

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Senzorická jakost šťáv z ovoce a zeleniny konzervovaných
přídavkem silic**

Diplomová práce

Bc. Tomáš Sychra

Kvalita a zpracování zemědělských produktů

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

Konzultant práce: Ing. Matěj Božik, PhD.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Senzorická jakost šťáv z ovoce a zeleniny konzervovaných přídatkem silic" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11.4.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Lence Kouřimské, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, vstřícnost, čas a odborné konzultace. Rád bych též poděkoval mému konzultantovi Ing. Matěji Božikovi, PhD. a panu doc. Ing. Pavlu Kloučkovi, PhD. za čas, odbornou pomoc a cenné rady. Na závěr bych také poděkoval své rodině, přítelkyni a přátelům za podporu, kterou mi věnovali při studiích.

Senzorická jakost šťáv z ovoce a zeleniny konzervovaných přídavkem silic

Souhrn

Jelikož je výroba ovocných a zeleninových šťáv jedním z nejrychleji se rozvíjejících odvětví potravinářského průmyslu, zabývala se tato práce možnostmi konzervace šťáv silicemi jakožto přírodními konzervanty, po kterých v poslední době roste mezi konzumenty poptávka. V této práci byla v několika prvních kapitolách ve zkratce rozebrána legislativa, technologie odšťavňování, složení jablečné šťávy a šťávy z červené řepy. Dále byly popsány faktory zapříčiňující kažení šťáv, problematika silic a jednotlivé způsoby konzervace. Poslední dvě kapitoly rešerše se zaměřily na námi testované silice, jejich konzervační účinek a jejich vliv na sensorické vlastnosti.

Cílem této diplomové práce bylo na základě předchozích laboratorních testů v poloprovozních podmínkách připravit ovocno-zeleninové šťávy s přídavkem dvou vybraných silic o různých koncentracích. Takto připravené nápoje byly tepelně ošetřeny pasterací a byla sledována jejich sensorická jakost.

Jako přídavek do jablečno-řepné šťávy byly vybrány skořicová silice a silice lemongrass, které se testovaly v koncentracích 64, 128 a 256 $\mu\text{l/l}$ při tepelných ošetření 60 a 90 $^{\circ}\text{C}$. Pro kontrolní srovnání byly otestovány také varianty bez přídavku silice a tepelně neošetřené. Pro sensorickou analýzu byly použity profilová metoda a pořadový hedonický test.

Hypotéza práce, že přidání silic jako přírodních konzervantů výrazně neovlivní specifické sensorické vlastnosti jablečno-řepného nealkoholického nápoje, nebyla přijata. Bylo zjištěno, že přidávané silice byly pro hodnotitele nepřijatelné či příliš intenzivní zejména při koncentracích 256 $\mu\text{l/l}$. Jako nejvhodnější koncentrace při použití skořicové silice byla koncentrace 128 $\mu\text{l/l}$ při tepelném ošetření 60 $^{\circ}\text{C}$. V případě silice lemongrass to byla koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$ též při tepelném ošetření 60 $^{\circ}\text{C}$.

Rozdíly mezi vzorky byly mnohem častěji ovlivněny koncentrací přidané silice než tepelným ošetřením. Vliv tepelného ošetření byl signifikantní pouze u intenzity vůně a intenzity kyselé chuti bez přídavku silic.

Tato práce se zaměřila z velké části na hodnocení intenzit jednotlivých chutí, což lze považovat za přínos, protože v žádná z dostupných studií se na toto téma dosud nezaměřovala. Do budoucna bude třeba dalších studií, aby se zjistilo, které silice, v jakých koncentracích a do jakých nápojů lze přidávat. Popřípadě by bylo vhodné udělat konzumentský test na větším vzorku hodnotitelů.

Klíčová slova: Nápoje; konzervace; silice; sensorika; pasterace; jablko; řepa.

Sensory quality of fruit and vegetable juices preserved by the addition of essential oils

Summary

Since fruit and vegetable juice production is one of the fastest growing sectors in the food industry, this thesis dealt with the possibility of preserving juices with essential oils as natural preservatives, which has recently been growing in demand among consumers. In the first few chapters of this thesis the legislation, juice processing technology, the composition of apple juice and beetroot juice were briefly discussed. Furthermore, the factors causing the spoilage of juices, the issue of essential oils and the individual ways of preservation were described. The last two chapters of the research focused on our tested essential oils, their preservative effect and their influence on sensory properties.

The aim of this thesis was to prepare fruit-vegetable juices, based on previous laboratory tests in pilot plant conditions, with the addition of two selected essential oils of different concentrations. The beverages thus prepared were heat-treated with pasteurization and their sensory quality was monitored.

As an addition to apple-beetroot juice, cinnamon and lemongrass essential oils were selected, which were tested at concentrations 64, 128 and 256 $\mu\text{l/l}$ at temperatures 60 and 90 °C. For the control comparison, non-essential and non-heat treated variants were also tested. For sensory analysis, a profile method and a sequential hedonic test were used.

The hypothesis that the addition of essential oils as natural preservatives does not significantly affect the specific sensory properties of apple-beetroot nonalcoholic beverage was not accepted. It was found that the added essential oils were unacceptable or too intense for the panelists, especially at concentrations of 256 $\mu\text{l/l}$. The most suitable concentration using cinnamon oil was the concentration of 128 $\mu\text{l/l}$ at temperature 60 °C. In the case of lemongrass essential oil, the concentration was 64 $\mu\text{l/l}$ also at temperature 60 °C.

Differences between samples were more often influenced by the concentration of added essential oil than by heat treatment. The effect of the heat treatment was significant only in the intensity of the aroma and intensity of the acidic taste without the addition of essential oils.

This thesis focused largely on assessing the intensities of individual tastes. That can be seen as a benefit of this thesis as none of the available studies has focused on this topic so far. Further studies will be needed to find out which essential oils, in what concentrations and in which beverages can be added. Alternatively, it would be advisable to do a consumer test on a larger sample of panelists.

Keywords: Beverages; preservation; essential oils; sensory analysis; pasteurization; apple; beetroot.

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce.....	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Legislativa	10
3.1.1	Ovocná šťáva	10
3.1.2	Zeleninová šťáva.....	10
3.1.3	Mezinárodní asociace pro džusy a nektary	10
3.1.4	Evropská legislativa pro biologické hrozby.....	11
3.1.5	Evropská legislativa pro chemické hrozby	11
3.2	Technologie odšťavňování.....	12
3.3	Jablečná šťáva	13
3.3.1	Složení jablečné šťávy	14
3.4	Šťáva z červené řepy	14
3.4.1	Složení šťávy z červené řepy	14
3.5	Kažení šťávy	15
3.6	Silice.....	17
3.6.1	Vlastnosti silic.....	17
3.6.2	Bezpečnost rostlinných silic	20
3.7	Konzervace šťáv	21
3.7.1	Konzervace pomocí silic.....	23
3.7.2	Silice v kombinaci s dalšími ošetřeními	25
3.7.3	Ostatní metody konzervace.....	25
3.8	Silice testované v této práci	26
3.8.1	Lemongrass (voňatka citronová)	26
3.8.2	Konzervace silicí lemongrass	29
3.8.3	Skořicová silice.....	30
3.8.4	Konzervace skořicovou silicí.....	31
3.9	Vliv silic na sensorické vlastnosti šťáv	33
3.9.1	Vliv na ovocné či zeleninové šťávy.....	33
3.9.2	Vliv na ostatní potraviny.....	34
4	Materiál a metody	36
4.1	Mošt	36
4.2	Příprava vzorků pro sensorické hodnocení.....	36
4.2.1	Příprava vzorků pro první hodnocení	37
4.2.2	Příprava vzorků pro druhé hodnocení.....	37
4.2.3	Příprava vzorků pro třetí hodnocení	38
4.2.4	Příprava vzorků pro čtvrté hodnocení.....	39

4.3	Senzorická analýza.....	40
5	Výsledky.....	42
5.1	Hodnocení senzorického profilu	42
5.1.1	Lemongrass	42
5.1.2	Skořice	54
5.2	Pořadový hedonický test.....	64
6	Diskuze	67
7	Závěr	73
8	Seznam obrázků	74
9	Seznam tabulek	77
10	Literatura.....	79
11	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Poptávka po čerstvých a přírodních potravinách na trhu se v posledních letech zvýšila a s tím roste i spotřeba ovoce, zeleniny a šťáv, které jsou nejrychleji se rozvíjejícím odvětvím potravinářského průmyslu. Roste tedy i zájem o přírodní antimikrobiální konzervační látky, a to zejména v důsledku vztahu mezi některými konvenčními konzervačními látkami a alergickými reakcemi, a i možnou karcinogenitou některých těchto látek. Jsou též vyžadovány účinnější strategie uchovávání potravin z důvodu onemocnění přenášených potravinami, což představuje celosvětově rostoucí problém pro veřejné zdraví.

Tato práce se zabývá použitím silic jako přírodních konzervantů v jablečno-řepné šťávě. Pokud by ale silice měly být použity jako jediná bariéra mikrobiálního růstu, musely by být do šťáv přidávány v koncentracích, které by pro většinu konzumentů byly již díky své vysoké aromatickosti nepřijatelné. Jednou z možností, jak zabránit nežádoucím sensorickým změnám šťávy, je kombinace silic s dalším ošetřením. V této práci byl testován přírůstek skořicové silice a silice lemongrass v kombinaci s mírným tepelným záhřevem do jablečno-řepné šťávy a zjišťovány přijatelné koncentrace silic a míra vnímaných intenzit některých chutí hodnotiteli.

2 Cíl práce

Cíle: Na základě předchozích laboratorních testů budou v poloprovozních podmínkách připraveny ovocno-zeleninové nápoje s přídavkem dvou vybraných silic o různých koncentracích. Takto připravené nápoje budou tepelně ošetřeny pasterací a bude sledována jejich sensorická jakost.

Hypotéza: Použití silic jako přírodních konzervantů výrazně neovlivní specifické sensorické vlastnosti jablečno-řepného nápoje.

3 Literární rešerše

3.1 Legislativa

3.1.1 Ovocná šťáva

Definice ovocné šťávy dle Směrnice Rady 2001/112/ES: *Ovocná šťáva je zkvasitelný, ale nezkvašený produkt získaný z ovoce, které je zdravé a zralé, čerstvé nebo chlazené, z jednoho nebo z více smíšených druhů, s charakteristickou barvou, vůní a chutí, které jsou typické pro šťávu pocházející z příslušného ovoce. Aroma, dužnina a buňky ze šťávy, které jsou odděleny v průběhu zpracování, mohou být do téže šťávy vráceny.*

- Ovocná šťáva je fermentovatelný, ale nefermentovaný produkt získaný z jedlých částí ovoce, které jsou v dobrém stavu a čerstvé nebo konzervované chlazením nebo mražením jednoho nebo více druhů smíchaných dohromady s charakteristickou barvou, celkovým vjemem (flavour) a chutí typickou pro šťávu z ovoce, z kterého pochází.
- Celkový vjem (flavour), dřev/dužnina a buňky získané vhodnými fyzikálními prostředky ze stejného druhu ovoce mohou být vráceny do šťávy.
- V případě citrusových plodů musí ovocná šťáva pocházet z endokarpu. Avšak v případě šťávy z limetky je možné šťávu získávat z celého kusu ovoce.
- V případě, že zpracovávané šťávy z ovoce obsahují jádra, semena a slupky nebo části jader, semen a slupek, pak tyto součásti nemůže šťáva obsahovat. Toto ustanovení se nevztahuje na případy, kdy části jader, semen a slupky nemohou být odstraněny správnými výrobními postupy.
- Míchání ovocné šťávy s ovocným pyré je při výrobě ovocné šťávy povoleno.

3.1.2 Zeleninová šťáva

Podle vyhlášky č. 330/2013, 2013 Sb., se ovocnou nebo zeleninovou šťávou rozumí zkvasitelný, ale nezkvašený výrobek získaný z jedlých částí zralého a zdravého, čerstvého, chlazeného nebo zmraženého ovoce nebo zeleniny, a to jednoho nebo více druhů, s charakteristickou barvou, vůní a chutí, které jsou typické pro šťávu pocházející z příslušného ovoce nebo zeleniny; aroma, dužnina a buňky získané vhodnými fyzikálními způsoby ze stejného druhu ovoce nebo zeleniny mohou být do šťávy vráceny; rajčata se pro účely této vyhlášky považují za ovoce

3.1.3 Mezinárodní asociace pro džusy a nektary

Je důležité zmínit tuto organizaci, jejímž cílem je zvýšit přidanou hodnotu a podpořit růst odvětví výroby ovocných šťáv na úrovni celé EU (Falguera & Ibarz 2016).

Mezinárodní asociace pro džusy a nektary (AIJN, The International Association of Juices and Nectars) je zástupcem odvětví ovocných džusů v Evropské Unii (Falguera & Ibarz 2016).

Konkrétně je AIJN navržena tak, aby:

- Zastupovala zájmy a podporovala obraz evropského průmyslu ovocných šťáv ve všech kontaktech s úředníky EU, orgány EU a dalšími příslušnými organizacemi.
- Podporovala a ovlivňovala instituce EU ve všech aspektech politiky a právních předpisů týkajících se výroby, uvádění na trh, prodeje a obchodu s ovocnými šťávami a nektary v EU.
- Podporovala a udržovala spravedlivou hospodářskou soutěž a obchodní životaschopnost džusů a nektarů v EU.
- Ve spolupráci s Evropským systémem řízení jakosti (EQCS, Quality Control System European) poskytovala mechanismy a nástroje, které zajišťují bezpečnost a autentické produkty, aby udržely a povzbudily důvěru spotřebitelů ve zdravý obraz ovoce, zeleninových šťáv a nektarů.
- Informovala a poskytovala rady odvětví ovocných šťáv ve všech aspektech evropské legislativy, které by mohly ovlivnit jejich podnikání.

Vzhledem k tomu, že zákon nezahrnuje podrobně všechny aspekty řetězce zpracování ovocných šťáv a jejich plnění do obalů, tyto zákony někdy ponechávají prostor pro různé interpretace. Proto AIJN vypracovala směrnice a normy. Patří sem veřejné a soukromé normy a předpisy pro ovocné šťávy (Falguera & Ibarz 2016). Dále sem patří záležitosti ohledně správné výrobní praxe (Ashurst 2005).

Kodex postupů pro posuzování kvality a pravosti ovocných šťáv, pokynů pro sledovatelnost, pokynů pro aroma atd., který v současné době obsahuje srovnávací ukazatele pro 21 různých druhů ovocných a zeleninových šťáv a je založen na kritériích kvality a kritériích totožnosti a pravosti (Falguera & Ibarz 2016).

3.1.4 Evropská legislativa pro biologické hrozby

Výroba ovocných šťáv podléhá Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin, v němž jsou na potraviny vytvořeny postupy založené na zásadách analýzy nebezpečnosti a kritických kontrolních bodů (HACCP, High Analysis and Critical Control Points) spolu s uplatňováním správných hygienických postupů podnikatelů. Pasterizované/ošetřené šťávy vyráběné podle hygienických požadavků v tomto nařízení nemají žádná specifická mikrobiologická kritéria, protože jsou považovány za mikrobiologicky stabilní. Naproti tomu Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2073/2005 stanovuje mikrobiologická kritéria (Příloha 1) pro nepasterizované ovocné a zeleninové šťávy (Falguera & Ibarz 2016).

3.1.5 Evropská legislativa pro chemické hrozby

Zvyšování obav veřejnosti týkajících se zdravotních rizik pocházejících z reziduí pesticidů ve stravě vedlo k přísné regulaci maximálních reziduálních hodnot a celkovému příjmu reziduí pesticidů v potravinách. Přílohy II a III Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 396/2005 ze dne 23. února 2005 o maximálních limitech reziduí pesticidů v potravinách

a krmivech rostlinného a živočišného původu sjednotily všechny maximální reziduální limity pesticidů, v jednotlivých komoditách, v rámci EU. Maximální limity reziduí v tomto nařízení se vztahují na suroviny a nikoliv na hotové výrobky, proto jsou vyžadovány zpracovatelské faktory pro uplatňování maximálních reziduálních limitů na finální produkty (Falguera & Ibarz 2016).

Zpracování potravin je jednou z metod, která snižuje expozici reziduí pesticidů. Snížení reziduí pesticidů v důsledku zpracování potravin je charakterizováno faktory zpracování potravin. Tyto faktory zpracování potravin mohou být použity při výpočtech rizikové expozice, aby se z odhadů staly skutečné hodnoty oproti zpracování potravin, kde tyto faktory nebyly brány v potaz (Miriam et al. 2016).

Seznam kontaminujících a přídatných látek v potravinách je k nahlédnutí v literatuře (Environmental Health 2006; European Commission 2011), kde jsou shrnuty maximální limity stanovené pro jednotlivé kategorie ovocných šťáv. Kromě toho byl nedávno vydán zvláštní seznam potravinářských látek určených k aromatizaci (EU 2012). Na druhou stranu stále existuje seznam potravinářských enzymů s podmínkami použití v potravinách podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1332/2008 (EU 2008).

Podle Doporučení Komise 2011/516/EU by členské státy měly provádět náhodné sledování přítomnosti dioxinů, polychlorovaných bifenyly (PCB) podobných dioxinům a PCB podobných dioxinům v krmivech a potravinách, jejich použití a spotřeby. V případech, kdy koncentrace dioxinů a furanů a/nebo PCB s dioxinovým efektem v ovoci přesahují 0,3 a 0,1 pg/g, měly by členské státy ve spolupráci s hospodářskými subjekty: a) zahájit šetření s cílem určit zdroj znečištění a b) přijmout opatření ke snížení nebo odstranění zdroje kontaminace (Falguera & Ibarz 2016).

3.2 Technologie odšťavňování

Vzhledem k tomu, že technologický proces ovlivňuje kvalitu těchto výrobků, je důležité při technologii odšťavňování dodržovat správný postup a opatření tak, aby se co nejvíce zamezilo kontaminaci mikroorganismy v celém procesu.

Výroba šťavy z jablek se skládá z několika postupů, jako je příprava, mletí nebo drcení, lisování, vyčištění, filtrace, pasterizace, koncentrace, přidávání potravinářských přídatných látek a balení (Massini et al. 2018).

Kroky, které tvoří proces získávání ovocných šťáv, se liší v závislosti na typu konečného produktu, který má být získán.

Standardní postup procesu pro získání vyčištěných a koncentrovaných šťáv je následující:

1. Mytí

Ovoce, které se má zpracovat se nejdříve podrobí kroku mytí čistou a chlorovanou vodou. Tento krok eliminuje mnoho reziduí pesticidů/fungicidů z ošetření prováděných před skladováním za studena, aby se zabránilo napadení houbami. Tyto kroky musí zajistit, aby do dalšího kroku zpracování nevstoupilo špinavé ovoce.

2. Selekcce

V tomto kroku prochází ovoce selekcí, která zaručuje bezpečnost a kvalitu z hlediska cizích těles a vadného ovoce.

3. Drcení
Dalším krokem je drcení. Zde se liší postup v závislosti na typu ovoce. Jádrové ovoce může být zpracováno bez jakéhokoliv předzpracování.
4. Lisování
Dále ovoce podléhá lisovacímu kroku, kdy je šťáva extrahována z ovoce. V závislosti na typu ovoce se mohou použít macerační enzymy, které usnadňují extrakci šťávy.
5. Pasterace
Po vylisování se získá šťáva s obsahem rozpustných pevných látek, která odpovídá stavu zralosti plodu, z něhož pochází. Za účelem zničení mikroorganismů a inaktivace přítomných enzymů se šťáva podrobuje pasterizačnímu kroku, který se obvykle provádí pomocí tepelných procesů.
6. Čistící fáze
Šťávy získané v předkoncentračním stupni jsou obvykle zakalené, protože obsahují částice tvořené vláknem a pektinem. K získání čisté šťávy je nutné odstranit zákal, kterého může být dosaženo v čistící fázi různými způsoby.
7. Odstranění zákalu
Vyčištěná šťáva má obsah rozpustných pevných látek kolem 15 °Brix, a proto je stále náchylná k napadení mikroorganismy, pokud není skladována za aseptických podmínek. Odstranění zákalu z vyčištěné šťávy se obvykle provádí ve vícestupňovém procesu odpařování.
8. Chlazení a skladování
Ve většině továren má koncentrovaná šťáva opouštějící výparník teplotu asi 60 °C, takže její teplota musí být před uskladněním snížena v chladicím kroku. Konečná koncentrovaná šťáva má dostatečně nízkou aktivitu vody, aby se zabránilo růstu mikroorganismů. Vysoká koncentrace rozpustných pevných látek podporuje neenzymatické reakce zbarvení a pro minimalizaci tohoto účinku musí být koncentrovaná šťáva skladována v chladničce, obvykle při teplotě přibližně 5 °C (Falguera & Ibarz 2016).

Za zmínku stojí, že technologie pro výrobu zakalených šťáv se vyvíjejí a zlepšují, jako zdravější alternativa k čirým šťávám. To z toho důvodu, že při výrobě čirých šťáv jsou enzymaticky degradovány látky jako je pektin, rozpustné pevné látky a fenolické sloučeniny, které jsou považovány za přínosné pro zdraví (Massini et al. 2018).

3.3 Jablečná šťáva

Jablečná šťáva je oblíbená z důvodu příjemných organoleptických vlastností a vynikajících nutričních vlastností (Shahbaz et al. 2018). Altunakar et al. (2007) tvrdí, že se jedná zejména o její jablečnou chuť a vůni, stejně jako plnou texturu. V Evropě jsou nejčastějšími produkty v tomto odvětví číré šťávy rekonstituované z koncentráty (Massini et al. 2018). Literatura tvrdí, že pasterace, jako nejčastější ošetření těchto šťáv, má nepříznivý vliv na chuť a vůni. Producenti šťáv se tradičně spoléhají na kyselost šťávy a skladování v chlazeném stavu pro uchování produktu. Běžně jsou také používány konzervační prostředky,

jako je sorbát draselný a benzoát sodný. Nicméně propuknutí chorob z potravin vyvolaných *E. coli* O157: H7 a *Salmonella* související s konzumací kontaminované, nepasterizované jablečné šťávy vyvolaly velké obavy o bezpečnost těchto výrobků (Altunakar et al. 2007).

3.3.1 Složení jablečné šťávy

Jablečná šťáva je směs vody, cukrů (především fruktózy, glukózy a sacharózy) (Root & Barrett 2004), oligosacharidů a polysacharidů (např. škrobu) společně s jablečnou a chinovou kyselinou, dále taninů (tj. polyfenoly), amidů a jiných dusíkatých sloučenin, pektinu, vitamínu C, minerálních látek a různorodého spektra esterů, které dávají šťávě typickou jablečnou vůni (např. etyl- a metyl-isovalerát) (Jarvis 2003).

Hyson (2011) se ve své práci z velké části zaměřil na polyfenoly, které ovlivňují barvu, vůni, chuť a metabolickou aktivitu rostlinných potravin. Celkem bylo identifikováno více než 4000 flavonoidů a všechny mají společnou strukturu uhlíkového skeletu (C6-C3-C6). Flavonoidy tvoří největší část polyfenolů (60 % všech polyfenolů) a jsou rozděleny do kategorií založených na jejich molekulární struktuře, z nichž některé jsou ve významných množstvích přítomné v jablečných produktech, stejně jako flavanoly, flavonoly, anthocyanidiny, dihydrochalkony a hydroxycinnamové kyseliny (Hyson 2011).

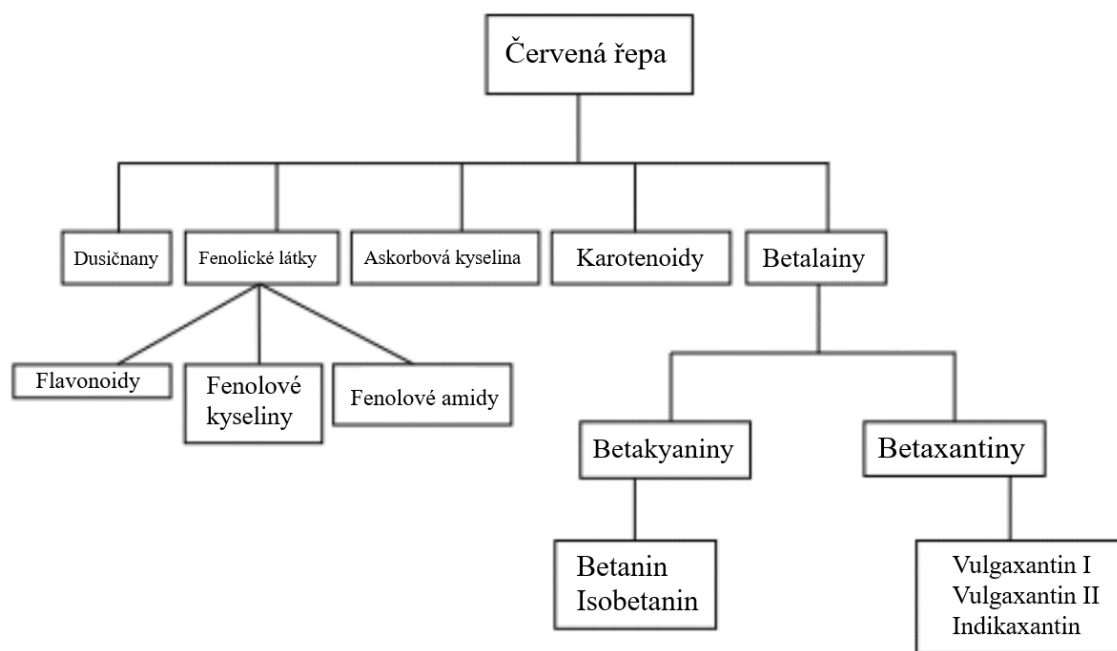
3.4 Šťáva z červené řepy

Červené řepě věnuje pozornost zejména komerční trh zaměřený na sportovní nápoje na základě její aktivní složky – anorganického dusičnanu NO_3^- . S příjmem dusičnanů ve stravě jsou spojeny fyziologické účinky na člověka, jako je regulace krevního tlaku, cévní regulace a zvýšená vazodilatace (Bazaria & Kumar 2016).

Dusičnany ze šťávy červené řepy zlepšují svalovou kontrakci prostřednictvím cévní regulace a zvýšeného dodávání O_2 do kosterních svalů (Ferguson et al. 2013).

3.4.1 Složení šťávy z červené řepy

Mezi složkami červené řepy, u nichž jsou předpokládány blahodárné účinky, jsou kromě dusičnanů, fytochemické sloučeniny, které zahrnují askorbovou kyselinu, karotenoidy, fenolické kyseliny a flavonoidy. Je také jedním z druhů zeleniny, který obsahuje skupiny vysoce bioaktivního pigmentu, známého jako betalainy. Zástupci z této betalainové skupiny jsou rozděleni do kategorií jako betacyaninové pigmenty, které jsou červeno-fialové barvy nebo betaxanthinové pigmenty, které jsou žluto-oranžové barvy. Řada výzkumů zjistila, že betalainy mají vysoké antioxidační a protizánětlivé schopnosti *in vitro* a mnoho *in vivo* na zvířecích modelech (Clifford et al. 2015). Červená řepa obsahuje celou řadu potencionálně bioaktivních sloučenin (Obrázek 1), jako například karotenoidy či betalainy.



Obrázek 1: Přehled potencionálně bioaktivních sloučenin v červené řepě (Clifford et al. 2015)

3.5 Kažení šťávy

Ovocné šťávy jsou nutričně bohatým médiem vhodným pro růst mikroorganismů. kvasinek, bakterií a plísní. Tito původci způsobují nechtěné sensorické vlastnosti šťáv a potencionální nebezpečí pro spotřebitele. Proto v této části diplomové práce bude mimo jiné pojednáváno o mechanismu kažení šťáv.

Ovocné šťávy jsou díky svému obsahu vody, sacharidů, organických kyselin, minerálních látkám, vitamínům, rozpustné a nerozpustné vláknině a dalším faktorům podporujících růst a dostatečnému množství živin dobrým médiem pro růst většiny mikroorganismů, kdyby nebylo jejich nízkých hodnot pH. Hodnota pH se u šťáv pohybuje většinou v rozmezí 2,5–4,5 (Falguera & Ibarz 2016).

Obecně lze říci, že nízká hodnota pH většiny šťáv a vysokotepeelné ošetření zabraňují jejich kažení. Kažení ovocných a zeleninových šťáv je způsobeno především proliferací jejich přirozeně se vyskytující kyselino-tolerantní, osmofilní mikroflóry (Chueca et al. 2016).

Sacharidy zahrnující cukry a další zdroje uhlíku slouží jako zdroje energie pro mikroorganismy, zatímco dusík vyžadován pro mikrobiální růst je zprostředkováván proteolýzou proteinů přítomných v ovoci (Falguera & Ibarz 2016).

Běžná mikrobiální kontaminace ve šťávě se často pohybuje v rozmezí od 3 do 5 logaritmičských řádů KTJ/ml (de Souza et al. 2016). Během zpracování ovoce či zeleniny na šťávu může v jakékoli fázi dojít k mikrobiální kontaminaci a tím k ovlivnění sensorických atributů jako je chuť, vůně, vzhled a dále k ovlivnění doby skladovatelnosti, což činí výrobek nepřijatelným (Gobbi et al. 2010). Ovocné šťávy jsou ideálními substráty pro kvasinky, protože obsahují jednoduché sacharidy a komplexní zdroje dusíku. Ty produkují metabolity, které následně negativně ovlivňují sensorickou kvalitu šťáv Chueca et al. (2016) a společně s bakteriemi mléčného kvašení jsou tak jednou z příčin nepříjemné vůně mírné fermentace (de

Souza et al. 2016). Kvasinky v tomto případě představují větší problém z toho důvodu, že díky nízkému pH je většina bakterií inhibována, ale široká škála kvasinek zůstává nedotčena (Falguera & Ibarz 2016). Některé mikroorganismy, jako například některé rody *Bacillus* a *Clostridium*, jsou schopny přežít v podmínkách nízkého pH a vysokotepebné ošetření, což způsobuje vážné problémy s kvalitou (Gobbi et al. 2010). De Souza et al. (2016) dodává, že i u šťáv, které vykazují hodnoty pH nepříznivé pro růst většiny patogenních bakterií, byly nalezeny kontaminanty jako *Salmonella* spp., *E. coli* O157: H7 a *Listeria* spp.

V pasterizovaných ovocných šťávách, kde tepelné ošetření zlikviduje většinu vegetativních bakterií, plísní a kvasinek představují hlavní mikrobiotu tepelně odolné askospory¹, nebo sklerocium² z *Paecilomyces* spp., *Aspergillus* spp. nebo *Penicillium* spp. nebo se jedná o bakterie tvořící endospory jako je *Alicyclobacillus acidoterrestris* (Falguera & Ibarz 2016). Za fermentativní kažení šťávy mohou *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus* a *Saccharomyces pastorianus*. Další bakterie, které jsou zapojeny do kažení šťávy, jsou bakterie mléčného kvašení, především *Lactobacillus* spp. a *Leuconostoc* spp., které způsobují nežádoucí máslovou konzistenci a fermentační příchutě způsobené produkcí diacetylu a organické kyseliny, stejně jako nafukování obalů v důsledku tvorby CO₂ (Chueca et al. 2016).

Ait-Ouazzou et al. (2013) uvádí, že mezi kontaminujícími mikroorganismy byla označena *E. coli* O157: H7 jako nejrezistentnější patogen vůči teplu a kyselému prostředí u kyselých šťáv. Vzhledem k tomu, že tento mikroorganismus je vysoce tolerantní vůči kyselému prostředí a pravděpodobně jsou vyžadovány pouze nízké infekční dávky, je obzvláště důležité zajistit, aby jakékoli sanitální ošetření eliminovalo tento patogen z produktů na bázi ovoce. Americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv (USFDA, US The Food and Drug Administration) proto doporučuje, aby šťávy byly zpracovány tak, aby bylo dosaženo redukce o pět logaritmických řádů KTJ/ml (99,999 %) v populaci patogenů. Úřad však neurčuje způsob, jakým dosáhnout této úrovně inaktivace (Ait-Ouazzou et al. 2013; de Souza et al. 2016). Pokud není takové ošetření aplikováno, jsou požadovány na těchto ovocných šťávách výstražné štítky (Kisko & Roller 2005).

