díky tomu je dostupná pro metabolizaci a hydrolýzu střevní mikroflórou. Důležité jsou také její bifidogenní vlastnosti a Ogata et al., (1993) pozorovali snížení pH výkalů spolu s inhibicí střevních klostridií po její konzumaci. Nicméně, prebiotické účinky nejsou prozkoumány natolik, jako například u fruktooligosacharidů a galaktooligosacharidů (Gänzle et al., 2008).

3.1.3.3 Nutriční problémy spojené s konzumací laktózy

Savci nedokážou ve střevech absorbovat disacharidy, a proto jsou nejprve hydrolyzovány v tenkém střevě na monosacharidy, které jsou následně vstřebávány. Enzym potřebný pro jejich štěpení se nazývá β -galaktosidáza, také nazývána β -gal nebo laktáza, která je vylučována buňkami kartáčového lemu tenkého střeva. Většina mladých a zdravých savců je schopna tento enzym produkovat v dostatečné míře. S přibývajícím věkem se sekrece laktázy snižuje a dochází k nedostatku vedoucímu k menší míře hydrolýzy strávené laktózy, což může vést k zadržování vody a produkci plynů způsobené metabolizací střevními bakteriemi. Tyto procesy způsobují průjemy, nadýmání a křeče. Problémy spojené s nedostatkem produkce laktázy se u lidí mohou projevit již v dětství po osmém roce života, což velmi mnoho jednotlivců nutí vyřadit mléko ze svého jídelníčku. Mléčné produkty je možno upravit odstraněním laktózy využitím membránové technologie nebo předchozí hydrolýzou exogenními β -galaktosidázami. Frekvence a intenzita výskytu laktózové intolerance se mezi populacemi velmi liší, od nejvyšší – téměř 100% v jižní Asii a 5% v severozápadní Evropě- (Fox, 2009).

3.1.3.4 Význam laktózy v mléčných produktech

Vzhledem k nízké rozpustnosti, vlastnosti zadržovat vodu a tendenci krystalizovat, představuje laktóza technologické problémy při výrobě a skladování koncentrovaných, dehydratovaných a mražených mléčných výrobků. Těmto nežádoucím problémům se lze vyhnout využitím vhodných výrobních technik. Při skladování mražených mléčných výrobků dochází k destabilizaci a agregaci kaseinových micel, což je způsobeno snížením hodnoty pH

a zvýšením koncentrace vápenatých iontů. Tyto změny prostředí probíhají kvůli vytváření $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ z CaHPO_4 a $\text{Ca}(\text{HPO}_4)_2$ během tvorby ledových krystalů a krystalizaci monohydrátu α -laktózy. Destabilizaci lze předejít předběžnou hydrolyzou laktózy nebo rychlým zmražením pod $-30\text{ }^\circ\text{C}$. Agregované proteiny lze rozptýlit ohřátím rozmraženého mléka na $50\text{ }^\circ\text{C}$. Laktóza se může, jakožto redukující sacharid, účastnit Maillardových reakcí. Tyto reakce probíhají často s aminoskupinou lysinu, což vede k tvorbě hnědě zbarvených pigmentů nebo těkavých vonných látek a tím k sníženým funkčním a nutričním hodnotám (Fox, 2009).

3.2 Environmentální problémy spojené se syrovátkou

Jedním z hlavních problémů se syrovátkou je spojený s jejím potenciálem poškozovat životní prostředí. Bylo prokázáno, že na každý kilogram vyrobeného sýru vznikne přibližně 9 litrů syrovátky (Ryan a Walsh, 2016). Celosvětová produkce syrovátky se tak odhaduje zhruba na 190 mil. tun za rok (Baldasso et al., 2011). Zatížení prostředí odpadní syrovátkou je 100–175× větší než podobným objemem odpadních vod z domácností (Mockaitis et al., 2006; Smithers, 2008). Díky velkému znečišťujícímu potenciálu je likvidace přebytku syrovátky velmi nákladná. Laktóza, největší složka syrovátky (70 – 72 % z celkového množství sušiny), je hlavní komponentou způsobující vysokou biochemickou a chemickou spotřebu kyslíku (Jelen, 2003; Patel a Murthy, 2011). V průměru celosvětově rostou objemy syrovátky zhruba ve stejné míře, jako objemy produkovaného mléka (zhruba 2 % ročně) (Smithers, 2008).

Od roku 1960 a 1970 začaly environmentální regulační agentury, ale i výrobci mléčných produktů, upozorňovat na škody na životním prostředí způsobených likvidací nezpracované syrovátky (Smithers, 2015). Vypouštění syrovátky do vodních zdrojů je nyní ve většině zemích legislativně zakázáno. Sirovátka může mít velmi škodlivé účinky na vodní floru a faunu. V roce 2008 způsobilo vypouštění kyselé syrovátky do vodního oběhu v Ohio úmrtí více než 5400 divokých zvířat, z čeho většinu představovaly ryby (Hirsch, 2015). V důsledku vyčerpání rozpuštěného kyslíku dochází ve vodním prostředí k eutrofizaci, což může také způsobit nepříjemný zápach vody (Ryan a Walsh, 2016). Navzdory velmi vysoké ceně mohou moderní technologie biologického čištění vod, ať už aerobní (stékající filtry, membránové bioreaktor aj.) nebo anaerobní, přispět k bezpečné likvidaci syrovátky v životním prostředí (Rivas et al., 2010). Použití těchto systémů ale není vhodné pro všechny typy klimatu a může být velmi nákladné na údržbu a chod (Ryan a Walsh, 2016). Starší technologie čištění vod nejsou schopny se efektivně vypořádat s vysokým znečištěním syrovátkou (Rivas et al., 2010).

Mimo vodní zdroje byl zaznamenán po kontaminaci zeminy syrovátkou úhyn obilovin kvůli nadměrnému hnojení syrovátkou, vedoucí k rychlé spotřebě kyslíku v půdě rozpadem přítomných mléčných cukrů a bílkovin. Aplikace syrovátky může také vést ke snížení redoxního potenciálu půdy, vedoucí k solubilizaci železa a manganu v půdě, a tím k znečištění zásob podzemní vody. Zároveň s tím, může syrovátka negativně ovlivňovat vlastnosti půd, kdy dochází v důsledku jejího využití k okyselování půdy až k hodnotám pH 4,5 (Ghaly et al., 2007; Ryan a Walsh, 2016).

3.3 Syrovátka jako biotechnologická surovina

Syrovátka je excelentním zdrojem funkčních proteinů, peptidů, vitaminů, minerálů a laktózy, což může být využito v zemědělství, biotechnologii, medicínských a příbuzných průmyslových odvětvích (Smithers, 2008). Mnoho strategií využití syrovátky zahrnuje frakcionaci a získávání cenných komponent, jako bílkoviny a laktózy, pro další výrobu produktů jako jsou například syrovátkové koncentráty. S těmito procesy ovšem přichází spousta problémů kvůli nízkému obsahu pevných látek (přibližně 6 %) syrovátky, který snižuje efektivitu výroby (Gallardo-Escamilla et al., 2005).

Syrovátka rozpuštěná ve vodě se běžně zkrmuje hospodářským zvířatům, protože poskytuje vysoce kvalitní bílkoviny a laktózu jako zdroj energie a obsahuje také velké množství vápníku, fosforu, síry a ve vodě rozpustných vitaminů (Ryan a Walsh, 2016).

3.4 Výrobky ze syrovátky

Syrovátka může být využita k výrobě potravin, jako například syrovátkových sýrů a nápojů (Jelen, 2009). Sýry vyrobené ze syrovátky se dělí na dva hlavní typy: typ Ricotta a typ Mysost. Zároveň může být syrovátka využívána i k výrobě alkoholických nápojů, jako například syrovátkového piva, vína a šampaňského. Při výrobě těchto produktů se přidávají aditivní látky obsahující sacharózu, slad, nebo kvasinky (například *Kluyveromyces fragilis* nebo *Saccharomyces lactis*) (Ryan a Walsh, 2016). Další potenciálně vyrobitelnou surovinou ze syrovátky je máslo, které vykazuje jemnější a slanější chuť než máslo tradiční (Jinjarak et al., 2006). Parrondo et al., (2003) také poukazuje na možnost výroby octa ze syrovátky.

Syrovátkové proteiny mohou být využity v potravinářském průmyslu, a díky svým vlastnostem slouží jako emulgátory, želírující a pěnotvorné látky v různých druzích jídel včetně polévek, dresinků, ale i v masných, mléčných a pekárenských výrobcích (Walsh, 2014).

Výroba těchto produktů ovšem nepředstavuje efektivní způsob pro likvidaci velkého množství odpadní syrovátky (Ryan a Walsh, 2016).

Dalším způsobem využití syrovátky je její sušení pro krmné účely, kdy se používá ve směsích s melasou nebo sójovou moukou. Syrovátka pro krmné účely se suší rozprašováním a v sušeném stavu udrží podstatně déle svoji biologickou hodnotu a snadněji se i transportuje. V menším množství je sušená syrovátka používána v humánní výživě jako součást zmrzlin, pekařských výrobků, omáček aj. (Ryan a Walsh, 2016). Pro výrobu sušené syrovátky vyšší kvality je využívána technologie membránové separace, ultrafiltrace, nebo diafiltrace. Tyto vysoce kvalitní produkty můžeme rozdělit na syrovátkový proteinový koncentrát (WPC), syrovátkový proteinový izolát (WPI – whey protein isolate), a syrovátkový hydrolyzát (WH – whey hydrolysate). WPC obsahuje 35 – 80 % syrovátkových proteinů. WPI obsahuje zhruba 90 % zastoupení proteinů a je prakticky absolutně zbaven laktózy a tuku. Při výrobě WPC a WPI dochází k uvolňování zbytkové kapaliny, která se označuje jako syrovátkový permeát. Syrovátkový permeát má téměř stejně vysokou biochemickou spotřebu kyslíku jako samotná syrovátka a proto při likvidaci představuje problém pro životní prostředí. Syrovátkový hydrolyzát je připravován pomocí enzymatické hydrolýzy WPC nebo WPI (Mollea et al., 2013; Ryan a Walsh, 2016). Syrovátkový permeát se skládá převážně z laktózy (5 %), vody (93 %) a minerálních látek (0,53 %), s minimálním obsahem tuku (0,36%) a bílkovin (0,85 %). Ve své sušené formě jsou jeho složky obsaženy v následujících koncentracích: laktóza 65 – 85 %, minerální látky 8 – 20 %, tuk 1,5 % a protein 3 – 8 % (Beucler et al., 2005).

Přítomnost laktózy a jiných nezbytných živin dělá ze syrovátky potenciálně ideální prostředí pro růst mikroorganismů, což může být využito při výrobě bioproduktů (Panesar et al., 2007), jako jsou například funkční potraviny, kyselina mléčná, citrónová a propionová, enzymy, glukóza, methan, oligosacharidy a ethanol (Dragone et al., 2009).

Snahy o využití syrovátky se stále více soustředí na výrobu nápojů. Jsou dva typy syrovátkových nápojů – s nízkým a s neutrálním pH. Má se za to, že trpkost potravin je způsobena látkami, které se váží na slinné proteiny a sráží je. U syrovátky není mechanismus způsobu vytvoření trpké chuti zcela pochopen. Studie zkoumala efekt viskozity a pH na trpkost nápoje vytvořeného ze syrovátkového izolátu. S rostoucí viskozitou se při sensorickém hodnocení neprokázala snižující se trpká chuť nápoje. Na rozdíl od viskozity měla hodnota pH nápoje na pocit trpkosti výrazný vliv. Syrovátkový nápoj o pH 6,8 měl maximální intenzitu trpké chuti 1,2 (v patnáctistupňové škále), zatímco při hodnotě pH 3,4

byla intenzita na úrovni 8,8. Vnímání trpkosti se zmírnilo při snížení pH v rozmezí 3,4 a 2,6 (Beecher et al., 2008).

3.5 Vliv syrovátky na zdraví

Mléko je jednou z nejstarších funkčních potravin přístupných každému savci. Již od narození jsou mláďata savců odkázána na mateřské mléko pro jeho výživnou hodnotu a imunitní funkci. Vědci čím dál lépe chápou vlastnosti různých komponentů obsažených v mléce, a to včetně syrovátky, která může mít velký vliv na zdraví a nemoci. Bioaktivní látky, zahrnující β -laktoglobulin, α -laktalbumin, GMP a imunoglobuliny, představují škálu vlastností podporujících imunitu. Mezi další vlastnosti syrovátky patří antioxidační, protinádorové, hypolipidemické, antivirové, antibakteriální a chelatační účinky. Příznivě také působí na trávicí soustavu, a to především na činnost střev a střevní (Suková, 2011). Za hlavní mechanismus těchto účinků je považována intracelulární konverze aminokyseliny cysteinu na glutathion. Mnohé klinické zkoušky úspěšně prokázaly zdravotní schopnosti syrovátky při léčbě rakoviny, hepatitidy B, kardiovaskulárních nemocí a osteoporózy (Marshall, 2004).

Bylo prokázáno, že syrovátkový protein zlepšuje syntézu svalových vláken po fyzické námaze (Yang et al., 2012), a jakožto bohatý zdroj aminokyselin má pravděpodobně pozitivní vliv na nemoci srdce, rakovinu a diabetes (Nagar a Nagal, 2013). Leucin je klíčovou látkou potřebnou pro iniciaci a stimulaci transkripčního procesu syntézy bílkovin (Fujita et al., 2007), potřebné pro urychlení regenerace svaloviny (Ha a Zemel, 2003).

Vysoké teploty v kombinaci s pasterizací mohou vést k denaturaci syrovátkových bílkovin, která způsobuje hydrofobní interakce s jinými proteiny a formaci gelu, což se při sýření či acidifikaci nestává (Foegeding et al., 2002). U některých konzumentů mohou teplem denaturované syrovátkové bílkoviny způsobit alergické reakce (Nagar a Nagal, 2013).

Pravidelná konzumace syrovátky může pomoci dodržet denní potřebu příjmu proteinů a poskytnout určité zdravotní přínosy. Nupur a Gandhi (2009) uvedli, že syrovátka je získávána jako vedlejší produkt při výrobě kaseinu a sýrů a je považována za látku s významnými nutričními vlastnostmi. Vyšší příjem syrovátkových bílkovin zvyšuje hladinu glutathionu v buňkách, který funguje jako antioxidant, ochraňující proti poškození volnými radikály a toxiny.

Vliv syrovátky a jejích derivátů (WPC, WPI, peptidy aj.) na schopnost podpořit celkové zdraví byl důsledně prozkoumán (Shah, 2000; Cross and Gill, 2000; Beaulieu et al., 2006; Krissansen, 2007). Syrovátka byla již od 17. století využívána k léčbě infekcí, hojení

ran a proti nemocem žaludku (Ryan a Walsh, 2016). Bílkoviny v ní obsažené vykazují pozitivní vliv na výživové faktory a fyzický stav člověka. Syrovátka zlepšuje fyzický výkon, regeneraci po cvičení a výrazně napomáhá v prevenci proti svalové atrofii (Ha a Zemel, 2003; Ohr, 2004; Tipton et al., 2004). Další pozitivní účinky pro zdraví zahrnují: pozitivní vliv na udržování tělesné váhy (Ohr, 2004), zlepšení kardiovaskulárního zdraví (Murray a FitzGerald, 2007), anti-kancerogenní účinky (Bounous, 2000), protizánětlivé účinky (Ryan a Walsh, 2016) a podporu zdravého stárnutí (Yang et al. 2012). Některé z těchto účinků jsou nedoložené, ale na mnoho z nich prošlo obsáhlým výzkumem a byly potvrzeny v mnoha laboratořích po celém světě (Ryan a Walsh, 2016).

3.5.1 Syrovátka a rakovina

Sušené koncentráty syrovátkových bílkovin (WPC) jsou intenzivně prozkoumávány v oblasti prevence a léčby rakoviny. Stimulace glutathionu je považována za primární imunomodulační mechanismus účinku (Marshall, 2004). V článku o účinku WPC při léčbě rakoviny uvádí Bounous (2000) možné mechanismy protinádorového a antikarcinogenního účinku těchto látek. Jsou mezi nimi: (1) zvýšení koncentrace glutathionu v cílových tkáních, (2) stimulace imunity a (3) detoxikace potenciálních karcinogenů. Jiní autoři připisují tyto vlastnosti schopnosti syrovátky vázat železo, které může být mutagenním činidlem způsobující oxidativní poškození tkání (Weinberg, 1996). V studiích na zvířatech byla demonstrována schopnost syrovátkových proteinů signifikantně snížit výskyt nádorů a hovězí sérový albumin prokázal schopnost inhibice růstu rakovinných buněk in vitro (Marshall, 2004).

3.5.2 Syrovátka a hepatitida

Suplementace syrovátkovými bílkovinami prokázala variabilní efekt při léčbě pacientů nakažených hepatitidou B, nebo C. Bylo zjištěno, že hovězí laktoferrin zabránil infikování lidských hepatocytů in vitro virem hepatitidy C, což vedlo k dalším klinickým testům (Marshall, 2004).

Byla provedena pilotní studie, které se účastnilo 11 pacientů s chronickou hepatitidou C. Každému pacientovi bylo podáváno 1,8 nebo 3,6 g hovězího laktoferrinu denně po dobu osmi týdnů. U jedinců s nízkou počáteční koncentrací ribonukleové kyseliny viru hepatitidy C (HCV RNA) v těle bylo pozorováno snížení HCV RNA a sérové alanin transaminázy. U pacientů s vyšší počáteční koncentrací HCV RNA nebyla pozorována žádná signifikantní změna stavu (Tanaka et al., 1999).

V jiné studii Okada et al., (2002), podávali 45 jedincům infikovaným hepatitidou C 1,8, 3,6 a 7,2 g laktoferinu po dobu osmi týdnů. Virologická reakce byla během studie pozorována pouze u čtyř pacientů, ačkoliv HCV RNA zůstalo stále detekovatelné. U dalších osmi jedinců byla virologická reakce (50% pokles HCV RNA) sledována až osm týdnů po skončení testů. Nebyly pozorovány žádné signifikantní změny závislé na podávané dávce.

3.5.3 Syrovátka a kardiovaskulární onemocnění

Strava s vysokým obsahem tuku je spojována se zvýšeným rizikem vývinu kardiovaskulárních onemocnění (CVD – Cardiovascular diseases), ale v této souvislosti musí být vzata v potaz kvalita tuku ve stravě. Rozvoji CVD mohou napomoci i jiné faktory zahrnující vyšší věk, genetické predispozice, obezitu, sedavý životní styl a příjem alkoholu (Marshall, 2004).

V mléce je obsaženo více jak 12 různých typů tuků, včetně sfingolipidů, volných sterolů, cholesterolu a kyseliny olejové (Groziak a Miller, 2000). Několik studií prokázalo, že příjem mléka a jeho produktů snižuje krevní tlak a riziko vzniku hypertenze (Marshall, 2004).

Kawase et al. (2000) provedli studii mezi 20 zdravými dospělými muži s cílem zjistit, zda fermentované mléko obohacené o koncentrovaný syrovátkový protein, ovlivní lipidy v krevním séru a krevní tlak. Produkt podávaný jedincům obsahoval také bakterie *Lactobacillus casei* a *Streptococcus thermophilus*. Po dobu osmi týdnů dostávali každý den ráno a večer tyto dobrovolníci 200 ml fermentovaného mléka s přídavkem koncentrovaného syrovátkového proteinu, nebo placebo nefermentovaného mléka bez jakýchkoliv aditiv. Po osmi týdnech měla skupina dostávající suplement významně vyšší hladiny HDL (Lipoproteiny s vysokou hustotou (High density lipoproteins), nižší hodnoty triglyceridů a také u ní došlo ke snížení systolického krevního tlaku. Oproti tomu, u kontrolní skupiny požívající placebo, nebyly pozorovány změny. Ačkoliv hladiny LDL byly u skupiny, které bylo podáváno fermentované mléko, nižší, nejednalo se o statisticky významný rozdíl (Marshall, 2004).

3.5.4 Syrovátka a obezita

Obezita ve Spojených státech dosáhla epidemických rozměrů. Trendy stravy založené na nízkém obsahu tuku a vysokém obsahu sacharidů jsou nahrazovány dietami s vysokým obsahem bílkovin a nízkým obsahem karbohydrátů. Pro jedince, kteří dodržují vysokoproteinovou stravu, je syrovátka atraktivním zdrojem bílkovin. WPC obsahují

po odstranění laktózy a tuku až 95 % proteinů a také spoustu cenných minerálů a vitaminů. Objev složení a vlastností syrovátky měl velký dopad na průmysl zabývající se přípravky pro hubnutí (Marshall, 2004).

Esenciální a neesenciální aminokyseliny obsažené v syrovátce fungují jako substrát pro syntézu bílkovin a mohou tak vylepšit body mass index (BMI) u jedinců s větší fyzickou zátěží (Burke et al., 2001). Předpokládá se, že vápník ovlivňuje energetický metabolismus regulací adipocytů a skladováním triglyceridů. Bioaktivní komponenty syrovátky mají synergický účinek s vápníkem, při kterých dochází ke zmírnění lipogeneze a urychlení lipolýzy (Zemel, 2003).

Ačkoliv přibývá důkazů, že příjem mléčných výrobků obsahujících syrovátkové proteiny může hrát roli v prevenci či zmírnění rostoucí epidemie obezity, není dostatek důkazů, že by vápník obsažený v mléce nebo v syrovátce měl důležitý vliv na jedince s již vyvinutou obezitou (Marshall, 2004).

3.5.5 Syrovátka a osteoporóza

Vzhledem ke svému obsahu vápníku je mléko považováno za potravinu pomáhající při prevenci osteoporózy (Silverwood, 2003). In vitro studie na zvířatech prokázaly, že mléčné bílkoviny obsažené v syrovátce mají schopnost stimulovat proliferaci a diferenciaci osteoblastů, stejně jako potlačovat resorpci kostí (Marshall, 2004).

Toba et al., (2001) podával 30 zdravým dospělým mužům nápoj obsahující 300 mg mléčného proteinu jednou denně po dobu 16 dní bez další změny stravování. Po 16 dnech bylo u dobrovolníků naměřena nezměněná hladina vápníku v séru či v moči. Byly zjištěny vyšší hladiny sérového osteokalcinu i karboxy-terminal-propeptidu, naznačující zvýšenou formaci kostní tkáně. Osteokalcin a karboxy-terminal-peptid jsou biochemickými markery, které se uvolňují z osteoblastů a jsou využívány k hodnocení tvorby kostí.

3.6 Syrovátkové nápoje

Díky pozitivnímu vlivu syrovátkových bílkovin na zdraví se syrovátkové nápoje staly oblíbeným zdrojem výživy. Po celém světě jsou vyvíjeny a prodávány rozmanité druhy syrovátkových nápojů zahrnující obyčejné, alkoholické, obohacené o CO₂ a ochucované ovocnými aromaty. Problémem ale často bývá jejich špatná prodejnost, která je způsobena využitím špatných příchutí při jejich výrobě. Syrovátka obsahuje velké množství laktózy a solí, což jí dělá obtížně zpracovatelnou surovinou (Chavan et al., 2015). Gottschalk (2006)

ukazuje, že důležitost syrovátky získané z výroby sýrů může být hodnocena i dle faktu, že je využívána jako zdroj ingrediencí v 1763 produktech vyráběných v USA a 6453 výrobcích produkovaných po celém světě.

Existují určité problémy spojené s výrobou a udržováním syrovátkových nápojů. Vysoký obsah vody dělá ze syrovátky vhodné prostředí pro množení mikroorganismů, které způsobují její rychlou zkázu. Proto je nutné při syrovátku při zpracování tepelně ošetřit. Syrovátkové proteiny jsou ale náchylné k tepelnému znehodnocení, a začínají denaturovat při teplotách nad 60 °C, přičemž při obvyklém tepelném zpracování (72 °C po dobu 15 – 20 sekund) dochází ke sražení určitého množství těchto bílkovin. Mnoho úsilí je proto vynakládáno na studium a implementaci využití ultrazvuku a membránových procesů při tepelném zpracování. Bylo prokázáno, že ultrazvuk zlepšuje rozpustnost syrovátkových bílkovin, čímž dochází k redukci množství sedimentu tvořeného při skladování syrovátkových nápojů. Okyselení syrovátky pod hodnotu pH 3,9 zvyšuje termorezistenci syrovátkových bílkovin a zamezuje jejich srážení i při UHT (Ultra-high temperature processing – vysokoteplotní sterilizace) (Rezek-Jambraket et al., 2008). Relativně vysoký obsah minerálních látek v sušině syrovátky představuje další problém při výrobě nápojů, protože jsou zodpovědné za její nepříjemnou slano-kyselou chuť. To platí obzvláště pak u syrovátky kyselé kvůli vysokému obsahu kyseliny mléčné a minerálních látek (hlavně fosforečnany vápenaté a mléčnany vápenaté) (Tratnik, 2003). Navzdory všem obtížím se zpracování syrovátky ukázalo jako nejekonomičtější technické řešení při vývoji nápojů s přídavkem ovocných koncentrátů za účelem vzniku sensoricky přijatelného produktu (Koffi et al., 2005). Syrovátkové nápoje můžeme dělit do dvou základních skupin: nealkoholické a alkoholické (Macwan et al., 2016).

Pro jedince s omezenou konzumací mléka jsou tyto nápoje předním zdrojem bílkovin díky vysoké kvalitě syrovátkových proteinů. Pokud jsou syrovátkové nápoje vyráběny ze syrovátky s velkým obsahem vápníku, dochází k hydrolýze laktózy, což minimalizuje reakce způsobené laktózovou intolerancí u konzumentů (Nagar a Nagal, 2013).

3.6.1 Nealkoholické nápoje

Mixy ovocných džusů a nezpracované nebo deproteinované syrovátky, popřípadě jejího permeátu, jsou nejběžněji vyráběnými typy nápojů. Základními ingrediencemi jsou syrovátka a džus, nebo více využívaný ovocný koncentrát (Chavan et al., 2015). Djurić et al., (2004) uvedli, že díky své vlastnosti dobře zakrýt nechťenou pachut' čerstvé syrovátky jsou nejčastěji v těchto typech nápojů používány příchutě citrusových plodů (hlavně pomeranč,

citron), ale jsou také využívány – mango, hruška, jablko, maliny, borůvky, nebo kombinace exotického ovoce. Prokázalo se, že využití bobulovitých plodů je díky jejich obsahu železa a antioxidantů velmi výhodné. Příkladem může být syrovátkový nápoj ochucený jahodovým koncentrátem a fortifikovaný bisglycinátem železnatým, který má po dlouhodobé konzumaci pozitivní vliv na redukci prevalence dětské anemie (Miglioranza et al., 2003). Pokud není sušina ovocné složky přítomna v dostatečném množství, nemá výsledný produkt dobré sensorické vlastnosti jako barvu, chuť a vůni (Djurić et al., 2004; Koffi et al., 2005). Proto je velice obtížné přijít s optimální recepturou, založeném na míchání ovocného koncentrátu a ostatních aditiv s čerstvou syrovátkou, který by zajistil vznik produktu s přijatelnými sensorickými vlastnostmi. Z tohoto důvodu bylo provedeno množství studií vedoucích ke vzniku velké škály možných řešení, zajišťujících co možná nejméně případných vad výrobku. Ingredience navrhované pro docílení optimálního syrovátkového nápoje byly dříve například kyselina citronová, fruktóza, sacharóza a hydrolyzáty laktózy. Někteří autoři navrhují přidání CO₂ v kombinaci s ovocnými doplňky za účelem překonat nežádoucí chuť a odér vařeného mléka. Typickým syrovátkovým nápojem s přidaným CO₂ a ovocnou složkou je švýcarská „Rivella“, sloužící jako nápoj zahánějící žízeň (Jeličić et al., 2008). Chavan et al., (2015) uvádějí, že jedním z nejnovějších typů tohoto produktu je „zelená Rivella“, vyrobená přidáním bylinných extraktů ze zeleného čaje, s cílem vylepšit jeho nutriční hodnotu.

Kromě ovocných příchutí je velmi často využíváno přidání jiných ochucujících složek, například čokolády, kakaa, vanilky, cereálií (většinou rýže, oves a ječmen), medu aj. Přídavek cereálií, obzvláště pak otrub, je zajímavým způsobem výroby nápoje fortifikovaného vlákninou, esenciálními mastnými kyselinami (s přidáním ovsa), a hypoalergenních proteinů. Tento produkt je vhodný pro jedince trpící alergií a děti. Na trhu jsou také dostupné produkty obsahující šťávu ze zeleniny (například mrkve). Typickým postupem výroby je smíchání požadovaných komponent, následné tepelné zpracování a balení. Bylo hlášeno mnoho defektů syrovátkových nápojů, zahrnující sedimentaci a shluky syrovátkových bílkovin, způsobených tepelným opracováním (Chavan et al., 2015). Pro přípravu hypoalergenního nápoje mohou být použity i jiné zdroje rostlinných proteinů. Typickými aditivy pak jsou bílkovinné izoláty brambor nebo sóji (Jeličić et al., 2008).

3.6.1.1 Fermentované syrovátkové nápoje

Dalším typem výrobků jsou fermentované syrovátkové nápoje. Pro fermentaci syrovátky se často využívají startérové kultury a bakterie mléčného kvašení, zatímco v případě alkoholických nápojů se povětšinou používají kvasinky rodu *Kluyveromyces*. Tento

proces umožňuje výrobu velmi dobře konzumenty přijímaného nápoje bez nutnosti využití komplikovaných a drahých technologií, jako je ultrafiltrace a evaporace, které se používají při výrobě nápojů s WPI nebo WPC (Chavan et al., 2015).

Gallardo-Escamilla et al., (2005) uvádí, že existují i indikace k fermentaci syrovátky za využití jogurtové kultury (*Lactobacillus delbrüeckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*), která má výchozímu výrobku poskytovat intenzivnější jogurtovou chuť v porovnání s fermentací odstředěného mléka. Toto přináší nové možnosti výroby nápojů ze syrovátky s podobným sensorickým profilem, jako mají fermentované mléčné produkty a jogurtové drinky, za využití výrobních procesů běžně používaných při úpravě mléka. V této kategorii produktů se kvůli zdraví prospěšným účinkům probiotických kultur, které přispívají k snižování krevního cholesterolu a tlaku, zlepšují metabolismus laktózy, mají antikancerogenní účinky a stimulují imunitní systém, velká část pozornosti upíná k vývoji probiotických syrovátkových nápojů (Shah, 2007). Probiotické kultury poskytují jedinečnou chuť a texturu konečnému výrobku, což je jeden z nejdůležitějších faktorů jejich využívání (Chavan et al., 2015). Mendoza et al., (2007) vyrobili přijatelný probiotický nápoj fermentací syrovátky bakteriemi *Lactobacillus reuteri* a *Bifidobacterium bifidum* s přidavkem cukru a pektinů. Drgalić et al. (2005) studovali schopnost přežití probiotických kmenů *Lactobacillus acidophilus* La-5, *Bifidobacterium bifidum* Bb-12 a *Lactobacillus casei* Lc-1 v rekonstituované syrovátce za skladování v chladu po dobu 28 dní. Všechny kmeny obsažené ve fermentovaných nápojích prokázaly dobrou schopnost přežití v průběhu doby skladování.

Nápoj fermentovaný kmenem Bb-12 měl nižší sensorické skóre než zbylé, fermentované kmeny La-5 a Lc-1. *Lactobacillus rhamnosus* patří k velmi často využívaným kmenům, ale kvůli nepřítomnosti enzymu β -galaktosidázy není schopen fermentovat laktózu, a proto je nutné před zahájením kvašení laktózu hydrolyzovat. Jedním z nejznámějších syrovátkových nápojů vyráběných fermentací za použití *Lactobacillus rhamnosus* je „Gefilus“, který je vyráběn ve Finsku z demineralizované syrovátky nebo WPC s předchozí hydrolýzou laktózy. Tento nápoj je nejčastěji ochucován fruktózou a ovocnými džusy nebo aromaty (Chavan et al., 2015). V porovnání s fermentovaným mlékem má syrovátka, kvůli nízkému podílu pevných látek (6 – 7 %), horší chuť s vodnatou konzistencí. Proto je potřeba použít přídavek probiotických kmenů produkujících exopolysacharidy nebo přídavek hydrokoloidů. Tyto látky jsou i v malém množství schopny zlepšit viskozitu výrobku, a zabránit sedimentaci dispergovaných částic. Výběr správného typu a množství hydrokoloidu je tudíž jedním z nejdůležitějších faktorů při výrobě fermentovaných mléčných výrobků. Je velice důležité, aby výše jmenovaná aditiva nemaskovala přirozenou chuť produktu, a aby

byla efektivní při hodnotách pH 4-4,6. Vhodnými přídatnými látkami do fermentovaných syrovátkových nápojů se díky schopnosti vylepšit pocit v ústech ukázaly být: karboxymethylcelulóza (CMS – carboxymethyl cellulose), pektin, algináty a xanthanová guma (XG – xanthan gum) (Gallardo-Escamilla et al., 2007).

3.6.1.2 Dietní nápoje a nápoje s hydrolyzovanou laktózou

Vzhledem ke svému složení a vlastnostem je syrovátka velmi dobrým materiálem pro snadnou výrobu dietních nápojů přidáním sladidla (nejčastěji sacharinu nebo cyklamátu), příchutí jablek nebo tropického ovoce a stabilizátoru. Tyto nápoje mají velice malou energetickou hodnotu (104-113 kJ/100 ml), což udává jejich vhodnost pro konzumaci velké části spotřebitelů. Vystává ovšem problém se sensorickým hodnocením spojeným s aplikací umělých sladidel. Proto se upřednostňuje výroba dietních syrovátkových nápojů bez jejich využívání. Hydrolyzou laktózy vzniká glukóza a galaktóza, což jsou monosacharidy s mnohem větší sladivostí, lepší rozpustností a absorpční schopností než laktóza. Takto se vylepšuje sladká chuť syrovátky produkcí přírodních sladidel, což také umožňuje výrobu nápojů s nízkou energetickou hodnotou dříve zmiňovaných dietních drinků. Syrovátka s hydrolyzovanou laktózou je vhodná pro osoby s částečnou nebo úplnou laktózovou intolerancí, ale také pro fermentaci kmeny s chybějícím enzymem β -galaktosidázou (například výroba dříve zmiňovaného nápoje Gefillus s použitím *Lactobacillus rhamnosus*) (Jeličić et al., 2008).

3.6.1.3 Nápoje podobné mléku

Na rozdíl od syrovátkových nápojů připomínající ovocné šťávy, využití syrovátky a jejích složek v nápojích s jogurtovou konzistencí nebo podobném typu mléčných nápojů je značně složitější. Existují dva základní typy mléčných nápojů: 1) nekvašené mléko a mléčné deriváty, mléčné koktejly, ochucené mléko a podobné výrobky (odtučněné, polotučné, plnotučné nebo dokonce obohacené tuky) a 2) fermentované produkty, jako je kyselé mléko, podmáslí, kefír a jiné mléčné nápoje s podobnou kulturou. Hlavní rozdíl je v pH; které bývá převážně neutrální (pH 6,2-6,5) na rozdíl od většiny kysaných mléčných výrobků a kyselé syrovátky, kdy je pH kyselé (pH 4,8 – 4,5) (Athanasiadis et al., 2004).

Kultivované mléčné nápoje na bázi mléka obvykle neobsahují mléčnou složku, aby byla zajištěna dobrá stabilita kaseinu a nedocházelo tak ke koagulaci. Karboxymethylcelulóza, pektin, alginát a xanthanová guma jsou vhodnými aditivami pro výrobu

fermentovaného syrovátkového nápoje, protože jejich přidání výrazně zlepšuje chuť konečného produktu (Gallardo-Escamilla et al., 2007). V tomto ohledu nabízí mléčné typy syrovátkových nápojů, založené na fermentaci tekutých koncentrátů syrovátkových bílkovin, velkou příležitost pro výrobu nesedimentujících, fermentovaných mléčných výrobků. Problém sedimentace bílkovin je mnohem méně důležitý v případě nefermentovaných, na trhu dostupných mléčných nápojů. Pro nápoje na bázi mléka obsahující WPC je nejvhodnější použití sladké syrovátky. Použití WPC a WPI při výrobě za účelem obohacení mléka a mléčných nápojů o bílkoviny se jeví jako ideální způsob. Přestože využití syrovátkových bílkovin v jogurtech je velmi rozšířené, dostupných informací o jogurtových nápojích vyrobených přidáním syrovátky do tekutých jogurtů je mnohem méně (Chavan et al., 2015).

Od doby, kdy bylo zjištěno mnoho prospěšných účinků probiotických kmenů na lidské zdraví (například snižování hladiny cholesterolu v krvi, zlepšení metabolismu laktózy, snížení krevního tlaku, antikancerogenní vlastností a stimulace imunitního systému byla velká pozornost věnována vývoji probiotických syrovátkových nápojů (Shah, 2007).

3.6.1.4 Nápoje pro sportovce

Nápoje pro sportovce mohou obsahovat karbohydráty, minerály a elektrolyty s přidavkem složek ovlivňující chuť a barvu konečného výrobku. Většinou jsou tyto typy drinků vyráběny s cílem minimalizovat dehydrataci a doplňovat výše jmenované látky, které podporují vstřebávání tekutin, dodávají energii, podporují udržování hladiny tekutin a vylepšují chuť. Efektivní schopnost rehydratace je u sportovních nápojů posuzována podle schopnosti vyprazdňování žaludku a dále dle retence tekutin a intestinální absorpce. Udržování hladiny tekutin v těle je nezbytné pro optimální fyziologické funkce, zvýšenou výdrž a rychlé obnovení obzvláště po opakující se tělesné námaze (Seifert et al., 2006). V porovnání s tradičními sportovními nápoji mohou ty, které obsahují malá množství bílkovin (většinou 20 % z celkové energetické hodnoty), zvyšovat tělesnou výdrž, snižovat poškození svalových vláken a vylepšit dodávání glykogenu do svalů (Saunders et al., 2004). Většina běžných sportovních nápojů je izotonická s osmolalitou mezi 280 a 340 mosmol/kg. Karbohydráty jsou většinou zastoupeny z 6 – 7 % a většinou se jedná o kombinace glukózy, fruktózy, sacharózy a maltodextrinu. Koncentrace sodíku je běžně okolo 20 – 30 mmol/l a draslíku 5 mmol/l (Maughan a Murray, 2001). Syrovátkové bílkoviny účinně stimulují syntézu svalových proteinů díky téměř identickému aminokyselinovému profilu (Volpi et al., 2003). Chavan et al., (2015) uvádí, že syrovátkové bílkoviny mohou přispět ke zlepšení svalové hmoty a výkonu u sportovců.

3.6.2 Alkoholické nápoje

Pro svůj vysoký obsah laktózy (70 %) v sušině, je syrovátka velmi dobrým materiálem pro výrobu alkoholických nápojů. Alkoholické nápoje vyráběné ze syrovátky jsou rozděleny na ty s nízkým obsahem alkoholu ($\leq 1.5\%$), syrovátkové pivo a syrovátkové víno. Výroba syrovátkových nápojů s nízkým obsahem alkoholu zahrnuje deproteinizaci syrovátky, její zkoncentrování, fermentaci laktózy (obvykle kvasinkami *Kluyveromyces fragilis* a *Saccharomyces lactis*), dokud požadovaný obsah alkoholu nedosáhne 0,5 – 1 %. Přidávání ochucovadel, slazení a následné balení. Určité množství laktózy se přeměňuje na kyselinu mléčnou, která dává koncovému produktu osvěžující kyselou chuť, zatímco zbytek mléčného cukru fermentuje na alkohol. Příkladem nápojů, které patří do této kategorie, jsou „Milone“ vyráběný fermentací keřirovou kulturou a syrovátké šumivé víno „Serwovit“, vyráběné v Polsku. Syrovátkové pivo může být vyrobeno s nebo bez přidání sladu; může být fortifikované minerály nebo může obsahovat hydrolyzáty škrobu a vitaminy. Některé z problémů, které mohou při výrobě nastat, souvisí s přítomností mléčného tuku, který může způsobit ztrátu pивní pěny, nežádoucí zápach a chuť v důsledku nízké rozpustnosti syrovátkových bílkovin a neschopnosti pivních kvasinek fermentovat laktózu. Syrovátkové víno obsahuje relativně malé množství alkoholu (10 – 11 %) a je většinou ochucené s ovocnými aromaty. Existuje řada možností, jak připravit syrovátkové nápoje, ale ideální recept nebyl dosud nalezen. Přes obrovské úsilí vynaložené množstvím lidí, hledají vědci stále a s mnoha obtížemi. Nicméně, syrovátka je příliš cenným zdrojem živin, než aby se s pokusy jejího využití v potravinářském průmyslu nepokračovalo (Jeličić et al., 2008).

3.7 Senzorická analýza syrovátkových nápojů

Čerstvá syrovátka má pro většinu konzumentů nežádoucí chuť, relativně vysoký poměr laktózy a glukózy a obzvláště pak u syrovátky kyselé velkou aciditu. Proto je vyvíjeno mnoho výrobních postupů s cílem jejího přímého využití v lidské výživě (Djurić et al., 2004).

