

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality a bezpečnosti potravin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Aquafaba a její uplatnění v cukrářské technologii

Diplomová práce

Autor práce: Ing. Xenie Jugova

Obor studia: Výživa a potraviny

Vedoucí práce: Ing. et Ing. Lucie Jurkaninová, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Aquafaba a její uplatnění v cukrářské technologii" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 19. dubna 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své diplomové práce paní Ing. et Ing. Lucii Jurkaninové, Ph.D. za její odborné rady, cenné připomínky, vstřícnost, trpělivost a její neocenitelný čas. Velké poděkování patří i všem účastníkům sensorického hodnocení za jejich ochotu a odhodlání vyzkoušet nové dezerty. Bez jejich přínosu by nebylo možné zpracovat praktickou část mé diplomové práce. Také děkuji své rodině, která mě vždy podporovala ve všech mých počínáních.

Aquafaba a její uplatnění v cukrářské technologii

Souhrn

Aquafaba, tekutina získaná z vařených luštěnin, byla objevena v roce 2015 a rychle si získala popularitu v komunitě veganů díky svým kulinárním vlastnostem. Její schopnost emulgace, zahušťování a vytváření pěny ji činí vhodnou náhradou za celá vejce nebo vaječné bílky, což ji předurčuje pro využití v cukrářské technologii.

Cílem této diplomové práce bylo experimentálně ověřit praktické využití aquafaby jako náhrady vaječných bílků v cukrářských aplikacích a vypracovat metodiku pro přípravu cukrářských výrobků s použitím aquafaby. Pro experimentální část práce byly vybrány čtyři cukrářské výrobky (italský pomerančový dort, mandlové sušenky Amaretti, bílkový krém a pusinky), kde vaječný bílek se vyšlehá do pěny, jeden pekárenský výrobek (francouzská bageta) a pekařský pokus, kde byla aquafaba použita jako náhrada vody, aby se zjistilo, zda má vliv na pekárenské vlastnosti výrobků.

Výsledky sensorického a fyzikálního hodnocení ukázaly, že výrobky obsahující aquafabu byly spotřebiteli velmi dobře přijaty a byly hodnoceny srovnatelně s jejich tradičními protějšky. Nutriční analýza odhalila, že výrobky s aquafabou mají nižší obsah kalorií, tuků a cholesterolu, avšak jsou chudší na bílkoviny, což by mělo být vzato v úvahu při formulaci receptur pro specifické dietní požadavky. Ekonomická analýza ukázala výrazné nákladové úspory při použití aquafaby, zejména v případě bílkového krému, kde byly úspory až šestinasobné. Tyto úspory představují významný argument pro komerční aplikaci aquafaby, zejména v kontextu rostoucích cen surovin a potřeby snižování výrobních nákladů.

Výsledky této práce potvrzují, že aquafaba je efektivní a plnohodnotnou náhradou vaječných bílků v cukrářské technologii a může být úspěšně použita při výrobě různých cukrářských a pekárenských výrobků, přičemž přináší jak nutriční, tak ekonomické výhody.

Klíčová slova: aquafaba, fazolová šťáva, cizrnová voda, náhražky vaječných bílků, veganské pečení, bezodpadové hospodářství, rostlinná strava

Aquafaba and its application in confectionery technology

Summary

Aquafaba, the liquid remaining after cooking legumes, was discovered in 2015 and quickly gained popularity within the vegan community due to its culinary properties. Its ability to emulsify, thicken, and foam makes aquafaba a proficient substitute for whole eggs or egg whites, making it highly suitable for use in confectionery technology.

The aim of this thesis was to experimentally verify the practical use of aquafaba as a substitute for egg whites in confectionery applications and to develop a methodology for the preparation of confectionery products using aquafaba. For the experimental part of the work, four confectionery products (Italian orange cake, Amaretti almond cookies, egg white cream and meringues) were selected, where egg white is whipped into foam, one bakery product (French baguette) and a bakery experiment where aquafaba was used as a substitute for water, to determine whether it has an effect on the bakery properties of the products.

Sensory and physical evaluation results showed that products containing aquafaba were very well received by consumers and were rated comparable to their traditional counterparts. Nutritional analysis disclosed that products formulated with aquafaba are characterized by lower levels of calories, fats, and cholesterol, though they present diminished protein content. This nutritional profile warrants further consideration in the context of recipe optimization to suit to particular dietary needs. Economically, the adoption of aquafaba led to notable cost efficiencies, especially evident in the production of meringue cream, where the cost reduction reached up to six times. Such economic advantages strongly advocate for the adoption of aquafaba in commercial settings, especially against the backdrop of escalating raw material costs and the imperative for reducing production expenditures.

The findings from the experimental segment of this thesis substantiate the effectiveness of aquafaba as a holistic substitute for egg whites in confectionery technology. The successful incorporation of aquafaba into a range of confectionery and bakery items presents multiple advantages, encompassing nutritional enhancements and economic feasibility.

Keywords: aquafaba, bean juice, chickpeas water, egg white substitute, vegan baking, zero waste, plant based

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Cukrářství.....	10
3.1.1	Cukrářská technologie.....	10
3.1.2	Cukrářské výrobky.....	10
3.1.3	Základní cukrářské suroviny.....	11
3.1.4	Druhy těsta.....	12
3.1.5	Moderní trendy v cukrářské technologii.....	13
3.2	Definice a historie aquafaby.....	15
3.3	Poznatky o aquafabě.....	15
3.3.1	Vědecké poznatky.....	16
3.3.2	Patenty.....	18
3.3.3	Vegani a blogeři.....	19
3.4	Způsoby přípravy aquafaby.....	20
3.5	Nutriční složení a vlastnosti aquafaby.....	21
3.6	Výrobky z aquafaby.....	22
3.6.1	Meringue - Sněhové pusinky.....	23
3.6.2	Piškot a dort.....	24
3.6.3	Makronky.....	25
3.6.4	Čokoládový mousse.....	25
3.6.5	Majonéza.....	26
4	Metodika.....	28
4.1	Použité suroviny a přístroje.....	28
4.2	Příprava aquafaby.....	28
4.3	Příprava Francouzské bagety.....	29
4.4	Příprava Italského pomerančového dortu.....	30
4.5	Příprava Bílkového krému a Pusinek.....	31
4.6	Příprava sušenek Amaretti.....	32
4.7	Laboratorní pekařský pokus.....	33
4.8	Fyzikální hodnocení výrobků.....	34
4.9	Senzorické hodnocení výrobků.....	34
4.10	Porovnání nutričních hodnot tradičních výrobků s vejci a s aquafabou.....	34
4.11	Výpočet cen výrobků s vejci a s aquafabou.....	35
5	Výsledky.....	36

5.1	Výsledky fyzikálního hodnocení výrobků.....	36
5.2	Výsledky sensorického hodnocení výrobků	39
5.3	Porovnání nutričních hodnot tradičních výrobků s vejci a s aquafabou	42
5.3.1	Italský pomerančový dort	42
5.3.2	Bílkový krém a pusinky	42
5.3.3	Francouzská bageta	43
5.3.4	Sušenky Amaretti	43
5.4	Výsledky výpočtů cen výrobků s vejci a s aquafabou	44
6	Diskuze	46
6.1	Fyzikální a sensorický aspekt	46
6.2	Výživový aspekt.....	47
6.3	Ekonomický aspekt.....	48
7	Závěr	49
8	Literatura.....	50
9	Samostatné přílohy	I
9.1	Dotazník – Párová sensorická zkouška	I
9.1.1	Hodnocení produktů	I
9.1.2	Celkové hodnocení produktů.....	I
9.2	Dotazník – Sensorické hodnocení.....	I
9.2.1	Hodnocení pouze samotného produktu s aquafabou	I
9.3	Dotazník – Informace o respondentovi	III

1 Úvod

V současné době, kdy se celosvětově rozmáhá hnutí za udržitelnost a etičtější přístupy ve výrobě potravin, se významně rozšiřuje i zájem o alternativní potravinové zdroje, které by mohly přispět k řešení některých z nejpálčivějších problémů – od potravinové alergie po environmentální zátěž. Ve světle těchto výzev se aquafaba, vedlejší produkt z vaření luštěnin, jako jsou cizrna a fazole, ukazuje jako nečekaný poklad současné gastronomie, nabízející fascinující možnosti v oblasti potravinářské inovace (Erem et al. 2023).