Nejrozšířenější metodou pro bakteriální inaktivaci ovocných a zeleninových šťáv je tepelné zpracování. U jablečné šťávy může tepelná pasterace vést k teplotně závislým reakcím s nežádoucími účinky ve šťávě, jako je neenzymatické hnědnutí, produkce nežádoucích příchutí, zhoršení sensorických vlastností a snížení obsahu biologicky aktivních látek (Chueca et al. 2016). V důsledku toho bylo navrženo několik alternativ v podobě nově vznikajících technologií (vysoký hydrostatický tlak, impulsní elektrické pole (PEF, Pulsed electric field), ultrafialové záření atd.), nové chemické konzervační látky a vývoj účinnějších kombinovaných ošetření (Chueca et al. 2016).

¹ Askospory jsou pohlavní spory, které jsou výsledkem pohlavního rozmnožování vrčkovýtrusných hub (askomycet), kam mimo jiné patří kvasinky a plísně (Šilhánková 2002).

² Sklerocium je trvalé mycelium různých tvarů, v němž jsou nahromaděna a spletena hyfová vlákna, vyplněná zásobními látkami. Díky sklerociu některé houby a plísně přečkávají nepříznivé vegetační podmínky vnějšího prostředí (Klaban 2005).

3.6 Silice

Silice jsou aromatické, těkavé (Hyldgaard et al. 2012; Tongnuanchan & Benjakul 2014) a hydrofobní (Burt 2004) kapaliny extrahované z rostlinného materiálu jako jsou květy, kořeny, kůra, listy, semena, dřev, ovoce, dřevo nebo z celé rostliny (Hyldgaard et al. 2012; Tongnuanchan & Benjakul 2014; Preedy 2015). Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO) ve svém slovníku přírodních materiálů (ISO/D1S9235.2) definuje silici jako produkt vyrobený destilací buď vodou, nebo vodní párou případně mechanickým zpracováním citrusových slupek (Chisvert & Salvador 2007). Některé jsou v rostlině přítomné vždy, zatímco jiné jsou vytvářeny v reakci na mikrobiální invazi nebo fyzické zranění (Hyldgaard et al. 2012). Obvykle se jedná o složité směsi přírodních sloučenin, polární i nepolární povahy (Tongnuanchan & Benjakul 2014). Jsou rozpustné v alkoholech, etherech a přírodních olejích, ale nerozpustné ve vodě (Mahato et al. 2017). Hyldgaard et al., (2012) uvádí, že se jedná o komplexní směsi až 45 různých složek a jejich složení závisí na období sklizně i na použitých metodách extrakce oleje ze silice. Ait-Ouazzou et al., (2011) tvrdí, že silice mohou obsahovat 20 až 80 složek ve významně odlišných koncentracích.

Hlavní skupinu silic tvoří terpeny (monoterpeny a seskviterpeny) a terpenoidy (isoprenoidy) a druhá skupina obsahuje aromatické (aldehyd, alkohol, fenol, methoxyderivát atd.) a alifatické složky (Ait-Ouazzou et al. 2011; Tongnuanchan & Benjakul 2014). Mezi těmito různými složkami mohou nastávat interakce, jejichž výsledkem mohou být antagonistické, aditivní a synergické účinky (Ait-Ouazzou et al., 2011).

Monoterpeny představují podtřídu terpenoidů, které se díky své silné chuti, vůni a fyziologické aktivitě široce používají jako přísady v potravinářském, farmaceutickém, zemědělském a kosmetickém průmyslu (Wu et al. 2018). Jsou to nejreprezentativnější molekuly, tvořící 90 % obsahu silic, zahrnující velké množství struktur (Ait-Ouazzou et al., 2011).

Téměř 3000 různých silic je známo, z toho 300 je komerčně využíváno v odvětvích zabývajících se chutěmi a vonnými látkami (Burt 2004). Přestože potravinářský průmysl používá především silice jako látky určené k aromatizaci, představují zajímavý zdroj přírodních antimikrobiálních látek pro uchovávání potravin (Hyldgaard et al. 2012).

3.6.1 Vlastnosti silic

Různé rostlinné silice jsou přirozeně se vyskytující rostlinné těkavé složky a byly často uváděny jako látky, které mají silný antimikrobiální a antioxidační potenciál (Burt 2004; Tongnuanchan & Benjakul 2014; Prakash et al. 2015). Jejich antimikrobiální a antioxidační potenciál se liší podle zdroje rostliny, chemického složení, extrakčních metod apod. (Tongnuanchan & Benjakul 2014). Též Hyldgaard et al. (2012) uvádí, že silice mají antibakteriální vlastnosti širokého rozsahu. Mají tudíž schopnost chránit potraviny před patogenními a znehodnocujícími mikroorganismy (Tongnuanchan & Benjakul 2014). Dále bylo zjištěno, že silice nebo jejich jednotlivé složky mají také antiparazitické, insekticidní, antivirotické, antifungicidní a antioxidační vlastnosti (Hyldgaard et al. 2012). Například Prakash et al. (2015) zmiňuje, že vzhledem k tomu, že jsou silice těkavé povahy, mohou být použity jako fumiganty na rostlinné bázi pro skladování potravinářských komodit. Mohou proto

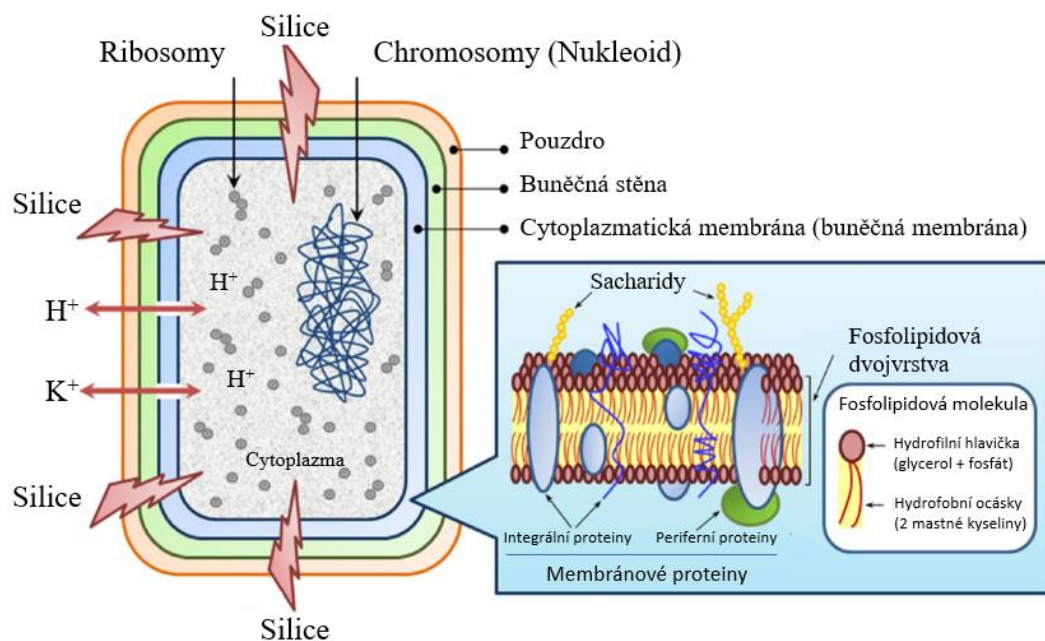
hrát významnou roli při nadměrných ztrátách při skladování a při zvyšování trvanlivosti potravin

Antimikrobiální mechanismus

Většina studií týkajících se antimikrobiálního účinku složek silic byla provedena na bakteriích, zatímco mnohem méně je toho známo o jejich působení na kvasninky a plísně (Hyldgaard et al. 2012). Antimikrobiální mechanismy silic zahrnují degradaci buněčné stěny, poškození bakteriálních membrán a snížení protonové hybné síly a intracelulárního ATP. Kromě toho subletální koncentrace silic a jejich jednotlivých složek mění složení mastných kyselin v membránách bakteriálních buněk (Božik et al. 2018). Předpovědi o způsobu působení silic samotných vyžadují důkladné prozkoumání jejich složek, způsobu jejich účinku a jejich vzájemného fungování s okolním prostředím. V této souvislosti jsou známy následující způsoby působení některých vybraných složek silic. Pro začátek je důležité zmínit, že antimikrobiální potenciál jednotlivých složek závisí také na pH, teplotě a na úrovni mikrobiální kontaminace (Hyldgaard et al. 2012). Pro pochopení antimikrobiálního mechanismu je potřebné si vysvětlit funkce cytoplazmatické membrány. Její dvě hlavní funkce jsou:

- 1) Bariérová funkce a transdukce energie, které membráně umožňují vytvářet iontové gradienty, které mohou být použity pro řízení různých procesů.
- 2) Tvorba matrice pro membránově vázané proteiny (jako je membránově integrovaný F₀ komplex ATP syntázy) (Tongnuanchan & Benjakul 2014).

Antimikrobiální mechanismus silice (Obrázek 2) Obrázek 2: Schématické znázornění vlivu silice na bakteriální buňku (Tongnuanchan & Benjakul 2014) souvisí se složením, funkčními skupinami a synergickými interakcemi mezi jednotlivými složkami (Tongnuanchan & Benjakul 2014).



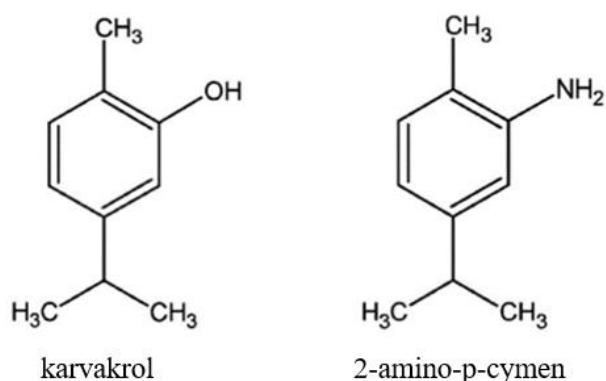
Obrázek 2: Schématické znázornění vlivu silice na bakteriální buňku (Tongnuanchan & Benjakul 2014)

Obecně je vyšší antimikrobiální aktivita silic pozorována na gram-pozitivních bakteriích než gram-negativních bakteriích, což je přičítáno složitosti jejich dvouvrstvé buněčné membrány ve srovnání s jednovrstevnou membránou grampozitivních bakterií (Hyldgaard et al. 2012; Tongnuanchan & Benjakul 2014). Též Yen et al. (2018) uvádí, že typicky jsou silice efektivnější u gram-pozitivních mikroorganismů, ale některé silice jako klinček, skořice a jiné se ukázaly jako účinné proti oběma G+ a G- bakteriím. Též (Tongnuanchan & Benjakul 2014) píší o tom, že například karvakrol má široké spektrum antimikrobiální aktivity proti většině gram-pozitivních a gram-negativních bakterií.

Například karvakrol u grampozitivních bakterií je schopen interagovat s membránami bakterií a měnit permeabilitu pro kationty jako H^+ a K^+ . Lipofilní konce lipoteichových kyselin v buněčné membráně grampozitivních bakterií mohou usnadnit pronikání hydrofobních sloučenin silic (Tongnuanchan & Benjakul 2014).

Naopak karvakrol u gramnegativních bakterií rozkládá vnější membránu, uvolňuje lipopolysacharidy a zvyšuje permeabilitu cytoplazmatické membrány ATP. Rezistence gramnegativních bakterií vůči silicím je spojena s ochrannou úlohou vnějších membránových proteinů (Tongnuanchan & Benjakul 2014) nebo hydrofilních lipopolysacharidů (Hyldgaard et al. 2012; Tongnuanchan & Benjakul 2014) buněčných stěn, které omezují rychlost difúze hydrofobních sloučenin přes vrstvu lipopolysacharidů. Rozptyl iontových gradientů vede k narušení základních procesů v buňce a nakonec k buněčné smrti (Tongnuanchan & Benjakul 2014). Lipopolysacharidy buněčných stěn tak poskytují gramnegativním bakteriím vyšší toleranci vůči hydrofobním antimikrobiálním sloučeninám, jako jsou například ty, které se vyskytují v silicích (Hyldgaard et al. 2012).

Odstranění alifatického kruhového substituentu u karvakrolu mírně snížilo antimikrobiální aktivitu. 2-amino-p-cymen má podobnou strukturu jako karvakrol, s výjimkou hydroxylové skupiny (Obrázek 3). Trojnásobně nižší aktivita 2-amino-p-cymenu ve srovnání s karvakrolem ukazuje zásadní úlohu hydroxylové skupiny v antimikrobiální aktivitě karvakrolu. Hydroxylová skupina přítomná ve struktuře fenolových sloučenin poskytuje antimikrobiální aktivitu a její relativní poloha je velmi důležitá pro účinnost těchto přírodních složek; to může vysvětlit vynikající antimikrobiální aktivitu karvakrolu ve srovnání s jinými rostlinnými fenoly (Tongnuanchan & Benjakul 2014).



Obrázek 3: Strukturální vzorec karvakrolu a 2-amino-p-cymenu (Tongnuanchan & Benjakul 2014)

Hyldgaard et al., (2012) tvrdí, že navzdory prokázanému potenciálu silic a jejich složek *in vitro* bylo jejich použití jako konzervačních látek v potravinách omezeno, protože jsou potřebné vysoké koncentrace k dosažení dostatečné antimikrobiální aktivity. Dále také podotýká, že v mnoha potravinářských produktech jsou složky hydrofobních silic narušeny interakcí se složkami potravinové matrice, jako je tuk, škrob, a bílkoviny.

Stále je toho známo málo o mechanismech rezistence mikroorganismů proti silicím a jejich jednotlivým složkám, ačkoli mnohé, jako je vanilin, benzaldehyd, ferulová kyselina, estragol, guajakol a eugenol, obsahují aromatické struktury podobné těm, které se nacházejí v klasických konzervačních látkách (Rupasinghe et al. 2006b). Mechanismy mikrobiální inhibice a inaktivace hydrofobních silic zabíjet mikroorganismy se pravděpodobně liší (Ait-Ouazzou et al. 2011).

Podrobné znalosti o většině způsobů účinku sloučenin stále chybí. Tato znalost je obzvláště důležitá pro předvídání jejich vlivu na různé mikroorganismy, na to, jak interagují se složkami potravinové matrice a jak fungují v kombinaci s jinými antimikrobiálními látkami. Pro použití silic jako konzervačních prostředků pro potraviny je také vyžadováno podrobných znalostí o jejich vlastnostech, tj. minimální inhibiční koncentraci (MIC, Minimal inhibitory concentration), rozsahu cílových organismů, způsobu účinku a účinku složek potravinové matrice na jejich antimikrobiální vlastnosti (Hyldgaard et al. 2012).

3.6.2 Bezpečnost rostlinných silic

Pokud jsou silice nebo jejich jednotlivé složky přidávány do potravin, nesmí, jako ostatní přídatné látky, představovat riziko pro spotřebitele, proto se tato kapitola zabývá jejich bezpečností. Silice (Yen et al. 2018) a jejich jednotlivé složky (Prakash et al. 2015; Yen et al. 2018) patří do skupiny „všeobecně považované za bezpečné“ (GRAS, Generally Recognized as Safe) Úřadem USA pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) (Yen et al. 2018) a jsou tímto úřadem schválena jako ochucovadla nebo potravinářské přídatné látky (Prakash et al. 2015). Toxicita tudíž není faktorem, který by omezoval množství silic používané v potravinářských produktech (Yen et al. 2018) (Tabulka 1).

Tabulka 1: Akutní toxicita některých silic u obratlovců (Pavela & Benelli 2016)

Latinský název	Český název	LD50 (mg/kg)	
		Orální aplikace	Kožní aplikace
<i>Abies alba</i>	Jedle bělokorá	> 5000 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Anethum graveolens</i>	Kopr vonný	4040 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Angelica archangelica</i>	Andělka lékařská	> 10 000 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Apium graveolens</i>	Miřík celer	> 5000 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Cinnamomum camphora</i>	Kafrovník lékařský	3730 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Citrus sinensis</i>	Pomerančovník čínský	> 5000 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Coriandrum sativum</i>	Koriandr setý	4130 (potkan)	-
<i>Cymbopogon citratus</i>	Voňatka citronová	> 5000 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Elettaria cardamomum</i>	Kardamovník obecný	> 5000 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Eugenia spp.</i>	Hřebíčkovce spp.	2650 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenykl obecný	3120 (potkan)	-
<i>Lavandula angustifolia</i>	Levandule lékařská	4250 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Melaleuca alternifolia</i>	Kajeput střídavolistý	1900 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Ocimum basilicum</i>	Bazalka pravá	> 5000 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Rozmarýn lékařský	> 5000 (potkan)	> 10 000 (králík)
<i>Thymus vulgaris</i>	Tymián obecný	2840 (potkan)	> 5000 (králík)
<i>Zingiber officinale</i>	Zázvor lékařský	3400 (myš)	-

Hyldgaard et al. (2012) a Prakash et al. (2015) uvádí, že na základě předpisu federálního nařízení 21CFR, část 182.20 jsou ve Spojených státech obecně uznané jako bezpečné následující silice: skořicová, hřebíčková, lemongrass, oreganová, tymiánová, silice muškátového oříšku, bazalka atd.

Dále pak karvakrol, karvon, cinnamaldehyd, citral, p-cymen, eugenol, limonen, mentol, linalool, vanilin, citral a tymol jsou jednotlivé části silic, zaregistrované Evropskou komisí pro použití jako látky určené k aromatizaci v potravinách (Hyldgaard et al. 2012; Prakash et al. 2015; EU 2019).

3.7 Konzervace šťáv

Konzervace potravin lze dosáhnout jejich chemickou, fyzikální nebo biologickou úpravou (Mustapha & Lee 2017). Konvenční zpracování ovocných šťáv zahrnuje zahřívací krok k inaktivaci vegetativních forem patogenních a znehodnocujících mikroorganismů. Pokud mikroorganismy tvoří spory, většinou nejsou schopny v kyselém prostředí ovocných šťáv klíčit (Kisko & Roller 2005).

Tepelné zpracování s teplotou vyšší než 60 °C je nejrozšířenější technologií pro pasterizaci šťávy při použití různých kombinací času a teplot (Vasanth Rupasinghe & Juan 2012). Pasterizace se obvykle používá k prodloužení omezené doby použitelnosti chlazených potravin. Pasterizační teploty se pohybují v rozmezí 60–80 °C, hluboko pod bodem varu vody při atmosférickém tlaku (Bhattacharya 2014). Šťávy jsou tradičně pasterizovány zahříváním na 63 až 65 °C po relativně dlouhou dobu (Vasanth Rupasinghe & Juan 2012). Pasterizované

potraviny proto nejsou stabilní při skladování a musí být skladovány v chladničce a/nebo obalech s modifikovanou atmosférou, které zpomalují růst mikroorganismů. Ty zůstávají v produktu životaschopné a nakonec způsobí znehodnocení. Skladovatelnost pasterizovaných potravin se může v závislosti na typu výrobku pohybovat od několika dnů (mléko) až po několik týdnů (ovocné šťávy) (Bhattacharya 2014).

Metoda nízké pasterace je postupně nahrazována vysokoteplotní krátkodobou metodou ošetření, aby se předešlo nežádoucím změnám kvality u konečného výrobku. Vysokoteplotní krátkodobá metoda využívá kratší tepelné zpracování (90 až 95 °C po dobu 15 až 30 sekund nebo 77–88 °C po dobu 25 až 30 sekund) (Vasanth Rupasinghe & Juan 2012). Tato technika je považována za nejefektivnější metodu k dosažení 99,999% redukce patogenů, které FDA požaduje, aby byly zařazeny do HACCP (systém kritických bodů) při zpracovávání ovocných a zeleninových šťáv (Knight & McKellar 2007).

Sterilizace potravin se obvykle provádí tím způsobem, co se běžně nazývá „výroba konzerv“, aby byla zachována bezpečnost a nezávadnost potravin připravených k přímé spotřebě po dlouhou dobu při dlouhodobém skladování při běžné pokojové teplotě.

Jak pasterace, tak sterilace využívají tepelných úprav k inaktivaci mikroorganismů. Nicméně se značně liší s ohledem na klasifikaci nebo typ cílového mikroorganismu, rozsah teplot, které musí být použity, a typ systémů zařízení schopných dosáhnout takových teplot (Bhattacharya 2014).

Pasterizace vede kvůli mikrobiologickým, enzymatickým, chemickým nebo fyzikálním změnám ke snížení kvality, čerstvosti a svěžesti u šťáv. Jedná se zejména o organoleptické vlastnosti jako barvu, aroma a chuť, dále se snižuje obsah vitamínu C a probíhá tvorba hydroxymethylfurfuralu (HMF) (Mosqueda-Melgar et al. 2008; Vasanth Rupasinghe & Juan 2012; de Souza et al. 2016; Falguera & Ibarz 2016). Proto se stále častěji objevuje zájem o hledání nových technologií konzervace, kde se přirozeně vyskytují antimikrobiální látky a které by tak mohly zabránit aplikaci tepelných ošetření (Kisko & Roller 2005; Rupasinghe et al. 2006a; de Souza et al. 2016).

Nové metody konzervace se hledají také proto, že někteří spotřebitelé požadují více čerstvých potravin, které nebyly podrobeny tepelnému ošetření, které vede ke ztrátě chuti a vitamínů (Kisko & Roller 2005; Ait-Ouazzou et al. 2013; de Souza et al. 2016). Dále se někteří spotřebitelé domnívají, že tepelně zpracované produkty, které jsou stabilní při skladování, mají nízkou kvalitu (Kisko & Roller 2005).

Kisko et Roller, (2005) uvádí, že s konzumací nepasterované šťávy kontaminované *E. coli* O157: H7 je spojeno propuknutí otrav, které mohou mít za následek vážné onemocnění a příležitostně i smrt. Případy smrti byly zaznamenány u několika dětí v USA mezi léty 1990 a 2005, konzumací nepasterované jablečné šťávy kontaminované *E. coli* O157: H7. Ait-Ouazzou et al. (2013) uvádí jako další patogenní mikroorganismy kontaminující šťávy: *Listeria monocytogenes* nebo *Salmonella* spp.

Přesto mnoho zpracovatelů však jablečný mošt nepasterizuje. V průzkumu producentů jablečného moštu respondenti, kteří pasterizovali svoji jablečnou šťávu, naznačili, že hlavními důvody pro nepasterování byly ztráta chuti a poptávka spotřebitelů po nepasterizovaném jablečném moštu. Druhým důvodem, proč se nepasterizuje, jsou vysoké náklady spojené s pasterizačním zařízením (Knight & McKellar 2007).

U prodloužení trvanlivosti některých potravin hraje důležitou úlohu sodík, a to při snižování růstu patogenů a organismů, které kazí potraviny a snižují jejich trvanlivost. V některých případech zůstávají hladiny sodíku vysoké, protože sůl zastává dodatečnou funkční roli – zlepšování textury. Řada dalších sloučenin obsahujících sodík se také používá ke zvýšení bezpečnosti a skladovatelnosti potravin nebo k vytváření fyzikálních vlastností (Henney et al. 2010). Mezi ně patří například benzoát sodný, který je společně se sorbátem draselným široce používán k prodloužení trvanlivosti šťáv. Dále také je také k prodloužení trvanlivosti šťáv široce používán oxid siřičitý, protože má antioxidační vlastnosti a selektivní inhibiční účinky na enzymatické a mikrobiální aktivity (de Souza et al. 2016).

Je nutno dodat, že de Souza et al. (2016) tvrdí, že spotřebitelé často odmítají chemické konzervační látky, což zvýšilo zájem o využívání nových a účinných strategií na ochranu přírodních a bezpečných šťáv.

Mimo konzervační přirozeně se vyskytujícími antimikrobiálními látkami, byly navrženy jako alternativy k tepelnému záhřevu též nově vznikající technologie (vysoký hydrostatický tlak, ultrafialové záření, pulzní elektrické pole (PEF)) nebo jejich účinnější kombinace s novými chemickými konzervačními látkami (Ait-Ouazzou et al. 2013).

Pokud jde o použití přirozeně se vyskytujících konzervačních látek, spotřebitelská poptávka prokázala přednost silic nebo jejich jednotlivých složek (Burt 2004).

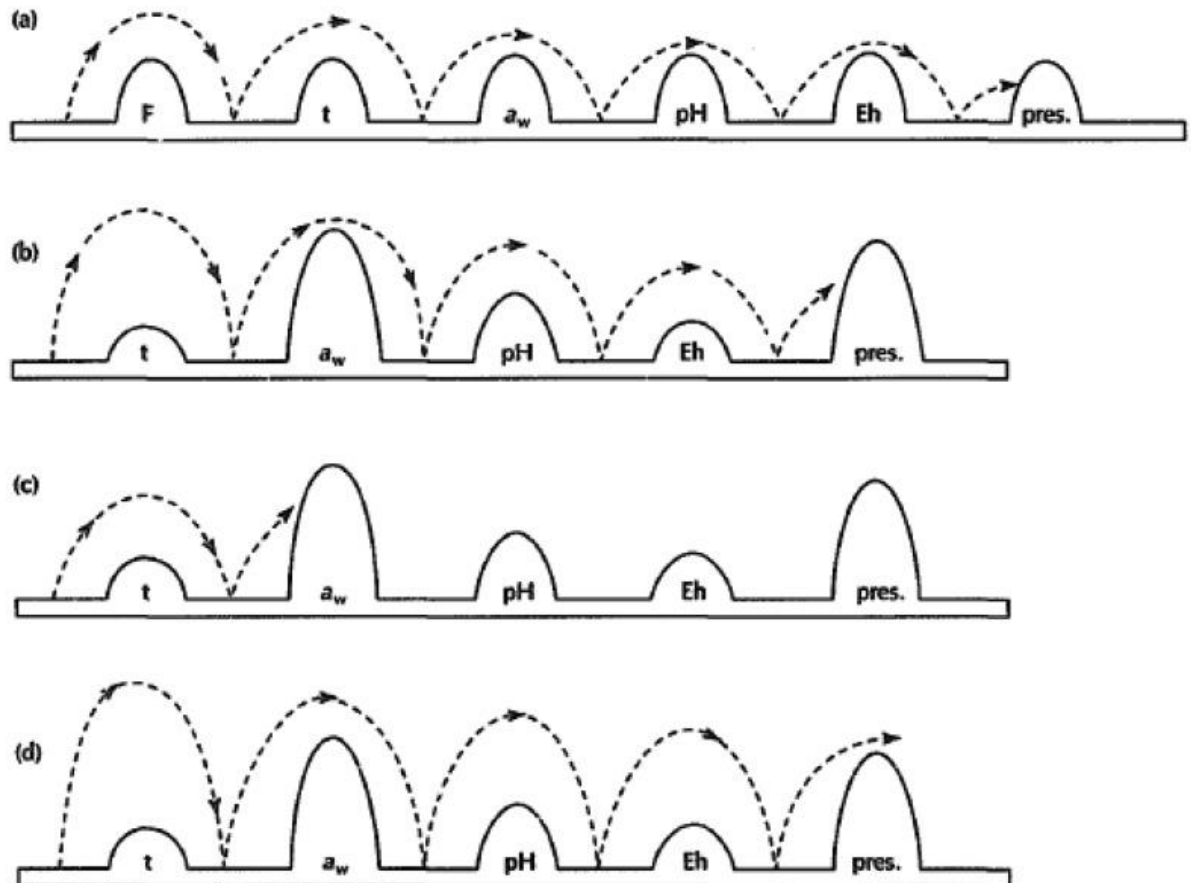
3.7.1 Konzervace pomocí silic

Překážkou pro použití silic nebo jejich jednotlivých složek jako konzervačních prostředků pro potraviny je to, že nejčastěji nejsou dostatečně účinné, pokud jsou používány jako jediná metoda konzervace (Hyldgaard et al. 2012). Pokud jsou přidávány v dostatečném množství, které spolehlivě zajistí antimikrobiální účinek, často pak způsobují negativní organoleptické vlastnosti (Ait-Ouazzou et al. 2011, 2013; Hyldgaard et al. 2012; Yen et al. 2018).

Řešením těchto nežádoucích vlastností silic, může být využití synergických efektů mezi jednotlivými složkami. Je však málo známo o tom, které interakce vedou k synergickým, aditivním nebo antagonistickým účinkům. Taková znalost by mohla přispět k vytvoření nových a účinnějších antimikrobiálních směsí a pochopit souhru mezi jednotlivými složkami silic (Hyldgaard et al. 2012) a dosahovat synergických letálních účinků za použití těch nejmenších dávek a tím se vyhnout nepříznivým sensorickým změnám matrice (Ait-Ouazzou et al. 2011).

Další řešení tohoto problému je v praxi běžně užíváno a spočívá v kombinaci silic a nějaké další konzervační technologie. Tím se omezí vysoké množství silice, které je nutné k zajištění spolehlivého antimikrobiálního účinku a které vyvolává negativní organoleptické vlastnosti. Na základě bariérové teorie (Obrázek 4), která byla navržena Leistner & Gorris (1995) a doporučilo ji mnoho výzkumníků (Periago et al. 2001; Burt 2004; Mañas & Pagán 2005; Corbo et al. 2009; Raybaudi-Massilia et al. 2009) je doporučeno souběžné užívání nových chemických konzervačních látek a tradičních tepelných nebo nově vznikajících ošetření PEF, aby se zachovala bezpečnost a kvalita potravin při současném snižování teplot při ošetření a/nebo antimikrobiálních látek nebo zvýšení efektivy PEF (Ait-Ouazzou et al. 2013; de Souza et al. 2016).

Bariérová teorie zmíněná výše se používá pro šetrnou, ale účinnou konzervaci potravin. Hlavní konzervační faktory kontrolující růst mikrobusů jsou např.: teplota, pH, a_w , Eh, kompetitivní flóra a jejich interakce (Leistner 2000), dále tyto faktory zvyšují bezpečnost potravin a prodlužují trvanlivost produktu. Žádná konzervační metoda sama o sobě by nevytvořila stabilní produkt (Obrázek 4). Při kombinování však tyto metody vedou k žádoucímu, stabilnímu a bezpečnému produktu. Například potraviny mohou být chráněny kombinací solí, chlazení, pH a chemického konzervačního činidla (Henney et al. 2010).



Obrázek 4: Kombinace více bariér, tak každá bariéra hraje roli při snižování mikrobiální aktivity (zobrazované jako \rightarrow), dokud není nakonec mikrobiální populace tak oslabena, že nemůže překonat žádné další bariéry a potravina je chráněna před poškozením a přežitím patogenů (písmena a, b, c). Pokud jsou bariéry nedostatečné pro snížení růstu mikrobusů, nemusí být potravinářské výrobky dostatečně chráněny (písmeno d). Pozn.: a_w = vodní aktivita; Eh = redoxní potenciál; F = záhřev; pH = kyselost; pres = konzervační činidla; t = chlazení/mrazení

Nežádoucí organoleptické účinky silic přidávaných do matrice potravinářského výrobku je možné minimalizovat metodami enkapsulace silic do různých materiálů. Na zapouzdření silic do nanometrických systémů pro jejich začlenění do ovocných šťáv se zaměřila studie Donsi et al. (2011), kde tím chtěli dosáhnout zvýšení antimikrobiální aktivity při minimalizaci dopadu na atributy kvality konečného produktu. Tento přístup zvyšuje stabilitu těkavých složek, chrání je před interakcí s potravinovou maticí a zvyšuje antimikrobiální aktivitu prostřednictvím zvýšeného pasivního buněčného vychytávání (Donsi et al. 2011). Též Prakash et al. (2015)

uvádí jako řešení pro omezení praktických aplikací silic jako konzervačních prostředků na potraviny moderní technologie zapouzdření. Donsì et al. (2011) dodává, že nanoenkapsulace bioaktivních sloučenin představuje životaschopný a účinný přístup ke zvýšení stability účinných látek, jejich ochranu před interakcemi s potravinovými složkami a v důsledku subcelulární velikosti zvýšení jejich biologické aktivity.

Kisko et Roller, (2005) uvádí, že přidání přírodních antimikrobiálních látek, jako jsou například fenolické látky karvakrol a p-cymen (izolované ze silic bylin a koření), představuje potenciální novou cestu k zajištění bezpečnosti a prodloužení doby trvanlivosti ovocných šťáv.

3.7.2 Silice v kombinaci s dalšími ošetřeními

Alternativou ke klasickým tepelným ošetřením je použití mírných teplot v kombinaci s antimikrobiálními látkami nebo sloučeninami ve šťávách, které vytvářejí novou strategii inhibice a zpomalení růstu mikrobů a zabraňují problémům s organoleptickými účinky na tyto produkty (de Souza et al. 2016).