Senzorická analýza syrovátkových nápojů se převážně zaměřuje na zjištění, které z jejích komponent způsobuje nežádoucí chuť. Je velmi důležité porozumět různým technologickým změnám při výrobě syrovátkových nápojů. Tyto znalosti mohou přispět k vývinu produktů, jako jsou sycené nápoje, ovocné syrovátkové nápoje, nápoje na bázi mléka, ale i nápoje alkoholické (b) porozumět chemickým reakcím vedoucím k nežádoucím

změnam flavouru (c) pomoci v údržnosti syrovátkových výrobků (Gallardo-Escamilla et al., 2005). Tyto produkty vyžadují také senzorické hodnocení pro kontrolu kvality a následného vývoje (Gallardo-Escamilla et al., 2007).

Senzorické hodnocení syrovátkových nápojů závisí na výrobě nutričního nápoje o příjemných vlastnostech, jako jsou: vzhled, textura a chuť během skladování a následné konzumaci (Shiby et al., 2013). Ve většině výzkumů (Athanasiadis et al., 2004; Djuric et al., 2004; Almeida et al., 2009; Pescuma et al., 2010; Shiby et al., 2013) byl obsah bílkovin v syrovátkových nápojích nižší než 5 %. Je to z důvodu, že syrovátkové bílkoviny, které nejsou upravené pro vyšší toleranci k vysokým teplotám opracování, snadno podléhají denaturaci při vyšším obsahu než 3 % ve finálním výrobku (Rittmanic, 2006). Obsah bílkovin v komerčních proteinových nápojích se většinou pohybuje mezi 6 – 10 %.

Existuje velké množství receptur zabývající se syrovátkovými nápoji. Bangert (1975) provedl jeden z prvních pokusů o vytvoření pomerančového syrovátkového nápoje za využití kyseliny citronové jako okyselující složky. Od té doby získaly největší oblibu nápoje s využitím příchutí citrusových plodů, ale i tropického ovoce (grep, mandarinka, banán, mango a další). Bobuloviny jako jahody, maliny, ostružiny, moruše a borůvky jsou velmi dobrým zdrojem železa a nápoj jimi obohacený může ovlivňovat hladiny hemoglobinu v lidském těle (Miglioranza et al., 2003). Djurić et al., (2004) uvádí, že někteří autoři využívají jako vhodné ochucující složky také kakao, čokoládu, oves, mátu nebo vanilku. Dle Jelena (2009) se lze na trhu setkat i s nápoji, které jsou ochucené příchutěmi typickými pro mléčné výrobky, jako je například vanilka, čokoláda kokos aj. Tyto příchutě jsou často používány i pro nápoje obohacené o bílkoviny, označované jako vysokobílkovinné. Za největší rozdíl v porovnání s nízkobílkovinnými nápoji jsou vysokoproteinové nápoje považovány za ty s větší viskozitou a hustší konzistencí.

Kyselost nápojů je často upravována přidávkem kyseliny citronové nebo citronem samotným, ale hodnota pH závisí také na ostatních komponentách přítomných ve finálním produktu. Syrovátkové nápoje se většinou pohybují v rozmezích pH 3 – 5, nebo mají hodnotu pH přibližně stejnou jako čerstvá sladká syrovátka (Remer, 1982; Girsh, 2001).

Sladká chuť nápojů bývá často vylepšována přidáním fruktózy, sacharózy nebo enzymatickou hydrolýzou laktózy. Obsah sacharidů se většinou pohybuje v rozmezí 5 – 6 %, ale také v koncentracích 11 % a více (Girsh, 2001).

Syrovátkové nápoje jsou konzumenty mnohem lépe přijímány v případě, že mají stejnou texturu, vzhled a homogenitu jako mléko. V takových nápojích je celkový pocit v ústech často srovnáván s obdobnými tradičními výrobky (Jack et al., 1995). Hodnocení

těchto produktů ovšem nemůže být omezeno jen na jejich rheologické vlastnosti, ale je důležité posouzení všech vnímaných charakteristik (Kilcast a Clegg, 2002).

Velké množství autorů se zabývalo výrobou syrovátkových nápojů, ať už ochucených nebo neochucených. Djurić et al., (2004) vyráběli nápoje z laboratorně získané syrovátky s přísadkou ovocné příchutě (jablko, hruška, broskev a pomeranč), kyseliny citronové a cukru. Sušina syrovátkových nápojů se pohybovala mezi 4 – 6 %. Po pasteraci byly tyto produkty sensoricky hodnoceny s deskriptory jako: chuť, vůně, barva, sediment, vzhled a celkové proporce nápoje. Statistická analýza prokázala, že kvalita nápojů připravených s broskvovou nebo jablečnou příchutí závisela nejvíce na obsahu sušiny a ovocné složky, zatímco u receptur obsahujících pomerančovou nebo hruškovou příchut' záleželo hlavně na obsahu cukru. Vzájemný vliv cukru a sušiny byl nejvýznamnější u nápoje s příchutí hrušky, zatímco u ostatních nápojů závisela kvalita převážně na poměru obsahu cukru a hodnotou pH. Nejlepší chuť vykazovaly receptury s obsahem sušiny 6 %, zatímco nápoje se sušinou 4 % byly hodnoceny jako odpudivé až odporné. Jako nejlepší byl hodnocen syrovátkový nápoj s příchutí broskve s obsahem 6 % sušiny, 2 % cukru a upravenou kyselostí kyselinou citronovou na hodnotu pH 3,6. Pescuma et al., (2010) také udávají, že nejlepším způsobem maskování nežádoucí chuti, barvy a vůně syrovátky je přidavek broskvového džusu.

Gallardo-Escamilla et al. (2005) ve svých výzkumech pozorovali chuť různých druhů syrovátky. Hodnocena byla sladká syrovátka z výroby čedaru, mozzarely a goudy, syrovátku vyráběnou za pomoci přidávání syřidla do plnotučného mléka tzv. „rennet casein whey“ a kyselou syrovátku vznikající při výrobě tvarohů. Mezi těmito typy syrovátky byly zjištěny statisticky významné rozdíly v chuti přisuzované rozdílnosti zastoupení jejich jednotlivých složek.

Barva syrovátkových nápojů ovlivňuje vnímání jejich sladké chuti, obzvláště pak u nápojů s příchutí pomeranče, broskve, kiwi a lesních plodů (Bayarri et al., 2001). Zellner a Durlach (2002) zjistili, že bílé, červené, oranžové nebo žluté nápoje byly hodnoceny nejlépe a naopak nejhůře hodnocené byly ty s černou, hnědou, zelenou, růžovou nebo šedivou barvou. Tito autoři uvádí, že příchutě pomeranče, jahody a citronu, odpovídající barvám oranžové, červené a žluté, dávají nápojům osvěžující chuť. Při úpravách vysokými teplotami může docházet také k Maillardovým reakcím, které vyústí v nežádoucí hnědou až tmavě hnědou barvu (Smith, 2004).

4 Materiál a metodika

4.1 Materiál

Pro přípravu syrovátkových nápojů byla použita kyselá syrovátka z Bohušovické mlékárny a.s. a jednalo se o syrovátku z výroby tvarohu termotvarohu, přesněji tvarohu měkkého odtučněného o sušině 16 % a složení: tuky 0,05 g (z toho nasycené mastné kyseliny 0,03 g), sacharidy 3,1 g (z toho cukry = laktóza 3,1 g), bílkoviny 12,5 g a sůl 0,1 g (pouze jako přirozená složka mléka).

Jako ochucující složky byly použity ovocné džusy Relax bez dužiny s příchutěmi – broskvev (pH 3,42), višně (pH 2,95), černý rybíz (pH 2,95) a mango Exotica (pH 3,35), cukr krystal a kyselina citronová. Složení jednotlivých džusů je uvedeno v samostatných přílohách 1 - 4.

Jako další obohacující složka byl použit byl neochucený IMPACT WHEY PROTEIN značky MYPROTEIN (syrovátkový proteinový koncentrát (100%), emulgátor (sojový lecitin)) (Obrázek 1).

Obrázek 1: Syrovátkový proteinový koncentrát



<https://www.myprotein.cz/sports-nutrition/impact-whey-protein/10530943.html>.

4.2 Přístroje

- Analytické váhy, Explorer Pro EP 214 C, s kapacitou rozsahu max. 210 g, d = 0,1 mg
- pH metr s vpichovou elektrodou
- MilcoScan FT 120 Foos
- Vodní lázeň
- Teploměr
- Tyčový mixér Silvercrest 600W

4.2.1 Laboratorní náčiní a chemikálie

- Sterilní Erlenmayerovy baňky
- Odměrný válec 100 ml a 500 ml
- Kádinky 50 – 150 ml
- Eppendorf 2 ml
- Vialky 2 ml
- Kyselina citronová
- Denaturovaný líh
- Cukr krystal
- Syrovátkový proteinový koncentrát

4.3 Metodika

Syrovátka byla přepravována v přenosné autochladničce s vlastní chladicí jednotkou (Obrázek 2) a zpracována do 3 hodin od jejího stáčení po výrobě. Příprava probíhala na katedře Kvality zemědělských produktů (FAPPZ, ČZU v Praze), kde byl zkoumán vliv přídavku syrovátkového proteinového koncentráту a různých ovocných džusů na vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti, na sensorické vlastnosti a výslednou sensorickou kvalitu nápojů.

K temperaturaci a tepelnému ošetření syrovátky byla využita uzavíratelná vodní lázeň s nastavitelnou teplotou (Obrázek 3). K měření teploty uvnitř syrovátky samotné byl používán teploměr o stupnici do 100 °C.

Obrázek 2: Přenosná autochladnička s vlastní chladicí jednotkou

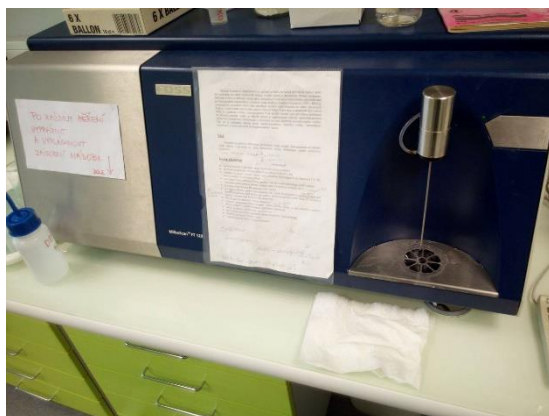


Obrázek 3: Vodní lázeň s nastavitelnou teplotou



Složení syrovátky bylo poté sledováno na přístroji MilkoScan FT 120 (Obrázek 4). Přístroj pracuje na principu Fourierovy transformace v infračerveném (IR) spektru FTIR (Fourier transform infrared (spectroscopy)), využívá celého infračerveného spektra a je řízen počítačem.

Obrázek 4: Milcoscan FT 120



4.3.1 Příprava vzorků z čerstvé syrovátky

Syrovátka byla přepravována přímo z Bohušovické mlékárny a.s. v přenosné chladničce za účelem co nejrychleji surovinu zchladit, aby před zpracováním nedošlo k velkému růstu kyselosti. Ihned po příjezdu byla syrovátka temperována na teplotu 42 °C, na kterou byl přístroj nakalibrován a přeměřena na Milcoscanu FT 120 za účelem zjištění složení. pH suroviny bylo změřeno pH metrem s vpichovou elektrodou. Syrovátka byla poté temperována ve vodní lázni na 45 °C z důvodu zlepšení rozpustnosti přídatných látek (Liutkevičius et al., 2015). Do poloviny vzorků byl přidán WPC rozmíchaný do syrovátky ručním tyčovým mixérem. Nejprve byly vyráběny syrovátkové nápoje pouze s přidavkem WPC s cílem je předložit panelu proškolených hodnotitelů pro párový test preferencí. Vybrané receptury obsahovaly 5 a 10 % WPC. Vzorky s přidáním WPC 10 % byly až jogurtové konzistence s nutností konzumace lžičkou, a proto byly z pokusů vyřazeny a v dalších pokusech byly vyráběny a hodnoceny již jen nápoje s přidáním WPC 5 % s tekutou konzistencí. Následně byl do všech vzorků přidán cukr o různých koncentracích (6 a 8 %) a džus (10 a 20 %). Receptury byly sestaveny po prostudování dostupné literatury literatury (Singh et al., 1994; Sahu et al., 2006; Aghda et al., 2016; Janiasky et al., 2016;) Byly prováděny celkem 4 experimenty, každý experiment s přidáním džusu o jiné příchuti. Po přidání každé z těchto složek byla sledována změna hodnoty pH nápoje. Přidáním kyseliny citronové (0,2 %) byla u vzorků s přidáním WPC snížena hodnota pH výsledného produktu pod 4,5. Nakonec byla syrovátka pasterována při teplotě 63 °C po dobu 30 minut. Stejný typ pasterace ve své práci použil (Pandiyan et al., 2011), zazátkována dvojrstvou alobalu a uložena do chladničky. Po pasteraci se kontroloval případný vznik koagulátu, který by mohl vzniknout v důsledku denaturace syrovátkových bílkovin. Druhý den po výrobě a skladování při 4 – 6 °C byla opět zjišťována hodnota pH.

Pro senzorickou analýzu byly připraveny 4 sady po 2 vzorcích od jedné příchutě, které byly hodnoceny panelem proškolených hodnotitelů metodou senzorického profilu. Hodnocení probíhalo ihned po vyjmutí vzorků z chladničky, tudíž při teplotě 4 – 6 °C. Vyráběné nápoje byly určeny pro konzumaci při chladničkových teplotách, protože při dosažení přibližně 20 °C dochází k plnému vyvinutí chutě a vůně syrovátky.

Receptury pro přípravu jsou uvedeny v následující tabulce č.2.

Tabulka 2: Receptury pro přípravu syrovátkových nápojů

| vzorek | Cukr (%) | Džus (%) | WPC (%) | Kyselina citronová (%) |
|--------|----------|----------|---------|------------------------|
| 1 | 6,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 6,0 | 20,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 8,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | 8,0 | 20,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 6,0 | 10,0 | 5,0 | 0,2 |
| 6 | 6,0 | 20,0 | 5,0 | 0,2 |
| 7 | 8,0 | 10,0 | 5,0 | 0,2 |
| 8 | 8,0 | 20,0 | 5,0 | 0,2 |

4.4 Analýza vzorků

4.4.1 Stanovení aktivní kyselosti syrovátky

Před každým měřením byl pH metr kalibrován za pomoci pufrů o známých hodnotách (ftalátový pufr o pH 4 a fosfátový pufr o pH 7). Kalibrace probíhala při pokojové teplotě. Při vlastním měření se vpichová elektroda pH metru ponořila přímo do vzorku a změřila se odpovídající hodnota pH. Po každém použití byla elektroda omyta demineralizovanou destilovanou vodou a osušena buničinou. Měření bylo prováděno u syrovátky čisté, po přidání každé komponenty receptur a druhý den po skladování při teplotě 4 – 6 °C.

4.4.2 Stanovení složení syrovátky přístrojem MilcoScan FT 120

Dále bylo sledováno složení čisté syrovátky na přístroji MilcoScan FT 120 na modulu „improved milk UC“ s parametry – kasein, hustota, bílkoviny, tuk, laktóza, celková sušina, celková kyselost, kyselina citronová a močovina. Tento modul je kalibrován pro použití na měření mléka a měřené hodnoty proto mohou být ovlivněny maticí syrovátky.

Před vlastním měřením byla syrovátka dle pokynů přiložených k přístroji vytemperována na 42 °C. Zastoupení jednotlivých složek je udáváno v % s výjimkou kyselosti (která je uváděna v hodnotách SH) a hustoty (udávána v g/cm³). Zjištěná hodnota hustoty je pro přepočtení na % potřeba vydělit hodnotou 1000.

4.4.3 Senzorická analýza syrovátkových nápojů

Pro sensorické hodnocení byly při každém experimentu připraveny 2 sady (s přidaným WPC a bez WPC) po 4 vzorcích (8 vzorků o rozdílném složení). Syrovátkové nápoje byly hodnoceny po dni skladování při teplotě 4 – 6 °C. Při této teplotě byly vzorky následně podávány k samotné sensorické analýze v množství 30 ml panelu proškolených hodnotitelů. Kromě syrovátkových nápojů měl každý z hodnotitelů k dispozici čistou pitnou vodu vhodnou jako neutralizátor mezi jednotlivými vzorky.

Vzorky byly hodnoceny panelem školených hodnotitelů vyškolených dle norem ISO 22935-1 a ISO 8586-1. Sensorické hodnocení probíhalo na katedře Kvality zemědělských produktů ve specializované sensorické laboratoři. Pro hodnocení sensorického profilu nápojů byla použita grafická orientovaná nestrukturovaná stupnice o délce 100 mm (dle ISO 13299, ISO 6658, ISO 6564). Formulář použitý k hodnocení sensorického profilu viz příloha 5. Pro statistické hodnocení bylo na základě literatury (Vojnović et al., 1993; Gallardo-Escamilla et al., 2005; Gallardo-Escamilla et al., 2007) vybráno 10 nejdůležitějších deskriptorů: celkový vzhled, příjemnost barvy, příjemnost vůně, příjemnost konzistence, celková příjemnost chuti, intenzita ovocné chuti, intenzita mléčné chuti, intenzita syrovátkové chuti, celková intenzita pachutí a celkové hodnocení nápoje.

Všechna naměřená data byla statisticky hodnocena analýzou rozptylu (F-test, ANOVA) a průměrné hodnoty byly porovnány použitím Tukeyho HSD testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ nebo $\alpha = 0,01$ (95% nebo 99% statistická průkaznost) pomocí softwaru Statistica pro Windows version 12 (StatSoft Inc.). Pro konfliktní výsledky metody jednofaktorová ANOVA a Tukeyho HSD testu byla použita dodatečně metoda Kruskal Wallisova ANOVA. Pro výstup grafů byl také použit Microsoft Excel 2016.

5 Výsledky

5.1 Výsledky hodnocení syrovátkových nápojů

5.1.1 Složení čerstvé syrovátky pro přípravu nápojů

Čerstvá syrovátka použitá pro přípravu syrovátkových nápojů byla měřena na přístroji MilkoScan FT 120. Před přidáním ostatních komponent receptur obsahovala syrovátka ze všech pokusů průměrně 0,49 % kaseinu, 0,9 % bílkovin, 0,33 % tuku, 5,24 % laktózy, 0,18 % kyseliny citronové a 0,11 % močoviny. Průměrná hustota vzorků byla 1027,9 g/cm³, kyselost 13,14 SH a celková sušina představovala 8,15 %.

Složení čerstvé, neupravené, kyselé syrovátky z výroby termotvarohu ze všech měření přehledně znázorňuje tabulka 3.

Tabulka 3: Složení čerstvé syrovátky použité pro výrobu syrovátkových nápojů ze 4 měření

| Měření | Kasein (%) | Hustota (g/cm ³) | Bílkoviny (%) | Tuk (%) | Celková sušina (%) | Laktóza (%) | Kyselost (SH) | Kyselina citronová (%) | Močovina (%) |
|--------|------------|------------------------------|---------------|---------|--------------------|-------------|---------------|------------------------|--------------|
| 1 | 0,52 | 1028,30 | 0,92 | 0,32 | 8,18 | 5,25 | 13,14 | 0,18 | 0,11 |
| 2 | 0,50 | 1028,10 | 0,90 | 0,30 | 8,14 | 5,25 | 13,34 | 0,17 | 0,11 |
| 3 | 0,45 | 1027,80 | 0,87 | 0,34 | 8,13 | 5,27 | 12,82 | 0,18 | 0,11 |
| 4 | 0,48 | 1027,30 | 0,92 | 0,35 | 8,15 | 5,18 | 13,27 | 0,18 | 0,12 |
| Průměr | 0,49 | 1027,88 | 0,90 | 0,33 | 8,15 | 5,24 | 13,14 | 0,18 | 0,11 |

5.1.2 Výsledky aktivní kyselosti syrovátkových nápojů

Během přípravy syrovátkových nápojů dle metodiky uvedené v kapitole 4.3.1 byly sledovány změny aktivní kyselosti pH metrem s vpichovou elektrodou. Aktivní kyselost byla měřena u syrovátky čisté, po přidání každé komponenty receptur a druhý den po skladování při teplotě 4 – 6 °C. Tabulka 4 uvádí pro přehlednost znovu zastoupení jednotlivých komponent (%) přidávaných do každé z receptur.

Tabulka 4: Receptury pro přípravu syrovátkových nápojů

| vzorek | Cukr (%) | Džus (%) | WPC (%) | Kyselina citronová (%) |
|--------|----------|----------|---------|------------------------|
| 1 | 6,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 6,0 | 20,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 8,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | 8,0 | 20,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 6,0 | 10,0 | 5,0 | 0,2 |
| 6 | 6,0 | 20,0 | 5,0 | 0,2 |
| 7 | 8,0 | 10,0 | 5,0 | 0,2 |
| 8 | 8,0 | 20,0 | 5,0 | 0,2 |

5.1.2.1 Syrovátkové nápoje s příchutí broskve

Aktivní kyselost neupravené syrovátky byla 4,86 pH. Je možné pozorovat snížení aktivní kyselosti syrovátky po přidavku džusu v závislosti na jeho přidávaném množství, které se lišilo mezi recepturami. Přídavek cukru neměl téměř žádný vliv na změnu aktivní kyselosti. Oproti tomu lze sledovat zvýšení pH při přidavku WPC. Při skladování hotového syrovátkového nápoje po dobu jednoho dne při teplotě 4 – 6 °C došlo znovu ke zvýšení aktivní kyselosti. Naměřené hodnoty pH po přidavku jednotlivých komponent a po jednom dni skladování pro vzorky různých receptur jsou uvedeny v tabulkách 5 a 6.

Tabulka 5: Změny hodnot aktivní kyselosti (pH) při výrobě syrovátkového nápoje s příchutí broskve bez přidání WPC a kyseliny citronové

| Receptura | Čistá syrovátka | Po přidavku džusu | Po přidavku cukru | Po skladování |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 1 | 4,86 | 4,31 | 4,33 | 4,75 |
| 2 | 4,86 | 4,18 | 4,22 | 4,68 |
| 3 | 4,86 | 4,31 | 4,42 | 4,66 |
| 4 | 4,86 | 4,15 | 4,18 | 4,58 |

Tabulka 6: Změny hodnot aktivní kyselosti (pH) při výrobě syrovátkového nápoje s příchutí broskve s přidáním WPC a kyseliny citronové

| Receptura | Čistá syrovátka | Po přidavku džusu | Po přidavku cukru | Po přidavku WPC | Po přidavku kyseliny citronové | Po skladování |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|---------------|
| 5 | 4,86 | 4,31 | 4,33 | 4,89 | 4,38 | 4,80 |
| 6 | 4,86 | 4,12 | 4,15 | 4,71 | 4,23 | 4,69 |
| 7 | 4,86 | 4,30 | 4,34 | 4,84 | 4,36 | 4,70 |
| 8 | 4,86 | 4,11 | 4,14 | 4,69 | 4,19 | 4,68 |

5.1.2.2 Syrovátkové nápoje s příchutí višně

Aktivní kyselost neupravené syrovátky byla 4,71 pH. Je možné pozorovat snížení aktivní kyselosti syrovátky po přidavku džusu v závislosti na jeho přidávaném množství, které se lišilo mezi recepturami. Přídavek cukru neměl téměř žádný vliv na změnu aktivní kyselosti. Oproti tomu lze sledovat zvýšení pH při přidavku WPC. Při skladování hotového syrovátkového nápoje po dobu jednoho dne při teplotě 4 – 6 °C došlo znovu ke zvýšení aktivní kyselosti. Naměřené hodnoty pH po přidavku jednotlivých komponent a po jednom dni skladování pro vzorky různých receptur jsou uvedeny v tabulkách 7 a 8.

Tabulka 7: Změny hodnot aktivní kyselosti (pH) při výrobě syrovátkového nápoje s příchutí višně bez přidání WPC a kyseliny citronové

| Receptura | Čistá syrovátka | Po přidavku džusu | Po přidavku cukru | Po skladování |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 1 | 4,71 | 4,12 | 4,16 | 4,65 |
| 2 | 4,71 | 4,02 | 4,07 | 4,54 |
| 3 | 4,71 | 4,21 | 4,26 | 4,66 |
| 4 | 4,71 | 4,00 | 4,06 | 4,58 |

Tabulka 8: Změny hodnot aktivní kyselosti (pH) při výrobě syrovátkového nápoje s příchutí višně s přidáním WPC a kyseliny citronové

| Receptura | Čistá syrovátka | Po přidavku džusu | Po přidavku cukru | Po přidavku WPC | Po přidavku kyseliny citronové | Po skladování |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|---------------|
| 5 | 4,71 | 4,13 | 4,25 | 4,61 | 4,11 | 4,8 |
| 6 | 4,71 | 3,96 | 4,05 | 4,67 | 4,15 | 4,72 |
| 7 | 4,71 | 4,24 | 4,30 | 4,92 | 4,27 | 4,67 |
| 8 | 4,71 | 3,98 | 4,04 | 4,42 | 3,98 | 4,7 |

5.1.2.3 Syrovátkové nápoje s příchutí manga

Aktivní kyselost neupravené syrovátky byla 4,78 pH. Je možné pozorovat snížení aktivní kyselosti syrovátky po přidavku džusu v závislosti na jeho přidávaném množství, které se lišilo mezi recepturami. Přídavek cukru neměl téměř žádný vliv na změnu aktivní kyselosti. Oproti tomu lze sledovat zvýšení pH při přidavku WPC. Při skladování hotového syrovátkového nápoje po dobu jednoho dne při teplotě 4 – 6 °C došlo znovu ke zvýšení aktivní kyselosti. Naměřené hodnoty pH po přidavku jednotlivých komponent a po jednom dni skladování pro vzorky různých receptur jsou uvedeny v tabulkách 9 a 10.

Tabulka 9: Změny hodnot aktivní kyselosti (pH) při výrobě syrovátkového nápoje s příchutí manga bez přidání WPC a kyseliny citronové

| Receptura | Čistá syrovátka | Po přidavku džusu | Po přidavku cukru | Po skladování |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 1 | 4,78 | 4,35 | 4,40 | 4,70 |
| 2 | 4,78 | 4,18 | 4,22 | 4,52 |
| 3 | 4,78 | 4,31 | 4,32 | 4,64 |
| 4 | 4,78 | 4,15 | 4,18 | 4,51 |

Tabulka 10: Změny hodnot aktivní kyselosti (pH) při výrobě syrovátkového nápoje s příchutí manga s přidáním WPC a kyseliny citronové

| Receptura | Čistá syrovátka | Po přidavku džusu | Po přidavku cukru | Po přidavku WPC | Po přidavku kyseliny citronové | Po skladování |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|---------------|
| 5 | 4,78 | 4,31 | 4,33 | 4,89 | 4,38 | 4,72 |
| 6 | 4,78 | 4,12 | 4,15 | 4,71 | 4,23 | 4,56 |
| 7 | 4,78 | 4,30 | 4,34 | 4,84 | 4,36 | 4,68 |
| 8 | 4,78 | 4,11 | 4,14 | 4,69 | 4,19 | 4,51 |

5.1.2.4 Syrovátkové nápoje s příchutí černého rybízu

Aktivní kyselost neupravené syrovátky byla 4,82 pH. Je možné pozorovat snížení aktivní kyselosti syrovátky po přidavku džusu v závislosti na jeho přidávaném množství, které se lišilo mezi recepturami. Přídavek cukru neměl téměř žádný vliv na změnu aktivní kyselosti. Oproti tomu lze sledovat zvýšení pH při přidavku WPC. Při skladování hotového syrovátkového nápoje po dobu jednoho dne při teplotě 4 – 6 °C došlo znovu ke zvýšení aktivní kyselosti. Naměřené hodnoty pH po přidavku jednotlivých komponent a po jednom dni skladování pro vzorky různých receptur jsou uvedeny v tabulkách 11 a 12.

Tabulka 11: Změny hodnot aktivní kyselosti (pH) při výrobě syrovátkového nápoje s příchutí černého rybízu bez přidání WPC a kyseliny citronové

| Receptura | Čistá syrovátka | Po přidavku džusu | Po přidavku cukru | Po skladování |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 1 | 4,82 | 4,22 | 4,34 | 4,65 |
| 2 | 4,82 | 4,12 | 4,16 | 4,54 |
| 3 | 4,82 | 4,21 | 4,32 | 4,66 |
| 4 | 4,82 | 4,15 | 4,12 | 4,58 |

Tabulka 12: Změny hodnot aktivní kyselosti (pH) při výrobě syrovátkového nápoje s příchutí černého rybízu s přidáním WPC a kyseliny citronové

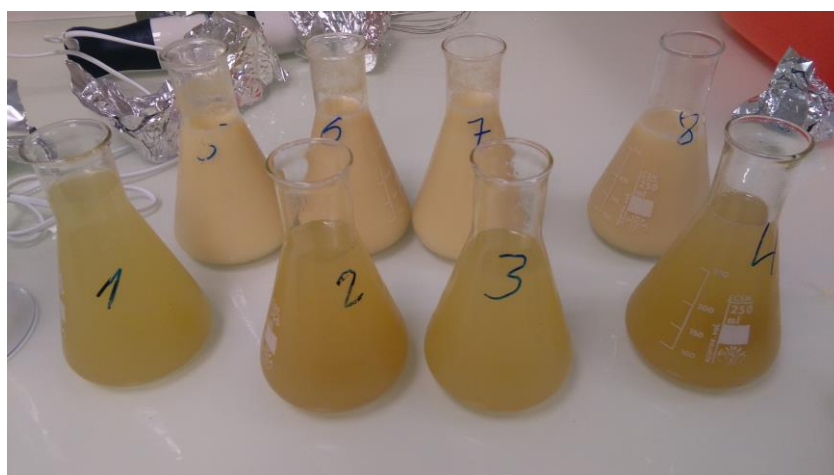
| Receptura | Čistá syrovátka | Po přidavku džusu | Po přidavku cukru | Po přidavku WPC | Po přidavku kyseliny citronové | Po skladování |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|---------------|
| 5 | 4,82 | 4,33 | 4,33 | 4,74 | 4,28 | 4,80 |
| 6 | 4,82 | 4,16 | 4,14 | 4,69 | 4,27 | 4,72 |
| 7 | 4,82 | 4,34 | 4,33 | 4,91 | 4,25 | 4,67 |
| 8 | 4,82 | 4,14 | 4,16 | 4,66 | 4,14 | 4,70 |

5.2 Výsledky sensorického hodnocení syrovátkových nápojů

Bylo hodnoceno 8 vzorků od každé příchutě z celkem 4 pokusů. Receptury pro jednotlivé vzorky jsou uvedeny v tabulce 4 v kapitole 5.1.2. Posuzovanými sensorickými ukazateli byly: celkový vzhled, příjemnost barvy, příjemnost vůně, příjemnost konzistence, celková příjemnost chuti, intenzita ovocné chuti, intenzita mléčné chuti, intenzita syrovátkové chuti, celková intenzita pachutí a celkové hodnocení nápoje. Po šetrné pasteraci byly vzorky vizuálně kontrolovány pro případ denaturace syrovátkových bílkovin a vzniku koagulátu. Sraženina nebyla u žádného z nápojů pozorována. Syrovátkové nápoje s přidáním WPC byly ovšem hustší konzistence s mléčně kalnou barvou. Obrázek 5 ukazuje rozdíly v zabarvení nápojů bez přidaného WPC (nápoje 1 – 4) a s přidaným WPC (nápoje 4 – 8). Deskriptor „Celkové hodnocení nápoje“ byl považován za nejdůležitější faktor při hodnocení.

Výsledky sensorického hodnocení byly statisticky zpracovány a zaznamenány do tabulek a grafů.

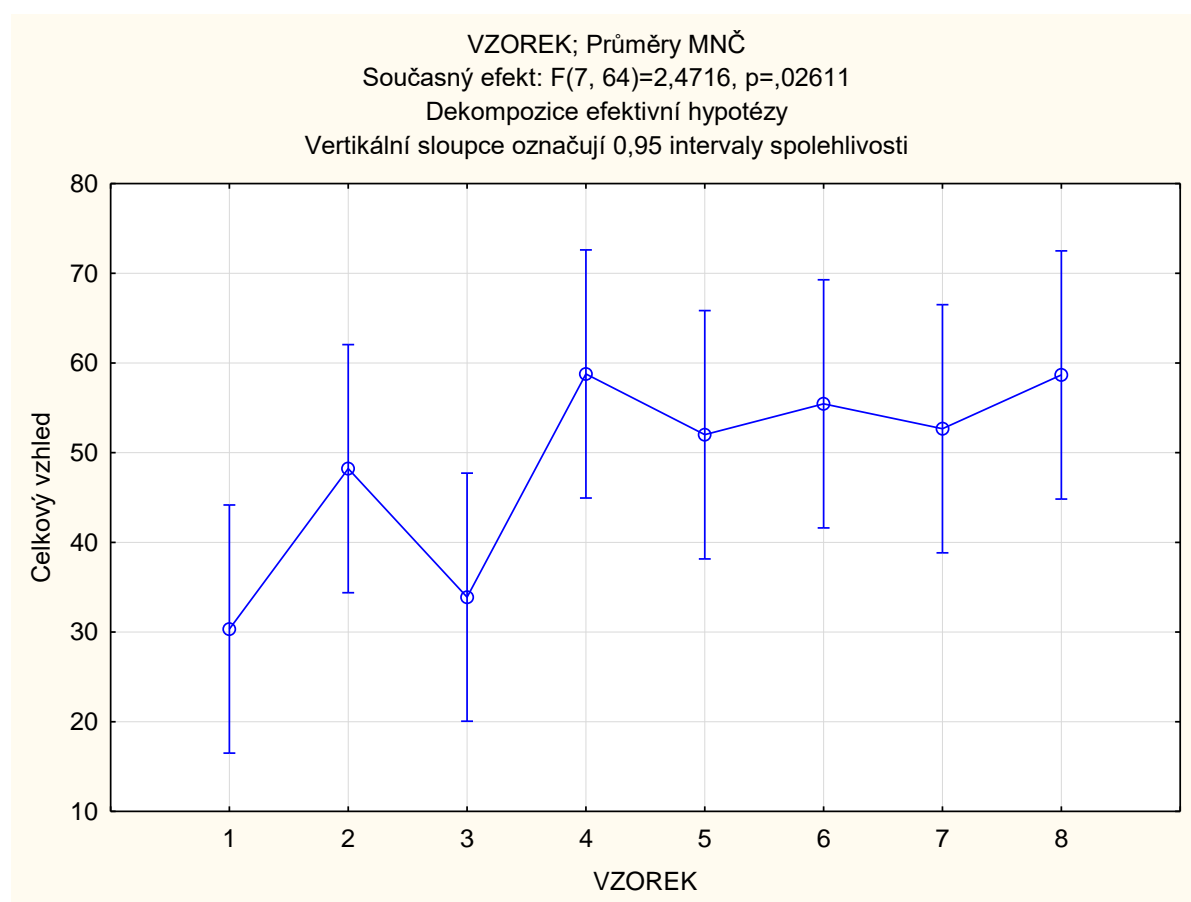
Obrázek 5: Rozdíly zabarvení mezi nápoji s WPC a bez WPC



5.2.1 Syrovátkové nápoje s příchutí broskve

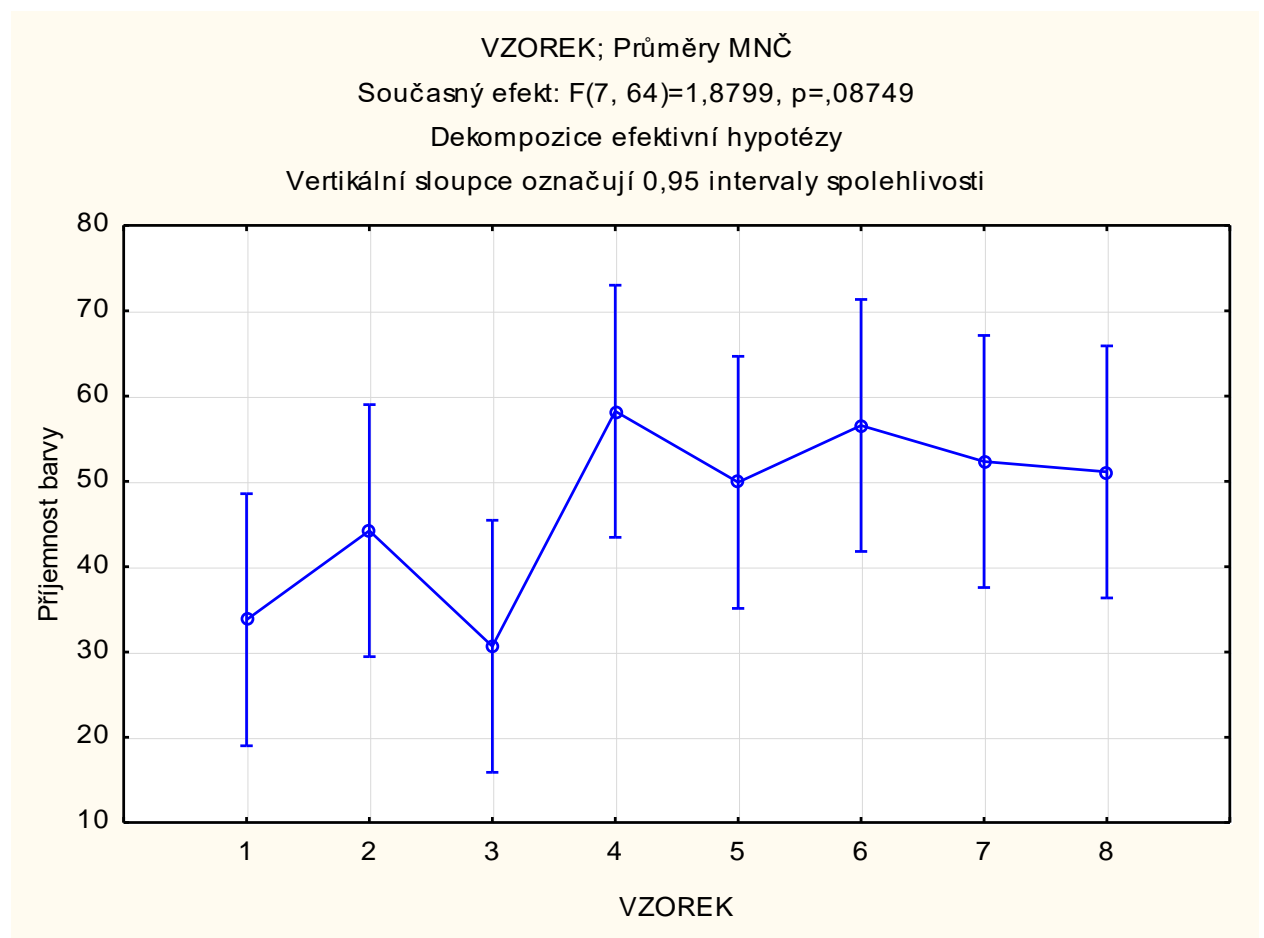
Pro deskriptor „Celkový vzhled“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 8 s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 4 obsahující 8 % cukru a 20 % džusu. Nejhůře hodnocený vzorek č. 1 obsahoval pouze 6 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky byl metodou jednofaktorová ANOVA zjištěn statisticky významný rozdíl metodou jednofaktorová ANOVA na hladině významnosti $p = 0,02611$. Tukeyův HSD test, ani Kruskal Wallisova ANOVA, která je robustnější než jednofaktorová ANOVA, neprokázaly statisticky významný rozdíl mezi vzorky 1 – 8. To se dá vysvětlit tím, že p hodnota je velice blízká hodnotě hladiny významnosti $\alpha (0,05)$. Testováním na hladině významnosti $\alpha (0,01)$, nebyl opět mezi vzorky zjištěn žádný statisticky významný rozdíl. Graf 1 a příloha 6 zobrazují hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 7 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 1: Celkový vzhled syrovátkových nápojů s příchutí broskve



