

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Ocet – význam v potravinářství a vliv na lidské zdraví

Natálie Kubelková

Bakalářská práce

2024

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Natálie Kubelková**  
Osobní číslo: **C21091**  
Studijní program: **B0531A130024 Hodnocení a analýza potravin**  
Téma práce: **Ocet - význam v potravinářství a vliv na lidské zdraví**  
Zadávající katedra: **Katedra analytické chemie**

## Zásady pro vypracování

- Proveďte literární rešerši zabývající se octem, jeho výrobou, charakterizací a historický vývoj octárenství.
- Popište základní postupy pro výrobu octa včetně specifikace surovin a charakterizujte jednotlivé druhy octa. Zaměřte se také na možnosti falšování octa a možné vady octa.
- Prezentujte možnosti využití octa v oblasti potravinářství a medicíny a popište účinky octa na lidské zdraví s ohledem především na možné benefity v této oblasti.

Rozsah pracovní zprávy:  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Martin Adam, Ph.D.**  
Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **7. února 2024**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2024**

L.S.

---

**prof. Ing. Petr Němec, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Petr Česla, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2024

Prohlašuji:

Práci s názvem „Ocet – význam v potravinářství a vliv na lidské zdraví“ jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne:

.....

Natálie Kubelková

### Poděkování:

Na tomto místě bych chtěla poděkovat panu doc. Ing. Martinu Adamovi, Ph.D. za odborné vedení práce a cenné poznámky. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a partnerovi, kteří mi byli oporou po celou dobu mého studia.

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce pojednává o různých druzích octa podle země původu a vlivu octa na lidské zdraví. Je zde popsána historie a vznik octa, legislativní požadavky na výrobu nebo zaběhlé a novodobé způsoby výroby octa. Práce se zabývá i mikrobiální podstatou octa a možnostmi falšování octa nebo jeho dopady na lidskou společnost. Závěr práce je věnován sensorické analýze tří ochucených octů a hodnocení odpovědí respondentů různých věkových skupin.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Ocet, ochucený ocet, falšování octa, lidské zdraví, sensorická analýza

## **TITLE**

Vinegar – importance in the food industry and effect on human health

## **ANNOTATION**

This bachelor's thesis discusses the different types of vinegar according to the country of origin and the effect of vinegar on human health. The history and creation of vinegar, legislative requirements or well-established and modern methods of vinegar production are described. The work also deals with the microbial essence of vinegar or the possibilities of vinegar falsification and its effects on human society. The conclusion of the thesis is devoted to the sensory analysis of three flavored vinegars and the evaluation of the responses of respondents of different age groups.

## **KEYWORDS**

Vinegar, flavored vinegar, vinegar falsification, human health, sensory analysis

# Obsah

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....</b>	<b>9</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>	<b>10</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>1 HISTORIE A LEGISLATIVA OCTA.....</b>	<b>12</b>
1.1 Historie.....	12
1.2 Legislativa.....	14
<b>2 VZNIK OCTA.....</b>	<b>16</b>
2.1 Alkoholové kvašení.....	16
2.2 Octové kvašení.....	17
<b>3 MIKROBIÁLNÍ PODSTATA A OPTIMÁLNÍ PH OCTA.....</b>	<b>18</b>
3.1 Mikrobiální podstata octa.....	18
3.1.1 Kvasinky alkoholového kvašení.....	18
3.1.2 Bakterie octového kvašení.....	18
3.1.3 Bakterie mléčného kvašení.....	19
3.2 Vliv pH na mikrobiální podstatu octa.....	20
3.2.1 pH kvasinek alkoholového kvašení.....	20
3.2.2 pH bakterií octového kvašení.....	21
3.2.3 pH bakterií mléčného kvašení.....	21
<b>4 VÝROBA OCTA A VÝCHOZÍ SUROVINY.....</b>	<b>22</b>
4.1 Výchozí suroviny pro výrobu octa.....	22
4.1.1 Ethanol.....	22
4.1.2 Pitná voda.....	22
4.1.3 Živiny.....	23
4.2 Metody výroby octa.....	23
4.2.1 Orleánská metoda - povrchová metoda.....	23
4.2.2 Submerzní metoda.....	24
4.2.3 Metoda rychlého octářství.....	26
4.2.4 Fermentace octa v rotačním bubnovém bioreaktoru.....	26
<b>5 DRUHY OCTA.....</b>	<b>28</b>
5.1 Asijské druhy octa.....	28
5.2 Italské druhy octa.....	29
5.3 Španělské druhy octa.....	30

5.4	Tuniské druhy octa .....	31
5.5	Anglické druhy octa .....	32
6	FALŠOVÁNÍ OCTA.....	33
7	VYUŽITÍ OCTA .....	36
8	ÚČINKY OCTA NA ZDRAVÍ.....	37
8.1	Protinádorová aktivita octa.....	37
8.2	Účinky octa proti kardiovaskulárním chorobám.....	38
8.3	Antidiabetické vlastnosti octa .....	39
8.4	Antilipidemické účinky octa.....	40
8.5	Dermatologické účinky octa .....	41
9	VADY OCTA.....	43
10	SENZORICKÁ ANALÝZA OCHUCENÝCH OCTŮ .....	45
10.1	Příprava vzorků k analýze .....	45
10.2	Sběr dat .....	46
10.3	Výsledky .....	47
11	ZÁVĚR.....	50
12	POUŽITÁ LITERATURA .....	51



## Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: Vlastní fotografie octové matky z rýžového octa značky Vitasia .....	12
Obrázek 2: Vlastní fotografie kvasinek druhu <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	17
Obrázek 3: Bakterie <i>Acetobacter pasteurianus</i> .....	18
Obrázek 4: Bakterie <i>Lactobacillus acidophilus</i> .....	19
Obrázek 5: Schéma výroby tradičního balzamikového octa .....	23
Obrázek 6: Acetátor používaný pro výrobu octa submerzní metodou .....	24
Obrázek 7: Schéma výroby octa metodou rychlého octářství .....	25
Obrázek 8: Fotografie rotačního bubnového bioreaktoru .....	26
Obrázek 9: Fotografie čiroku obecného .....	27
Obrázek 10: Chromatogram vlevo zobrazuje přítomnost těkavých látek ve vzorcích komerčních octů, chromatogram vpravo zobrazuje přítomnost těkavých látek ve falešných octech .....	33
Obrázek 11: Vpravo muška octová a vlevo háďátko octové.....	42
Obrázek 12: Vinný ocet Condimento Italiano Bianco .....	44
Obrázek 13: Vzorky ochucených octů .....	45
Obrázek 14: Zastoupení ochucených octů podle nejvýraznější chuti .....	48
Tabulka 1: Účinky na zdraví u vybraných druhů octa .....	41
Tabulka 2: Znalost ochucených octů .....	46
Tabulka 3: Vztah ke konzumaci octa .....	46
Tabulka 4: Preferovaný ochucený ocet podle vůně .....	47
Tabulka 5: Preferovaný ochucený ocet podle chutě .....	47

## Seznam použitých zkratk

AAB – Acetic acid bacteria

(Bakterie octového kvašení)

FDA – Food and Drug Administration

(Úřad pro kontrolu potravin a léčiv)

GABA – Gamma-aminobutyric acid

(Gama-aminomáselná kyselina)

GC-FID – Gas chromatography with flame ionization detection

(Plynová chromatografie s plamenovou ionizační detekcí)

GC-MS – Gas chromatography with mass spectrometry

(Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií)

IGP – Protected Geographical Indication

(Chráněné Zeměpisné Označení)

LAB – Lactic acid bacteria

(Bakterie mléčného kvašení)

LDL – Low density lipoproteins

(Lipoproteiny s nízkou hustotou)

PCR – Polymerase chain reaction

(Polymerázová řetězová reakce)

PDO – Protected Designation of Origin

(Chráněné Označení Původu)

RDB – Rotary drum bioreactor

(Rotační bubnový bioreaktor)

SSF – Solid State Fermentation

(Fermentace v tuhé fázi)

## Úvod

Ocet se již po několik tisíciletí uplatňuje v různých odvětvích naší společnosti. Nejčastější uplatnění nachází jako dochucovadlo a při přípravě vybraných pokrmů, avšak především novodobé studie odhalily, že ocet lze využít pro zmírnění různých chorob. Překvapivé výsledky byly zjištěny například u protinádorové aktivity, kardiovaskulárních onemocněních, antilipidického účinku, dermatologického účinku a u zejména v dnešní době velmi diskutovaného onemocnění diabetes mellitus. Každá země má pro výrobní proces jednotlivých druhů octa svůj vlastní způsob, což se následně odráží na kvalitě, ceně a výše zmíněných účincích na lidské zdraví.

Zejména kvalitní a drahé octy, ale i octy střední kvality, jsou náchylnější k falšování. Ať už je proces výroby zaměřen za levnější kvasný způsob nebo je do octa přidávána kyselina octová a ocet kvasnému procesu nepodléhá, důsledky takového počínání mohou mít negativní vliv na lidské zdraví a ekonomiku. V dnešní době existují účinné metody pro rozlišení pravých a falešných octů, které jsou v této bakalářské práci popsány.

Ochucené octy jsou vyhledávaným zpestřením běžných octů a jejich tradice sahá téměř stejně daleko jako samotný vznik octa. Cílem této bakalářské práce byla výroba třech ochucených octů a jejich senzorycké hodnocení různými věkovými skupinami dotazníkovým šetřením. Cílem senzorycké analýzy bylo posoudit, který z ochucených octů nejlépe chutná, voní a zařadit jednotlivé vzorky octů do skupin podle nejvýraznější chuti (sladká, slaná, hořká a kyselá) po ochucení vybranými surovinami.

# 1 Historie a legislativa octa

## 1.1 Historie

Ocet je nejen důležitou surovinou v dnešní kuchyni, ale váže se k němu i velmi stará historie. Nejstarší známé použití octa se datuje do doby před více než 10 000 lety a první zmínky o prodávání ochuceného octa jako komerčního produktu pocházejí již z období přibližně 3 000 let před naším letopočtem. V tomto období byly nalezeny psané zmínky od Babylóňanů, kteří hovoří o zvláštním produktu, který vznikal při výrobě alkoholických nápojů [1,2]. Pro výrobu těchto alkoholických nápojů byly používány plody a míza datlovníků, které byly při kontaktu se vzduchem přeměněny na nový produkt, dnes známý jako ocet. Samotné slovo ocet neboli anglicky „vinegar“ pochází z francouzského slova „vinaigre“, což lze volně přeložit jako kyselé víno [1,3].

Kyselé víno vzniká právě reakcí vína se vzduchem, kdy zkyselí a nabude štiplavé chuti. Avšak Babylóňané nebyli jediným národem, který v minulosti objevil tuto snadnou výrobu octa. Další zmínky o octu pocházejí přibližně z roku 1 200 před naším letopočtem a byly nalezeny v Číně, ale také třeba i ve starověkém Řecku z roku 400 př. n. l., kde Hippokrates, jeden z nejznámějších lékařů starověku, doporučoval jablečný ocet smíchaný s medem jako lék na nachlazení a kašel. Ocet byl používán například i k dezinfekci a čištění ran nebo jako osvěžující nápoj „posca“, jak jej nazývali Římští vojáci [4].

V historii lze nalézt i téměř neuvěřitelné příběhy o využití octa, jako například z roku 218 př. n. l., kdy kartaginský vojevůdce Hannibal použil ocet pro překročení Alp a napadení Itálie. Toto tvrzení pochází z knihy „Historie Říma“, jejíž autor Titus Livius popisuje osud Hannibalových vojáků, kteří se měli prosekat skrz skálu při postupu přes Alpy. Vojáci pokáceli velké množství vysokých stromů, které poskládali k oné skále, která jim bránila v postupu a při silném větru hromadu stromů zapálili. Když byla skála dostatečně rozžhavená, lili na ni ocet, který vojáci pili jako kyselé víno. Po polití octem se skála začala drolit a vojáci se snadno dostali skrz ni [1,5].

V pozdější historii vojáci ve Francii octem čistili svá děla. Král Ludvík XIII., který žil na začátku 17. století, utratil až 1,3 milionu franků za ocet po každé vybojované bitvě, aby jím byla všechna děla zcela vyčištěna. V historii lze nalézt i tragické zmínky o využití octa. Jedním z těchto příběhů je používání olovnatého cukru, který se vyráběl nalitím octa na olovo a sladil se jím mošt. Následkem požití vzniklého toxického octanu olovnatého však zemřel nejen

konzument. Avšak tyto zdraví škodlivé účinky byly objeveny až během 19. století, do té doby byl olovnatý cukr běžně používán [1].

Do středověku byl ocet vyráběn pomocí jednoduchého přírodního postupu, a až poté začal být vyráběn průmyslově. V roce 1394 byl vyvinut kontinuální způsob výroby skupinou obchodníků s vínem, který je znám jako Orléanská metoda. Při této metodě byly ke kvašení používány dubové sudy a ocet byl odpouštěn kohoutkem na dně sudu. V barelu bylo ponecháno 15 % zbytkové octové matky, tedy houbovitého útvaru s vysokým obsahem bakterií a kvasinek, které přispívají ke kvalitě octa. Poté bylo do sudu přidáno nové čerstvé víno nebo jablečný mošt a proces se opakoval. Avšak octárenský průmysl se rozmohl především ve Francii v období renesance, kde byly vyráběny různé ochucené octy s kořením, bylinkami, ovocem, ale i květinami a na počátku 18. století bylo zaznamenáno více než 100 druhů macerovaných octů [1,2].

V 18. století začal být ocet zkoumán i z vědeckého hlediska. Mezi významné historické vědce, kteří dospěli k významným objevům v oblasti octářství, patří například Johann Wolfgang Döbereiner, který žil mezi lety 1780 až 1849. J. W. Döbereiner byl německý chemik, kterého v dětství naučila jeho matka výrobu 16 různých druhů octa. Znalost chemie ho v roce 1823 přivedla k sepsání velmi známé rovnice (1) uvedené v kapitole 2, tedy že ethanol za přítomnosti kyslíku je přeměněn na kyselinu octovou a vodu. Avšak po zmínce o těchto třech chemických prvcích (uhlík, vodík a kyslík) trvalo Döbereinerovi 8 let, než správně sestavil jejich symboly a napsal rovnici (1) výše zmíněné fermentace octa. Döbereiner také popsal octovou matku jako plísňový porost [1,6]. Octová matka z rýžového octa značky Vitasia je zobrazena na obrázku 1.