Hydrofobicita, jež je důležitou vlastností silic a jejich jednotlivých složek, jim umožňuje rozdělit bakteriální buněčné membrány na lipidy, narušit struktury, činit je více propustnými a způsobovat únik iontů a dalších buněčných složek (Burt 2004). Vzhledem k tomu, že vnější membrána působí jako nepropustná bariéra pro hydrofobní sloučeniny, může poškození buněčné struktury představovat zajímavou příležitostí navrhnout kombinované procesy, které usnadňují působení antimikrobiálních látek. Výskyt subletálního poškození ve vnější membráně gramnegativních bakterií po různých metodách konzervace nebo jako důsledek jiných stresů je dobře známý jev (Mañas & Pagán 2005; Ait-Ouazzou et al. 2011). Stejně tak Ait-Ouazzou et al. (2011) mluví o tom, že vzhledem k tomu, že vnější membrána je nepropustnou bariérou pro hydrofobní sloučeniny, poškození této membrány může představovat zajímavou příležitostí pro navržení kombinovaných procesů, které usnadňují působení antimikrobiálních sloučenin.

Na základě bariérové teorie zmíněné v předchozí kapitole, kombinace dvou bariér zapříčinila synergický inaktivační účinek větší než součet inaktivačních účinků, kterých bylo dosaženo pro každou bariéru působící samostatně (Leistner a Gorris, 1995). Byly pozorovány synergické letální účinky při kombinaci mírného tepla a jednotlivých složek silic. Synergické účinky byly pravděpodobně způsobeny výskytem subletálních poranění v buňkách ošetřených teplem nebo PEF, což by usnadnilo interakci antimikrobiálních látek s cytoplazmatickou membránou jako primárním místem působení, nebo jejich přístupu do cytoplazmy, vedoucí k buněčné smrti (Chueca et al. 2016). K podobnému závěru došli ve studii Ait-Ouazzou et al. (2011), kde tvrdí, že synergický letální účinek na *E. coli* byl pravděpodobně způsoben tepelným poškozením vnější membrány *E. coli* v kombinaci s acyklickým nenasyčeným monoterpenickým aldehydem citralem. Podobné výsledky byly pozorovány při inaktivaci *Enterobacter sakazakii* pomocí kombinace PEF ošetření a citralu.

3.7.3 Ostatní metody konzervace

Dále kromě klasické pasterizace bylo v posledních několika desetiletích navrženo a postupně začíná být i využíváno několik metod netepelné pasterizace pro konzervaci šťáv, včetně pulzního elektrického pole, vysokotlaké homogenizace, vysokého hydrostatického tlaku

a ultrazvuku (Vasanth Rupasinghe & Juan 2012). Mosqueda-Melgar et al. (2008) doplňuje vysokoenergetické impulzní elektrické pole (HIPEF, High Intensity Pulsed Electric Fields), které dokáže deaktivovat znehodnocující a patogenní mikroorganismy bez významného vlivu na senzorkou stránku šťávy. Shahbaz et al., (2018) zase zkoumali účinnost konzervace jablečné šťávy mikrovlnným ošetřením. Došli k závěrům, že vystavení *E. coli* mikrovlnnému záření vedlo ke snížení jejich mikrobiální populace v jablečné šťávě. Zdá se, že tyto vznikající konzervační techniky mají potenciál poskytnout „čerstvé“ šťávy a byly spojeny s přírodními antimikrobiálními látkami, jako jsou silice nebo jejich jednotlivé složky, což může vést k synergickým nebo aditivním interakcím (Vasanth Rupasinghe & Juan 2012). Synergické interakce vyplývající z kombinace těchto fyzikálních technik a antimikrobiálních látek/sloučenin by mohly v praxi prodloužit životnost šťáv a stát se možnými strategiemi pro nahrazení tradičních pasterizačních metod a syntetických antimikrobiálních konzervantů (Vasanth Rupasinghe & Juan 2012).

Výhodou některých těchto nových ošetření jako například PEF je, že nabízejí produkty jakosti podobné čerstvým potravinám tím, že eliminují nevýhody tepelné úpravy. Jejich účinnost je ale, proti bakteriím za kyselých podmínek, a zvláště pak proti *E. coli* O157: H7, omezená (Ait-Ouazzou et al. 2013). Také ultrazvuk, který patří mezi nejnovější metody pro konzervaci šťáv, nabízí zajímavé možnosti. Mezi jeho nežádoucí účinky na šťávy patří změny barvy, antokyanů, zakalení šťávy a obsahu kyseliny askorbové, tyto změny jsou však minimální a lze je zlepšit mírnou sonikací (Swamy et al. 2018).

3.8 Silice testované v této práci

3.8.1 Lemongrass (voňatka citronová)

Lemongrass je silice izolovaná z rostliny voňatka citronová (*Cymbopogon citratus*) v kulinářství a obchodně nazývaná jako citronová tráva (Obrázek 5) (Akinkunmi et al. 2016), patřící do čeledi *Poaceae* (Boeira et al. 2018). Je to aromatická rostlina kultivovaná pro komerční výrobu silice lemongrass, která má jako hlavní složky citronové monoterpeny a myrceny (Boeira et al. 2018). Nejčastěji se silice lemongrass získává z listů rostliny destilací vodní parou (Akinkunmi et al. 2016). Voňatka je běžně užívána jako koření v thajských pokrmech (Jumepaeng et al. 2014).



Obrázek 5: voňatka citronová (Academic 2009)

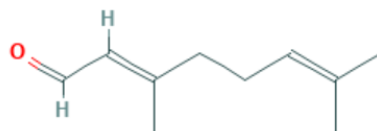
Rostlina zpravidla obsahuje 1,6–2,45 % silice (Mohamed Hanaa et al. 2012; Mani López et al. 2018). Výtěžek silice lemongrass z rostliny byl 1,8 % ± 0,2 %. Celkem bylo v silici lemongrass zjištěno 13 složek (Tabulka 2), které představovaly více než 97 % složek silice a těmi hlavními jsou citral (62,58 %), cis-verbenol (6,29 %) a geranylacetát (5,36 %). Citralu bylo očekáváno velké množství, protože to je složka, která charakterizuje tuto silici. Rozdíly ve složkách silice by mohly být též závislé na místě pěstování rostliny a způsobu sušení a extrakce (Mani López et al. 2018).

Tabulka 2: Třináct hlavních sloučenin identifikovaných v silici Lemongrass (*Cymbopogon Citratus*) (Mani López et al. 2018)

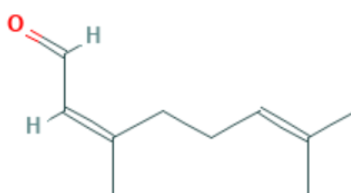
Sloučenina	Retenční čas (min)	Zastoupení (%)
kamfen	10,83	2,09
6-metyl-5-hepten-2-on	13,93	2,61
limonen	15,74	2,08
β-trans-ocimen	16,22	2,25
linalool	19,91	1,79
isogeraniol	21,11	1,90
cis-verbenol	21,66	6,29
8-hydroxylinalool	22,96	1,08
(z)-citral	25,10	62,58
geranylacetát	28,50	5,36
karyofylen	29,58	3,91
isoeugenol 2	31,66	4,52
karyofylen-oxid	34,07	0,56

Citral je bledě žlutá kapalina se silným citronovým aroma, která se vyskytuje v silicích rostlin. Je nerozpustný ve vodě, ale rozpustný v ethanolu a diethyletheru. Využívá se při výrobě

parfémů, aromat a dalších chemikálií. Chemicky se jedná o směs dvou aldehydů, které mají stejný molekulární vzorec, ale různé struktury (Obrázek 6, Obrázek 7) (Academic 2009). Akinkunmi et al. (2016) potvrzuje složení a upřesňuje, že se jedná o stereoizomerní monoterpenové aldehydy.

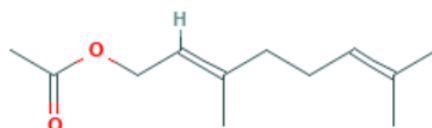


Obrázek 6: Geranial (citral a)
(Kim et al. 2019)



Obrázek 7: Neral (citral b)
(Kim et al. 2019)

Geranyl acetát je acyklycký monoterpenový ester (Obrázek 8) pocházející z geraniolu. Používá se v kosmetickém průmyslu, díky své antiperspirační aktivitě a nedávno byla objevena jeho antinociceptivní aktivita (působící proti vedení bolestivých podnětů). Rostliny však přirozeně produkují směs esterů a geranylacetát tvoří pouze malé procento z celkového množství, což jeho extrakci a tradiční rostlinnou výrobu činí neekonomickou (Wu et al. 2018).



Obrázek 8: Geranyl acetát (Kim et al. 2019)

Akinkunmi et al. (2016) identifikovali 8 složek, které dohromady tvoří 95,25% silice. Nejvíce zastoupenými složkami byl geranial (51,70 %), neral (32,62 %) a nerol (4,40 %) (Tabulka 3).

Tabulka 3: Procentuální zastoupení složek v čerstvě extrahované silici z *C. cytratus*, získaných hydrodestilací a stanovením plynovou chromatografií s napojením na hmotnostní spektrometr.

Složky	Retenční čas (min)	Zastoupení %
5-hepten-2-on,6-metyl	9,716	1,79
1,6-oktadien-3-ol, 3,7-dimetyl-[Myrcen-ol]	13,907	1,86
nerol	17,652	4,40
neral	18,002	32,62
geranial	19,029	51,70
5-hepten-2-on,6-metyl-	21,421	1,05
2-undekanon	21,884	0,60
geranyl acetát	22,198	1,33

Costa et al. (2011) uvádí, že jako hlavní sloučeniny silice z *Cymbopogon citratus* je citral, který je směsí cis a trans izomerů neralu a geranialu. To se shoduje s Mani López et al. (2018), kteří uvádí jako hlavní složku citral v zastoupení 62,58 %. Boukhatem et al. (2014) uvádí, následující zastoupení v rostlině voňatka citronová: geranial (42,2%), neral (31,5%); Akinkunmi et al. (2016) uvádí geranial (51,70 %), neral (32,62 %); naopak ve studii Jumepaeng et al. (2014) zjistili, že hlavní těkavá sloučenina extrahovaná z listů lemongrass byl neral.

Můžeme vidět rozdíly v zastoupení některých složek silice lemongrass. To může být tím, že Akinkunmi et al. (2016) sbírali vzorek v Nigérii a vzorek extrahovali ze vzdušných částí čerstvé rostliny. Oproti tomu Mani López et al. (2018) analyzovali suchou lemongrass od distributora v Mexiku. Hlavní složky obou silic byly stanoveny za použití plynového chromatografu připojeného k hmotnostnímu detektoru.

Složení silice je ovlivněno stářím rostlin a podmínkami, ve kterých byly pěstovány. Rozdílné složení může být dále vysvětleno ve studii Tajidin (2012), kteří uvádí, že obsah silic a citralu vykazuje významné rozdíly, podle toho, v jakém stadiu zralosti je lemongrass sklizen. Přišli na to, že optimální procento silice lemongrass bylo při sklizni 5,5 měsíce po výsadbě. V silici lemongrass bylo zjištěno 65 chemických sloučenin. Pouze 13 ze sloučenin bylo přítomno v každém stupni zralosti. Odhadované optimální procento obsahu citralu bylo dosaženo v $6,7 \pm 0,3$ měsíci po výsadbě (Tajidin 2012). Costa et al. (2011) upozorňuje ale, že hlavní sloučeniny nejsou vždy zodpovědné za biologickou aktivitu a že taková aktivita nemůže být vždy přičítána pouze jedné složce rostlinného přípravku.

3.8.2 Konzervace silic lemongrass

Dříve publikované studie ukázaly, že silice lemongrass může být využita jako alternativní antimikrobiální látka, která zajišťuje bezpečnost a prodlužuje trvanlivost šňáv i některých jiných potravin. Důležitým parametrem je použitá koncentrace, která musí být optimalizována pro použití v potravinářském průmyslu a pro zachování antimikrobiálních účinků, bez vlivu senzorických parametrů na produkt. Některé studie zkoumaly kombinaci silice lemongrass, nebo jejich jednotlivých složek ještě s další metodou ošetření (Duan & Zhao 2009; Arroyo et al. 2010; Salvia-Trujillo et al. 2014). Někdy je silice v kombinaci s další metodou ošetření schopná inhibovat i tak odolné bakterie, jako je *E. coli* O157: H7 a zaručit tak absolutní bezpečnost (Duan & Zhao 2009).

Leite et al. (2016) zjistili, že silice lemongrass při koncentracích 1250 a 2500 $\mu\text{l/l}$ účinně redukuje (o pět logaritmických řádů) v ananasové šťávě *E. coli*, *L. monocytogenes* i *Salmonella enteritidis* již při krátkodobé expozici. Duan & Zhao (2009) zjistili, že silice lemongrass při koncentraci 1000 až 3000 $\mu\text{l/l}$ snížila populaci *S. enteritidis* o pět logaritmických řádů v jahodové šťávě, ale ke stejné redukci u *E. coli* O157: H7 museli použít stejné koncentrace silice lemongrass v kombinaci s ošetřením, které obnášelo zmrazení a následné rozmrazení šťávy.

Moore-Neibel et al. (2012) prokázali, že silice lemongrass při koncentracích 1000, 3000 a 5000 $\mu\text{l/l}$ má potenciál být použita jako antimikrobiální ošetření proti *Salmonella* na zelené listové zelenině. Největší účinek byl pozorován u ledového salátu, dále pak u baby špenátu, špenátu a římského salátu. Mani López et al. (2018) zjistili, že silice lemongrass v plynné fázi (≤ 500 $\mu\text{l/l}$) inhibuje *Penicillium expansum* na chlebu od 8 do 18 dní oproti kontrole, která inhibovala tuto plíseň pouze 3 dny. Má tedy potenciální uplatnění jako protiplísňové činidlo na chlebových výrobcích. Boeira et al. (2018) prokázali, že lemongrass (v koncentraci 1000 $\mu\text{l/l}$) konzervuje čerstvé kuřecí klobásy. Při 1000 $\mu\text{l/l}$ koncentraci lemongrass zabraňuje růstu mezofilních aerobních bakterií do 21. dne skladování, pro psychotrofní bakterie to je 42 dnů.

Hammer et al. (1999) testovali in vitro antimikrobiální účinnost silice lemongrass a jejich výsledkem byla inhibice všech mikroorganismů (*Acinetobacter baumannii*, *Aeromonas veronii* biogroup *sobria*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotype *typhimurium*, *Serratia marcescens* a *Staphylococcus aureus*) při koncentraci ≤ 2000 $\mu\text{l/l}$.

Arroyo et al. (2010) prokázali výskyt silného synergického letálního účinku na *E. coli* při mírném tepelném ošetření v kombinaci s citralem, jednou z hlavních složek voňatkové silice, a potvrdili, že PEF v kombinaci s citralem může přispět k subletálnímu poškození vnější membrány u *Enterobacter sakazakii*.

3.8.3 Skořicová silice

Cinnamomum (čeleď *Lauraceae*) je rod stálezelených stromů a keřů. Tento rod obsahuje přibližně 250–350 druhů na celém světě. Rod *Cinnamomum* je známý jako skořice a je považován za jedno z nejstarších koření na světě (Abdelwahab et al. 2017).

Skořicová silice je široce používána v potravinářském, kosmetickém, aromatickém, cukrářském a farmaceutickém průmyslu, při léčebných a zánětlivých onemocněních a antifungálních onemocněních (Abdelwahab et al. 2017) a získává se z rostliny *Cinnamomum zeylanicum* (Zainuddin et al. 2017), nebo z kůry rostliny *Cinnamomum altissimum* (Abdelwahab et al., 2017)

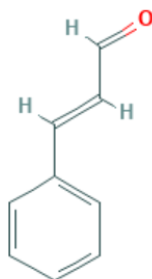
Abdelwahab et al. (2017) tvrdí, že hlavní sloučeniny v silicích u rostlin rodu *Cinnamon* jsou: cinnamaldehyd, linalool, kafr, terpinen-4-ol a 1,8-cineoly, eugenol, safrol, c-muurolen, α -kadinol, germakren D, α -terpineol, α -kadien, 1,6-oktadien-3-ol, 3,7-dimetyl a 1-fenylpropan-2,2-dioldietanoát. Dále také tvrdí, že cinnamaldehyd je majoritní složkou silice kůry skořicovníku cejlonského, zatímco listy obsahují více eugenolu.

Abdelwahab et al. (2017) ve své studii získávali hydrodestilací silici z kůry rostliny *Cinnamomum altissimum*, která byla následně analyzována plynovou chromatografií

v kombinaci s hmotnostním spektrometrem. Výsledkem bylo následující složení: linalool (36 %), metyl eugenol (12,8 %), limonen (8,3 %), α -terpeniol (7,8 %) a terpinen-4-ol (6,4 %).

Paranagama et al. (2001) analyzovali silici z kůry, lupene, kořenu a plodu této rostliny pomocí plynové chromatografie ve spojení s hmotnostním spektrometrem. Hlavní složky této silice extrahované z plodu byly γ - a δ -kadinen (36 %) a T-kadinol (7,7 %) a β -karyofylen (5,6 %). Přibližně 84 % silice z plodu skořicovníku tvořily sesquiterpeny, zatímco jiné části skořice obsahovaly méně než 9 % této skupiny sloučenin. Fenylypropanoidy byly hlavními složkami silice z kůry a silice z listů, zatímco silice z kořene měla jako hlavní složky (95 %) monoterpeny.

Burt (2004) tvrdí, že skořicová silice (*Cinnamomum zeylandicum*) je tvořena přibližně z 65 % trans-cinnamaldehydem. Naproti tomu Cui et al. (2016) po zanalyzování složení skořicové silice plynovou chromatografií potvrdili přítomnost 13 sloučenin, které reprezentovaly 97,96 % celkového složení silice, kdy na prvním místě byl cinnamaldehyd (Obrázek 9), který zaujímal největší část a to 92,40 %, na druhém místě byl trans-cinnamaldehyde (2,73 %) a na třetím benzaldehyd (1,52 %).



Obrázek 9: Strukturální vzorec cinnamaldehydu (Kim et al. 2019)

3.8.4 Konzervace skořicovou silicí

Yuste & Fung (2002) zjistili, že přídavek skořicové silice v jablečné šťávě (skladované při 5 °C a 20 °C po 7 dní), o pH 3,7 nebo 5, vykazoval výrazný usmrcovací účinek (redukci o pět logaritmických řádů) proti *L. monocytogenes* s výjimkou u vzorku šťávy, která měla pH 5 a koncentraci silice 1000 μ l/l.

Ceylan et al. (2004) zjistili, že kolonie tvořící jednotky (KTJ)/ml *E. coli* O157: H7 byly redukovány o 1,6 logaritmických řádů při 8 °C a o 2 logaritmické řády při 25 °C při koncentraci 3000 μ l/l skořicové silice. Při 8 °C byla redukce o 5,2 logaritmických řádů KTJ/ml *E. coli* O157: H7 jedenáctý den za použití 3000 μ l/l skořicové silice s přídavkem 1000 μ l/l benzoátu sodného a čtrnáctý den při koncentraci 3000 μ l/l skořicové silice s přídavkem 1000 μ l/l sorbátu draselného. Při 25 °C byla redukce o 5,3 logaritmických řádů KTJ / ml *E. coli* O157: H7 třetí den za použití stejných koncentrací. Synergický účinek byl tedy pozorován mezi skořicovou silicí a konzervačními látkami proti *E. coli* O157: H7 při 8 °C i 25 °C.

Knight & McKellar (2007) testovali 9 různých silic v koncentracích 100 μ l/l a zjistili, že nejúčinnější proti *E. coli* O157: H7 (redukce o pět logaritmických řádů) byla skořicová silice v kombinaci s mírným tepelným ošetřením.

Mosqueda-Melgar et al. (2012) zkoumali účinek kombinace vysokointenzivních pulzních elektrických polí (HIPEF) se skořicovou silicí izolovanou z kůry (500 a 1000 $\mu\text{l/l}$) jako antimikrobiální látkou na mikrobiologickou trvanlivost jahodové, pomerančové, jablečné, hruškové a rajčatové šťávy. Jahodová a pomerančová šťáva neprokázaly mikrobiální růst po 91 dnech při 5 °C po ošetření samotnou HIPEF. Mikrobiální populace v jablečné, hruškové a rajčatové šťávě byly kontrolovány pouze v případě, kdy byl HIPEF kombinován se skořicovou silicí.

Duan & Zhao (2009) zjistili, že skořicová silice při koncentraci 1000 až 3000 $\mu\text{l/l}$ samostatně snížila populaci *S. Enteritidis* o pět logaritmických řádů v jahodové šťávě, ale ke stejné redukci u *E. coli* O157: H7 museli použít skořicovou silici v kombinaci s ošetřením, které obnášelo zmrazení a následné rozmrazení šťávy.

Yuste & Fung (2004) zjistili, že skořicová silice (3000 $\mu\text{l/l}$) v kombinaci s nisinem výrazně přispěly k inaktivaci *Salmonella Typhimurium* a *E. coli* O157: H7 v pasterované jablečné šťávě. Ghosh et al. (2007) též zkoumali antimikrobiální účinnost skořicových extraktů, tentokrát na *E. coli* O157: H7 ve směsi mandarinkové a mrkvové šťávy a potvrdili, že skořicová silice (3000 $\mu\text{l/l}$) může být použita jako účinná přírodní antimikrobiální látka pro zajištění bezpečnosti ve směsi mandarinkové a mrkvové šťávy. Obě tyto studie přisuzují antibakteriální vlastnosti složek skořice její silici.

Kapoor et al. (2008) potvrdili dobré konzervační účinky skořicové silice z listů skořicovníku tamala (*Cinnamomum tamala*) oproti kontrolám a ostatním testovaným antimikrobiálním látkám v této studii na ananasové šťávě.

Mosqueda-Melgar et al. (2008) zkoumali účinek vysokointenzivního pulzního pole (HIPEF) v kombinaci se skořicovou silicí (v koncentraci 2000 $\mu\text{l/l}$) proti populacím *E. coli* O157: H7, *Salmonella Enteritidis* a *Listeria monocytogenes* ve šťávě z vodního melounu a cukrového melounu. Potvrdili účinek HIPEF v kombinaci se skořicovou silicí jako dobrou alternativu k tepelné pasteraci. Za zmínku stojí, že *E. coli* O157: H7 se ukázala být odolnější vůči tomuto ošetření než *L. monocytogenes* a *S. enteritidis*.

Sánchez-Rubio et al. (2016) zjistili, že mírná teplota (50 °C), skořicová silice z listu (2000 a 4000 $\mu\text{l/l}$) a termoultrazvuk³ samostatně, nebo v kombinaci inaktivovaly *Saccharomyces cerevisiae* v přírodních pomerančových šťávách a šťávách z granátových jablek oproti kontrole. Nejúčinnější ošetření však byla kombinace ultrazvuku, skořicové silice z listu a teplotního ošetření 50 °C po 30 min.

Cui et al. (2016) zkoumali antimikrobiální aktivitu skořicové silice na živné půdě. Konkrétně testovali bakterie *E. coli* a *S. aureus*. Jejich výsledky se ukázaly jako velmi pozitivní, a tudíž poukazují na potenciál využití skořicové silice v potravinách.

Skořicová silice se ukázala účinná i samostatně, avšak v některých případech, jako u odolné *E. Coli* O157: H7 bylo zapotřebí dalšího ošetření (Yuste & Fung 2004; Ceylan et al. 2004; Knight & McKellar 2007; Mosqueda-Melgar et al. 2008; Duan & Zhao 2009). Některé studie však prokázaly, že ji lze inhibovat i za použití pouze skořicové silice (Yuste & Fung 2002; Ghosh et al. 2007; Kapoor et al. 2008). Přesto se ve většině případů používá kombinace alespoň dvou ošetření, které zaručuje větší bezpečnost šťáv a obecně potravin. Dále záleží na

³ (24 KHz; 33,31 W/ml; 30 min; 50 °C)

typu ošetřované šťávy, a to například ve studii Mosqueda-Melgar et al. (2012), kde některým typům šťáv stačilo pouze ošetření pomocí HIPEF, zatímco u jiných šťáv bylo zapotřebí kombinovat HIPEF s použitím silice.

3.9 Vliv silic na sensorické vlastnosti šťáv

Přestože použití přírodních antimikrobiálních konzervačních látek ve šťávách vykazuje vzestupný trend, k dosažení požadovaných antimikrobiálních účinků jsou nezbytné vysoké koncentrace silic. Pokud jsou tyto látky jedinou bariérou pro kontrolu mikrobiálního růstu a musí tak být přítomny ve vysokých koncentracích, může to znamenat nežádoucí sensorické vlastnosti (Hyldgaard et al. 2012), zároveň ale uvádí, že intenzita vůně silic může i při malých koncentracích způsobit negativní organoleptické vlastnosti, které překračují prahovou hodnotu přijatelnou pro spotřebitele. Těž (Yen et al. 2018) uvádí, že silné příchutě silic vedou k chuťově nepřijatelným produktům. Tongnuanchan & Benjakul (2014) ve své studii upozorňuje též na jedinečnou vůni silic zapříčiněnou těkavými látkami, která může limitovat používání silice v některých potravinách, z toho důvodu, že může změnit typickou vůni/chuť jídla.

Ait-Ouazzou et al. (2013) uvádí konkrétní příklad, kdy karvakrol, složka silic, vykazující silnou antibakteriální aktivitu, musí být do potravin přidáván ve vysokých koncentracích, aby byla zajištěna bezpečnost a stabilita potravin. Tyto vysoké koncentrace jsou obvykle spojeny s nežádoucími chuťovými a smyslovými změnami, jak už bylo uvedeno výše.

Jedním řešením může být, jak uvádí Liu & Yang (2012), že pro praktické použití silic v potravinách by měl být výběr antimikrobiálního přípravku založen na smyslové a chemické kompatibilitě antimikrobiální látky s cílovou potravinou.

Jako druhé řešení se nabízí využití synergie mezi jednotlivými složkami silic k eliminaci nežádoucích sensorických účinků vysokých koncentrací celých silic v potravinách (Hyldgaard et al. 2012; Loeffler et al. 2014). Nguefack et al. (2012) dodávají, že snížení koncentrace silic se zachováním jejich antimikrobiální aktivity může být dosaženo kombinací s jinými antimikrobiálními sloučeninami, které poskytují synergický účinek.

Synergie silic je oblast s nesčetnými možnostmi k nalezení silných antimikrobiálních směsí, které mohou být klíčem k zavedení silic při konzervaci potravin bez současných nežádoucích organoleptických účinků (Hyldgaard et al. 2012).

Pina-Pérez et al. (2015) pak naopak uvádí, že silice, jako přírodní antimikrobiální látky mohou pozitivně ovlivnit jakostní charakteristiky související s potravinářskými výrobky, včetně těch, které přímo ovlivňují volbu spotřebitele (pokud jde o vzhled, barvu, vůni, chuť, čerstvost a obecně organolepticky hodnocené atributy).

Studie zabývající se účinky silic nebo jejich jednotlivých složek na sensorické vlastnosti, především chuť a vůni jsou stále potřebné k tomu, aby byla každá z těchto látek/sloučenin zařazena mezi možné konzervační látky použitelné v potravinách (Mosqueda-Melgar et al. 2008; de Souza et al. 2016).

3.9.1 Vliv na ovocné či zeleninové šťávy

Mosqueda-Melgar et al. (2012) zjišťovali sensorické vlastnosti jahodové a pomerančové šťávy, ke kterým byla přidána skořicová silice v koncentraci 500 $\mu\text{l/l}$ a jablečné, hruškové a rajčatové šťávy, ke kterým byla přidána skořicová silice v koncentraci 1000 $\mu\text{l/l}$,

všechny v kombinaci s vysokointenzivním pulzním elektrickým polem (HIPEF). Zjištěním bylo, že když byla ošetření aplikována samostatně, nezměnila se barva šťáv, avšak šťávy ošetřené kombinací silice a HIPEF vykazovaly nejnižší hodnoty pro aroma, chuť, kyselost a celkovou přijatelnost. Mosqueda-Melgar et al. (2008) hodnotili senzorické vlastnosti šťávy z vodního a cukrového melounu, též ošetřeno HIPEF a skořicovou silicí (2000 $\mu\text{l/l}$). Zjistili, že šťáva z cukrového melounu ošetřena HIPEF a skořicovou silicí vykazovala nižší hodnoty aroma, chuti, kyselosti a celkové přijatelnosti. Dále šťáva z vodního melounu, ošetřena HIPEF a skořicovou silicí vykazovala nižší hodnocení chuti, kyselosti a celkové přijatelnosti.

Leite et al. (2016) vyhodnocovali účinky silice lemongrass (1250 a 2500 $\mu\text{l/l}$) na parametrech senzorické kvality ananasové šťávy. Uvádí, že silice lemongrass negativně ovlivnila chuť a pachut' ananasové šťávy. Jsou podle nich zapotřebí další studie týkající se použití silice lemongrass v této šťávě.

Kieling & Prudencio (2017) vyhodnocovali senzorickou kvalitu nápoje na bázi sóji, který se skládal z limetkové šťávy a sójového mléka s přísadkou silice lemongrass (1250 a 2500 $\mu\text{l/l}$). Nápoj vykazoval příjemnou chuť a vůni a měl dobré přijetí potenciálními spotřebiteli. V této studii však byla použita celá rostlina, nikoliv pouze její silice.

Bevilacqua et al. (2012) ve své studii použili složku silic D-limonene (900 ppm = 0,0009 $\mu\text{l/l}$) v kombinaci s vysokotlakou homogenizací (20 MPa) na ošetření jablečné šťávy. Spotřebitelé byli požádáni, aby uvedli své celkové názory (zápach, jakost, preference) a odpověděli na otázku: koupili byste tuto šťávu? Na výběr byly tři možné odpovědi: „určitě koupili“, „možná koupili/možná nekoupili“, „rozhodně nekoupili“. Spotřebitelé nejvíce preferovali neošetřenou jablečnou šťávu, která sloužila jako kontrola (81,25 %). Šťáva s limonenem byla považována za zcela přijatelnou pouze u 31,25 % oslovených; když byli zákazníci požádáni, aby řekli, proč byla šťáva nepřijatelná, odpověď byla vždy stejná: „silný zápach citronu“.

Espina et al. (2014) zkoumali vliv různých silic a jejich složek na přijatelnost chuti rajčatové šťávy. Rajčatová šťáva získala vyšší hodnoty než kontrolní vzorky při koncentraci 20 $\mu\text{l/l}$ mátové nebo rozmarýnové silice. Průměrné hodnoty však byly sníženy při koncentraci 100 $\mu\text{l/l}$ o 15 % a 20 %. Přidání 200 $\mu\text{l/l}$ rozmarýnové silice, karvakrolu nebo tymiánové silice do rajčatové šťávy zapříčinilo pokles o 50 až 60 % ve srovnání s kontrolou. V rajčatové šťávě byla tolerována pouze nejnižší koncentrace mátové silice nebo citronové silice, zatímco ostatní sloučeniny byly zavrženy. Ve skutečnosti přidání 20 $\mu\text{l/l}$ mátové silice zvýšilo senzorickou přijatelnost.

3.9.2 Vliv na ostatní potraviny

Mani López et al. (2018) ošetřili chléb silicí lemongrass v plynném stavu a prováděli senzorické hodnocení. Dále provedli senzorickou analýzu takto ošetřeného chleba a hodnotitelé hodnotili v průměru chléb vystavený lemongrass silicí mírně lépe než chléb, který nebyl vystaven silici lemongrass. Nejlépe hodnocené byly chleby o koncentraci silice 500 $\mu\text{l/l}$, což může být způsobeno příjemným aroma této silice.

Liu & Yang (2012) zkoumali antimikrobiální vliv silice z vavřínu kubébového (*Litsea cubeba*) v několika potravinách s následným senzoričným vyhodnocením. Jednalo se o ústřice, tofu, nápoj z pomerančového mléka⁴ a sójovou omáčku.

Výsledek ukázal, že tofu ochucené silicí bylo upřednostňováno před tofu bez silice. Jedním z důvodů může být, že fazolová chuť byla snížena nebo maskována pro ty, kteří fazolovou chuť nemají rádi.