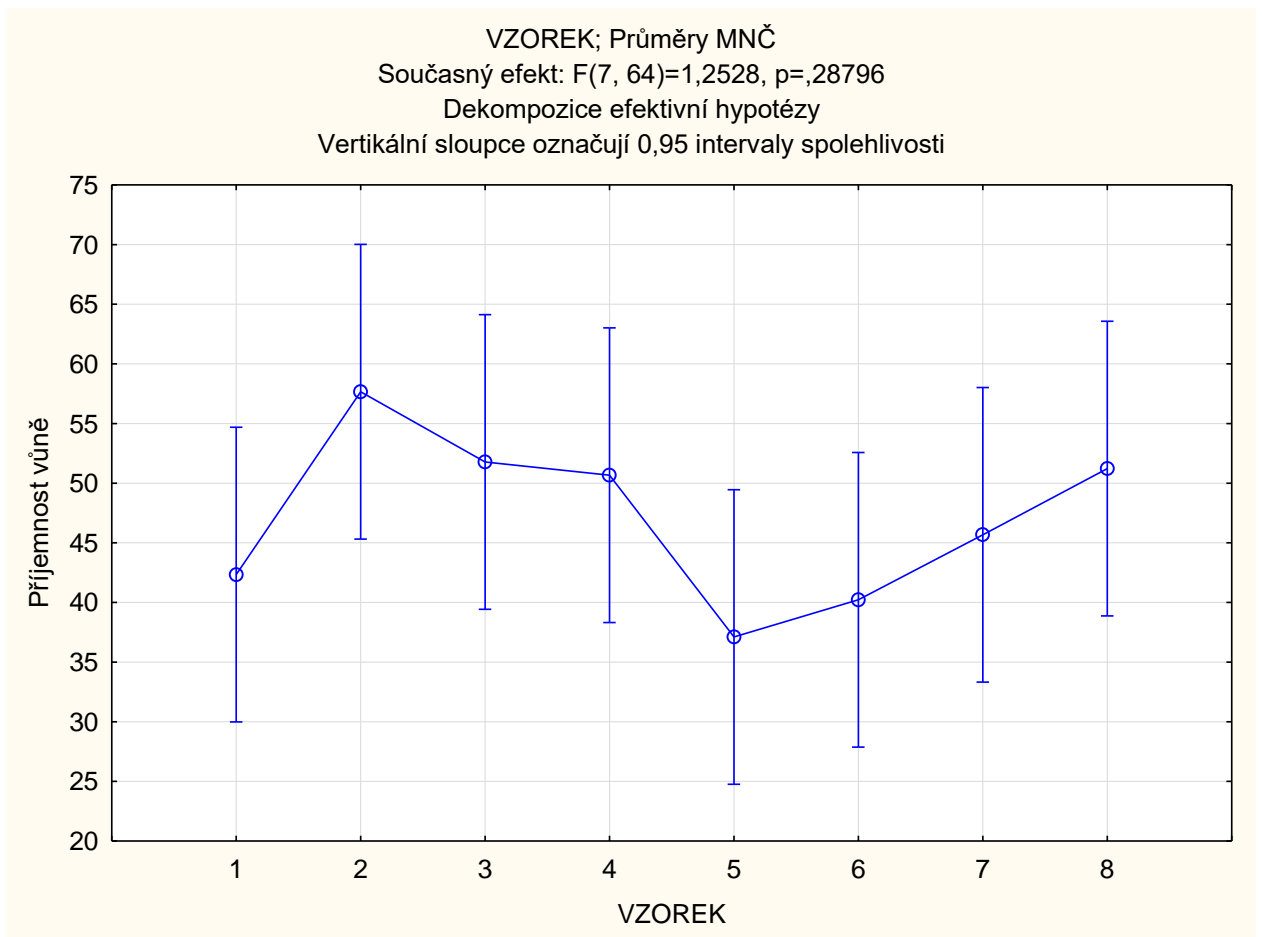
Pro deskriptor „Příjemnost barvy“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 6 obsahující 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 3 obsahoval pouze 8 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,08749$. Graf 2 a Příloha 6 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 7 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 2: Příjemnost barvy syrovátkových nápojů s příchutí broskve



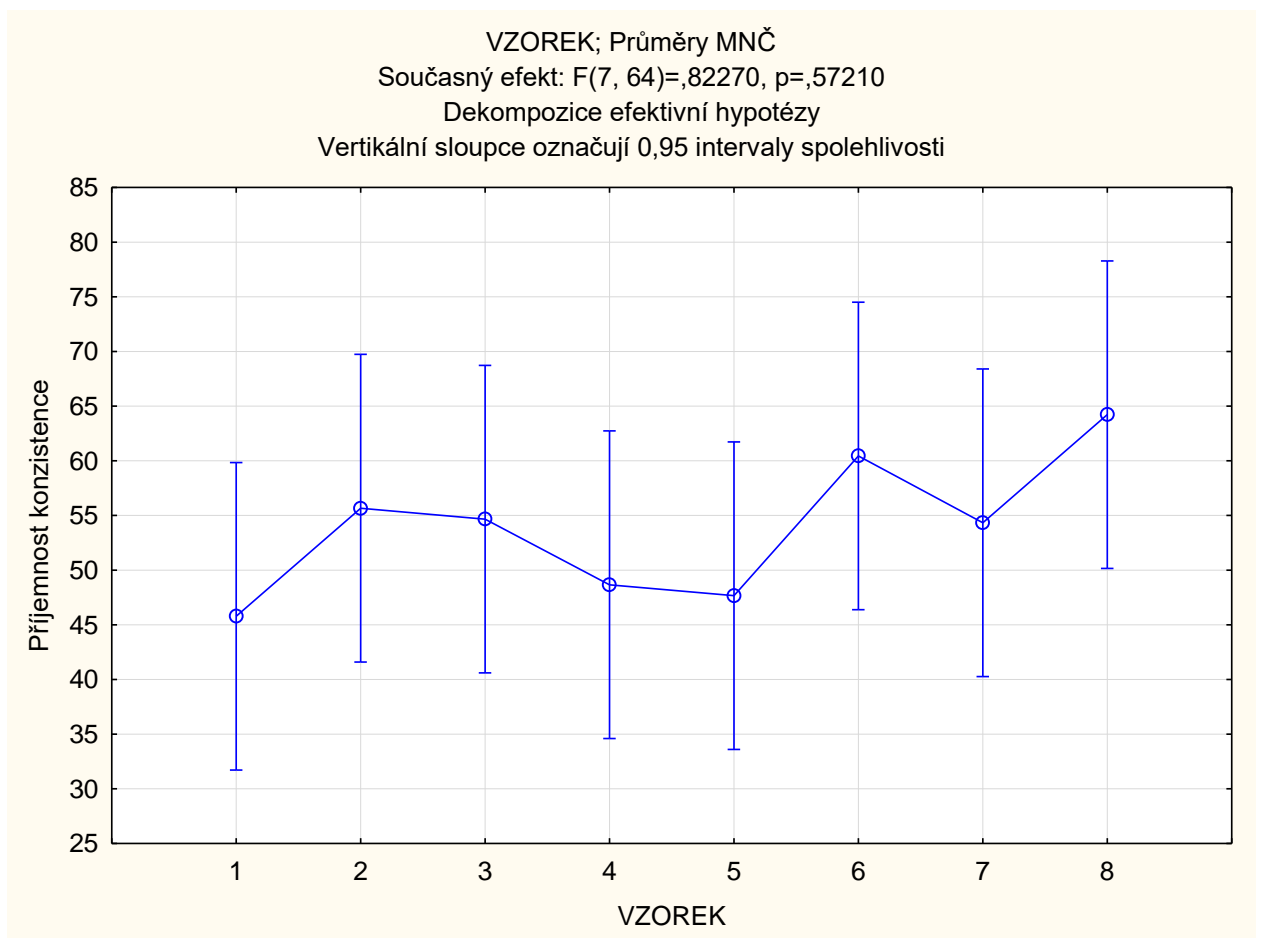
Pro deskriptor „Příjemnost vůně“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 2 s 6 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 3 obsahující 8 % cukru, 10 % džusu. Nejhorše hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,28796$. Graf 3 a Příloha 6 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 7 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 3: Příjemnost vůně syrovátkových nápojů s příchutí broskve



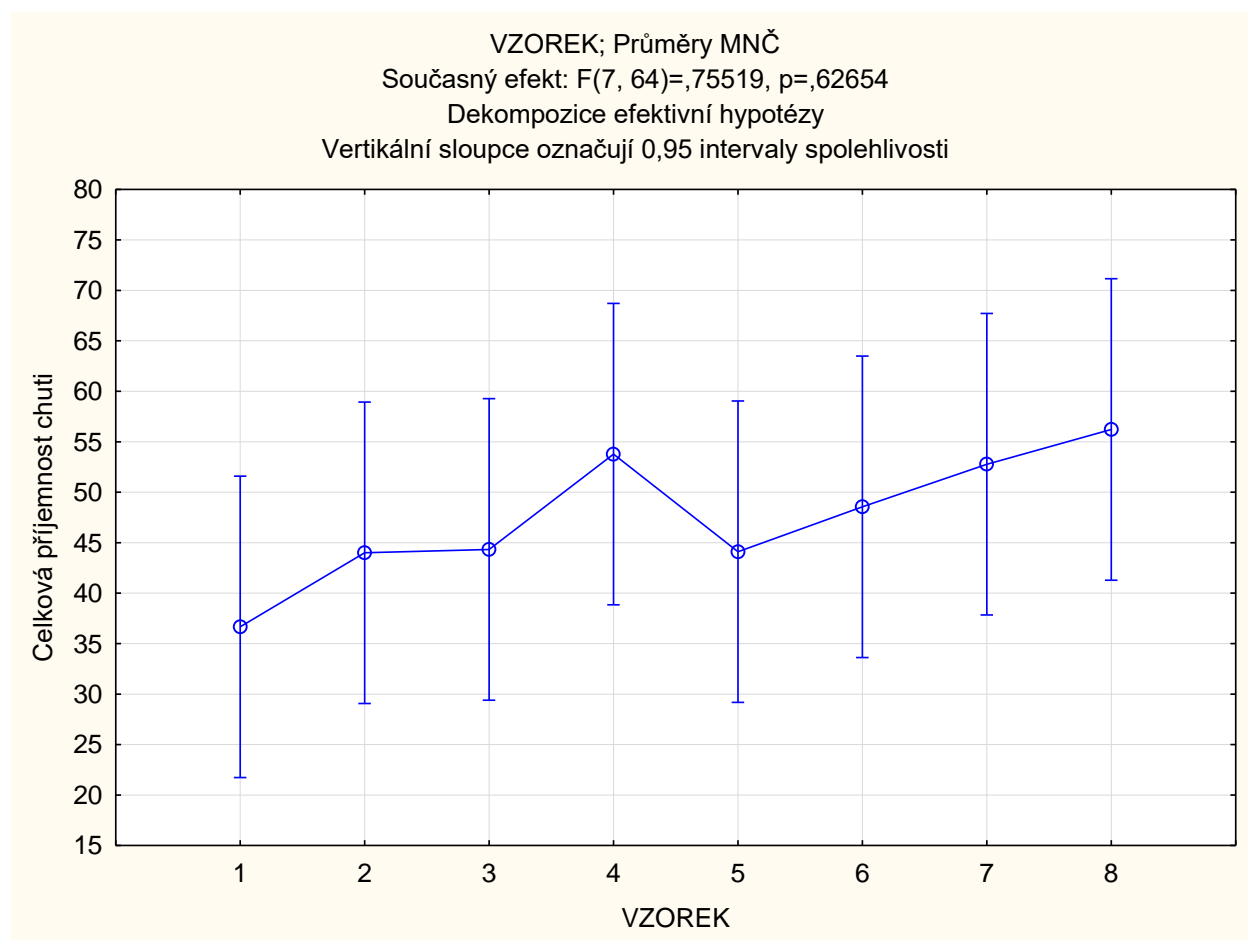
Pro deskriptor „Příjemnost konzistence“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 8 s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 6 obsahující 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 1 obsahoval pouze 6 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,57210$. Graf 4 a Příloha 6 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 7 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 4: Příjemnost konzistence syrovátkových nápojů s příchutí broskve



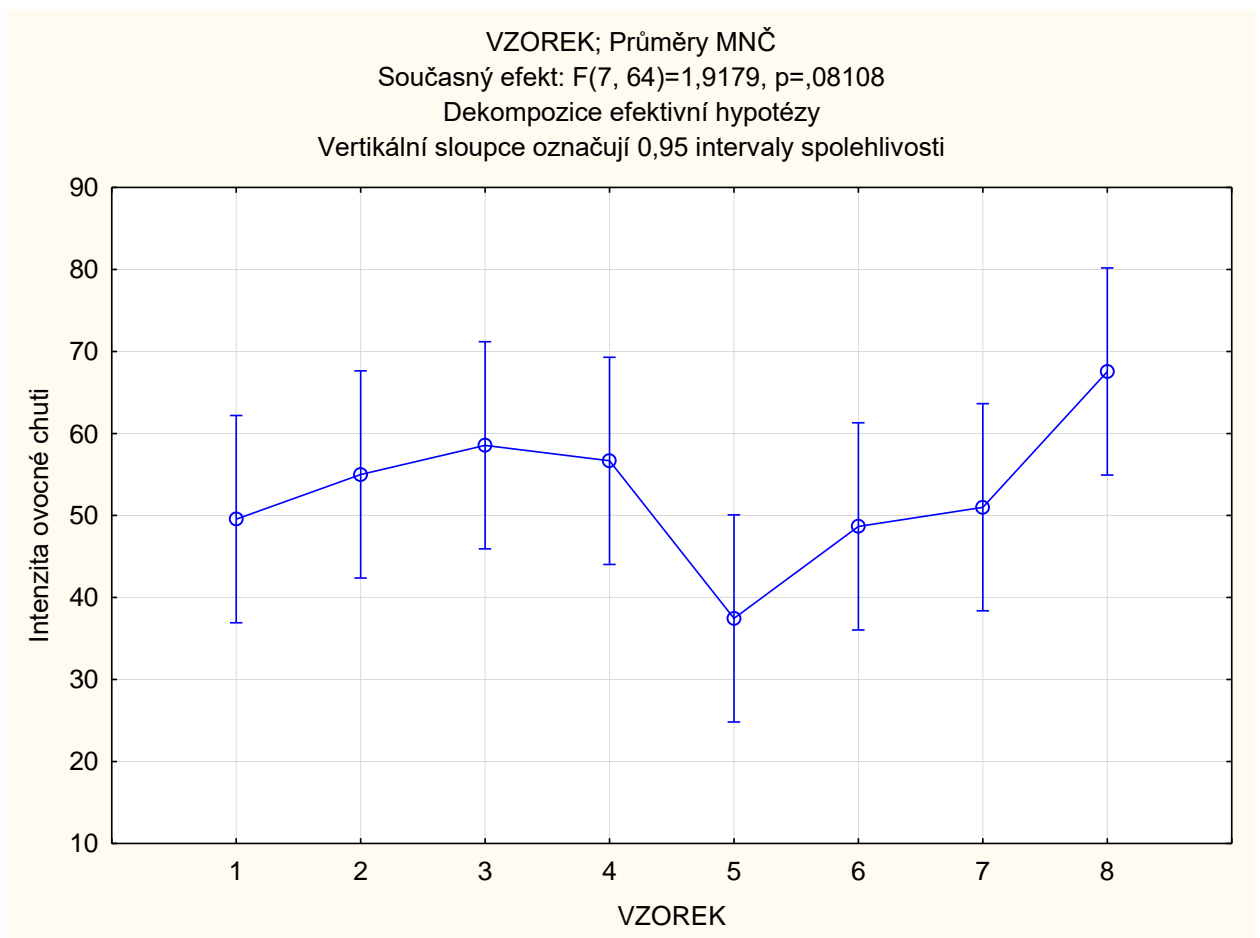
Pro deskriptor „Celková příjemnost“ chuti byl nejlépe hodnocen nápoj č. 8 s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 4 obsahující 8 % cukru a 20 % džusu. Nejhůře hodnocený vzorek č. 1 obsahoval pouze 6 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,62654$. Graf 5 a Příloha 6 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 7 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 5: Celková příjemnost chuti syrovátkových nápojů s příchutí broskve



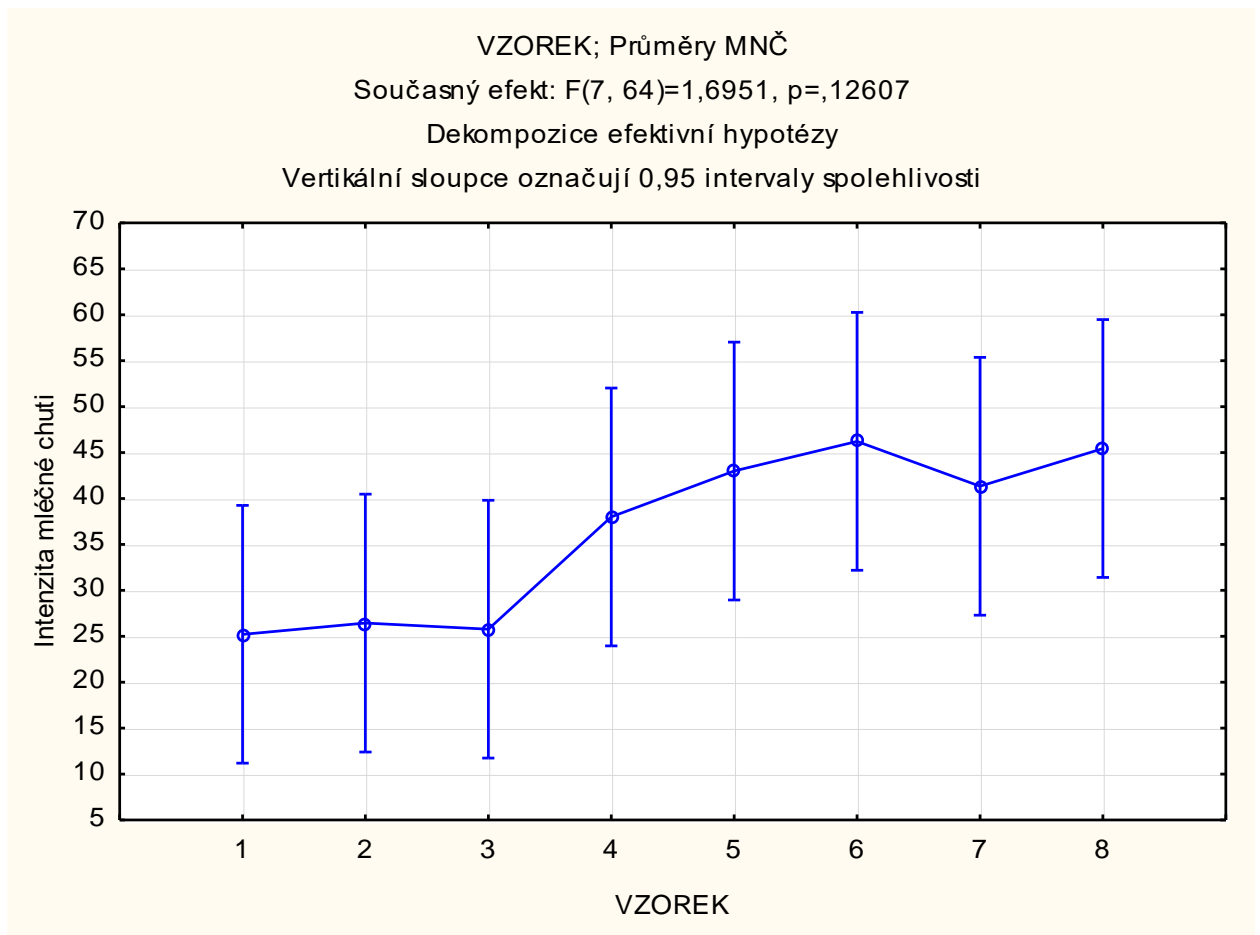
Pro deskriptor „Intenzita ovocné chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 8 s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 3 obsahující 8 % cukru a 10 % džusu. Nejhorše hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,08108$. Graf 6 a Příloha 6 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 7 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 6: Intenzita ovocné chuti syrovátkových nápojů s příchutí broskve



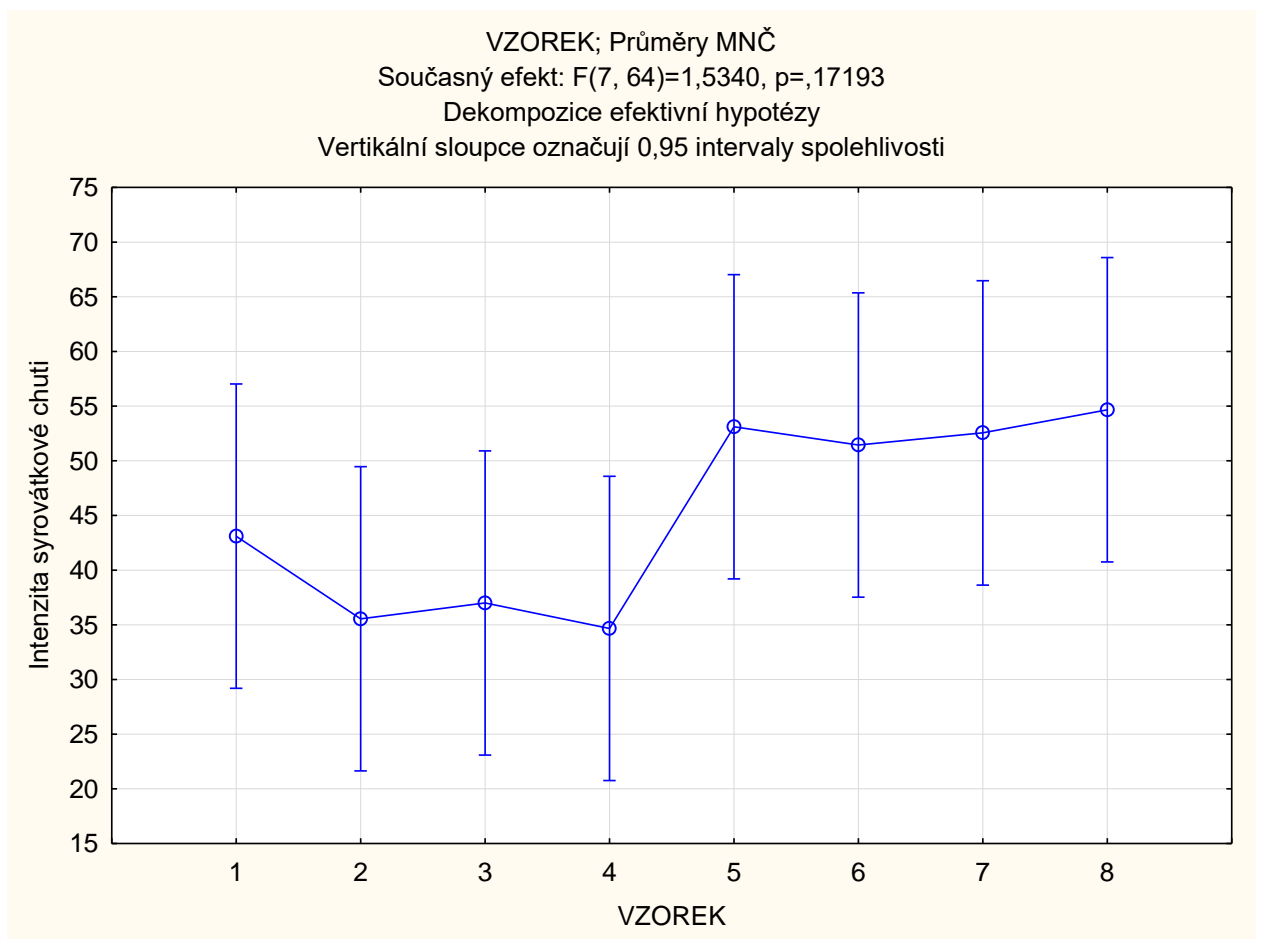
Pro deskriptor „Intenzita mléčné chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 6 s 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 8 obsahující 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 1 obsahoval pouze 6 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,12607$. Graf 7 a Příloha 6 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 7 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 7: Intenzita mléčné chuti syrovátkových nápojů s příchutí broskve



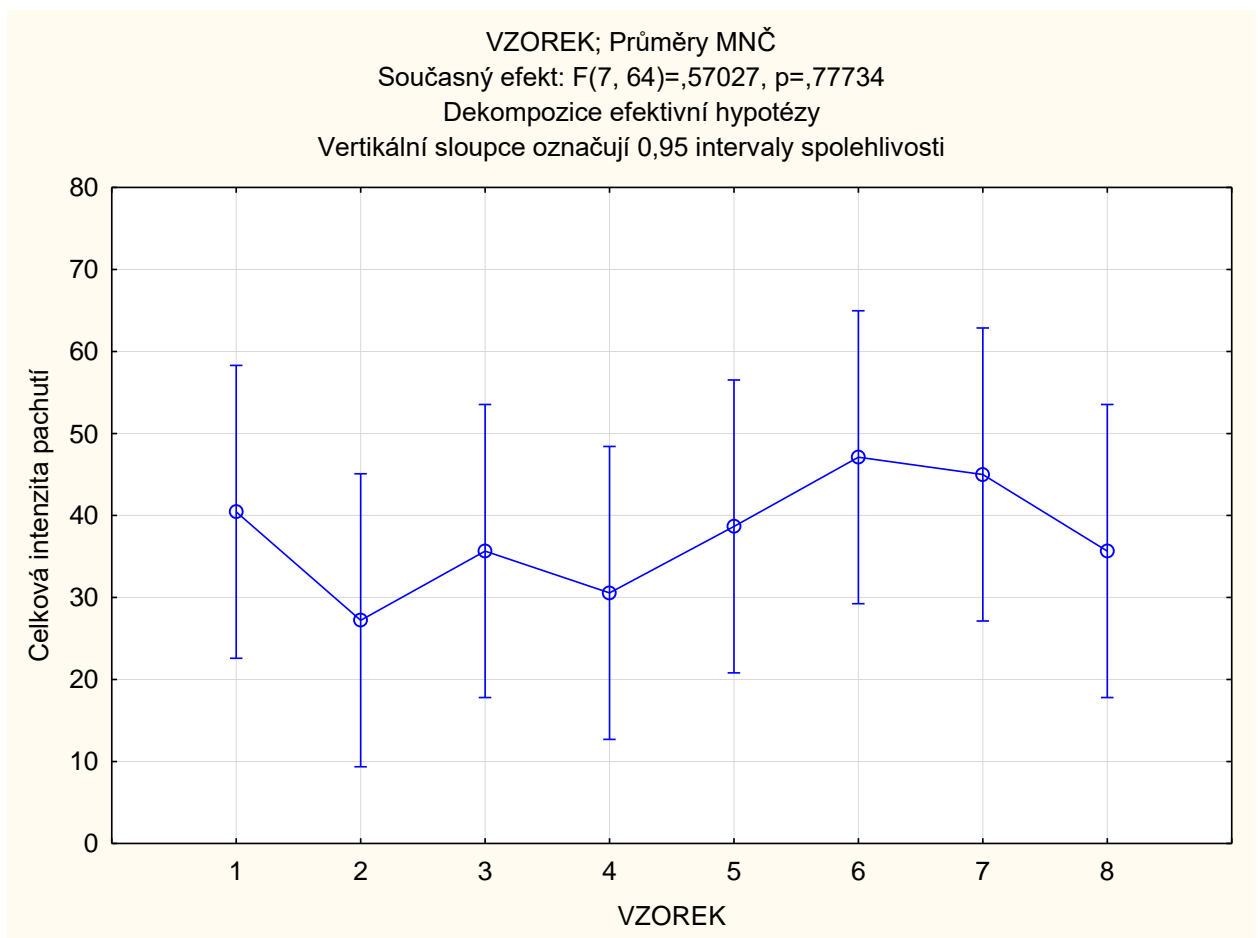
Pro deskriptor „Intenzita syrovátkové chuti“ byl jako nápoj s nejmenší intenzitou hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 2 obsahující 6 % cukru a 20 % džusu. Nejhůře hodnocený vzorek č. 8 obsahoval 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,85911$. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,17193$. Graf 8 a Příloha 6 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 7 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 8: Intenzita syrovátkové chuti syrovátkových nápojů s příchutí broskve



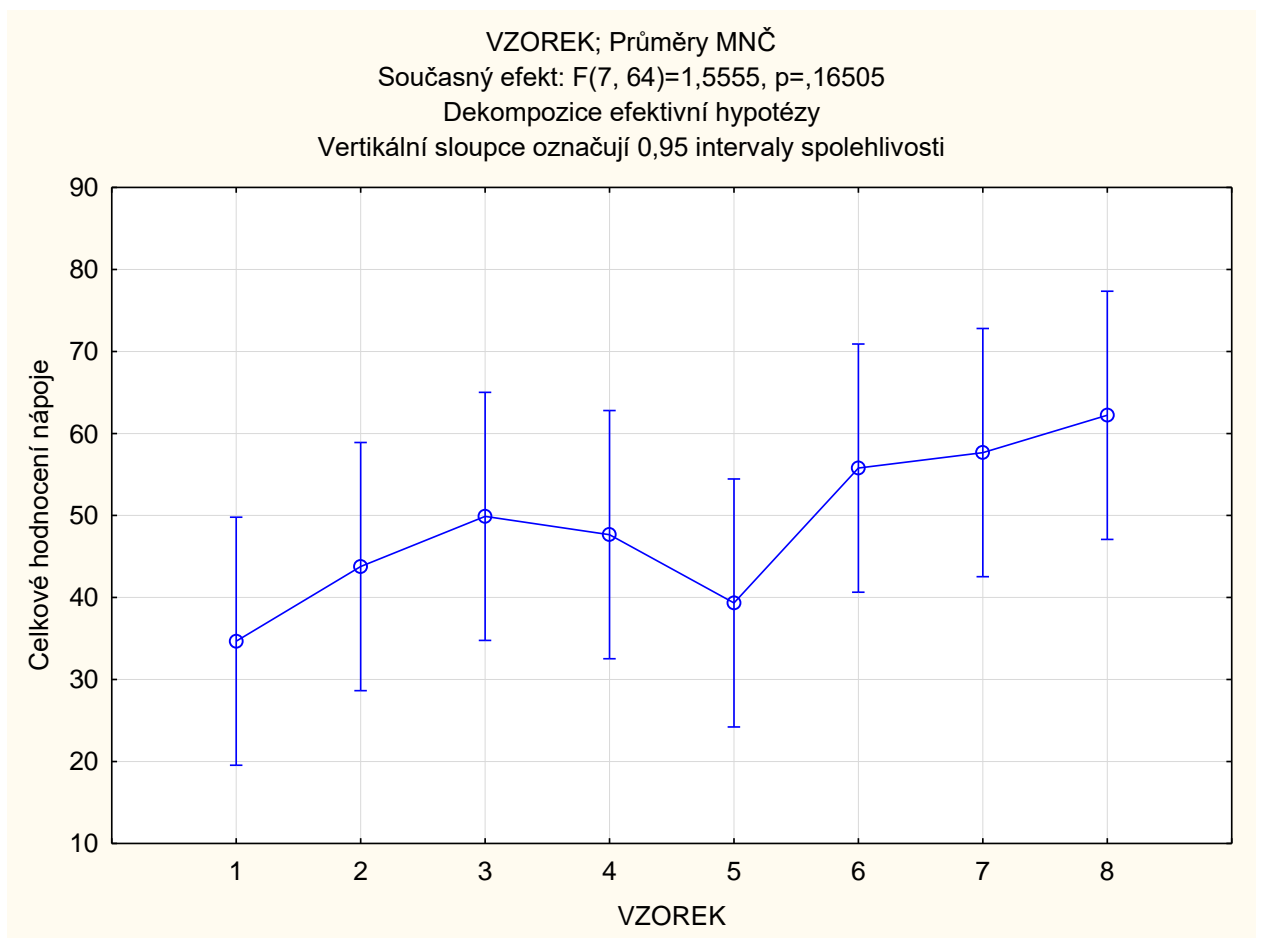
Pro deskriptor „Celková intenzita pachutí“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 2 s pouze 6 % cukru a 20 % džusu, tento vzorek měl nejmenší intenzitu pachutí. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 4 obsahující 8 % cukru a 20 % džusu. Vzorek s největší intenzitou pachutí č. 6 obsahoval 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,77734$. Graf 9 a Příloha 6 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 7 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 9: Celková intenzita pachutí syrovátkových nápojů s příchutí broskve



Pro deskriptor „Celkové hodnocení nápoje“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 8 s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 7 obsahující 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhorše hodnocený vzorek č. 1 obsahoval pouze 6 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,16505$. Graf 10 a Příloha 6 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 7 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

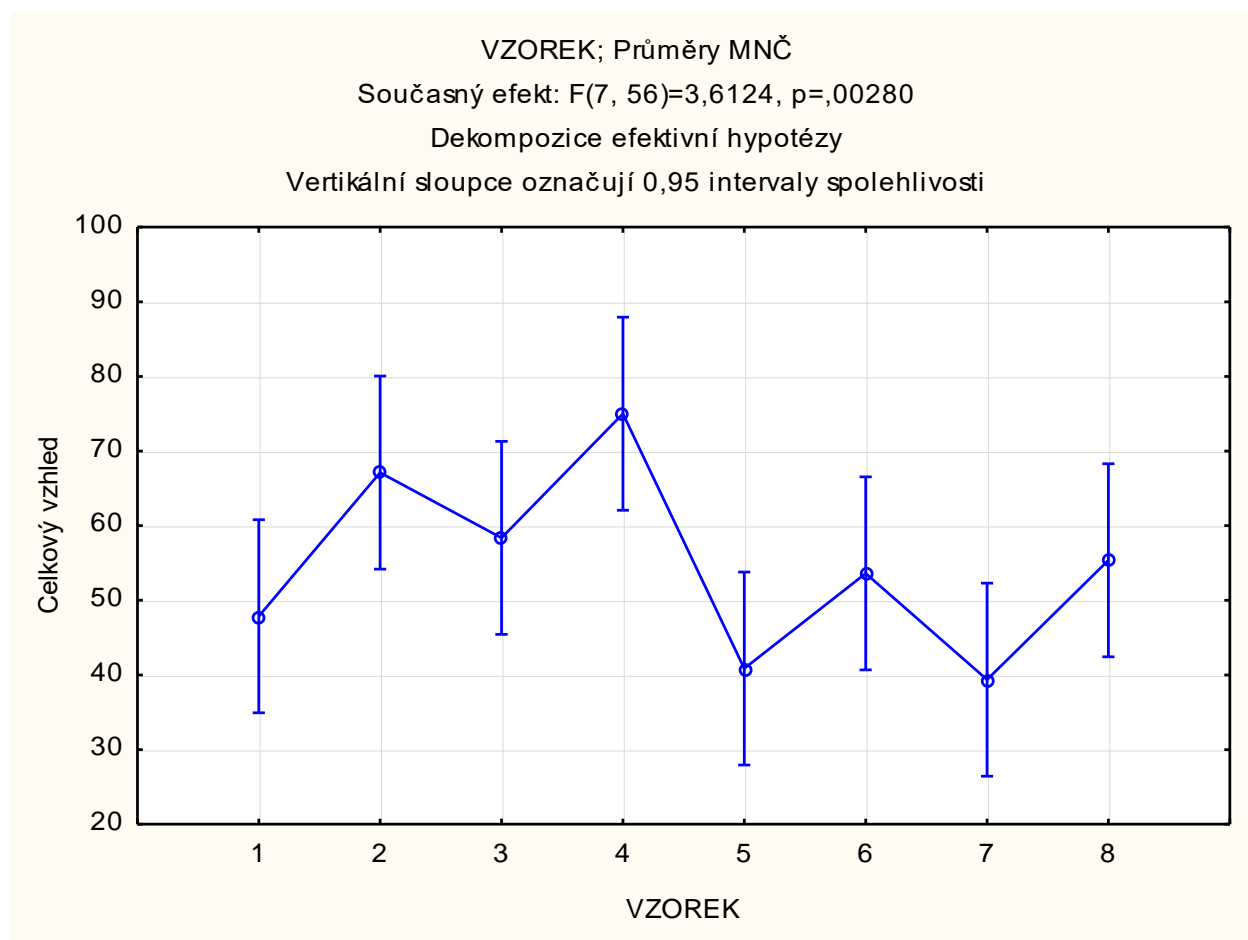
Graf 10: Celkové hodnocení syrovátkových nápojů s příchutí broskve



5.2.2 Syrovátkové nápoje s příchutí višně

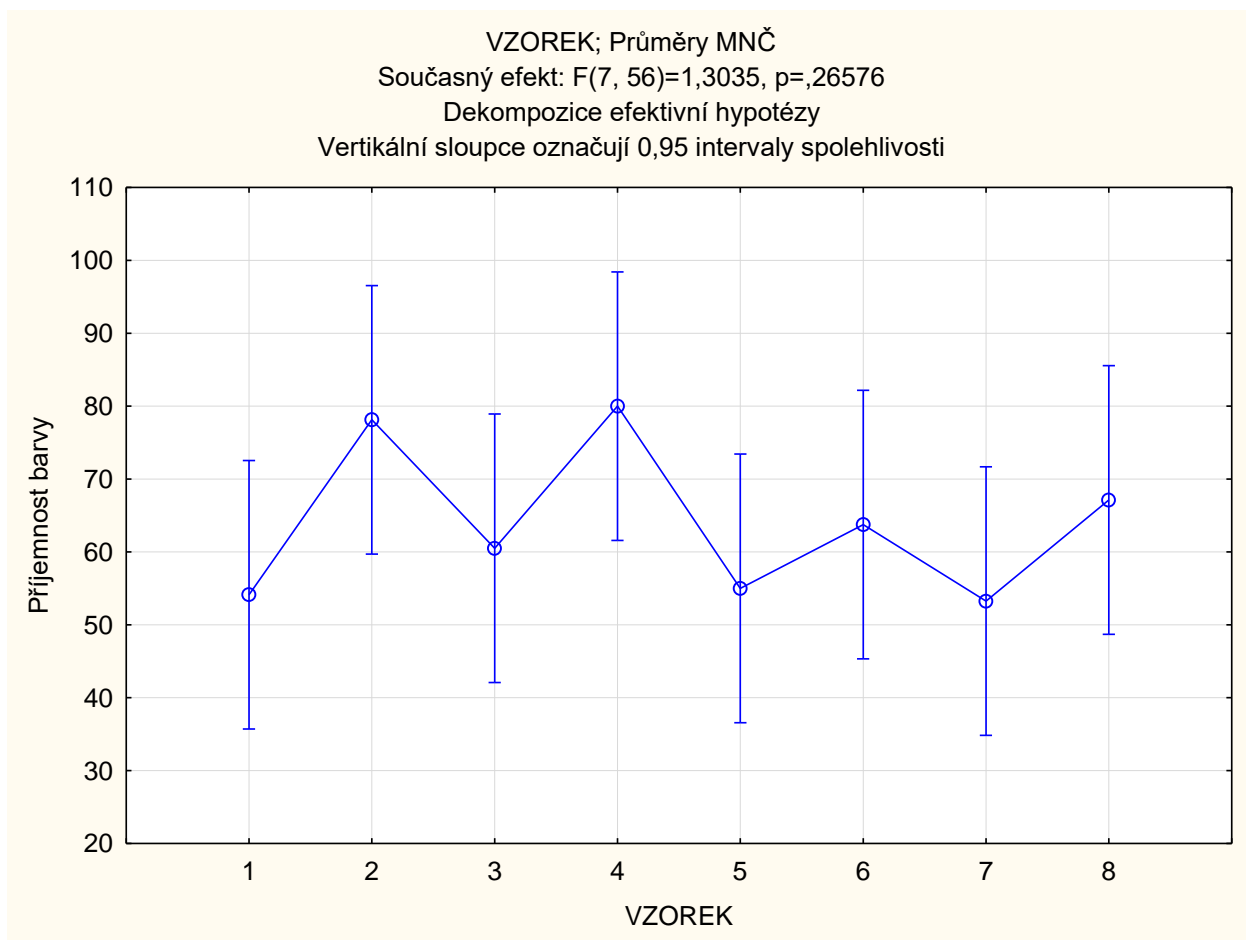
Pro deskriptor „Celkový vzhled“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 2 obsahující 6 % cukru a 20 % džusu. Nejhorše hodnocený vzorek č. 7 obsahoval 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky byl metodou jednofaktorová ANOVA zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,00280$. Dle Tukeyho HSD testu bylo zjištěno, že se mezi sebou statisticky významně neliší vzorky 1 – 3 a 5 – 8, oproti tomu jsou mezi sebou významně statisticky odlišné vzorky 4 – 5 i 4 a 7. Graf 11 a Příloha 8 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 9 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 11: Celkový vzhled syrovátkových nápojů s příchutí višně