Myšlenka, že něco tak běžného jako voda z vařených luštěnin může mít revoluční vliv na cukrářskou technologii, byla donedávna nepředstavitelná. Aquafaba, díky svým jedinečným vlastnostem, jako například je její schopnost vytvářet pěnu a emulgovat, se rychle stala žádanou surovinou pro vegany, vegetariány a ty, kteří z různých důvodů vyhledávají alternativy k vejci v pekárenských výrobcích (He et al. 2021a). Tato diplomová práce se proto bude zabývat detailním prozkoumáním využití aquafaby v cukrářské technologii, a to s cílem posoudit, zda tato jednoduchá, ale zázračná ingredience může nahradit vejce - nezbytnou cukrářskou složku v tradičních recepturách.

V úvodní části se práce bude věnovat komplexnímu přehledu existujících poznatků o aquafabě, včetně jejího historického kontextu, složení, způsobů přípravy a dosavadního využití v gastronomii. Přestože je aquafaba na potravinovém trhu relativně novým pojmem, její vlastnosti a potenciál již stihly inspirovat řadu kuchařů, pekařů a výzkumníků po celém světě (Echeverria-Jaramillo & Shin 2023). Tato část rovněž bude osvětlovat vědecký základ, který stojí za unikátními vlastnostmi aquafaby, a zkoumá, jak tyto vlastnosti mohou být využity k nahrazení vejce ve výrobních procesech.

Následně se práce bude zaměřovat na praktické aplikace aquafaby v cukrářství. Zde budou představeny a analyzovány různé receptury, kde aquafaba slouží jako klíčová ingredience. Experimentální část práce poskytne pohled na metodiku přípravy aquafaby, tři cukrářských výrobků z ní a dvou pekárenských výrobků s ní, zhodnotí texturu, chuť a vzhled finálních produktů a celkový dojem konzumentů. Cílem je nejen ověřit substituční potenciál aquafaby, ale také identifikovat možné výzvy a omezení spojené s jejím využitím.

Diplomová práce také bude pojednávat o širším kontextu využití aquafaby, včetně její přínosu pro udržitelnost a snižování potravinového odpadu. V diskusi bude probráno, jak může aquafaba přispět k efektivnějšímu využívání zdrojů v potravinářském průmyslu a poskytnout udržitelnou alternativu pro spotřebitele hledající veganské nebo bezvaječné výrobky.

V závěru práce budou shrnuté klíčové poznatky a doporučení pro další výzkum a aplikaci aquafaby v cukrářské technologii. Tato diplomová práce se snaží nejen rozšířit stávající poznatky o aquafabě, ale také inspirovat k další inovaci a experimentaci v oblasti potravinářství, s důrazem na význam udržitelnosti a přístupnosti stravy pro rozličné potřeby a preference spotřebitelů.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cíl práce

Cílem práce je otestovat možnosti praktického využití aquafaby v cukrářské technologii jako náhradu vaječných bílků a vypracovat metodiku přípravy výrobků z aquafaby pro cukráře.

Hypotéza

Aquafaba je plnohodnotnou náhradou vaječných bílků v cukrářské technologii, může sloužit jako surovina při výrobě sněhového pečiva.

3 Literární rešerše

3.1 Cukrářství

3.1.1 Cukrářská technologie

Cukrářská technologie je specializovaný obor potravinářského průmyslu, který se zabývá procesy a metodami výroby cukrářských výrobků (sladké pokrmy, zákusky, dorty atd.) (Půlpánová 2013). Tento obor spojuje principy potravinářského inženýrství, chemie a kulinářství k vytvoření široké škály cukrářských produktů. Zahrnuje studium surovin, jejich vlastností a interakcí, metody a techniky zpracování, konzervaci, balení a také estetické a kreativní aspekty prezentace a designu výrobků (Hartel et al. 2018).

V rámci cukrářské technologie se kladou důrazy na:

- **Receptury a Ingredience:** Pozornost je věnována výběru surovin, jejich množství a proporcím. Znalost a použití různých typů mouky, cukrů, tuků, vajec, čokolády, ovoce a dalších přísad je základem. Je důležité rozumět tomu, jak se tyto ingredience chovají při různých teplotách a během různých fází zpracování a jak ovlivňují texturu, chuť a vzhled výrobků (Wilderjans et al. 2013).
- **Metody Zpracování:** Zahrnuje různé techniky, jako je míchání, hnětení, fermentace, emulgace, karamelizace cukrů, pečení, zdobení a chlazení. Tyto metody jsou zásadní pro dosažení požadované kvality a konzistence výrobků (Stamm 2015).
- **Návrh a Prezentace:** Estetika a prezentace jsou v cukrářství klíčové. Cukráři musí mít smysl pro design a barvy, aby mohli vytvářet vizuálně přitažlivé výrobky (Friberg & Friberg 2003).
- **Inovace a Experimentování:** Vývoj nových receptů a experimentování s novými kombinacemi přísad a technikami je neustálou součástí práce v cukrářství (Půlpánová 2013).

3.1.2 Cukrářské výrobky

Cukrářské výrobky lze systematicky klasifikovat do několika hlavních skupin. Tato klasifikace je založena na komplexním zhodnocení jejich složení, textury, metod výroby a tradičního využití v rámci různých kulinářských tradic.

Pečivo: Tato široká kategorie zahrnuje rozmanitý sortiment produktů, jako jsou dorty, muffiny, croissanty atd. Charakteristickým rysem těchto výrobků je jejich příprava z kvalitní mouky, cukru, tuků a dalších přísad, které jsou následně pečené v troubě. Specifickým aspektem je zde důraz na texturu, kypřicí proces a finální prezentaci (Gisslen 2017).

Cukrovinky a Bonbony: Tato kategorie se specializuje na výrobu tvrdých cukrovinek, želé, pastilek a žvýkaček. Výrobní proces zde spočívá v kombinaci cukru, sirupů a různých příchutí a barviv, s důrazem na konzistenci, chuť a dlouhodobou trvanlivost produktů (Hartel et al. 2018).

Čokoládové Výrobky: Tato skupina se zaměřuje na produkty, jejichž hlavní složkou je čokoláda. Zahrnuje čokoládové tabulky, bonbony, pralinky a čokoládové figurky. Tyto

produkty mohou být obohaceny o různé náplně, jako jsou ořechy, ovoce nebo krémy, a vyznačují se širokou škálou textur a chuťových profilů (Friberg & Friberg 2002).

Cukrářské Dekorace a Náplně: Zahrnuje jedlé dekorace, jako jsou marcipánové figurky, fondánové ozdoby, jedlé perly a glazury, krémy a náplň. Tyto produkty jsou nezbytné pro estetické zdokonalení a personalizaci dortů a jiného pečiva (Migoya & Fink 2012).

Zmrzlina a Mražené Dezerty: Tato kategorie obsahuje zmrzliny, sorbety, mražené jogurty a podobné produkty. Jsou charakteristické svou metodou výroby, která spočívá v zmrazení a promíchání směsi obsahující mléko, smetanu, cukr a různé příchutě (Figoni 2011).

Tradiční a Regionální Výrobky: Každá kultura přispívá svými tradičními cukrářskými výrobky, které odrážejí lokální ingredience a přípravné techniky. Příklady mohou zahrnovat vánoční perníky, velikonoční mazanec, francouzské makronky nebo italský Tiramisu.

Speciální Diety a Zdravé Možnosti: Tato skupina zahrnuje produkty, které jsou přizpůsobeny specifickým dietním potřebám, jako jsou bezlepkové, bezlaktózové, veganské nebo odtučněné možnosti. Důraz je zde kladen na inovativní přístupy k náhradě tradičních ingrediencí a na zachování chuťové kvality.

Každá z těchto skupin představuje své unikátní charakteristiky a výzvy ve výrobě. Pro cukráře je proto nezbytné mít hluboké porozumění rozdílům a specifikacím každé z nich, aby byli schopni efektivně a inovativně reagovat na měnící se požadavky a preference spotřebitelů.

3.1.3 Základní cukrářské suroviny

V oblasti cukrářské technologie jsou klíčové ingredience fundamentální pro definování struktury, organoleptických vlastností (chuti a vůně), vzhledu a celkové jakosti finálního výrobku. Jednotlivé ingredience nejenže přinášejí specifické charakteristiky, ale také synergicky interagují, což vede k vytváření komplexních textur a chutí. Optimalizace proporcí těchto komponentů v receptuře je klíčová pro dosažení požadovaného sensorického profilu a konzistence produktu (Friberg & Friberg 2002).