Skóre u pomerančového mléka se silicí a bez silice se výrazně nelišilo, ale přesto bylo skóre pro pomerančové mléko se silicí mírně vyšší než bez silice. Jako důvody uvádějí, že hodnotitelé jsou ochotni produkt přijmout proto, že se jedná o „nový typ“ výrobku. A kromě toho je pravděpodobné, že mléčné bílkoviny, tuky a aromatické látky interagují se silicí, což může snížit chuťovou intenzitu nápoje a vyrovnat vnímané vůně.

Sójová omáčka a ústřice se silicí vykazovaly vyšší skóre než ty bez silice. Je pravděpodobné, že malé množství silice v sójové omáčce obohacuje její chuť. Pokud jde o ústřice, silice může maskovat rybí zápach syrových ústřic a mít za následek vyšší přijatelnost.

Espina et al. (2014) zkoumali vliv různých silic a jejich složek na přijatelnost chuti zeleninové polévky a drůbežích hamburgerů.

Zeleninová polévka získala vyšší hodnoty než kontrolní vzorky při koncentraci 20 µl/l mátové nebo rozmarýnové silice. Průměrné hodnoty však byly sníženy při koncentraci 100 µl/l o 15 % a 20 %. Dále při přidání 200 µl/l karvakrolu, p-cymenu nebo mátové silice do zeleninové polévky zapříčinilo pokles o 50 až 60 % ve srovnání s kontrolou. U zeleninové polévky bylo tolerováno začlenění nejmenší koncentrace rozmarýnové silice, tymiánové silice, karvakrolu nebo p-cymenu, ale ne jakákoliv koncentrace mátové silice. Nicméně hedonická přijatelnost zeleninové polévky se zvýšila po přidání 20 µl/l citronové silice a nebyla ovlivněna vyššími koncentracemi.

K čerstvému kuřecímu a krůtímu masu byla vždy přidána silice nebo její jednotlivá složka o koncentraci 20, 100 a 200 µl/l před smícháním na hamburgery. Jednalo se o rozmarýnovou silici, citrónovou silici, mátovou silici, tymiánovou silici, p-cymen a karvakrol.

Spotřebitelé pozitivně zhodnotili přidání 20 µl/l rozmarýnové silice nebo citronové silice v hamburgerech. Dále tolerovali i koncentrace: 20 nebo 100 µl/l mátové silice nebo p-cymenu, stejně jako 20 µl/l karvakrolu nebo tymiánové silice; to neovlivnilo chuť hamburgerů, ale vyšší koncentrace všech těchto sloučenin ano.

Co se týče potravin, jež byly senzoričsky hodnoceny v předešlých článcích, tak chléb ošetřen silicí lemongrass byl hodnocen mírně lépe oproti kontrole (Mani López et al. 2018).

Pozitivní hodnocení při přidání silice z vavřínu kubébového do různých potravinových systémů zjistili také Liu & Yang (2012), (konkrétně se jednalo o tofu, pomerančové mléko, sójovou omáčku a ústřice.)

Espina et al. (2014) uvedli, že zeleninová polévka byla lépe hodnocena oproti kontrole při koncentraci 20 µl/l mátové nebo rozmarýnové silice. Při přidávání vyšších koncentrací této silice, nebo jakékoliv koncentrace kterékoliv jiné silice přijatelnost klesala. V této studii zjistili též, že v hamburgerech byla pozitivně přijata koncentrace 20 µl/l rozmarýnové a citronové

⁴ Vyrobeno smícháním pomerančové šťávy a odstředěného mléka v poměru 1:1 (Liu & Yang 2012)

silice. Dále byly tolerovány koncentrace 20 $\mu\text{l/l}$ a 100 $\mu\text{l/l}$ u některých silic, ale 200 $\mu\text{l/l}$ nebyla tolerována u žádné silice přidané do hamburgerů

Lze tedy říci, že určitě záleží na koncentraci přidávané silice do potravinového systému a na přidávané silici. Pravděpodobně také na matici, do které je silice přidávána, a protože spolu interagují, jaký spolu dokáží vytvořit celkový dojem.

Vzhledem k tomu, že literárních zdrojů na téma ošetření řepné a jablečné šťávy pomocí silic není dostatek, tak jsme se zaměřili na toto téma, protože jablečná šťáva je oblíbená, tradiční šťáva s výbornými organoleptickými vlastnostmi a zároveň zajímavým nutričním složením a šťáva z červené řepy je zajímavá z důvodu zvyšování výkonnosti u sportovců a zároveň několik studií tvrdí, že snižuje krevní tlak.

4 Materiál a metody

4.1 Mošt

V této práci byl pro experimentální část použit jablečno-řepný mošt, dodaný výrobcem Václacem Větrovcem. Mošt byl vyroben vylisováním jablek z odrůdy Spencer a červené řepy (*Beta vulgaris* var. *Vulgaris*), sklizených v roce 2016. Štáva byla lisována z nadrcených jablek a řepy v poměru 4 : 1. Do doby začátku přípravy jednotlivých vzorků pro senzorycké hodnocení nebyl mošt ošetřen žádnou metodou, která by prodlužovala jeho trvanlivost, byl pouze skladován při teplotě $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. K ošetření byly použity dvě silice – skořicová (Biomedica, CZ, 10 % D-limonen, 73 % cinymaldehyd) a silice voňatky citronové (lemongrass, Sigma-Aldrich, CZ, 40 % geranial, 32 % neral, 4,76 % geraniol).

4.2 Příprava vzorků pro senzorycké hodnocení

Obecný postup byl takový, že jablečno-řepný mošt byl rozmrazen ve vodní lázni nepřesahující $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po rozmrazení bylo odměřeno 330 ml jablečno-řepného moštu do odměrných válců a přelito do Erlenmayerových baněk, do kterých byly pomocí automatické pipety nadávkovány příslušné koncentrace silic (256, 128, 64 $\mu\text{l/l}$). Vzorky bez přídavku silice byly použity jako kontrola.

Vzorky byly homogenizovány po dobu třiceti vteřin při 25 000 ot./min (T18 digital Ultra-Turrax, IKA) za vzniku nanoemulze silice ve vodě. Takto připravené vzorky byly přelity do skleněných lahví o objemu 330 ml s korunkovým uzávěrem.

Teplotní ošetření probíhalo ve vodní lázni předehřáté na příslušnou teplotu po dobu 20 minut u 60° varianty a minutu u varianty ohřáté na $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Obrázek 10, Obrázek 11, Obrázek 12, Obrázek 13). Teplota uvnitř láhve byla kontrolována a zaznamenávána průběžně v minutových intervalech pomocí vpichového teploměru (IKA RCT basic IKAMAG ETS D5). Ten byl na stálo upevněn v kontrolním vzorku, ve svislé poloze, tak aby byla zajištěna přesnost měření v jádře produktu. Po tepelném ošetření byly vzorky ochlazeny v lázni s ledem na teplotu max. $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Vzhledem k tomu, že se pro každé hodnocení používalo jiné tepelné ošetření a počet vzorků se též lišil, je v následujících čtyřech podkapitolách (4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 a 4.2.4) rozeepsáno, jaké tepelné ošetření se používalo a o jaké konkrétní vzorky se jednalo. Postup

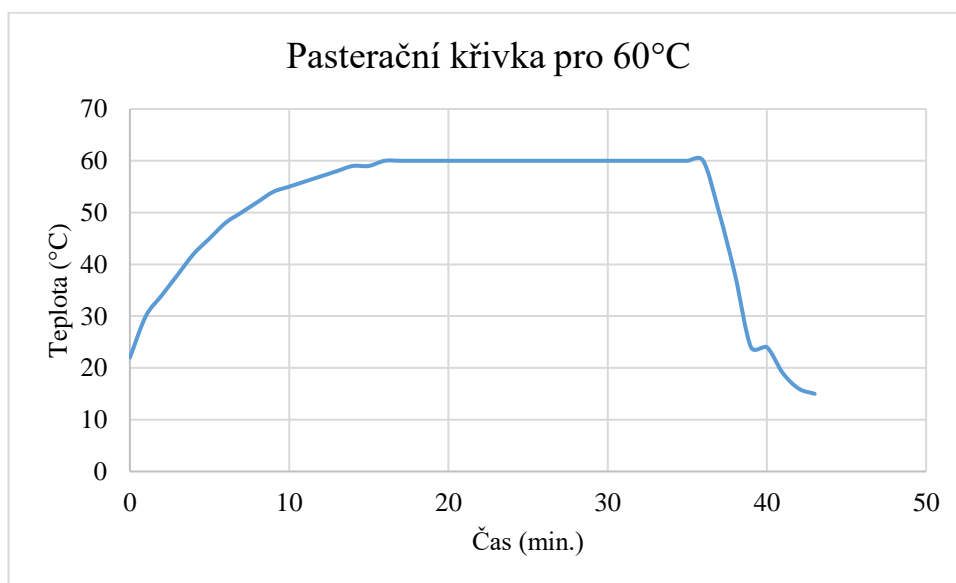
přípravy popsaný výše v kapitole 4.4 se však nelišil. Veškerá příprava vzorků probíhala vždy v laboratoři na ČZU.

4.2.1 Příprava vzorků pro první hodnocení

První hodnocení probíhalo dne 10. 12. 2018. Pro první hodnocení bylo připraveno celkem 8 vzorků ošetřených na teplotu 60 °C, z nichž 3 obsahovaly 3 různé koncentrace silice lemongrass (64, 128, 256 µl/l), další 3 obsahovaly 3 různé koncentrace skořicové silice (64, 128, 256 µl/l) a 2 vzorky byly kontrolní (bez přídavku silic) (Tabulka 4). Pasterační křivku tohoto tepelného ošetření lze vidět na Obrázku 10.

Tabulka 4: Přehled jednotlivých vzorků pro první hodnocení

Označení vzorku	Silice	Koncentrace (µl/l)	Teplota ošetření (°C)
LG-0-60	Lemongrass	0	60
LG-64-60	Lemongrass	64	60
LG-128-60	Lemongrass	128	60
LG-256-60	Lemongrass	256	60
CIN-0-60	Skořice	0	60
CIN-64-60	Skořice	64	60
CIN-128-60	Skořice	128	60
CIN-256-60	Skořice	256	60



Obrázek 10: Pasterační křivka tepelného ošetření moštu pro první hodnocení

4.2.2 Příprava vzorků pro druhé hodnocení

Druhé hodnocení probíhalo dne 17. 12. 2018. Pro druhé hodnocení bylo připraveno celkem 8 vzorků, které nebyly tepelně ošetřeny. Tři z nich obsahovaly 3 různé koncentrace silice lemongrass (64, 128, 256 µl/l), další 3 obsahovaly 3 různé koncentrace skořicové silice (64, 128, 256 µl/l) a 2 vzorky byly kontrolní (bez přídavku silic) (Tabulka 5).

Tabulka 5: Přehled jednotlivých vzorků pro druhé hodnocení

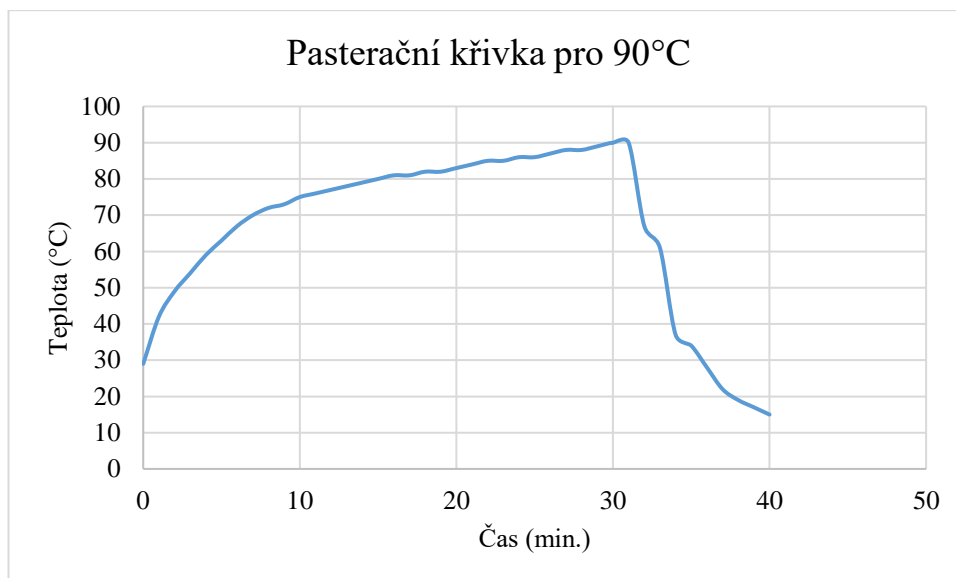
Označení vzorku	Silice	Koncentrace ($\mu\text{l/l}$)	Teplota ošetření ($^{\circ}\text{C}$)
LG-0-0	Lemongrass	0	0
LG-64-0	Lemongrass	64	0
LG-128-0	Lemongrass	128	0
LG-256-0	Lemongrass	256	0
CIN-0-0	Skořice	0	0
CIN-64-0	Skořice	64	0
CIN-128-0	Skořice	128	0
CIN-256-0	Skořice	256	0

4.2.3 Příprava vzorků pro třetí hodnocení

Třetí hodnocení probíhalo dne 5. 2. 2019. Pro první hodnocení bylo připraveno celkem 7 vzorků ošetřených na teplotu 90°C , z nichž 2 obsahovaly 2 různé koncentrace silice lemongrass (128, 256 $\mu\text{l/l}$), další 3 obsahovaly 3 různé koncentrace skořicové silice (64, 128, 256 $\mu\text{l/l}$) a 2 vzorky byly kontrolní (bez přídavku silice) (Tabulka 6). V této sérii bylo připraveno pouze 7 vzorků, protože jeden vzorek byl rozbit (s přídavkem silice lemongrass o koncentraci 64 $\mu\text{l/l}$) při vyndávání z vodní lázně. Pasterační křivku tohoto tepelného ošetření lze vidět na Obrázku 11.

Tabulka 6: Přehled jednotlivých vzorků pro třetí hodnocení

Označení vzorku	Silice	Koncentrace ($\mu\text{l/l}$)	Teplota ošetření ($^{\circ}\text{C}$)
LG-0-90	Lemongrass	0	90
LG-128-90	Lemongrass	128	90
LG-256-90	Lemongrass	256	90
CIN-0-90	Skořice	0	90
CIN-64-90	Skořice	64	90
CIN-128-90	Skořice	128	90
CIN-256-90	Skořice	256	90



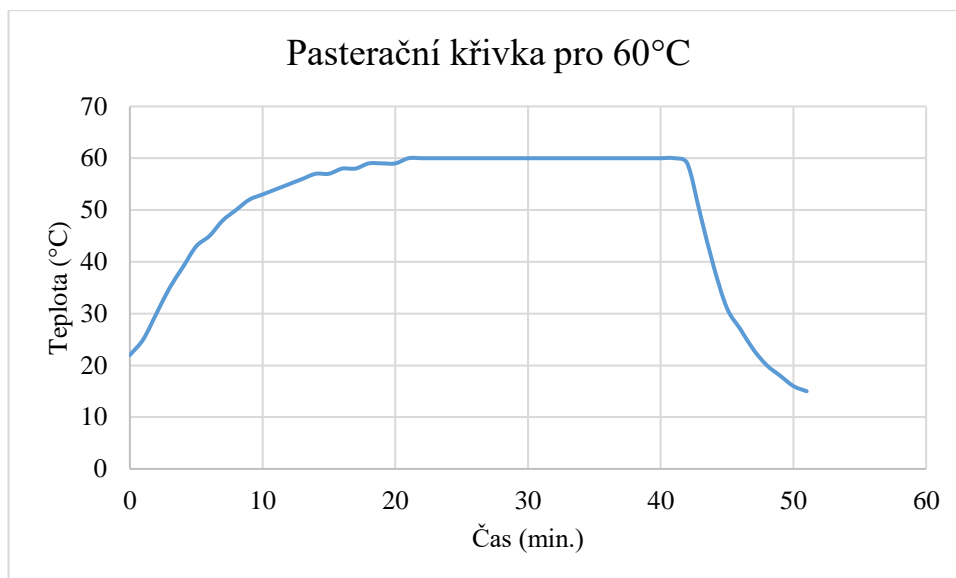
Obrázek 11: Pasterační křivka tepelného ošetření moštu pro třetí hodnocení

4.2.4 Příprava vzorků pro čtvrté hodnocení

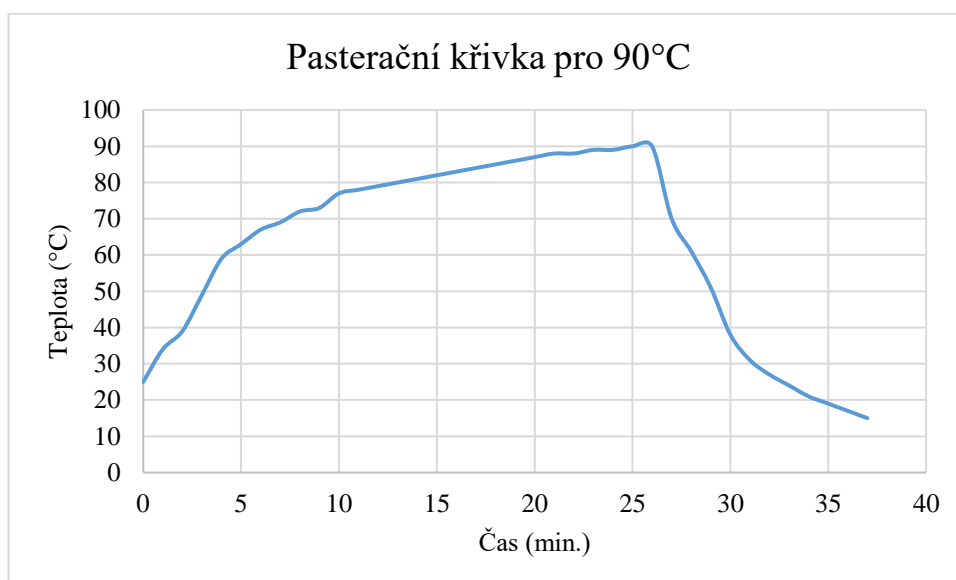
Čtvrté hodnocení probíhalo dne 7. 2. 2019. Bylo připraveno celkem 7 vzorků. Z toho do 3 prvních vzorků nebyla přidána žádná silice, ale byly podrobeny tepelnému ošetření. První vzorek nebyl zahřátý (kontrola), druhý vzorek byl zahřátý na teplotu 60 °C a třetí vzorek na 90 °C. Série dalších 4 vzorků byla provedena kvůli rozbití jednoho ze vzorků z předešlé přípravy. Tudiž byly rovněž ošetřeny na teplotu 90 °C a z oněch 4 vzorků obsahovaly 3 vzorky 3 různé koncentrace silice lemongrass (64, 128, 256 µl/l) a 1 vzorek byl kontrolní (bez přídavku silice) (Tabulka 7). Pasterační křivku pro tepelné ošetření 60 °C lze vidět na Obrázku 12, pro tepelné ošetření 90 °C na Obrázku 13.

Tabulka 7: Přehled jednotlivých vzorků pro čtvrté hodnocení

Označení vzorku	Silice	Koncentrace (µl/l)	Teplota ošetření (°C)
BEZ-0-0	Bez silice	0	0
BEZ-0-60	Bez silice	0	60
BEZ-0-90	Bez silice	0	90
LG-0-90	Lemongrass	0	90
LG-64-90	Lemongrass	64	90
LG-128-90	Lemongrass	128	90
LG-256-90	Lemongrass	256	90



Obrázek 12: Pasterační křivka tepelného ošetření 60 °C moštu pro čtvrté hodnocení



Obrázek 13: Pasterační křivka tepelného ošetření 90 °C moštu pro čtvrté hodnocení

4.3 Senzorická analýza

Senzorické hodnocení vzorků probíhalo v sensorické laboratoři na České zemědělské univerzitě v Praze ve čtyřech termínech.

Vzorky pro sensorické hodnocení byly připraveny 3 hodiny před začátkem degustace. Jednotlivé varianty vzorků byly servírovány ve skleněných nádobách o objemu 150 ml a byly označeny náhodným kódem. Během doby rozlévání do kádinek pro hodnocení a do příchodu hodnotitelů byly uchovány při pokojové teplotě v sensorické laboratoři. Každý hodnotitel dostal od každého vzorku k hodnocení 30 ml jablečno-řepné šťávy. Dále byly vzorky rozmístěny do jednotlivých kójí pro hodnotitele společně s dotazníkovými formuláři pro

hodnocení. Dotazníkové formuláře byly vždy 2 pro jednoho hodnotitele, z toho každý byl pro jednu silici. Hodnotitelům byly přeloženy vzorky (z nichž 1 byla vždy tepelně neošetřená kontrola) a sklenice s vodou o pokojové teplotě jako neutralizátor chuti. Vzorky byly seřazeny od nejnižší po nejvyšší koncentraci silice.

V dotazníkových formulářích bylo jako první hodnocení sensorického profilu, které bylo v souladu s normou ČSN EN 13299. Pro každý vzorek byly hodnoceny následující deskriptory: příjemnost vůně, intenzita vůně, celková přijatelnost chuti, celková intenzita chuti, intenzita sladké chuti, intenzita kyselé chuti, intenzita jablečné chuti, intenzita zemité chuti, intenzita štiplavé chuti, intenzita pachuti (Příloha 2). Hodnotitelé použili předtištěné lineární stupnice o délce 100 mm.

Dále byl použit pořadový hedonický test, kdy měli hodnotitelé za úkol seřadit předloženou sadu vzorků podle celkové příjemnosti/přijatelnosti a kódy vzorků zapsat podle vzrůstající oblíbenosti od nejhoršího po nejlepší vzorek. Tato metoda byla vykonána v souladu s normou ČSN ISO 8587.

Soubor hodnotitelů se skládal ze studentů, dále převážně ze zaměstnanců katedry kvality a bezpečnosti potravin na České zemědělské univerzitě. Jednalo se tedy o muže i ženy různých věkových skupin. Před hodnocením byl všem hodnotitelům vysvětlen postup hodnocení.

Prvních tří sensorických analýz se účastnilo 9 hodnotitelů, poslední analýzy se zúčastnilo 10 hodnotitelů. Vždy bylo hodnoceno 7 až 8 vzorků a to v těchto termínech: 10.12.2018 (Tabulka 4), 17.12.2018 (Tabulka 5), 5.2.2019 (Tabulka 6) a 7.2.2019 (Tabulka 7).

5 Výsledky

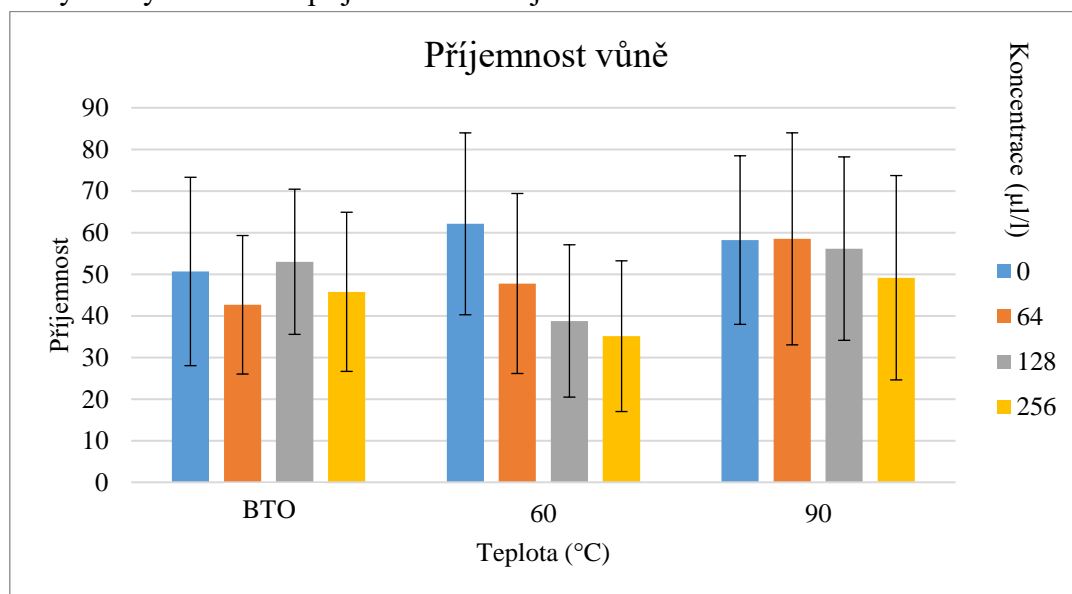
5.1 Hodnocení sensorického profilu

Při sledování vlivu typu silice na sensorické charakteristiky byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly v příjemnosti vůně ($p=0,0106$), celkové příjemnosti chuti ($p=0,0003$), celkové intenzitě chuti ($p=0,0031$), intenzitě sladké chuti ($p=0,00001$), intenzitě kyselé chuti ($p=0,0016$), intenzitě jablečné chuti ($p=0,0433$), intenzitě štiplavé chuti ($p=0,0006$), intenzitě pachuti ($p=0,0159$). U parametrů intenzita vůně a intenzita zemité chuti nebyl zjištěn statisticky průkazný vliv silice (Příloha 3).

Dále byl zjišťován vliv koncentrace a teploty pro každou silici zvlášť. Tato kapitola obsahuje grafy, ve kterých jsou znázorněny statisticky významné rozdíly mezi koncentracemi v závislosti na teplotě, případně rozdíly mezi teplotami v závislosti na koncentraci. Indexy v grafech označují hodnoty, kde byl prokázán statisticky významný rozdíl podle Scheffeho testu ($p>0,05$) v rámci tepelných ošetření. Dále tato kapitola obsahuje Scheffeho tabulky, kde jsou vidět statisticky průkazné rozdíly mezi koncentracemi bez ohledu na tepelné ošetření, případně statisticky významné rozdíly mezi teplotami bez ohledu na koncentraci silic. Série tepelné neošetřených vzorků je v grafech a tabulkách označena jako „BTO“ (bez tepelného ošetření).

5.1.1 Lemongrass

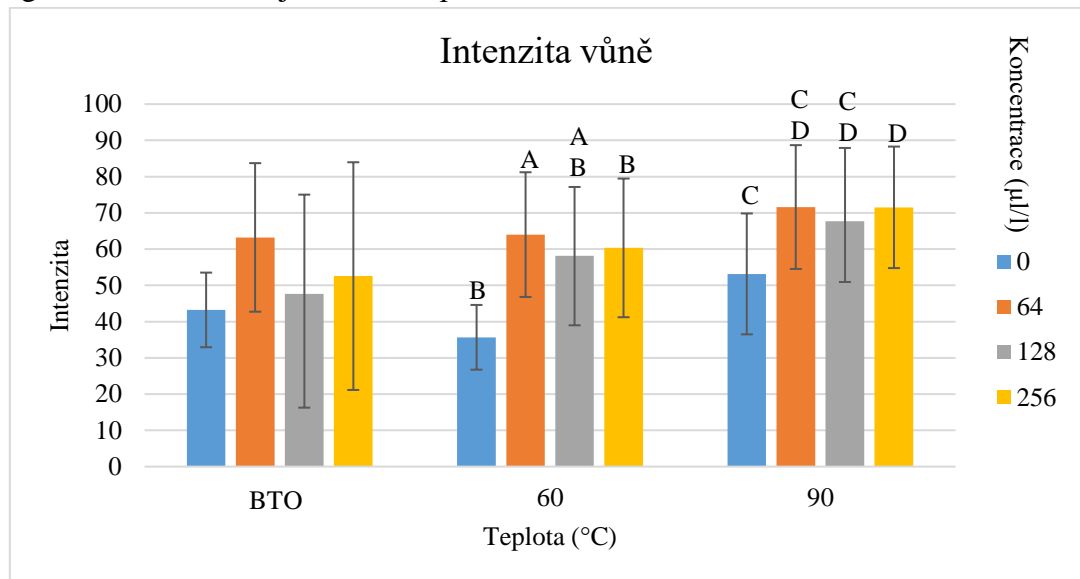
Výsledky hodnocení příjemnosti vůně jsou vidět na Obrázku 14.



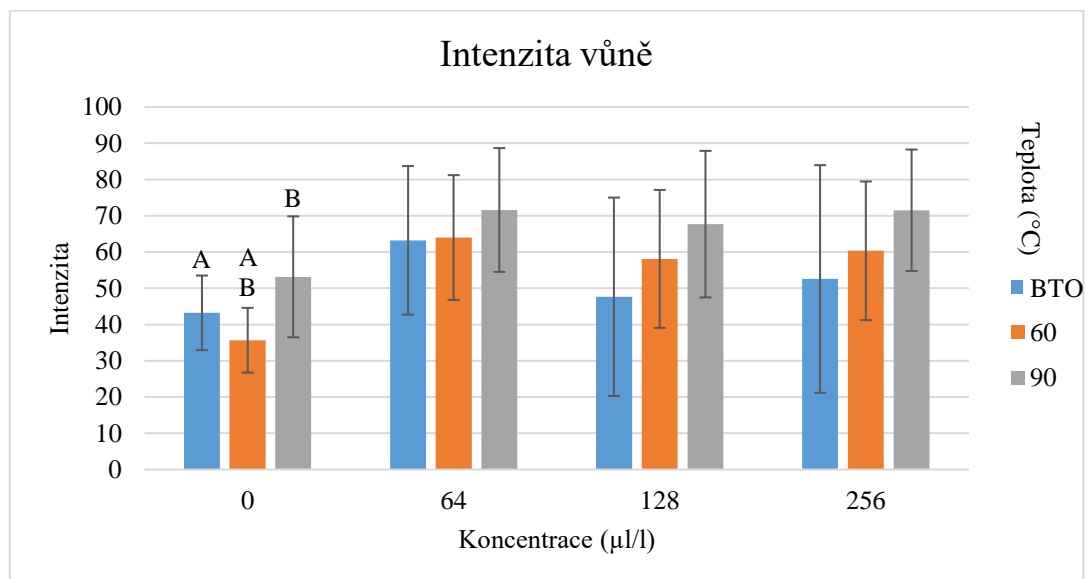
Obrázek 14: Příjemnost vůně v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření

Výsledky hodnocení intenzity vůně jsou vidět na Obrázku 15 a Obrázku 16. U hodnocení intenzity vůně byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti na koncentraci i teplotě. V případě koncentrace byla odlišnost všech vzorků se silicí od kontroly bez silice, ale mezi jednotlivými koncentracemi nebyl rozdíl (Tabulka 8) Tabulka 8: Scheffeho

test pro intenzitu vůně, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.



Obrázek 15: Intenzita vůně v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.



Obrázek 16: Intenzita vůně v závislosti na teplotě v rámci jednotlivých koncentrací silice lemongrass, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 8: Scheffeho test pro intenzitu vůně, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření

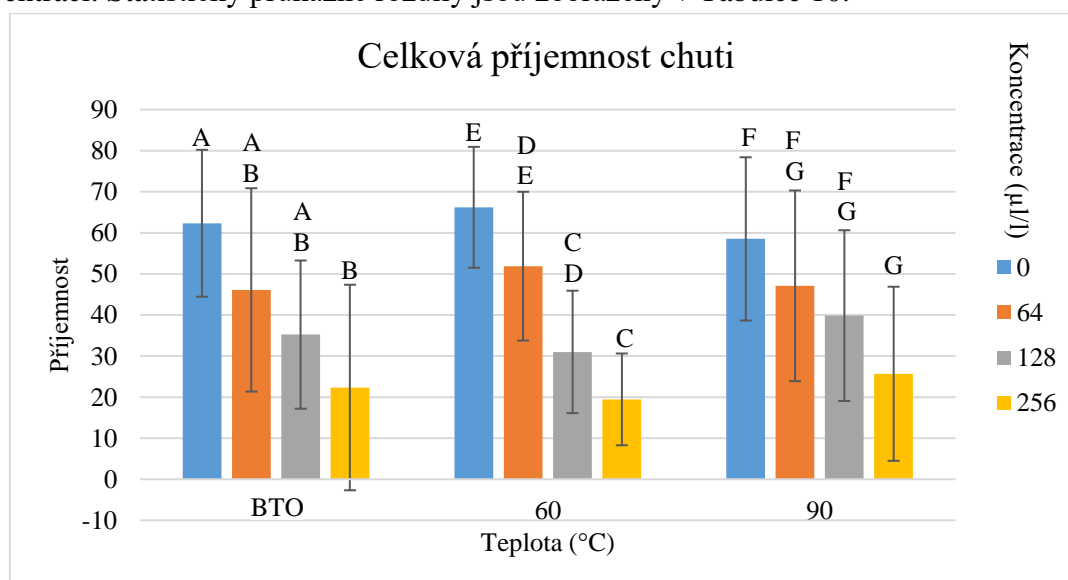
Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Intenzita vůně (Výsledky Sensorika) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0 46,486	64 66,464	128 60,486	256 64,189
1	0		0,0020	0,0342	0,0035
2	64	0,0020		0,7056	0,9770
3	128	0,0342	0,7056		0,8906
4	256	0,0035	0,9770	0,8906	

V případě teploty byly u intenzity vůně statisticky odlišné vzorky ošetřené na 90 °C (Tabulka 9).