Obrázek 1: Vlastní fotografie octové matky z rýžového octa značky Vitasia

Velmi známým vědcem, který se proslavil nejen svými objevy ohledně octa, je Louis Pasteur, který žil mezi lety 1822 až 1895. Pasteur identifikoval pět kritérií nezbytných pro výrobu octa. Prvním z kritérií je alkohol. Ten se do procesu výroby octa přidával především ve formě vína, cideru, ale i jiných alkoholických nápojů. Druhým z kritérií je vzduch, a to konkrétně kyslík, který je nezbytný pro růst bakterií octového kvašení. Třetí a velmi důležitou komponentou při výrobě octa je ferment. Ten Pasteur popsal jako mikroorganismus *Mycoderma aceti* o velikosti tisíciny milimetru. Předposlední nezbytnou přísadou jsou živiny jako jsou cukr a bílkoviny přirozeně přítomné ve víně, které podporují růst bakterií. Pátým kritériem je vhodná teplota. Ta by se podle něj měla pohybovat v rozmezí 20 a 35 °C. Posledním zde zmíněným a velice důležitým vědcem, kterého nelze opomenout, je Martinus Willem Beijerinck, který žil mezi lety 1851 až 1931. Jedná se o jednoho ze zakladatelů moderní mikrobiologie. Martinus Willem Beijerinck byl prvním vědcem, který nazval bakterie kyseliny octové svým dodnes používaným názvem „*Acetobacter aceti*“, a to již v roce 1898. Zmínil také 4 druhy bakterií kyseliny octové a tvrdil, že v budoucnu by jich mohlo být i mnohem více. Toto tvrzení nakonec bylo pravdivé, protože do roku 2009 bylo nalezeno 59 druhů těchto bakterií [1,6].

## 1.2 Legislativa

S octem se pojí spousta legislativních pravidel. Jednou z vyhlášek České republiky je vyhláška Ministerstva zemědělství č. 248/2018 Sb., o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí. Ta například určuje to, že je k výrobě kvasného vinného nebo ovocného octa používán ocet kvasný lihový, přičemž kyselina octová pocházející z kvasného lihového octa se může vyskytovat v hotovém výrobku v podílu maximálně 49 %. Tato vyhláška také klade nové nároky na označování kvasného octa. Je nutné, aby byl daný ocet označen druhem, skupinou a podskupinou nebo druhem a skupinou. Dále by zde neměly chybět údaje o kyselosti daného kvasného octa, a to v % obj.. Lze zde najít i přesné rozdělení kvasného octa, a to na tři skupiny podle toho, jestli je daný kvasný ocet lihový, ovocný nebo vinný. Tato vyhláška dále uvádí, že kromě těchto tří skupin lze kvasný ocet rozdělit na podskupiny podle toho, jestli je nebo není ochucený [7].

Dále lze najít normu ČSN EN 13188, která stanovuje pravidla pro výrobu kvasného octa. Lze se zde dozvědět například, jaké pomůcky jsou při výrobě octa povoleny. Pro výživu octových bakterií mohou být využity organické látky, jakými jsou například sladové přípravky a tekutý škrob, ale také anorganické látky jako fosfáty nebo amonné soli. V neposlední řadě tato norma

specifikuje reziduální obsah alkoholu v objemových procentech (% obj.) pro různé typy octa. Například kvasný ocet by neměl obsahovat víc než 0,5 % obj. alkoholu, zatímco vinné octy mohou obsahovat až 1,5 % obj.. Různé speciální octy mohou pak obsahovat maximálně 3 % obj. alkoholu [8].

S různými předpisy spojenými s octem se lze setkat po celém světě. Příkladem i ruská norma GOST R 52499-2005, která se také zabývá octovými výrobky, a především jejich technickými požadavky, jeho složením a minimálním obsahem kyseliny octové. Dále udává přesné značení na etiketách včetně uvedení informací o složení, trvanlivosti, výrobci a dalších relevantních údajů. Lze se zde také setkat s různými metodami pro kontrolu nebo vyhodnocení kvality octa [9].

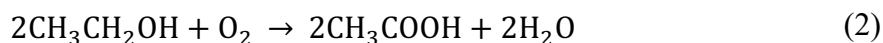
Některé státy naopak žádné speciální směrnice o výrobě a distribuci octa nemají. Takovým státem je třeba USA, kde některá pravidla nastavuje FDA (Food and Drug Administration) v Compliance Policy Guide „CPG Sec. 525.825 Vinegar, Definitions-Adulteration with Vinegar Eels“. Zde se lze dozvědět, jak se v této zemi charakterizují jednotlivé druhy octa nebo například že přírodní octy musí obsahovat minimálně 4 gramy kyseliny octové na 100 ml octa. Pokud je ocet zředěný vodou, musí být skutečný obsah kyseliny octové a fakt, že je ocet zředěný vodou, vyznačen na etiketě [10].

## 2 Vznik octa

Fermentace je zásadní proces při výrobě octa, během kterého se chemickými a mikrobiálními účinky modifikuje mnoho těkavých sloučenin, polyfenolů a organických kyselin. Ocet se vyrábí dvoustupňovým fermentačním procesem. Prvním stupněm je anaerobní přeměna zkvasitelných cukrů na ethanol za pomoci kvasinek druhů *Saccharomyces*, neboli alkoholové kvašení, což je popsáno rovnicí (1) [2].



Druhým stupněm, který je známý jako octové kvašení, je proces oxidace ethanolu příslušnými bakteriemi na kyselinu octovou. Komerčně jsou využívány bakterie rodu *Acetobacter*, přestože schopnost produkce kyseliny octové je obecně známa i u řady jiných bakterií. Proces oxidace ethanolu lze popsat rovnicí (2) [11].



### 2.1 Alkoholové kvašení

Alkoholové kvašení má velmi rychlý průběh a obvykle během prvních 3 týdnů je vyčerpána většina zdrojů cukrů z výchozích surovin. Tato fáze kvašení závisí na proměnných parametrech. Jednou z proměnných v tomto procesu je doba fermentace. Například u ovocných moštů platí, že doba fermentace závisí na použitém ovoci, obsahu cukru a fyzikálních vlastnostech nebo v jakém stavu je využito (tzn. šťáva, drť, dřev a další). Doba procesu by mohla být ovlivněna také koncentrací mikroorganismů nebo teplotou fermentace. Podobně lze alkoholové kvašení provádět spontánním kvašením nebo pomocí startovací kultury, což opět ovlivňuje dobu trvání procesu a vlastnosti konečného produktu. Obvykle se zvýšením teploty fermentace zvýší také její rychlost, přičemž ale příliš vysoká teplota by mohla naopak vést k inhibici růstu mikroorganismů. Teplotní tolerance je však také závislá na koncentraci cukru. Například bylo zjištěno, že fermentace melasy při 35 °C byla možná při koncentraci 20 % cukru, ale ne při koncentraci 22 %. Obvyklé hodnoty obsahu cukru v médiu pro nejvyšší rychlost fermentace by neměly přesáhnout 20 % [2,12].

Je třeba také podotknout, že alkoholové kvašení cukrů vytváří spoustu vedlejších produktů, jako je třeba glycerol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ), jenž je po ethanolu alkoholem, který je nejrozšířeněji využívaný bakteriemi octového kvašení. Nadbytek glycerolu však může snížit výtěžek ethanolu například během výroby vína. Produkci glycerolu během alkoholové fermentace ovlivňuje například



teplota nebo koncentrace cukru, ale také provzdušňování. Glycerol ale působí jako zdroj uhlíku pro druhy *Acetobacter* a chrání je před náročnými podmínkami, jako je například nepříznivé pH. Tímto způsobem mohou bakterie kyseliny octové přežívat a růst po dlouhou dobu v médiu obsahujícím glycerol. Bakterie kyseliny octové mohou využívat glycerol jako zdroj uhlíku a transformovat jej na dihydroxyaceton ( $C_3H_6O_3$ ), a proto je poměr ethanolu a glycerolu dalším klíčovým parametrem kvality octa [12].

## 2.2 Octové kvašení

Octové kvašení začíná v procesu výroby poté, co je cukr přeměněn na ethanol. Ten je následně oxidován na kyselinu octovou. Jedná se o reakci závislou na kyslíku, a proto s tím, jak množství kyslíku při alkoholovém kvašení klesá a cukr je vyčerpán, musí se koncentrace kyslíku opět zvýšit, aby mohlo dojít k octovému kvašení. Během této fáze fermentace nastávají velké změny v mikrobiálním prostředí [3,12].

Vysoká koncentrace ethanolu na počátku a příliš kyselé podmínky prostřední v konečném stádiu ukazují, že většina přítomných bakterií jsou bakterie octového kvašení, které jsou vůči tomuto prostředí odolné. Biotransformace ethanolu na kyselinu octovou je tedy především prováděna tímto typem bakterií. Metabolismus octových bakterií je tedy aerobní, mohou však přežít i za anaerobních podmínek nebo s velmi nízkými koncentracemi kyslíku, jelikož mají možnost používat chinony místo kyslíku jako konečný akceptor elektronů [12,13].

Optimální teplota růstu těchto bakterií je mezi 25 a 30 °C, přičemž maximální teplota, kterou jsou schopné tolerovat, dosahuje až 40 °C. Jelikož je oxidace ethanolu na kyselinu octovou exotermická reakce, nadměrné teploty by mohly zničit octové bakterie a zvýšit odpařování těkavých sloučenin, jako jsou ethanol nebo kyselina octová. Pokud by k něčemu takovému došlo, mohla by být ovlivněna výsledná kvalita a výtěžnost octa. Aby se zamezilo těmto negativním vlivům, měl by být fermentor vybaven systémy pro odvod tepla, jako jsou chladičí spirály. Bylo ale prokázáno, že mírným zvýšením teploty fermentace lze zvýšit výtěžnost daného procesu, což by však mohlo podpořit oxidační procesy nebo ztrátu aromatických složek. Jako vhodné řešení se doporučuje použití teplotních gradientů, které by proces zpomalily a zároveň by zamezily těmto nepříjemným problémům [12,14].

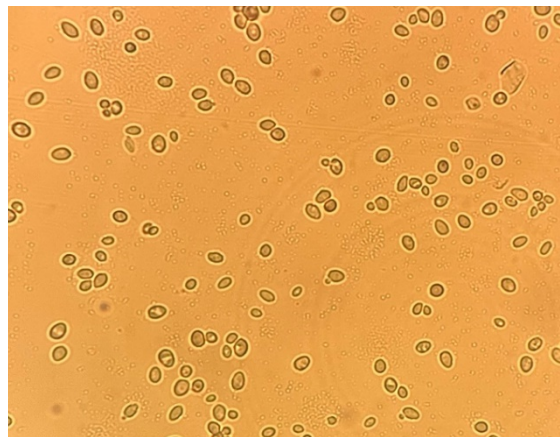
## 3 Mikrobiální podstata a optimální pH octa

### 3.1 Mikrobiální podstata octa

Jak už bylo zmíněno v kapitole o vzniku octa, výroba octa silně závisí na obsahu mikroorganismů. Ty jsou zodpovědné například za jeho charakteristické senzorické vlastnosti, ale také za některé negativní vlastnosti, které vznikají kontaminací nevhodnými mikroorganismy. V octě lze zaznamenat především bakterie octového kvašení, bakterie mléčného kvašení nebo kvasinky alkoholového kvašení.

#### 3.1.1 Kvasinky alkoholového kvašení

Při vzniku octa je přeměna cukrů na ethanol, tedy první fáze fermentace, jedním z nejdůležitějších procesů. Jak už bylo zmíněno dříve, alkoholové kvašení je zapříčiněno kvasinkami, a to především druhem *Saccharomyces cerevisiae*. Tyto kvasinky rostou v přítomnosti ovocných cukrů, které se v ovoci přirozeně vyskytují. Jako zdroj ovocných cukrů se běžně používá například hroznové víno pro výrobu vína nebo třeba jablka pro výrobu ciderů. Další výskyt těchto kvasinek lze najít na dřívě hydrolyzovaném škrobu z obilovin, což je typické třeba pro výrobu piva [15]. Obrázek 2 zachycuje kvasinky druhu *Saccharomyces cerevisiae*.



Obrázek 2: Vlastní fotografie kvasinek druhu *Saccharomyces cerevisiae*

#### 3.1.2 Bakterie octového kvašení

Bakterie octového kvašení (AAB) patří mezi gramnegativní obligátně aerobní bakterie řazené do čeledi *Acetobacteraceae* ze třídy *Alphaproteobacteria*. Jsou to zástupci rodů *Acetobacter*,

*Gluconobacter*, *Gluconacetobacter*, *Acidomonas*, *Asaia*, *Kozakia*, *Swaminathania*, *Saccharibakter*, *Neoasaia*, *Granulibacter*, *Tanticharoenia*, *Ameyamaea*, *Neokomagataea* a *Komagataeiba*. O mnoha kmenech *Acetobacter* a *Komagataeibacter* je známé, že mají vysokou schopnost fermentace kyseliny octové nebo třeba odolnost vůči kyselině octové a ethanolu, což je považováno za velmi užitečné vlastnosti pro průmyslovou výrobu kyseliny octové a samotného octa. AAB jsou bakterie, které přirozeně produkují kyselinu octovou z ethanolu. Jedná se o bakterie, které jsou velice rozšířené ve sladkých nebo kyselých látkách v přírodě nebo v nápojích obsahujících alkohol [6,14].

Ačkoli jsou AAB ve spoustě aplikacích používány jako cenné biokatalyzátory, jsou také známy i jako „kazící“ bakterie, a to třeba při výrobě alkoholických nápojů, kde je fermentace na kyselinu octovou nepříznivá. Zatímco většina těchto bakterií je považována za bezpečné bakterie pro zpracování potravin, jsou známy případy, kde jsou některé z kmenů spojeny s lidskými infekcemi. Symptomy způsobené infekcí a kolonizací AAB jsou sice zřídka kdy hlášeny, ale v dnešní době se objevují stále častěji, a to především u pacientů se základními chronickými nemocemi, jako je cystická fibróza, nebo u pacientů s historií intravenózního užívání drog [3,6]. Obrázek 3 zobrazuje AAB druhu *Acetobacter aceti*.



Obrázek 3: Bakterie *Acetobacter aceti* [16]

### 3.1.3 Bakterie mléčného kvašení

Bakterie mléčného kvašení (LAB) lze rozdělit podle fermentačních produktů na bakterie homofermentativní a heterofermentativní. Primárním produktem homofermentativních bakterií je kyselina mléčná, zatímco bakterie heterofermentativní syntetizují nejen kyselinu mléčnou,

ale i další produkty, jako jsou kyselina octová, alkohol a oxid uhličitý. Kromě AAB lze tedy v octě najít i LAB, které se hojně vyskytují ve většině fermentovaných produktů. LAB se skládají z velice rozmanité skupiny tyčinkových nebo kokovitých, nesporetvorných organismů. Mezi kmeny přiřazené k LAB rodům patří třeba *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Weissella* a *Streptococcus*, které byly například identifikovány v tradičním čínském obilném octě [17]. Na obrázku 4 lze vidět strukturu probiotických bakterií *Lactobacillus acidophilus*.



Obrázek 4: Bakterie *Lactobacillus acidophilus* [18]

## 3.2 Vliv pH na mikrobiální podstatu octa

### 3.2.1 pH kvasinek alkoholového kvašení

Obecně kvasinky alkoholového kvašení nejlépe rostou při pH 3 až 5. Naopak při neutrálním pH mívají někdy s růstem problém. Ani u těchto kvasinek dobrý růst nezávisí pouze na hodnotě pH. Kvasinky alkoholového kvašení preferují kyselé substráty a energicky fermentují cukry v koncentracích do 20 %, proto je také důležitý parametr pro růst kvasinek obsah cukru. Pokud je tato koncentrace vyšší než 20 %, fermentační metabolismus se zpomaluje. A jestliže je koncentrace cukru nad 50 %, může dojít k inhibici růstu a metabolismu většiny druhů kvasinek, jelikož se tím nadměrně zvýší osmotický tlak. Některé druhy, které patří do rodu *Saccharomyces*, se množí rychleji než jiné druhy kvasinek, protože podmínky fermentace jsou pro jejich růst vhodnější. Z tohoto důvodu pouze několik osmotolerantních druhů, jakými jsou třeba *S. cerevisiae* a *S. cerevisiae* var. *bayanus*, může dobře růst a metabolizovat při některých speciálních podmínkách octové fermentace, jako jsou například fermentace při vysoké teplotě nebo fermentace s vysokou koncentrací cukru [19].