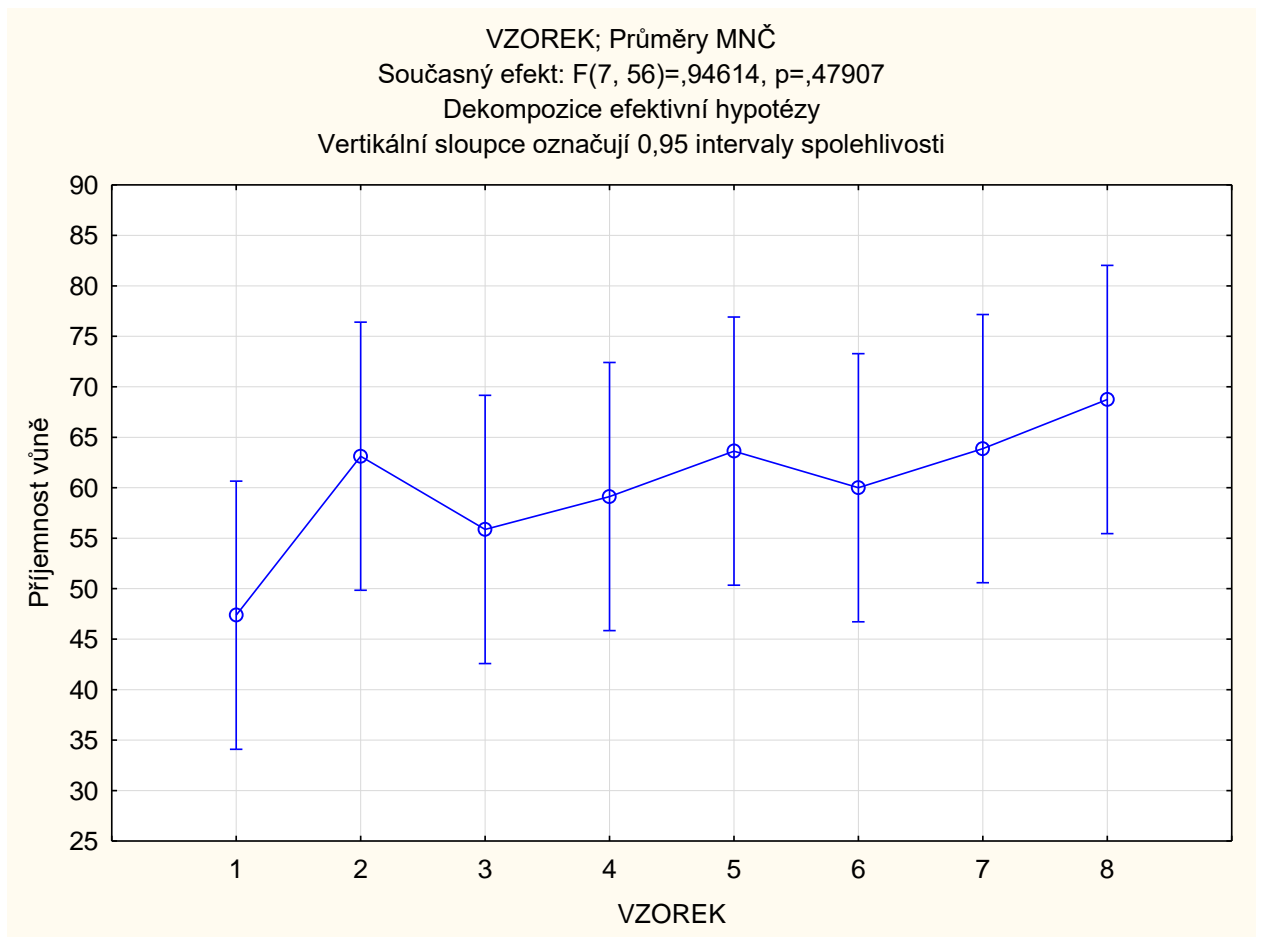
Pro deskriptor „Příjemnost barvy“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 2 obsahující 6 % cukru a 20 % džusu. Nejhůře hodnocený vzorek č. 7 obsahoval 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,26576$. Graf 12 a Příloha 8 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 9 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 12: Příjemnost barvy syrovátkových nápojů s příchutí višně



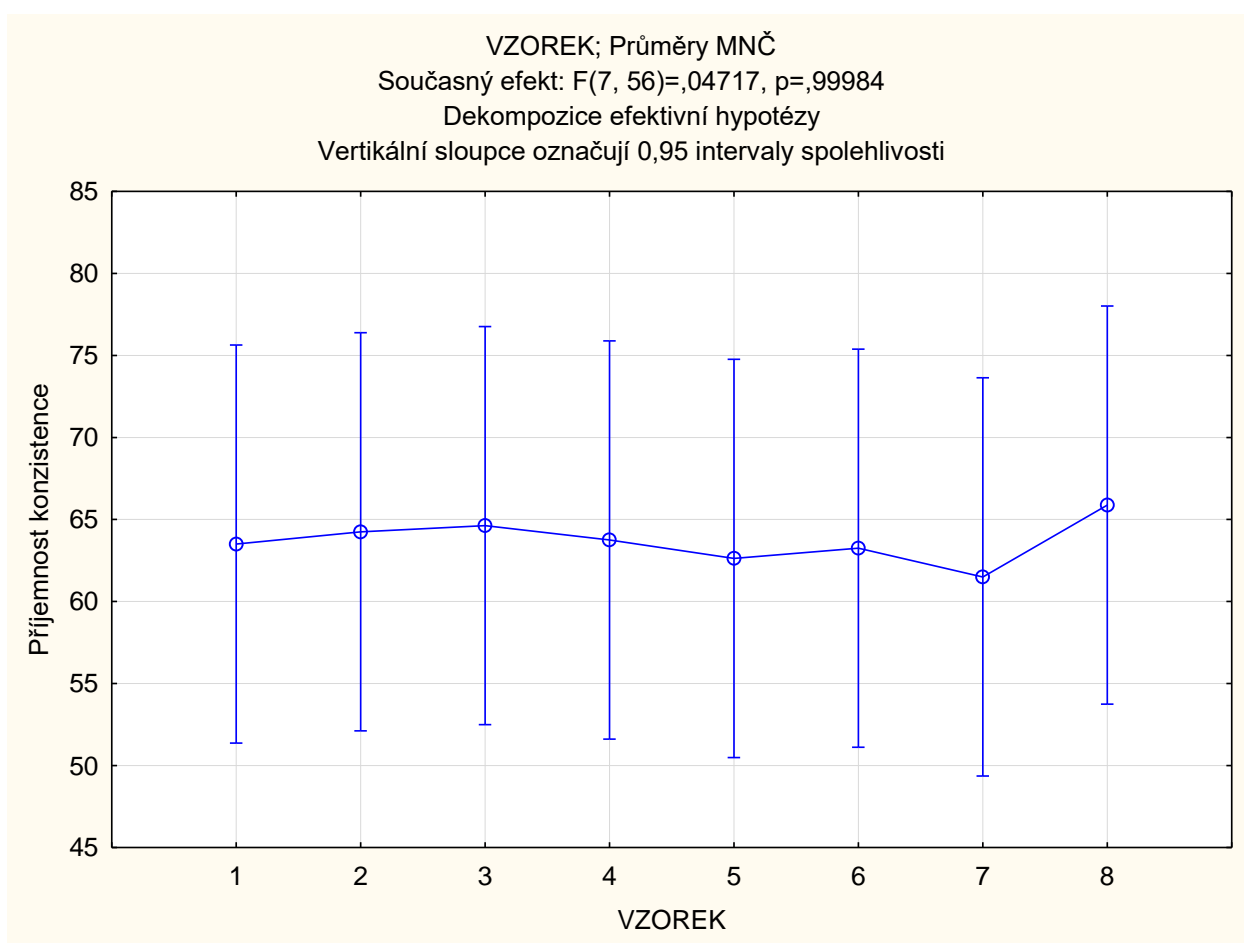
Pro deskriptor „Příjemnost vůně“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 8 s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 7 obsahující 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 1 obsahoval pouze 6 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,47907$. Graf 13 a Příloha 8 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 9 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 13: Příjemnost vůně syrovátkových nápojů s příchutí višně



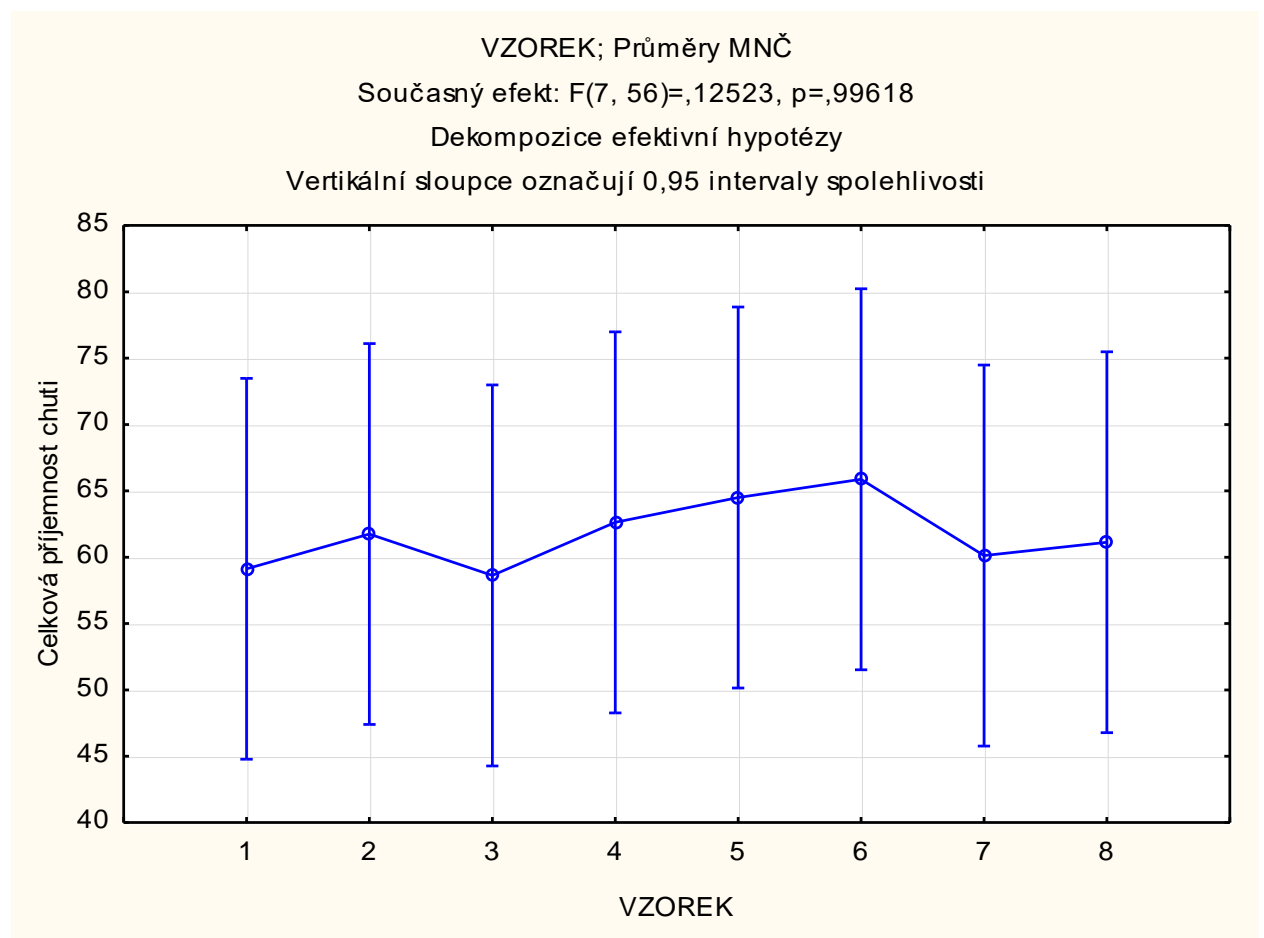
Pro deskriptor „Příjemnost konzistence“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 8 s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 3 obsahující 8 % cukru a 10 % džusu. Nejhůře hodnocený vzorek č. 7 obsahoval 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,99984$. Graf 14 a Příloha 8 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 9 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 14: Příjemnosti konzistence syrovátkových nápojů s příchutí višně



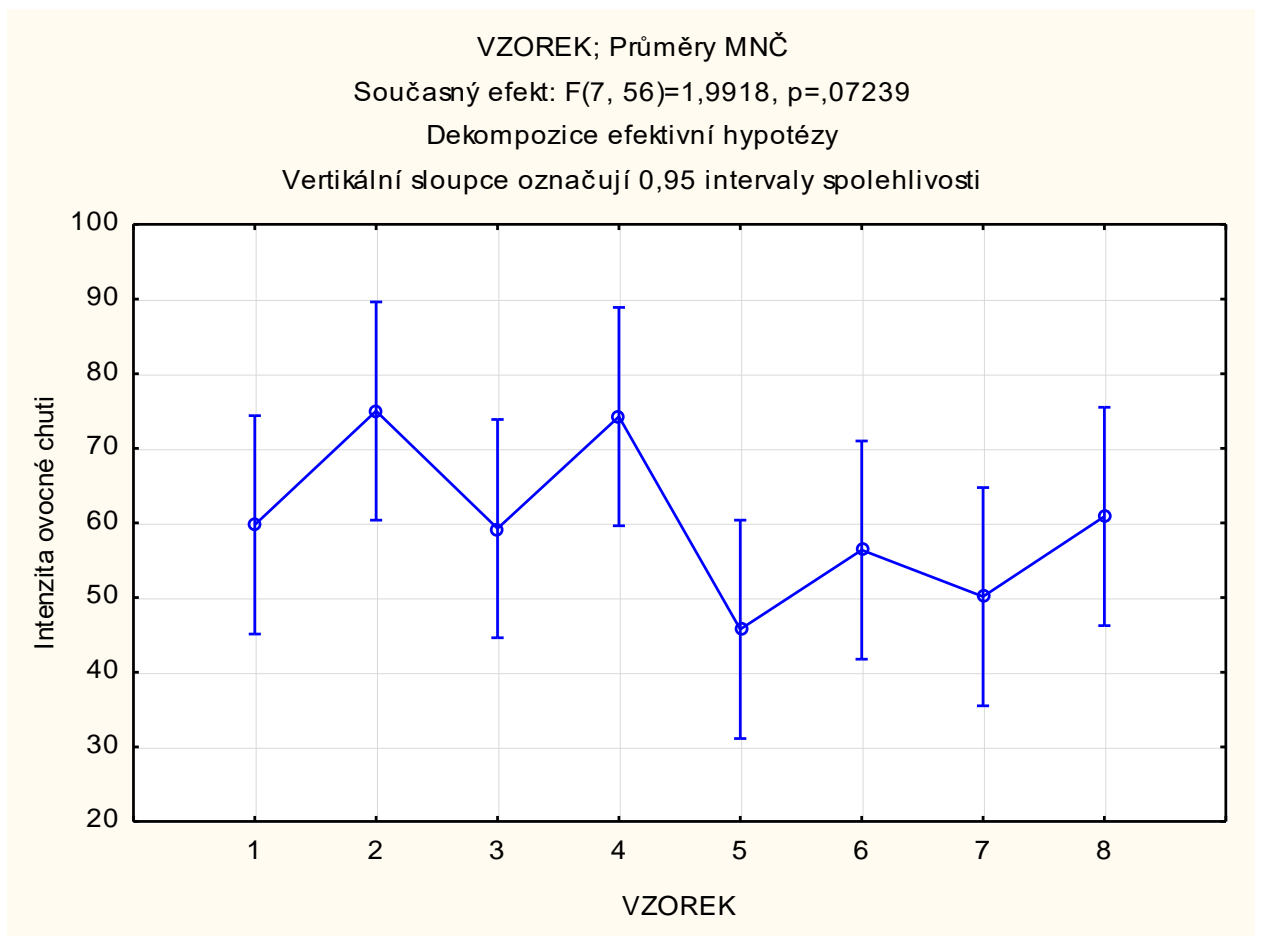
Pro deskriptor „Celková příjemnost chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 6 s 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 5 obsahující 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 3 obsahoval pouze 8 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,99618$. Graf 15 a Příloha 8 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 9 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 15: Celková příjemnost chuti syrovátkových nápojů s příchutí višně



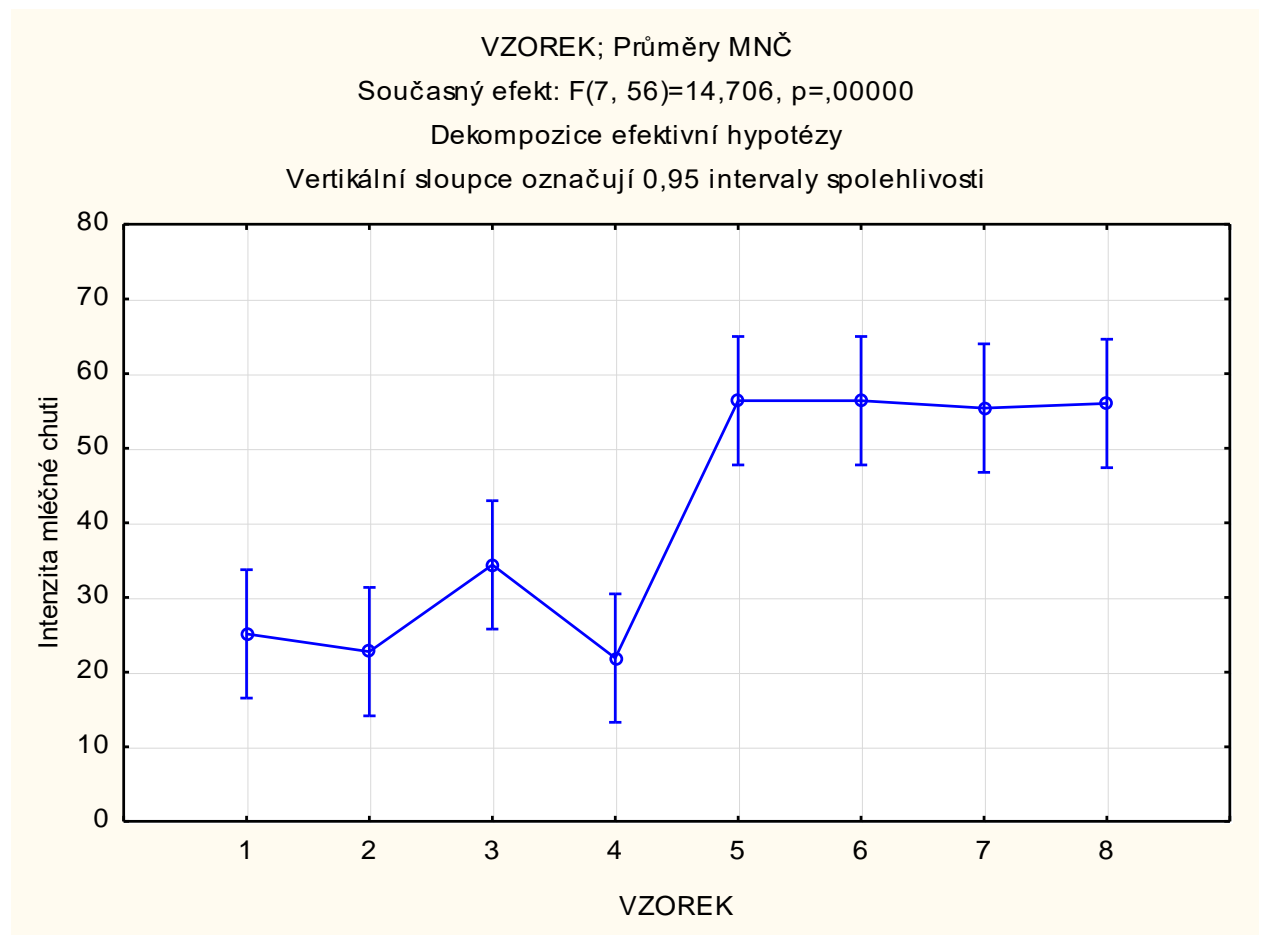
Pro deskriptor „Intenzita ovocné chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 2 s 6 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 4 obsahující 8 % cukru a 20 % džusu. Nejhůře hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 20 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,07239$. Graf 16 a Příloha 8 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 9 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 16: Intenzita ovocné chuti syrovátkových nápojů s příchutí višně



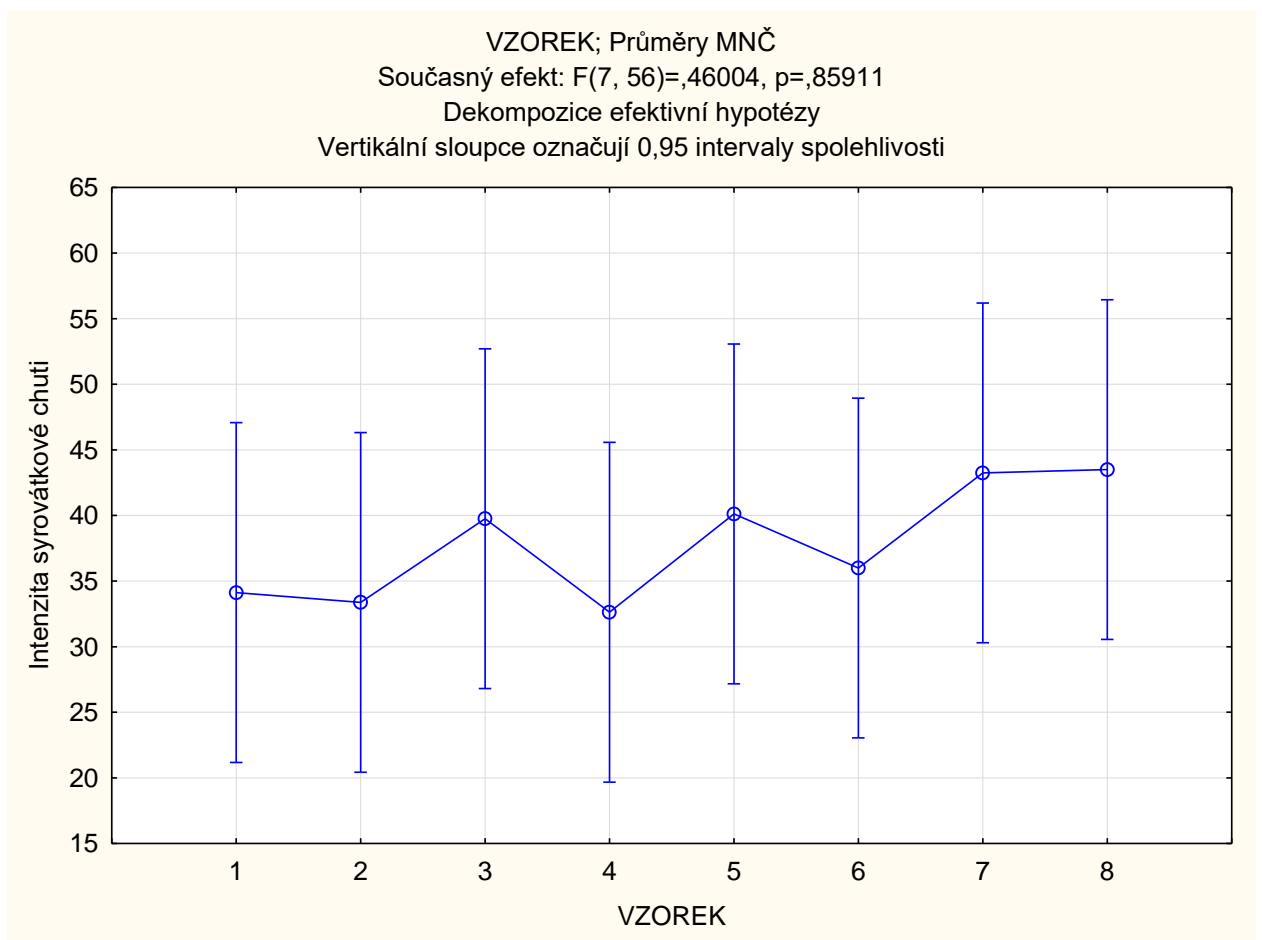
Pro deskriptor „Intenzita mléčné chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 5 s 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC a nápoj č. 6 se stejným hodnocením, který obsahoval 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 4 obsahoval 8 % cukru a 20 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky byl metodou jednofaktorová ANOVA zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,0000$. Dle Tukeyho HSD testu bylo zjištěno, že se mezi sebou statisticky významně neliší vzorky 1 – 4 a 5 – 8, oproti tomu je mezi sebou významně statisticky odlišná první čtveřice vzorků (1 – 4) od druhé (5 – 8). Graf 17 a Příloha 8 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 9 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 17: Intenzita mléčné chuti syrovátkových nápojů s příchutí višně



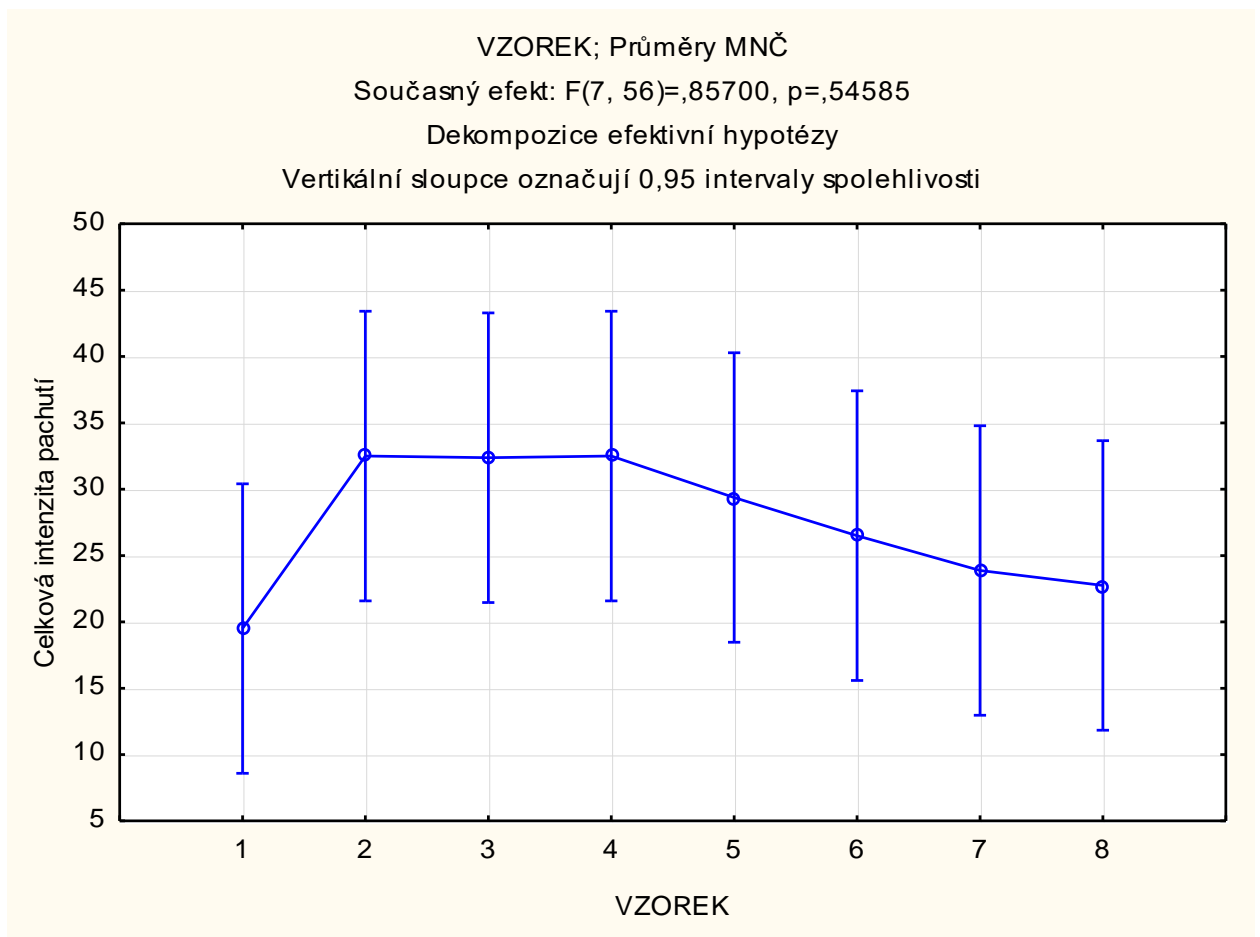
Pro deskriptor „Intenzita syrovátkové chuti“ byl jako nápoj s nejmenší intenzitou hodnocen vzorek č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším nápojem byl dle hodnocení nápoj č. 2 obsahující 6 % cukru a 20 % džusu. Nejhorše hodnocený vzorek č. 8 obsahoval 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,85911$. Graf 18 a Příloha 8 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 9 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 18: Intenzita syrovátkové chuti syrovátkových nápojů s příchutí višně



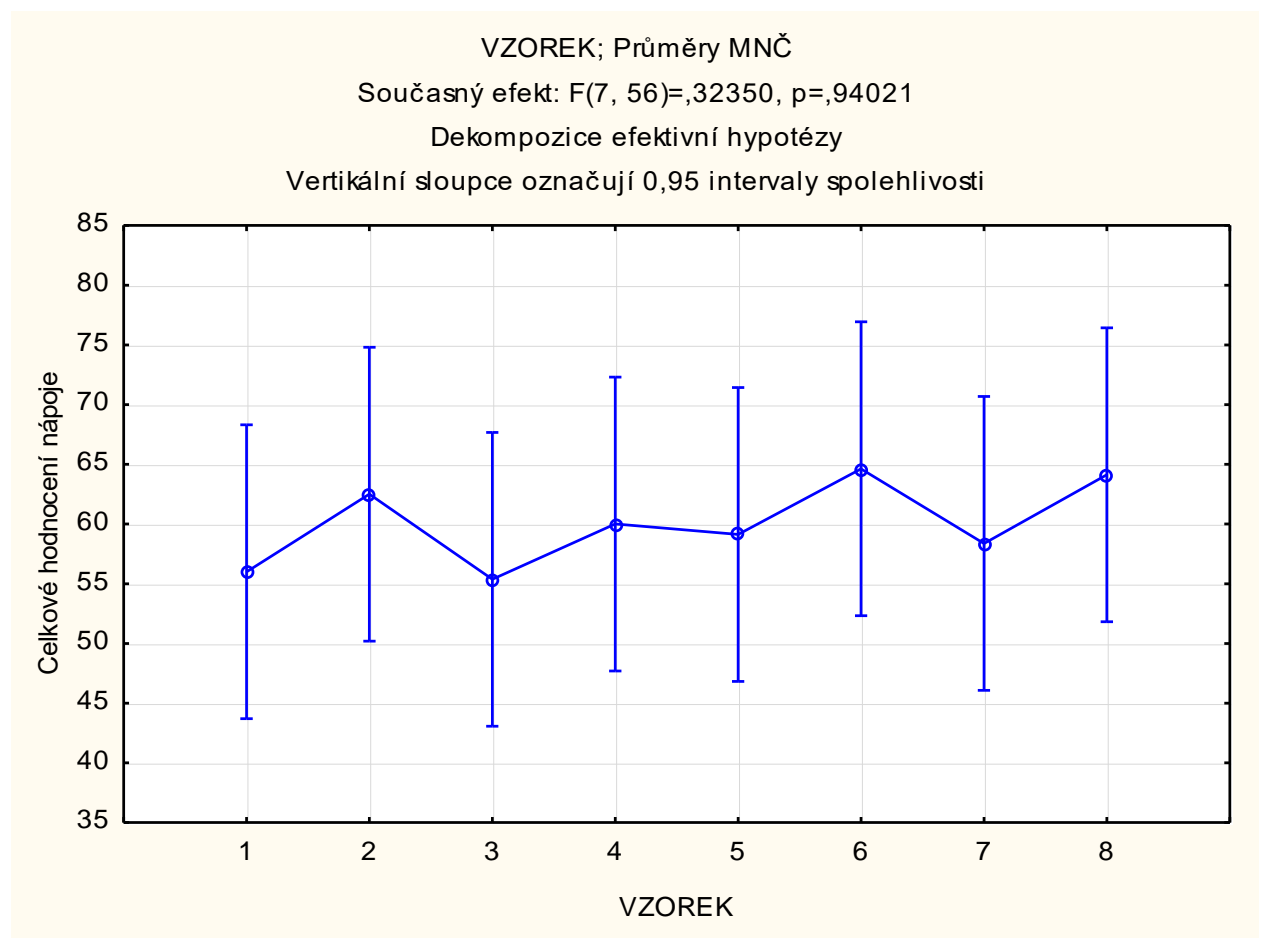
Pro deskriptor „Celková intenzita pachutí“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 1 s 6 % cukru a 10 % džusu. Tento vzorek měl nejmenší intenzitu pachutí. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 8 obsahující 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Vzorky s největší intenzitou pachutí byly nápoje č. 2 s 6 % cukru a 20 % džusu a č. 4, který obsahoval 8 % cukru a 20 % džusu. Tyto vzorky měly shodné průměrné hodnocení. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,54585$. Graf 19 a Příloha 8 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 9 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 19: Celková intenzita pachutí syrovátkových nápojů s příchutí višně



Pro deskriptor „Celkové hodnocení nápoje“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 6 s 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 8 obsahující 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhorše hodnocený vzorek č. 3 obsahoval pouze 8 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,94021$. Graf 20 a Příloha 8 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 9 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

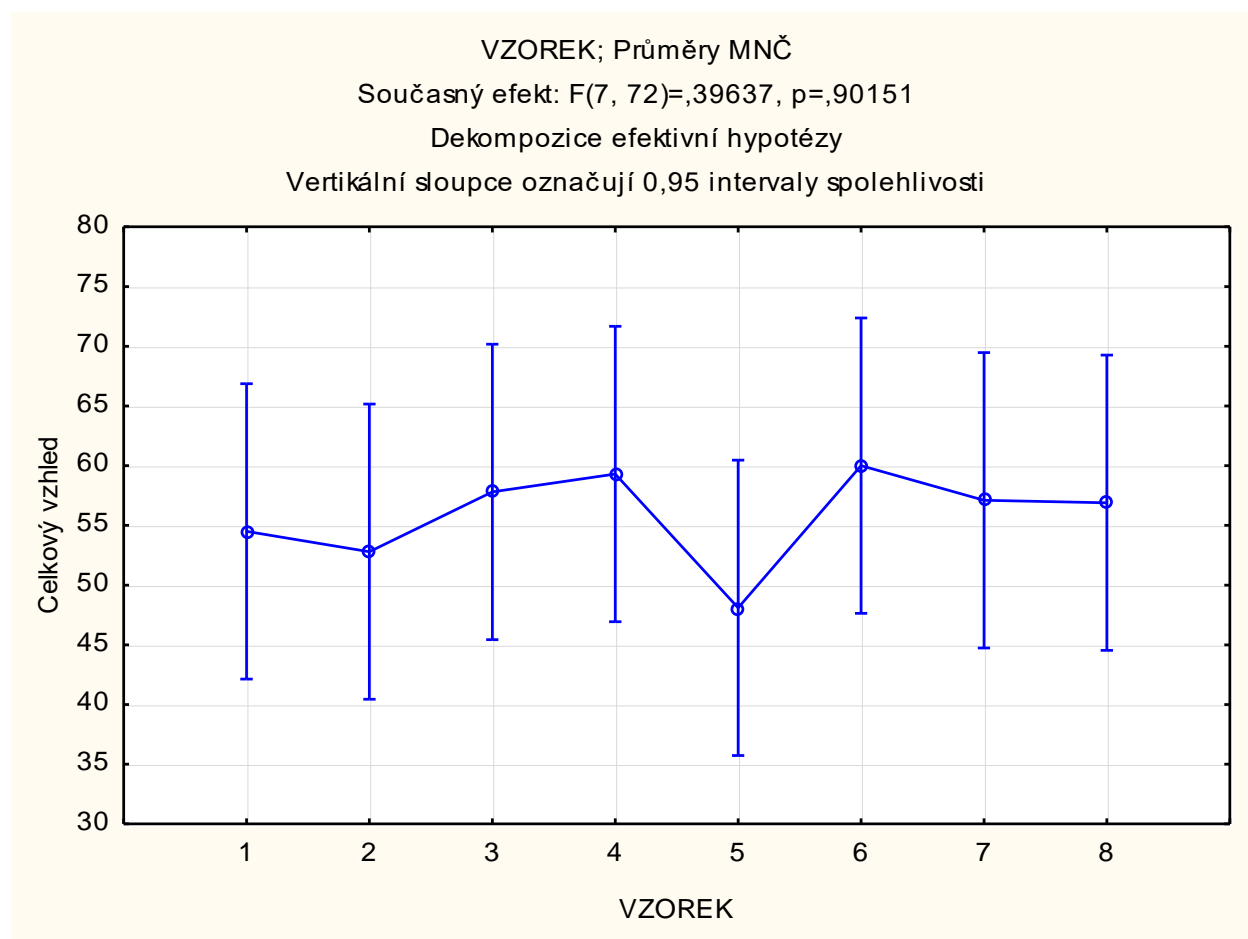
Graf 20: Celkové hodnocení syrovátkových nápojů s příchutí višně



5.2.3 Syrovátkové nápoje s příchutí manga

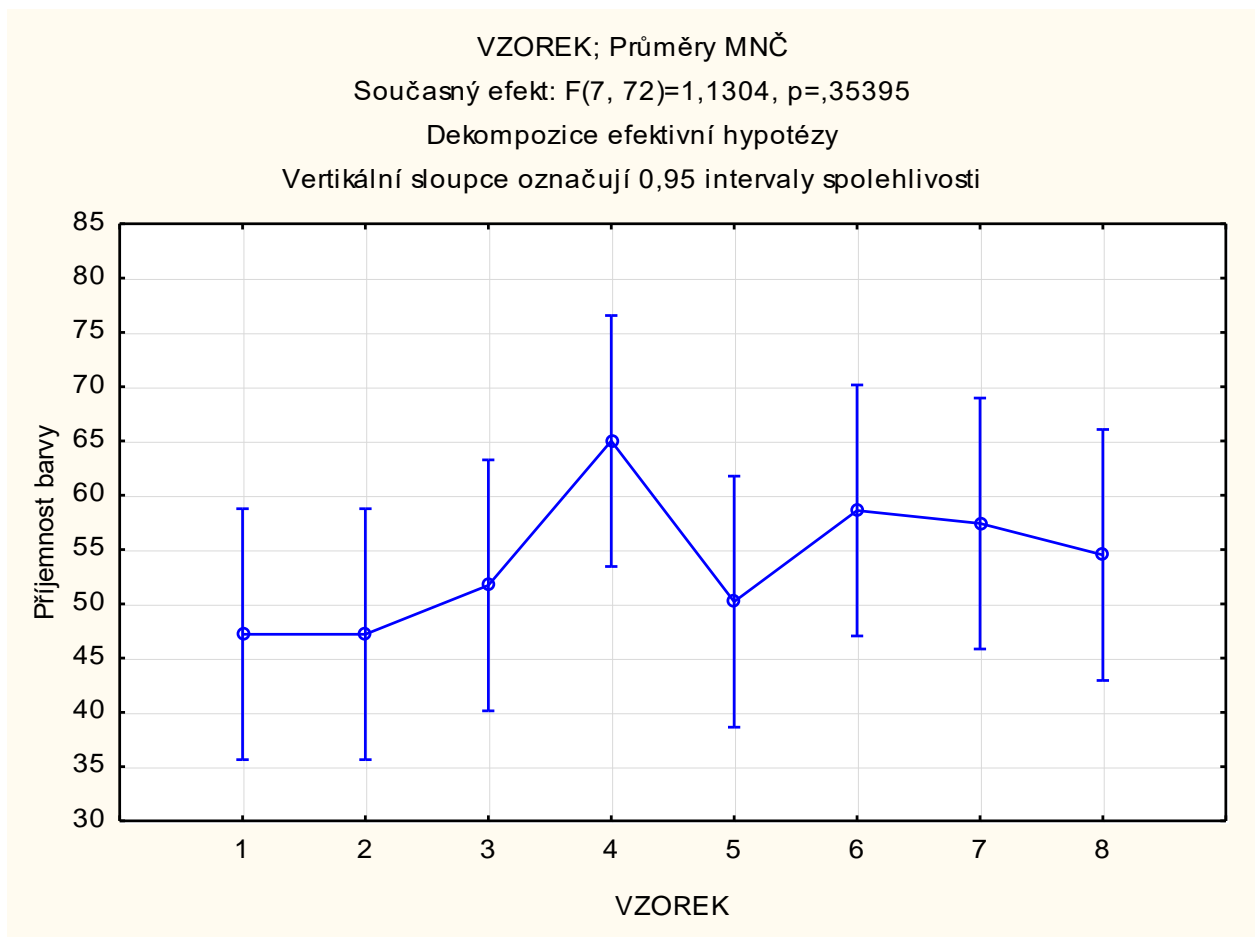
Pro deskriptor „Celkový vzhled“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 6 s 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 4 obsahující 8 % cukru a 20 % džusu. Nejhorše hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,901051$. Graf 21 a Příloha 10 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 11 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 21: Celkový vzhled syrovátkových nápojů s příchutí manga