Tabulka 9: Scheffeho test pro intenzitu vůně, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na teplotě silice lemongrass bez ohledu na jednotlivé koncentrace silic

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Intenzita vůně Pravděpodobnosti pro post-hoc testy			
	Teplota (°C)	BTO 51,667	60 54,528	90 65,239
1	BTO		0,8343	0,0061
2	60	0,8343		0,0398
3	90	0,0061	0,0398	

Výsledky hodnocení celkové příjemnosti chuti jsou vidět na Obrázku 17. U hodnocení celkové příjemnosti chuti byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti pouze na koncentraci. Statisticky průkazné rozdíly jsou zobrazeny v Tabulce 10.

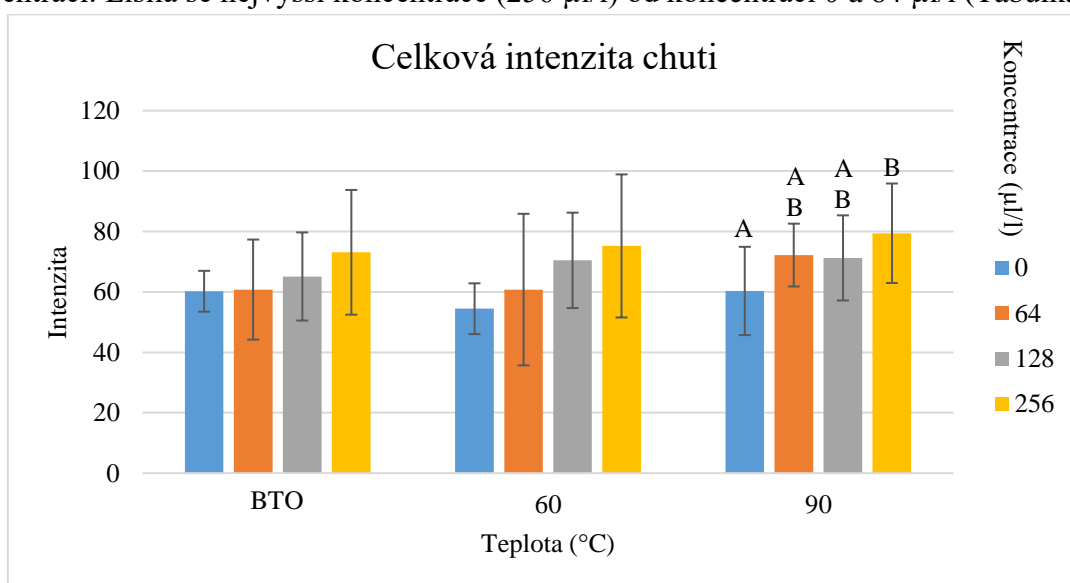


Obrázek 17: Celková příjemnost chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 10: Scheffeho test pro celkovou příjemnost chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Celková příjemnost chuti Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0	64	128	256
1	0	61,324	0,1051	0,0000	0,0000
2	64	0,1051		0,1691	0,0001
3	128	0,0000	0,1691		0,0622
4	256	0,0000	0,0001	0,0622	

Výsledky hodnocení celkové intenzity chuti jsou vidět na Obrázku 18. U hodnocení celkové intenzity chuti byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti pouze na koncentraci. Lišila se nejvyšší koncentrace (256 µl/l) od koncentrací 0 a 64 µl/l (Tabulka 11).

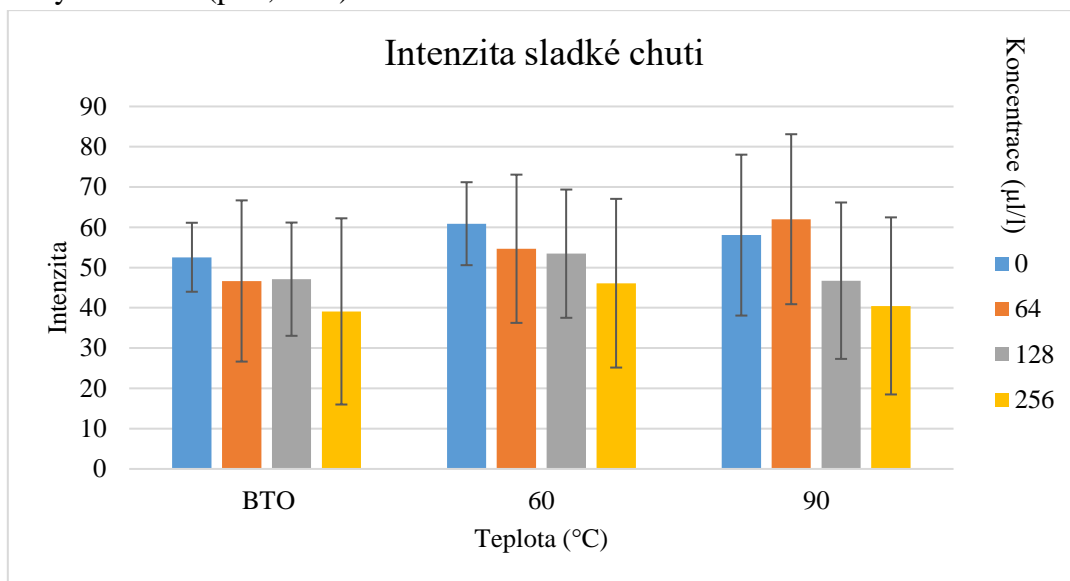


Obrázek 18: Celková intenzita chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 11: Scheffeho test pro celkovou intenzitu chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

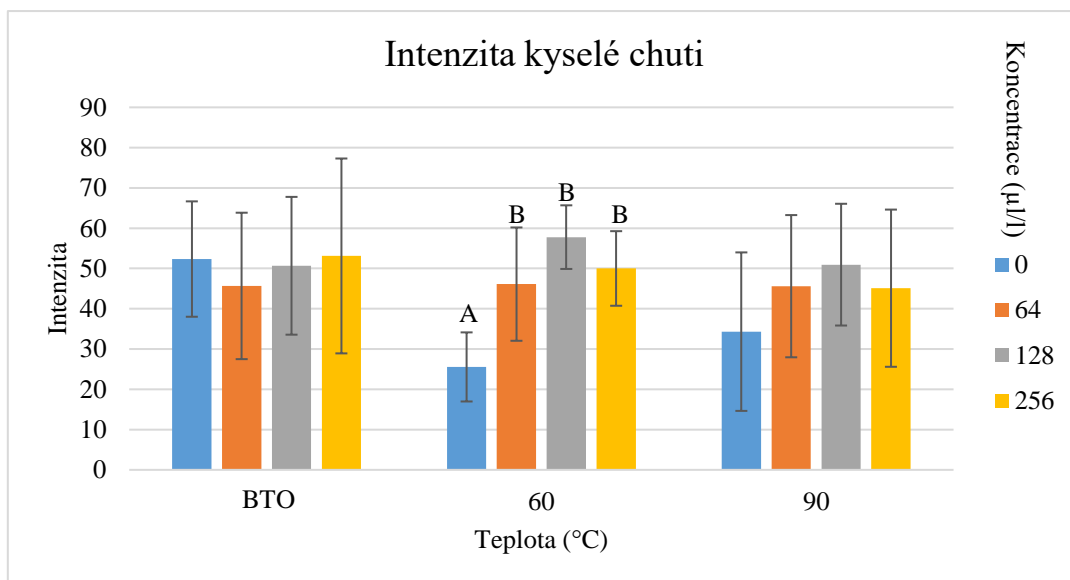
Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Celková intenzita chuti Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0	64	128	256
1	0	58,865	0,5734	0,0647	0,0002
2	64	0,5734		0,7442	0,0497
3	128	0,0647	0,7442		0,3319
4	256	0,0002	0,0497	0,3319	

Výsledky hodnocení intenzity sladké chuti jsou vidět na Obrázku 19. U hodnocení intenzity sladké chuti byly statisticky průkazné rozdíly pouze mezi nejvyšší koncentrací a kontrolou bez silice ($p=0,0093$).

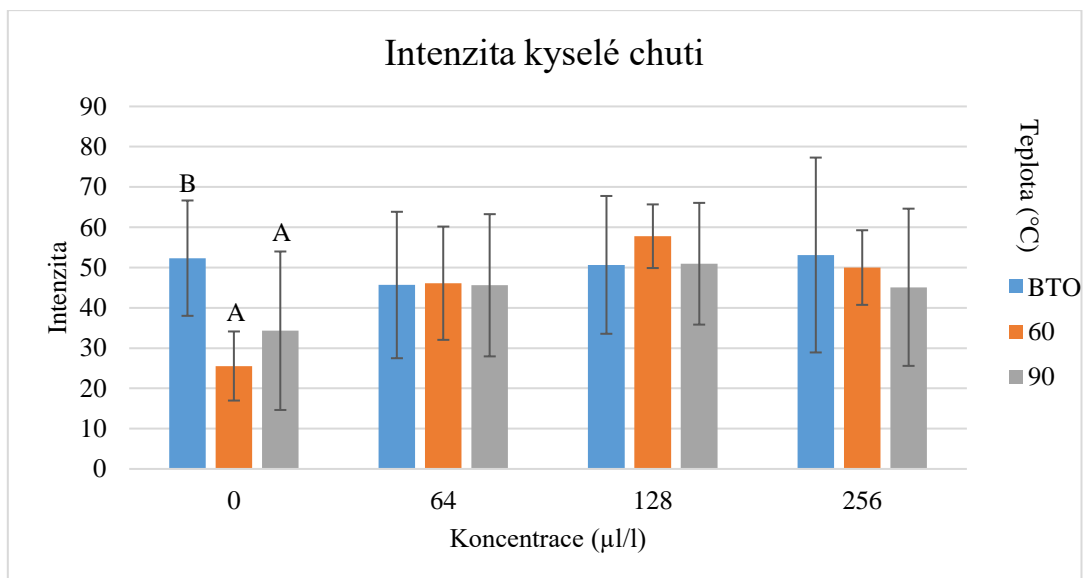


Obrázek 19: Intenzita sladké chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření.

Výsledky hodnocení intenzity kyselé chuti jsou vidět na Obrázku 20 a na Obrázku 21. U hodnocení intenzity kyselé chuti byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi kontrolou bez silice a koncentrací 128 µl/l a mezi kontrolou bez silice a koncentrací 256 µl/l (Tabulka 12).



Obrázek 20: Intenzita kyselé chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

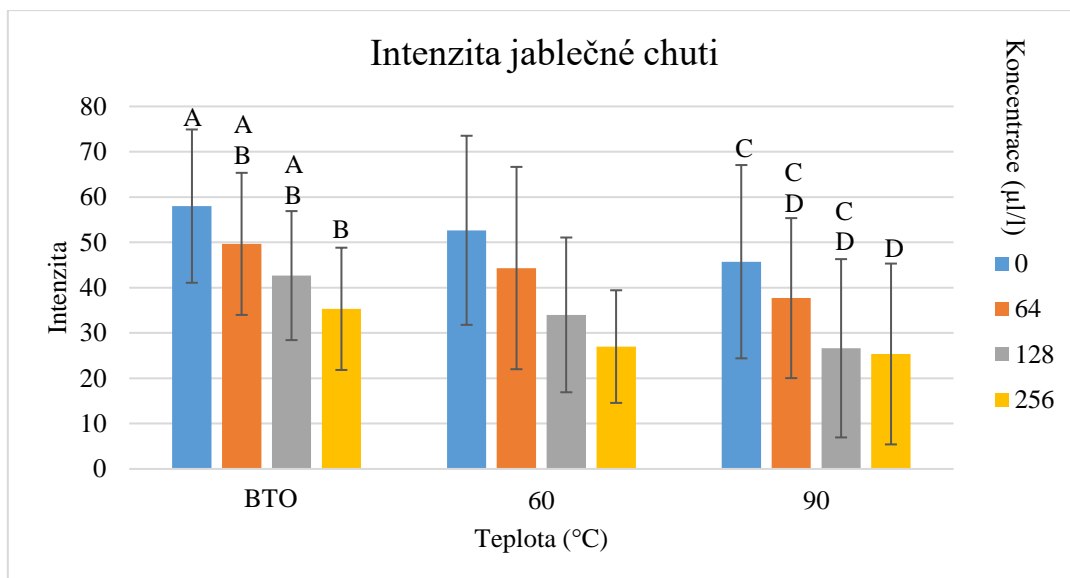


Obrázek 21: Intenzita kyselé chuti v závislosti na teplotě v rámci jednotlivých koncentrací silice lemongrass, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 12: Scheffeho test pro intenzitu kyselé chuti u silice lemongrass, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Intenzita kyselé chuti Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0	64	128	256
		36,568	45,786	52,541	48,243
1	0		0,2211	0,0021	0,0444
2	64	0,2211		0,4968	0,9566
3	128	0,0021	0,4968		0,7710
4	256	0,0444	0,9566	0,7710	

Výsledky hodnocení intenzity jablečné chuti jsou vidět na Obrázku 22. U hodnocení intenzity jablečné chuti byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti na koncentraci i teplotě. Statisticky průkazné rozdíly u koncentrace jsou zobrazeny v Tabulce 13.

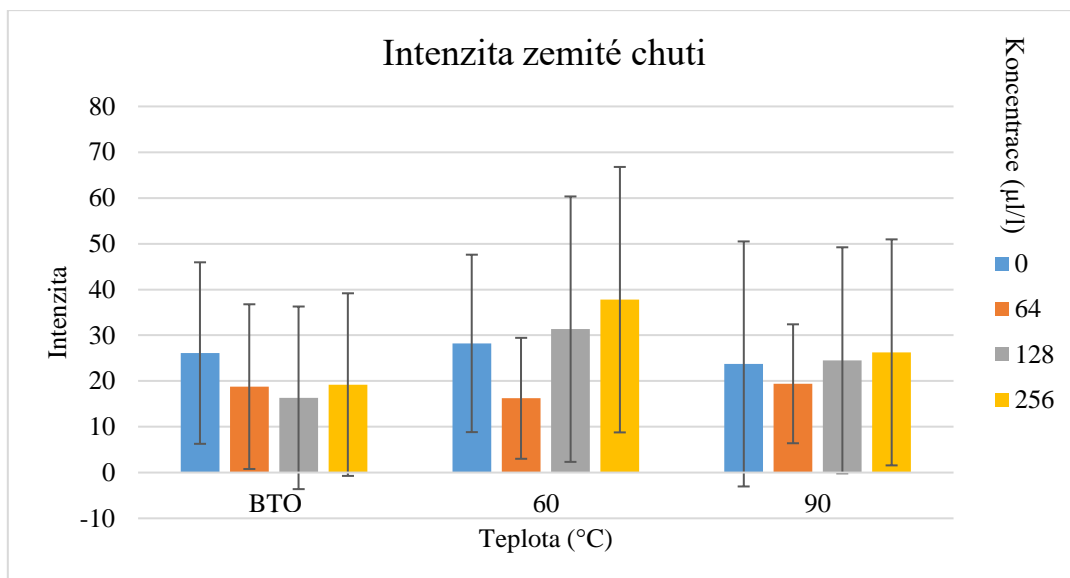


Obrázek 22: Intenzita jablečné chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 13: Scheffeho test pro intenzitu jablečné chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

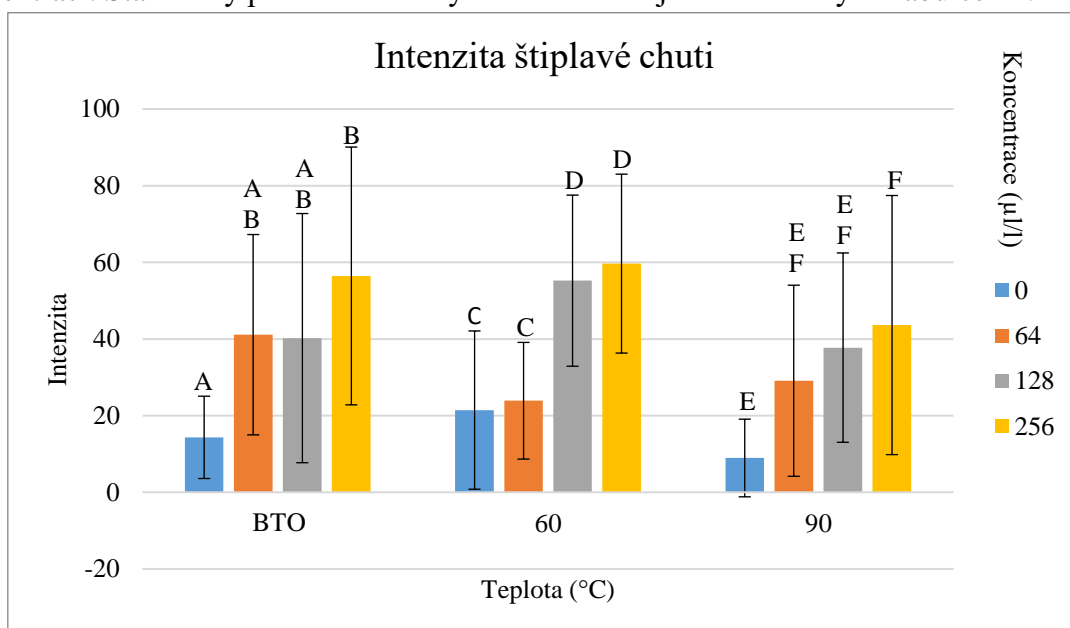
Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Intenzita jablečné chuti Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0	64	128	256
1	0	50,405	43,679	32,324	28,189
2	64	0,5876		0,1438	0,0194
3	128	0,0016	0,1438		0,8377
4	256	0,0001	0,0194	0,8377	

V případě teploty byl statisticky významný rozdíl pouze mezi vzorky ošetřenými na 0 °C a na 90 °C ($p=0,0058$). Výsledky hodnocení intenzity zemité chuti jsou vidět na Obrázku 23. Nebyly však pozorovány žádné statisticky významné rozdíly v závislosti na koncentraci ani na teplotě.



Obrázek 23: Intenzita zemité chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření.

Výsledky hodnocení intenzity štiplavé chuti jsou vidět na Obrázku 24. U hodnocení intenzity štiplavé chuti byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti na koncentraci. Statisticky průkazné rozdíly u koncentrace jsou zobrazeny v Tabulce 14.

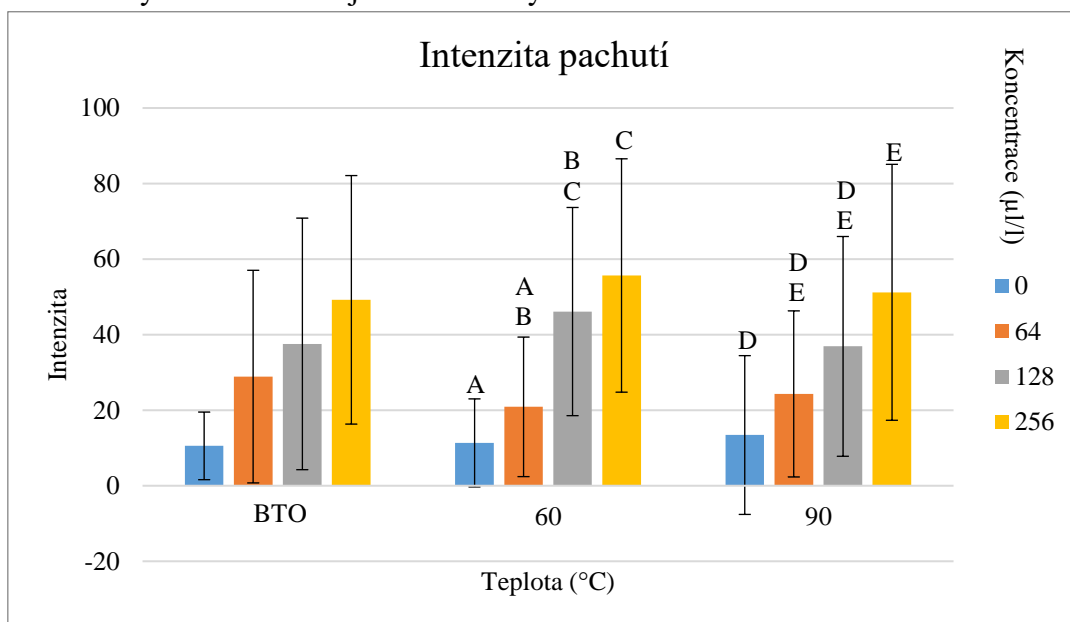


Obrázek 24: Intenzita štiplavé chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 14: Scheffeho test pro intenzitu štiplavé chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Intenzita štiplavé chuti Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0 13,297	64 31,286	128 42,595	256 50,649
1	0		0,0544	0,0001	0,0000
2	64	0,0544		0,3811	0,0321
3	128	0,0001	0,3811		0,6115
4	256	0,0000	0,0321	0,6115	

Výsledky hodnocení intenzity pachutí jsou vidět na Obrázku 25. U hodnocení intenzity pachutí byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti na koncentraci. Statisticky průkazné rozdíly u koncentrace jsou zobrazeny v Tabulce 15.



Obrázek 25: Intenzita pachutí v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 15: Scheffeho test pro intenzitu pachutí, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Intenzita pachutí Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0 12,216	64 24,679	128 39,297	126 51,811
1	0		0,3666	0,0009	0,0000
2	64	0,3666		0,2272	0,0025
3	128	0,0009	0,2272		0,2959
4	256	0,0000	0,0025	0,2959	

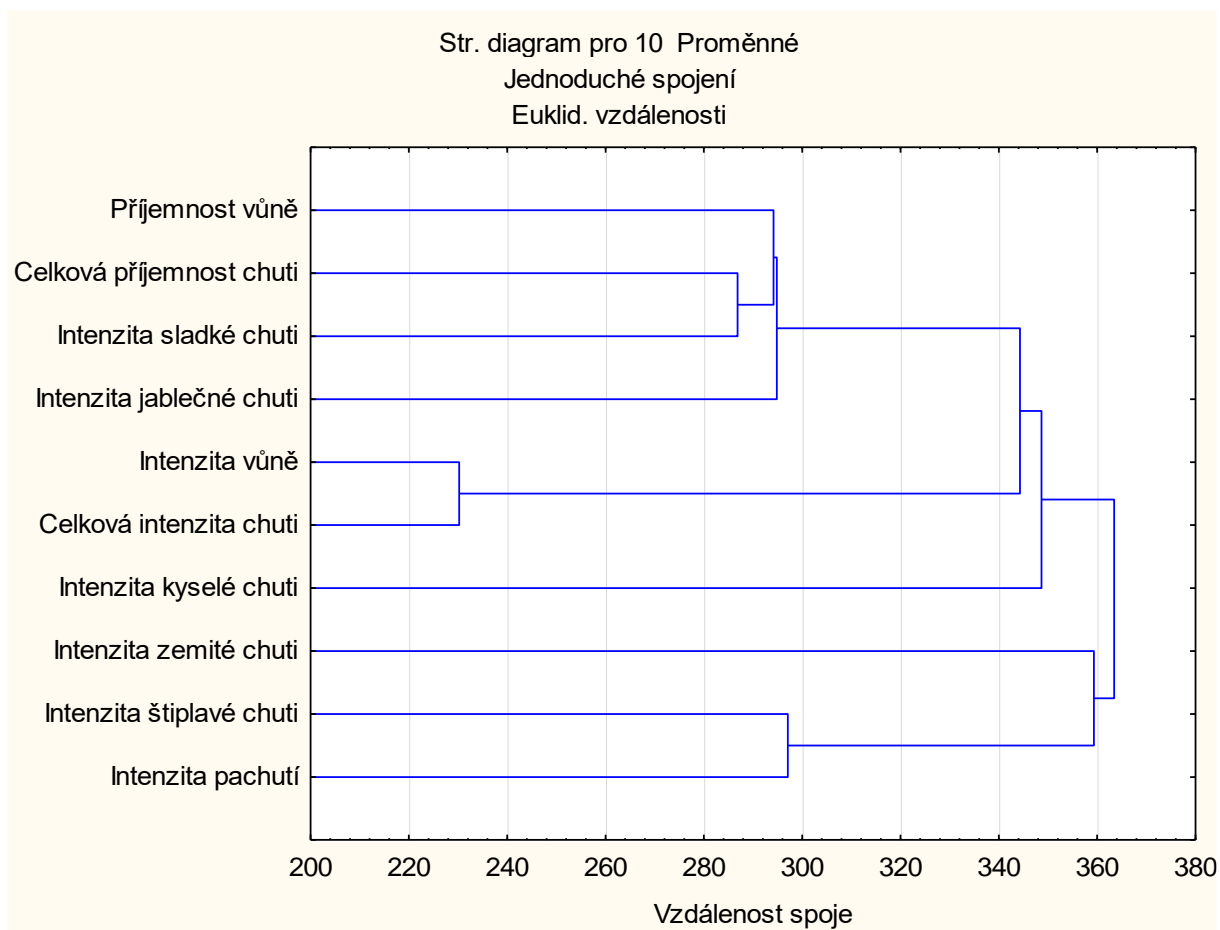
Dále byly sledovány vztahy mezi jednotlivými parametry, korelace jsou znázorněny v Tabulce 16. Přičemž nejsilnější korelace (korelace s koeficientem větším než 0,5 = podstatná až velmi silná korelace) byly zjištěny mezi 4 vzorky.

Korelační analýza sensorických profilů silice lemongrass ukázala, že s rostoucí koncentrací se zhoršuje příjemnost chuti, s rostoucí příjemností vůně rostla celková příjemnost chuti, s rostoucí intenzitou vůně rostla celková intenzita chuti a s rostoucí intenzitou štiplavé chuti rostla intenzita pachutí. Tyto korelace jsou v souladu s výsledky shlukové analýzy (Obrázek 26).

Tabulka 16: Korelační analýza silice lemongrass.

Korelace (Lemongrass); Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$; $N=139$ (Celé případy vynechány u ChD)

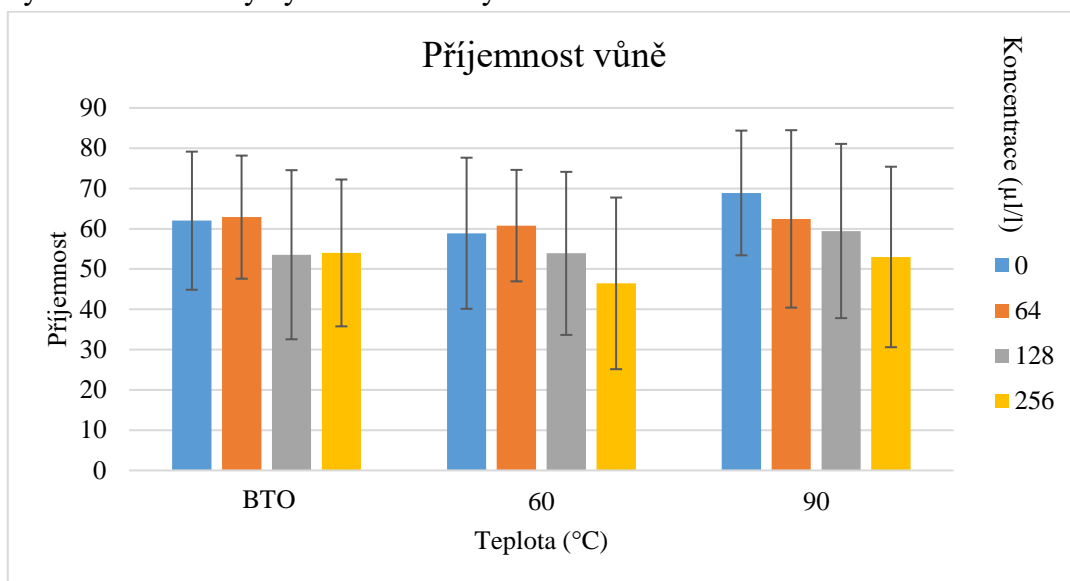
Proměnná	Koncentrace	Teplota (°C)	Příjemnost vůně	Intenzita vůně	Celková příjemnost chuti	Celková intenzita chuti	Intenzita sladké chuti	Intenzita kyselé chuti	Intenzita jablečné chuti	Intenzita zemité chuti	Intenzita štiplavé chuti	Intenzita pachutí
Koncentrace	1,0000	0,0270	-0,1883	0,2375	-0,5748	0,3763	-0,3058	0,2215	-0,4019	0,0666	0,4646	0,4857
Teplota (°C)	0,0270	1,0000	0,1268	0,2510	0,0118	0,1322	0,0847	-0,1481	-0,2523	0,0744	-0,1114	0,0118
Příjemnost vůně	-0,1883	0,1268	1,0000	0,1363	0,5156	0,1118	0,3195	-0,2708	0,2643	-0,3101	-0,2441	-0,1687
Intenzita vůně	0,2375	0,2510	0,1363	1,0000	-0,0764	0,6342	0,1305	-0,0311	-0,1763	-0,1696	0,1012	0,1546
Celková příjemnost chuti	-0,5748	0,0118	0,5156	-0,0764	1,0000	-0,1046	0,4957	-0,1866	0,4279	-0,1655	-0,3891	-0,3490
Celková intenzita chuti	0,3763	0,1322	0,1118	0,6342	-0,1046	1,0000	0,1160	0,1591	-0,1132	0,0159	0,2572	0,3829
Intenzita sladké chuti	-0,3058	0,0847	0,3195	0,1305	0,4957	0,1160	1,0000	-0,2865	0,3542	-0,2564	-0,4057	-0,4158
Intenzita kyselé chuti	0,2215	-0,1481	-0,2708	-0,0311	-0,1866	0,1591	-0,2865	1,0000	-0,0320	0,2189	0,3436	0,2527
Intenzita jablečné chuti	-0,4019	-0,2523	0,2643	-0,1763	0,4279	-0,1132	0,3542	-0,0320	1,0000	-0,1061	-0,1706	-0,3150
Intenzita zemité chuti	0,0666	0,0744	-0,3101	-0,1696	-0,1655	0,0159	-0,2564	0,2189	-0,1061	1,0000	0,4028	0,4260
Intenzita štiplavé chuti	0,4646	-0,1114	-0,2441	0,1012	-0,3891	0,2572	-0,4057	0,3436	-0,1706	0,4028	1,0000	0,6518
Intenzita pachutí	0,4857	0,0118	-0,1687	0,1546	-0,3490	0,3829	-0,4158	0,2527	-0,3150	0,4260	0,6518	1,0000



Obrázek 26: Shluková analýza parametrů silice lemongrass.