### **3.2.2 pH bakterií octového kvašení**

Příznivé pH pro růst bakterií octového kvašení by se mělo pohybovat v rozmezí od pH 5,5 do pH 6. Podle několika studií bylo však zjištěno, že tyto bakterie dokážou stále přežít i při pH 3,0, a dokonce že některé kmeny, které byly izolovány z provzdušňovaného média, dokázaly přežít i pH 2,0. Podle skupin kmenů a jejich toleranci k různému pH, které se podílejí na vzniku octa, lze bakterie rozdělit na 3 skupiny. První skupinou jsou acidofilní kmeny, které se nejhojněji vyskytují při pH 3,5. Druhou skupinou jsou acidotolerantní kmeny, které rostou při pH v rozmezí od 3,5 až 6,5. Třetí skupinou jsou kmeny acidofobní. Ty prosperují při hodnotách pH, které jsou vyšší než 6,5. Není ovšem výjimkou, že může docházet k postupnému vývoji od acidofobních k acidotolerantním kmenům, a poté až ke kmenům acidofilním, a to v důsledku delší doby setrvání při nižších hodnotách pH a vysoké koncentraci kyseliny octové [5].

### **3.2.3 pH bakterií mléčného kvašení**

Bakterie mléčného kvašení se řadí mezi acidofilní, což jim umožňuje přežít v prostředí s relativně nízkým pH, které se obvykle pohybuje mezi hodnotami 4,5 a 7,0. Důvodem toho, že LAB vykazují menší citlivost na zvýšenou aciditu prostředí, jsou enzymy metabolismu argininu a to, arginindeiminázou a arginázou. Stejně jako u bakterií octového kvašení, množení LAB však nezávisí pouze na hodnotě pH. Důležité je i teplotní rozpětí. Výhodou je, že se LAB mohou množit v širokém teplotním rozmezí, které se pohybuje od 10 °C do 45 °C. LAB hrají také významnou roli při zvýrazňování chuti a vůně octa [20].

## **4 Výroba octa a výchozí suroviny**

### **4.1 Výchozí suroviny pro výrobu octa**

Pro úspěšný vznik octa je nutné při výrobě použít tři základní suroviny. Za základní suroviny jsou považovány ethanol, živiny a vodu, které jsou popsány v následujících odstavcích.

#### **4.1.1 Ethanol**

Ve světě se ethanol stal významným obnovitelným zdrojem energie, který je primárně vyráběn ze sacharidů. Pro produkci ethanolu je velmi důležitý výběr surovin pro výrobu ethanolu, především s ohledem na složení sacharidů. K výrobě ethanolu je možné použít každou plodinu nebo rostlinu, která obsahuje škrob nebo cukr. Běžný postup pro výrobu ethanolu začíná mletím plodin. Dalším krokem je rafinace rozmleté plodiny, z níž se získá cukr, škrob nebo celulóza, které jsou převedeny na zkvasitelné cukry. Tento cukr se následně fermentuje podle rovnice (1) uvedené v kapitole 2, přičemž kvasinky se při tomto fermentačním procesu používají jako katalytický prvek [21].

Při výrobě octa je ethanol používán jako hlavní zdroj uhlíku a lze ho nalézt v řadě alkoholických nápojů, jakými jsou především ovocná vína, pivo, prokvašená sladina nebo ředina z denaturátu, která se připravuje pomocí rafinovaného alkoholu a denaturačního činidla. Pokud je ethanol vyčerpán z média při octovém kvašení, může docházet ke stejným účinkům, jako když je v médiu nedostatek kyslíku [21].

V České republice je k výrobě octa používán nejvíce rafinovaný líh, který se dá vyrobit ze surového lihu bramborového, obilného nebo melasového.

#### **4.1.2 Pitná voda**

K výrobě octa je používána voda, která odpovídá normě pro pitnou vodu. Nejznámější vyhláškou pro pitnou vodu je vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Tato vyhláška například stanoví, že aby byla voda klasifikována jako pitná, musí mít vhodné fyzikálně-chemické vlastnosti, které by nepředstavovaly ohrožení na zdraví pro její uživatele. Je také nutné, aby tato pitná voda neobsahovala parazity, mikroorganismy nebo látky v takové koncentraci, které by mohly uživatelům způsobit újmu na zdraví. U pitných vod se dá také uměle snížit obsah vápníku nebo

hořčíku. Je ovšem důležité, aby tento obsah nebyl nižší než 10 mg/l pro hořčík a 30 mg/l pro vápník [22].

Konkrétně pro výrobu octa je obvykle používána měkká voda, která obsahuje maximálně 70 mg/l vápníku.

### **4.1.3 Živiny**

K většině surovin pocházejících z přírodních zdrojů, jako například některé ovoce vhodné pro výrobu octa, není nutné dodávat živiny. Avšak některé druhy hroznového vína je nutné před biosyntézou octa obohatit o dusíkaté látky, jelikož mohou trpět jejich nedostatkem, tudíž samotná biosyntéza octa probíhá mnohem pomaleji.

Živiny je nutné dodávat octům, které jsou vyráběny z roztoků lihu. Pro zvýšení produkce kyseliny octové je nutné do vyráběného octa přidávat živiny v podobě různých solí, kterými jsou především soli draslíku, hořčíku, sodíku, vápníku a amonného kationtu ve formě síranů, chloridů nebo fosforečnanů. Dále je zde přidávána také glukóza a pro správné fungování bakterií musí být přítomny i ionty prvků Fe, Co, Mn, Cu, Zn, Mo a V, a to ve stopových množstvích. Živné soli obchodních preparátů pak mohou obsahovat třeba sladinu nebo kvasničný extrakt, po kterém dochází k rychlému nastartování oxidace ethanolu.

## **4.2 Metody výroby octa**

Existuje několik způsobů výroby octa, ale komerčně se používají především 2 způsoby. Prvním způsobem je metoda nazývaná jako „povrchová metoda“, tento způsob je též známý pod názvem „Orleánská metoda“. Druhou metodou je „submerzní metoda“, která je pro svou výkonnost pro dnešní průmysl nejtatraktivnější, a tudíž nejvíce používaná. Využívána je i „metoda rychlého octářství“, která se provádí ve vysokých kádích. V dnešní době ovšem lze zaznamenat také nové způsoby výroby octa, jako je třeba fermentace octa v rotačním bubnovém bioreaktoru.

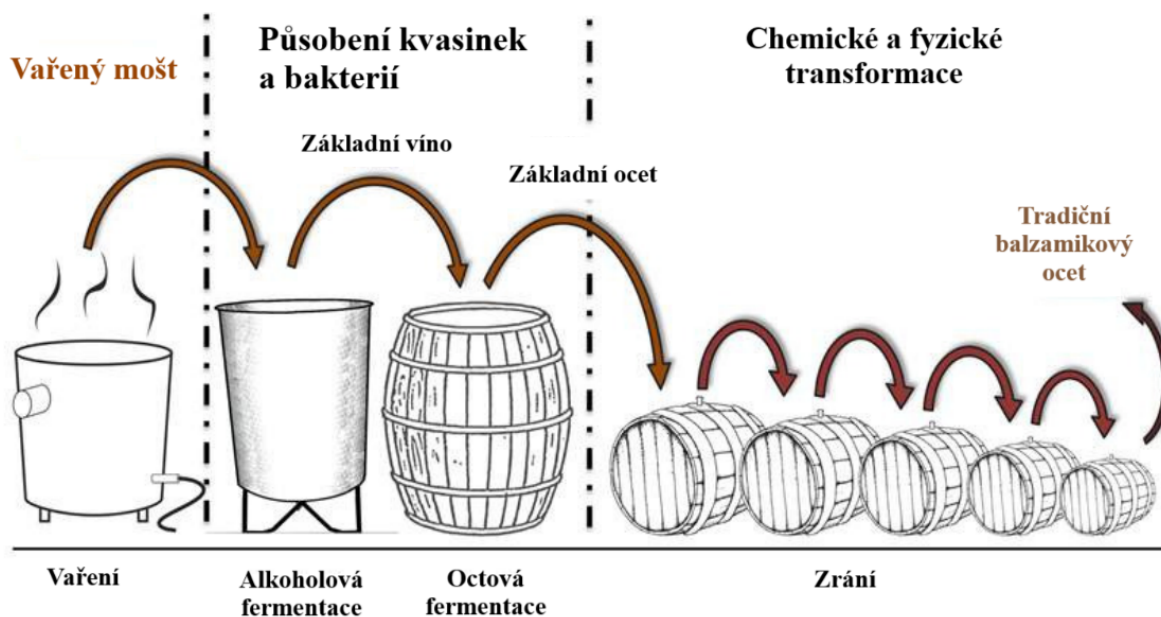
### **4.2.1 Orleánská metoda - povrchová metoda**

Orleánská metoda je známa jako jedna z nejstarších metod výroby octa a dnes je používána spíše pro tradiční octy než pro komerční výroby. Na samém začátku je například fermentovaná

ovocná šťáva (především se jedná o víno, tedy výrobu vinného octa) umístěna do dřevěné kádě nebo sudu, který má vysoký poměr průměru a výšky [5].

Během prvního týdne se spustí octové kvašení. Po ukončení prvního týdne je kapalina převedena do jiné nádoby. Octové kvašení touto metodou je však velmi pomalé, jelikož probíhá pouze na povrchu kapaliny, a právě díky tomuto faktu je tato technika nazývána jako „povrchová metoda“. Přeměnu alkoholu na kyselinu octovou zajišťuje pouze dostatek rozpuštěného kyslíku na povrchu kapaliny [5].

Tento typ fermentace trvá 8 až 14 týdnů a celý proces závisí na různých faktorech, jako jsou například teplota fermentace nebo dostatek dodávaného kyslíku, přičemž je důležité, aby měl vznikající ocet dostatek kyslíku. Na druhou stranu je taky důležité, aby nebyl roztok překysličen, jelikož i to snižuje výtěžnost octa. Důležité je také počáteční složení alkoholového roztoku nebo povaha mikroorganismů. Výsledným produktem je zakalený ocet, který obsahuje přibližně 6 % kyseliny octové a přibližně 0,5 % zbytkového ethanolu. Obrázek 5 zobrazuje výrobu italského balzamikového octa, který je tradičně vyráběn pomocí povrchové metody.



Obrázek 5: Schéma výroby tradičního balzamikového octa. Převzato a upraveno [23]

#### 4.2.2 Submerzní metoda

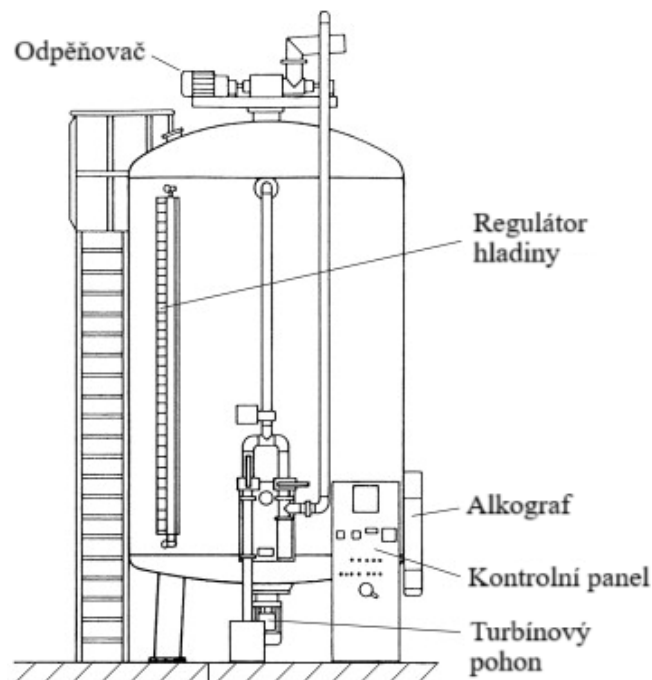
Tato metoda byla zavedena pro výrobu octa na počátku 20. století. Jedná se o metodu, při které se při fermentaci dodává kyslík, díky čemuž dochází k urychlení průmyslové výroby a používá se především na výrobu vinného octa. Tento systém se skládá z nerezových fermentačních nádrží o objemu 10–40 tisíc litrů, systému přívodu vzduchu, systému řízení pěny, chladicího



systemu, ale také napouštěcích a vyprazdňovacích ventilů. Obvykle se u těchto zařízení na vstupu pracuje s koncentracemi ethanolu vyššími než 6 % a jejich výkon je přibližně třikrát vyšší než u metody rychlého octáření [2,5].

Fermentační nádrže jsou provzdušňovány ode dna, takže fermentace probíhá jak na povrchu, tak i ve fermentačním médiu a bakterie jsou volně rozptýleny v celém objemu. Submerzní metoda zahrnuje tři hlavní fáze. První fází je napuštění suroviny a naočkování do fermentačního média. Druhou fází je samotná fermentace, a nakonec dochází k izolaci finálního produktu, kde část hotového produktu se sice izoluje, ale další část je ponechána v nádobě a slouží k naočkování dalšího cyklu výroby [2].

V případě, že by byl fermentor úplně vyprázdněn, byly by bakterie potřebné pro výrobu octa odebrány společně s produktem, což je pro další cyklus nevýhodné. Výhodnější je tedy vyprázdnit pouze část fermentoru a zbytek ponechat pro výrobu octa v dalším cyklu. Obecně je míra acetifikace, což lze charakterizovat jako zvýšení octového stupně (tedy množství kyseliny octové ve vyráběném octu) v průběhu času, vysoká a doba jednoho cyklu se pohybuje v rozmezí 48 až 72 hodin. Výsledným produktem je zakalený ocet s obsahem 11–12 % kyseliny octové. Zakalení octa je dáno nadměrným množstvím bakterií, tudíž musí být následně vyčeřen, filtrován a v některých případech i pasterizován. Obrázek 6 zobrazuje acetátor pro výrobu octa submerzní metodou.



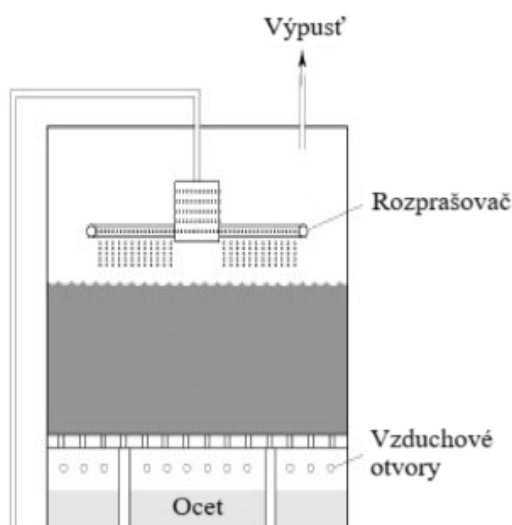
Obrázek 6: Acetátor používaný pro výrobu octa submerzní metodou. Převzato a upraveno[24]

### 4.2.3 Metoda rychlého octářství

Metoda rychlého octářství byla zavedena v první polovině 19. století a měla sloužit jako rychlejší obdoba Orleánské metody. Zpočátku byl celý proces prováděn pomocí malých očetnic, které byly později nahrazeny za efektivnější „Fringsovy velkoocetnice“. Tyto velkoocetnice se dají rozdělit na tři části. Hlavní část se nachází ve středu velkoocetnice. Zde jsou bakterie přichycovány na povrch bukových hoblin, což vytváří jakýsi sliz tvořený primárně z polysacharidů, který lze nazývat jako „mázdra“.