Mouka: Jako esenciální stavební prvek většiny pečiva, mouka poskytuje základní kostru pro mnohé výrobky. Její obsah lepku, což je protein přítomný v pšeničné mouce, je nezbytný pro vytvoření elastické síťové struktury. Tato síť zachytává vzduchové bubliny v průběhu fermentačního či kypřícího procesu, což umožňuje těstu expandovat a vytvářet tak strukturu, která je pevná, avšak současně i nadýchaná a měkká (Figoni 2011).

Cukr: Cukr má mnohostranný vliv na výsledné pečivo. Kromě poskytování sladkosti, cukr při pečení podléhá karamelizaci, čímž přispívá k atraktivní zlatavé barvě. Jeho hygroskopická povaha (schopnost vázat vodu) zajišťuje, že pečivo zůstává vláčné a prodlužuje jeho trvanlivost (Gisslen 2017).

Vežce: Vaječná hmota, termín často využívaný v cukrářské technologii, označuje směs založenou primárně na vejci. Tato směs se může skládat z celých vajec, výhradně žloutků, bílků, či jejich kombinace, přičemž specifické složení je určováno požadovanými charakteristikami a zamýšlenou funkcí v rámci konkrétního receptu. Jako emulgátor, vejce efektivně pomáhají stabilizovat směsi tuků a vody, zajišťujíce jednotnou a homogenní texturu. Ve své roli vazebního činidla, vejce umožňují spojení ostatních ingrediencí a vytvářejí stabilní strukturu finálního výrobku. Bílky, zvláště po šlehání, nabývají na objemu a přinášejí vzdušnost a lehkost, což je zásadní pro strukturu výrobků jako piškoty. Naopak žloutky, s vysokým

obsahem tuků a lecitinu, dodávají výrobkům bohatost, vláčnost a zlepšují jejich barvu a texturu (Friberg & Friberg 2002).

Mléko: Mléko slouží jako hydratační prvek pro sušené ingredience, pomáhá při formování těsta a zvyšuje chuťovou plnost výrobku. Obsah mléčného tuku a cukrů významně přispívá k vylepšení textury a barvy pečiva (Figoni 2011).

Máslo: Díky svému vysokému obsahu tuku, máslo je neocenitelné pro dodání bohaté chuti a krémové konzistence. V procesu pečení má klíčovou roli při vytváření křehkosti a vrstevnatosti, zejména v případě křehkého a listového těsta (Friberg & Friberg 2002).

Olej: Olej, jiný typ tuku používaný v cukrářství, přináší vláčnost a měkkost výrobku. Jeho tekutá forma při pokojové teplotě umožňuje pečivu zachovat vlhkost a déle zůstat čerstvé (Gisslen 2017).

Kypřicí Prášek: Chemické kypřicí činidlo jako je kypřicí prášek, uvolňuje oxid uhličitý při reakci s vlhkostí a teplem, což způsobuje lehkost a nadýchanost těsta. Jeho použití je nezbytné v mnoha druzích nekynutého pečiva (Figoni 2011).

Droždí: Droždí, biologický kypřicí agens, působí fermentací cukrů v těstě, čímž vytváří oxid uhličitý a alkohol. To vede k nadýmání těsta a přispívá k charakteristické chuti a textuře kynutého pečiva (Friberg & Friberg 2002).

Každá z těchto ingrediencí má své vlastní specifické účinky a společně tvoří základní stavební bloky pro vytváření širokého spektra cukrářských výrobků. Porozumění interakcím a funkcím těchto komponent je klíčové pro každého cukráře, aby mohl dosáhnout požadovaných vlastností a kvality ve svých výrobcích.

3.1.4 Druhy těsta

Dle Friberga (2002) pečivo se dá klasifikovat do několika základních druhů podle použitých ingrediencí, metod přípravy a textury.

Listové těsto:

- Ingredience: mouka, máslo (nebo jiný tuk), voda, sůl.
- Charakteristika: vrstvené těsto, často s velkým množstvím másla, vytváří charakteristické vrstvy.
- Příprava: metoda vrstvení tuku a těsta. Těsto je rozválené, potřeno tukem, složené a opakovaně rozválené, což vytváří mnoho tenkých vrstev.
- Použití: croissanty, slané i sladké pečivo.

Kynuté těsto:

- Ingredience: mouka, voda (nebo mléko), droždí, cukr, sůl, někdy tuky.
- Charakteristika: využívá kvasnice nebo jiné kypřicí činidlo pro dosažení objemu a lehkosti.
- Příprava: droždí fermentuje cukry v těstě, vytváří bublinky, které způsobují kynutí těsta. Těsto musí odpočívat, aby získalo objem.
- Použití: chleba, pizzy, buchty, koláče.

Křehké těsto:

- Ingredience: mouka, tuk (máslo, sádlo), voda, sůl, někdy cukr.
- Charakteristika: vyrábí se s tukem, který se zpracovává s moukou do 'drobenky', má křehkou texturu.

- Příprava: tuk je vmíchán do mouky do zrnité konzistence, poté se přidá voda. Důležité je minimální zpracování, aby těsto zůstalo křehké.
- Použití: sladké i slané koláče, sušenky.

Vánoční těsto:

- Ingredience: mouka, cukr, med, koření (jako skořice, hřebíček), jedlá soda nebo prášek do pečiva, někdy vejce.
- Příprava: ingredience se smíchají do hladkého těsta, které se nechá odpočívat, aby se rozvinuly chutě koření.
- Použití: vánoční perníčky a jiné vánoční pečivo.

Sněhové těsto:

- Ingredience: vaječné bílky, cukr, kyselina citronová.
- Charakteristika: lehké a vzdušné, s vysokým obsahem vyšlehaných bílků.
- Příprava: bílky se vyšlehají s cukrem a kyseliny do pěny
- Příklady: pavlova, meringue, některé typy sušenek.

Piškotové těsto:

- Ingredience: vaječné bílky, cukr, mouka. Někdy přídavek prášku do pečiva.
- Charakteristika: má jemnou texturu.
- Příprava: bílky s cukrem jsou šlehané do pěny, poté se opatrně vmíchá mouka. Důležité je zachování vzdušnosti směsi.
- Použití: dortové korpusy, rolády.

Těsto na vafle a palačinky:

- Ingredience: mouka, mléko, vejce, tuk (např. olej nebo rozpuštěné máslo), cukr, prášek do pečiva.
- Charakteristika: tenké těsto, často připravované na pánvi nebo ve vaflovači.
- Příprava: všechny ingredience se smíchají do hladké konzistence. Těsto je pak pečeno ve vaflovači.
- Použití: vafle, palačinky, crêpes.

Odpalované - choux těsto (větrníkové):

- Ingredience: voda nebo mléko, máslo, mouka, vejce.
- Charakteristika: lehké, vzdušné těsto vytvořené vařením těsta před pečením.
- Příprava: voda s máslem se přivede k varu, přidá se mouka a vaří se do hustého těsta. Po ochlazení se přidají vejce a těsto se peče.
- Použití: větrníky, éclairs, profiterole.

Každý z těchto druhů těsta má své specifické vlastnosti a je vhodný pro různé typy cukrářských výrobků. Znalost těchto rozdílů je klíčová pro správný výběr těsta v závislosti na požadovaném výsledném produktu.

3.1.5 Moderní trendy v cukrářské technologii

Jak je patrné z předchozích podkapitol, vejce hraje klíčovou roli v cukrářské technologii, zejména v přípravě specifických druhů těst, jako jsou sněhové a piškotové těsto. Vejce zde plní důležitou funkci díky svým vlastnostem, jako je schopnost vázat těsto, přispívat k jeho vzdušnosti a dodávat výslednému produktu požadovanou strukturu. V poslední době se však

zaznamenává rostoucí trend mezi spotřebiteli, kteří se z různých důvodů, ať už jsou to otázky etiky, zdravotní omezení, nebo snaha o snížení ekologické stopy, obrací k alternativám vajec.

Zdravotní důvody

Vejsce jsou jedním z nejběžnějších alergenů, zejména u dětí. Alergie na vejce se projevuje reakcí imunitního systému na určité bílkoviny obsažené ve vejcích, což může vést k různým symptomatickým reakcím, od mírných po život ohrožující. Vedle alergie existuje také intolerance, která se může projevit trávicími problémy a je způsobena neschopností trávit bílkoviny obsažené ve vejcích (Gray et al. 2014). Fenylketonurie je dalším onemocněním, kdy konzumace vajec není možná. Fenylketonurie je vzácné genetické onemocnění, které postihuje metabolismus a způsobuje, že tělo není schopno správně zpracovávat aminokyselinu nazývanou fenylalanin, která se vyskytuje ve vaječných bílcích (Pimentel et al. 2014).