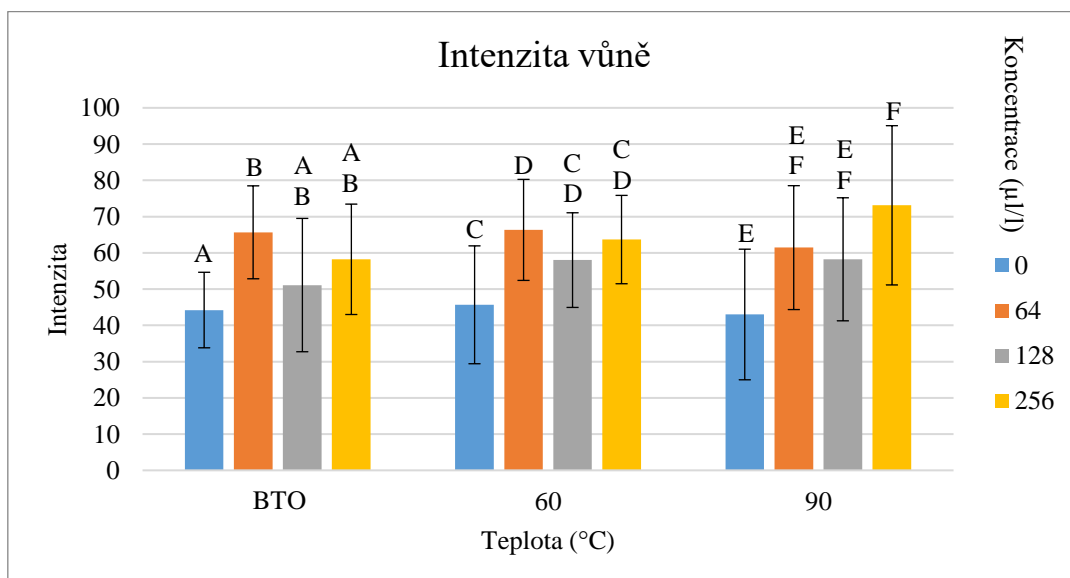
5.1.2 Skořice

Výsledky hodnocení příjemnosti vůně jsou vidět na Obrázku 27. U tohoto parametru nevyšly žádné statisticky významné rozdíly.



Obrázek 27: Příjemnost vůně v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.

Výsledky hodnocení intenzity vůně jsou vidět na Obrázku 28. U hodnocení intenzity vůně byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky pouze v závislosti na koncentraci. Statisticky průkazné rozdíly se necházely mezi kontrolou bez silice a koncentrací 64 a mezi kontrolou bez silice a nejvyšší koncentrací silice (256 µl/l) (Tabulka 17).

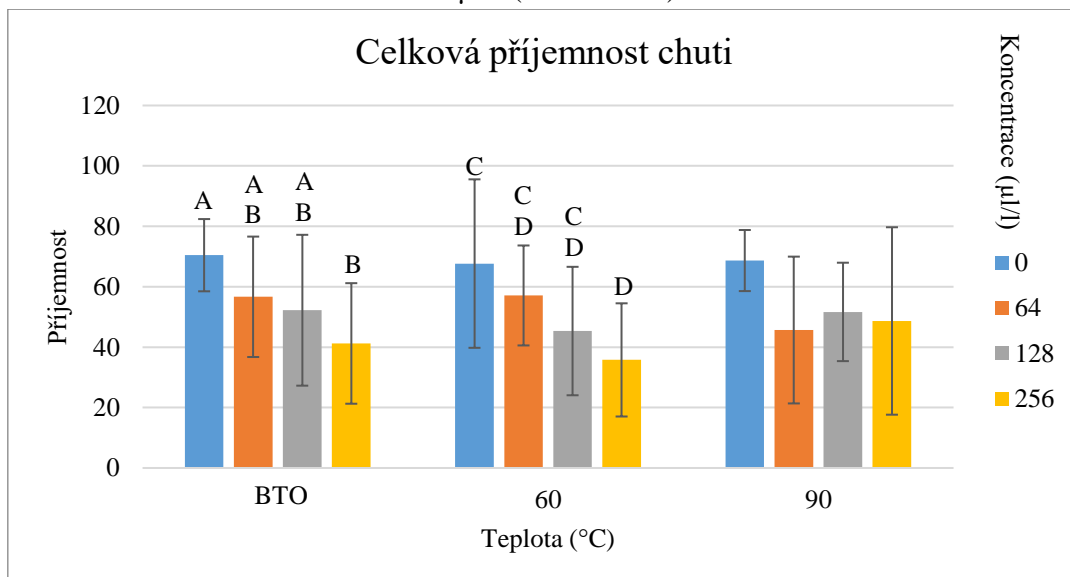


Obrázek 28: Intenzita vůně v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 17: Scheffeho test pro intenzitu vůně, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci skořicové silice bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Intenzita vůně Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0	64	128	256
1	0	44,296	0,0005	0,1048	0,0003
2	64	0,0005		0,3107	0,9996
3	128	0,1048	0,3107		0,2606
4	256	0,0003	0,9996	0,2606	

Výsledky hodnocení celkové příjemnosti chuti jsou vidět na Obrázku 29. U hodnocení celkové příjemnosti chuti byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti pouze na koncentraci. Statisticky průkazné rozdíly byly mezi kontrolou bez silice a koncentrací 128 $\mu\text{l/l}$ a kontrolou bez silice a koncentrací 256 $\mu\text{l/l}$ (Tabulka 18).

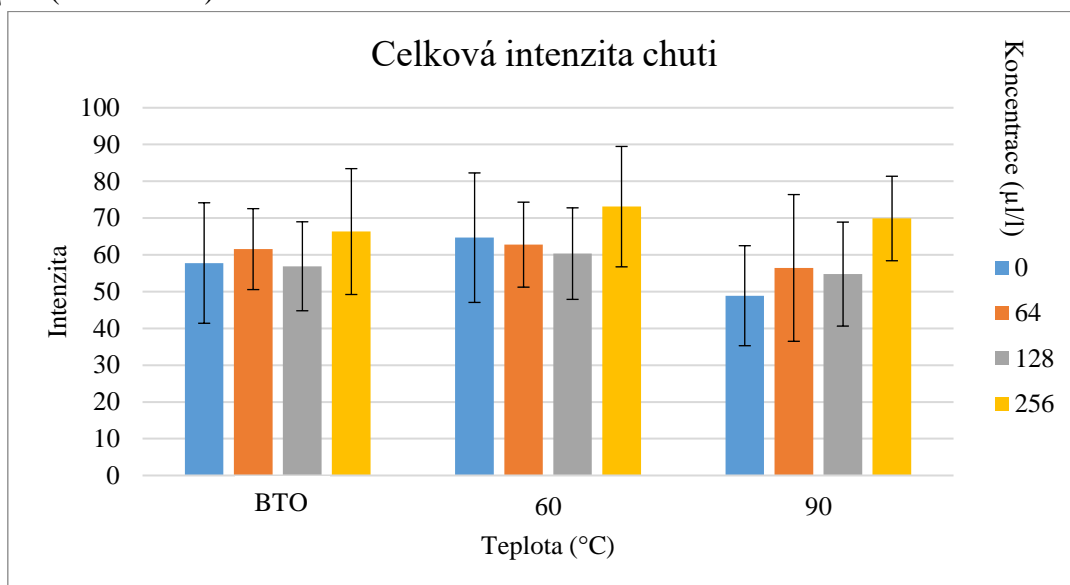


Obrázek 29: Celková příjemnost chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 18: Scheffeho test pro celkovou příjemnost chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci skořicové silice bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Celková příjemnost chuti Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0	64	128	256
1	0	68,926	0,0886	0,0233	0,0004
2	64	0,0886		0,9573	0,3368
3	128	0,0233	0,9573		0,6463
4	256	0,0004	0,3368	0,6463	

Výsledky hodnocení celkové intenzity chuti jsou vidět na Obrázku 30. U hodnocení celkové intenzity chuti byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti pouze na koncentraci. Lišila se nejvyšší koncentrace (256 $\mu\text{l/l}$) od kontroly bez silice a od koncentrace 128 $\mu\text{l/l}$ (Tabulka 19).

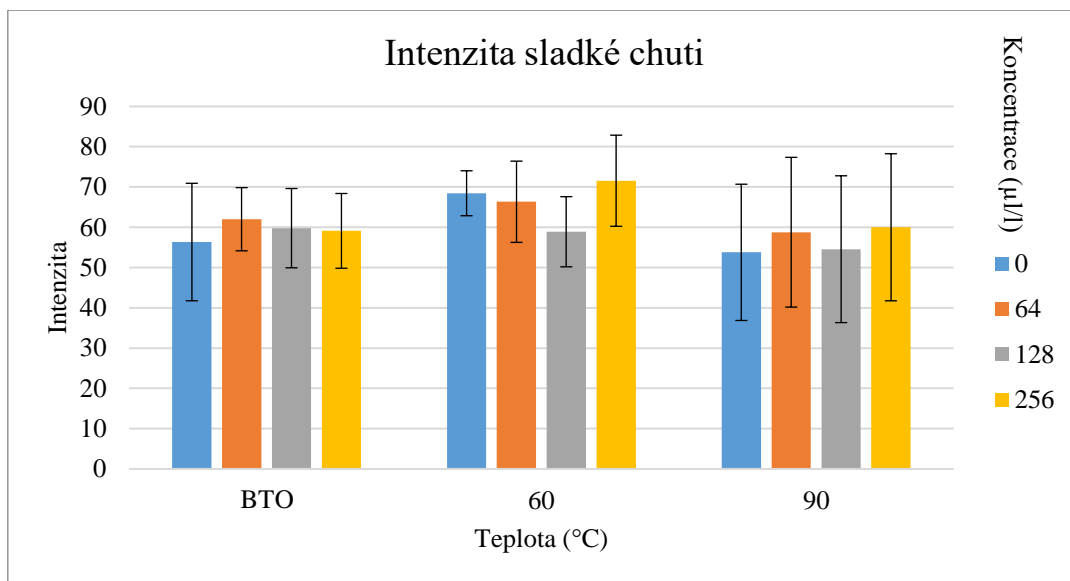


Obrázek 30: Celková intenzita chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 19: Scheffeho test pro celkovou intenzita chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci skořicové silice bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Celková intenzita chuti Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0	64	128	256
		57,111	60,259	57,333	69,778
1	0		0,9082	1,0000	0,0366
2	64	0,9082		0,9247	0,1795
3	128	1,0000	0,9247		0,0416
4	256	0,0366	0,1795	0,0416	

Výsledky hodnocení intenzity sladké chuti jsou vidět na Obrázku 31. U hodnocení intenzity sladké chuti byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti pouze na teplotě. Statisticky průkazný rozdíl byl mezi vzorky ošetřenými na teplotu 60 °C a 90 °C (Tabulka 20).

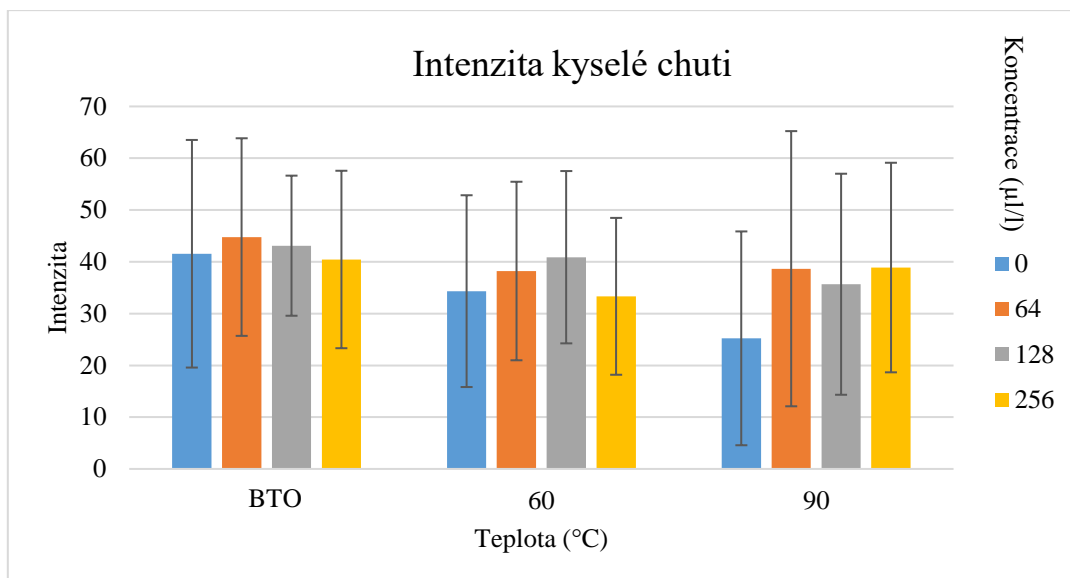


Obrázek 31: Intenzita sladké chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 20: Scheffeho test pro intenzitu sladké chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na teplotě skořicové silice bez ohledu na jednotlivé koncentrace silic.

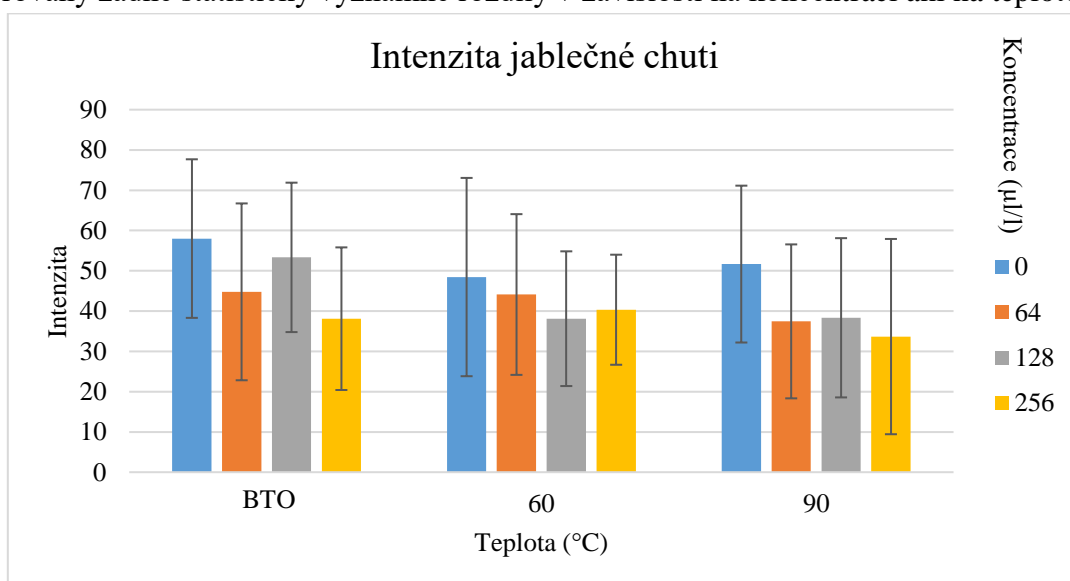
Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Intenzita sladké chuti Pravděpodobnosti pro post-hoc testy			
	Teplota (°C)	BTO	60	90
1	BTO	59,306	0,1109	0,7464
2	60	0,1109		0,0184
3	90	0,7464	0,0184	

Výsledky hodnocení intenzity kyselé chuti jsou vidět na Obrázku 32.



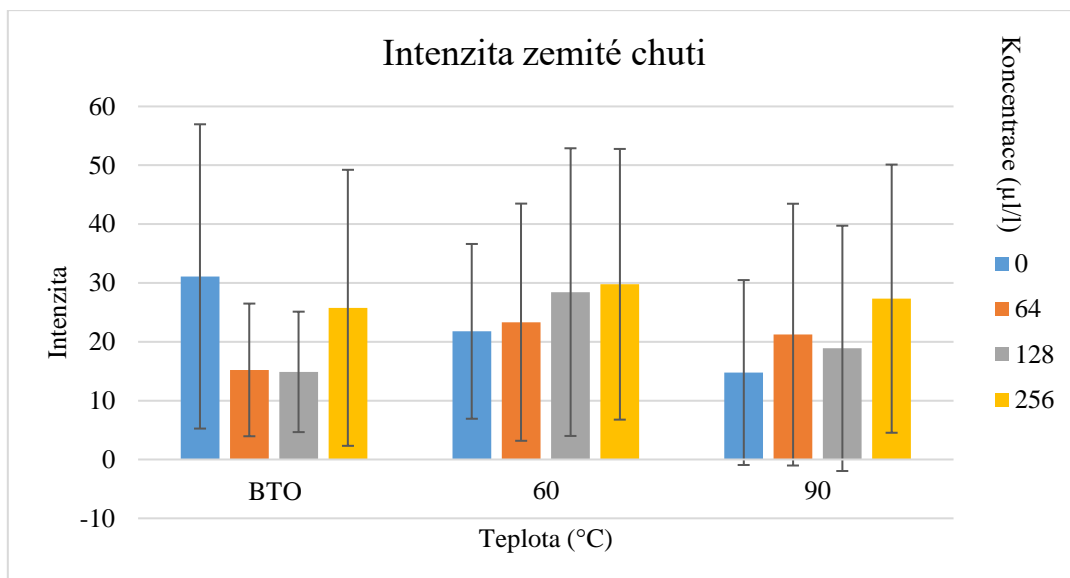
Obrázek 32: Intenzita kyselé chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.

Výsledky hodnocení intenzity jablečné chuti jsou vidět na Obrázku 33. Nebyly pozorovány žádné statisticky významné rozdíly v závislosti na koncentraci ani na teplotě.



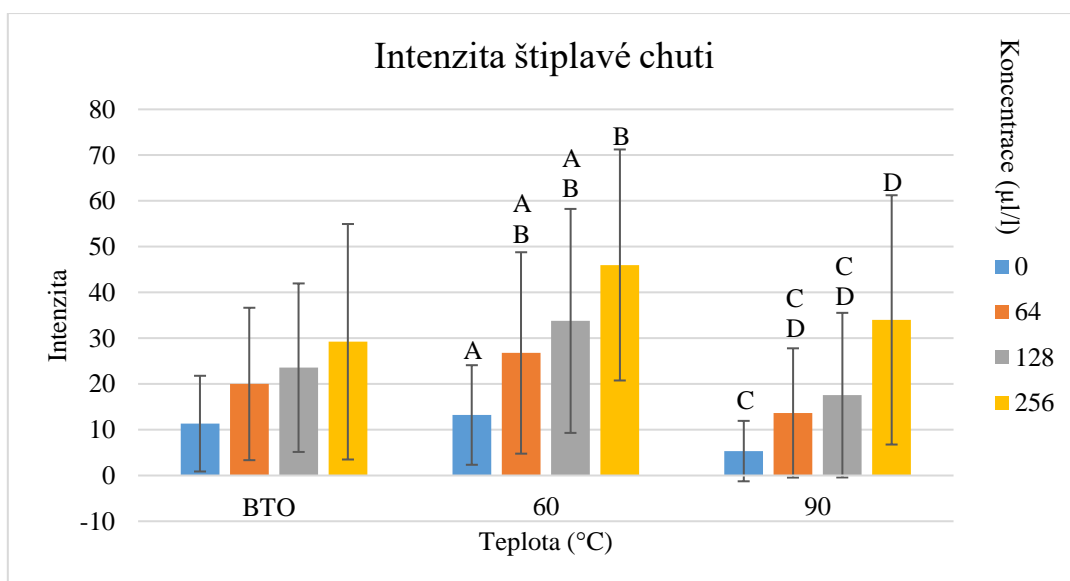
Obrázek 33: Intenzita jablečné chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.

Výsledky hodnocení intenzity zemité chuti jsou vidět na Obrázku 34.



Obrázek 34: Intenzita zemité chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.

Výsledky hodnocení intenzity štiplavé chuti jsou vidět na Obrázku 35. U hodnocení intenzity štiplavé chuti byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti na koncentraci i teplotě. V případě koncentrace se lišil vzorek ošetřený nejvyšší koncentrací (256 µl/l) od kontroly bez silice a vzorkem ošetřeným koncentrací 64 µl/l (Tabulka 21).



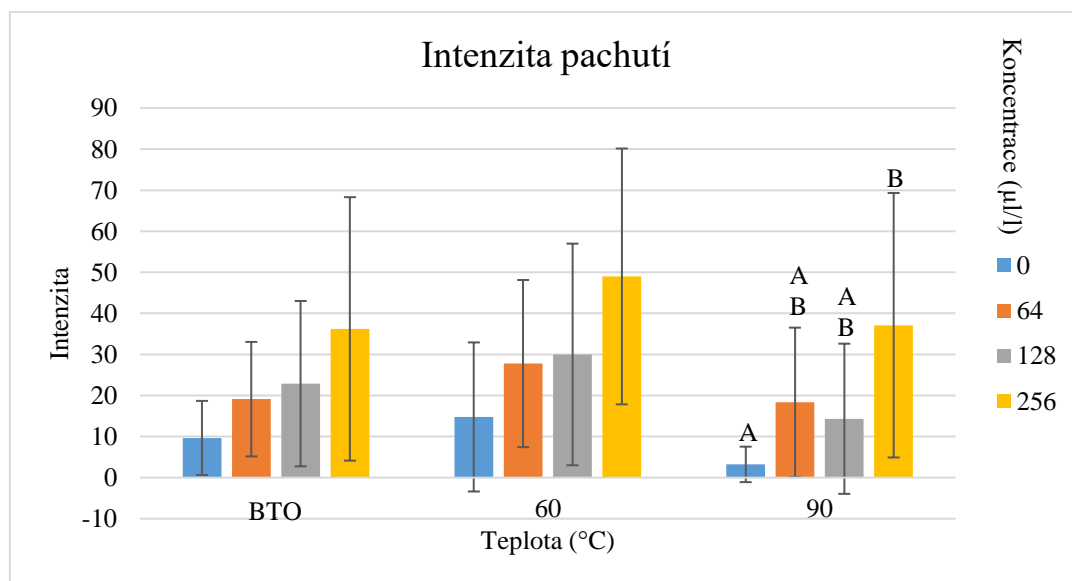
Obrázek 35: Intenzita štiplavé chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 21: Scheffeho test pro intenzitu štiplavé chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci skořicové silice bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Intenzita štiplavé chuti Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0 9,9630	64 20,148	128 24,963	256 36,407
1	0		0,3538	0,0742	0,0002
2	64	0,3538		0,8644	0,0442
3	128	0,0742	0,8644		0,2516
4	256	0,0002	0,0442	0,2516	

V případě teploty byly u intenzity štiplavé chuti statisticky významné rozdíly mezi vzorkem ošetřeným na 60 °C a 90 °C ($p=0,0449$).

Výsledky hodnocení intenzity pachutí jsou vidět na Obrázku 36. U hodnocení intenzity pachutí byly statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky v závislosti pouze na koncentraci. Lišila se nejvyšší koncentrace (256 $\mu\text{l/l}$) od všech ostatních koncentrací (Tabulka 22).



Obrázek 36: Intenzita pachutí v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.

Tabulka 22: Scheffeho test pro intenzitu pachutí, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci skořicové silice bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Intenzita pachutí Pravděpodobnosti pro post-hoc testy				
	Koncentrace	0 9,2222	64 21,741	128 22,407	256 40,778
1	0		0,2854	0,2415	0,0001
2	64	0,2854		0,9997	0,0361
3	128	0,2415	0,9997		0,0465
4	256	0,0001	0,0361	0,0465	

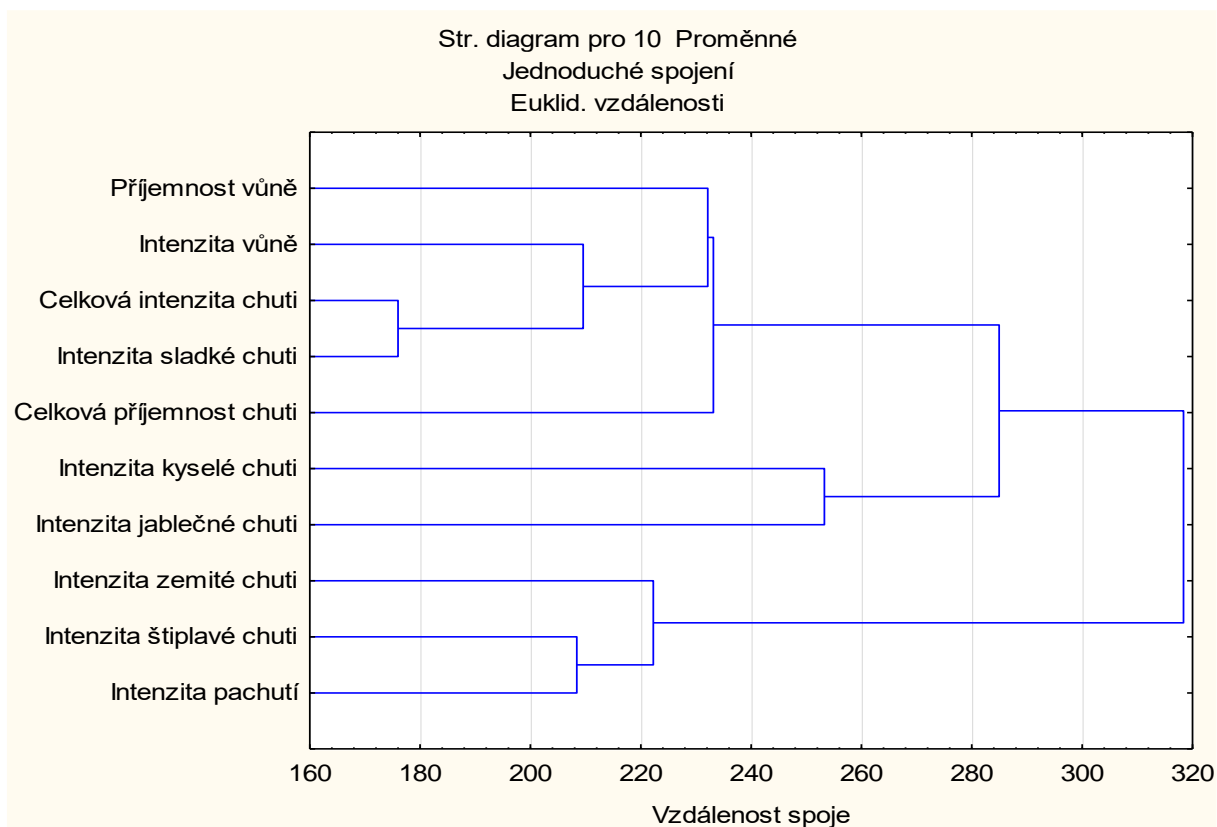
Dále byly sledovány vztahy mezi jednotlivými parametry. Korelace jsou znázorněny v Tabulce 23. Přičemž nejsilnější korelace (korelace s koeficientem větším než 0,5 = podstatná až velmi silná korelace) byly zjištěny mezi 3 vzorky.

Korelační analýza sensorických profilů skořicové silice ukázala, že s celkovou příjemností chuti roste příjemnost vůně, s rostoucí intenzitou štiplavé chuti roste intenzita zemité chuti a s rostoucí intenzitou pachutí roste intenzita štiplavé chuti. Tyto korelace jsou v souladu s výsledky shlukové analýzy (Obrázek 37).

Tabulka 23: Korelační analýza skořicové silice.

Korelace (Skořice); Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$; $N=108$ (Celé případy vynechány u ChD)

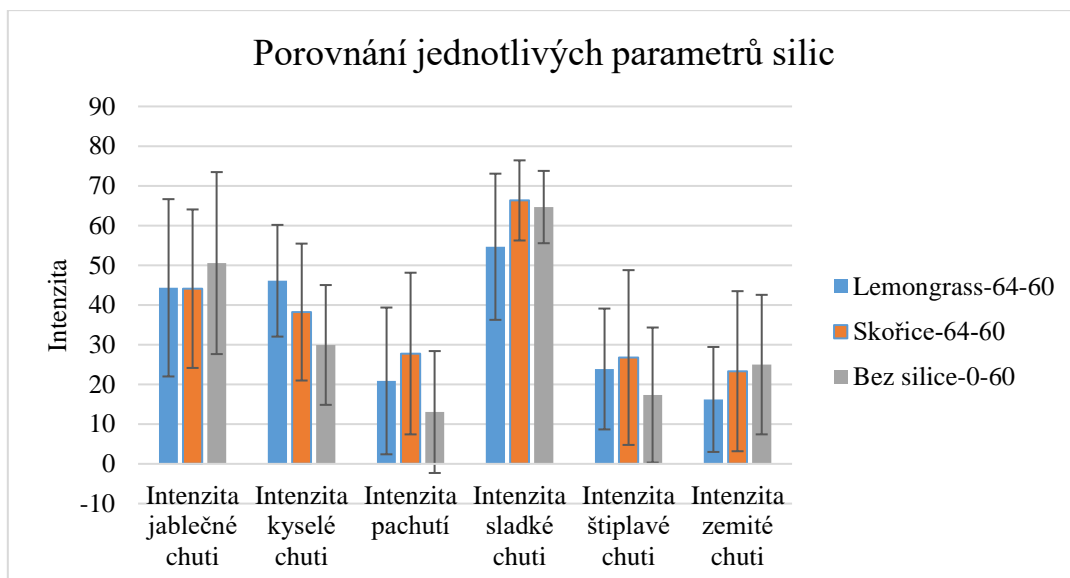
Proměnná	Koncentrace	Teplota (°C)	Příjemnost vůně	Intenzita vůně	Celková příjemnost chuti	Celková intenzita chuti	Intenzita sladké chuti	Intenzita kyselé chuti	Intenzita jablečné chuti	Intenzita zemité chuti	Intenzita štiplavé chuti	Intenzita pachutí
Koncentrace	1,0000	0,0000	-0,2386	0,3170	-0,3849	0,2748	0,0774	0,0430	-0,2316	0,1042	0,4196	0,4320
Teplota (°C)	0,0000	1,0000	0,0366	0,0982	-0,0360	-0,0441	-0,0195	-0,1663	-0,1642	-0,0029	-0,0184	-0,0227
Příjemnost vůně	-0,2386	0,0366	1,0000	0,1621	0,5037	0,0076	0,1945	-0,2105	0,2231	-0,0760	-0,2903	-0,1616
Intenzita vůně	0,3170	0,0982	0,1621	1,0000	0,0414	0,3349	0,2721	-0,0062	-0,1292	-0,0695	0,0545	0,1720
Celková příjemnost chuti	-0,3849	-0,0360	0,5037	0,0414	1,0000	0,0195	0,2399	-0,0174	0,3443	-0,2671	-0,3866	-0,3819
Celková intenzita chuti	0,2748	-0,0441	0,0076	0,3349	0,0195	1,0000	0,3812	0,0666	0,1362	0,0464	0,2038	0,2457
Intenzita sladké chuti	0,0774	-0,0195	0,1945	0,2721	0,2399	0,3812	1,0000	-0,1615	0,1494	-0,1335	-0,0189	0,1676
Intenzita kyselé chuti	0,0430	-0,1663	-0,2105	-0,0062	-0,0174	0,0666	-0,1615	1,0000	0,3378	0,1560	0,2067	-0,0337
Intenzita jablečné chuti	-0,2316	-0,1642	0,2231	-0,1292	0,3443	0,1362	0,1494	0,3378	1,0000	0,1043	0,0349	-0,0114
Intenzita zemité chuti	0,1042	-0,0029	-0,0760	-0,0695	-0,2671	0,0464	-0,1335	0,1560	0,1043	1,0000	0,5155	0,4205
Intenzita štiplavé chuti	0,4196	-0,0184	-0,2903	0,0545	-0,3866	0,2038	-0,0189	0,2067	0,0349	0,5155	1,0000	0,6548
Intenzita pachutí	0,4320	-0,0227	-0,1616	0,1720	-0,3819	0,2457	0,1676	-0,0337	-0,0114	0,4205	0,6548	1,0000



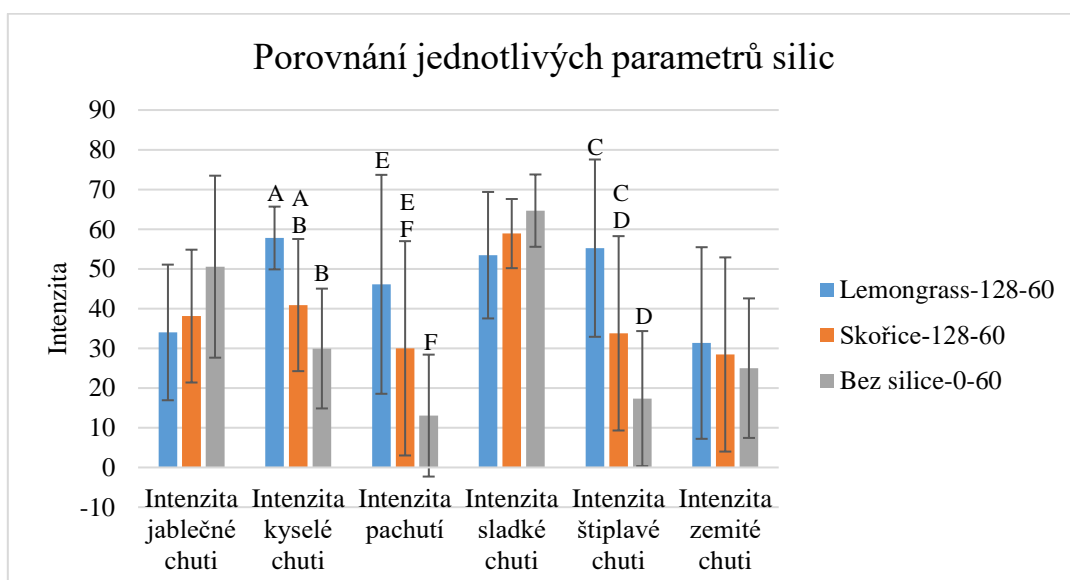
Obrázek 37: Shluková analýza parametrů skořicové silice.