Horní prostor je určený k regulaci průtoku substrátu a od střední části je oddělen děrovaným dnem. Třetí hlavní částí je spodní sběrný prostor, který slouží ke sběru substrátu nebo popřípadě i samotného octa. Jedná se tedy o cyklický proces, který se opakuje až do zbytkové koncentrace ethanolu 0,3 %.

Celý jeden cyklus trvá kolem 7–8 dní, přičemž nejvyšší rychlost oxidace probíhá mezi 3.–5. dnem. Ve srovnání s Orleánskou metodou může být metoda rychlého octářství klidně i 12–14× rychlejší. Výsledným produktem je zde čirý ocet, který obsahuje přibližně 11 % kyseliny octové. Obrázek 7 zobrazuje výrobu octa metodou rychlého octářství.



Obrázek 7: Schéma výroby octa metodou rychlého octářství. Převzato a upraveno [24]

### 4.2.4 Fermentace octa v rotačním bubnovém bioreaktoru

Tato moderní technika výroby octa, která je v Číně teprve ve fázi výzkumu a vývinu, by v budoucnu mohla být alternativní cestou ke zvýšení produkce octa. Zejména tradiční fermentace čínského octa se vyznačuje nízkým stupněm mechanizace, což znamená, že jsou tu kladeny velké nároky na pracovní sílu a také se vyznačuje nízkou efektivitou výroby.

Pro tuto studii byl navržen rotační bubnový bioreaktor (RDB), který se skládal z bubnu, motoru, přívodu materiálu, přívodního potrubí vody, přepážky, vzduchového dmyhadla, přívodního a odvětrávacího potrubí, síťovaného talíře, který je během procesu proléván octem, a ovladače. Tento bioreaktor byl navržen na principech fermentace v tuhé fázi (SSF). SSF zahrnuje tři hlavní kroky a těmi jsou zcukernatění, alkoholová fermentace, a nakonec fermentace kyseliny octové. Při fermentaci byly v den 0 zavedeny fermentační složky (rýžová mouka, otruby, rýžové plevele, vody a Daqu<sup>1</sup>). Každý druhý den byl otevřen napouštěcí ventil octa a byla odebrána zápara. Dvacátý čtvrtý den byl proces fermentace ukončen [13].

Ve studii, která se věnovala této problematice, bylo zjištěno, že oproti tradiční metodě výroby čínského octa byla metoda za použití reakčního bubnového bioreaktoru až o 6 dní kratší a výtěžnost kyseliny octové v surovém octu byla o 5,1 % vyšší než u tradiční fermentace. Bylo také zjištěno, že obsah alkoholu, redukujícího cukru, celkové kyselosti a amoniakálního dusíku vykazoval stejné trendy jak u RDB, tak i u tradičního způsobu výroby [13]. Obrázek 8 zachycuje speciálně navržený rotační bubnový bioreaktor pro výrobu čínského octa.



Obrázek 8: Fotografie rotačního bubnového bioreaktoru [13]

---

<sup>1</sup> Daqu je tradiční čínský likér používaný jako „startér“ pro fermentaci.

## 5 Druhy octa

Jednotlivé druhy octa lze klasifikovat například podle země původu nebo podle toho, v jaké zemi se daný druh octa využívá nejvíce. Jelikož v dnešní době existuje nespočet různých druhů octa, byly v této bakalářské práci popsány pouze ty nejznámější nebo nejzajímavější.

### 5.1 Asijské druhy octa

Jedním z nejznámějších druhů octa, který se začal vyrábět v Číně, je sečuánský ocet. Pro jeho výrobu je využíváno až 108 v Číně dostupných léčivých bylin, přičemž fermentace octa je zahájena přidáním tekutého extraktu z listů rdesna pepříku (*Polygonum hydropiper* L.). Listy rdesna mají podle teorie tradiční čínské medicíny štiplavou chuť a mírné léčivé vlastnosti. Používán je pro zmírnění některých onemocnění, jako jsou například úplavice, průjmy nebo svědění při kožních onemocněních [5,25].

V severní Číně je pak nejoblíbenější zralý ocet Shanxi. Jedná se o obilný ocet, který se vyrábí spontánní fermentací v tuhé fázi a jako hlavní materiál pro fermentační proces je používán čirok obecný (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Čirok je považován za pátou nejpěstovanější obilninu na světě. Tato obilnina je nejčastěji používána jako krmivo, ale v dnešní době je možné jej použít jako zdroj zkvasitelných cukrů na výrobu obnovitelných paliv nebo chemikálií [4,26]. Fotografie na obrázku 9 zachycuje čirok obecný.



Obrázek 9: Fotografie čiroku obecného [27]

Tradičně připravovaný rýžový ocet je dalším z běžně používaných octů v asijské kuchyni, a to především v kuchyni korejské, japonské, čínské a vietnamské. Rýžový ocet se po celou historii vyráběl z fermentované rýže nebo rýžového vína. V dnešní době je velmi oblíbený ocet z hnědé rýže. U octa z hnědé rýže se totiž předpokládá, že má spoustu zdraví prospěšných účinků, jako jsou třeba účinky detoxikační, antioxidační, antialergické a imunomodulační vlastnosti, a dokonce byly některé z těchto účinků prokázány ve vědeckých studiích v Koreji a Japonsku. Konkrétně například korejský ocet z hnědé rýže je vyráběn z neležtené hnědé rýže s obsahem otrub smíchaných s nurukem. Nuruk je vyráběn smícháním několika různých surovin, mezi které patří pohanka, ječmen nebo rýže a voda. Je ovšem nutné zmínit, že ingredience pro výrobu nuruku se mohou lišit podle oblastí, kde je vyráběn. Směs je následně ponechána fermentovat několik dní až týdnů. Nuruk je používán jako korejský fermentační startér a vyvolává statickou povrchovou fermentaci kyseliny octové [28,29].

V Japonsku se pak lze setkat s octem Kurosu, též známým jako černý ocet. Je to zvláštní druh rýžového octa vyráběný z neležtené rýže s rýžovými klíčky a otrubami pomocí stacionární povrchové fermentace. Tento druh octa byl totiž spíše klasifikován jako „zdravá potravina“, než jako koření k dochucení některých pokrmů, jelikož bylo zjištěno, že vykazuje například schopnost snižovat velikost adipocytů. Kurosu taktéž obsahuje vyšší množství organických kyselin a aminokyselin, než které vykazují jiné druhy octů [5].

## 5.2 Italské druhy octa

Balzamikový ocet byl poprvé vyroben v Itálii a je vyráběn pomocí dvou metod. První metodou je metoda rychlého octářství za podmínek silného provzdušňování a s velkým obsahem ponořených bakterií. Druhým způsobem výroby je pomalý proces octovatění pomocí povrchové kultivační fermentace. Balzamikový ocet lze dále rozdělit na ocet vyráběný tradičním způsobem nebo způsobem komerčním. Balzamikový ocet je nejocetovanější a nejprestižnější ocet v dané oblasti [5].

Tradiční balzamikové octy jsou vyráběny z hroznů, které jsou pěstovány především v severní oblasti Itálie. Obecně mají octy vyráběné tradičními způsoby dlouhou historii a propracované způsoby výroby. Hrozny odrůdy Trebbiano jsou ponechány na vinici do té doby, dokud nejsou úplně zralé, jelikož takové hrozny obsahují více cukru. Ke zrání octa dochází v sudech vyrobených z různých druhů dřeva, jako jsou například kaštan, dub nebo třešeň, a nechává se zrát až 25 let [5].

Komerční verze balzamikového octa naopak zraje v rozmezí pouze dvou měsíců až tří let, aby byly splněny minimální požadavky na získání Chráněného Zeměpisného Označení (IGP). Tato komerční verze také nese specifické označení „Aceto Balsamico di Modena“ neboli Modenský balzamikový ocet [30].

### 5.3 Španělské druhy octa

Španělsko je jedním z nejdůležitějších výrobců vysoce kvalitních vinných octů. Konkrétně na jihu Španělska lze najít tři vinné octy s Chráněným Označením Původu (PDO), kterými jsou „Vinagre de Condado de Huelva“, „Vinagre de Montilla-Moriles“ a „Vinagre de Jerez“ [31].

Sherry ocet, známý jako „Vinagre de Jerez“, pochází z oblasti Jerez v jižním Španělsku. Stejně jako italský balzamikový ocet je tento sherry ocet nejocetňovanějším a nejprestižnějším octem ve své oblasti a je taktéž vyráběn pomocí dvou metod. Tyto dvě metody jsou popsány v podkapitole 5.2. Italské druhy octa [5].

Pro výrobu „Vinagre de Jerez“ je typická hlavně odrůda hroznů Palomino a samotný ocet pak musí zrát minimálně 6 měsíců. Právě podle doby zrání lze v rámci předpisů systému známého jako Criaderas y solera tento ocet rozdělit na 3 kategorie. První kategorie se nazývá Crianza a ocet zde zraje přibližně 6 měsíců. Druhou kategorií je Reserva. Zde ocet zraje minimálně 2 roky. Poslední kategorií je Gran Reserva, kde doba zrání octa dosahuje 10 a více let [32].

Tento produkt tedy prochází procesy zrání a zrací sudy jsou vyrobeny ze španělského, francouzského nebo amerického dubového dřeva, které předtím bylo vinifikováno, což znamená, že předtím obsahovalo sherry víno. Velký vliv na celý průběh procesu zrání, a především na schopnost uvolňování sloučenin a stupeň oxidace octa, mají právě třeba druh dřeva, tloušťka lamel a celkový stav sudů, které jsou pro výrobu použity [33].

Zvláštním druhem sherry octa z oblasti Jerez je „Vinagre de Jerez al Pedro Ximénez“, též známý jako „sladký ocet“. Ten se vyrábí přidáním moštu z vína „Pedro Ximénez“ sušeného na slunci do dřevěných sudů [31].

Vinagre de Condado de Huelva a Vinagre de Montilla-Moriles jsou octy, pro které se při výrobě používá víno z odrůd Zalema a Pedro Ximénez. Z hlediska doby zrání platí i pro tyto octy předpisy v rámci systému Criaderas y solera. Vinagre de Montilla-Moriles lze podle doby zrání rozdělit na stejné tři kategorie jako ocet Vinagre de Jerez. Avšak předpis pro ocet Vinagre de Condado de Huelva stanovuje čtyři kategorie. První kategorií je tzv. nestárnoucí kategorie, při

níž se ocet nenechává stárnout. Druhou kategorií je Solera, při které ocet musí zrát minimálně 6 měsíců. Třetí kategorie je nazývána jako Reserva a ocet zde zraje minimálně 2 roky. Poslední kategorií je ocet Añada. V kategorii Añada zraje ocet v dřevěných sudech po dobu nejméně tři let [32].

## 5.4 Tuniské druhy octa

Tradiční tuniské octy jsou získávány z ovoce, které jsou typickou charakteristikou tuniského dědictví, tedy především z místních odrůd hroznů *Vitis vinifera* L., opuncí *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, fíků *Ficus carica* L., a také datlí *Phœnix dactylifera* L. [34]. Tyto plody se často sami o sobě vyznačují příznivými účinky na zdraví, čímž následně mohou podporovat zdraví prospěšné vlastnosti daných octů. Například výše zmíněné hrozny *Vitis vinifera* jsou pěstovány po celém světě a jsou také známy jako největší ovocná plodina na světě, jejíž roční produkce dosahuje více než 67 milionů tun. Je také známé, že se *Vitis vinifera* vyznačuje různými příznivými účinky na zdraví, mezi které se řadí účinky antioxidační, antibakteriální, kardioprotektivní nebo účinky antidiabetické [35].

Tuniské octy jsou vyráběny tradičními procesy, které jsou z velké části děděny na rodinné úrovni. Většinou jsou však tyto tradiční octy vyráběny procesem, kdy jsou jednotlivé místní druhy ovoce zality vodou z vodovodu a baleny do hermeticky uzavřených nádob. Výjimka bývá u plodů opuncí, kdy není nutné přidávat vodu. První fáze kvašení, tedy kvašení alkoholové, trvá přibližně 30 dní při pokojové teplotě. Produkt alkoholového kvašení je následně filtrován přes nějakou vícevrstvou filtrační tkaninu. Druhá fáze kvašení, tedy kvašení octové, se pak provádí opět při pokojové teplotě, a to v zapečetěných nádobách po dobu 2–3 měsíců, dokud není dosaženo požadovaných sensorických vlastností [34].

Tyto čtyři druhy se od sebe ve spoustě vlastnostech liší. Velká rozmanitost tu je například v pH a obsahu kyseliny octové. Ovocné octy také obsahují vysoké množství fenolických sloučenin. Bylo stanoveno, že v těchto tuniských druzích octa jsou nejhojnějšími fytochemickými sloučeninami kyselina chinová, *p*-kumarová, protokatechová a *trans*-ferulová. Ozturk a kol. stanovili ve své studii hodnoty pH, které se pro tyto ovocné octy pohybovaly od 2,8 do 3,9 a obsah kyseliny octové v rozmezí od 0,7–6,6 % [36]. Takové hodnoty však nejsou v souladu s Codex Alimentarius, který ustanovuje, že celkový obsah kyselin v octě by neměl být nižší než 50 g/l [37]. Dalším důležitým zjištěním je antibakteriální aktivita u těchto tradičních tuniských domácích octů. Tuniské octy totiž vykazují antibakteriální aktivitu proti grampozitivním

i gramnegativním bakteriálním kmenům, ale také vykazují aktivitu i proti některým plísňovým patogenům [34].

## **5.5 Anglické druhy octa**

Typickým octem pro Anglii, ale i celé Spojené království, je sladový ocet neboli „malt vinegar“, který je vyráběn alkoholovou a octovou fermentací z extraktu sladové kaše nebo případně rmutu s obsahem sladu, kukuřice nebo ječmene. Cukr potřebný k zahájení alkoholové fermentace je ze sladu získáván pomocí amylolytických enzymů, které v zrnech sladu přeměňují škrob na zkvasitelné cukry. Rmut je následně nahrubo vyčeřen za pomoci pivovarského štěrbínového čířiče a fermentován za přítomnosti kvasinek alkoholového kvašení do vzniku ethanolu a následného octového kvašení, jak je podrobně uvedeno v kapitole 2 o vzniku octa [38].