Náboženské důvody

Některé náboženské a kulturní tradice omezují nebo zakazují konzumaci vajec. Například v některých formách hinduismu jsou vejce považována za nečistá a jejich konzumace je zakázána. Jainismus přikládá velký význam nenásilí a to se odráží i v dietě. Jainská dieta vylučuje veškeré živočišné produkty, včetně vajec, z důvodu nenásilí vůči zvířatům. Během postních období, jako je Velký půst, se pravoslavní křesťané často zdržují konzumace všech živočišných produktů, včetně vajec (Tracy Stuckrath 2018). Sedmiadvacetisté, kterými jsou členové Církve adventistů sedmého dne, se často vyhýbají konzumaci vajec, toto je součástí jejich zdravotních preferencí, které zdůrazňuje celostní pohled na zdraví (Lauren Panoff 2023).

Veganství

Rostoucí popularita veganství je také jedním z hlavních důvodů, proč se lidé rozhodují vyhýbat vejcím. Veganství vylučuje konzumaci jakýchkoliv živočišných produktů, včetně vajec, z etických důvodů, založených na zásadách ochrany práv zvířat a odmítnutí vykořisťování zvířat (Sexton et al. 2022).

Udržitelnost a ekologické důvody

Vejsce mohou mít významný dopad na životní prostředí. Chov slepic pro produkci vajec vyžaduje značné množství vody, krmiva a zemědělské plochy a může přispívat k emisím skleníkových plynů. Z těchto důvodů se mnoho lidí rozhoduje pro vyhýbání se vejcím jako součásti širšího úsilí o snížení ekologické stopy a podporu udržitelnějšího způsobu života (Sanchez-Sabate & Sabaté 2019).

Ekonomické a logistické výzvy

Během událostí, jako byla pandemie COVID-19 a regionální epidemie mezi drůbeží, byla zaznamenána výrazná omezení dostupnosti a zvýšení cen vajec. Například na Bahulu během pandemie COVID-19 byly zaznamenány situace nedostatku a vysokých cen vajec (Donatus et al. 2023). Tato situace přiměla mnoho spotřebitelů hledat alternativy k vejcím, aby byli schopni pokračovat ve svých běžných stravovacích návycích bez zvýšené finanční zátěže.

Tato situace představuje významnou výzvu pro současné cukrářské technologie, které se musí přizpůsobit na rostoucí poptávku po alternativách k tradičním ingrediencím. Jako jedno z možných řešení se jeví využití aquafaby, která nabízí efektivní možnost nahrazení vajec v cukrářských výrobcích, ve srovnání s jinými náhražkami, které spotřebitel považuje za umělé a škodlivé pro zdraví (Yazici & Ozer 2021). Aquafaba, tekutina získaná z luštěnin, má vlastnosti podobné vaječným bílkům, což ji činí ideální pro vytváření nadýchaných a vzdušných textur. Její využití v cukrářství může nejenom oslovit širokou škálu zákazníků s dietními

omezeními nebo preferencemi, ale také přinést inovativní přístupy k recepturám a výrobním technikám. V kontextu udržitelnosti a etiky poskytuje aquafaba cukrářům možnost rozšířit své portfolio výrobků tak, aby bylo odpovídalo současným trendům v potravinářském průmyslu.

3.2 Definice a historie aquafaby

Slovo “aquafaba” je používáno pro označení tekutiny, která zůstává po uvaření luštěnin. Tento termín, který se skládá ze dvou latinských slov “aqua” voda a “faba” fazole, byl vymezen na konci března 2015 Goosem Wohltem softwarovým inženýrem ze Spojených Států Amerických (“Aquafaba History” 2016).

Historie aquafaby však sahá až do 60. a 70. let minulého století, kdy v USA a Anglii díky hippies komunitě došlo k rozšíření vegetariánství a jeho striktnější formy, veganství (Smith 2009). Veganská dieta vylučuje konzumaci vajec, což vyvolalo potřebu jejich náhrady v tradičních receptech. V rámci veganského pečení se začaly používat alternativní ingredience, jako jsou banány, jablečné a dýňové pyré, pyré ze sušených švestek, ořechy, cizrnová mouka, lněná a chia semínka. Tyto přísady byly schopny efektivně nahradit vlastnosti vajec v některých typech pečiva, jako jsou bábovky a muffiny. Současně se na trhu objevily i průmyslově vyráběné náhražky vajec, jako jsou Ener-G, Bob's Red Mill a Orgran, tvořené převážně kukuřičným, bramborovým nebo tapiokovým škrobem, sodou, celulórou nebo psylliem. Tyto náhražky byly účinné, avšak stále existovala mezera v přípravě sněhového pečiva a meringue, kde tyto substituty nedosahovaly požadovaných výsledků (“Aquafaba History” 2016).

V roce 2007 se na fóru na internetu objevila diskuse o experimentech s novými formami veganských pusinek. Spekulace se točily kolem možného využití vývaru z lněných semen. Avšak, tato iniciativa se setkala s problémy v chuti a komplexnosti přípravy. V roce 2014 Joël Roessel objevil, že tekutina z červených fazolí a srdcí palmy může být použita k vytvoření stabilní pěny. Nicméně, tato metoda si vyžádala další přísady pro dosažení požadované stability. V únoru 2015, Goose Wohlt přišel s přelomovým objevem, že správně upravená tekutina z cizrny může sloužit jako přímá náhražka vaječného bílku, umožňující vytvářet meringue s vynikající chutí a texturou bez nutnosti dalších přísad. Začátkem března 2015 Goose Wohlt sdílel svůj objev ve facebookové skupině, což vedlo k vytvoření komunity zaměřené na další vývoj a experimenty s aquafabou. Tato komunita se rychle rozšířila a začala sdílet techniky, tipy, triky a recepty, což vedlo k rozšíření využití aquafaby do široké škály veganských receptů (“Aquafaba History” 2016).

3.3 Poznatky o aquafabě

Pro napsání této práce byly čerpány informace z vědeckých článků a studií o aquafabě publikovaných v elektronických databázích Web of Science, Scopus, Science Direct, Wiley Online Library a Google Scholar. Pro vyhledávání byla použita následující klíčová slova v angličtině: “aquafaba”, “chickpea cooking water”, “pulses cooking water”, “legume cooking water”, “chickpea water”. Vzhledem k novosti tématu v době přípravy literární rešerše existovalo omezené množství zdrojů: pouze 6 přehledových článků, 15 vědeckých studií věnovaných potravinářským vlastnostem aquafaby, 17 vědeckých studií o použití aquafaby pro přípravu cukrářských a pekárenských výrobků, 4 konferenční abstrakty a 2 knihy pojednávající

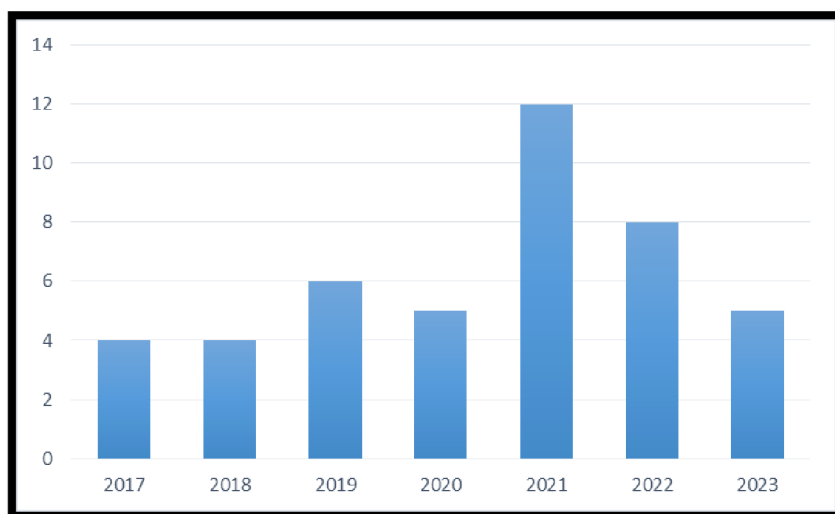
o aquafabě v rámci udržitelnosti zdrojů a upcyklace. Také byly použity žádosti o patenty, ve kterých se aquafaba zmiňuje jako součást patentovaného vynálezu. Avšak nejbohatším zdrojem informací o uplatnění aquafaby byly příspěvky blogerů v angličtině, češtině, francouzštině a ruštině na platformách Youtube, Facebook, Instagram a Pinterest. Právě na sociálních sítích se dalo najít největší množství různorodých receptů a pokrmů z aquafaby. Nicméně jsou to zároveň i nejméně důvěryhodné informace, které musejí být důkladně experimentálně ověřeny, jelikož se poměrně často při pokusu zopakovat recept hotový pokrm liší od očekávaného.