Na závěr byly vybrány některé parametry a proběhlo u nich vyhodnocení vzorků, které byly ošetřeny skořicovou silicí a silicí lemongrass koncentracemi 64 $\mu\text{l/l}$ (Obrázek 38) a 128 $\mu\text{l/l}$ (Obrázek 39). Obě tyto série vzorků byly ošetřeny teplotou 60 °C a byly též srovnány s variantou, na kterou nebyla aplikována silice, pouze u ní proběhl záhřev na 60 °C. Statisticky průkazné rozdíly byly nalezeny pouze u tří parametrů, u vzorků, na které byla aplikována koncentrace 128 $\mu\text{l/l}$ (Obrázek 39). V parametrech intenzita kyselé chuti, intenzita pachutí a intenzita štiplavé chuti nepoznali hodnotitelé rozdíl mezi silicemi, ale poznali rozdíl mezi kontrolou a silicí lemongrass. To by mohl být jeden z důvodů, proč při koncentraci 128 $\mu\text{l/l}$ použít skořicovou silici. U všech ostatních parametrů nebyl statisticky průkazný rozdíl mezi silicemi, ani mezi žádnou ze silic a kontrolou.

Z grafů a statisticky významných rozdílů v nich zobrazených (Obrázek 14 až Obrázek 25 a Obrázek 27 až Obrázek 36) můžeme vyvodit, že hodnotitelé poznali většinou oproti vzorku neošetřenému silicí rozdíl až při koncentraci 256 $\mu\text{l/l}$, nepoznali rozdíl mezi vzorkem neošetřeným silicí a koncentrací 128 $\mu\text{l/l}$, nebo nepoznali rozdíl mezi vzorkem ošetřeným koncentrací 64 $\mu\text{l/l}$ a 128 $\mu\text{l/l}$. Vyjímkou byla intenzita štiplavé chuti u silice lemongrass, u série vzorků zahřáté na 60 °C, kde hodnotitelé nepoznali rozdíl mezi vzorkem neošetřeným silicí a vzorkem, který obsahoval koncentrací 64 $\mu\text{l/l}$, ale od těchto dvou vzorků poznali koncentraci 128 $\mu\text{l/l}$. Lze tedy konstatovat, že nejlepší variantou je řepno-jablečná šťáva s přidavkem skořicové silice v koncentraci 128 $\mu\text{l/l}$.



Obrázek 38: Porovnání jednotlivých parametrů silic při koncentraci 64 $\mu\text{l/l}$ a tepelném ošetření 60 $^{\circ}\text{C}$.



Obrázek 39: Porovnání jednotlivých parametrů silic při koncentraci 128 $\mu\text{l/l}$ a tepelném ošetření 60 $^{\circ}\text{C}$, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci jednotlivých parametrů.

5.2 Pořadový hedonický test

Pořadový hedonický test byl vždy proveden hodnotiteli u každé série vzorků k degustaci, tudíž jsou celkem čtyři. Vyhodnocení pořadového hedonického testu proběhlo podle Friedmanova testu. Jednotlivá hodnocení jsou zobrazena v následujících kapitolách. Statisticky významné rozdíly mezi vzorky jsou v příložených tabulkách tučně zvýrazněny.

Friedmanův test pro první hodnocení

Při prvním senzoričném hodnocení byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky, protože F hodnota byla 40,3 a kritická hodnota byla 13,61. Bylo vypočteno, že statisticky průkazný rozdíl je mezi jednotlivými vzorky, pokud jejich absolutní hodnota je vyšší než 20,36. Tabulka 24 uvádí, mezi kterými vzorky byly statisticky průkazné rozdíly.

Tabulka 24: Statisticky průkazné rozdíly při hodnotě 20,36

	CIN -0-60	CIN -64-60	CIN -128-60	CIN -256-60	LG -0-60	LG -64-60	LG -128-60	LG -256-60
CIN-0-60	0	16	27	33	2	24	32	54
CIN-64-60	-16	0	11	17	-14	8	16	38
CIN-128-60	-27	-11	0	6	-25	-3	5	27
CIN-256-60	-33	-17	-6	0	-31	-9	-1	21
LG-0-60	-2	14	25	31	0	22	30	52
LG-64-60	-24	-8	3	9	-22	0	8	30
LG-128-60	-32	-16	-5	1	-30	-8	0	22
LG-256-60	-54	-38	-27	-21	-52	-30	-22	0

Friedmanův test pro druhé hodnocení

Při druhém senzoričném hodnocení nebyl u Friedmanova testu vypočten statisticky významný rozdíl mezi vzorky. Při tomto hodnocení, kde byly předloženy všechny 4 koncentrace sílice při teplotě ošetření 0 °C, nebyl podle Friedmanova testu zjištěn statisticky průkazný rozdíl, protože F hodnota byla 11,59 a kritická hodnota je 13,61.

Friedmanův test pro třetí hodnocení

Při třetím senzoričném hodnocení byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky, protože F hodnota byla 21,81 a kritická hodnota byla 12,19. Bylo vypočteno, že statisticky průkazný rozdíl je mezi jednotlivými vzorky, pokud jejich absolutní hodnota je vyšší než 17,96. Tabulka 25 uvádí, mezi kterými vzorky byly statisticky průkazné rozdíly.

Tabulka 25: Statisticky průkazné rozdíly při hodnotě 17,96

	CIN -0-90	CIN -64-90	CIN -128-90	CIN -256-90	LG -0-90	LG -64-90	LG -128-90	LG -256-90
CIN-0-90	0	9	14	19	-1	50	25	32
CIN-64-90	-9	0	5	10	-10	41	16	23
CIN-128-90	-14	-5	0	5	-15	36	11	18
CIN-256-90	-19	-10	-5	0	-20	31	6	13
LG-0-90	1	10	15	20	0	51	26	33
LG-64-90	-50	-41	-36	-31	-51	0	-25	-18
LG-128-90	-25	-16	-11	-6	-26	25	0	7
LG-256-90	-32	-23	-18	-13	-33	18	-7	0

Friedmanův test pro čtvrté hodnocení

Při čtvrtém senzorickém hodnocení byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky, protože F hodnota byla 39,04 a kritická hodnota byla 12,19. Bylo vypočteno, že statisticky průkazný rozdíl je mezi jednotlivými vzorky, pokud jejich absolutní hodnota je vyšší než 18,94. Tabulka 26 uvádí, mezi kterými vzorky byly statisticky průkazné rozdíly.

Tabulka 26: Statisticky průkazné rozdíly při hodnotě 18,94

	LG-0-90	LG-64-90	LG-128-90	LG-256-90	BEZ-0-0	BEZ-0-60	BEZ-0-90
LG-0-90	0	14	32	42	1	-2	4
LG-64-90	-14	0	18	28	-13	-16	-10
LG-128-90	-32	-18	0	10	-31	-34	-28
LG-256-90	-42	-28	-10	0	-41	-44	-38
BEZ-0-0	-1	13	31	41	0	-3	3
BEZ-0-60	2	16	34	44	3	0	6
BEZ-0-90	-4	10	28	38	-3	-6	0

6 Diskuze

Po získání výsledků byly nejprve silice lemongrass a skořicová silice srovnány v jednotlivých senzoričných parametrech, bez ohledu na tepelné ošetření i různé koncentrace (Příloha 3). Obě silice se statisticky nelišily v parametrech intenzita vůně a intenzita zemité chuti. U ostatních parametrů byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi silicemi lemongrass a skořicovou silicí.

První dva diskutované parametry (příjemnost vůně, celková příjemnost chuti) jsou hedonického charakteru, a tudíž jako jediné dva jsou srovnatelné s dostupnou literaturou. Mezi těmito dvěma parametry jsou silné korelace u obou silic, u silice lemongrass ($p=0,5156$) (Tabulka 16) a u skořicové silice ($p=0,5037$) (Tabulka 23).

Přestože je u parametru příjemnost vůně na základě průměrných hodnot, že se zvyšující se koncentrací silic se vůně zhoršovala, nebyly prokázány statisticky průkazné rozdíly mezi vzorky u obou silic (Obrázek 14 a Obrázek 27). Tyto výsledky jsou v souladu s dříve publikovanými pracemi kde Leite et al. (2016), využili přídatek silice lemongrass v koncentracích 1250 $\mu\text{l/l}$, nebo 2500 $\mu\text{l/l}$ do ananasové šťávy, který neovlivnil příjemnost vůně, tudíž byly tyto koncentrace v ananasové šťávě pro spotřebitele přijatelné, dále ve studii Almeida et al. (2019), kde byl přídatek 1850 $\mu\text{l/l}$ mátové silice do šťávy z kešu, guavy, manga a ananasu. Studie ale uvádí, že příjemnost vůně obdržela na hedonické stupnici výsledek mezi „trochu líbí“ a „velmi příjemná“. Stejně koncentrace silice lemongrass jako Leite et al. (2016) použili se své studii Kieling & Prudencio (2017) a zjistili, že nápoj na bázi sóji vykazoval příjemnou vůni po přidavku obou koncentrací (1250 $\mu\text{l/l}$; 2500 $\mu\text{l/l}$) silice. Ve studii ale nebylo srovnání s kontrolou, tudíž nelze zjistit statisticky průkazné rozdíly oproti kontrole.

Jiné studie dokládají, že přídatek silice může zhoršovat senzoričný profil ošetřených produktů, Mosqueda-Melgar et al. (2012) po přidavku 500 $\mu\text{l/l}$ skořicové silice do jahodové a pomerančové šťávy a 1000 $\mu\text{l/l}$ skořicové silice do jablečné, hruškové a rajčatové šťávy v kombinaci s HIPEF, byly tyto šťávy hodnoceny nejnižším skóre. Též ve studii Mosqueda-Melgar et al. (2008), kde přidávali 2000 $\mu\text{l/l}$ skořicové silice do šťávy z cukrového melounu a šťávy z vodního melounu zaznamenali zhoršení příjemnosti vůně po přidání silice. Ve studii Brnawi et al. (2018) vzorky jahodového koktejlu s přidavkem (1000 $\mu\text{l/l}$) silic z listů nebo kůry skořice ukázaly významně nižší hodnocení příjemnosti vůně než kontrola.

Ve studii Yen et al. (2018) připravovali nápoje, které se skládaly ze šťávy z vodního melounu, dále ze směsi jablečné a citrónové šťávy a směsi jednotlivých složek silic (200 – 400 $\mu\text{l/l}$). Směs jednotlivých složek silic byla složena z 1:4 (hmotnost) eugenolu: trans-cinnamaldehydu. Výsledkem bylo, že všechny varianty byly hodnoceny neutrálně nebo pozitivně, až na vzorek, který obsahoval šťávu z vodního melounu a silici, ale neobsahoval směs jablečné a citrónové šťávy. Přidání jablka a citronu do melounové šťávy potlačilo negativní vliv skořicové silice a produkt byl pro spotřebitele přijatelnější. Avšak nejvyšší skóre pro příjemnost vůně získal vzorek, který obsahoval pouze šťávu z vodního melounu. Vzhledem k tomu, že cinnamaldehyd může tvořit až 90 % skořicové silice Cui et al. (2016), výsledky Yen et al. (2018) se s výsledky naší studie částečně shodují, protože u skořicové silice nebyly v příjemnosti vůně zjištěny žádné statisticky významné rozdíly. Pro hodnotitele nebyl znatelný rozdíl mezi vzorkem neošetřeným silicí a vzorkem ošetřeným koncentrací 256 $\mu\text{l/l}$. To lze považovat za neutrální hodnocení.

Leite et al. (2016) zjišťovali účinek silice lemongras (1250 $\mu\text{l/l}$; 2500 $\mu\text{l/l}$) v ananasové šťávě a Kieling & Prudencio (2017) na nápoji ze sójového mléka. V obou studiích bylo zjištěno, že hodnotitelé mezi těmito dvěma koncentracemi nepoznali rozdíl v parametru vůně. Stejně jako v této práci, kde nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v příjemnosti vůně mezi žádnou z koncentrací při žádné teplotě. V naší studii jsme na základě průměrných hodnot zjistili tyto výjimky z obecné klesající závislosti příjemnosti vůně na koncentraci: U lemongrass byly výjimkou tepelně neošetřené vzorky, kde se jako nejpříjemnější jevila koncentrace 128 $\mu\text{l/l}$ a nejhorší 64 $\mu\text{l/l}$ (Obrázek 14).

U skořice byly výjimkou tepelně neošetřené vzorky, kde varianta neošetřená silicí a 64 $\mu\text{l/l}$ byli vnímány téměř stejně dobře. Vzorky tepelně neošetřené, ale o koncentracích 128 $\mu\text{l/l}$ a 256 $\mu\text{l/l}$ byly vnímány stejně dobře. U tepelného ošetření 60 °C byla lépe vnímána koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$ než 0 $\mu\text{l/l}$, (Obrázek 27).

Dále s rostoucí koncentrací obou silic se průměrně zhoršovala též celková příjemnost chuti (Obrázek 17 a Obrázek 29). Je zde vidět silná záporná korelace mezi koncentrací a celkovou příjemností chuti ($p=-0,5748$) u silice lemongrass (Tabulka 16) a střední záporná korelace ($-0,3849$) u skořicové silice (Tabulka 23).

V této práci u silice lemongrass, u série tepelně neošetřených vzorků a série vzorků ošetřených na 90 °C hodnotitelé pocítili zhoršení chuti až při koncentraci 256 $\mu\text{l/l}$ oproti silicí neošetřené variantě. U série vzorků ošetřených na 60 °C bylo hodnotitelským panelem zaznamenáno zhoršení chuti oproti silicí neošetřené variantě už při koncentraci 128 $\mu\text{l/l}$. Mezi silicí neošetřeným vzorkem a koncentrací 256 $\mu\text{l/l}$ hodnotitelé poznali též rozdíl (Obrázek 17).

U skořicové silice hodnotitelé nezaznamenali žádné statisticky významné rozdíly u tepelného ošetření 90 °C, zato u série tepelně neošetřených vzorků a tepelného ošetření 60 °C pocítili zhoršení chuti až při koncentraci 256 $\mu\text{l/l}$ na rozdíl od silicí neošetřené variantě (Obrázek 29).

Přestože v níže uvedených studiích byly testovány výrazně vyšší koncentrace silic než v této práci, většina studií se s výsledky této práce částečně shoduje. Mosqueda-Melgar et al. (2008), přidávali 2000 $\mu\text{l/l}$ skořicové silice do šťávy z cukrového melounu a šťávy z vodního melounu a ve studii Leite et al. (2016), kde přidávali koncentrace 1250 $\mu\text{l/l}$, nebo 2500 $\mu\text{l/l}$ do ananasové šťávy.

Ve studii Mosqueda-Melgar et al. (2012), kteří přidávali 500 $\mu\text{l/l}$ skořicové silice do jahodové a pomerančové šťávy a 1000 $\mu\text{l/l}$ skořicové silice do jablečné, hruškové a rajčatové šťávy dospěli též ke zhoršení chuti. Přídavek silic do rajčatové šťávy zkoumali též Espina et al. (2014), kteří zaznamenali zhoršení chuti o 15 až 20 % při koncentraci 100 $\mu\text{l/l}$ mátové nebo rozmarýnové silice. To se částečně shoduje s našimi výsledky, kde přídavek obou silic v koncentraci 64 $\mu\text{l/l}$ při všech tepelných ošetřeních zhoršil příjemnost o 15 až 34 %, u tepelně neošetřených sérii vzorků to bylo 19 až 27 %. Přidání 200 $\mu\text{l/l}$ rozmarýnové silice, karvakrolu nebo tymiánové silice zapříčinilo pokles o 50 až 60 % ve srovnání s kontrolou.

Ve studii Almeida et al. (2019) zjistili, že příjemnost chuti se statisticky zhoršila přídavkem 1850 $\mu\text{l/l}$ mátové silice do šťávy z kešu, guavy, manga i ananasu. Příjemnost chuti obdržela u všech šťáv na hedonické stupnici výsledek mezi „docela odporné“ a „ani líbilo ani nelíbilo“. Ve většině uvedených studiích vedlo přidání skořicové silice ke statisticky průkaznému zhoršení příjemnosti vůně. Ve studii Leite et al. (2016) zjistili, že vzorky ananasové šťávy bez přídavku silice lemongrass ve srovnání s koncentracemi silice lemongrass 1250 $\mu\text{l/l}$ a 2500 $\mu\text{l/l}$,

obdržely nejvyšší skóre pro chuť. To v naší práci nebylo statisticky prokázáno. Ve studii Leite et al. (2016) zjistili, že obě testované koncentrace (1250 µl/l; 2500 µl/l) silice lemongrass se od sebe statisticky nelišily v parametru příjemnost chuti. To se shoduje pouze s některými našimi výsledky. Espina et al. (2014) došli ke statisticky průkaznému zlepšení příjemnosti vůně po přidání silice, zjistili, že přijatelnost chuti se zlepšila oproti kontrole u rajčatové šťávy po přidání 20 µl/l mátové nebo rozmarýnové silice. Vzhledem k tomu, že v této studii takto nízká koncentrace nebyla použita, nemůžeme posoudit, zda by se i v našem případě po přidavku této koncentrace silice chuť zlepšila.

Basak (2018) zjistil, že nejvyšší možná koncentrace silice z listů betelového sousta (*Piper betle*) aplikovatelná na jablečnou šťávu, aby byla pro spotřebitele přijatelná je 190 µl/l. Přijatelnost byla celkově zastoupena těmito parametry: barva, „flavor“, chuť a pocit v ústech. Nejlépe byl hodnocen neošetřený vzorek. Ostatní testované koncentrace dostaly na měřítku použitým v této studii následující hodnocení: neošetřený vzorek (velmi dobrý), koncentrace 140 a 190 µl/l (střední), koncentrace 280, 370 a 560 µl/l (docela dobrý). Je tedy vidět, že s rostoucí koncentrací, podobně jako v této práci, klesá celková přijatelnost. Ale nebyly vidět statisticky významné rozdíly mezi koncentracemi 140 a 190 µl/l a dále nebyly vidět rozdíly mezi 280, 370, 560 µl/l.

Neshody výsledků v parametrech příjemnost vůně a celková příjemnost chuti této práce a některých studií mohou být způsobeny mimo jiné velkou variabilitou složení obou silic (Paranagama et al. 2001; Burt 2004; Jumeapaeng et al. 2014; Akinkunmi et al. 2016; Cui et al. 2016; Abdelwahab et al. 2017; Mani López et al. 2018), rozdílnou matricí a ne vždy jsou použity stejné testované koncentrace (Ait-Ouazzou et al. 2011; Hyldgaard et al. 2012). Na rozdíl od profilové metody, kterou jsme použili v této práci pro zjištění příjemností a intenzit u jednotlivých parametrů na lineární stupnici o délce 100 mm, většina studií použila jiné metody. Některé studie testovaly přijatelnost sensorických atributů na 9-bodové hedonické stupnici, která se pohybovala od 1 (velmi nelíbí) do 9 (velmi líbí) (Espina et al. 2014; Leite et al. 2016; Kieling & Prudencio 2017; Brnawi et al. 2018; Almeida et al. 2019). Ve studiích Mosqueda-Melgar et al. (2008, 2012) testovali přijatelnost sensorických atributů na 10-bodové hedonické stupnici, která se pohybovala od 1 (velmi nelíbí) do 10 (velmi líbí). Tato metoda odpovídá metodě použité v této práci. V některých studiích též testovali ochotu spotřebitelů si produkt koupit (Bevilacqua et al. 2012; Brnawi et al. 2018).

Parametry testované v jiných studiích na hedonických stupnicích jako: barva, vzhled, kyselost, celková přijatelnost, viskozita, textura, pachut', pocit v ústech a „flavor“ nemohly být v této práci porovnány, protože nebyly testovány (Mosqueda-Melgar et al. 2008, 2012; Espina et al. 2014; Leite et al. 2016; Kieling & Prudencio 2017; Basak 2018; Brnawi et al. 2018; Almeida et al. 2019).

Naopak v této práci byly hodnoceny atributy jako je celková intenzita chuti, intenzita vůně, kyselé chuti, jablečné chuti, zemité chuti, štiplavé chuti a intenzita pachutí a ty nebyly hodnoceny v žádné z ostatních studií, které se zabývaly sensorickým hodnocením šťáv nebo nápojů (Mosqueda-Melgar et al. 2008, 2012; Bevilacqua et al. 2012; Espina et al. 2014; Leite et al. 2016; Kieling & Prudencio 2017; Yen et al. 2018; Basak 2018; Brnawi et al. 2018; Almeida et al. 2019).

Pokles intenzity s rostoucí koncentrací obou silic podle průměrů byl zaznamenán u intenzity jablečné chuti a byl silnější u skořicové silice (Tabulka 23), kde byla korelace ($p=-$

0,4019) mezi koncentrací a jablečnou chutí. U silice lemongrass (Tabulka 16) byla korelace ($p=-0,2316$). U skořicové silice byla výjimka u tepelně neošetřené varianty, kde byla koncentrace 128 $\mu\text{l/l}$ vnímána intenzivněji než 64 $\mu\text{l/l}$ a tepelného ošetření 60 °C, kde byla koncentrace 256 $\mu\text{l/l}$ vnímána intenzivněji než 128 $\mu\text{l/l}$. Statisticky významné rozdíly však byly nalezeny pouze u silice lemongrass mezi koncentracemi 64 $\mu\text{l/l}$ a 256 $\mu\text{l/l}$ a to pouze u tepelného ošetření 90 °C a u tepelně neošetřených vzorků.

U silice lemongrass nebyly v parametru intenzita sladké chuti zjištěny žádné statisticky významné rozdíly, ale podle průměrů s rostoucí koncentrací silice též klesala intenzita sladké chuti. Výjimkou bylo tepelné ošetření 90 °C, kde se koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$ jevila jako intenzivnější. Tento jev může být vysvětlen tím, že hodnotitelům byly vzorky podávány v pořadí se vzrůstající koncentrací. Z toho důvodu se mohl první ochutnávaný vzorek se silicí (64 $\mu\text{l/l}$) jevit jako nejintenzivnější (Obrázek 19).

Čím vyšší byla u obou silic intenzita sladké chuti, tím byla menší intenzita štiplavé chuti, pro silici lemongrass $p=-0,4057$ (Tabulka 16), pro skořicovou silici $p=-0,3866$ (Tabulka 23). Stejně tak u intenzity pachutí, pro silici lemongrass $p=-0,4158$ (Tabulka 16) a pro skořicovou silici $p=-0,3819$ (Tabulka 23).

U skořice v parametrech intenzita sladké chuti (Obrázek 31) a celková intenzita chuti (Obrázek 30) nevyšly žádné statisticky významné rozdíly mezi vzorky, ani nebyl nalezen trend s rostoucí koncentrací silice.

Na základě průměrných hodnot lze ale zmínit, že u skořicové silice, u intenzity sladké chuti a zároveň u celkové intenzity chuti byl nejintenzivněji vnímán vzorek o koncentraci 256 $\mu\text{l/l}$ při tepelném ošetření 60 °C a nejméně intenzivní vzorek neošetřen silicí při tepelném ošetření 90 °C. U těchto dvou parametrů byla nalezena relativně velká korelace ($p=0,3812$) (Tabulka 23).

U silice lemongrass v parametru celková intenzita chuti (Obrázek 18) se podle průměrů s rostoucí koncentrací silice zvyšovala intenzita, ale statisticky průkazný rozdíl byl pouze u tepelného ošetření 90 °C, kde se lišil vzorek neošetřený silicí od vzorku ošetřeného koncentrací 256 $\mu\text{l/l}$.

S rostoucí koncentrací silice se u obou silic podle průměrných hodnot zvyšovala intenzita vůně (Obrázek 15 a Obrázek 28). Statisticky průkazné rozdíly byly u obou silic při tepelném ošetření 90 °C a u skořicové silice u tepelně neošetřené série vzorků, vždy mezi nejnižší (64 $\mu\text{l/l}$) a nejvyšší (256 $\mu\text{l/l}$) koncentrací silic. U silice lemongrass se u tepelného ošetření 60 °C statisticky významně lišila koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$ od vzorku neošetřeného silicí a od koncentrace 256 $\mu\text{l/l}$. U skořicové silice, u tepelného ošetření 60 °C se statisticky významně lišila pouze koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$ od vzorku neošetřeného silicí.

U silice lemongrass byla shledána silná korelace ($p=0,6343$) mezi celkovou intenzitou chuti a intenzitou vůně (Tabulka 16).

U silice lemongrass se intenzita kyselé chuti též podle průměrů zvyšovala s rostoucí koncentrací silice. Statisticky průkazně se však lišil pouze silicí neošetřený vzorek od všech ostatních, ale pouze při 60 °C (Obrázek 20). Odlišnosti v rostoucím trendu intenzity podle průměrů byly u koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$, která se jevila hodnotitelům stejně intenzivní jako koncentrace 256 $\mu\text{l/l}$ u tepelných ošetření 60 °C a 90 °C. Tato skutečnost ukazuje na to, že při tepelném záhřevu 60 °C nebo 90 °C se při nejvyšší koncentraci (256 $\mu\text{l/l}$) mírně vytrácí kyselá chuť, a to téměř na úroveň koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$.

U skořicové silice byl u intenzity kyselé chuti s rostoucí koncentrací klesající trend intenzity u vzorků tepelně neošetřených s výjimkou vzorku neošetřeného silicí, který vykazoval nižší intenzitu kyselé chuti než vzorek s koncentrací 64 $\mu\text{l/l}$ (Obrázek 32). U vzorků ošetřených na 60 °C byl s rostoucí koncentrací rostoucí trend intenzity, kromě vzorku ošetřeného na 256 $\mu\text{l/l}$, který měl nejnižší intenzitu kyselé chuti z této série vzorků. Též u vzorků ošetřených na 90 °C byl s rostoucí koncentrací rostoucí trend intenzity, kromě vzorku ošetřeného na koncentraci 64 $\mu\text{l/l}$, u něhož byla intenzita kyselé chuti vnímána hodnotiteli stejně jako koncentrace 256 $\mu\text{l/l}$.

U obou silic se u parametrů intenzita štiplavé chuti (Obrázek 24 a Obrázek 35) a intenzita pachutí (Obrázek 25 a Obrázek 36) s rostoucí koncentrací silice podle průměrných hodnot zvyšovala intenzita s výjimkou u skořicové silice, kde byla při tepelném ošetření 90 °C koncentrace 128 $\mu\text{l/l}$ hodnocena jako méně intenzitní než koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$. U silice lemongrass je střední korelace mezi koncentrací a intenzitou štiplavé chuti ($p=4196$) a koncentrací a intenzitou pachutí ($p=0,4320$) U skořicové silice je střední korelace mezi koncentrací a intenzitou štiplavé chuti ($p=0,4646$) a koncentrací a intenzitou pachutí ($p=0,4857$).

Statisticky průkazné rozdíly byly u obou silic v parametrech intenzita štiplavé chuti (Obrázek 24 a Obrázek 35) a intenzita pachutí (Obrázek 25 a Obrázek 36) u tepelného ošetření 90 °C mezi nejnižší a nejvyšší koncentrací. Stejný rozdíl byl u silice lemongrass v intenzitě pachutí při 60 °C a u skořicové silice v intenzitě štiplavé chuti též při tepelném ošetření 60 °C a dále u silice lemongrass v intenzitě štiplavé chuti u tepelně neošetřené série vzorků. U silice lemongrass se u intenzity štiplavé chuti při tepelném ošetření 60 °C lišila koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$ od 128 $\mu\text{l/l}$ a 256 $\mu\text{l/l}$ a koncentrací neošetřený vzorek od 128 $\mu\text{l/l}$ a 256 $\mu\text{l/l}$. Podobnosti u těchto dvou parametrů mohou být vysvětleny silnými korelacemi mezi nimi u obou silic: lemongrass ($p=0,6518$) (Tabulka 16), skořice ($p=0,6548$) (Tabulka 23).

U obou silic nebyly v parametru intenzita zemité chuti (Obrázek 23 a Obrázek 34) nalazeny žádné statisticky významné rozdíly. Ale u obou silic se, podle průměrů naměřených hodnot v grafu, v koncentracích 128 $\mu\text{l/l}$ a 256 $\mu\text{l/l}$ při tepelném ošetření 60 °C i 90 °C zvyšovala intenzita zemité chuti nad hodnotu vzorku neošetřeného silicí. Lze tedy říci, že při tepelných ošetřeních 60 a 90 °C se s koncentracemi 128 $\mu\text{l/l}$ a 256 $\mu\text{l/l}$ zvyšuje vnímání zemité chuti.

U silice lemongrass lze říci, že vzorky neošetřené silicí při všech teplotách vykazovaly vyšší intenzitu zemité chuti než vzorky ošetřené nejnižší koncentrací (64 $\mu\text{l/l}$). U tepelně neošetřené série vzorků nejvíce zemitou chuť potlačuje koncentrace 128 $\mu\text{l/l}$, u tepelných ošetření to pak je koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$.

U skořicové silice v parametru intenzita zemité chuti můžeme na základě průměru z grafu říci, že s rostoucí koncentrací rostla intenzita. Výjimka byla u tepelně neošetřené varianty, kde vzorek neošetřen silicí vykazoval nejvyšší intenzitu zemité chuti ze všech vzorků a dále u vzorku ošetřeného na 90 °C koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$ vykazovala vyšší intenzitu zemité chuti než 128 $\mu\text{l/l}$.

Mezi intenzitou zemité chuti a intenzitou štiplavé chuti byla u skořicové silice nalezena silná korelace ($p=0,5155$) (Tabulka 23).

Na rozdíl od skořicové silice byly u silice lemongrass nalezeny statisticky průkazné rozdíly i mezi teplotami, ale pouze u dvou parametrů, v obou případech se ale jednalo o vzorek

neošetřený silicí. To znamená, že přídavek silice u intenzity vůně a intenzity kyselé chuti snižuje vnímání vlivu tepelného ošetření na tyto parametry.

Prvním je intenzita vůně (Obrázek 16), kde byl nalezen rozdíl mezi tepelným ošetřením 90 °C a tepelně neošetřenou variantou. Tudíž u varianty neošetřené silicí hodnotitelé vnímali stejně tepelně neošetřený vzorek se vzorkem ošetřeným na 60 °C, a vzorek ošetřený na 60 °C se vzorkem ošetřeným na 90 °C.

Druhým byla intenzita kyselé chuti (Obrázek 21), kde se, stejně jako u intenzity vůně, projevíly rozdíly u vzorku neošetřeného silicí. Statisticky významně se lišily teploty 60 °C a 90 °C od tepelně neošetřeného vzorku. Tudíž hodnotitelé nezaznamenali rozdíl mezi tepelným ošetřením 60 °C a 90 °C.

7 Závěr

Naše hypotéza, že použití silic jako přírodních konzervantů výrazně neovlivní specifické senzorické vlastnosti jablečno-řepného nápoje nebyla přijata. U obou silic byly stejně vnímány intenzita vůně a intenzita zemité chuti, v případě, kdy nebyly v potaz brány jednotlivé koncentrace ani teploty. Výsledkem bylo, že mnohem častěji měla na jednotlivé parametry vliv koncentrace oproti tepelnému ošetření.

Výsledkem bylo že hodnotitelé nevnímali rozdíl u příjemnosti vůně, kde byl nejednoznačný trend zhoršující se příjemnosti vůně s rostoucí koncentrací silice podle průměrů.

Z toho důvodu, že koncentrace 256 $\mu\text{l/l}$ byly u obou silic většinou už pro hodnotitele nepřijatelné, zejména v parametrech celková intenzita chuti, nebo u intenzit jednotlivých chutí často poznaly až koncentraci 256 $\mu\text{l/l}$ od silicí neošetřeného vzorku, nejvhodnější koncentrace byla při 60 °C 128 $\mu\text{l/l}$ skořicové silice. V případě použití silice lemongrass, též při 60 °C, byla vhodnější koncentrace 64 $\mu\text{l/l}$. Dále se ukázalo, že teplota ovlivnila pouze silicí neošetřené vzorky, tudíž lze předpokládat, že teplota nemá vliv na žádné z námi zkoumaných parametrů v případě, že byla přidána silice.