Sladový ocet obsahuje kolem 4 % kyseliny octové a může obsahovat 0,1 až 2 % zbytkového alkoholu. Vyznačuje se tmavě hnědou barvou a bohatou, mírně nasládlou chutí s nádechem sladového ječmene. Barva i chuťové charakteristiky se ovšem mohou měnit v závislosti na složení surovin a samotném způsobu výroby jednotlivých značek sladového octa. Své největší využití tento ocet nachází v pro Anglii typickém pokrmu „Fish and chips“, ale pro své charakteristiky je velmi vhodný jako přísada pro přípravu i jiných pokrmů.



## 6 Falšování octa

Vyhláška č. 248/2018 Sb. o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí stanovuje, že jako kvasný ocet se rozumí okyselující potravina, která je vyrobena výlučně biologickým procesem kysání lihu za přítomnosti obohacujících živin a za pomoci octových bakterií [7].

Zejména v posledních letech se v octárenském průmyslu objevilo podezření na falšování octů. Tato skutečnost by mohla způsobit negativní ekonomický dopad, poškodit poctivé výrobce a negativně ovlivnit zdraví spotřebitelů. U vinných octů, především u vysoce kvalitního balzamikového octa, je velmi těžké rozlišit, zdali byl ocet opravdu vyráběn z hroznů Trebbiano a ponechán zrát až několik let, nebo zda byl ocet vyráběn levnější variantou, při které jsou používány slad a alkohol jako hlavní suroviny [39].

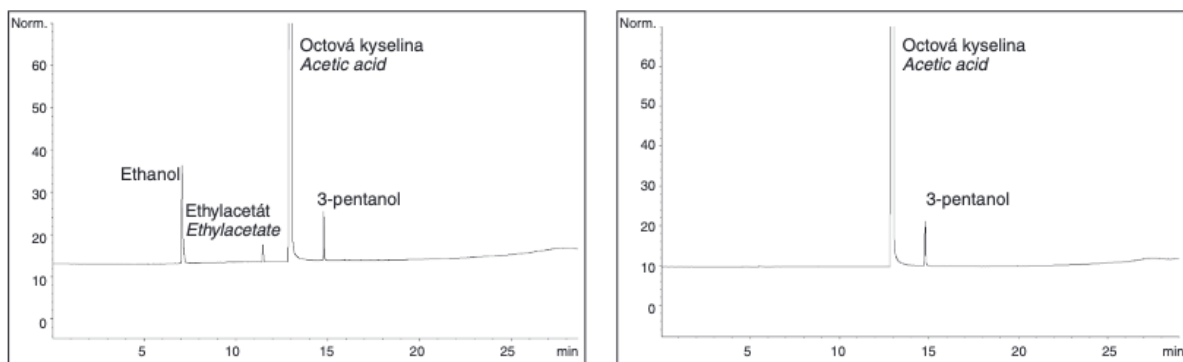
Dalším a závažnějším způsobem falšování octa může být přidávání syntetické kyseliny octové. Problémem používání syntetické kyseliny octové je v tom, že pokud není označená na etiketě daného octa, nebude splňovat kladené podmínky na potravinářské aditivum. Je tu také možnost, že takový ocet by mohl být zdravotně závadný. Mezi zdravotní rizika lze zařadit například podráždění trávicího traktu, možnost nepříznivé alergické reakce, poškození zubní skloviny nebo toxicita při nadměrném užití, která by mohla způsobit poškození ledvin nebo jater. Je však velmi pravděpodobné, že se na českém trhu vyskytují různé konzervářské výrobky, u kterých je částečně nebo úplně zaměněn kvasný ocet za zředěnou syntetickou kyselinu octovou bez toho, aniž by byla tato informace uvedena na etiketě daného produktu. Předními českými producenty octa bylo už také několikrát upozorňováno na podezřelé octy v distribuční síti [40].

Syntetická kyselina octová se běžně používá jako rozpouštědlo v laboratořích nebo při výrobě dalších organických sloučenin, jako například aceton nebo vinylacetát. Průmyslově je kyselina octová vyráběna na principu katalytické oxidace acetaldehydu nebo butanu a butenu. Jako novější způsob výroby syntetické kyseliny octové se především v poslední době uplatňuje karbonylace methanolu oxidem uhelnatým za přítomnosti jodidu kobaltnatého [41].

Důležitou analytickou metodou pro odhalení falšování octů je plynová chromatografie s plamenovou ionizační detekcí (GC-FID), která je používána pro detekci těkavých látek v octech a je schopna prokázat jejich autenticitu. Plynová chromatografie je metoda založená na rozdělování složek mezi pohyblivou a nepohyblivou fází. Mobilní fází bývá při této analýze plyn, a to především dusík, vodík, helium, nebo argon. Stacionární fáze by měla mít nízkou tenzi par a měla by být chemicky stabilní i při vysoké pracovní teplotě. Konkrétně pro systém plyn – kapalina se jako stacionární fáze nejčastěji používají například polyethylenglykoly nebo

polyestery. Plamenový ionizační detektor je jedním z nejrozšířenějších detektorů používaných při tomto typu chromatografie. Detektor zaznamenává změnu elektrické vodivosti vodíkového plamene vlivem přítomnosti analyzované složky zkoumané látky. Dalším významným typem plynové chromatografie pro analýzu těkavých složek octa je plynová chromatografie za použití hmotnostního spektrometru jako detektoru (GC-MS), který zaznamenává poměr hmotnosti a náboje ( $m/z$ ) a výsledný záznam ve formě píků poukazuje především na to, zda se analyzovaná látka v analytu nachází nebo nikoliv [42,43].

V případě studie Ústavu konzervace potravin VŠCHT v Praze, která se zabývala analýzou čtrnácti komerčně prodávaných kvasných lihových octů, byla použita GC-FID pro kvantitativní analýzu těkavých látek. Jako nosný plyn zde byl použit dusík a kvantifikace výsledků byla provedena metodou kalibrační přímky a standardního přídávku. Pro identifikaci jednotlivých těkavých látek byla ve stejné studii použita GC-MS za použití helia jako nosného plynu. V této studii bylo zjištěno, že se ve vybraných vzorcích komerčně prodávaných kvasných lihových octů nenacházely typické složky, jako například 3-hydroxy-2-butanon nebo 5-acetoxymethyl-2-furfural. Pouze acetaldehyd, aceton, ethanol, ethylacetát a kyselina octová se nacházely ve významné koncentraci ve všech vzorcích octa [39]. Obrázek 10 zobrazuje chromatogram těkavých látek ve vzorcích komerčních octů.



Obrázek 10: Chromatogram vlevo zobrazuje přítomnost těkavých látek ve vzorcích komerčních octů, chromatogram vpravo zobrazuje přítomnost těkavých látek ve falešných octech [39]

Dalším ukazatelem použití syntetické kyseliny octové na rozdíl od běžné kyseliny octové, která je přirozeně tvořena v octě, je například vyšší obsah kyseliny octové. V octě vyráběném kvasným procesem se přirozeně vyskytuje kolem 10 % kyseliny octové, avšak u octa vyrobeného ze syntetické kyseliny octové jí může být klidně i několiknásobně více. Dalšími ukazateli při použití syntetické kyseliny octové jsou sensorické vlastnosti, které jsou znatelně odlišné od octů, které prošly standardním kvasným procesem. Je tedy dost

pravděpodobné, že ocet vyrobený za použití syntetické kyseliny octové bude zvyšovat ostrost chuti a vůně daného výrobku. Kvasný ocet také obsahuje těkavé látky, jakými jsou například alifatické alkoholy, 3-hydroxy-2-butanon, acetaldehyd nebo 5-acetoxymethyl-2-furfural, které jsou běžné pro používané suroviny při kvasném způsobu výroby octa. Ocet se syntetickou kyselinou octovou pak může obsahovat různé příměsi, jako například sloučeniny ropného původu v závislosti na způsobu výroby, tudíž i tímto způsobem lze rozlišit, zdali se jedná o zfalšovaný ocet [40].

## 7 Využití octa

Jelikož byl ocet poprvé pozorován při samovolném kvašení alkoholických nápojů, jeho historické využití bylo pravděpodobně především v potravinách. Mezi dnešní nejběžnější využití octa v potravinách patří příprava majonéz, hořčice, salátových dresinků, ale své využití nachází i při nakládání ovoce a zeleniny a je součástí mnoha dalších potravinářských přísad.

Již od starověku se ocet hojně využíval v lékařství. Z dochovaných záznamů vyplývá, že ocet je pravděpodobně prvním antibiotikem, které lidé používali. Již v dobách starověkého Řecka byl ocet díky svému nízkému pH používán jako antimykotikum nebo antibakteriální činidlo. Využití octa nacházel především při léčbě plísni nehtů, bradavic, vši nebo různých ušních infekcí. Později bylo zjištěno, že kyselina octová, která je přítomna v octě, vstupuje do buněčných membrán mikroorganismů, čímž způsobuje jejich smrt. Tato antimikrobiální aktivita závisí u octa na několika faktorech, kterými jsou především kmen bakterií, pH, teplota nebo koncentrace samotné kyseliny octové [44].

Poznatků starověkých lékařů se velmi aktivně využívalo ve 20. století. Se značnými úspěchy byl ocet ve třicátých letech 20. století používán za občanské války jako prevence před vznikem kurdějí. Jarvis v roce 1959 používal jablečný ocet například k léčbě kulhání, pásového oparu, křečových žil nebo při různých kožních onemocněních [45]. Ochs později v roce 1950 ve svém článku uvádí, že lze ocet využít i k léčbě chronického zánětu středního ucha po předchozím selhání jiných ověřených metod. Ačkoliv byl ocet dříve velmi využívaným lékem proti různým neduhům, v dnešní době je jeho využití pro tato onemocnění pouze okrajové [46].

Své využití ocet nachází i při dezinfekci zubních protéz. Pinto a kol. provedli studii, kde bylo pozorováno, že přítomnost kvasinek *Candida albicans* při stomatitidě zubních protéz klesla poté, co byla zubní náhrada po celou noc namočena v 10% octu [47]. V další studii Mota a kol. potvrdili, že ocet lze opravdu využít k dezinfekci zubních protéz, a navíc účinně brání zánětu ústní sliznice. V této studii bylo zjištěno, že 4% jablečný ocet vykazoval fungicidní účinek proti *Candida spp.*, a to již po 30 minutách expozice jablečnému octu [48].

Potenciální využití by ocet mohl nacházet i při výrobě kaučuku. Přírodní kaučuk obsahuje vysoký obsah vlhkosti, což způsobuje zvýšený růst plísni, a tím i sníženou kvalitu finálního produktu. Současná komerční antimykotika jsou však vysoce toxická a mohla by způsobovat environmentální problémy, jelikož nejsou k životnímu prostředí příliš šetrná. Avšak ocet, konkrétně tedy kyselina octová a fenolické sloučeniny přítomné v octě, by díky svým výše zmíněným antimykotickým účinkům mohl tento problém účinně minimalizovat [5].

## 8 Účinky octa na zdraví

### 8.1 Protinádorová aktivita octa

Při studiích zabývajících se protinádorovou aktivitou různých octů bylo zjištěno, že ocet Kibizu, který je vyráběn z cukrové třtiny, vyvolává programovanou buněčnou smrt v lidských leukemických buňkách. Leukemické buňky způsobují narušení běžných procesů krve tvorby, a tím nahrazují zdravé buňky v kostní dřeni, což vyvolává onemocnění leukémie. Bylo také vyzorováno, že tradiční rýžový ocet Kurosu pocházející z Japonska (kapitola 5.1) zpomalil nebo úplně zastavil proces nekontrolovaného množení lidských rakovinných buněk tlustého střeva v závislosti na podávané dávce [49,50].

Rýžový ocet byl použit i v krmivu o koncentraci 0,3 % až 1,5 % hm.. při studii na myších ve srovnání s kontrolní skupinou a stravou bez obsahu octa. Obě skupiny byly naočkovány buď nádorovými buňkami sarkomu, jež vyvolávají nádorové onemocnění různých typů tkání, nebo nádorovými buňkami tlustého střeva. Po čtyřiceti dnech od naočkování nádorovými buňkami bylo zjištěno, že myši krmené vhodným krmivem s obsahem rýžového octa v obou experimentálních skupinách měly ve srovnání s kontrolními skupinami výrazně menší objemy nádorů [50,51].

Pro hodnocení potenciální protirakovinné aktivity bylo využíváno i obilných octů ve studiích prováděných *in vivo* na myších nebo potkanech, které taktéž dokázalo významně snížit objemy nádorů, nebo dokonce prodloužit životnost zkoumaných zvířat naočkovaných různými typy nádorových buněk [51].

Ocet obsahuje polyfenoly, což jsou sloučeniny syntetizované rostlinami. Polyfenoly slouží k ochraně proti oxidačnímu stresu, což u lidí snižuje riziko rakoviny. Zejména tradiční japonský ocet Kurosu je velmi bohatým zdrojem fenolických sloučenin. Dle výzkumů *in vitro* odpovídá oxidační aktivita ethylacetátového extraktu tohoto octa oxidační aktivitě  $\alpha$ -tokoferolu neboli vitamínu E. U výzkumu na myších léčených lokálně chemikáliemi vytvářejícími  $H_2O_2$  bylo zjištěno potlačení peroxidace lipidů<sup>2</sup> po požití extraktů z octa Kurosu [5].

Epidemiologická data o protinádorové aktivitě octa jsou však vzácná a omezená, a dokonce často vyvolávají protichůdné názory. Například v Číně bylo prokázáno, že užívání octa snižuje

---

<sup>2</sup> Jedná se o chemickou reakci, při které dochází k oxidaci lipidů působením volných radikálů. Tyto volné radikály mohou poškodit různé biologické struktury, které mají negativní vliv na lidské zdraví.

riziko rakoviny jícnu, avšak v kontrolní studii v Srbsku bylo požívání octa spojováno s 4,4krát vyšším rizikem rakoviny močového měchýře. Pro zjištění skutečné protinádorové aktivity u octů je tedy nutné uskutečnit více kvalitních studií, avšak lze předpokládat, že zde opravdu existuje jistá spojitost mezi užíváním octa a snížením výskytu nádorového onemocnění [52,53].

## 8.2 Účinky octa proti kardiovaskulárním chorobám

Pro zjištění účinků octa proti kardiovaskulárním onemocněním byly uskutečněny studie, které zkoumaly souvislosti mezi užíváním octa a snížením krevního tlaku. Tyto studie se zabývaly vlivem orálního podání octa na důležitý regulační mechanismus nazývaný enin-angiotenzin systém, který v těle ovlivňuje krevní tlak nebo rovnováhu elektrolytů. Tyto testy byly prováděny *in vivo* nebo *in vitro* na speciálně vyšlechtěných potkanech s predispozicemi k vysokému krevnímu tlaku a náchylnosti k mozkové mrtvici [2].