3.3.1 Vědecké poznatky

V roce 1972 byla publikována studie zkoumající emulgační a pěnové schopnosti sójové mouky. Bylo prokázáno, že tato mouka má vynikající schopnosti formovat stabilní pěnu a dobře emulgovat (Yasumatsu et al. 1972). Tato studie, publikovaná dlouho před objevem aquafaby, může být vnímána jako důležitý předchůdce výzkumu rostlinných alternativ, jakou je právě aquafaba.

První odborný článek o použití aquafaby jako složky potravin, který se dalo dohledat v elektronických databázích, se v roce 2017 objevil v akademickém žurnále Food Science and Technology International. Tým vědců pod vedením profesora Lucy Serventiho Ph.D. z novozélandské Lincoln University zkoumal vliv vedlejších produktů vznikajících po zpracování cizrny na senzorké vlastnosti bezlepkového chleba. Šlo o ciznovou mouku, pyré z uvařené cizrny a vodu zbývající po namočení i po uvaření cizrny (Bird et al. 2017). V tu dobu se ve vědeckém prostředí ještě nepoužíval termín aquafaba, právě proto se v článku jen označuje jako voda po uvaření cizrny. Avšak o měsíc později v červenci 2017 v kanadském Vancouveru na druhé mezinárodní konferenci Food Chemistry & Nutrition se již mluvilo o aquafabě (Mustafa et al. 2017).

V následujících letech byly zkoumány: nutriční složení, způsoby získávání, vlastnosti a použití aquafaby pro přípravu majonézy, chleba a různých cukrářských výrobků. První přehledový článek o aquafabě vyšel v roce 2021, poslední, který shrnuje všechny dosud známé vědecké poznatky o ní, v červnu 2023.



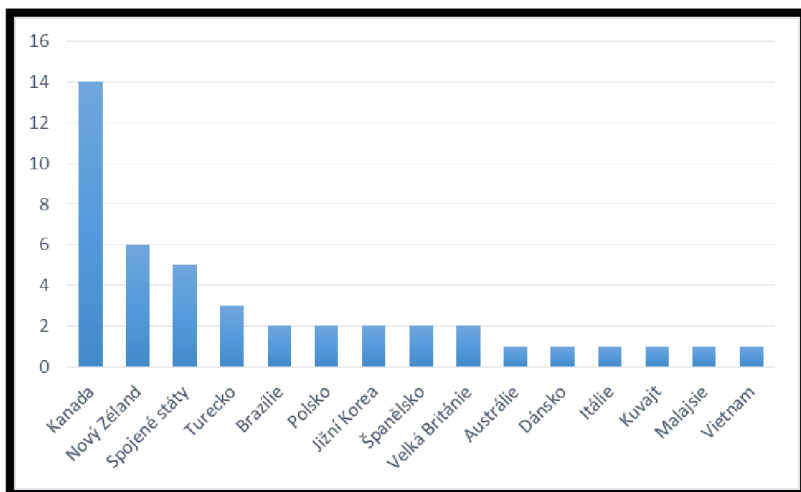
Graf č. 1: Publikace o aquafabě dle roku vydání (vlastní zpracování)

Graf č. 1 znázorňuje počet publikací o aquafabě seskupených dle roku jejich vydání. Jak již bylo podotknuto na začátku, malé množství vědeckých publikací je vysvětlováno tím, že aquafaba je poměrně novým objevem, nikoliv tím, že není zajímavým tématem pro výzkum. Ze stejného důvodu se nedá usuzovat o trendu kolísajícího zájmu v různých letech, který je vidět na grafu. Nicméně se dá říci, že je všeobecně trend rostoucí a že v budoucnu se dá očekávat více vědeckých prací o aquafabě.

Luca Serventi, Ph.D, může být považován za průkopníka ve výzkumu aquafaby. Je potravinovým inovátorem a jako hlavní cíl svého průzkumu uvádí přeměnu "livuly" (tak pojmenovává vodu, která vzniká namáčením, vařením a klíčením luštěnin) do funkčních složek potravin. Tyto nové složky mají přirozeně řadu vlastností užitečných pro potravinářský průmysl – jsou to bioaktivní látky, texturizátory, enzymy, prebiotika a dokonce se z nich dají vyrobit i jedlé obaly. Zároveň jejich využitím pro produkci potravin se snižuje množství odpadních vod, což v důsledku pomáhá udržování čistých vodních zdrojů (Serventi 2020). Profesor Serventi je světovým expertem v této problematice, a kromě vědeckých článků, kterých je v současnosti 44, je autorem první knihy na toto téma, která byla vydaná v roce 2020 s názvem "Upcycling Legume Water: from wastewater to food ingredients". Nyní je vedoucím projektů doktorských prací, a proto se v budoucnu dají očekávat další zajímavé vědecké publikace a knihy na téma "livula" ("Lincoln University" 2023).

Dalšími významnými výzkumníky v této oblasti jsou spolupracující vědci z kanadské univerzity Saskatchewan: Rana Mustafa, Ph.D, Dr. Venkatesh Meda, Dr. Martin J.T. Reaney, Dr. Youn Young Shim a studentka doktorského studia Yue He. Tento tým publikoval největší množství odborných článků o aquafabě, celkem devět.

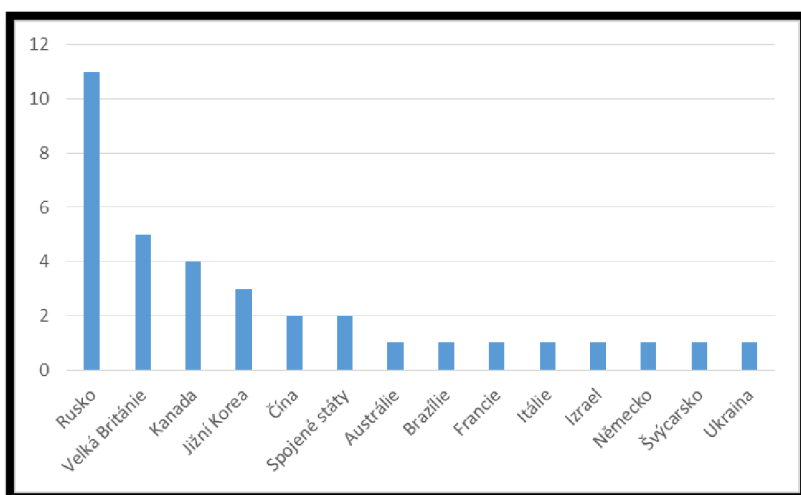
Stejně tak jako seznam badatelů, kteří zkoumali vlastnosti a uplatnění aquafaby v potravinářství, není početný ani seznam zemí, ve kterých se výzkumy uskutečnily. Graf č. 2 shrnuje údaje o celkovém množství publikovaných vědeckých děl o aquafabě podle země jejich původu. Kanada tady zaujímá nesporné vedoucí postavení. Danou skutečnost lze objasnit tím, že Kanada je jedním ze třech hlavních světových exportérů cizrny. V roce 2022 její podíl na trhu exportu cizrny činil 12,4 % – třetí místo v celosvětovém žebříčku (Workman 2023). Cizrna se ve veganské komunitě považuje za nejlepší, a tedy i nejpopulárnější luštěninu pro přípravu aquafaby, díky své velikosti, barvě, chuti a řadě dalších vlastností ("The Official Aquafaba Website" 2016). Výzkum a následná propagace aquafaby jako náhrady vajec v cukrářských a pekárenských technologiích by pochopitelně razantně zvýšily poptávku po cizrně v celém světě, což by v důsledku velice pravděpodobně přispělo ke zvětšení kanadského exportu a podílu na trhu.