Tato práce se z velké části zaměřila na hodnocení intenzit jednotlivých chutí, na což se jiné práce nezaměřují. Obecně lze říci, že podle průměrů se zvyšující se koncentrací rostla u obou silic intenzita vůně, intenzita štiplavé chuti, intenzita pachutí a intenzita zemité chuti pouze při tepelných ošetření 60 a 90 °C. Pak pouze u silice lemongrass se podle průměrů se zvyšující koncentrací zvyšovala celková intenzita chuti a rostla intenzita kyselé chuti.

Se zvyšující se koncentrací naopak klesala u obou silic intenzita jablečné chuti, a u silice lemongrass intenzita sladké chuti.

Bude potřeba dalších studií, aby se zjistilo, které silice, v jakých koncentracích a do jakých nápojů lze přidávat.

8 Seznam obrázků

Obrázek 1: Přehled potencionálně bioaktivních sloučenin v červené řepě (Clifford et al. 2015)	15
Obrázek 2: Schématické znázornění vlivu silice na bakteriální buňku (Tongnuanchan & Benjakul 2014).....	18
Obrázek 3: Strukturální vzorec karvakrolu a 2-amino-p-cymenu (Tongnuanchan & Benjakul 2014).....	20
Obrázek 4: Kombinace více bariér, tak každá bariéra hraje roli při snižování mikrobiální aktivity (zobrazované jako →), dokud není nakonec mikrobiální populace tak oslabena, že nemůže překonat žádné další bariéry a potravina je chráněna před poškozením a přežitím patogenů (písmena a, b, c). Pokud jsou bariéry nedostatečné pro snížení růstu mikrobů, nemusí být potravinářské výrobky dostatečně chráněny (písmeno d). Pozn.: a_w = vodní aktivita; Eh = redoxní potenciál; F = záhřev; pH = kyselost; pres = konzervační činidla; t = chlazení/mrazení	24
Obrázek 5: voňatka citronová (Academic 2009)	27
Obrázek 6: Geranial (citrál a) (Kim et al. 2019).....	28
Obrázek 7: Neral (citrál b) (Kim et al. 2019)	28
Obrázek 8: Geranyl acetát (Kim et al. 2019).....	28
Obrázek 9: Strukturální vzorec cinnamaldehydu (Kim et al. 2019).....	31
Obrázek 10: Pasterační křivka tepelného ošetření moštu pro první hodnocení.....	37
Obrázek 11: Pasterační křivka tepelného ošetření moštu pro třetí hodnocení.....	39
Obrázek 12: Pasterační křivka tepelného ošetření 60 °C moštu pro čtvrté hodnocení.....	40
Obrázek 13: Pasterační křivka tepelného ošetření 90 °C moštu pro čtvrté hodnocení.....	40
Obrázek 14: Příjemnost vůně v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření.....	42
Obrázek 15: Intenzita vůně v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	43
Obrázek 16: Intenzita vůně v závislosti na teplotě v rámci jednotlivých koncentrací silice lemongrass, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	43
Obrázek 17: Celková příjemnost chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	44
Obrázek 18: Celková intenzita chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	45
Obrázek 19: Intenzita sladké chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření.	46

Obrázek 20: Intenzita kyselé chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	46
Obrázek 21: Intenzita kyselé chuti v závislosti na teplotě v rámci jednotlivých koncentrací silice lemongrass, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	47
Obrázek 22: Intenzita jablečné chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	48
Obrázek 23: Intenzita zemité chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření.	49
Obrázek 24: Intenzita štiplavé chuti v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	49
Obrázek 25: Intenzita pachutí v závislosti na koncentraci silice lemongrass v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	50
Obrázek 26: Shluková analýza parametrů silice lemongrass.....	53
Obrázek 27: Příjemnost vůně v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.....	54
Obrázek 28: Intenzita vůně v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	54
Obrázek 29: Celková příjemnost chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	55
Obrázek 30: Celková intenzita chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.	56
Obrázek 31: Intenzita sladké chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.	57
Obrázek 32: Intenzita kyselé chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.	58
Obrázek 33: Intenzita jablečné chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.	58
Obrázek 34: Intenzita zemité chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření.	59
Obrázek 35: Intenzita štiplavé chuti v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	59
Obrázek 36: Intenzita pachutí v závislosti na koncentraci skořicové silice v rámci tepelných ošetření, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci tepelných ošetření.	60
Obrázek 37: Shluková analýza parametrů skořicové silice.	63

Obrázek 38: Porovnání jednotlivých parametrů silic při koncentraci 64 $\mu\text{l/l}$ a tepelném ošetření 60 $^{\circ}\text{C}$	64
Obrázek 39: Porovnání jednotlivých parametrů silic při koncentraci 128 $\mu\text{l/l}$ a tepelném ošetření 60 $^{\circ}\text{C}$, indexy označují skupiny, kde byl prokázán statisticky průkazný rozdíl v rámci jednotlivých parametrů.	64

9 Seznam tabulek

Tabulka 1: Akutní toxicita některých silic u obratlovců (Pavela & Benelli 2016).....	21
Tabulka 2: Třináct hlavních sloučenin identifikovaných v silici Lemongrass (<i>Cymbopogon Citratus</i>) (Mani López et al. 2018)	27
Tabulka 3: Procentuální zastoupení složek v čerstvě extrahované silici z <i>C. cytratus</i> , získaných hydrodestilací a stanovením plynovou chromatografií s napojením na hmotnostní spektrometr.	29
Tabulka 4: Přehled jednotlivých vzorků pro první hodnocení	37
Tabulka 5: Přehled jednotlivých vzorků pro druhé hodnocení.....	38
Tabulka 6: Přehled jednotlivých vzorků pro třetí hodnocení	38
Tabulka 7: Přehled jednotlivých vzorků pro čtvrté hodnocení.....	39
Tabulka 8: Scheffeho test pro intenzitu vůně, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.....	44
Tabulka 9: Scheffeho test pro intenzitu vůně, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na teplotě silice lemongrass bez ohledu na jednotlivé koncentrace silic.....	44
Tabulka 10: Scheffeho test pro celkovou příjemnost chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.	45
Tabulka 11: Scheffeho test pro celkovou intenzitu chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.....	45
Tabulka 12: Scheffeho test pro intenzitu kyselé chuti u silice lemongrass, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.	47
Tabulka 13: Scheffeho test pro intenzitu jablečné chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.....	48
Tabulka 14: Scheffeho test pro intenzitu štiplavé chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.....	50
Tabulka 15: Scheffeho test pro intenzitu pachutí, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci silice lemongrass bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.....	50
Tabulka 16: Korelační analýza silice lemongrass.....	52
Tabulka 17: Scheffeho test pro intenzitu vůně, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci skořicové silice bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.....	55
Tabulka 18: Scheffeho test pro celkovou příjemnost chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci skořicové silice bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.	55
Tabulka 19: Scheffeho test pro celkovou intenzita chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci skořicové silice bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.	56
Tabulka 20: Scheffeho test pro intenzitu sladké chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na teplotě skořicové silice bez ohledu na jednotlivé koncentrace silic.	57
Tabulka 21: Scheffeho test pro intenzitu štiplavé chuti, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci skořicové silice bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.	60

Tabulka 22: Scheffeho test pro intenzitu pachutí, v tabulce jsou zobrazeny hodnoty v závislosti na koncentraci skořicové silice bez ohledu na jednotlivá tepelná ošetření.	61
Tabulka 23: Korelační analýza skořicové silice.	62
Tabulka 24: Statisticky průkazné rozdíly při hodnotě 20,36	65
Tabulka 25: Statisticky průkazné rozdíly při hodnotě 17,96	65
Tabulka 26: Statisticky průkazné rozdíly při hodnotě 18,94	66

10 Literatura

- Abdelwahab SI, Mariod AA, Taha MME, Zaman FQ, Abdelmageed AHA, Khamis S, Sivasothy Y, Awang K. 2017. Chemical composition and antioxidant properties of the essential oil of *Cinnamomum altissimum* Kosterm. (Lauraceae). *Arabian Journal of Chemistry* **10**:131–135. King Saud University. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.02.001>.
- Academic B. 2009. citral (C₁₀H₁₆O). *Encyclopædia Britannica*:82721. Available from academic-eb-com.ezproxy.techlib.cz/levels/collegiate/article/citral/82721.
- Ait-Ouazzou A, Cherrat L, Espina L, Lorán S, Rota C, Pagán R. 2011. The antimicrobial activity of hydrophobic essential oil constituents acting alone or in combined processes of food preservation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* **12**:320–329. Elsevier B.V. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2011.04.004>.
- Ait-Ouazzou A, Espina L, García-Gonzalo D, Pagán R. 2013. Synergistic combination of physical treatments and carvacrol for *Escherichia coli* O157: H7 inactivation in apple, mango, orange, and tomato juices. *Food Control* **32**:159–167. Elsevier Ltd. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.11.036>.
- Akinkunmi EO, Oladele A, Esho O, Odusegun I. 2016. Effects of storage time on the antimicrobial activities and composition of lemon grass oil. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* **3**:105–111. Elsevier GmbH. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.02.005>.
- Almeida ET da C, de Souza GT, de Sousa Guedes JP, Barbosa IM, de Sousa CP, Castellano LRC, Magnani M, de Souza EL. 2019. *Mentha piperita* L. essential oil inactivates spoilage yeasts in fruit juices through the perturbation of different physiological functions in yeast cells. *Food Microbiology* **82**:20–29. Elsevier Ltd. Available from <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.01.023>.
- Altunakar B, Gurram SRR, Barbosa-Cánovas GV V. 2007. Applications of pulsed electric fields for food preservation. Pages 266–293 *Food Preservation by Pulsed Electric Fields*. Elsevier. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781845690588500175>.
- Arroyo C, Somolinos M, Cebrián G, Condón S, Pagán R. 2010. Pulsed electric fields cause sublethal injuries in the outer membrane of *Enterobacter sakazakii* facilitating the antimicrobial activity of citral. *Letters in Applied Microbiology* **51**:525–531. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1472-765X.2010.02931.x>.
- Ashurst PR. 2005. *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices*. Blackwell Publishing Ltd. Available from https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=KtIGWxu_KdMC&pgis=1.
- Basak S. 2018. The use of fuzzy logic to determine the concentration of betel leaf essential oil and its potency as a juice preservative. *Food Chemistry* **240**:1113–1120. Elsevier. Available from <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.047>.
- Bazaria B, Kumar P. 2016. Compositional Changes in Functional Attributes of Vacuum Concentrated Beetroot Juice. *Journal of Food Processing and Preservation* **40**:1215–

- Bevilacqua A, Corbo MR, Sinigaglia M. 2012. Use of natural antimicrobials and high pressure homogenization to control the growth of *Saccharomyces bayanus* in apple juice. *Food Control* **24**:109–115. Elsevier Ltd. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.09.011>.
- Bhattacharya S, editor. 2014. *Conventional and Advanced Food Processing Technologies*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. Available from <http://doi.wiley.com/10.1002/9781118406281>.
- Boeira CP, Piovesan N, Soquetta MB, Flores DCB, Lucas BN, Rosa CS da, Terra NN. 2018. Extraction of bioactive compounds of lemongrass, antioxidant activity and evaluation of antimicrobial activity in fresh chicken sausage. *Ciência Rural* **48**. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782018001100751&lng=en&tlng=en.
- Boukhatem MN, Ferhat MA, Kameli A, Saidi F, Kebir HT. 2014. Lemon grass (*Cymbopogon citratus*) essential oil as a potent anti-inflammatory and antifungal drugs. *Libyan Journal of Medicine* **9**:25431. Available from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3402/ljm.v9.25431>.
- Božik M, Cejnar P, Šašková M, Nový P, Maršík P, Klouček P. 2018. Stress response of *Escherichia coli* to essential oil components – insights on low-molecular-weight proteins from MALDI-TOF. *Scientific Reports* **8**:1–9.
- Brnawi WI, Hettiarachchy NS, Horax R, Kumar-Phillips G, Seo H-S, Marcy J. 2018. Comparison of Cinnamon Essential Oils from Leaf and Bark with Respect to Antimicrobial Activity and Sensory Acceptability in Strawberry Shake. *Journal of Food Science* **83**:475–480. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/1750-3841.14041>.
- Burt S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology* **94**:223–253. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160504001680>.
- Ceylan E, Fung DYC, Sabah JR. 2004. Antimicrobial Activity and Synergistic Effect of Cinnamon with Sodium Benzoate or Potassium Sorbate in Controlling *Escherichia coli* O157:H7 in Apple Juice. *Journal of Food Science* **69**:FMS102-FMS106. Available from <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb06348.x>.
- Chisvert A, Salvador A. 2007. *Perfumes in cosmetics. Regulatory aspects and analytical methods for fragrance ingredients and other related chemicals in cosmetics*. Pages 243–256 *Analysis of Cosmetic Products*. Elsevier.
- Chueca B, Ramı N, Paga R. 2016. Inactivation of spoiling microorganisms in apple juice by a combination of essential oils' constituents and physical treatments. *Food Science and Technology International* **22**:389–398.
- Clifford T, Howatson G, West DJ, Stevenson EJ. 2015. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients* **7**:2801–2822.
- Corbo MR, Bevilacqua A, Campaniello D, D'Amato D, Speranza B, Sinigaglia M. 2009.

- Prolonging microbial shelf life of foods through the use of natural compounds and non-thermal approaches - a review. *International Journal of Food Science & Technology* **44**:223–241. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.2008.01883.x>.
- Costa CARDA, Kohn DO, De Lima VM, Gargano AC, Flório JC, Costa M. 2011. The GABAergic system contributes to the anxiolytic-like effect of essential oil from *Cymbopogon citratus* (lemongrass). *Journal of Ethnopharmacology* **137**:828–836. Elsevier Ireland Ltd. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2011.07.003>.
- ČR. 2013. Vyhláška 330/2013:5928–5934. Česká Republika.
- Cui HY, Zhou H, Lin L, Zhao CT, Zhang XJ, Xiao ZH, Li CZ. 2016. Antibacterial activity and mechanism of cinnamon essential oil and its application in milk. *Journal of Animal and Plant Sciences* **26**:532–541. Elsevier Ltd. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.05.032>.
- de Souza EL, da Cruz Almeida ET, de Sousa Guedes JP. 2016. The Potential of the Incorporation of Essential Oils and Their Individual Constituents to Improve Microbial Safety in Juices: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **15**:753–772.
- Donsì F, Annunziata M, Sessa M, Ferrari G. 2011. Nanoencapsulation of essential oils to enhance their antimicrobial activity in foods. *LWT - Food Science and Technology* **44**:1908–1914. Elsevier Ltd. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2011.03.003>.
- Duan J, Zhao Y. 2009. Antimicrobial Efficiency of Essential Oil and Freeze-Thaw Treatments against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* Ser. Enteritidis in Strawberry Juice. *Journal of Food Science* **74**:M131–M137. Available from <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L354439812%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01094.x>.
- Environmental Health. 2006. Maximum levels for certain contaminants in food. *Official Journal of the European Union* **2006**:5–24. Available from https://health.gov.mt/en/environmental/Documents/Legislations/Pharmacologically/17regc1881_2006e.pdf.
- Espina L, García-Gonzalo D, Pagán R. 2014. Impact of essential oils on the taste acceptance of tomato juice, vegetable soup, or poultry burgers. *Journal of Food Science* **79**:1575–1583.
- EU. 2001. Council Directive 2001/112/EC. *Official Journal of the European Communities*:58–66.
- EU. 2008. Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 1332/2008.
- EU. 2012. Prováděcí nařízení komise EU 872/2012.
- EU. 2019. Flavouring substances. Available from <http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/flavouring/database/index.cfm> (accessed April 7, 2019).
- European Commission. 2011. Union list of food additives approved for use in foods and

- conditions of use. Official Journal of the European Union **54**:5–211.
- Evropská Komise. 2005. (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny.
- Falguera V, Ibarz A. 2016. Juice Processing. CRC Press.
- Ferguson SK, Hirai DM, Copp SW, Holdsworth CT, Allen JD, Jones AM, Musch TI, Poole DC. 2013. Effects of nitrate supplementation via beetroot juice on contracting rat skeletal muscle microvascular oxygen pressure dynamics. *Respiratory Physiology & Neurobiology* **187**:250–255. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1569904813000967>.
- Ghosh M, Kaur S, Ganguli A. 2007. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 by cinnamon extracts in carrot-kinnow mandarin blends. *Indian Journal of Microbiology* **47**:377–381. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s12088-007-0068-9>.
- Gobbi E, Falasconi M, Concina I, Mantero G, Bianchi F, Mattarozzi M, Musci M. 2010. Electronic nose and *Alicyclobacillus* spp . spoilage of fruit juices : An emerging diagnostic tool. *Food Control* **21**:1374–1382. Elsevier Ltd. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.04.011>.
- Hammer KA, Carson CF, Riley T V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology* **86**:985–990.
- Henney JE, Taylor CL, Boon CS. 2010. Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States. National Academies Press, Washington, D.C. Available from <http://www.nap.edu/catalog/12818>.
- Hyldgaard M, Mygind T, Meyer RL. 2012. Essential oils in food preservation: Mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology* **3**:1–24.
- Hyson DA. 2011. A Comprehensive Review of Apples and Apple Components and Their Relationship to Human Health. *Advances in Nutrition: An International Review Journal* **2**:408–420. Available from <http://advances.nutrition.org/cgi/doi/10.3945/an.111.000513>.
- Jarvis B. 2003. CIDER (CYDER; HARD CIDER) | Chemistry and Microbiology of Cidermaking. Pages 1318–1323 *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 2nd edition. Elsevier. Available from <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00237-6>.
- Jumepaeng T, Jantayota R, Hemmood S, Komolwanich S, Wuthisarn S, Luthria D, Chanthai S. 2014. Determination and comparison of volatile aroma compounds in fresh and dried leaves samples of citronella grass, lemongrass, and citronella incense products by microhydrodistillation. *Acta Chromatographica* **26**:177–190. Available from <http://www.akademai.com/doi/abs/10.1556/AChrom.26.2014.1.13>.
- Kapoor IPS, Singh B, Singh G. 2008. Essential oil and oleoresins of *cinnamomum tamala* (tejpat) as natural food preservatives for pineapple fruit juice. *Journal of Food Processing and Preservation* **32**:719–728.
- Kieling DD, Prudencio SH. 2017. Antioxidants Properties, Physicochemical, and Sensory

- Quality Attributes of a New Soy-Based Beverage with Lemongrass and Lime Juice. *Journal of Culinary Science and Technology* **00**:1–15. Taylor & Francis. Available from <https://doi.org/10.1080/15428052.2017.1405859>.
- Kim S et al. 2019. PubChem 2019 update: improved access to chemical data. *Nucleic Acids Research* **47**:D1102–D1109. Available from <https://academic.oup.com/nar/article/47/D1/D1102/5146201>.
- Kisko G, Roller S. 2005. Carvacrol and p-cymene inactivate *Escherichia coli* O157:H7 in apple juice. *BMC Microbiology* **5**:1–9.
- Klaban V. 2005. Ilustrovaný mikrobiologický slovník. Page (Houdek L, editor), 1st edition. Galén, Praha.
- Knight KP, McKellar RC. 2007. Influence of Cinnamon and Clove Essential Oils on the D- and z-Values of *Escherichia coli* O157:H7 in Apple Cider. *Journal of food protection* **70**:2089–94. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17900087>.
- Leistner L. 2000. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology* **55**:181–186. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160500001616>.
- Leistner L, Gorris LGM. 1995. Food preservation by hurdle technology. *Trends in Food Science & Technology* **6**:41–46. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224400889414>.
- Leite CJB, de Sousa JP, da Costa Medeiros JA, da Conceicao ML, dos Santos Falcao-Silva V, de Souza EL. 2016. Inactivation of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella Enteritidis* by *Cymbopogon citratus* D.C. Stapf. Essential Oil in Pineapple Juice. *Journal of Food Protection* **79**:213–219. Available from <http://jfoodprotection.org/doi/10.4315/0362-028X.JFP-15-245>.
- Liu TT, Yang TS. 2012. Antimicrobial impact of the components of essential oil of *Litsea cubeba* from Taiwan and antimicrobial activity of the oil in food systems. *International Journal of Food Microbiology* **156**:68–75. Elsevier B.V. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.005>.
- Loeffler M, Beiser S, Suriyarak S, Gibis M, Weiss J. 2014. Antimicrobial Efficacy of Emulsified Essential Oil Components against Weak Acid-Adapted Spoilage Yeasts in Clear and Cloudy Apple Juice. *Journal of Food Protection* **77**:1325–1335. Available from <http://jfoodprotection.org/doi/abs/10.4315/0362-028X.JFP-13-393>.
- Mahato N, Sharma K, Koteswararao R, Sinha M, Baral E, Cho MH. 2017. Citrus essential oils: Extraction, authentication and application in food preservation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **0**:1–15. Taylor & Francis. Available from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2017.1384716>.
- Mañas P, Pagán R. 2005. Microbial inactivation by new technologies of food preservation. *Journal of Applied Microbiology* **98**:1387–1399. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2672.2005.02561.x>.
- Mani López E, Valle Vargas GP, Palou E, López Malo A. 2018. *Penicillium expansum*

- Inhibition on Bread by Lemongrass Essential Oil in Vapor Phase. *Journal of Food Protection* **81**:467–471. Available from <http://jfoodprotection.org/doi/10.4315/0362-028X.JFP-17-315>.
- Massini L, Rico D, Martin-Diana AB. 2018. Quality Attributes of Apple Juice. Pages 45–57 *Fruit Juices*. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128022306000047>.
- Miriam B, National K, Technology F. 2016. INFLUENCE OF THE PROCESSING FACTORS ON PESTICIDE RESIDUES IN FRUITS AND VEGETABLES AND ITS APPLICATION IN CONSUMER RISK ASSESSMENT Boitshepo Miriam Keikotlhaile.
- Mohamed Hanaa AR, Sallam YI, El-Leithy AS, Aly SE. 2012. Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil as affected by drying methods. *Annals of Agricultural Sciences* **57**:113–116. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0570178312000267>.
- Moore-Neibel K, Gerber C, Patel J, Friedman M, Ravishankar S. 2012. Antimicrobial activity of lemongrass oil against *Salmonella enterica* on organic leafy greens. *Journal of Applied Microbiology* **112**:485–492.
- Mosqueda-Melgar J, Raybaudi-Massilia RM, Martín-Belloso O. 2008. Combination of high-intensity pulsed electric fields with natural antimicrobials to inactivate pathogenic microorganisms and extend the shelf-life of melon and watermelon juices. *Food Microbiology* **25**:479–491.
- Mosqueda-Melgar J, Raybaudi-Massilia RM, Martín-Belloso O. 2012. Microbiological shelf life and sensory evaluation of fruit juices treated by high-intensity pulsed electric fields and antimicrobials. *Food and Bioprocess Technology* **90**:205–214. *Institution of Chemical Engineers*. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2011.03.004>.
- Mustapha A, Lee JH. 2017. Food Preservation and Safety. Pages 1–15 *Microbial Control and Food Preservation*. Springer New York, New York, NY. Available from http://link.springer.com/10.1007/978-1-4939-7556-3_1.
- Nguefack J, Tangué O, Dongmo JBL, Dakole CD, Leth V, Vismar HF, Amvam Zollo PH, Nkengfack AE. 2012. Synergistic action between fractions of essential oils from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against *Penicillium expansum*. *Food Control* **23**:377–383. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669017305046>.
- Paranagama PA, Wimalasena S, Jayatilake GS, Jayawardena AL, Senanayake UM, Mubarak AM. 2001. A comparison of essential oil constituents of bark, leaf, root and fruit of cinnamon (*cinnamomum zeylanicum blum*) grown in Sri Lanka. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* **29**:147–153.
- Pavela R, Benelli G. 2016. Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. *Trends in Plant Science* **21**:1000–1007.
- Periago PM, Palop A, Fernandez PS. 2001. Combined Effect of Nisin, Carvacrol and Thymol on the Viability of *Bacillus Cereus* Heat-Treated Vegetative Cells. *Food Science and*

- Technology International **7**:487–492. Available from <http://journals.sagepub.com/doi/10.1106/JE3P-NYKQ-4UDQ-TJC6>.
- Pina-Pérez MC, Rodrigo D, Martínez A. 2015. Using natural antimicrobials to enhance the safety and quality of fruit- and vegetable-based beverages. Page Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality. Elsevier Ltd. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-78242-034-7.00016-5>.
- Prakash B, Kedia A, Mishra PK, Dubey NK. 2015. Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities - Potentials and challenges. Food Control **47**:381–391. Elsevier Ltd. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.07.023>.
- Preedy VR. 2015. Preface. Page xxi Processing and Impact on Active Components in Food. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124046993050010>.
- Raybaudi-Massilia RM, Mosqueda-Melgar J, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. 2009. Control of Pathogenic and Spoilage Microorganisms in Fresh-cut Fruits and Fruit Juices by Traditional and Alternative Natural Antimicrobials. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety **8**:157–180. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1541-4337.2009.00076.x>.
- Root WH, Barrett DM. 2004. Part II Major Processed Products 18 Apples and Apple Processing **8**:44. Available from <http://www.fas.usda.gov/hp/circular/2003/9-12-03> Web Art.
- Rupasinghe HPV, Boulter-Bitzer J, Ahn T, Odumeru JA. 2006a. Vanillin inhibits pathogenic and spoilage microorganisms in vitro and aerobic microbial growth in fresh-cut apples. Food Research International **39**:575–580.
- Rupasinghe HPV, Jayasankar S, Lay W. 2006b. Variation in total phenolics and antioxidant capacity among European plum genotypes. Scientia Horticulturae **108**:243–246.
- Salvia-Trujillo L, Rojas-Graü MA, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. 2014. Impact of microfluidization or ultrasound processing on the antimicrobial activity against *Escherichia coli* of lemongrass oil-loaded nanoemulsions. Food Control **37**:292–297. Elsevier Ltd. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.015>.
- Sánchez-Rubio M, Taboada-Rodríguez A, Cava-Roda R, López-Gómez A, Marín-Iniesta F. 2016. Combined use of thermo-ultrasound and cinnamon leaf essential oil to inactivate *Saccharomyces cerevisiae* in natural orange and pomegranate juices. LWT **73**:140–146. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643816303371>.
- Shahbaz HM, Kim JU, Kim S-H, Park J. 2018. The Inactivation of Pathogens in Fruit Juice. Pages 341–361 Fruit Juices. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128022306000187>.
- Šilhánková L. 2002. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnologii. Page (Zykánová J, editor), 2nd edition. Academia, Praha.
- Swamy GJ, Muthukumarappan K, Asokapandian S. 2018. Ultrasound for Fruit Juice

- Preservation. Pages 451–462 Fruit Juices. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128022306000230>.
- Tajidin E. 2012. Chemical composition and citral content in lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil at three maturity stages. *African Journal of Biotechnology* **11**. Available from [http://www.academicjournals.org/AJB/abstracts/abs2012/7Feb/Tajidin et al.htm](http://www.academicjournals.org/AJB/abstracts/abs2012/7Feb/Tajidin%20et%20al.htm).
- Tongnuanchan P, Benjakul S. 2014. Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. *Journal of Food Science* **79**:1231–1249.
- Vasantha Rupasinghe HP, Juan L. 2012. Emerging Preservation Methods for Fruit Juices and Beverages. Page Food Additive. InTech. Available from <http://www.intechopen.com/books/food-additive/emerging-preservation-methods-3-for-fruit-juices-and-beverages>.
- Wu T, Li S, Zhang B, Bi C, Zhang X. 2018. Engineering *Saccharomyces cerevisiae* for the production of the valuable monoterpene ester geranyl acetate. *Microbial Cell Factories* **17**:1–11. BioMed Central. Available from <https://doi.org/10.1186/s12934-018-0930-y>.
- Yen PPL, Kitts DD, Pratap Singh A. 2018. Natural Acidification with Low-pH Fruits and Incorporation of Essential Oil Constituents for Organic Preservation of Unpasteurized Juices. *Journal of Food Science* **83**:2039–2046.
- Yuste J, Fung DY. 2002. Inactivation of *Listeria monocytogenes* Scott A 49594 in Apple Juice Supplemented with Cinnamon. *Journal of Food Protection* **65**:1663–1666. Available from <http://jfoodprotection.org/doi/abs/10.4315/0362-028X-65.10.1663>.
- Yuste J, Fung DY. 2004. Inactivation of *Salmonella* Typhimurium and *Escherichia coli* O157:H7 in Apple Juice by a Combination of Nisin and Cinnamon. *Journal of Food Protection* **67**:371–377. Available from <http://jfoodprotection.org/doi/abs/10.4315/0362-028X-67.2.371>.
- Zainuddin ZB, Nordin N, Yusof R. 2017. Evaluation of Antimicrobial Active Packaging to Increase Shelf Life of Gluten-Free Sliced Bread. *International Journal of Economic Research* **14**:165–182.

Příloha 1: Mikrobiologická kritéria pro nepasterované ovocné šťávy

Kategorie potraviny	Mikroorganismy	Plán odběru vzorků		Limity		Analytická referenční metoda	Fáze, na niž se kritérium vztahuje	Opatření v případě nevyhovujících výsledků
		n	c	m	M			
Nepasterizované ovocné a zeleninové šťávy (určené k přímé spotřebě)	<i>Salmonella</i>	5	0	nepřípustnost ve 25 g		EN/ISO 6579	produkty uvedené na trh během doby údržnosti	
Nepasterizované ovocné a zeleninové šťávy (určené k přímé spotřebě)	<i>E. Coli</i>	5	2	100 KTJ/g	1000 KTJ/g	ISO 16649-1 nebo 2	výrobní proces	zlepšení hygieny výroby, výběru surovin

n=počet jednotek tvořících vzorek; c = počet jednotek vzorku, jejichž hodnoty leží mezi m a M.

m, vzorky nad hodnotu m jsou minimálně přijatelné; M, vzorky nad M jsou nepřijatelné

V tomto případě se u *Salmonelly* m rovná M

(Evropská Komise 2005)

HODNOCENÍ OVOCNÝCH ŠŤÁV

Příjmení:..... Jméno:.....

Datum:..... Hodina:..... Zdravotní stav:.....

Úkol: Ochutnejte prosím předloženou sérii ovocných šťáv a na grafické stupnici ohodnoťte jejich jednotlivé deskriptory. Poté seřadte ohodnocené vzorky podle jejich příjemnosti/přijatelnosti v pořadí od nejhoršího k nejlepšímu.

Vzorek č.....

PŘÍJEMNOST VŮNĚ _____
odporná _____ velmi příjemná _____

INTENZITA VŮNĚ _____
neznatelná _____ velmi silná _____

CELKOVÁ PŘÍJEMNOST
CHUTI _____
odporná _____ velmi příjemná _____

CELKOVÁ INTENZITA
CHUTI _____
neznatelná _____ velmi silná _____

INTENZITA SLADKÉ
CHUTI _____
neznatelná _____ velmi silná _____

INTENZITA KYSELÉ
CHUTI _____
neznatelná _____ velmi silná _____

INTENZITA JABLEČNÉ
CHUTI _____
neznatelná _____ velmi silná _____

INTENZITA ZEMITÉ
CHUTI _____
neznatelná _____ velmi silná _____

INTENZITA ŠTIPLAVÉ
CHUTI _____
neznatelná _____ velmi silná _____

INTENZITA PACHUTÍ _____
neznatelná _____ velmi silná _____

POŘADOVÝ HEDONICKÝ TEST

Úkol: Předloženou sadu vzorků seřadte podle vzrůstající celkové příjemnosti/přijatelnosti a kódy vzorků запиšte podle vzrůstající oblíbenosti od nejhorší po nejlepší vzorek.

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. nejhorší | vzorek:..... |
| 2. | vzorek:..... |
| 3. | vzorek:..... |
| 4. | vzorek:..... |
| 5. | vzorek:..... |
| 6. | vzorek:..... |
| 7. | vzorek:..... |
| 8. nejlepší | vzorek:..... |

Příloha 3: Srovnání silice lemongrass (LG) a skořicové silice (CIN) v jednotlivých parametrech, bez ohledu na tepelné ošetření i různé koncentrace.