Například Kondo a kolegové zaznamenali významné snížení systolického krevního tlaku u spontánně hypertenzních potkanů, a to přibližně o 20 mm Hg z původních hodnot, které se pohybovaly mezi 180–190 mm Hg. Systolický tlak odpovídá tlaku krve v tepenných cévách při kontrakci srdce nebo srdečního stahu a udává se v mm rtuti, přičemž optimální hodnota systolického tlaku u potkanů se pohybuje v rozmezí 100–150 mm Hg. Tito potkani byli krmeni standardní laboratorní stravou s octem nebo roztokem kyseliny octové v množství 0,86 mmol kyseliny octové na den po dobu 6 týdnů ve srovnání s kontrolní skupinou potkanů, jejichž laboratorní strava byla smíchána s deionizovanou vodou. Výsledky pozorování vykazovaly snížení plazmatické aktivity reninu, jehož vylučování v ledvinách vede ke zvyšování krevního tlaku. Výsledky vykazovaly také snížení plazmatických koncentrací steroidního hormonu aldosteronu, který hraje hlavní roli při regulaci sodíku a draslíku, přičemž zadržování sodíku může zapříčinit zvýšení krevního tlaku. Tento pokles činil 35% až 40% snížení aktivity reninu a koncentrace aldosteronu pro potkany krmené stravou s kyselinou octovou a 15% až 25% snížení aktivity reninu a koncentrace aldosteronu pro potkany krmené stravou s deionizovanou vodou [54].

Ohnami a kol. také zjistili, že ethanolem extrahovaná frakce zbytků rýžového octa u hypertenzních potkanů zabraňuje aktivitě enzymu konvertujícího angiotenzin, který způsobuje stahování cév, podporuje zadržování sodíku a podporuje produkci aldosteronu [55].

U octů je pro antihypertenzní vlastnosti důležitý výskyt sloučeniny GABA (gama-aminomáselná kyselina). GABA je bioaktivní sloučenina, která vykazuje antihypertenzní účinek, ale i zdravotní přínosy, které byly zjištěny jak u testovaných zvířat, tak i u lidí. Studie na lidech odhalila, že při doplnění stravy o 80 mg GABA denně bylo u dospělých jedinců s mírnou hypertenzí zaznamenáno snížení krevního tlaku. Ačkoliv obsah GABA je například v obilných octech relativně nízký, lze jejich potenciální antihypertenzní účinek částečně připsat i této sloučenině [51].

### 8.3 Antidiabetické vlastnosti octa

Velmi diskutovaným onemocněním dnešní doby je diabetes mellitus. Jedná se o chronické metabolické onemocnění, u kterého jedinec trpí inzulinovou rezistencí nebo nedostatkem sekrece inzulinu, přičemž dochází ke zvyšování hladiny glukózy v krvi. Inzulin je hormon, který produkují pankreatické  $\beta$ -buňky, též nazývané jako Langerhansovy ostrůvky. Tento hormon je velmi důležitý pro regulaci cukru, ale i metabolismus sacharidů, bílkovin a tuků. Nejdůležitějším parametrem pro kontrolu diabetu je postprandiální glykémie, kterou lze zaznamenat po konzumaci jídla. Pokud je tato kontrola zanedbána, u jedince s tímto onemocněním může docházet k dlouhodobým vážným komplikacím, mezi které patří například selhání ledvin. Tento fakt v posledních letech způsobil, že roste poptávka o potraviny, které mohou tuto postprandiální glykémii snížit. Studie ukázaly, že jednou z těchto potravin, které mají schopnost snižovat glykemickou zátěž, je ocet [5,51].

Potenciální antidiabetické vlastnosti octů, které byly zkoumány na krysách, ukazují, že při každodenní perorální dávce 2 ml octa na kg tělesné hmotnosti po dobu 1 měsíce došlo u krys s cukrovkou vyvolanou streptozotocinem<sup>3</sup> ke snížení hladiny glukózy v krvi o téměř 17 %. Johnston a kol. později provedli studie na lidech, přičemž se také zabývali antidiabetickými účinky octa. Studie prokázaly, že citlivost na inzulin u jedinců s diabetem 2. typu byla zlepšena po užívání octa až o 19 % a u jedinců s prediabetem došlo ke zlepšení hladiny krevního cukru o 34 % [2,50].

Antidiabetické účinky octa byly prokázány jak u lidí, tak u zvířat. Pro tyto dokázané účinky bylo navrženo několik mechanismů. Jednou z navrhovaných možností je, že přítomnost kyseliny octové v octě může zvyšovat příjem glukózy buňkami v tkáních a její přeměnu na

---

<sup>3</sup> Streptozotocin je chemická sloučenina, která je ve vědeckých výzkumech používána k vyvolání onemocnění diabetes mellitus 1. typu u laboratorních zvířat.

glykogen. Dalšími navrhovanými mechanismy jsou interference octa s enzymatickým trávením komplexních sacharidů nebo změna cyklu glykolýzy, při které tělo získává energii z glukózy nebo glukoneogeneze, která z vedlejšího produktu glykolýzy, tedy pyruvátu, zajišťuje adekvátní hladinu glukózy v krvi a probíhá především v játrech [50].

#### **8.4 Antilipidemické účinky octa**

Studie zabývající se účinky octa proti obezitě jsou především novější a ve většině případů zkoumány na zvířatech, přičemž studie na lidech jsou ojedinělé a poskytují omezené výsledky. Avšak podle těchto studií na zvířatech, kde byla dlouhodobě podávána určitá dávka octa, bylo zjištěno, že má kyselina octová v octech schopnost výrazně snižovat koncentraci celkového cholesterolu a triglyceridů [56].

Zhao a spol. uskutečnili studii, kde bylo prokázáno, že přímo ocet, a nikoli pouze kyselina octová, má pozitivní účinky na snižování celkového cholesterolu a koncentrace cholesterolu, který není ve vysokohustotních lipoproteinech, což je ukazatel hladiny cholesterolu poskytující odhad všech pro cévy nepříznivých lipoproteinů v krevní plazmě. Během devítitýdenní studie byl hodnocen účinek balzamikového octa a roztoku kyseliny octové při dávce 8 ml na kg tělesné hmotnosti u křečků s vysokými hladinami cholesterolu v krvi. Pomocí analýzy polymerázové řetězové reakce (PCR), která umožňuje monitorování amplifikace segmentů deoxyribonukleové kyseliny nebo ribonukleové kyseliny, bylo také zjištěno, že ocet u exponovaných jedinců významně zvýšil produkci cholesterol-7 $\alpha$ -hydroxylázy pro gen CYP7A1, který má za úkol kódovat enzym cholesterol-7 $\alpha$ -hydroxylázu. Tato aktivita hraje důležitou roli při homeostáze cholesterolu nebo metabolismu cholesterolu v játrech [57].

U dvanáctitýdenní studie na lidech v porovnání s kontrolní skupinou, které bylo podáváno placebo, byl také prokázán výrazný pokles tělesné hmotnosti. A to především u obézních lidí při konzumaci obilných octů při dávce 870 mg octa na den [58]. Podobná studie se stejnou denní dávkou octa v kombinaci s desetiminutovým každodenním cvičením po dobu dvanácti týdnů taktéž prokázala výrazný pokles tělesné hmotnosti, přičemž jedinci s největším množstvím tělesného tuku vykazovali nejvyšší úbytek tuku v důsledku působení octa. Další studií je například dvanáctitýdenní studie s podáváním placebo kontrolní skupině a podáváním kombinace octa a česneku druhé skupině při denní dávce 200 mg octa. Při této studii bylo u testovaných jedinců zjištěno celkové zlepšení hladiny cholesterolu a lipoproteinů s nízkou hustotou (LDL) [59].



## 8.5 Dermatologické účinky octa

Atopická dermatitida neboli ekzém, je chronické onemocnění kůže, jehož projevy mohou být například suchost, svědění nebo vyrážka. Studie zabývající se účinky octa jako léčba atopické dermatitidy poskytují protichůdné důkazy.

Byla provedena studie *in vivo* na myších, které byly léčeny kyselými octovými krémy, přičemž u zkoumaných subjektů byl pozorován menší výskyt atopické dermatitidy ve srovnání s kontrolní skupinou. Avšak při aplikaci 0,5% jablečného octa byla zjištěna zvýšená transepidermální ztráta vody, což znamená, že si kůže nebyla schopna udržet optimální hydrataci. Bylo také zjištěno snížení pH kůže, přičemž toto příznivé okyselení pokožky netrvalo déle než hodinu a 72,7 % pozorovaných subjektů s atopickou dermatitidou následně trpělo podrážděním kůže. Ve čtrnáctidenní studii bylo pacientům aplikováno 0,005% roztoku chlornanu sodného a 0,5% roztoku jablečného octa po dobu 10 minut denně, přičemž bylo u pacientů prokázáno zlepšení atopické dermatitidy u obou roztoků se srovnatelnou účinností. Avšak nebyly zatím nalezeny dostatečné důkazy o tom, že by bylo vhodné doporučit ocet pro léčbu atopické dermatitidy [5,60]. Tabulka 1 zobrazuje účinky na zdraví různých druhů octa.

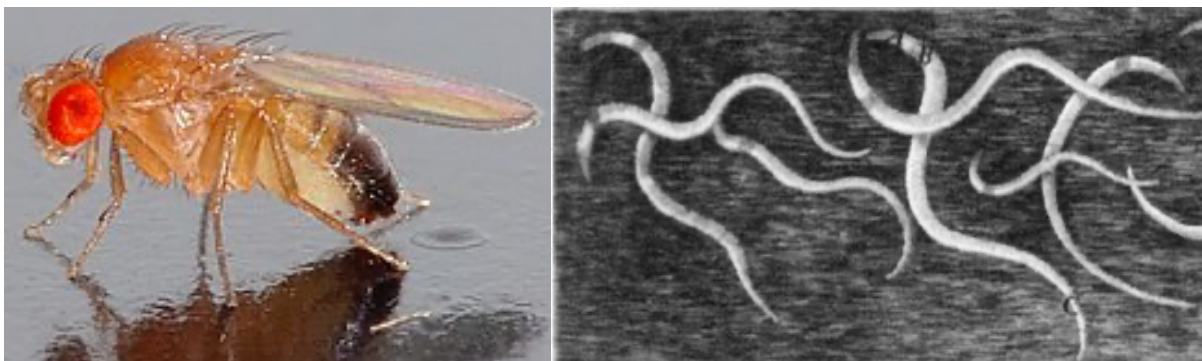
Tabulka 1: Účinky na zdraví u vybraných druhů octa [44]

Druh octa	Účinky na zdraví
Kurosu ocet	Schopnost inhibice nárůstu rakovinných buněk <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protirakovinné účinky u lidských rakovinných buněk</li> </ul>
Rajčatový ocet	Schopnost snížení tělesné hmotnosti, hladiny volných mastných kyselin v plazmě a triglyceridů v játrech. Schopnost zvýšení HDL-cholesterolu <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lze použít jako prostředek pro snížení obezity nebo jako antidiabetikum</li> </ul>
Ženšenový radix ocet	Schopnost snížení inzulínové rezistence až o 90 % nebo snížení koncentrace glukózy nalačno a po jídle <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lze použít pro zmírnění obezity a diabetu zlepšením metabolismu lipidů a glukózy</li> </ul>
Nypa palmový ocet	Schopnost zlepšení hladiny inzulínu v krevním séru až o 80 % a snížení hladiny glukózy v krvi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lze použít pro pacienty s diabetem 2. typu díky svému antihyperglykemickému účinku</li> </ul>
Tomelový ocet	Schopnost snížení celkového cholesterolu a hladiny mRNA acetyl-CoA karboxylázy <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektivní při snižování obezity</li> </ul>

## 9 Vady octa

Ionty kovů, zejména ionty měďnaté, zinečnaté a železité, jsou jedním z důvodů snižování kvality octa. Tyto ionty se do octa mohou dostat z konstrukčních materiálů nebo při použití nevhodné vody. Zejména u octů vinných a moštových hrozí vyšší riziko kontaminace železitými a měďnatými ionty, které způsobují zákaly a tmavnutí octů. Přítomnost zinku v octu má za následek tvorbu octanu zinečnatého, který může být při požití toxický.

Častým původcem vzniku vad u octů jsou škůdci, a to především octový roztoč, háďátko octové nebo octová muška. Háďátko octové se vyznačuje tvarem podobným hadu, přičemž živá mláďata dospívají během 28 dní. Nejvhodnější prostředí je pro něj 6% ocet, jelikož špatně snáší příliš kyselé prostředí. Bylo ovšem dokázáno, že háďátko octové nemá nepříznivý vliv na lidské zdraví, avšak z estetického hlediska má na ocet nepříznivý vliv. V jisté míře může dokonce sloužit jako potrava pro octového roztoče, který v octě klade vajíčka a taktéž špatně snáší vysokou aciditu. Tento roztoč je závislý na přístupu kyslíku a bez něj brzy odumírá. Z estetického důvodu je z octa odstraněn filtrací. Dalším významným škůdcem je octová muška. Octová muška je známá svým rychlým rozmnožováním, kdy dospělá samička klade přes 300 vajíček, z nichž se během 14 dní vyvinou noví dospělí jedinci. Tyto mušky žijí v blízkosti octa, do kterého často padají a ocet tím znečišťují. Nejúčinnější obranou proti octovým muškám je dostatečná hygiena a husté sítky v oknech, které zamezí vniku mušek do prostor octárny [56,61]. Obrázek 11 zobrazuje vlevo mušku octovou a vpravo zobrazuje háďátko octové.



Obrázek 11: Vpravo muška octová a vlevo háďátko octové [62,63]

Různá barevnost octů není přímo řazena mezi jeho vady, avšak lze zákazníka buď odradit nebo naopak zaujmout podle toho, jakou barvu ocet má. Zákal je častým a nežádoucím vedlejším

účinkem výroby octa. Nejčastěji je způsoben nežádoucí mikrobiální činností nebo již zmíněnými ionty kovů  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Zn}^{2+}$ .

Nejpoužívanějšími analytickými metodami pro indikaci míry zákalu jsou nefelometrie a turbidimetrie, které sledují rozptyl světla částic přítomných v kapalině. Tyto metody slouží především k určení koncentrace rozptýlené látky pomocí kalibrační křivky, ale lze jimi také určit tvar nebo velikost suspendovaných částic. Uplatňují se zejména ke stanovení tuhých a velmi jemných částic, u kterých nejsou metody založené na filtraci příliš účinné. Turbidimetrie je založena na intenzitě záření, které prošlo vzorkem a detektor záření je při této metodě umístěn ve směru procházejícího světla. Jedná se o metodu vhodnou k měření roztoků, které obsahují velké množství suspendovaných částic. U nefelometrie je principem sledování intenzity záření, které je rozptýleno částicemi. Detektor je při této metodě kolmo na původní zdroj záření a své uplatnění nachází zejména ke stanovení nízkých koncentrací látek přítomných v analyzovaném roztoku [64].

Barevnost octů lze stanovit metodou spektrofotometrie nebo kolorimetrie. Molekulovou absorpční spektrometrií v ultrafialové a viditelné oblasti, tedy v rozsahu vlnových délek od přibližně 200 až 800 nm, lze považovat za jednu z nejužívanějších metod pro analýzu různých látek v roztocích. Různá barevnost je u octů způsobována například surovinami použitými k výrobě, výskytem kontaminujících iontů  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Zn}^{2+}$  nebo antioxidační aktivitou. Kolorimetrické stanovení lze provést pomocí měření intenzity barvy vzorku octa. Kolorimetrem je následně měřena absorbance světla při zvolené vlnové délce [65,66].