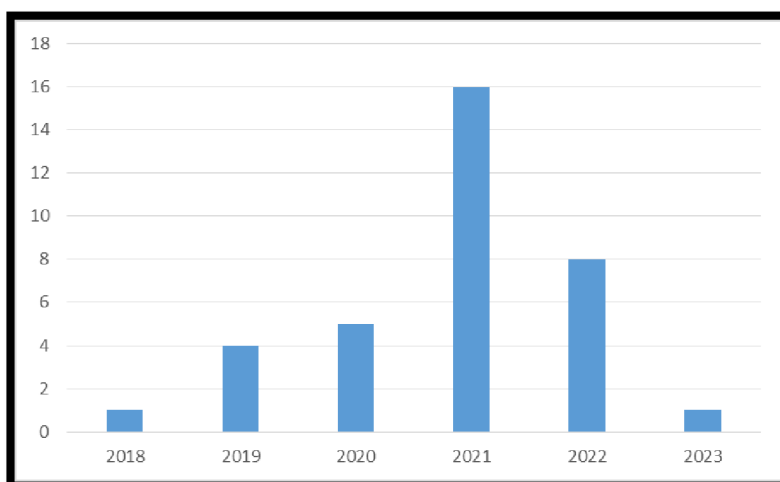
Graf č. 2: Publikace o aquafabě dle země původu (vlastní zpracování)

3.3.2 Patenty

Elektronická databáze patentů Google Patents obsahuje 35 unikátních publikovaných žádostí o udělení patentů na vynálezy, jejichž součástí je aquafaba. Momentálně pouze 11 z nich bylo vyhověno. Graf č. 3 shrnuje informace o počtu žádostí podle země jejich původu. Největší počet požadavků byl zaznamenán z Ruska – celkem 11, z kterých již bylo 10 schváleno. Další patent dostal žadatel z Velké Británie, která obsazuje druhé místo v žebříčku. Graf č. 4 znázorňuje počet žádostí seskupených podle roku, kdy byly podané. Největší množství žádostí bylo patentními úřady evidováno v roce 2021, stejně tak jako vědeckých publikací na téma aquafaba (viz Graf č. 1) (“Google Patents. (2023). Patenty Aquafaba” 2023).

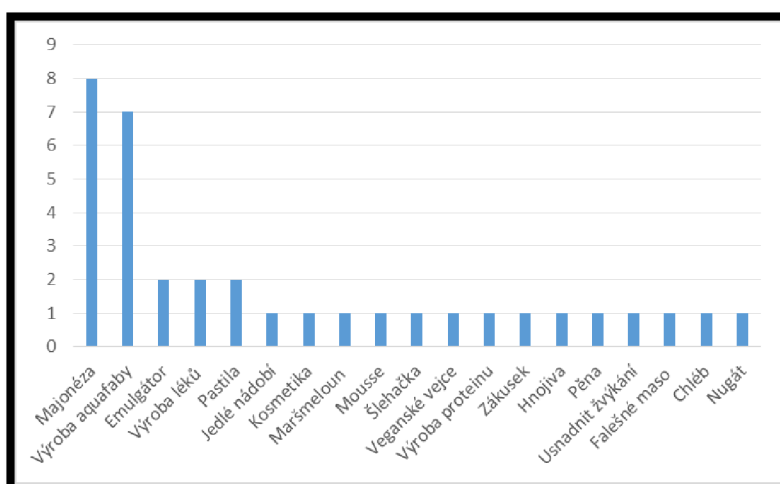


Graf č. 3: Žádosti o patenty dle země původu (vlastní zpracování)



Graf č. 4: Žádosti o patenty dle roku podání (vlastní zpracování)

Mezi náměty žádostí patří jak cukrářské a pekárenské výrobky, tak i výroba léků, jedlého nádobí, kosmetiky, hnojiva a falešného masa (viz Graf č. 5). Největší počet patentů je evidován na téma produkci bezvaječné majonézy. Všechny 8 patentů získala Státní Univerzita v ruském Belgorodě (“Google Patents. (2023). Patenty Aquafaba” 2023). Tento fakt se dá vysvětlit tím, že majonéza je velice populárním dochucovadlem v Rusku a na veškerém území bývalého Sovětského Svazu, a také tím, že Rusko je jedním z deseti hlavních světových exportérů cizrny. V roce 2022 jeho podíl na trhu exportu cizrny byl 8,3 % – šesté místo v celosvětovém žebříčku (Workman 2023).



Graf č. 5: Žádosti o patenty dle podnětu vynálezů (vlastní zpracování)

3.3.3 Vegani a blogeři

Většina informací o praktickém uplatnění aquafaby při přípravě zákusků pochází od laické veřejnosti – veganů a blogerů, kteří s ní neustále experimentují a předělávají tradiční recepty na bezvaječnou verzi. Právě díky veganské komunitě dnes existuje aquafaba a znalosti o tom, jak ji přeměnit v meringu, sněhové pusinky, Pavlovu, marschmallow, piškot, nugát, zefír,

pastilu, makronky, amaretti, muffiny, mousse, sušenky, bábovku, vafle, palačinky, polevy a ozdoby pro dorty a sušenky, croissanty a jiné pečivo z listového těsta, zmrzlinu, chléb, máslo, majonézu, různé druhy sýru a další pokrmy tak, aby nebylo snadné je odlišit od tradičních neveganských jídel s vejci (“Aquafaba (Vegan Meringue - Hits and Misses!)” 2023), (Ryland 2015).

Vegan Goose Wohlt, které se považuje za vynálezce termínu “aquafaba”, založil i webovou stránku s názvem The Official Aquafaba Website. Zde je popsána historie aquafaby a její vlastnosti, představen nutriční rozbor z roku 2016 a zodpovězeny nejčastější dotazy o aquafabě (“The Official Aquafaba Website” 2016). Goose je také zakladatelem skupiny na Facebooku s názvem Aquafaba (Vegan Meringue - Hits and Misses!). Sem své příspěvky o zkušenostech s aquafabou vkládají uživatelé z celého světa. Lze zde najít, jak název napovídá, recepty a příběhy o úspěšných a neúspěšných pokusech s aquafabou, stejně tak jako poznámky a rady od více zkušených cukrářů amatérů. (“Aquafaba (Vegan Meringue - Hits and Misses!)” 2023).

Jelikož se v posledních letech aquafaba stala velice oblíbenou a běžnou přísadou mezi vegany, kromě oficiální webové stránky a stránky na Facebooku existuje také velké množství osobních stránek blogerů, které obsahují spoustu receptů s aquafabou.

3.4 Způsoby přípravy aquafaby

Aquafabu lze získat ze široké škály luštěnin. Dle vědeckých studií jde o sóju, různé druhy fazolí, cizrnu, hrách a čočku. Přesto se cizrna, díky své neutrální chuti, optimální velikosti a tvaru zrn, jeví jako nejpreferovanější a nejčastěji využívaný zdroj pro výrobu aquafaby, o čemž svědčí množství příspěvků s recepty z ní na sociálních sítích. A také to potvrzuje i ten fakt, že aquafaba z cizrny je nejvíce vědecky prozkoumaná (Echeverria-Jaramillo & Shin 2023).

Proces přípravy aquafaby lze konceptuálně rozdělit do tří fází: namáčení cizrny před vařením, samotné vaření a extrakce výluhu po uvaření. Důležitým parametrem je čas každé fáze a u vaření také způsob.

První fáze, tedy namáčení cizrny, má za úkol změkčit zrna a připravit je pro následné vaření. Tato fáze může být modifikována nebo vynechána v závislosti na preferované metodě přípravy a na množství času, kterým disponuje kuchař (Vegan 2023).

Druhá fáze, samotné vaření, je zásadní pro extrakci žádoucích složek z cizrny do vody v hrnci. V této fázi je možné použít jak tradiční vaření v hrnci na plotně, tak i tlakový hrnec, který je často preferován pro svou schopnost intenzivněji uvolňovat nutriční látky z cizrny díky zvýšenému tlaku (Alsalman et al. 2020a). Pro tlakový hrnec musí být upraveno i množství vody, tedy bude menší oproti tradičnímu vaření v hrnci na plotně. Několik studií potvrdilo, že tlakový hrnec je nejefektivnějším pro přípravu aquafaby z cizrny, aby měla vynikající emulgační, pěnicí, gelové a zahušťovací vlastnosti (Setarehnejad & Hall 2021). Co se týče poměru vody, ten záleží především na tom, jestli cizrna byla předem namočená, nebo ne, tedy se musí brát v úvahu celkový objem vody, který cizrna do sebe vsákne. Poměr se liší od studie k studii, protože není přesně uváděno, kolik vody cizrna během namáčení nasaje, ale trendem je snižování množství vody tak, aby se dosáhla největší koncentrace výsledné aquafaby. Co se týče času vaření, ten se také odvíjí od způsobu vaření. Pro tlakový hrnec byl prokázán jako optimální 60

minut (Alsalman et al. 2020a, 2020b, 2022; Alsalman & Ramaswamy 2021). Pro hrnec na plotně tento čas byl o mnohem delší – 190 minut (Lafarga et al. 2019).