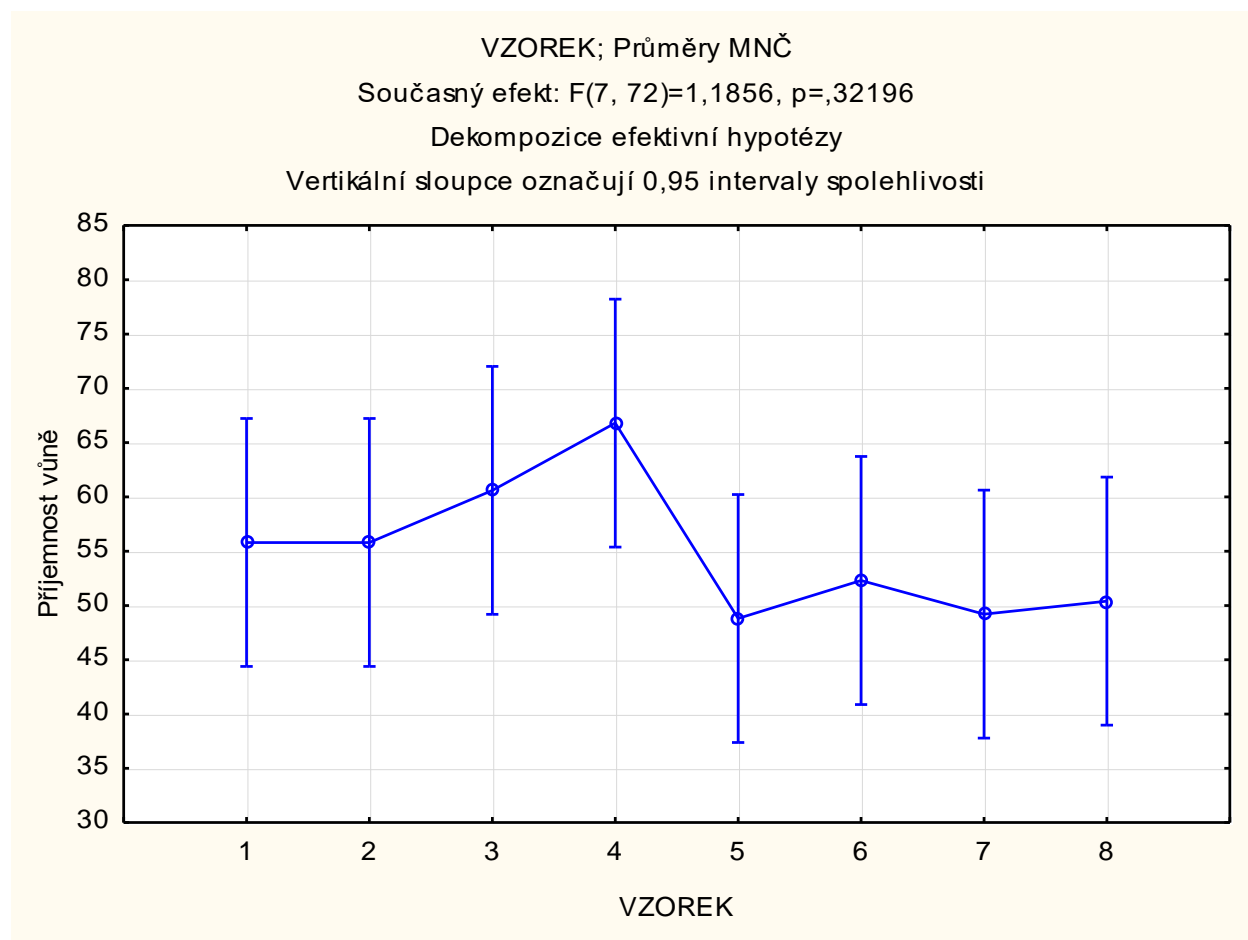
Pro deskriptor „Příjemnost barvy“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 6 obsahující 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnoceny byly vzorky č. 1 s 6 % cukru a 10 % džusu a č. 2, který obsahoval 6 % cukru a 20 % džusu. Tyto vzorky měly stejné hodnocení. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,35395$. Graf 22 a Příloha 10 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 11 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 22: Příjemnost barvy syrovátkových nápojů s příchutí manga



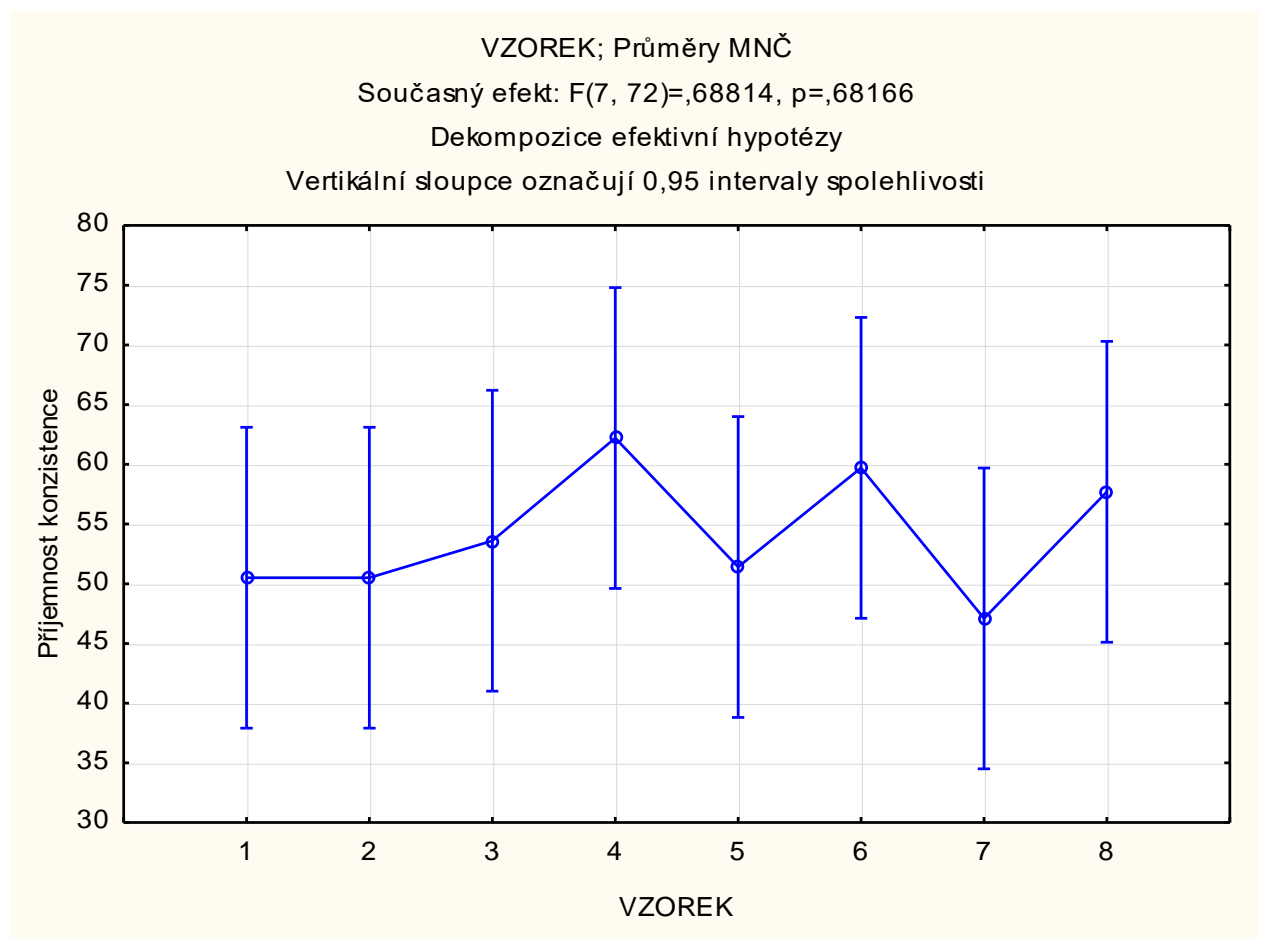
Pro deskriptor „Příjemnost vůně“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 3 obsahující 8 % cukru a 10 % džusu. Nejhorše hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,32196$. Graf 23 a Příloha 10 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 11 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 23: Příjemnost vůně syrovátkových nápojů s příchutí manga



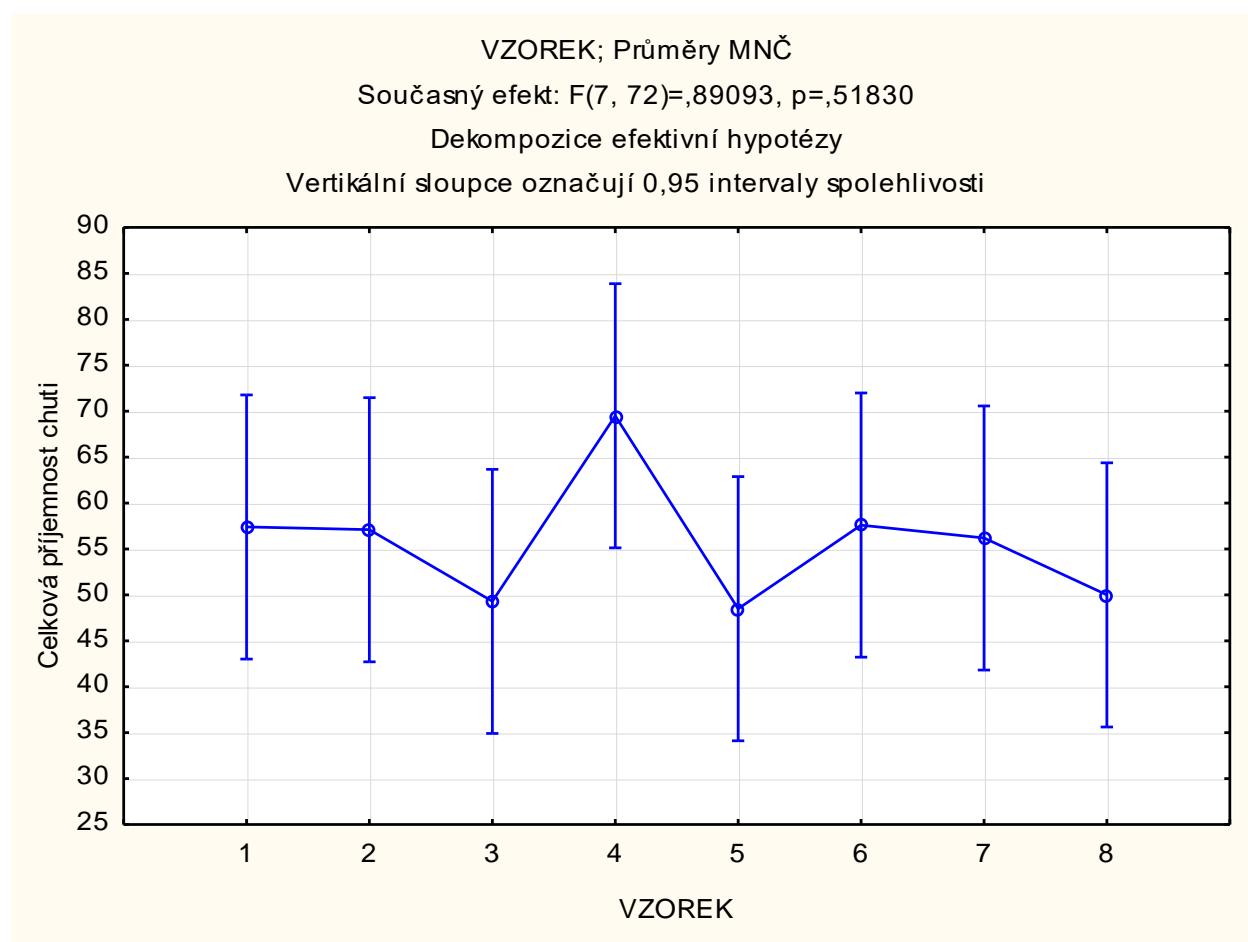
Pro deskriptor „Příjemnost konzistence“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 6 obsahující 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 7 obsahoval 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,68166$. Graf 24 a Příloha 10 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 11 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 24: Příjemnost konzistence syrovátkových nápojů s příchutí manga



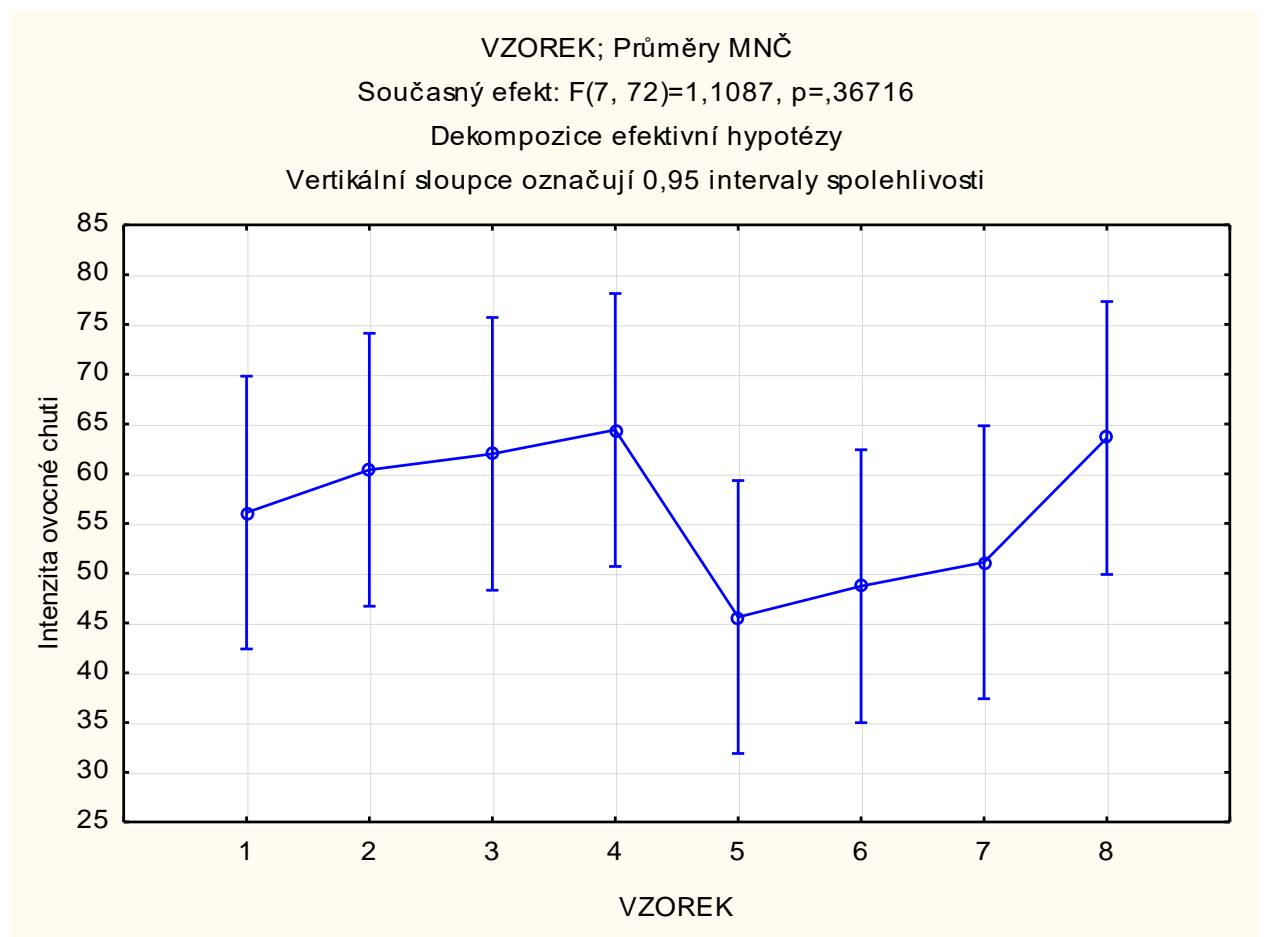
Pro deskriptor „Celková příjemnost chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 6 obsahující 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,51830$. Graf 25 a Příloha 10 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 11 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 25: Celková příjemnost chuti syrovátkových nápojů s příchutí manga



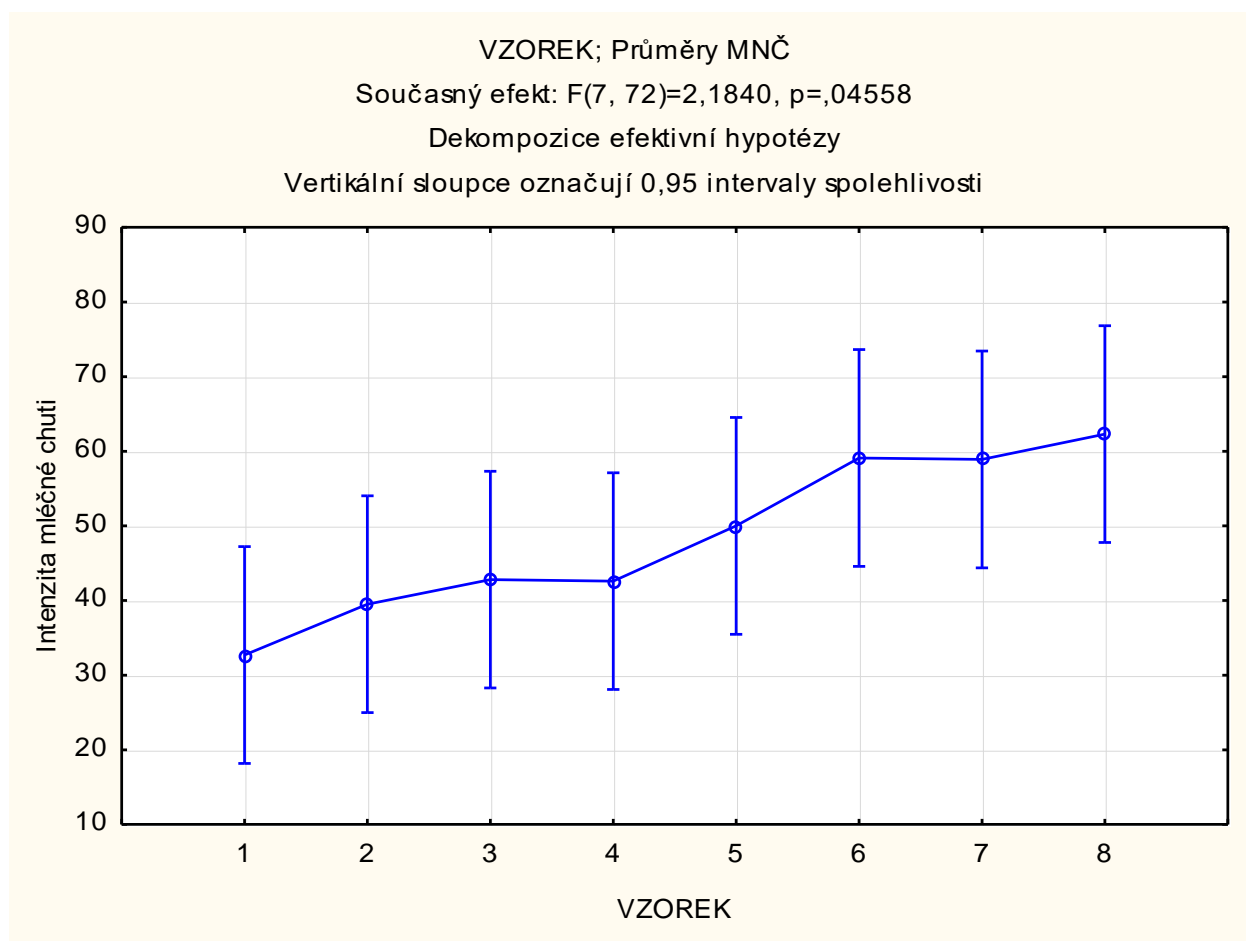
Pro deskriptor „Intenzita ovocné chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 8 obsahující 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,36716$. Graf 26 a Příloha 10 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 11 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 26: Intenzita ovocné chuti syrovátkových nápojů s příchutí manga



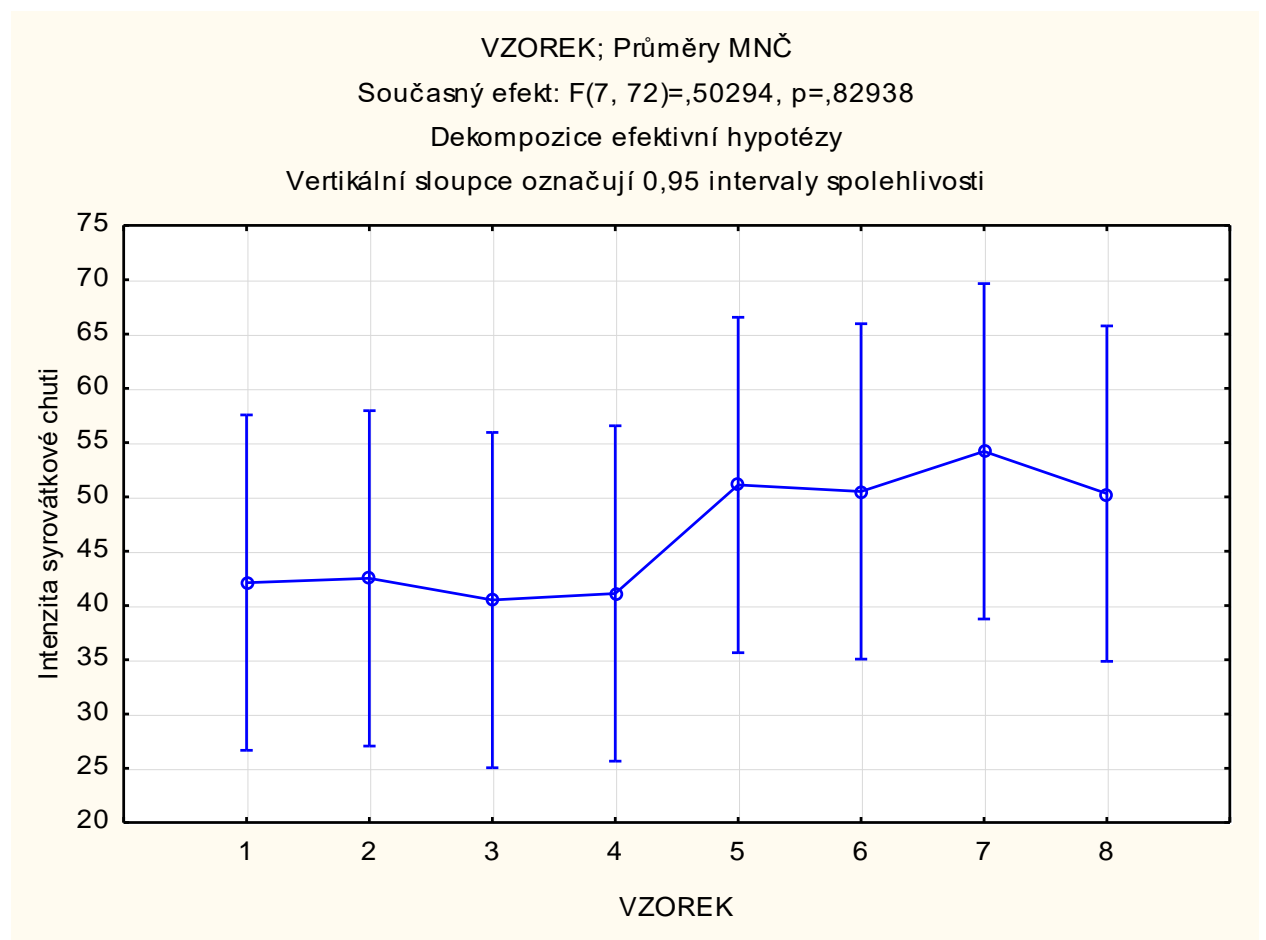
Pro deskriptor „Intenzita mléčné chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 8 s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 6 obsahující 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 1 obsahoval pouze 6 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky byl zjištěn statisticky významný rozdíl metodou jednofaktorová ANOVA na hladině významnosti $p = 0,04558$. Tukeyův HSD test, ani Kruskal Wallisova ANOVA, která je robustnější než jednofaktorová ANOVA, neprokázaly statisticky významný rozdíl mezi vzorky 1 – 8. To se dá vysvětlit tím, že p hodnota je velice blízká hodnotě hladiny významnosti $\alpha (0,05)$. Testováním na hladině významnosti $\alpha (0,01)$, nebyl opět mezi vzorky zjištěn žádný statisticky významný rozdíl. Graf 27 a Příloha 10 zobrazují hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 11 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 27: Intenzita mléčné chuti syrovátkových nápojů s příchutí manga



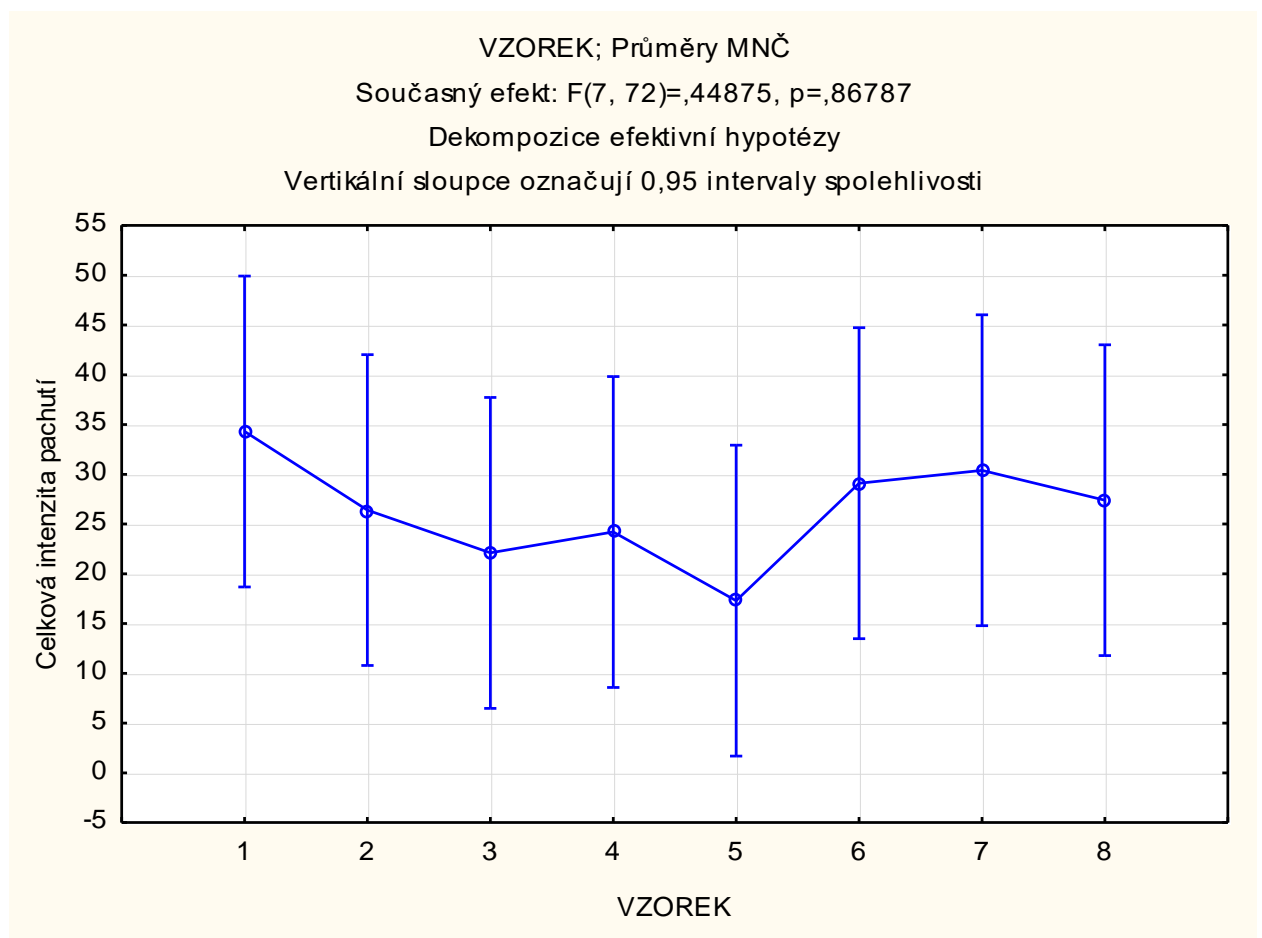
Pro deskriptor „Intenzita syrovátkové chuti“ byl jako nápoj s nejmenší intenzitou hodnocen nápoj č. 3 s 8 % cukru a 10 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 4 obsahující 8 % cukru a 20 % džusu. Nejhůře hodnocený vzorek č. 7 obsahoval 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,82938$. Graf 28 a Příloha 10 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 11 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 28: Intenzita syrovátkové chuti syrovátkových nápojů s příchutí manga



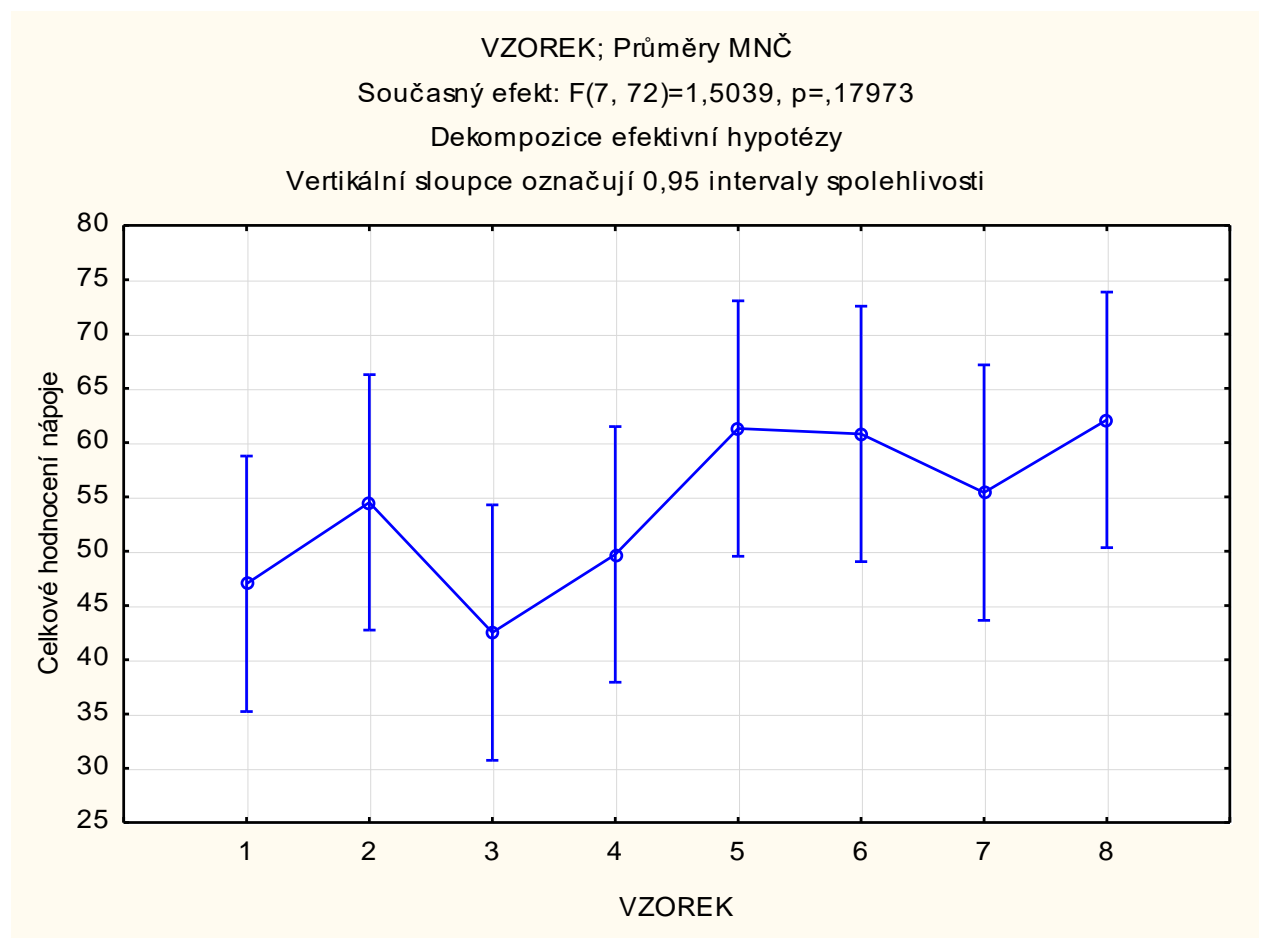
Pro deskriptor „Celková intenzita pachutí“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 5 s 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Tento vzorek měl nejmenší intenzitu pachutí. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 3 obsahující 8 % cukru a 10 % džusu. Vzorek s největší intenzitou pachutí č. 1 obsahoval pouze 6 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,86787$. Graf 29 a Příloha 10 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 11 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 29: Celková intenzita pachutí syrovátkových nápojů s příchutí manga



Pro deskriptor „Celkové hodnocení nápoje“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 8 s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 5 obsahující 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 3 obsahoval 8 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,17973$. Graf 30 a Příloha 10 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 11 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

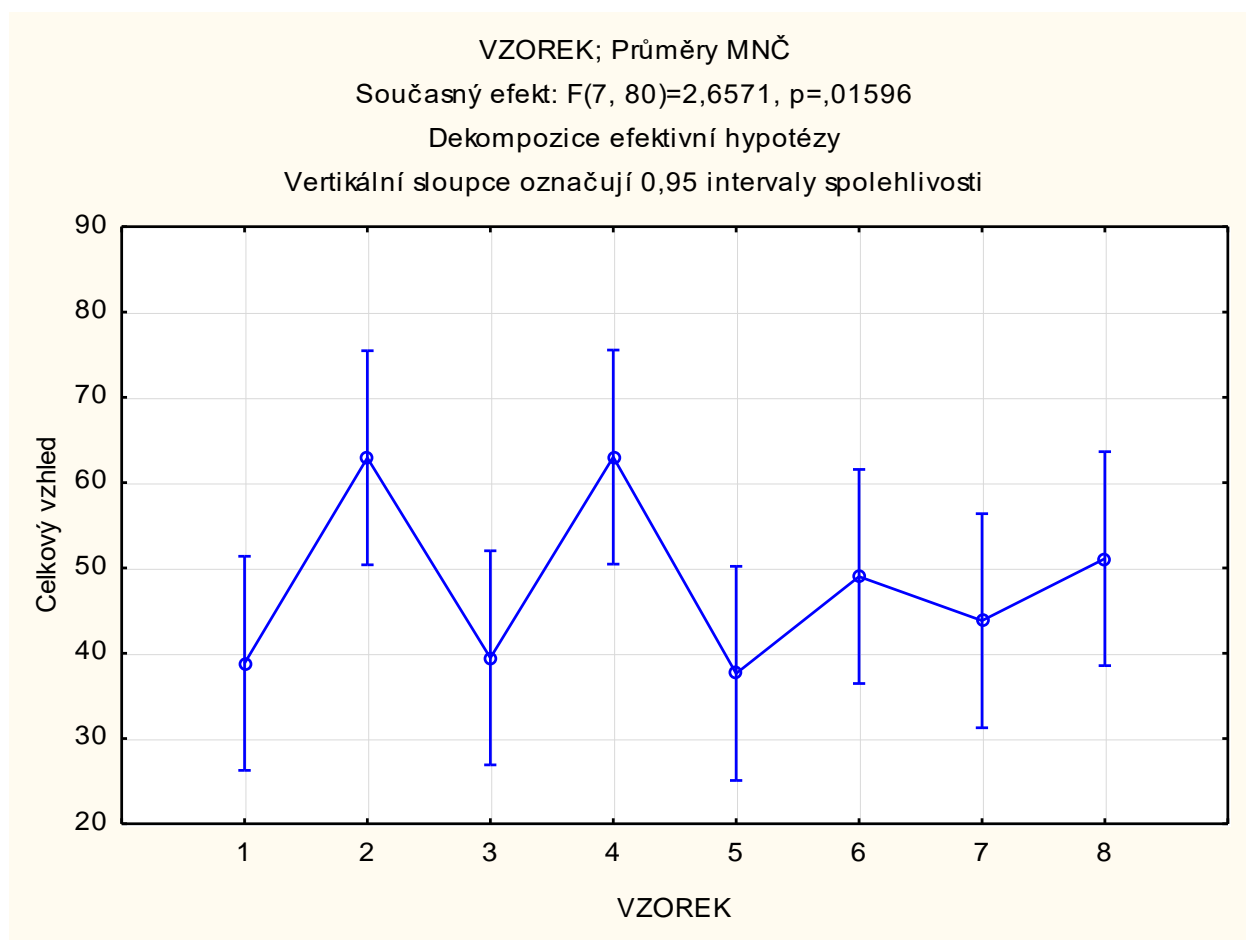
Graf 30: Celkové hodnocení syrovátkových nápojů s příchutí manga



5.2.4 Syrovátkové nápoje s příchutí černého rybízu

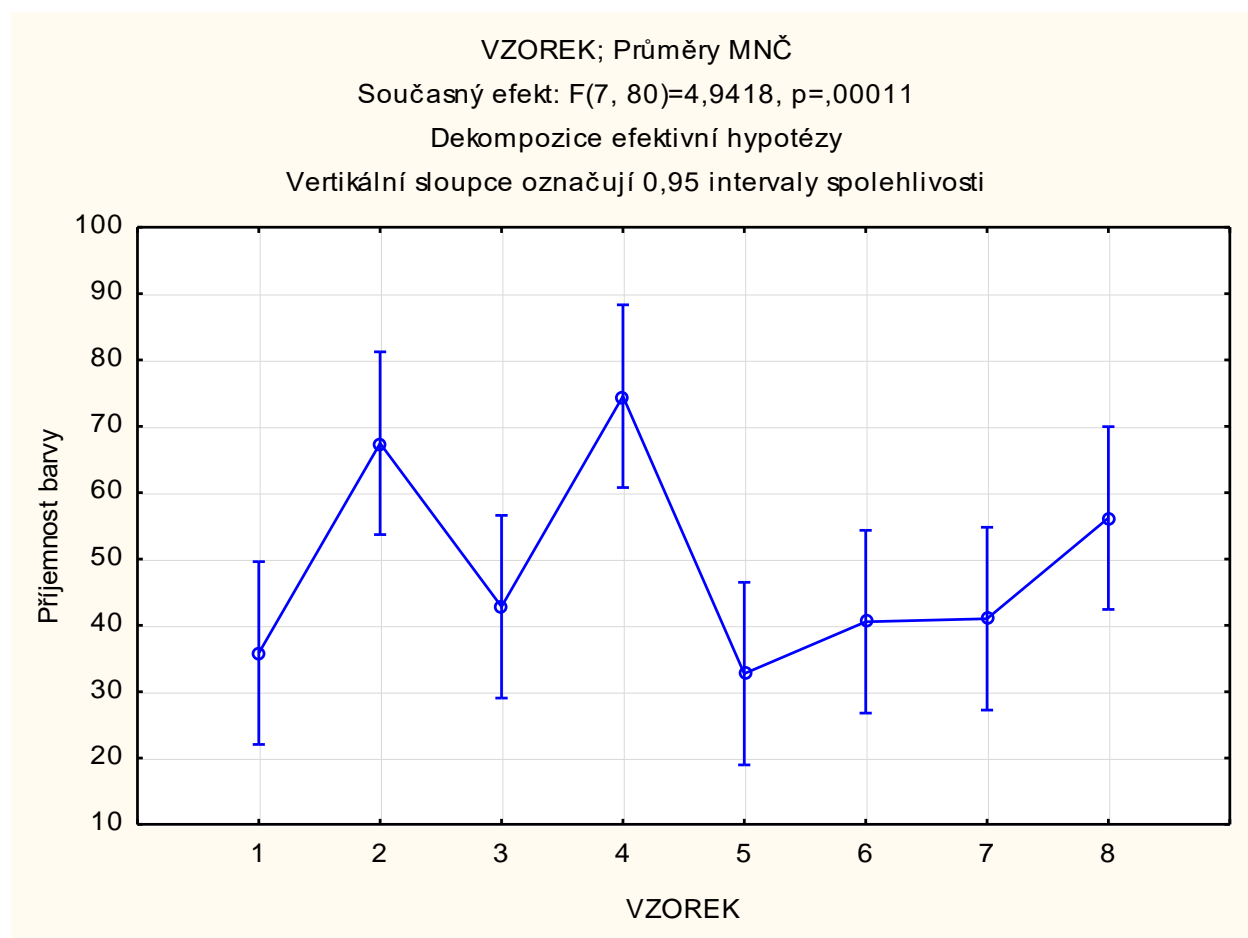
Pro deskriptor „Celkový vzhled“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 2 obsahující 6 % cukru a 20 % džusu. Nejhorše hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky byl zjištěn statisticky významný rozdíl metodou jednofaktorová ANOVA na hladině významnosti $p = 0,01596$. Dle Tukeyho HSD testu bylo zjištěno, že se mezi sebou statisticky významně neliší vzorky 1 a 3 a 2 – 4, oproti tomu jsou mezi sebou významně statisticky odlišné vzorky 4 – 5 i 4 a 1. Graf 31 a Příloha 12 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 13 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 31: Celkový vzhled syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu



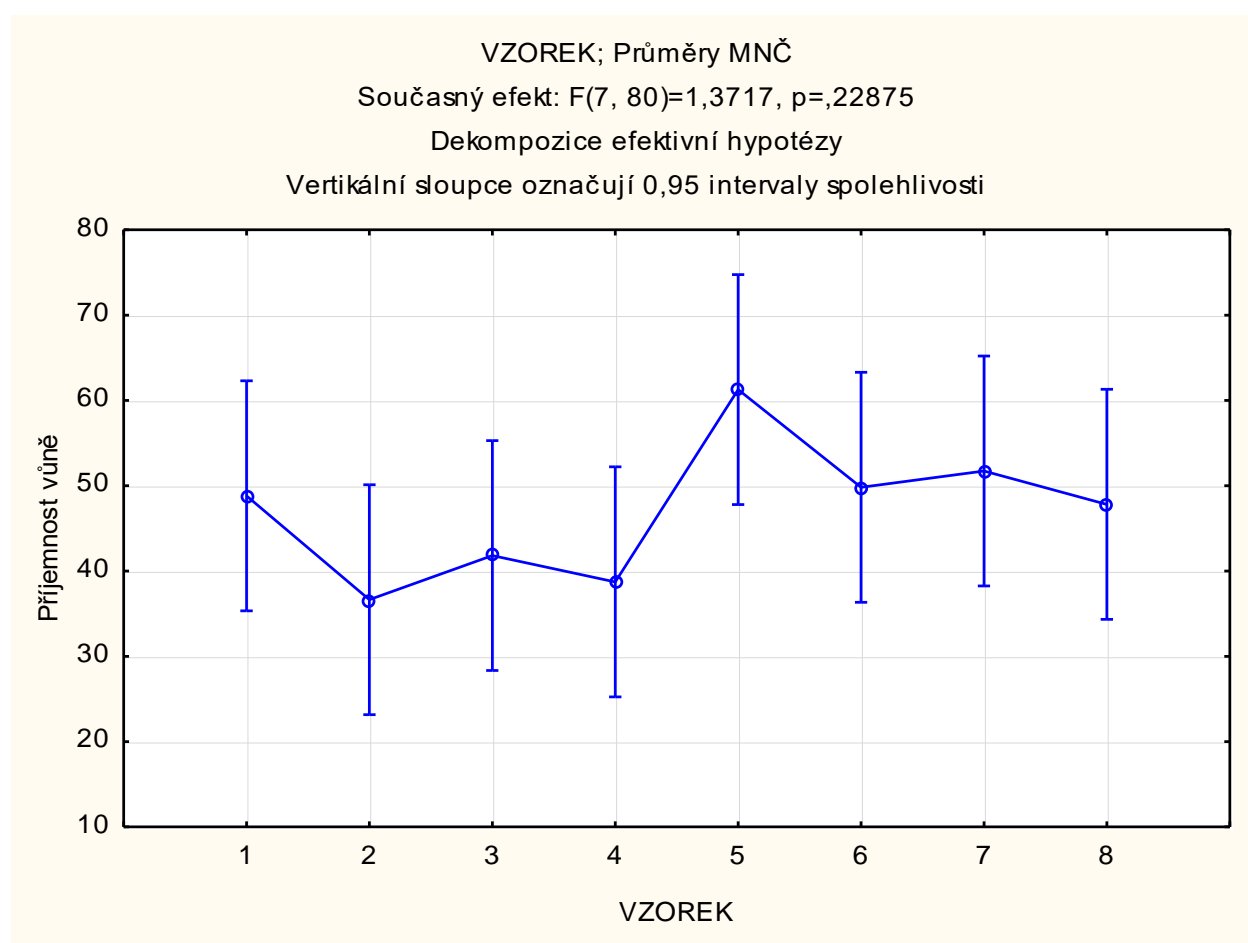
Pro deskriptor „Příjemnost barvy“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 2 obsahující 6 % cukru a 20 % džusu. Nejhůře hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky byl zjištěn statisticky významný rozdíl metodou jednofaktorová ANOVA na hladině významnosti $p = 0,00011$. Dle Tukeyho HSD testu bylo zjištěno, že se mezi sebou statisticky významně neliší vzorky 1 a 3, 1 a 5 – 8, oproti tomu je významně statisticky odlišný kupříkladu vzorek 1 a 4 nebo 1 a 2. Graf 32 a Příloha 12 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 13 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 32: Příjemnost barvy syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu



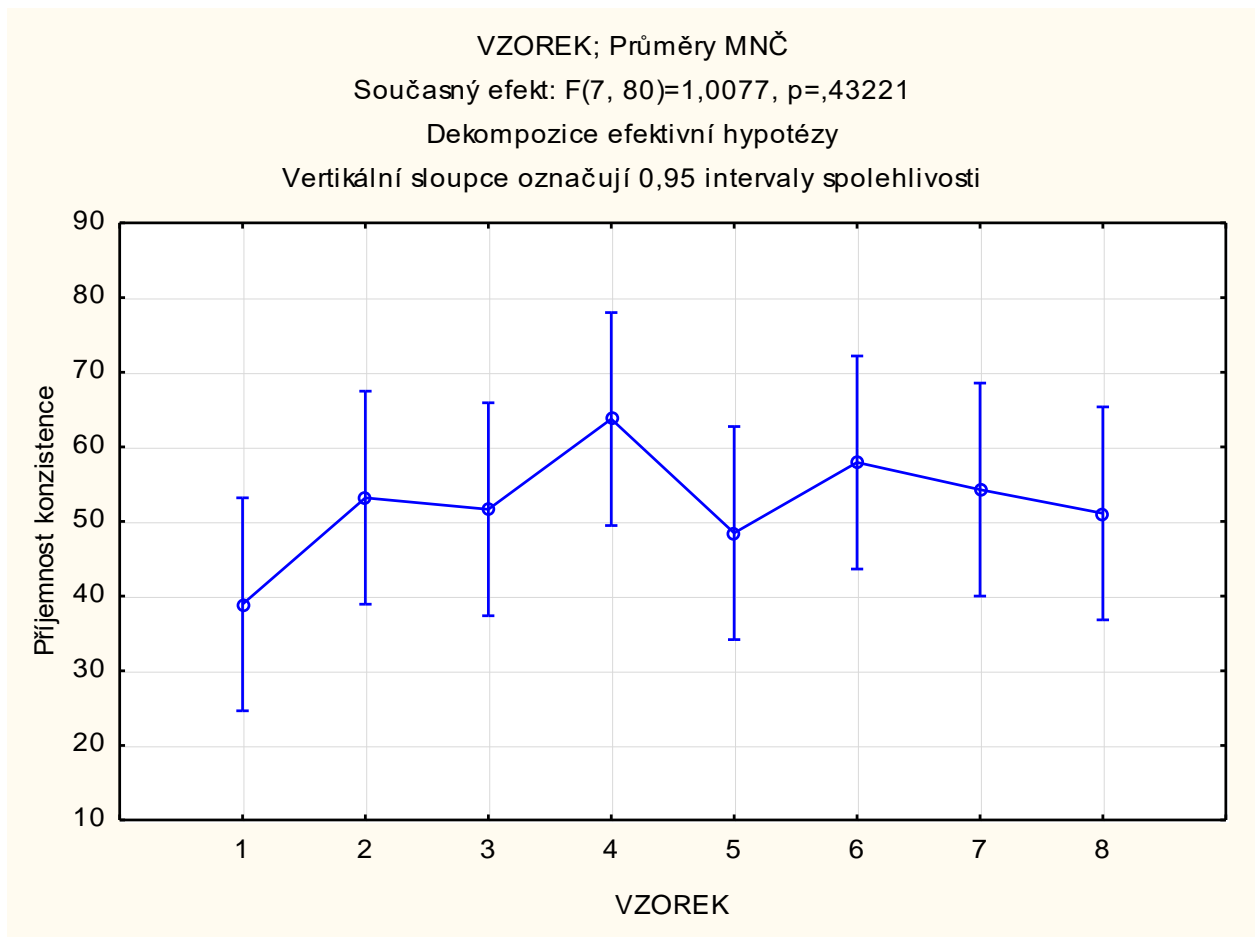
Pro deskriptor „Příjemnost vůně“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 6 s 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 7 obsahující 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhorše hodnocený vzorek č. 2 obsahoval 6 % cukru a 20 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,22875$. Graf 33 a Příloha XX zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 13 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 33: Příjemnost vůně syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu



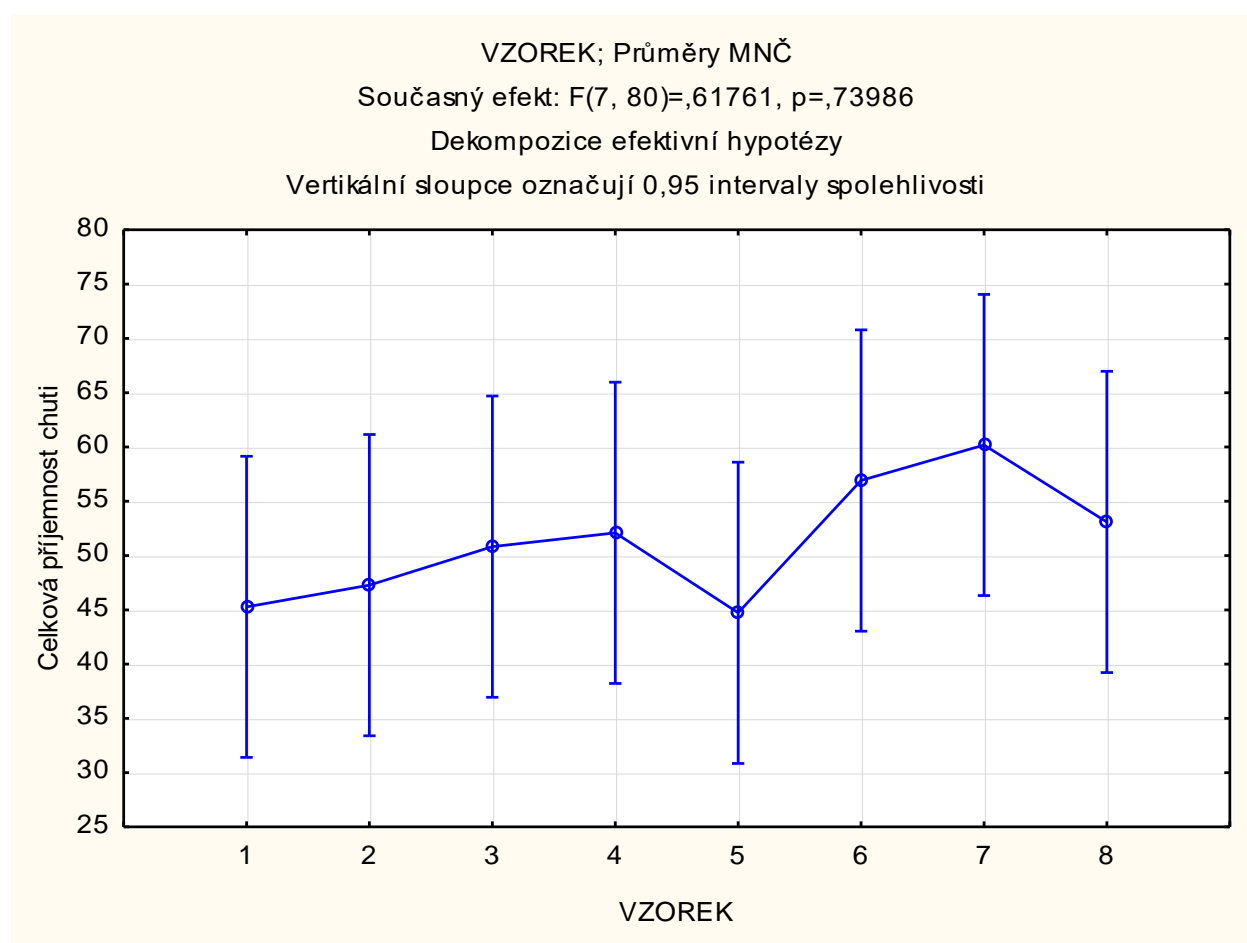
Pro deskriptor „Příjemnost konzistence“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 6 obsahující 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 1 obsahoval pouze 6 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,43221$. Graf 34 a Příloha 12 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 13 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 34: Příjemnost konzistence syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu



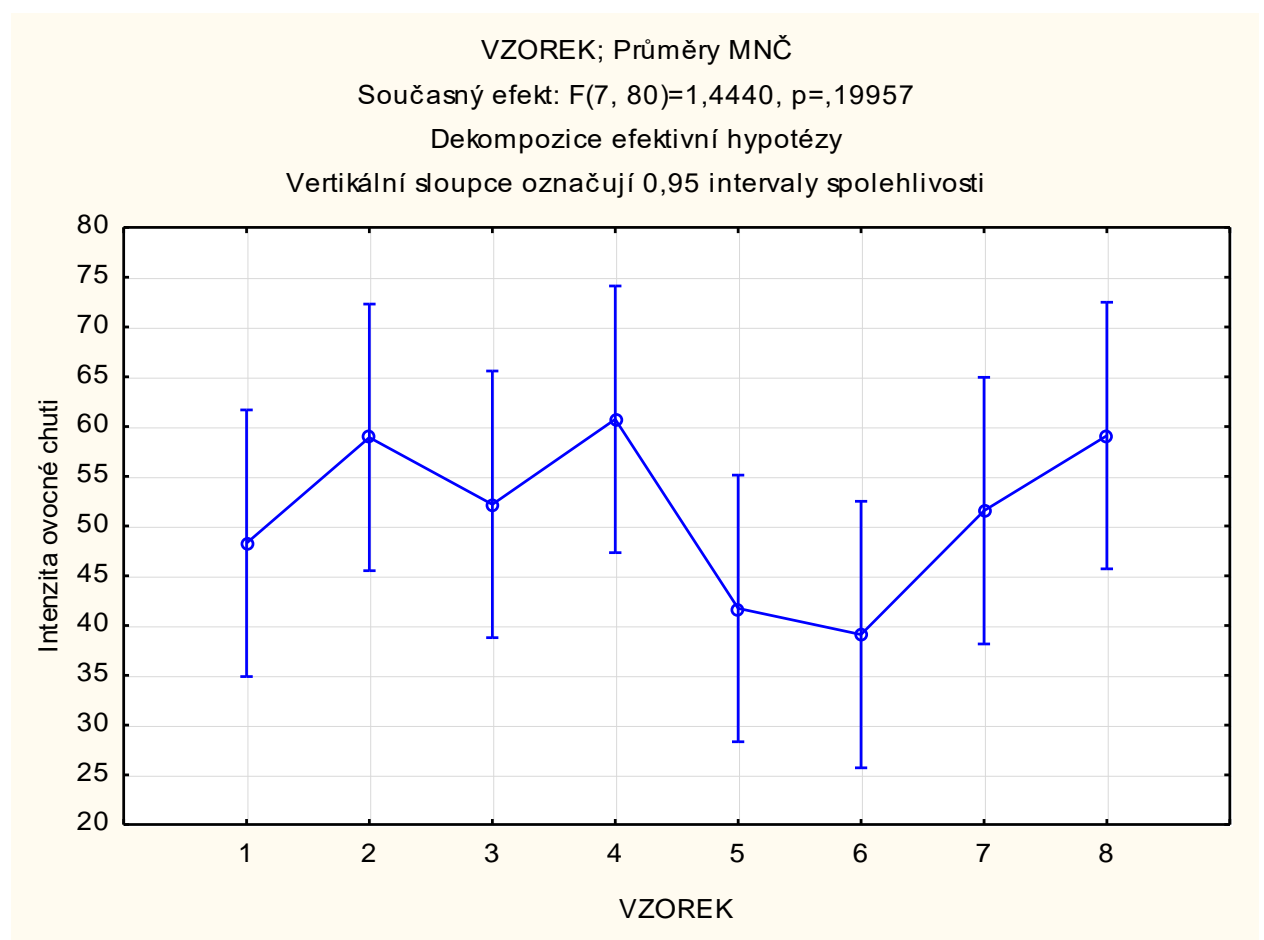
Pro deskriptor „Celková příjemnost chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 7 s 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 6 obsahující 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,73986$. Graf 35 a Příloha 12 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 13 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 35: Celková příjemnost chuti syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu



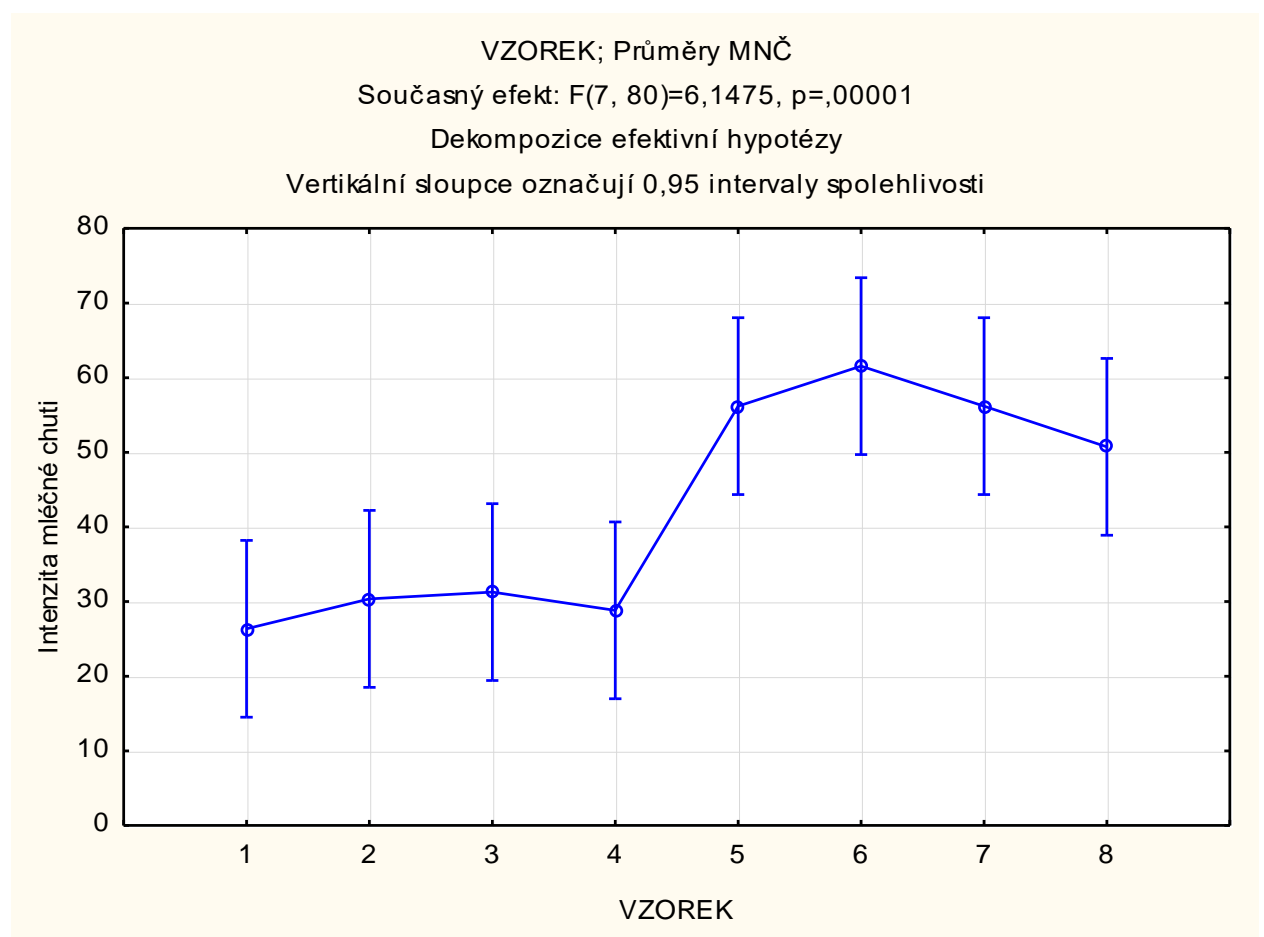
Pro deskriptor „Intenzita ovocné chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 8 obsahující 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 6 obsahoval 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,19957$. Graf 36 a Příloha 12 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 13 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 36: Intenzita ovocné chuti syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu



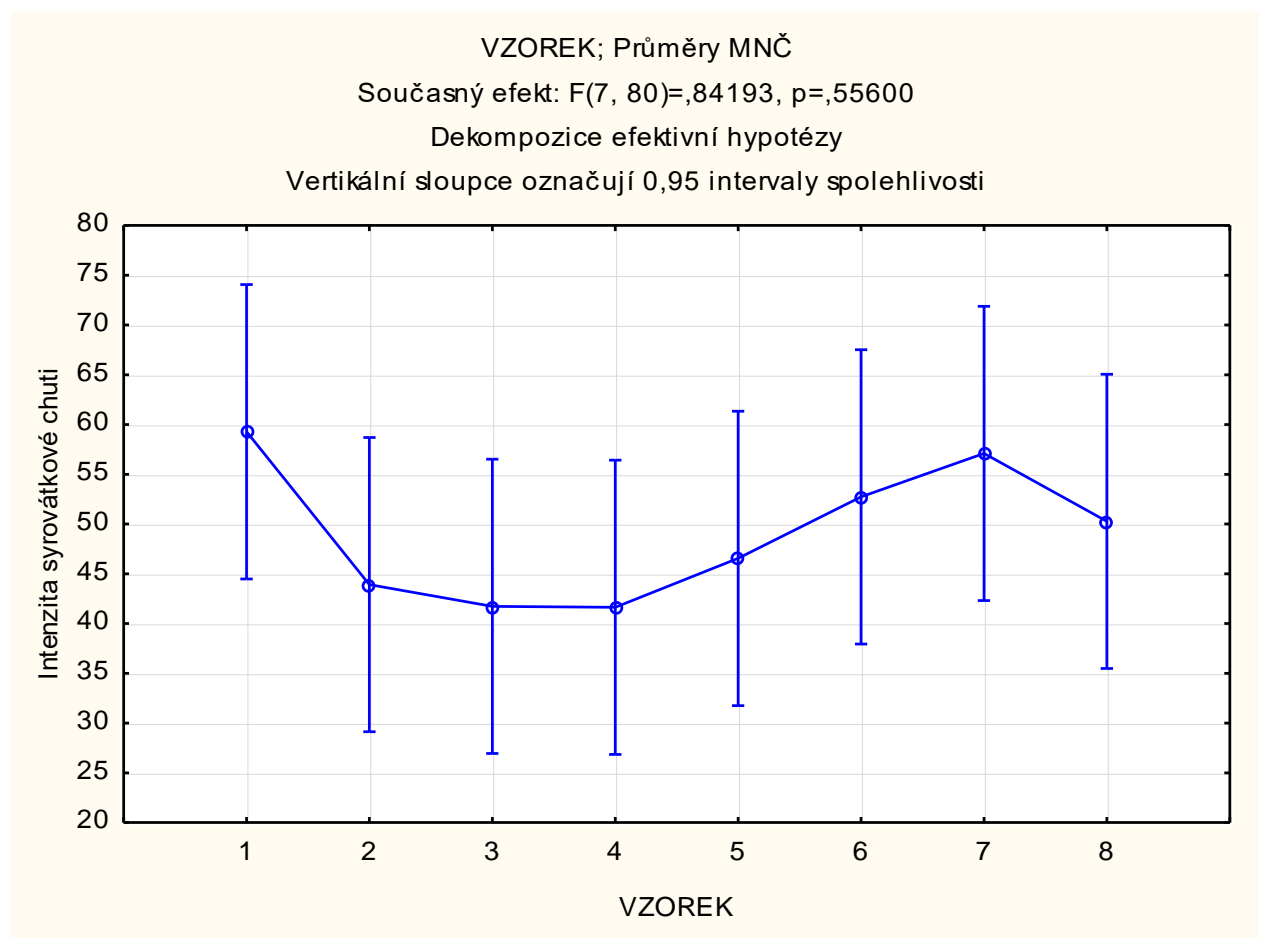
Pro deskriptor „Intenzita mléčné chuti“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 6 s 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 5 obsahující 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC a č. 7 s 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Tyto vzorky měly shodné hodnocení. Nejhůře hodnocený vzorek č. 1 obsahoval pouze 6 % cukru a 10 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky byl zjištěn statisticky významný rozdíl metodou jednofaktorová ANOVA na hladině významnosti $p = 0,00001$. Dle Tukeyho HSD testu bylo zjištěno, že se mezi sebou statisticky významně neliší vzorky 1 – 4 i 1 a 8, oproti tomu je významně statisticky odlišný kupříkladu vzorek 1 a 5 – 7 nebo 4 a 6. Graf 37 a Příloha 12 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 13 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 37: Intenzita mléčné chuti syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu



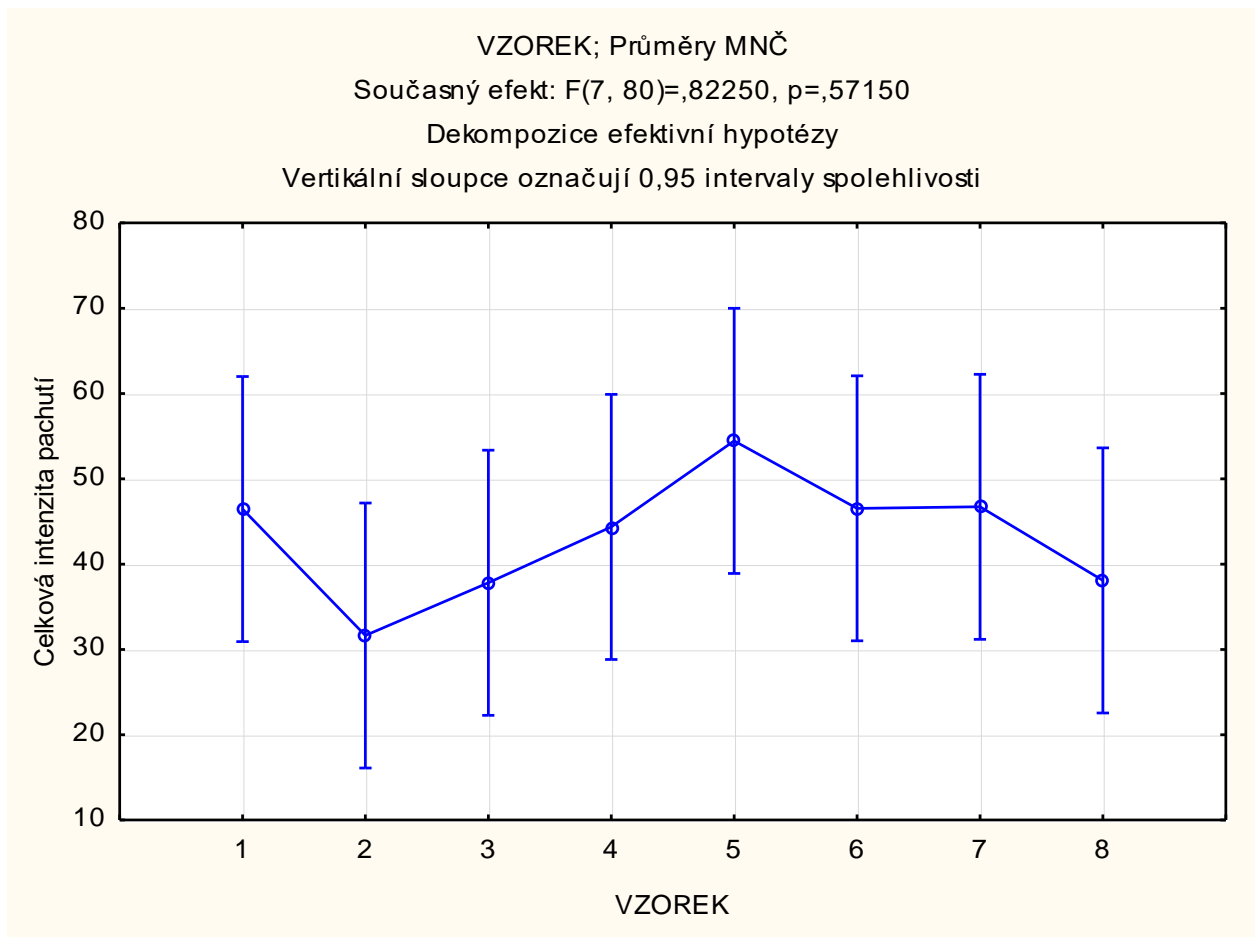
Pro deskriptor „Intenzita syrovátkové chuti“ byl jako nápoj s nejmenší intenzitou hodnocen nápoj č. 3 s 8 % cukru a 10 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 2 obsahující 6 % cukru a 20 % džusu. Nejhůře hodnocený vzorek č. 4 obsahoval 8 % cukru a 20 % džusu. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,55600$. Graf 38 a Příloha 12 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 13 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 38: Intenzita syrovátkové chuti syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu



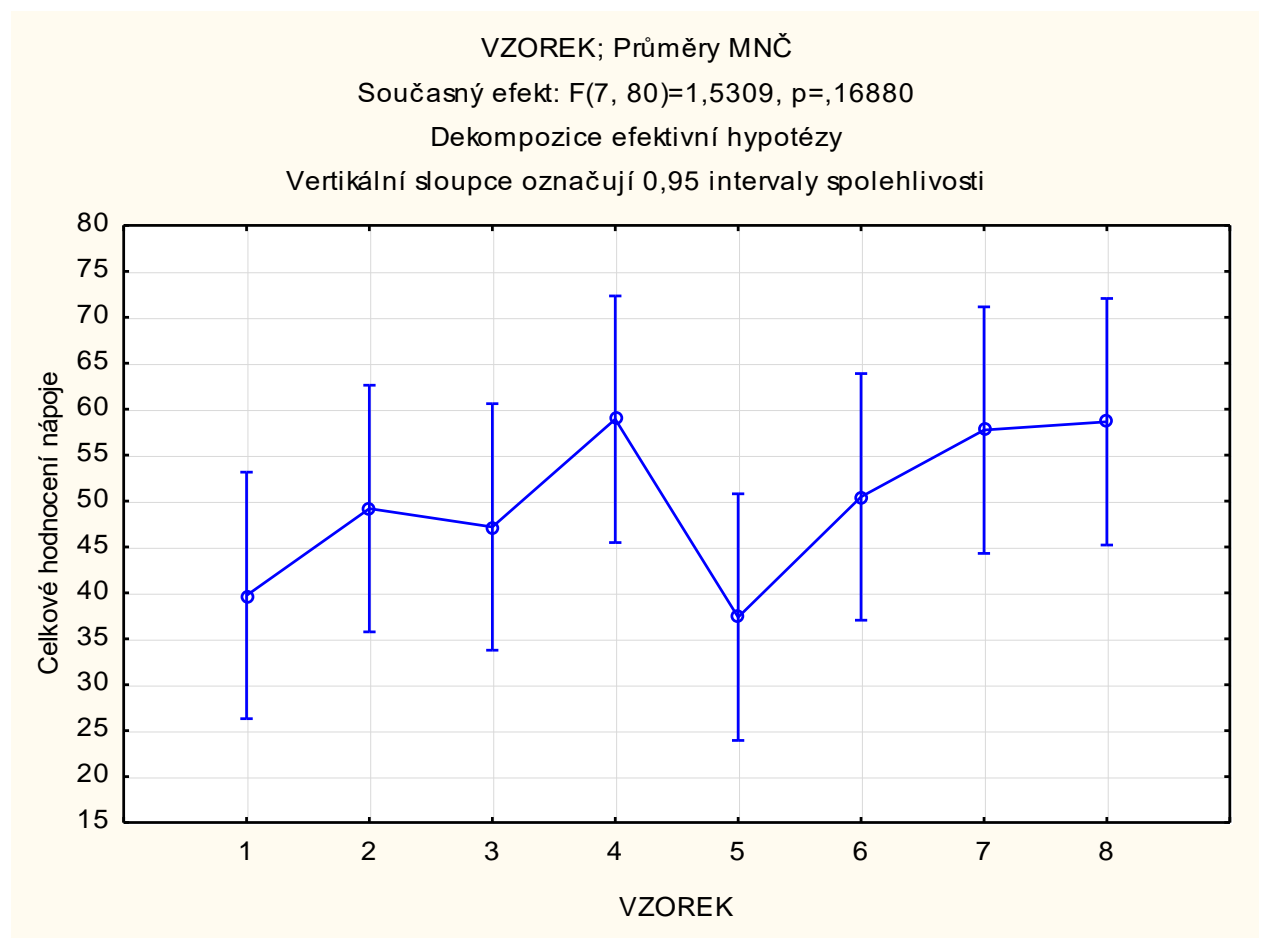
Pro deskriptor „Celková intenzita pachutí“ byl nejlépe hodnocen nápoj č. 2 s 6 % cukru a 20 % džusu. Tento vzorek měl nejmenší intenzitu pachutí. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 3 obsahující 8 % cukru a 10 % džusu. Vzorek s největší intenzitou pachutí č. 5 obsahoval 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,57150$. Graf 39 a Příloha 12 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 13 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 39: Celková intenzita pachutí syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu



Pro deskriptor „Celkové hodnocení“ nápoje byl nejlépe hodnocen nápoj č. 4 s 8 % cukru a 20 % džusu. Druhým nejlepším vzorkem byl dle hodnocení nápoj č. 8 obsahující 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Nejhůře hodnocený vzorek č. 5 obsahoval 6 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC.. Mezi hodnocenými vzorky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,16880$. Graf 40 a Příloha 12 zobrazují průměrné hodnoty hodnocení jednotlivých receptur vzorků. Příloha 13 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 40: Celkové hodnocení syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu



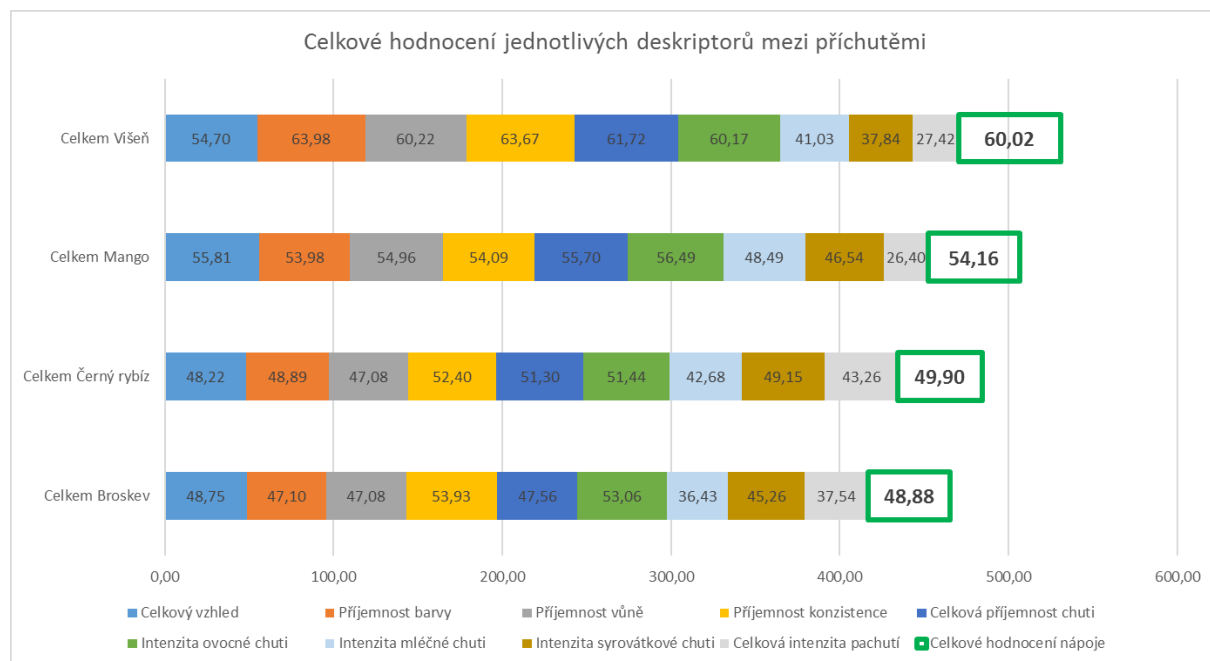
5.2.5 Celkové sensorické hodnocení syrovátkových nápojů

5.2.5.1 Celkové hodnocení mezi příchutěmi

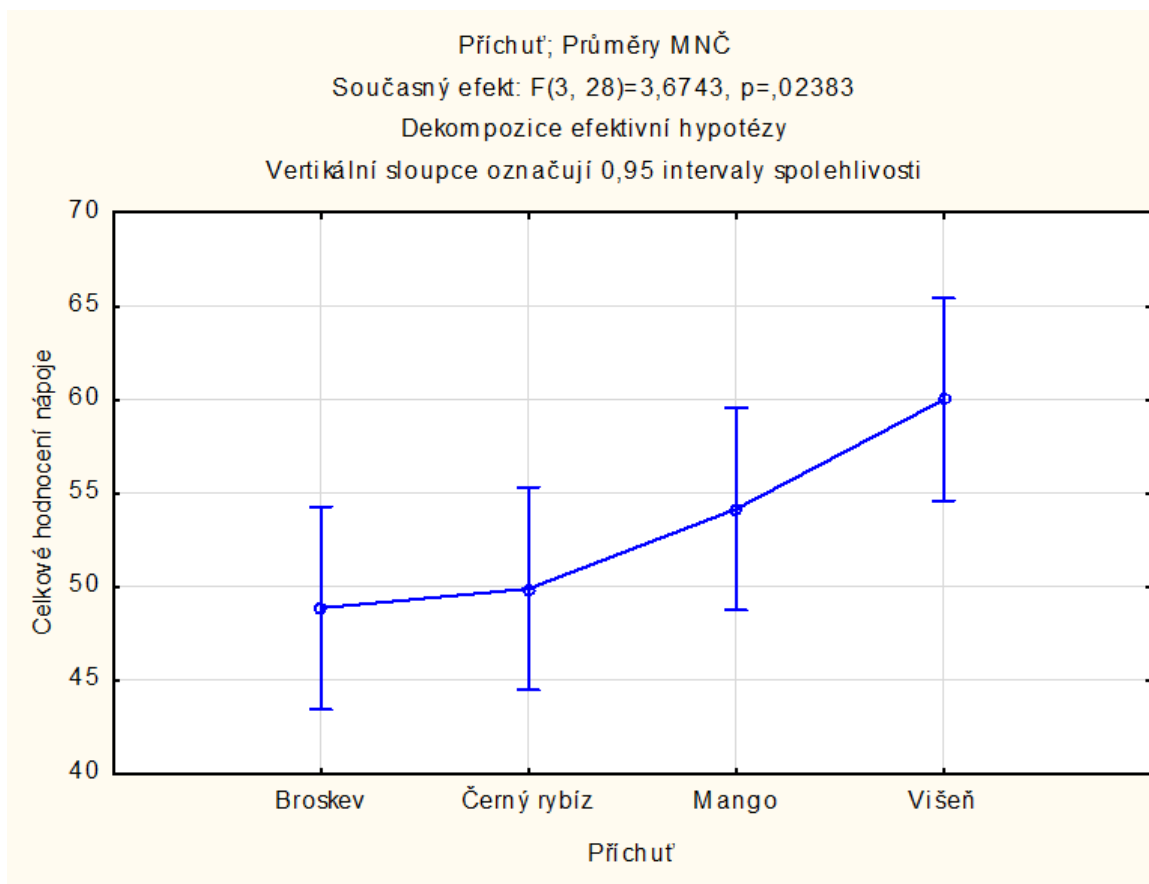
Vzorky jednotlivých příchutí byly hodnoceny v řadě od nejlepšího po nejhorší v následujícím pořadí: Višeň, mango, černý rybíz a broskev. V grafu 41 jsou přehledně zaznamenané průměry hodnocení jednotlivých deskriptorů u všech zkoumaných příchutí.

Celkově byla mezi nápoji nejlépe hodnocena příchut' višně. Druhou nejlepší příchutí bylo dle hodnocení mango. Nejhůře hodnocenou příchutí byla broskev. Mezi hodnocenými vzorky byl zjištěn statisticky významný rozdíl metodou jednofaktorová ANOVA na hladině významnosti $p = 0,02383$. Dle Tukeyho HSD testu bylo zjištěno, že se mezi sebou statisticky neliší příchutě broskev, černý rybíz a mango, oproti tomu je významně statisticky odlišná příchut' Višeň a broskev. Příloha 14 uvádí směrodatné odchylky vybraných deskriptorů.