Petchpoung a spol. provedli výzkum na odhad antioxidační aktivity dřevěného octa pomocí kolorimetrické metody a spektrofotometrické metody v ultrafialové a viditelné oblasti. Dřevěný ocet se vyznačuje červenohnědou až tmavě hnědou barvou. Kolorimetricky byly barvy vzorků dřevěného octa stanoveny pomocí parametrů CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$  a  $b^*$ ), přičemž  $L^*$  stanovuje světlost a barvy červená/zelená a žlutá/modrá označují hodnoty  $a^*$  a  $b^*$ . Při spektrofotometrické analýze byly vyšetřované vzorky proměřeny při osmi různých vlnových délkách (280, 420, 430, 510, 520, 530, 610 a 620 nm). Tato studie zvolenými metodami prokázala, že vzorky dřevěných octů, které byly tmavší a méně žluté, disponovaly vyšší antioxidační aktivitou [67].

## 10 Senzorická analýza ochucených octů

Senzorickou analýzu lze popsat jako smyslové hodnocení výrobků, které závisí na individuálním hodnocení vjemů, které jsou hodnoceny smysly zrakovými, chuťovými, čichovými, sluchovými nebo taktilními. Senzorická analýza zpracovává informace centrální nervovou soustavou, kterou jsou tyto vjemy vnímány.

### 10.1 Příprava vzorků k analýze

Byly vyrobeny tři vzorky ochucených octů, jejichž základ tvořil vinný ocet značky Condimento Italiano Bianco od výrobce Acetificio Carandini Emilio Spa, který je běžně k dostání v nákupním řetězci Kaufland. Tento produkt je vyroben z kvasného octa vinného s přidáním zkvašeným hroznovým moštem. Obsahuje 5,4 % kyseliny octové a disponuje sladkokyselou chutí. Na obrázku 12 lze vidět tři vinné octy značky Condimento Italiano Bianco, které byly použity při výrobě ochucených octů.



Obrázek 12: Vinný ocet Condimento Italiano Bianco

Prvním vzorkem byl malinový ocet. Malinový ocet je vhodný především pro dochucení zeleninových salátů pro svou intenzivní chuť, ale používán je i k přípravě jehněčího, zvěřiny nebo jako přísada do kondicionérů. Malinový ocet v kondicionérech odstraňuje z vlasů částice, které oslabují jejich lesk a dodává vlasům hebkost. Tento ocet byl pro senzorickou analýzu připravován přidáním 80 g čerstvých a umytých malin do zavařovací sklenice a zalit 500 ml vinného octa.

Vzorkem číslo dva byl medový ocet se skořicí. Tento ocet je vhodný jako dochucovadlo i do sladkých pokrmů a ovocných salátů a uchovává tak ovoce déle čerstvé. Pro výrobu medového octa se skořicí bylo přidáno 9 g skořicové kůry do zavařovací sklenice a dvě polívkové lžice květinového medu. Obsah sklenic byl opět zalit 500 ml vinného octa.

Posledním vzorkem byl ocet česnekový s feferonkami. Tento ocet disponuje slabě česnekovým aromatem, poskytuje pikantní chuť připravovaného pokrmu a zároveň zmírňuje nadýmání. Tento ocet lze využít pro dochucení luštěninových salátů a masa. Tento ocet byl připraven přidáním čtyř malých stroužků česneku a 20 g kajenského pepře do zavařovací sklenice a zalitím 500 ml vinného octa.

Všechny vzorky octů byly ponechány 3 dny macerovat v suchu a temnu při pokojové teplotě. Následně byly vzorky promíchány a zcezeny přes kuchyňský cedník. Takto připravené vzorky byly podávány respondentům k hodnocení. Na obrázku 13 lze vidět macerované vzorky ochucených octů.



*Obrázek 13: Vzorky ochucených octů*

## **10.2 Sběr dat**

Byl vytvořen dotazník složený z pěti otázek. Dotazník lze rozdělit na dvě části, a to na část obecnou, kde jsou respondenti rozděleni podle věku, pohlaví nebo vztahu ke konzumaci octa. Druhá část byla složena z individuálního hodnocení vzorků ochucených octů. Sběru dat se účastnilo 40 osob ve věku od 12 do 94 let. Příslušný dotazník je uveden v příloze 1.

### 10.3 Výsledky

Účastníci byli rozděleni do čtyř věkových skupin. V každé skupině bylo 10 respondentů. První skupinou byli účastníci ve věku 10–19 let, druhou skupinou osoby ve věku 20–29 let, třetí skupina byla ve věku 30–49 let, poslední skupinou byly osoby ve věku 50 a více let. Sběru dat se účastnilo 28 žen a 12 mužů, přičemž nebyla zjištěna odlišnost při sensorickém hodnocení mezi muži a ženami.

V první otázce bylo zjišťováno, zdali respondenti někdy slyšeli o ochucených octech a jejich odpovědi byly posuzovány podle rozřazení do jednotlivých skupin. Bylo zjištěno, že mladší účastníci před touto sensorickou analýzou většinou o ochucených octech neslyšeli, avšak tato znalost se s věkem zvyšuje. Tabulka 2 zobrazuje jednotlivé odpovědi respondentů ohledně znalosti ochucených octů.

Tabulka 2: znalost ochucených octů

Slyšel/a jsi někdy o ochucených octech?		
Věk respondentů [rok]	ANO	NE
10–19	2	8
20–29	3	7
30–49	6	4
50+	10	0

Byl zkoumán vztah respondentů ke konzumaci octa, přičemž bylo zjištěno, že většina respondentů konzumuje ocet pouze jako minoritní složku některých pokrmů. Lze si ale všimnout, že s přibývajícím věkem respondentů narůstá kladný vztah ke konzumaci octů. Tabulka 3 zobrazuje vztah ke konzumaci octa u dotazovaných osob.

Tabulka 3: Vztah ke konzumaci octa

Jaký je Váš vztah ke konzumaci octa?				
Věk respondentů [rok]	10–19	20–29	30–49	50+
Ocet mi chutná a konzumuji ho často a ve větší míře	0	1	2	2
Ocet konzumuji pouze jako minoritní složku vybraných pokrmů	6	9	6	7
Ocet mi nechutná a vyhýbám se jeho konzumaci	4	0	1	1
Jiné	0	0	1	0

Respondentům byly poskytnuty vzorky jednotlivých ochucených octů, u kterých měli hodnotit vůni a chuť a zvolit vzorek, který jim chutnal nebo voněl nejlépe. Bylo zde zjištěno, že malinový ocet respondentům voněl a chutnal nejméně, zatímco medový ocet se skořicí chutnal a voněl především mladším respondentům. Česnekový ocet s feferonkami chutnal a voněl především starším respondentům. Tabulka 4 a 5 zobrazují jednotlivá zastoupení respondentů u vzorků podle nejlepší vůně nebo chuti.

Tabulka 4: Preferovaný ochucený ocet podle vůně

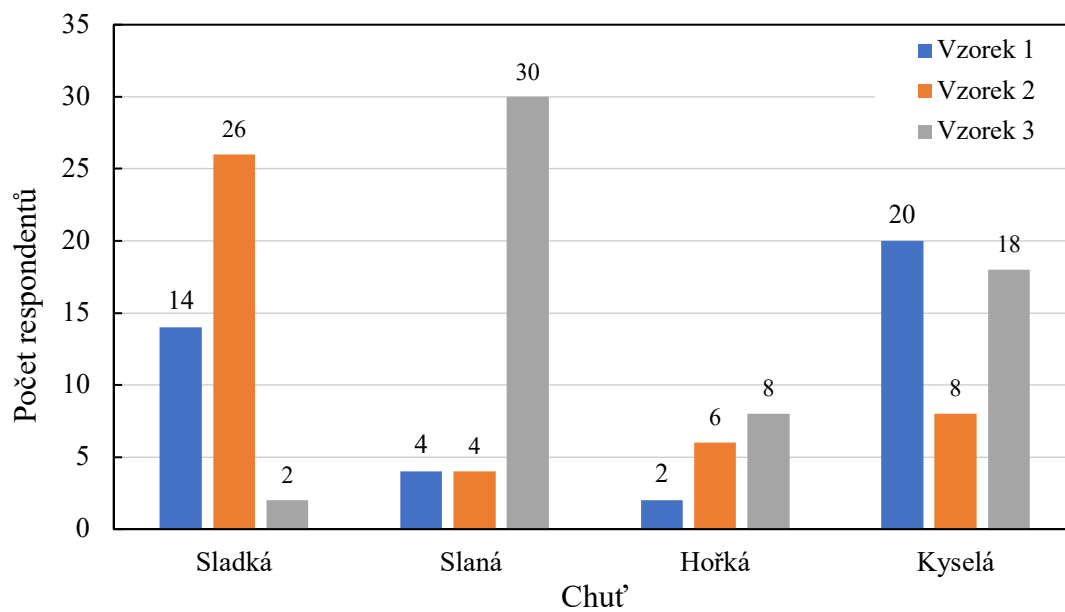
<b>Který ze vzorků Vám nejlépe voněl?</b>			
Věk respondentů [rok]	Vzorek 1	Vzorek 2	Vzorek 3
10–19	1	6	3
20–29	1	3	6
30–49	1	3	6
50+	1	2	7

Tabulka 5: Preferovaný ochucený ocet podle chutě

<b>Který ze vzorků ochucených octů Vám chutnal nejvíce?</b>			
Věk respondentů [rok]	Vzorek 1	Vzorek 2	Vzorek 3
10–19	2	4	4
20–29	1	3	6
30–49	0	1	9
50+	1	0	9

Jednotlivé vzorky octů byly v poslední otázce přiřazovány do skupin podle chuti (sladká, slaná, hořká nebo kyselá). Bylo zde zjištěno, že nejvýraznější chuť malinového octa je kyselá, ale dominantní chutí je zde i sladká. Nejvýraznější chuť u medového octa se skořicí byla sladká a u česnekového octa s feferonkami slaná a dominantní chutí zde byla i kyselá chuť. Respondenti mohli zvolit více možností. Obrázek 14 zobrazuje zastoupení vzorků ochucených octů podle nejvýraznější chuti.





Obrázek 14: Zastoupení ochucených octů podle nejvýraznější chuti

## 11 Závěr

Ocet je jedinečný produkt s širokou škálou použití. Kromě významného využití v potravinářství lze ocet využít jako antimykotikum nebo antibakteriální činidlo. Účinky na zdraví byly zjištěny již ve starověku, kde byl ocet využíván pravděpodobně jako první antibiotikum. Studií zabývajících se vlivy octa na zdraví přibývá. Tudíž lze říct, že ocet podporuje imunitu a snižuje riziko onemocnění u některých chorob, které jsou v dnešní době diskutovány.

Každý stát má vlastní způsob výroby octa, přičemž jsou zde používány suroviny typické pro ekosystém dané oblasti. V této bakalářské práci je popsáno několik druhů octa v závislosti na jednotlivých státech, avšak některé tyto kvalitnější octy jsou podrobeny falšování. Při analýze falšování octů jsou hodnoceny kvalitativní parametry, tedy jestli se dané látky opravdu v produktu nacházejí, a kvantitativní parametry, tedy zastoupení jednotlivých látek přítomných v produktu. Pro vyhodnocení obou těchto parametrů lze využít plynovou chromatografii, která je velmi účinná a nenáročná.

Vady octa jsou běžnou komplikací při výrobě octa. Lze sem zařadit kontaminace ionty kovů  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Zn}^{2+}$  nebo přítomnost škůdců jako například octový roztoč, háďátko octové nebo octová muška. Tyto kontaminace způsobují především zákaly nebo tmavnutí octů, které mohou spotřebitele odradit od koupě. Pro analýzu těchto vad lze využít techniky nefelometrie nebo turbidimetrie pro zákaly a spektrofotometrie nebo kolorimetrie pro barevnost octů.

V praktické části byly připraveny tři ochucené octy (malinový ocet, medový ocet se skořicí a česnekový ocet s feferonkami), přičemž byla zjišťována vůně a chuť jednotlivých vzorků dotazníkovým šetřením. Bylo zjištěno, že česnekový ocet s feferonkami voněl nejlépe 55 % respondentů, medový ocet se skořicí 35 % a malinový ocet 10 % respondentů. Česnekový ocet s feferonkami nejvíce chutnal 70 % respondentů, medový ocet se skořicí 20 % respondentů a malinový ocet 10 % respondentů.

## 12 Použitá literatura

- [1] Bourgeois, J.F.; Barja, F., *The history of vinegar and its acetification systems*. Arch. Sci. 62, **2009**, 147–160.
- [2] N.H. Budak, E. Aykin, A.C. Seydim, A.K. Greene, Z.B. Guzel-Seydim, *Functional Properties of Vinegar: Functional properties of vinegar*. J. Food Sci. 79, **2014**. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12434>.
- [3] Wassila Hamdi, Asma Ramdane, Hadjer Djoumaat, Zineb Hellou, Mohamed Didi Ould El Hadj, *Characterization of acetic acid bacteria of the traditional dates vinegar in the ouargla basin (northern east algerian sahara)*, Univ. Oradea Publ. House, **2020**.
- [4] J. Liang, J. Xie, L. Hou, M. Zhao, J. Zhao, J. Cheng, S. Wang, B.-G. Sun, *Aroma Constituents in Shanxi Aged Vinegar before and after Aging*, J. Agric. Food Chem. 64, **2016**, 7597–7605. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03019>.
- [5] C.W. Ho, A.M. Lazim, S. Fazry, U.K.H.H. Zaki, S.J. Lim, *Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review*, Food Chem. 221, **2017**, 1621–1630. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.128>.
- [6] N. Saichana, K. Matsushita, O. Adachi, I. Frébort, J. Frebortova, *Acetic acid bacteria: A group of bacteria with versatile biotechnological applications*, Biotechnol. Adv. 33, **2015**, 1260–1271. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2014.12.001>.
- [7] Sbírka zákonů. *Vyhláška č. 248/2018 Sb., o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí*. Ministerstvo zemědělství, **2018**.
- [8] ČSN EN 13188. *Kvasný ocet – Produkt vyrobený z tekutin zemědělského původu – Definice, požadavky, značení*. Praha: Český normalizační institut, **2002**.
- [9] GOST R 52409-2005. *Products of non-alcoholic and low-alcoholic industry. Terms and definitions*, **2005**.
- [10] FDA. CPG Sec. 525.825 *Vinegar, Definitions - Adulteration with Vinegar Eels*, **2018**.
- [11] M. Cheryan, *Acetic Acid Production*, Encycl. Microbiol., Elsevier, **2009**, 144–149. <https://doi.org/10.1016/B978-012373944-5.00128-0>.