Finální etapa zahrnuje extrakci a filtrování výluhu z vařené cizrny. Tato fáze je kritická pro dosažení správné konzistence a funkčních vlastností aquafaby. Právě v této fázi se klíčové vlastnosti aquafaby formují, jako je viskozita, schopnost tvořit stabilní pěnu a emulgovat tuky, které jsou zásadní pro její kvalitu a použitelnost v cukrářské technologii. Doporučuje se nechat uvařenou cizrnu spolu s aquafabou v lednici 8 až 24 hodin po vychladnutí a pak odfiltrovat výluh, kterým je už hotova aquafaba. Tento krok je zásadní pro dosažení optimální konzistence a vlastností aquafaby (Vegan 2023).

3.5 Nutriční složení a vlastnosti aquafaby

Vlastnosti a nutriční složení aquafaby, jakož i přesná kvantitativní charakteristika nutrientů, se odvíjí od dvou zásadních faktorů: typu a odrůdy použité luštěniny a specifického postupu přípravy aquafaby. Několik vědeckých studií se zaměřily na analýzu nutričního profilu aquafaby a na zkoumání jejich vlastností. V rámci těchto studií bylo zjištěno, že aquafaba obsahuje jak makronutrienty, tak mikronutrienty, včetně minerálů, vitamínů a fytochemikálií, stejně jako anti nutrienty, jako jsou kyselina fytová a inhibitory trypsinu (Serventi 2020) a má pěnicí, emulgační, gelující a zahušťovací vlastnosti (Echeverria-Jaramillo et al. 2021; Stasiak et al. 2023).

Analytické studie provedené v roce 2018 poukazují na to, že aquafaba z fazolí navy, cizrny, celé zelené čočky a půleného žlutého hrachu obsahuje různá množství minerálů - vápníku, mědi, železa, draslíku, hořčíku, manganu, molybdenu, sodíku, fosforu, síry, zinku, jakož i fenolických sloučenin a saponinů. Kromě toho bylo prokázáno, že aquafaba vykazuje emulgační schopnosti, což je důležité pro využití v potravinářství (Damian et al. 2018).

Studie z roku 2022 také zkoumala stabilitu a trvanlivost emulzí s aquafabou, potvrzující její využitelnost jako emulgátoru (Grossi Bovi Karatay et al. 2022a). Další studie se podrobně zabývala vlivem různých odrůd cizrny z Kanady, konkrétně Kabuli a Desi, na emulgační vlastnosti aquafaby. Kabuli odrůda prokázala významně lepší schopnost vytvářet stabilní emulze ve srovnání s odrůdou Desi. Tento výzkum podtrhuje důležitost volby správné odrůdy cizrny pro přípravu aquafaby (He et al. 2019).

Dle Lafarga et al. (2019) pro dosažení optimálních emulgačních a pěnicích vlastností aquafaby, a tím i stability získaných emulzí a pěn, je nutné upravit její pH pomocí kyselých látek, jako je například citronová šťáva či ocet. Tento postup má za cíl maximalizovat její schopnost vytvářet stabilní emulze a pěny, což je klíčové pro úspěšné použití této rostlinné alternativy ve výrobě potravin.

V roce 2018 byla provedena studie zaměřená na aquafabu z konzervované cizrny, která zdůraznila schopnost aquafaby tvořit stabilní pěnu s charakteristikami podobnými vaječným bílkům a její potenciál jako zahušťovadla. Tato studie rovněž zahrnovala analýzu vlivu různých konzervačních aditiv, jako jsou sůl, Disodium EDTA a Calcium chloride na vlastnosti aquafaby. Nejvyšší viskozita a nejstabilnější pěna byla pozorována u aquafaby bez přidaných látek (Shim et al. 2018) (Mustafa et al. 2017).

Roku 2019 byly publikovány studie, které potvrdily předchozí zjištění týkající se složení a vlastností aquafaby z konzervované cizrny (Buhl et al. 2019). V roce 2021 byly provedeny

studie na aquafabě z korejské soji, kde bylo zjištěno, že aquafaba po namočení vykazuje ještě lepší emulzní schopnosti. V těchto studiích bylo identifikováno celkem 20 sloučenin, včetně různých alkoholů, organických kyselin, cukrů, základních živin, aminokyselin a polyfenolů (Shim et al. 2021; He et al. 2021c).

V roce 2016 Dr. Legg z RL Food Testing Laboratories, díky finanční podpoře ze strany veganské komunity, provedla komplexní nutriční analýzu aquafaby z konzervované cizrny. Výsledky této analýzy byly zveřejněny na oficiálních stránkách aquafaby. Tabulka č. 1 ilustruje detailní nutriční hodnoty z této analýzy (“The Official Aquafaba Website” 2016).

Tabulka č. 1: Nutriční složení aquafaby z cizrny. Zdroj: *Aquafaba official webpage*

Client Sample ID #: Aquafaba				PCAS Sample ID #: 16A0215-01 (Food)			
Analyte	Result	Min. Det. Limit	Reporting Limit	Units	Analysis Completed	Method	Qualifiers
Ash	0.4	0.1	0.1	% (wb)	1/25/16	AOAC 923.03	
Calcium	7.3	0.1	0.1	mg/100 g	2/09/16	AOAC985.35/984.27	
Calories from Fat	2			Cal/100 g	2/09/16	Calculation	
Total Calories	18			Cal/100 g	2/09/16	Calculation	
Total Carbohydrates	2.9			% (wb)	2/09/16	BY DIFFERENCE	
Cholesterol	ND	1.0	1.0	mg/100 g	2/01/16	AOAC 994.10	
Trans-Fat	ND	0.1	0.1	% (wb)	1/29/16	AOAC 996.06	
Saturated Fat	ND	0.1	0.1	% (wb)	1/29/16	AOAC 996.06	
Total Fat	0.2	0.1	0.1	% (wb)	1/29/16	AOAC 996.06	
Dietary Fiber, Total	ND	0.1	0.1	% (wb)	1/28/16	AOAC 985.29	
Iron	0.5	0.1	0.1	mg/100 g	2/09/16	AOAC985.35/984.27	
Moisture	95.4	0.1	0.1	% (wb)	1/25/16	AOAC 984.25	
Protein	1.0	0.1	0.1	% (wb)	1/22/16	AOAC 992.15	
Sodium	3.2	0.1	0.1	mg/100 g	2/10/16	AOAC985.35/984.27	
Sugars (Total as Sucr)	1.3	0.2	0.2	% (wb)	1/21/16	AOAC 925.05	
Vit. A (Retinol)	ND	50	100	IU/100 g	1/26/16	AOAC 2001.13	
Vit. C (L-Ascorbic Acid)	ND	1.0	1.0	mg/100 g	1/27/16	PCHEM 0005 HPLC	

NOTE: ND = Non-Detected

3.6 Výrobky z aquafaby

Podle několika studií a mnoha populárních příspěvků na sociálních sítích lze s aquafabou místo vajec připravit následující výrobky: sněhové pusinky, makronky, piškot, dort, čokoládový mousse a majonézu.

Vědecké komunity se nezaměřují pouze na využití aquafaby pro kulinářské účely, ale také prozkoumávají její potenciální přínosy pro lidské zdraví. Specifický výzkum z roku 2023 se zaměřil na porovnání biologické aktivity aquafaby a polyfenolový extrakt z cizrny, s cílem posoudit jejich účinky na procesy, které jsou klíčové pro rozvoj kolorektálního karcinomu v laboratorních podmínkách (*in vitro*). Výsledky této studie ukázaly, že aquafaba má podobné účinky na inhibici rakovinných buněk a nabízí srovnatelnou antioxidační kapacitu jako zmíněný

polyfenolový extrakt (Bochenek et al. 2023). Tato zjištění přináší nové perspektivy v oblasti nutriční onkologie, naznačující, že tekutina, kterou tradičně považujeme za vedlejší produkt vaření cizrny, může obsahovat cenné bioaktivní látky. Studie nabádá k dalšímu výzkumu v této oblasti a zároveň otevírá diskusi o možnosti využití aquafaby jako funkčního potravinového komponentu s možnými zdravotními benefity. Vzhledem k tomu, že výzkum se omezil pouze na *in vitro* experimenty, je nezbytné, aby budoucí studie zahrnovaly klinické pokusy pro ověření těchto pozorování v praxi a pro lepší porozumění mechanismů, jakými může aquafaba přispívat k prevenci nebo léčbě rakovinných onemocnění.

Také byly prozkoumány možnosti přidání aquafaby do bezlepkových výrobků s cílem zlepšit jejich texturu. V rámci studií bylo prokázáno, že aquafaba snižuje tvrdost, zjemňuje a zvláčňuje bezlepkové výrobky (Bird et al. 2017; Serventi et al. 2018).