Graf 41: Celkové hodnocení jednotlivých deskriptorů mezi příchutěmi



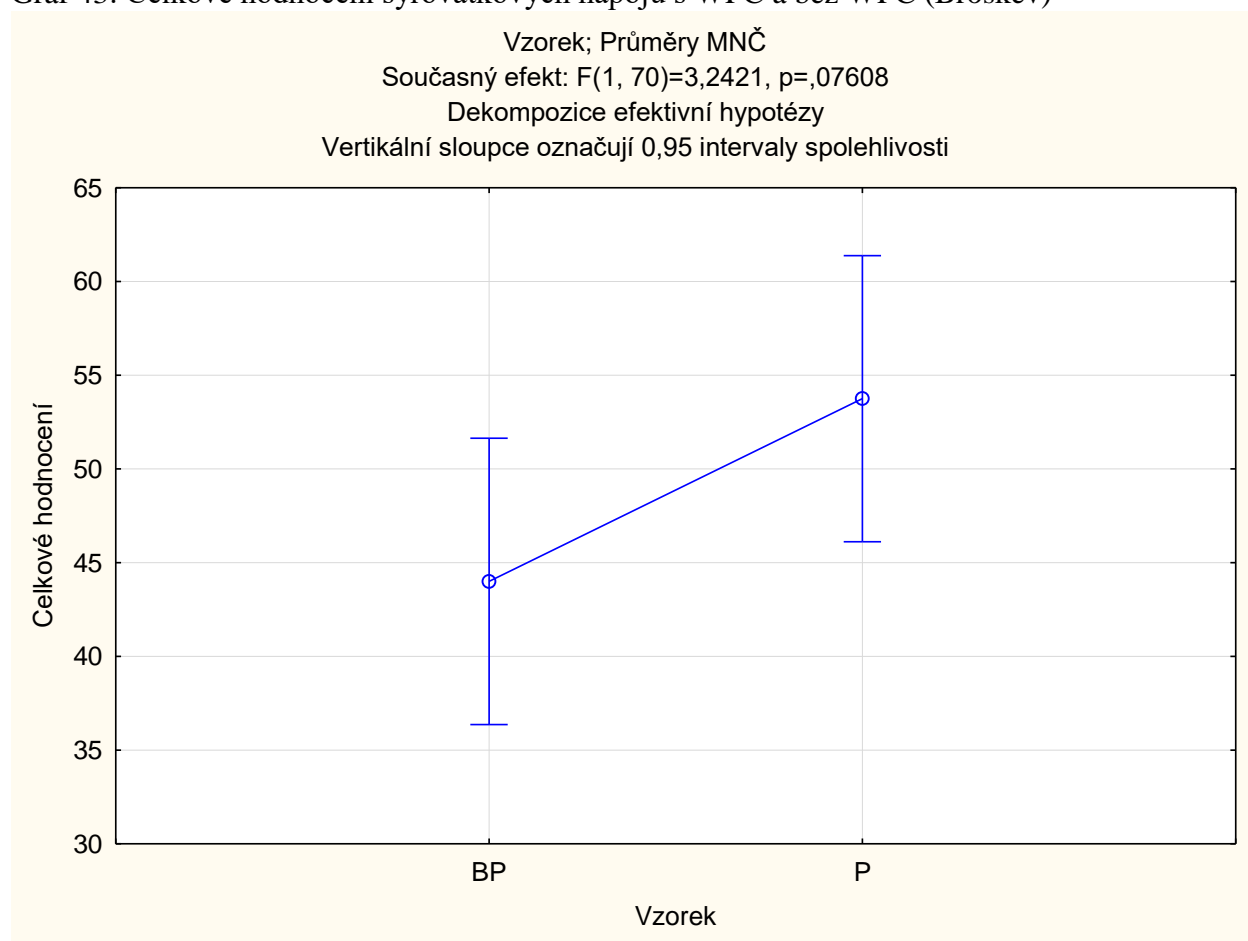
Graf 42: Celkové hodnocení syrovátkových nápojů mezi příchutěmi



5.2.5.2 Celkové hodnocení mezi vzorky s WPC a bez WPC

Celkové hodnocení mezi recepturami broskvových nápojů s přidaným a bez přidaného WPC ukazuje, že byly lépe hodnoceny vzorky s navýšeným množstvím bílkovin. Mezi recepturami ovšem nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,07608$. Graf 43 zobrazuje průměrné hodnoty hodnocení mezi recepturami s přidaným a bez přidaného WPC.

Graf 43: Celkové hodnocení syrovátkových nápojů s WPC a bez WPC (Broskev)

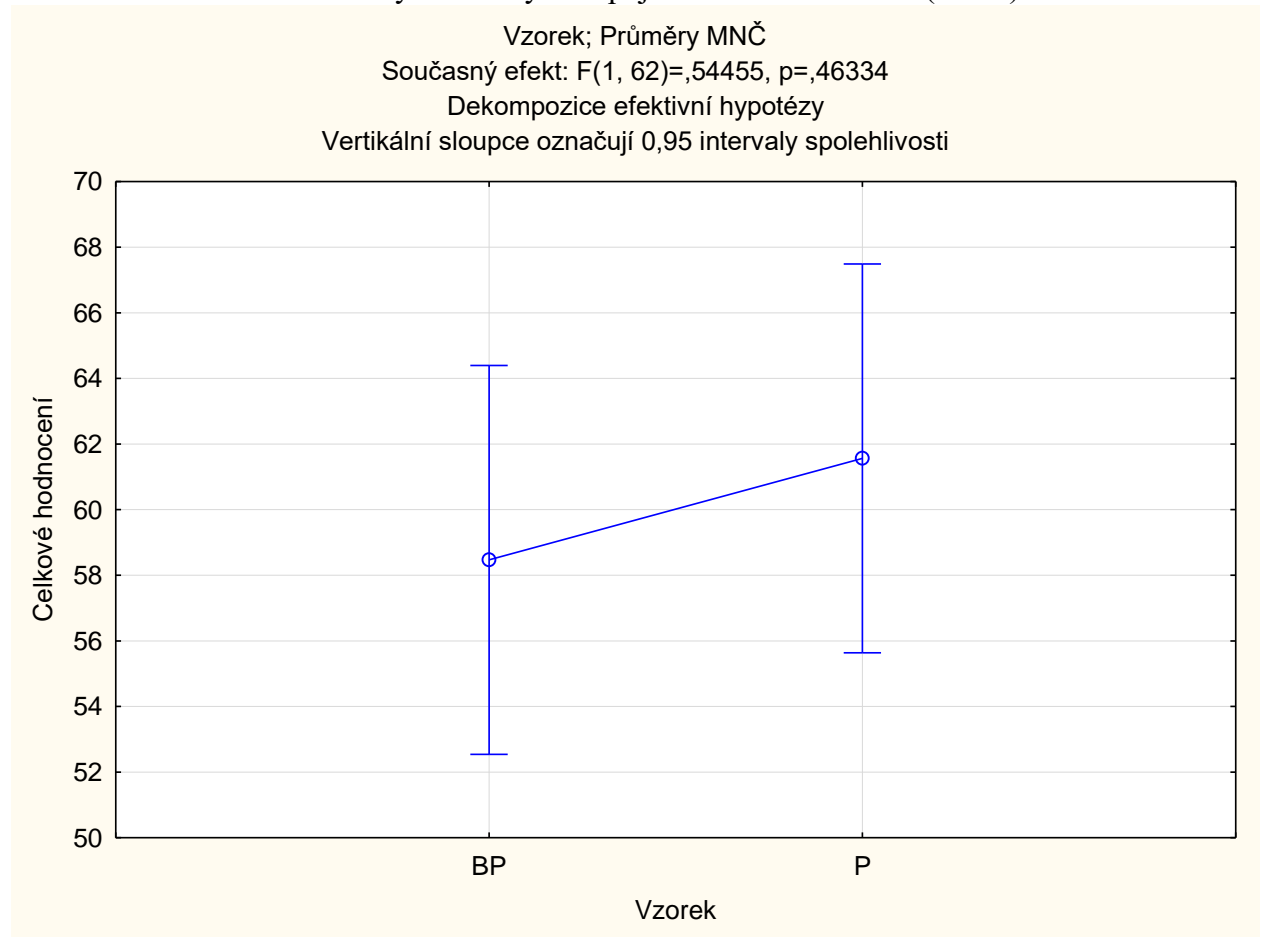


BP = Bez proteinu

P = S proteinem

Celkové hodnocení mezi recepturami višňových nápojů s přidaným a bez přidaného WPC ukazuje, že byly opět lépe hodnoceny vzorky s navýšeným množstvím bílkovin. Mezi recepturami ovšem nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,46334$. Graf 44 zobrazuje průměrné hodnoty hodnocení mezi recepturami s přidaným a bez přidaného WPC.

Graf 44: Celkové hodnocení syrovátkových nápojů s WPC a bez WPC (Višeň)

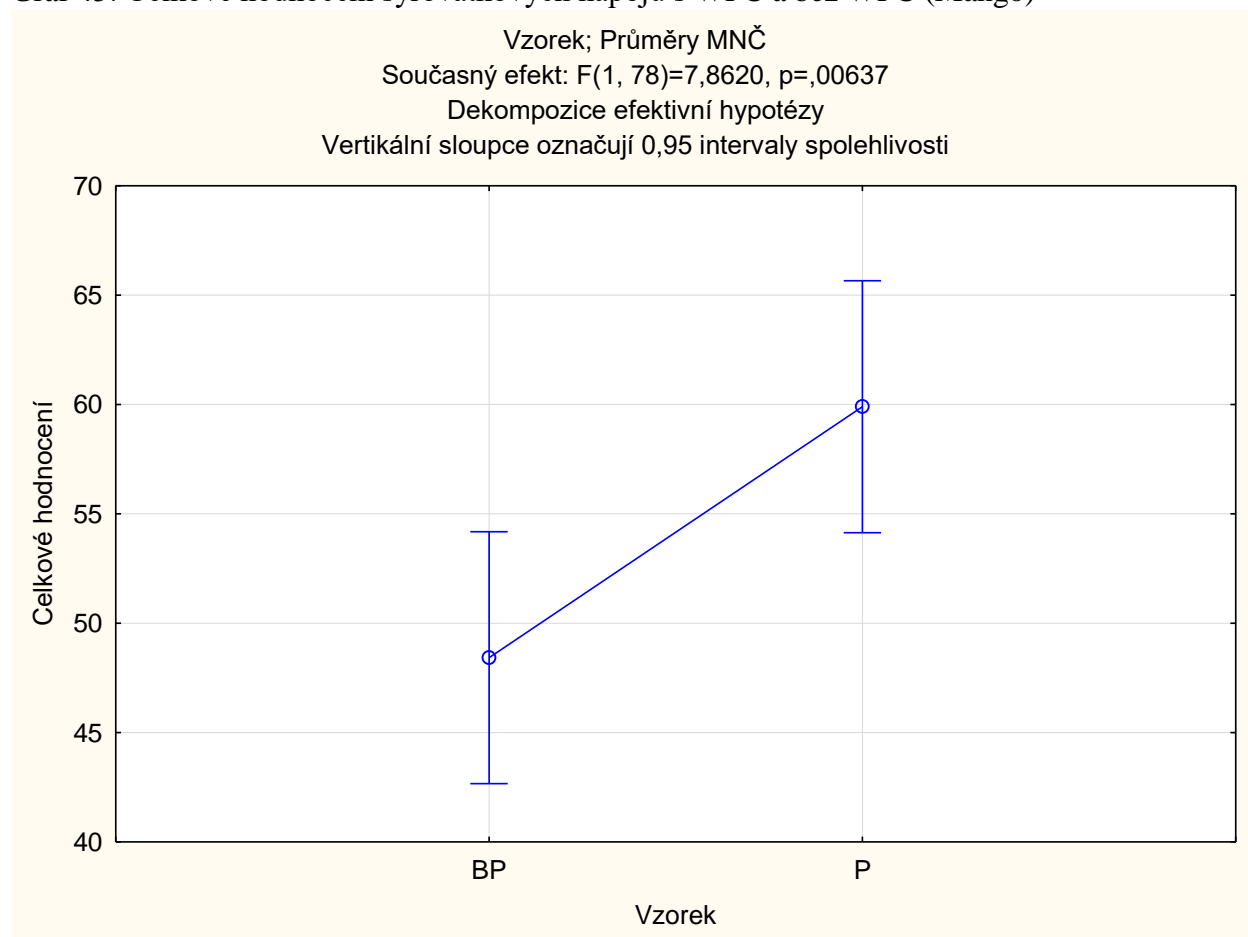


BP = Bez proteinu

P = S proteinem

Celkové hodnocení mezi recepturami mangových nápojů s přidaným a bez přidaného WPC ukazuje, že byly znovu lépe hodnoceny vzorky s navýšeným množstvím bílkovin. Mezi recepturami byl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,00637$. Graf 45 zobrazuje průměrné hodnoty hodnocení mezi recepturami s přidaným a bez přidaného WPC.

Graf 45: Celkové hodnocení syrovátkových nápojů s WPC a bez WPC (Mango)

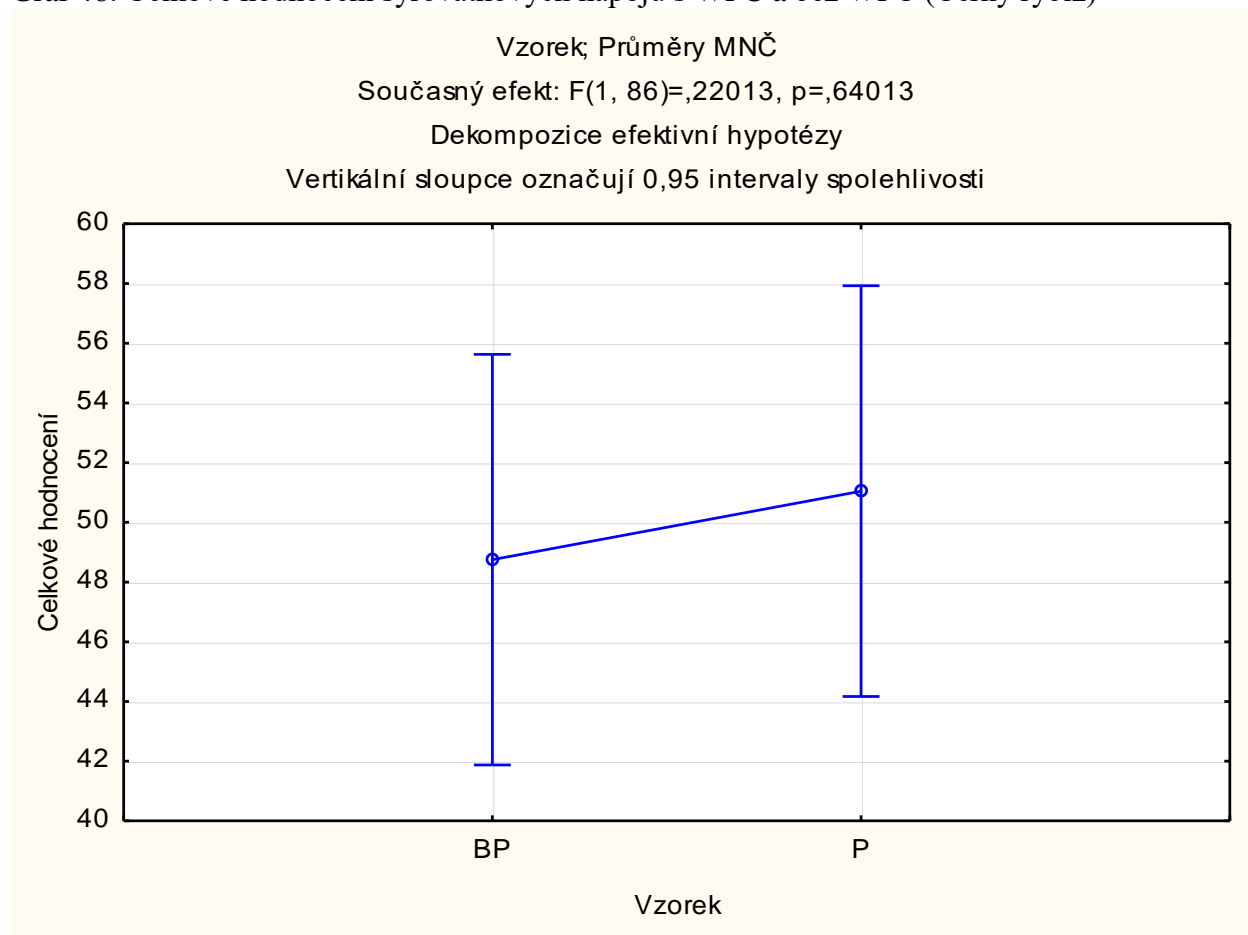


BP = Bez proteinu

P = S proteinem

Celkové hodnocení mezi recepturami černorybízových nápojů s přidaným a bez přidaného WPC ukazuje, že i zde byly lépe hodnoceny vzorky s navýšeným množstvím bílkovin. Mezi recepturami ovšem nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $p = 0,64013$. Graf 46 zobrazuje průměrné hodnoty hodnocení mezi recepturami s přidaným a bez přidaného WPC.

Graf 46: Celkové hodnocení syrovátkových nápojů s WPC a bez WPC (Černý rybíz)



BP = Bez proteinu

P = S proteinem

6 Diskuze

Syrovátka je vynikajícím zdrojem látek pozitivně ovlivňujících lidské zdraví. Mezi její vlastnosti se řadí např. antioxidační, protinádorové, antivirové a antimikrobiální účinky. Její využití při výrobě nápojů by mohlo být využito ke zpracování nadměrného množství této suroviny, která je v dnešní době ve velkých objemech vyráběna.

Cílem této práce bylo zjistit, jak jednotlivé příchutě a navýšení koncentrace syrovátkových bílkovin ovlivňuje sensorickou kvalitu vyráběných nápojů a zda je přidavek WPC správným krokem do budoucnosti jejich zpracovávání a oblíbenosti konzumentů.

Syrovátkové nápoje byly připravovány z kyselé syrovátky vyráběné v Bohušovické mlékárně a hodnoceny metodou sensorického profilu s deskriptory: celkový vzhled, příjemnost barvy, příjemnost vůně, příjemnost konzistence, celková příjemnost chuti, intenzita ovocné chuti, intenzita mléčné chuti, intenzita syrovátkové chuti, celková intenzita pachutí a celkové hodnocení nápoje.

Bylo měřeno složení čerstvé neupravené syrovátky. Dle Jelena (2003) jsou v kyselé syrovátce bílkoviny zastoupeny v koncentracích 0,60 – 0,80 %, laktóza 4,40 – 4,60 % a celková sušina 6,70 – 7,00 %. Na rozdíl od těchto výsledků byly v této práci naměřené hodnoty mírně vyšší, a to 0,90 % bílkovin, 5,24 % laktózy a 8,15 % sušiny. Naměřené hodnoty tedy byly jiné než udávané literaturou, což může být způsobeno technologií výroby odtučněného tvarohu v Bohušovické mlékárně o celkové sušině 16 % a složení: tuky 0,05 g, sacharidy 3,1 g (z toho cukry = laktóza 3,1 g), bílkoviny 12,5 g a sůl 0,1 g (pouze jako přirozená složka mléka). Ryan a Walsh (2016) uvádí, že syrovátka vzniká separací kaseinových molekul z mléka a dle Foegeding et al., (2011) jsou nejvíce zastoupenými proteiny v syrovátce β -laktoglobulin, α -laktalbumin, GMP, hovězí sérový albumin, imunoglobuliny, laktoferin a laktoperoxidáza. Měření syrovátky použité při pokusech ukázalo, že z celkových 0,90 % bílkovin byl kasein zastoupen v převažující míře a to 0,49 %.

Při přípravě syrovátkových nápojů bylo zaznamenáno značné kolísání pH vzorků v závislosti na přidaných komponentech. Džusy s hodnotami pH 2,95 – 3,42 snižovaly úměrně své přidávané koncentraci aktivní kyselost vzorků syrovátky o 0,55 – 0,76 stupňů pH. Při přidání 5 % WPC byl naopak pozorován vzrůst hodnot o 0,44 – 0,56 pH. Podle American Dairy Products institute se aktivní kyselost komerčně vyráběných WPC pohybuje v rozmezí 6,00 – 7,00 jednotek pH, což může také být důvodem, proč bylo pozorováno navýšení hodnot pH vyráběných syrovátkových nápojů po jeho přidání. Hodnoty pH se zvýšily také po dni

skladování při 4 – 6 °C. Johnson (2002) uvádí, že pH sýrů se může za jediný den navýšit až o 0,3 stupně pH kvůli nedostatečnému vytváření kyseliny mléčné a obsahu látek, kupříkladu kalcium fosfátu, které mají pufovací vlastnosti. V mléce tyto látky velice rychle navazují vodíkové ionty, což vede ke zvyšování hodnot pH. Přítomnost těchto látek v syrovátce může být vysvětlením pro zvýšení hodnoty pH syrovátkových nápojů po pasteraci a následném skladování.

Aby nedocházelo k denaturaci syrovátkových bílkovin během tepelného opracování vyráběných nápojů, byly vzorky s přidaným WPC upravovány kyselinou citronovou na hodnotu pH pod 4,5. Všechny nápoje byly poté tepelně upravovány šetrnou pasterací při 63 °C po dobu 30 minut dle Pandiyan et al., (2011). Macwan et al., (2016) uvádějí, že je k dosažení tepelné rezistence pro syrovátkové bílkoviny nutné okyselení syrovátky na pH < 3,9. Poté nedochází při pasteraci k denaturaci a vzniku sraženiny. Po šetrné pasteraci byly vzorky vizuálně kontrolovány pro případ denaturace syrovátkových bílkovin a vzniku koagulátu. Sraženina nebyla u žádného z nápojů pozorována. Rittmanic (2006) publikoval, že syrovátkové bílkoviny, které nejsou modifikované k větší rezistenci pro tepelné opracování, nejsou bez použití patřičného technologického procesu při koncentracích vyšších než 3 % stabilní a může docházet k jejich srážení nebo gelovatění. Uvádí také, že kombinace kaseinových bílkovin se syrovátkovými poskytuje syrovátce určitou ochranu a tepelnou rezistenci v důsledku jejich vzájemných interakcí. Syrovátkové bílkoviny proto zůstávají rozpustné, nesráží se a nedochází k tvorbě gelové struktury. Přítomnost kaseinových molekul, použití sojového lecitinu jako emulgátoru v přidávaném WPC (5 %) a šetrná pasterace, která byla při výrobě použita, může být důvodem dostatečné tepelné rezistence syrovátkových nápojů s takto vysokým obsahem bílkovin při pH < 4,5. Syrovátkové nápoje s přidaným WPC byly ovšem po skladování hustší konzistence s mléčnou barvou. Hustší konzistenci může vysvětlovat mírná agregace probíhající v důsledku skladování při nízkých teplotách a větší koncentrace syrovátkových bílkovin.

Z výsledků hodnocení sensorického profilu byly celkově nejlépe hodnoceny syrovátkové nápoje s příchutí višně a manga. Pro celkové hodnocení nápoje byl pozorován statisticky významný rozdíl mezi příchutí višně a ostatními příchutěmi. Celkově nejhůře hodnocenou příchutí byla naopak broskev. Macwan et al., (2016) zmiňuje možnost využití višňové příchutě pro přípravu syrovátkových nápojů. V publikaci Vojnović et al., (1993), byl višňový nápoj hodnocený jako druhý nejhorší z příchutí višně, jablka, hroznového vína, jahody a pomeranče. Naopak z výsledků sensorického hodnocení prováděného na katedře kvality se višňová příchut' ukázala jako nejvhodnější z hlediska maskování přirozené chuti syrovátky

a celkových pachutí, příjemnosti chuti, barvy, vůně, konzistence a intenzity ovocné chuti. Nejlépe byl hodnocen nápoj s přídavkem 6 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC.

Djuric et al., (2004) ve své studii naopak uvádí, že syrovátkový nápoj s příchutí broskve obsahující 6 % sušiny, 2 % cukru a pH 3,5 byl pro hodnotitele nejpříjemnější kvůli své schopnosti dobře maskovat nežádoucí chuť syrovátky. Naopak tvrdí, že pomerančové syrovátkové nápoje nedokáží efektivně maskovat nežádoucí syrovátkovou vůni, mají nevyhovující chuť a při skladování tvoří sediment. Pescuma et al., (2010) také udávají, že nejlepším způsobem maskování nežádoucí chuti, barvy a vůně syrovátky je přídavek broskvového džusu. Dle hodnocení prováděného v této práci byla po višni broskve druhá neúspěšnější v maskování syrovátkové chuti, naopak její celková příjemnost chuti, příjemnost barvy i vůně byla hodnocena ze všech použitých příchutí nejhůře. U broskvových nápojů byla nejmenší intenzita syrovátkové chuti sledována u vzorku s přidanými 8 % cukru a 20 % džusu. Celková intenzita pachutí, stejně jako příjemnost konzistence byly po černém rybízu u této příchutě hodnoceny jako druhé nejhorší. Nejpříjemnější chuť měl pro konzumenty nápoj s 8 % cukru, 20 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC.

Chavan et al., (2015) využíval mangovou příchutí pro výrobu syrovátkového nápoje ze syrovátky získané během výroby sýru paneer o koncentraci 37 % celkové sušiny s přídavkem cukru – 8 %, 15 % a 37 % a úpravou pH na hodnotu 4,2. Tento nápoj označuje za velmi přijatelný pro konzumenty. Dle výzkumu této práce nebyly syrovátkové nápoje s příchutí manga schopny efektivně maskovat intenzitu syrovátkové chuti. Jako nápoj s nejmenší intenzitou syrovátkové chuti byl hodnocen nápoj s 8 % cukru a 10 % džusu. Nejhůře hodnocený vzorek obsahoval 8 % cukru, 10 % džusu, 0,2 % kyseliny citronové a 5 % WPC. Naopak byly nápoje s mangovou příchutí hodnoceny jako ty s nejlepším vzhledem, což je dle dle Zampini et al., (2008) jedním z klíčových faktorů výběru zákazníků.

Bagger-Jørgensen a Meyer, (2004) uvedli, že černý rybíz má díky svému obsahu anthokyanů vysokou biologickou hodnotu, protože se tyto látky mohou podílet na snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění. Jaworska et al., (2010) došli k závěru, že syrovátkové nápoje s příchutí černého rybízu mají mírně nižší sensorickou kvalitu než nápoje obyčejné, ale mohly by i tak být atraktivním přídavkem dnešního trhu jako funkční potravina kombinující zdraví prospěšné vlastnosti tohoto ovoce a vlastností syrovátky. Dle hodnocení sensorického panelu v této práci měly syrovátkové nápoje s příchutí černého rybízu horší sensorickou kvalitu než ty s příchutí višně nebo manga, ale byly celkově lépe hodnoceny než syrovátkové nápoje s příchutí broskve. Příchutí černého rybízu se ukázala jako nejméně

efektivní při maskování syrovátkové chuti, celkové intenzity pachutí a měly nejhorší konzistenci.

Rozdíly mezi výsledky studií a tímto výzkumem mohou být zapříčiněny poměrně velkým rozdílem aktivní kyselosti ochutnávaných nápojů. Většina uvedených autorů připravovali syrovátkové nápoje s $\text{pH} < 4$, zatímco nápoje hodnocené v této práci dosahovaly po skladování hodnot pH v rozmezí 4,51 – 4,80.

Bylo zkoumáno celkové hodnocení nápojů mezi receptury s přidaným a bez přidaného WPC. Výzkum ukázal, že u všech příchutí byly celkově lépe přijímány nápoje připravené ze syrovátky s přidáním těchto bílkovin. U příchutí broskve, višně a černého rybízu nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi recepturami s přidaným a bez přidaného WPC. U mangové příchuti mezi těmito recepturami naopak byl statisticky významný rozdíl.

Výsledky této práce mohou poukazovat na to, že syrovátkové nápoje z kyselé syrovátky obohacené o větší koncentrace syrovátkových bílkovin mohou být správným krokem do budoucna v otázce přijatelnosti syrovátkových nápojů konzumenty. Někteří autoři tvrdí, že příchutě manga a broskve mohou být pro konzumenty více přijatelné (Gagrani et al., 1987; Djuric et al., 2004; Choudary a Sandey, 2009; Pescuma et al., 2010). Na základě výsledků vycházejících z této práce je možné, že višňové syrovátkové nápoje by mohly tyto příchutě předčít a zajistit tak jejich lepší přijatelnost konzumenty a posílit jejich zastoupení v tržní síti.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo posouzení sensorické kvality laboratorně připravených syrovátkových nápojů z čerstvé syrovátky s přídavkem a bez přídavku syrovátkového bílkovinného koncentrátu a různých ovocných příchutí. Dalším cílem této práce bylo prokázat, že syrovátkové nápoje s příchutí manga jsou pro konzumenty lépe přijatelné, protože dokážou spolehlivě maskovat přirozenou chuť syrovátky.

Větší využití syrovátky v potravinářském průmyslu může být nedocenitelné jak pro své nutriční vlastnosti, tak i pro řešení ekologických problémů s ní spojených. Syrovátka, jakožto odpadní produkt je poměrně levná surovina a výroba syrovátkových nápojů může mít potenciál v oblasti trendů zdravé výživy a suplementů pro sportovce.

Byl sledován vliv přídavku jednotlivých komponent receptur na hodnotu aktivní kyselosti připravovaných syrovátkových receptur. Z naměřených hodnot vyplývá, že přídavek WPC a skladování po dobu jednoho dne při 4 – 6 °C zvyšuje hodnotu pH připravovaných nápojů. Růst hodnot pH během skladování byl obdobný u vzorků s přidaným i bez přidaného WPC, na což je nutné brát zřetel při výrobě syrovátkových nápojů z kyselé syrovátky.

Syrovátkové nápoje s přidaným WPC jsou konzumenty hodnoceny lépe než jejich obdoby bez přidání této suroviny. Jako nejvíce přijatelné byly hodnoceny vzorky s příchutí višně a manga. Mangové nápoje fortifikované WPC se pro konzumenty ukázaly statisticky významně lépe přijatelné než nápoje bez přidaného WPC a dokáží efektivně maskovat přirozené pachutě kyselé syrovátky. Obě hypotézy proto byly touto prací potvrzeny. Nižší sensorické skóre čistých syrovátkových nápojů (bez přídavku WPC) bylo pravděpodobně hlavně z důvodu jejich větší intenzity přirozených pachutí syrovátky. WPC přidávané do nápojů pozitivně ovlivňuje příjemnost jejich chuti, vůně i konzistence.

Na základě výsledků této práce může být závěrem konstatováno, že syrovátkové nápoje vyráběné z čerstvé kyselé syrovátky s přidanými 5 % WPC mohou být správným krokem v budoucnosti výroby sensoricky přijatelných nápojů pro širokou veřejnost a budoucí výzkum by se měl při výrobě zaměřit na využití příchutí višně a manga, protože jsou vnímány jako nejchutnější a celkově nejlépe přijatelné varianty těchto nápojů.

8 Literatura

- 1) Aghda, S. K., Nasirpour, A., Nasrabadi, M. N. 2016. Effect of Acidification Rate, Acidification Temperature, Final pH and Stabilizer Content on Colloidal Stability of Whey Based Pomegranate Beverage. *Journal Of Dispersion Science And Technology*. 38: 1.
- 2) Aider, M., De Halleux, D. 2007. Isomerization of lactose and lactulose production: review. *Trends in Food Science & Technology*. 18(7). 356–364.
- 3) Almeida, K. E., Tamime, A. Y., and Oliveira, M. N. 2009. Influence of total solids contents of milk whey on the acidifying profile and viability of various lactic acid bacteria. *LWT- Food Science and Technology*. 42: 672-678.
- 4) Arndt, T. Syrovátka [online]. *Celostatnimedicina.cz*. 7. ledna 2010 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z <<http://www.celostatnimedicina.cz/syrovatka.htm#ixzz453e0t7r1>>.
- 5) Athanasiadis, A., Paraskeropoulou, A., Blekas, G., Kiosseoglou, V. 2004. Development of a novel whey beverage by fermentation with kefir granules – effect of various treatments. *Biotechnology Progress*. 20(4). 1091-1095.
- 6) Athanasiadis, I., Paraskevopoulou, A., Blekas, G., and Kosseoglou, V. 2004. Development of a novel whey beverage by fermentation with kefir granules-Effect of various treatments. *Biotechnology Progress*. 20: 1091-1095.
- 7) Bagger-Jørgensen, R., Meyer, A. S. 2004. Effects of different enzymatic pre-press maceration treatments on the release of phenols into blackcurrant juice. *European Food Research and Technology*. 219(6). 620–629.
- 8) Baldasso, C., Barros, T.C., Tessaro, I.C. 2011. Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration. *Desalination* 278 (1-3). 381–386.
- 9) Bayarri, S., Calvo, C., Costello, E., Duran, L. 2001. Influence of colour on perception of sweetness and fruit flavour of fruit drinks. *Food Science and Technology International* 7 (5): 399-404.
- 10) Beaulieu, J., Dupont, C., Lemieux, P. 2006. Whey proteins and peptides: beneficial effects on immune health. *Therapy*. 3(1). 69–78.
- 11) Beecher, J.W., Drake, M.A., Luck, P.J., Foegeding, E.A. 2008. Factors regulating astringency of whey protein beverages. *Journal of Dairy Science*. 91(7). 2553-60.

- 12) Beucler, J., Drake, M., Foegeding, E.A. 2005. Design of a Beverage from Whey Permeate. *Journal of Food Science*. 70(4). 277–285.
- 13) Bilsborough, S., Mann, N. 2006. a review of issues of dietary protein intake in humans. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 16(2). 129–152.
- 14) Boehm, G., Lidestri, M., Casetta, P., Jelinek, J., Negretti, F., Stahl, B., Marini, A. 2002. Supplementation of bovine milk formula with an oligosaccharide mixture increases counts of fecal bifidobacteria in preterm infants. *Archives of Disease in Childhood. Fetal and Neonatal Edition*, 86(3). 178–181.
- 15) Bounous, G. 2000. Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer Research*. 20(6). 4785-4792.
- 16) Bounous, G. 2000. Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer research*. 20(6). 4785-4792.
- 17) Burke, D. G., Cbilibeck, P. D., Davidson, K. S., Candow, D. G., Farthing, J., Smith-Palmer, T. 2001. The effect of whey protein supplementation with and without creatine monohydrate combined with resistance training on lean tissue mass and muscle strength. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 11(3). 349-64.
- 18) Camfield, D.A., Owen, L., Scholey, A.B., Pipingas, A., Stough, C. 2011. Dairy constituents and neurocognitive health in ageing. *The British Journal of Nutrition*. 106(2). 159–174.
- 19) Chavan, R.S., Shraddha, R.C., Kumar, A., Nalawade, T. 2015. Whey Based Beverage: Its Functionality, Formulations, Health Benefits and Applications. *Journal of Food Processing and Technology*. 6. 495.
- 20) Choudary, P. L., Sandey, K. K. 2009. Sensory characteristics of wheymango herbal (cardamon) beverage. *Indian Journal of Dairy Science*. 62: 20-23.
- 21) Cross, M.L., Gill, H.S. 2000. Immunomodulatory properties of milk. *The British Journal of Nutrition*. 84(1). 81–89.
- 22) De Wit, J.N. 2001. Lecturer's handbook on whey and whey products, 1st edn. European Whey Products Association, Brussels. Únor 2001. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/en/document/view/7885102/lecturers-handbook-on-whey-and-whey-products-euromilk>.

- 23) Djurić, M., Carić, M., Milanović, S., Tekić, M., Panić, M. 2004. Development of whey-based beverages. *European Food Research and Technology*. 219(4). 321-328.
- 24) Dragone, G., Mussatto, S.I., Oliveira, J.M., Teixeira, J.A. 2009. Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. *Food Chemistry*. 112(4). 929-935.
- 25) Drgalic, I., Tratnik, L.J., Bozanic, R. 2005. Growth and survival of probiotic bacteria in reconstituted whey. *Lait*. 85(3). 171-179.
- 26) Faruqui, A.A., Joshi, C. 2012. Lactitol: a review of its use in the treatment of constipation. *International Journal of Recent Advances in Pharmaceutical Research*. 2(1). 1-5.
- 27) Foegeding, E. A., Davis, J. P., Doucet, D., McGuffey, M. K. 2002. Advances in modifying and understanding whey protein functionality. *TRENDS IN FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY* 13(5). 151–9.
- 28) Foegeding, E. A., Luck P., Vardhanabhuti B. 2011. Whey protein products in *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Editováno: H. Roginski, J.W. Fuquay & P.F. Fox. Academic Press – Elsevier Ltd. p. 1957–1960. ISBN: 9780123744029.
- 29) Forman, L., Mergl, M. 1979. *Syrovátka – její využití v lidské výživě a ve výživě hospodářských zvířat*, VÚPP – Praha.
- 30) Fox, P. F. 2003. Milk proteins: general and historical aspects in *Advanced Dairy Chemistry*, Editováno: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. p. 1–48, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. ISBN: 978-1-4614-4714-6.
- 31) Fox, P. F. 2011. Lactose: Chemistry, Properties in *Encyclopedia of Dairy Sciences* Editováno: H. Roginski, J.W. Fuquay & P.F. Fox. p. 173. Academic Press – Elsevier Ltd. ISBN: 9780123744029.
- 32) Fox, P.F. 2009. Lactose: Chemistry and Properties. In: McSweeney, P. L. H., Fox, P.F. (eds.). *Advanced Dairy Chemistry Volume 3: Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*. Springer. New York. p. 1-13. ISBN: 978-0-387-84864-8.
- 33) Fujita, S., Dreyer, H. C., Drummon, M. J., Glynn, E. L., Cadenas, J. G., Yoshizawa, F., Volpi, E., Rasmussen, B. B. 2007. Nutrient signalling in the regulation of human muscle protein synthesis. *The journal of physiology*. 582(2). 813–23.
- 34) Gagrani, R. L., Rathi, S. D., Ingle, U. M. 1987. Preparation of fruit flavoured beverage from whey. *Journal of Food Science and Technology*. 24: 93-94.

- 35) Gallardo-Escamilla, F. J., Kelly, A. L., Delahunty, C. M. 2005. Sensory Characteristics and Related Volatile Flavor Compound Profiles of Different Types of Whey. *Journal of Dairy Science*. 88(8). 2689-2699.
- 36) Gallardo-Escamilla, F. J., Kelly, A. L., Delahunty, C. M. 2007. Mouthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids. *International journal of Dairy Science*. 17(4). 308-315.
- 37) Gänzle, M.G., Haase, G., Jelen, P. 2008. Lactose: Crystallization, hydrolysis and value-added derivatives. *International Dairy Journal*. 18(7). 685-694.
- 38) Ghaly, A.E., Mahmoud, N., Rushton, D., Arab, F. 2007. Potential environmental and health impacts of high land application of cheese whey. 2(2). 106-117.
- 39) Girsh, L. S. 2001. Us Patent US 2001/0022986. A1
- 40) Gottschalk, L. 2006. Winning wheys in bars and beverages [online]. *Preparedfoods*. 14. července 2006. [cit. 2016-11-28]. Dostupné z <<http://www.preparedfoods.com/articles/105400-winning-wheys-in-bars-and-beverages>>.
- 41) Groziak, SM., Miller, G. D. 2000. Natural bioactive substances in milk and colostrum: effects on the arterial blood pressure system. *The British Journal of Nutrition*. 84(1). 119-25.
- 42) Ha, E., Zemel, M. B. 2003. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). *The journal of nutritional biochemistry*. 14(5). 251–8.
- 43) Ha, E., Zemel, M.B. 2003. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 14(5). 251-258.
- 44) Hernández-Ledesma, B., Ramos, M., Gómez-Ruiz, J.A. 2011. Bioactive components of ovine and caprine cheese whey. *Small Ruminant Research*. 101(1-3). 196–204.
- 45) Hirsch, J. 2015. Protein drinks and baby formula could offset Greek yogurt's dark side [online]. *The Guardian*. 8. Prosince 2015. [cit. 2016-10-12]. Dostupné z <<http://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/dec/08/greek-yogurt-acid-whey-protein-drinks-baby-formula-environmental-dark-side>>.
- 46) ISO 13299. 2003. Sensory analysis -- Methodology -- General guidance for establishing a sensory profile.

- 47) ISO 22935-1. 2009. (IDF 99-1: 2009) Milk and milk products -- Sensory analysis -- Part 1: General guidance for the recruitment, selection, training and monitoring of assessors.
- 48) ISO 6564. 1985. Sensory analysis -- Methodology -- Flavour profile methods.
- 49) ISO 6658. 2005. Sensory analysis -- Methodology -- General guidance.
- 50) ISO 8586-1. 1993. Sensory analysis -- General guidance for the selection, training and
- 51) Jack, F. R., Paterson, A., Piggott, J. R. 1995. Perceived texture: Direct and indirect methods for use in product development. *International Journal of Food Science and Technology*. 30: 1-12.
- 52) Jacqmain, M., Doucet, E., Despres, J. P., Bouchard, C., & Tremblay, A. 2003. Calcium intake, body composition, and lipoprotein-lipid concentration in adults. *American Journal of Clinical Nutrition*. 77: 1448–1452.
- 53) Janiaski, D. R., Pimentel, T. C., Cruz, A. G., Prudencio, S. H. 2016. Strawberry-flavored yogurts and whey beverages: What is the sensory profile of the ideal product? *Journal of Dairy Science*. 99(7): 5273-5283.
- 54) Jaworska, G., Sady, M., Grega, T., Bernaś, E., Pogoń, K. 2010. Qualitative comparison of blackcurrant and blackcurrant–whey beverages. *Food Science and Technology International*. 17(4). 331-341.
- 55) Jelen, P. 2003. Whey Processing in *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Editováno: Roginski, H., Fuquay, J. F., Fox, P. F., Academic Press – An Imprint of Elsevier. p. 4170. ISBN: 9780123744074.
- 56) Jelen, P. 2003. Whey processing-Utilization and products. In: Roginski, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F. (eds.). *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Academic Press. p 2739–2745. ISBN: 978-0-12-374402-9.
- 57) Jelen, P. 2009. Whey based functional beverages. In: Paquin, P. (ed.). *Functional and speciality beverage technology*. Woodhead Publishing. Cambridge. p 259–279. ISBN: 9781845695569.
- 58) Jeličić, I., Božanić, R., Tratnik L. 2008. Whey-based beverages- a new generation of diary products. *Mljekarstvo*. 58 (3). 257-274.
- 59) Jinjara, S., Olabi, A., Jiménez-Flores, R., Walker, J.H. 2006. Sensory, functional, and analytical comparisons of whey butter with other butters. *Journal of Dairy Science*. 89(7). 2428–2440.