- [12] L.M. Luzón-Quintana, R. Castro, E. Durán-Guerrero, *Biotechnological Processes in Fruit Vinegar Production*, *Foods* 10, **2021**, 945. <https://doi.org/10.3390/foods10050945>.
- [13] W. Wang, Q. Ma, F. Zhang, Y. Tang, J. Wang, J. Sun, *Changes in bioactive and volatile aroma compounds in vinegar fermented in a rotary drum bioreactor*, *J. Food Compos. Anal.* 121, **2023**, 105345. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105345>.
- [14] M. Gullo, E. Verzelloni, M. Canonico, *Aerobic submerged fermentation by acetic acid bacteria for vinegar production: Process and biotechnological aspects*, *Process Biochem.* 49, **2014**, 1571–1579. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2014.07.003>.
- [15] R. Torres-Guardado, B. Esteve-Zarzoso, C. Reguant, A. Bordons, *Microbial interactions in alcoholic beverages*, *Int. Microbiol.* 25, **2022**, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10123-021-00200-1>.
- [16] J.M. Guillamón, A. Mas, *Acetic Acid Bacteria*, *Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine*, **2009**, 31–46. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-85463-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-85463-0_2).
- [17] I.Y. Sengun, G. Kilic, P. Charoenyingcharoen, P. Yukphan, Y. Yamada, *Investigation of the microbiota associated with traditionally produced fruit vinegars with focus on acetic acid bacteria and lactic acid bacteria*, *Food Bioscience*, 47, **2022**, 101636. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101636>.
- [18] H.G. Nada, T. Sudha, N.H.E. Darwish, S.A. Mousa, *Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium longum exhibit antiproliferation, anti-angiogenesis of gastric and bladder cancer: Impact of COX2 inhibition*, *PharmaNutrition* 14, **2020**. <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2020.100219>.
- [19] S. Li, P. Li, F. Feng, L.-X. Luo, *Microbial diversity and their roles in the vinegar fermentation process*, *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 99, **2015**, 4997–5024. <https://doi.org/10.1007/s00253-015-6659-1>.
- [20] K. Garbacz, *Anticancer activity of lactic acid bacteria*, *Semin. Cancer Biol.* 86, **2022**, 356–366. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2021.12.013>.

- [21] S. Tanprasert, C. Kamsuwan, P. Nimmanterdwong, R. Piemjaiswang, K. Saencharee, T. Pumchumpol, B. Chalermssinsuwan, *Effect of raw material structural composition on the fermentation process of ethanol production*, *Energy Rep.* 9, **2023**, 174–179. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.09.002>.
- [22] Vyhláška č. 252/2004 Sb., *Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody*. Ministerstvo zdravotnictví., **2004**.
- [23] P. Giudici, F. Lemmetti, S. Mazza, *Balsamic Vinegars: Tradition, Technology, Trade*, Springer International Publishing, **2015**. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13758-2>.
- [24] M.R. Adams, *Vinegar*, in: C. A. Batt, *Encycl. Food Microbiol.* 2nd edition. M. L. Tortorello. USA: Elsevier, **2014**, 717–721. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00348-7>.
- [25] Y.-D. Kong, Y. Qi, N. Cui, Z.-H. Zhang, N. Wei, C.-F. Wang, Y.-N. Zeng, Y.-P. Sun, H.-X. Kuang, Q.-H. Wang, *The traditional herb Polygonum hydropiper from China: a comprehensive review on phytochemistry, pharmacological activities and applications*, *Pharm. Biol.* 61, **2023**, 799–814. <https://doi.org/10.1080/13880209.2023.2208639>.
- [26] L.R. Stutts, W. Vermerris, *Elucidating Anthracnose Resistance Mechanisms in Sorghum—A Review*, *Phytopathology®* 110, **2020**, 1863–1876. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-20-0132-RVW>.
- [27] J. Hermuth, *Čirok obecný - Sorghum bicolor (L.) MOENCH: možnosti využití v podmínkách České republiky: metodika pro praxi*, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, **2012**.
- [28] H. Kim, H. Lee, K.-S. Shin, *Intestinal immunostimulatory activity of neutral polysaccharide isolated from traditionally fermented Korean brown rice vinegar*, *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 80, **2016**, 2383–2390. <https://doi.org/10.1080/09168451.2016.1217149>.
- [29] J.-E. Lee, J.-H. Kim, *Concept of Nuruk on Brewing Technology*, In: M. Kanauchi, *Brew. Technol.* 1st edition. UK: IntechOpen, **2017**, 123–132. <https://doi.org/10.5772/intechopen.69380>.

- [30] L. Lancellotti, A. Ulrici, S. Sighinolfi, A. Marchetti, *Chemical characterization of commercial balsamic vinegar glaze*, J. Food Compos. Anal. 94, **2020**, 103620. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103620>.
- [31] R. Ríos-Reina, M.P. Segura-Borrego, M.L. Morales, R.M. Callejón, *Characterization of the aroma profile and key odorants of the Spanish PDO wine vinegars*, Food Chem. 311, **2020**, 126012. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126012>.
- [32] R. Ríos-Reina, M.P. Segura-Borrego, D.L. García-González, M.L. Morales, R.M. Callejón, *A comparative study of the volatile profile of wine vinegars with protected designation of origin by headspace stir bar sorptive extraction*, Food Res. Int. 123, **2019**, 298–310. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.04.071>.
- [33] M. Jiménez-Sánchez, E. Durán-Guerrero, M.C. Rodríguez-Dodero, C.G. Barroso, R. Castro, *Use of ultrasound at a pilot scale to accelerate the ageing of sherry vinegar*, Ultrason. Sonochem. 69, **2020**, 105244. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105244>.
- [34] M. Ben Hammouda, A. Mahfoudhi, H. Gharsallah, H. El Hatmi, H. Attia, S. Azabou, *Traditional homemade Tunisian vinegars: Phytochemical profile, biological, physicochemical and microbiological properties*, LWT 152, **2021**, 112293. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112293>.
- [35] M. Nassiri-Asl, H. Hosseinzadeh, *Review of the Pharmacological Effects of Vitis vinifera (Grape) and its Bioactive Constituents: An Update: Pharmacological Effects of Grape*, Phytother. Res. 30, **2016**, 1392–1403. <https://doi.org/10.1002/ptr.5644>.
- [36] I. Ozturk, O. Caliskan, F. Tornuk, N. Ozcan, H. Yalcin, M. Baslar, O. Sagdic, *Antioxidant, antimicrobial, mineral, volatile, physicochemical and microbiological characteristics of traditional home-made Turkish vinegars*, LWT - Food Sci. Technol. 63, **2015**, 144–151. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.003>.
- [37] ALIMENTARIUS, Codex. *Proposed draft revised regional standard for vinegar*. Codex Alimentarius Commission, Joint FAO. WHO Food Standards Programme, **2000**.

- [38] H.A. Conner, R.J. Allgeier, *Vinegar: Its History and Development*. In: D. Perlman. *Adv. Appl. Microbiol.*, 20. USA: Elsevier, **1976**, 81–133. [https://doi.org/10.1016/S0065-2164\(08\)70110-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2164(08)70110-2).
- [39] A. Grégrová, H. Čížková, J. Mazáč, M. Voldřich, *Authenticity assessment of spirit vinegar (Part II): Analysis of samples from distribution chain.*, *Kvasny Prumysl* 58, **2012**, 350–354. <https://doi.org/10.18832/kp2012032>.
- [40] A. Grégrová, H. Čížková, J. Mazáč, M. Voldřich, *Authenticity assessment of spirit vinegar (Part I): Production and analysis methods.*, *Kvasny Prumysl* 58, **2012**, 309–312. <https://doi.org/10.18832/kp2012028>.
- [41] A. Grégrová, H. Čížková, J. Mazáč, , M. Voldřich. *Authenticity and quality of spirit vinegar: Methods for detection of synthetic acetic acid addition*. *Journal of Food and Nutrition Research* 51, **2012**, 123-131.
- [42] G.P. Blanch, J. Tabera, J. Sanz, M. Herraiz, G. Reglero, *Volatile composition of vinegars. Simultaneous distillation-extraction and gas chromatographic-mass spectrometric analysis*, *J. Agric. Food Chem.* 40, **1992**, 1046–1049. <https://doi.org/10.1021/jf00018a027>.
- [43] Z. Wang, J.R.J. Paré, *Chapter 3 Gas chromatography (GC): Principles and applications*, *Tech. Instrum. Anal. Chem.*, 18. Canada: Elsevier, **1997**, 61–91. [https://doi.org/10.1016/S0167-9244\(97\)80012-1](https://doi.org/10.1016/S0167-9244(97)80012-1).
- [44] A. Samad, A. Azlan, A. Ismail, *Therapeutic effects of vinegar: a review*, *Curr. Opin. Food Sci.* 8, **2016**, 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.03.001>.
- [45] Jarvis, D.C., *Folk Medicine : A doctor's guide to good health*, Henry Holt & Company, New York, **1958**.
- [46] Ochs, Irving L. *Use of vinegar as an antibiotic in the treatment of chronic middle ear disease*. *AMA Archives of Otolaryngology* 52, **1950**, 935-941.
- [47] T.M.S. Pinto, A.C.C. Neves, M.V.P. Leão, A.O.C. Jorge, *Vinegar as an antimicrobial agent for control of Candida spp. in complete denture wearers*, *J. Appl. Oral Sci.* 16, **2008**, 385–390. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572008000600006>.

- [48] A.C.L.G. Mota, R.D. De Castro, J. De Araújo Oliveira, E. De Oliveira Lima, *Antifungal activity of apple cider vinegar on candida species involved in denture stomatitis*, J. Prosthodont. 24, **2015**, 296–302. <https://doi.org/10.1111/jopr.12207>.
- [49] Y. Shimoji, H. Kohno, K. Nanda, Y. Nishikawa, H. Ohigashi, K. Uenakai, T. Tanaka, *Extract of Kurosu, a vinegar from unpolished rice, inhibits azoxymethane-induced colon carcinogenesis in male F344 Rats*, Nutr. Cancer 49, **2004**, 170–173. [https://doi.org/10.1207/s15327914nc4902\\_8](https://doi.org/10.1207/s15327914nc4902_8).
- [50] C.S. Johnston, C.A. Gaas, *Vinegar: medicinal uses and antiglycemic effect*, MedGenMed Medscape 8, **2006**, 61.
- [51] P. Kandylis, A. Bekatorou, D. Dimitrellou, I. Plioni, K. Giannopoulou, *Health promoting properties of cereal vinegars*, Foods Basel Switz. 10, **2021**, 344. <https://doi.org/10.3390/foods10020344>.
- [52] V. Radosavljević, S. Janković, J. Marinković, M. Dokić, *Non-occupational risk factors for bladder cancer a case-control study*, Tumori J. 90, **2004**, 175–180. <https://doi.org/10.1177/030089160409000203>.
- [53] S. Xibib, H. Meilan, H. Moller, H.S. Evans, D. Dixin, D. Wenjie, L. Jianbang, *Risk factors for oesophageal cancer in Linzhou, China: a case-control study*, Asian Pac. J. Cancer Prev. 4, **2003**, 119–124.
- [54] S. Kondo, K. Tayama, Y. Tsukamoto, K. Ikeda, Y. Yamori, *Antihypertensive effects of acetic acid and vinegar on spontaneously hypertensive rats*, Biosci. Biotechnol. Biochem. 65, **2001**, 2690–2694. <https://doi.org/10.1271/bbb.65.2690>.
- [55] Ohnami, K. *Effects of Kurosu on the blood pressure of the spontaneously hypertension rats*. Kiso to Rinsho 19, **1985**, 237-241.
- [56] D. Ousaaïd, H. Mechchate, H. Laaroussi, C. Hano, M. Bakour, A. El Ghouizi, R. Conte, B. Lyoussi, I. El Arabi, *Fruits vinegar: quality characteristics, Phytochemistry, and Functionality*, Molecules 27, **2021**, 222. <https://doi.org/10.3390/molecules27010222>.



- [57] Y. Zhao, Z. He, W. Hao, H. Zhu, N. Liang, J. Liu, C. Zhang, K.Y. Ma, W.-S. He, Y. Yang, Z.-Y. Chen, *Vinegars but not acetic acid are effective in reducing plasma cholesterol in hamsters fed a high-cholesterol diet*, *Food Funct.* 11, **2020**, 2163–2172. <https://doi.org/10.1039/C9FO02630D>.
- [58] Hamadate, Naobumi, et al. *Effect of a dietary supplement containing kurozu (a Japanese traditional health drink) concentrate on several obesity-related parameters in obese Japanese adults: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial*. *Functional Foods in Health and Disease* 3, **2013**, 310-322.
- [59] Nakasone, Yasushi. *Effect of a Traditional Japanese Health Food Made from Kurozu (Unrefined Black Rice Vinegar) and Garlic Combination on Serum Cholesterol in Subjects with Prehypercholesterolemia or Mild to moderate Hypercholesterolemia. A Randomized, Double blind. Placebo controlled, Intervention Study*. 45.1 ,**2017**, 51-60.
- [60] K.G. Elhage, K. St. Claire, S. Daveluy, *Acetic acid and the skin: a review of vinegar in dermatology*, *Int. J. Dermatol.* 61, **2022**, 804–811. <https://doi.org/10.1111/ijd.15804>.
- [61] W. Wang, F. Zhang, X. Dai, Y. Liu, J. Mu, J. Wang, Q. Ma, J. Sun, *Changes in vinegar quality and microbial dynamics during fermentation using a self-designed drum-type bioreactor*, *Front. Nutr.* 10, **2023**, 1126562. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1126562>.
- [62] J. Jack, *A Pedagogy of Sight: Microscopic Vision in Robert Hooke’s Micrographia*, *Q. J. Speech* 95, **2009**, 192–209. <https://doi.org/10.1080/00335630902842079>.
- [63] I.M. Veá, A. Wilcox, W.A. Frankino, A.W. Shingleton, *Sex-Specific Plasticity Explains Genetic Variation in Sexual Size Dimorphism in Drosophila*, *Evolutionary Biology*, **2021**, 448738. <https://doi.org/10.1101/2021.06.16.448738>.
- [64] F. Opekar, *Základní analytická chemie pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavním studijním oborem*, 1. vyd, Karolinum, Praha, **2002**.

- [65] Q. Chen, A. Liu, J. Zhao, Q. Ouyang, Z. Sun, L. Huang *Monitoring vinegar acetic fermentation using a colorimetric sensor array*. *Sensors and Actuators B: Chemical* 183, **2013**, 608-616.
- [66] O. Yalçın, C. Tekgündüz, M. Öztürk, E. Tekgündüz, *Investigation of the traditional organic vinegars by UV–VIS spectroscopy and rheology techniques*, *Spectrochim. Acta. A. Mol. Biomol. Spectrosc.* 246, **2021**, 118987. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118987>.
- [67] K. Petchpoung, S. Soiklom, W. Siri-anusornsak, N. Khlangsap, A. Tara, T. Maneeboon, *Predicting antioxidant activity of wood vinegar using color and spectrophotometric parameters*, *MethodsX* 7, **2020**, 100783. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.100783>.

# Příloha 1

## SENZORICKÁ ANALÝZA OCHUCENÝCH OCTŮ

Věk respondenta:

Pohlaví respondenta:

1. Slyšel/a jsi někdy o ochucených octech? ANO/NE
  
2. Jaký je Váš vztah ke konzumaci octa?
  - a) Ocet mi chutná a konzumuji ho často a ve větší míře
  - b) Ocet konzumuji pouze jako minoritní složku vybraných pokrmů
  - c) Ocet mi nechutná a vyhýbám se jeho konzumaci
  - d) Jiné:.....
  
3. Který ze vzorků Vám nejlépe voněl?
  - a) Vzorek 1
  - b) Vzorek 2
  - c) Vzorek 3
  
4. Který ze vzorků ochucených octů Vám chutnal nejvíce?
  - a) Vzorek 1
  - b) Vzorek 2
  - c) Vzorek 3
  
5. Přiřaďte jednotlivé vzorky do skupin podle nejvýraznější chuti:

SLADKÁ	SLANÁ	HOŘKÁ	KYSELÁ
.....	.....	.....	.....