- 60) Joesten, M.D., Hogg, J.L., Castellion, M.E. 2006. *The world of chemistry: essentials*. Cengage Learning. USA. p. 590. ISBN: 9780495012139.
- 61) Johnson, M. 2002. Cheese pH—What’s behind the rise and fall? a Technical Resource for Dairy Manufacturers. 14(4). 1-11.
- 62) Kanwar, J.R., Kanwar, R.K., Sun, X., Punj. V., Matta, H., Morley, S.M., Parratt, A., Puri, M., Sehgal, R. 2009. Molecular and biotechnological advances in milk proteins in relation to human health *Current Protein and Peptide Science*. 10(4). 308–338.
- 63) Kawase, M., Hasiimoto, H., Hosoda, M., Morita, H., Hosono, A. 2000. Effect of Administration of Fermented Milk Containing Whey Protein Concentrate to Rats and Healthy Men on Serum Lipids and Blood Pressure. *Journal of Dairy Science*. 83(2). 255-63.
- 64) Kilcast, D., Clegg, S. 2002. Sensory perception of creaminess and its relationship with food structure. *Food Quality and Preference*. 13: 609-623.
- 65) Koffi, E., Shewfelt, R., Wicker, L. 2005. Storage stability and sensory analysis of UHT processed whey-banana beverages. *Journal of Food Quality*. 28(4). 386 – 401.
- 66) Kontopidis, G., Holt, C., Sawyer, L. 2004. Invited review: beta-lactoglobulin: binding properties, structure, and function. *Journal of Dairy Science*. 87(4). 785-96.
- 67) Korhonen, H. 2009. Bioactive milk proteins and peptides: from science to functional applications. *Australian Journal of Dairy Technology*. 64(1). 16-25.
- 68) Krissansen, G.W. 2007. Emerging health properties of whey proteins and their clinical implications. *Journal of the American College of Nutrition*. 26(6). 713-23.
- 69) Liutkevičius, A., Speičienė, V., Kaminskas, A., Jablonskienė, V., Alenčikienė, G., Mieželiene, A., Bagdonaitė, L., Vitkus, D., Garmienė, G. 2015. Development of a functional whey beverage, containing calcium, vitamin D, and prebiotic dietary fiber, and its influence on human health. *CyTA – Journal of Food*. 14(2). 309-316.
- 70) Lorenzen, J. K., Astrup, A. 2011. Dairy calcium intake modifies responsiveness of fat metabolism and blood lipids to a high-fat diet. *British Journal of Nutrition*. 105: 1823–1831.
- 71) Lukášová, J. 2001. *Hygiena a technologie mléčných výrobků*. Veterinární a farmaceutická univerzita. Brno. 180 s. ISBN 80 – 7305 – 415 – 9.

- 72) Macwan S.R., Dabhi, B.K., Parmar, S.C., Aparnathi, K.D. 2016. Whey and its Utilization. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 5(8). 134-155.
- 73) Marnila, P., Korhonen, H. 2003. Immunoglobulins in *Encyclopedia of Dairy Sciences* Editováno: H. Roginski, J.W. Fuquay & P.F. Fox. p. 1950–1956. Academic Press – Elsevier Ltd. ISBN: 9780123744029.
- 74) Marshall, K. 2004. Therapeutic Applications of Whey Protein. *Alternative Medicine Review*. 9 (2). 136-156.
- 75) Maughan, R.J., Murray, R. 2001. Sports drinks, basic science and practical aspects. CRC Press LLC. USA. p. 279. ISBN: 0-8493-7008-6.
- 76) Mayer, J., Conrad, J., Klaiber, I., Lutz-Wahl, S., Beifuss, U., Fischer, L. 2004. Enzymatic production and complete nuclear magnetic resonance assignment of the sugar lactulose. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(23). 6983-6990.
- 77) Mendoza, A.H., Robles, V.J., Angulo, J.O., Cruz, J.D.L., Garcia, H.S. 2007. Preparation of a whey-based probiotic product with *Lactobacillus reuteri* and *Bifidobacterium bifidum*. *Food Technology and Biotechnology*. 45(1). 27-31.
- 78) Miglioranza, L. S. H., Matsuo, T., Caballero-Cordoba, G. M., Dichi, J. B., Cyrino, E. S., Oliveira, I. B. N., Martins, M. S., Polezer, N. M., Dichi, I. 2003. Effect of long-term fortification of whey with ferrous bisglycinate on anemia Prevalence in Children and Adolescents From Deprived Areas in Londrina, Parana, Brazil. *Nutrition*. 19(5). 419-421.
- 79) Mockaitis, G., Ratusznei, S.M., Rodrigues, J.A.D., Zaiat, M., Foresti, E. 2006. Anaerobic whey treatment by a stirred sequencing batch reactor (ASBR): effects of organic loading and supplemented alkalinity. *Journal of Environmental Management*. 79(2). 198–206.
- 80) Mølgaard, C., Larnkjær, A., Arnberg, K., Michaelsen, K.F. 2011. Milk and growth in children: effects of whey and casein. *Nestlé Nutrition Workshop Series: Pediatric Program*. 67. 67-78.
- 81) Mollea, C., Marmo, L., Bosco, F., 2013. Valorisation of Cheese Whey, a By-Product from the Dairy Industry. In: Muzzalupo, I. (ed.). *Food Industry*. InTech. P. 758. ISBN 978-953-51-0911-2.
- 82) Moro, G., Minoli, L., Mosac, M., Fanarao, S., Jelinek, J., Stahl, B., Boehm, G. 2002. Dosage related bifidogenic effects of galacto- and fructooligo-saccharides in formula-fed term infants. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 34(3). 291-295.

- 83) Murray, B.A., FitzGerald, R.J. 2007. Angiotensin converting enzyme inhibitory peptides derived from food proteins: biochemistry, bioactivity and production. *Current pharmaceutical design* 13(8). 773-91.
- 84) Nagar, S., Nagal, S. 2013. Whey: Composition, Role in Human Health and its Utilization in Preparation of Value Added Products. *International Journal of Food and Fermentation Technology*. 3(2). 93-100.
- 85) Nupur, G., Gandhi, D. N. 2009. Comparative Analysis of Indian Paneer and Cheese Whey for Electrolyte Whey Drink. *World Journal of Dairy & Food Sciences*. 4(1). 70-72.
- 86) Ogata, Y., Fujita, K., Ishigami, H., Hara, K., Terada, A., Hara, H., Fujimori, I., Misuoka, T. 1993. Effect of a small amount of 4G-beta-D-galactosylsucrose (lactosucrose) on fecal flora and fecal properties. *Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science*, 46(4). 317–323.
- 87) Ohr, L.M. 2004. Nutraceuticals and functional foods. *Food Technology*. 58(11). 73–76.
- 88) Okada, S., Tanaka, K., Sato, T., Ueno, H., Saito, S., Okusaka, T., Sato, K., Yamamoto, S., Kakizoe, T. 2002. Dose-response trial of lactoferrin in patients with chronic hepatitis C. *Japanese Journal of Cancer Research*. 93(9). 1063-9.
- 89) Pandiayn, C., Villi, R. A. and Chandirasekaran, V. 2011. Development of mango flavoured sweetened whey drink. *Journal of Indian Veterinary Association*. 9(3): 35-37.
- 90) Panesar, P. S., Kennedy, J. F., Gandhi, D. N., & Bunko, K. 2007. Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*. 105(1). 1–14.
- 91) Parrondo, J., Herrero, M., García, L. A., Díaz, M. 2003. a Note production of vinegar from whey. *Journal of the Institute of Brewing*. 109(4). 356 358.
- 92) Patel, S., Murthy, Z.V.P. 2011. Waste valorization: recovery of lactose from partially deproteinated whey by using acetone as anti-solvent. *Dairy Science & Technology*. 91(1). 53–63.
- 93) Paterson, A.H.J. 2009. Production and Uses of Lactose. In: McSweeney, P., Fox, F.P. (eds.). *Advanced Dairy Chemistry: Volume 3: Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*. Springer. New York. P. 105–120. ISBN: 978-0-387-84864-8.
- 94) Pescuma, M., Hébert, E. M., Mozzi, F., and Font de Valdez, G. 2010. Functional fermented whey-beverage using lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*. 141: 73-81

- 95) Pescuma, M., Hebert, E. M., Mozzi, F., Font de Valdez, G. 2008. Whey fermentation by thermophilic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content. *Food Microbiology*. 25: 442-451.
- 96) Remer, R. K. 1982. US Patent 4. 325. 977
- 97) Rezek Jambrak, A., Mason, T.J., Lelas, V., Herceg, Z., Ljubic-Herceg, I. 2008. Effect of ultrasound on solubility and foaming properties of whey protein suspensions. *Journal of Food Engineering*. 86(2). 281-287.
- 98) Rittmanic, S. 2006. U.S. whey proteins in ready-to-drink beverages [online]. leden 2006 [cit. 2017-01-08]. Dostupné z <<http://www.thinkusadairy.org/resources-and-insights/resources-and-insights/application-and-technical-materials/us-whey-protein-in-ready-to-drink-beverages>>
- 99) Rivas, J., Prazeres, A.R., Carvalho, F., Beltran, F. 2010. Treatment of cheese whey wastewater: combined coagulation-flocculation and aerobic biodegradation *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58(13). 7871–7877.
- 100) Ryan, P., Walsh, G. 2016. The biotechnological potential of whey. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*. 15(3). 479–498.
- 101) Sachdeva, A., Nagpal, J. 2009. Meta-analysis: efficacy of bovine lactoferrin in *Helicobacter pylori* eradication. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 29(7). 720–730.
- 102) Sahu, C., Patel, S., Choudhary, P.L. 2006. Technology for manufacture of whey based mango-herbal (lemongrass) beverage. *Journal of Food Science and Technology*. 42: 421-424.
- 103) Salih, B.A. 2009. *Helicobacter pylori* infection in developing countries: the burden for how long?. *Saudi Journal of Gastroenterology*. 15(3). 201–207.
- 104) Saunders, M.J., Kane, M.D., Todd, M.K. 2004. Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 36(7). 1233-1238.
- 105) Schaafsma, G. 2008. Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition. *International Dairy Journal*. 18(5). 458-465.

- 106) Scholz-Ahrens, K. E., Schaafsma, G., van den Heuvel, E. G. H. M., Schrezenmeir, J. 2001. Effects of prebiotics on mineral metabolism. *American Journal of Clinical Nutrition*. 73(2). 459–464.
- 107) Seifert, J., Harmon, J., De Clercq, P. 2006. Protein added to a sports drink improves fluid retention. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 16(4). 420-429.
- 108) Shah, N.P. 2000. Effects of milk-derived bioactives: an over-view. *The British Journal of Nutrition*. 84(1). 3–10.
- 109) Shah, N.P. 2007. Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal*. 17(11). 1262-1277.
- 110) Shiby, V. K., Radhakrishna, K., and Bawa, A. S. 2013. Development of whey-fruit-based energy drink mixes using Doptimal mixture design. *International Journal of Food Science and Technoly*. 48: 742- 748.
- 111) Silverwood, B. 2003. Building healthy bones. *Pediatric Nursing*. 15(5). 27-9.
- 112) Singh, S., Ladkhani, B. G., Kumar, A. and Mathur, B. N. 1994. Development of whey based beverages. *Indian Journal of Dairy Science*. 47: 586-590.
- 113) Smith, K., 2004. *Whey and Lactose Products, Production Technologies*. US Dairy Export Council. 23 – 27.
- 114) Smithers, G.W. 2015. Whey-ing up the options—yesterday, today and tomorrow. *International Dairy Journal*. 48. 2-14.
- 115) Smithers, G.W., 2008. Whey and whey proteins-from ‘gutter-to-gold’. *International Dairy Journal*. 18(7). 695–704.
- 116) Solak, B., Akin, N. 2012. Functionality of whey protein. *Journal of Health, Population and Nutrition*. 3(1). 1–7.
- 117) Stanton, C., McMahon, D., Mills, S. 2013. Dairy components, products and human health. In: Muehlhoff, E., Bennett, A., McMahon, D. (eds.). *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*. FAO. Rome. p. 207-235. ISBN: 978-92-5-107863-1.
- 118) Stanton, C., Murphy, J., McGrath, E., Devery, R. 2003. Animal feeding strategies for conjugated linoleic acid enrichment of milk. In: Sébédio, J.L., Christie, W.W., Adlof, R.O.

- (eds.). *Advances in conjugated linoleic acid research*. AOCS Press. USA. p. 123–145. ISBN: 978-1-893997-28-8.
- 119) Suková, I. 2011. Výživový potenciál syrovátky. [online]. 24. března 2011 [citováno dne 25. 9. 2016]. Dostupné z <<http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=109394>>.
- 120) Tamime, A., D., 2009. *Milk Processing and Quality Management*. Blackwell Publishing Ltd. p. 322. ISBN: 978-1-4051-4530-5.
- 121) Tanaka, K., Ikeda, M., Nozaki, A., Kato, N., Tsuda, H., Saito, S., Sekihara, H. 1999. Lactoferrin inhibits hepatitis C virus viremia in patients with chronic hepatitis C: a pilot study. *Japanese Journal of Cancer Research*. 90(4). 367-71.
- 122) Tipton, K.D., Elliott, T.A., Cree, M.G., Wolf, S.E., Sanford, A.P., Wolfe, R.R. 2004. Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 36(12). 2073–2081.
- 123) Toba, Y., Takada, Y., Matsuoka, Y., Morita, Y., Motouri, M., Hirai, T., Suguri, T., Aoe, S., Kawakami, H., Kumegawa, M., Takeuchi, A., Itabashi, A. 2001. Milk basic protein promotes bone formation and suppresses bone resorption in healthy adult men. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 65(6). 1353-7.
- 124) Tratnik, L. J. 2003. Ulogasirutke u proizvodnji funkcional nemlijecnehrane, *Mljekarstvo*. 53(4). 325-352.
- 125) Tsakali, E., Petrotos, K., D' Alessandro, A., Goulas, P. 2010. a review on whey composition and the methods used for its utilization for food and pharmaceutical products. 6th International Conference on Simulation and Modelling in the Food and Bio-Industry FOODSIM 2010. CIMO Research Centre – Portugal.
- 126) Van den Heuvel, E. G., Muijs, T., van Dokkum, W., & Schaafsma, G. 1999. Lactulose stimulates calcium absorption in postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*. 14(7). 1211–1216.
- 127) Venetsaneas, N., Antonopoulou, G., Stamatelatou, K., Kornaros, M., Lyberatos, G. 2009. Using cheese whey for hydrogen and methane generation in a two-stage continuous process with alternative pH controlling approaches. *Bioresource Technology*. 100(15). 3713–3717.
- 128) Vojnović, V., Ritz, M., Vahčić, N. 1993. Sensory evaluation of whey-based fruit beverages. *Die Nahrung*. 37: 246-251.

- 129) Volpi, E., Kobayashi, H., Sheffield-Moore, M., Mittendorfer, B., Wolfe, R.R. 2003. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 78(2). 250-258.
- 130) Walsh, G. 2014. *Proteins: biochemistry and biotechnology*, 2nd edn. Wiley, London. P. 446. ISBN: 978-0-470-66985-3.
- 131) Weinberg, E. D. 1996. The role of iron in cancer. *European Journal of Cancer Prevention*. 5(1). 19-36.
- 132) Whey Protein Concentrate (WPC) Standard. [online]. [citováno dne 24. 3. 2017]. Dostupné z <https://www.adpi.org/Portals/0/Standards/WPCStandard_book.pdf>.
- 133) Yang Y., Breen L., Burd N. A., Hector A. J., Churchward-Venne T. A., Josse A. R., Tarnopolsky M. A., Phillips S. M. 2012. Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *The british journal of nutrition*. 108(10). 1780-8.
- 134) Yang, S.T., Silva, E.M., 1995. Novel products and new technologies for use of a familiar carbohydrate. milk lactose. *Journal of Dairy Science*. 78(11). 2541–2562.
- 135) Yang, Y., Breen, L., Burd, N.A., Hector, A.J., Churchward-Venne, T.A., Josse, A.R., Tarnopolsky, M.A., Phillips, S.M. 2012. Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *The British Journal of Nutrition*. 108(10). 1780–1788.
- 136) Zacharis, C. 2012. Lactitol. In: O'Donnell, K.K., Malcolm, W. (eds.). *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*. Wiley-Blackwell. UK. p. 275–293. ISBN 978-0-470-65968-7.
- 137) Zadow, J.G., 1992. Lactose Hydrolysis. *Whey and Lactose Processing*. Elsevier Applied Science, London. p. 157-194, 367-408. ISBN: 978-1-85166-753-6.
- 138) Zampini, M., Wantling, E., Phillips, N., Spence, C. 2008. Multisensory flavor perception: assessing the influence of fruit acids and color cues on the perception of fruit-flavored beverages. *Food Quality and Preference*. 19(3). 335–343.
- 139) Zellner, D. A., Durlach, P. 2002. What is refreshing? An investigation of the colour and other sensory attributes of refreshing fous and beverages. *Appetite*. 39: 185-186.

- 140) Zemel, M. B. 2003. Mechanisms of dairy modulation of adiposity. *The Journal of nutrition*. 133(1). 252-256.

9 Seznam příloh

- 1) Příloha 1: Složení džusu s příchutí broskve
- 2) Příloha 2: Složení džusu s příchutí višně
- 3) Příloha 3: Složení džusu s příchutí manga
- 4) Příloha 4: Složení džusu s příchutí černého rybízu
- 5) Příloha 5: Formulář pro hodnocení sensorického profilu syrovátkového nápoje
- 6) Příloha 6: Průměrné hodnoty vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí broskve
- 7) Příloha 7: Směrodatné odchylky vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí broskve
- 8) Příloha 8: Průměrné hodnoty vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí višně
- 9) Příloha 9: Směrodatné odchylky vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí višně
- 10) Příloha 10: Průměrné hodnoty vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí manga
- 11) Příloha 11: Směrodatné odchylky vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí manga
- 12) Příloha 12: Průměrné hodnoty vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu
- 13) Příloha 13: Směrodatné odchylky vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu
- 14) Příloha 14: Průměrné celkové hodnocení (%) vybraných deskriptorů pro všechny příchutě

Příloha 1: Složení džusu s příchutí broskve



Příloha 2: Složení džusu s příchutí višně



Příloha 3: Složení džusu s příchutí manga



Příloha 4: Složení džusu s příchutí černého rybízu



HODNOCENÍ SENZORICKÉHO PROFILU SYROVÁTKOVÉHO NÁPOJE

Přijímání:Jméno:Č. vzorku:
Zdravotní stav:Datum a hodina:

Úkol: Ochutnejte předložený vzorek nápoje a soustředte se na hodnocení vzhledu, vůně, chuti a konzistence. K hodnocení použijte grafické stupnice.

VZHLED

CELKOVÝ VZHLED: velmi špatný vynikající

INTENZITA BARVY: neznatelná velmi silná

ROVNOMĚRNOST ZBARVENÍ: nerovnoměrné rovnoměrné

PŘIJEMNOST BARVY: odporná velmi příjemná

VŮŇ

PŘIJEMNOST VŮŇ: odporná velmi příjemná

INTENZITA MLÉČNÉ VŮŇ: neznatelná velmi silná

INTENZITA SYROVÁTKOVÉ VŮŇ: neznatelná velmi silná

INTENZITA OVOCNÉ VŮŇ: neznatelná velmi silná

KONZISTENCE

PŘIJEMNOST KONZISTENCE: odporná velmi příjemná

VISKÓZITA: velmi řídká velmi hustá

HOMOGENITA: nestejnorodá stejnorodá

CHUŤ

CELKOVÁ PŘIJEMNOST CHUTI: odporná velmi příjemná

INTENZITA OVOCNÉ CHUTI: neznatelná velmi silná

INTENZITA MLÉČNÉ CHUTI: neznatelná velmi silná

INTENZITA SYROVÁTKOVÉ CHUTI: neznatelná velmi silná

INTENZITA DĚLČÍCH CHUTÍ

SLADKÁ: neznatelná velmi silná

KYSELÁ: neznatelná velmi silná

TRPKÁ: neznatelná velmi silná

HOŘKÁ: neznatelná velmi silná

OVOCNÁ: neznatelná velmi silná

CELKOVÁ INTENZITA PACHUTÍ: neznatelná velmi silná

CELKOVÉ HODNOCENÍ NÁPOJE:

odporný velmi příjemný

ZAPIŠTE NALEZENÉ VADY V ZHLEDU, VŮŇĚ, CHUTI ČI KONZISTENCE:

.....

Příloha 6: Průměrné hodnoty vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí broskve

| Vzorek | Celkový vzhled | Příjemnost barvy | Příjemnost vůně | Příjemnost konzistence | Celková příjemnost chuti | Intenzita ovocné chuti | Intenzita mléčné chuti | Intenzita syrovátkové chuti | Celková intenzita pachutí | Celkové hodnocení nápoje |
|--------|----------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | 30,3 | 33,8 | 42,3 | 45,8 | 36,7 | 49,6 | 25,2 | 43,1 | 40,4 | 34,7 |
| 2 | 48,2 | 44,2 | 57,7 | 55,7 | 44,0 | 55,0 | 26,4 | 35,6 | 27,2 | 43,8 |
| 3 | 33,9 | 30,7 | 51,8 | 54,7 | 44,3 | 58,6 | 25,8 | 37,0 | 35,7 | 49,9 |
| 4 | 58,8 | 58,2 | 50,7 | 48,7 | 53,8 | 56,7 | 38,0 | 34,7 | 30,6 | 47,7 |
| 5 | 52,0 | 49,9 | 37,1 | 47,7 | 44,1 | 37,4 | 43,0 | 53,1 | 38,7 | 39,3 |
| 6 | 55,4 | 56,6 | 40,2 | 60,4 | 48,6 | 48,7 | 46,2 | 51,4 | 47,1 | 55,8 |
| 7 | 52,7 | 52,3 | 45,7 | 54,3 | 52,8 | 51,0 | 41,3 | 52,6 | 45,0 | 57,7 |
| 8 | 58,7 | 51,1 | 51,2 | 64,2 | 56,2 | 67,6 | 45,4 | 54,7 | 35,7 | 62,2 |

Příloha 7: Směrodatné odchylky vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí broskve

| Vzorek | Celkový vzhled | Příjemnost barvy | Příjemnost vůně | Příjemnost konzistence | Celková příjemnost chuti | Intenzita ovocné chuti | Intenzita mléčné chuti | Intenzita syrovátkové chuti | Celková intenzita pachutí | Celkové hodnocení nápoje |
|--------|----------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | +22,2 | +28,7 | +22,9 | +27,3 | +22,1 | +17,0 | +20,9 | +23,9 | +26,0 | +24,8 |
| 2 | +22,5 | +12,5 | +18,5 | +26,6 | +20,7 | +21,7 | +14,9 | +17,6 | +19,2 | +15,8 |
| 3 | +22,4 | +11,9 | +12,3 | +25,4 | +22,1 | +18,0 | +13,9 | +17,2 | +21,4 | +20,1 |
| 4 | +18,4 | +22,1 | +17,2 | +26,1 | +21,9 | +21,2 | +21,6 | +21,9 | +23,5 | +19,9 |
| 5 | +14,7 | +26,5 | +18,8 | +20,5 | +22,7 | +14,9 | +23,7 | +21,0 | +27,4 | +16,9 |
| 6 | +21,0 | +21,4 | +19,8 | +12,5 | +20,9 | +22,0 | +24,3 | +20,3 | +29,0 | +26,3 |
| 7 | +21,3 | +23,0 | +19,3 | +11,8 | +23,8 | +18,7 | +26,6 | +23,8 | +33,3 | +26,6 |
| 8 | +22,4 | +25,3 | +17,7 | +8,5 | +24,9 | +16,8 | +19,3 | +20,4 | +31,6 | +27,9 |

Příloha 8: Průměrné hodnoty vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí višně

| Vzorek | Celkový vzhled | Příjemnost barvy | Příjemnost vůně | Příjemnost konzistence | Celková příjemnost chuti | Intenzita ovocné chuti | Intenzita mléčné chuti | Intenzita syrovátkové chuti | Celková intenzita pachutí | Celkové hodnocení nápoje |
|--------|----------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | 47,9 | 54,1 | 47,4 | 63,5 | 59,1 | 59,8 | 25,1 | 34,1 | 19,5 | 56,0 |
| 2 | 67,1 | 78,1 | 63,1 | 64,3 | 61,8 | 75,0 | 22,8 | 33,4 | 32,5 | 62,5 |
| 3 | 58,4 | 60,5 | 55,9 | 64,6 | 58,6 | 59,3 | 34,4 | 39,8 | 32,4 | 55,4 |
| 4 | 75,0 | 80,0 | 59,1 | 63,8 | 62,6 | 74,3 | 21,9 | 32,6 | 32,5 | 60,0 |
| 5 | 40,9 | 55,0 | 63,6 | 62,6 | 64,5 | 45,8 | 56,4 | 40,1 | 29,4 | 59,1 |
| 6 | 53,6 | 63,8 | 60,0 | 63,3 | 65,9 | 56,4 | 56,4 | 36,0 | 26,5 | 64,6 |
| 7 | 39,4 | 53,3 | 63,9 | 61,5 | 60,1 | 50,1 | 55,4 | 43,3 | 23,9 | 58,4 |
| 8 | 55,4 | 67,1 | 68,8 | 65,9 | 61,1 | 60,9 | 56,0 | 43,5 | 22,8 | 64,1 |

Příloha 9: Směrodatné odchylky vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí višně

| Vzorek | Celkový vzhled | Příjemnost barvy | Příjemnost vůně | Příjemnost konzistence | Celková příjemnost chuti | Intenzita ovocné chuti | Intenzita mléčné chuti | Intenzita syrovátkové chuti | Celková intenzita pachutí | Celkové hodnocení nápoje |
|--------|----------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | +21,5 | +27,7 | +15,9 | +18,1 | +23,1 | +25,6 | +11,1 | +24,4 | +15,4 | +23,0 |
| 2 | +13,2 | +10,2 | +20,7 | +19,2 | +18,0 | +14,7 | +11,1 | +22,4 | +21,7 | +20,5 |
| 3 | +16,6 | +24,6 | +16,6 | +20,7 | +19,1 | +22,6 | +13,4 | +20,6 | +15,2 | +18,2 |
| 4 | +16,3 | +10,4 | +19,1 | +22,4 | +24,2 | +21,9 | +8,4 | +17,1 | +19,4 | +18,5 |
| 5 | +12,5 | +32,1 | +16,7 | +13,1 | +13,6 | +20,5 | +9,7 | +13,2 | +16,8 | +7,5 |
| 6 | +24,3 | +29,9 | +23,3 | +13,0 | +17,4 | +19,6 | +15,3 | +15,6 | +11,6 | +11,1 |
| 7 | +18,2 | +31,8 | +19,1 | +11,2 | +17,9 | +18,1 | +12,6 | +12,8 | +10,3 | +18,1 |
| 8 | +20,3 | +29,8 | +17,5 | +16,0 | +25,8 | +20,3 | +14,1 | +16,7 | +7,5 | +16,8 |

Příloha 10: Průměrné hodnoty vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí manga

| Vzorek | Celkový vzhled | Příjemnost barvy | Příjemnost vůně | Příjemnost konzistence | Celková příjemnost chuti | Intenzita ovocné chuti | Intenzita mléčné chuti | Intenzita syrovátkové chuti | Celková intenzita pachutí | Celkové hodnocení nápoje |
|--------|----------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | 54,5 | 47,2 | 55,8 | 50,5 | 57,4 | 56,1 | 32,7 | 42,1 | 34,3 | 47,0 |
| 2 | 52,8 | 47,2 | 55,8 | 50,5 | 57,1 | 60,4 | 39,5 | 42,5 | 26,4 | 54,5 |
| 3 | 57,8 | 51,7 | 60,6 | 53,6 | 49,3 | 62,0 | 42,8 | 40,5 | 22,1 | 42,5 |
| 4 | 59,3 | 65,0 | 66,8 | 62,2 | 69,5 | 64,4 | 42,6 | 41,1 | 24,2 | 49,7 |
| 5 | 48,1 | 50,2 | 48,8 | 51,4 | 48,5 | 45,6 | 50,0 | 51,1 | 17,3 | 61,3 |
| 6 | 60,0 | 58,6 | 52,3 | 59,7 | 57,6 | 48,7 | 59,1 | 50,5 | 29,1 | 60,8 |
| 7 | 57,1 | 57,4 | 49,2 | 47,1 | 56,2 | 51,1 | 58,9 | 54,2 | 30,4 | 55,4 |
| 8 | 56,9 | 54,5 | 50,4 | 57,7 | 50,0 | 63,6 | 62,3 | 50,3 | 27,4 | 62,1 |

Příloha 11: Směrodatné odchylky vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí manga

| Vzorek | Celkový vzhled | Příjemnost barvy | Příjemnost vůně | Příjemnost konzistence | Celková příjemnost chuti | Intenzita ovocné chuti | Intenzita mléčné chuti | Intenzita syrovátkové chuti | Celková intenzita pachutí | Celkové hodnocení nápoje |
|--------|----------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | +15,6 | +12,7 | +21,9 | +16,7 | +17,3 | +19,0 | +22,5 | +25,9 | +26,8 | +12,8 |
| 2 | +13,6 | +12,7 | +21,9 | +16,7 | +22,4 | +24,3 | +24,1 | +23,9 | +24,3 | +14,0 |
| 3 | +20,8 | +14,0 | +14,5 | +16,1 | +16,0 | +15,5 | +23,4 | +22,7 | +20,7 | +10,6 |
| 4 | +21,6 | +14,8 | +14,9 | +14,5 | +12,5 | +19,0 | +24,2 | +24,4 | +22,4 | +15,3 |
| 5 | +27,0 | +24,9 | +20,7 | +18,5 | +27,4 | +27,4 | +24,8 | +21,1 | +10,9 | +20,0 |
| 6 | +12,2 | +21,2 | +16,0 | +16,4 | +23,2 | +22,7 | +18,2 | +27,0 | +31,7 | +20,4 |
| 7 | +23,4 | +20,8 | +17,5 | +29,6 | +30,8 | +25,2 | +23,5 | +27,5 | +25,5 | +29,0 |
| 8 | +18,0 | +21,3 | +15,7 | +26,1 | +26,6 | +18,3 | +22,9 | +22,9 | +29,9 | +20,6 |

Příloha 12: Průměrné hodnoty vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu

| Vzorek | Celkový vzhled | Příjemnost barvy | Příjemnost vůně | Příjemnost konzistence | Celková příjemnost chuti | Intenzita ovocné chuti | Intenzita mléčné chuti | Intenzita syrovátkové chuti | Celková intenzita pachutí | Celkové hodnocení nápoje |
|--------|----------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | 38,8 | 35,8 | 48,8 | 38,9 | 45,3 | 48,3 | 26,4 | 59,3 | 46,5 | 39,7 |
| 2 | 62,9 | 67,5 | 36,6 | 53,2 | 47,3 | 58,9 | 30,4 | 43,9 | 31,6 | 49,2 |
| 3 | 39,5 | 42,8 | 41,8 | 51,6 | 50,8 | 52,2 | 31,3 | 41,7 | 37,8 | 47,2 |
| 4 | 63,0 | 74,5 | 38,7 | 63,7 | 52,1 | 60,7 | 28,8 | 41,6 | 44,4 | 58,9 |
| 5 | 37,6 | 32,7 | 61,3 | 48,5 | 44,7 | 41,7 | 56,2 | 46,5 | 54,5 | 37,4 |
| 6 | 49,0 | 40,5 | 49,8 | 57,9 | 56,9 | 39,1 | 61,5 | 52,7 | 46,5 | 50,5 |
| 7 | 43,8 | 41,0 | 51,7 | 54,3 | 60,2 | 51,5 | 56,2 | 57,1 | 46,7 | 57,7 |
| 8 | 51,1 | 56,2 | 47,8 | 51,1 | 53,1 | 59,1 | 50,7 | 50,3 | 38,1 | 58,6 |

Příloha 13: Směrodatné odchylky vybraných deskriptorů syrovátkových nápojů s příchutí černého rybízu

| Vzorek | Celkový vzhled | Příjemnost barvy | Příjemnost vůně | Příjemnost konzistence | Celková příjemnost chuti | Intenzita ovocné chuti | Intenzita mléčné chuti | Intenzita syrovátkové chuti | Celková intenzita pachutí | Celkové hodnocení nápoje |
|--------|----------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | +/-21,9 | +22,8 | +/-29,7 | +/-25,5 | +/-26,6 | +15,5 | +/-15,7 | +27,2 | +/-21,2 | +/-12,5 |
| 2 | +/-17,2 | +20,0 | +/-23,9 | +/-24,2 | +/-21,5 | +23,1 | +/-12,3 | +22,7 | +/-20,4 | +/-22,7 |
| 3 | +/-16,1 | +24,7 | +/-28,4 | +/-25,8 | +/-17,5 | +26,2 | +/-15,7 | +20,3 | +/-28,5 | +/-25,0 |
| 4 | +/-22,2 | +16,7 | +/-18,9 | +/-21,5 | +/-24,0 | +24,6 | +/-16,7 | +22,7 | +/-21,5 | +/-24,8 |
| 5 | +22,6 | +24,2 | +22,6 | +24,4 | +/-31,0 | +26,4 | +29,2 | +28,7 | +/-34,1 | +26,9 |
| 6 | +20,9 | +24,3 | +/-15,1 | +18,5 | +/-17,8 | +18,8 | +25,2 | +27,9 | +23,7 | +22,5 |
| 7 | +22,0 | +23,7 | +/-21,3 | +26,0 | +/-18,6 | +17,7 | +/-17,9 | +25,7 | +30,3 | +20,3 |
| 8 | +23,2 | +25,8 | +/-15,1 | +23,4 | +24,5 | +23,6 | +19,7 | +20,3 | +24,2 | +21,1 |

Příloha 14: Průměrné celkové hodnocení (%) vybraných deskriptorů pro všechny příchutě

| Kategorie | Celkový vzhled | Příjemnost barvy | Příjemnost vůně | Příjemnost konzistence | Celková příjemnost chuti | Intenzita ovocné chuti | Intenzita mléčné chuti | Intenzita syrovátkové chuti | Celková intenzita pachuti | Celkové hodnocení nápoje | |
|-----------|----------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|
| B1 | 30,33 | 33,78 | 42,33 | 45,78 | 36,67 | 49,56 | 25,22 | 43,11 | 40,44 | 34,67 | B - Broskev |
| B2 | 48,22 | 44,22 | 57,67 | 55,67 | 44,00 | 55,00 | 26,44 | 35,56 | 27,22 | 43,78 | V - Višeň |
| B3 | 33,89 | 30,67 | 51,78 | 54,67 | 44,33 | 58,56 | 25,78 | 37,00 | 35,67 | 49,89 | M - Mango |
| B4 | 58,78 | 58,22 | 50,67 | 48,67 | 53,78 | 56,67 | 38,00 | 34,67 | 30,56 | 47,67 | CR - Černý rybíz |
| B5 | 52,00 | 49,89 | 37,11 | 47,67 | 44,11 | 37,44 | 43,00 | 53,11 | 38,67 | 39,33 | Nejlépe hodnocené |
| B6 | 55,44 | 56,56 | 40,22 | 60,44 | 48,56 | 48,67 | 46,22 | 51,44 | 47,11 | 55,78 | Nejhůře hodnocené |
| B7 | 52,67 | 52,33 | 45,67 | 54,33 | 52,78 | 51,00 | 41,33 | 52,56 | 45,00 | 57,67 | |
| B8 | 58,67 | 51,11 | 51,22 | 64,22 | 56,22 | 67,56 | 45,44 | 54,67 | 35,67 | 62,22 | |
| Celkem B | 48,75 | 47,10 | 47,08 | 53,93 | 47,56 | 53,06 | 36,43 | 45,26 | 37,54 | 48,88 | |
| V1 | 47,88 | 54,13 | 47,38 | 63,50 | 59,13 | 59,75 | 25,13 | 34,13 | 19,50 | 56,00 | |
| V2 | 67,13 | 78,13 | 63,13 | 64,25 | 61,75 | 75,00 | 22,75 | 33,38 | 32,50 | 62,50 | |
| V3 | 58,38 | 60,50 | 55,88 | 64,63 | 58,63 | 59,25 | 34,38 | 39,75 | 32,38 | 55,38 | |
| V4 | 75,00 | 80,00 | 59,13 | 63,75 | 62,63 | 74,25 | 21,88 | 32,63 | 32,50 | 60,00 | |
| V5 | 40,88 | 55,00 | 63,63 | 62,63 | 64,50 | 45,75 | 56,38 | 40,13 | 29,38 | 59,13 | |
| V6 | 53,63 | 63,75 | 60,00 | 63,25 | 65,88 | 56,38 | 56,38 | 36,00 | 26,50 | 64,63 | |
| V7 | 39,38 | 53,25 | 63,88 | 61,50 | 60,13 | 50,13 | 55,38 | 43,25 | 23,88 | 58,38 | |
| V8 | 55,38 | 67,13 | 68,75 | 65,88 | 61,13 | 60,88 | 56,00 | 43,50 | 22,75 | 64,13 | |
| Celkem V | 54,70 | 63,98 | 60,22 | 63,67 | 61,72 | 60,17 | 41,03 | 37,84 | 27,42 | 60,02 | |
| M1 | 54,50 | 47,20 | 55,80 | 50,50 | 57,40 | 56,10 | 32,70 | 42,10 | 34,30 | 47,00 | |
| M2 | 52,80 | 47,20 | 55,80 | 50,50 | 57,10 | 60,40 | 39,50 | 42,50 | 26,40 | 54,50 | |
| M3 | 57,80 | 51,70 | 60,60 | 53,60 | 49,30 | 62,00 | 42,80 | 40,50 | 22,10 | 42,50 | |
| M4 | 59,30 | 65,00 | 66,80 | 62,20 | 69,50 | 64,40 | 42,60 | 41,10 | 24,20 | 49,70 | |
| M5 | 48,10 | 50,20 | 48,80 | 51,40 | 48,50 | 45,60 | 50,00 | 51,10 | 17,30 | 61,30 | |
| M6 | 60,00 | 58,60 | 52,30 | 59,70 | 57,60 | 48,70 | 59,10 | 50,50 | 29,10 | 60,80 | |
| M7 | 57,10 | 57,40 | 49,20 | 47,10 | 56,20 | 51,10 | 58,90 | 54,20 | 30,40 | 55,40 | |
| M8 | 56,90 | 54,50 | 50,40 | 57,70 | 50,00 | 63,60 | 62,30 | 50,30 | 27,40 | 62,10 | |
| Celkem M | 55,81 | 53,98 | 54,96 | 54,09 | 55,70 | 56,49 | 48,49 | 46,54 | 26,40 | 54,16 | |
| CR1 | 38,82 | 35,82 | 48,82 | 38,91 | 45,27 | 48,27 | 26,36 | 59,27 | 46,45 | 39,73 | |
| CR2 | 62,91 | 67,45 | 36,64 | 53,18 | 47,27 | 58,91 | 30,36 | 43,91 | 31,64 | 49,18 | |
| CR3 | 39,45 | 42,82 | 41,82 | 51,64 | 50,82 | 52,18 | 31,27 | 41,73 | 37,82 | 47,18 | |
| CR4 | 63,00 | 74,55 | 38,73 | 63,73 | 52,09 | 60,73 | 28,82 | 41,64 | 44,36 | 58,91 | |
| CR5 | 37,64 | 32,73 | 61,27 | 48,45 | 44,73 | 41,73 | 56,18 | 46,55 | 54,45 | 37,36 | |
| CR6 | 49,00 | 40,55 | 49,82 | 57,91 | 56,91 | 39,09 | 61,55 | 52,73 | 46,55 | 50,45 | |
| CR7 | 43,82 | 41,00 | 51,73 | 54,27 | 60,18 | 51,55 | 56,18 | 57,09 | 46,73 | 57,73 | |
| CR8 | 51,09 | 56,18 | 47,82 | 51,09 | 53,09 | 59,09 | 50,73 | 50,27 | 38,09 | 58,64 | |
| Celkem CR | 48,22 | 48,89 | 47,08 | 52,40 | 51,30 | 51,44 | 42,68 | 49,15 | 43,26 | 49,90 | |