3.6.1 Meringue - Sněhové pusinky

Existují tři druhy meringue, přičemž každý typ se vyznačuje odlišným postupem přípravy. Francouzský meringue se vytváří vyšleháním bílků s cukrem. Tato varianta je z trojice nejméně stabilní, ale zároveň má největší objem a představuje nejjednodušší postup přípravy. Francouzský postup vyžaduje následnou tepelnou úpravu výrobků. Nejčastěji se z něj připravují sněhové pusinky, které se v angličtině označují jako "hard meringue" nebo pouze "meringue", francouzské makronky, Pavlova a suflé. Italský meringue se připravuje tak, že se nejprve bílky našlehají a následně se k nim pomalu přilévá cukrový sirup. Je vhodný pro pěny, ozdoby, krémy a sušenky. Z hlediska stability je italský meringue nejsilnější a zároveň nejkompaktnější variantou. Švýcarský meringue vzniká šleháním bílků společně s cukrem ve vodní lázni, což mu dodává větší nadýchanost než francouzskému meringue, avšak s menším objemem. Je vhodný pro přípravu krému a náplní ("Meringue" 2024). V kontextu těchto technik slouží cukr jako stabilizátor, přičemž obvyklý poměr je jeden díl bílků k dvěma dílům cukru. Proces šlehání pokračuje až do dosažení osminásobku původního objemu, což se nazývá tuhé špičky. Příliš dlouhé šlehání však může vést k denaturaci bílků a zničení finálního výrobku (Migoya & Fink 2012).

Na rozdíl od vaječných bílků, se pěna z aquafaby nedá přešlehat do sražení, což zvyšuje její využitelnost v cukrářské praxi. Navíc, na rozdíl od vaječného meringue, aquafabové meringue nevyžaduje dodatečnou tepelnou úpravu k zajištění bezpečnosti pro konzumaci ("The Official Aquafaba Website" 2016).

V rámci několika vědeckých studií byla prozkoumána možnost přípravy různých typů sněhových pusinek z aquafaby.

Ve výzkumu provedeném týmem Stantial et al. (2018) bylo zkoumáno, jak různé typy luštěnin - konkrétně navy fazole, cizrna, celá zelená čočka a púlený žlutý hrách - ovlivňují vlastnosti a sensorické kvality sněhových pusinek z nich připravených. Bylo zjištěno, že každý typ aquafaby má specifické chemicko-nutriční složení, což ovlivňuje jeho fyzikální vlastnosti a má důsledky pro kvalitu výsledných cukrářských výrobků. Zkoumané aquafaby se lišily v obsahu bílkovin, sacharidů, vlákniny, saponinů a dalších složek. Z experimentů vyplývá, že všechny typy aquafaby jsou schopné tvořit pěnu a gel, což umožňuje výrobu sněhových pusinek srovnatelných s těmi, jež jsou vyrobené z vaječných bílků. Zajímavě, tvrdost pusinek byla v obrácené korelaci s obsahem nerozpustné vlákniny. Aquafaba získaná ze zelené čočky

prokázala nejlepší schopnost tvorby pěny, zatímco aquafaba z cizrny excelovala v gelovacích vlastnostech. Sensorické hodnocení ukázalo, že sněhové pusinky z aquafaby z navy fazolí a zelené čočky byly méně chutné, kdežto produkty z cizrny a púleného žlutého hrachu vykazovaly vysokou chuťovou přijatelnost, srovnatelnou s pusinkami připravenými z vaječných bílků (Stantiall et al. 2018).

Výzkum z roku 2022 se také zaměřil na srovnání sensorické přijatelnosti sněhových pusinek připravených s použitím aquafaby a těch, které byly vyrobeny z vaječných bílků. Přestože studie nespécifikuje přesně, z jakého druhu luštěnin byla aquafaba získána, lze předpokládat, že se jedná o produkt z konzervované cizrny. Hodnocení sensorických vlastností obou variant sněhových pusinek provedlo devatenáct nezkušených degustátorů. Během studie byly zkoumány vlastnosti obou typů pěn před pečením a jejich křehkost po upečení. Výsledky naznačují, že rozdíl v tuhosti mezi sněhovými pusinkami z vaječných bílků a aquafaby nebyl statisticky významný, avšak sněhové pusinky z vaječných bílků projevíly větší pevnost během pečení. Sensorické hodnocení ukázalo podobnost kvality v mnoha aspektech, s jemnou preferencí vizuálního vzhledu sněhových pusinek z aquafaby a tendencí k upřednostnění jemnosti u těch vyrobených z vaječných bílků. Závěr studie uvádí, že sněhové pusinky z aquafaby představují uspokojivou veganskou alternativu k tradičním pusinkám z vaječných bílků, nabízející srovnatelné sensorické charakteristiky, kalorickou hodnotu a celkovou akceptovatelnost (Starmer et al. 2018).

Ve studii z roku 2023 bylo prozkoumáno, jak přidání guarové gumy a okyselení aquafaby z cizrny kyselinou mléčnou (do pH 4) může zlepšit pěnivost a stabilitu pro výrobu sněhových pusinek. Přidání guarové gumy značně zvýšilo stabilitu a tvrdost pěny, zatímco aplikace kyseliny mléčné významně prodloužila dobu udržení jejího objemu. Tyto zjištění ukazují, že aquafaba z cizrny, obohacená o guarovou gumu a kyselinu mléčnou, nabízí významné technologické přednosti pro její použití v potravinářství (Tufaro & Cappa 2023).

Cílem studie vědců ze Španělska z roku 2023 bylo posoudit rozdíly ve složení a kulinářských vlastnostech aquafaby z cizrny, připravené pomocí různých vařících médií (voda, zeleninový vývar, masový vývar) a porovnat je s aquafabou z konzervované cizrny. Tyto byly následně použity pro přípravu sněhových pusinek, přičemž pusinky z vaječného bílku sloužily jako kontrolní vzorek. Všechny typy aquafaby prokázaly dobré pěnivé vlastnosti a střední emulgační schopnosti. Aquafaba z konzervované cizrny byla shledána nejpodobnější vaječnému bílku. Sněhové pusinky z aquafaby se vyznačovaly větší tvrdostí, lámavostí a zaznamenaly minimální barevné změny po upečení ve srovnání s vaječnými pusinkami. Pusinky z aquafaby připravené z masového a zeleninového vývaru obdržely nejnižší hodnocení od degustačního panelu, zatímco ty z konzervované aquafaby dosáhly nejlepších výsledků v sensorickém hodnocení (Fuentes Choya et al. 2023).

3.6.2 Piškot a dort

V angličtině se pro české slovo "piškot" používají různé názvy: sponge cake, genoise cake, chiffon cake a angel food cake, a pro "dort" jenom cake. Každý z těchto druhů piškotu má své specifické vlastnosti, které ovlivňují jeho texturu a chuť. Například sponge cake je obvykle lehčí a vzdušnější díky použití pouze bílků, zatímco genoise cake je bohatší a jemnější díky přidání celých vajec. Rozdíl mezi těmito druhy piškotů spočívá také v jejich přípravě. Například

angel food cake se vyrábí pouze s bílký, které jsou pečeny ve speciálním hliníkovém plechu s drážkami, které mu dodávají charakteristickou podobu. Naopak, genoise cake se vyrábí smícháním celých vajec s cukrem a moukou, často s přidáním rozpuštěného másla pro bohatší chuť. Piškoty se používají jako základ pro dortové korpusy, které jsou poté naplněny krémy, ovocem nebo dalšími přísadami (Figoni 2011).

V rámci sedmi studií byly připraveny různé druhy piškotů a dortů s aquafabou místo vajec. Hlavním cílem těchto studií bylo zanalyzovat vliv přidání aquafaby na různé fyzikálně-chemické vlastnosti piškotů, jako je textura, barva a chuť. Bylo zjištěno, že přidání aquafaby může mít vliv na texturu piškotů - vést k jemnější nebo vláčnější konzistenci, což by mohlo být požadované v určitých typech piškotů, jejich barvu - změna barvy může být výrazná v závislosti na množství použité aquafaby a dalších přísadách při výrobě, a chuťové vlastnosti (Mustafa et al. 2018; Yoon et al. 2021; Nguyen Thi Minh Nguyet et al. 2021, 2021; Kim & Shin 2022; Grossi Bovi Karatay et al. 2022b; Edleman & Hall 2023).

3.6.3 Makronky

Základem pro makronky je francouzský nebo italský meringue. Pak se do těsta přidává jemná mandlová mouka v poměru jednoho dílu bílku k 1,25 dílu mandlové mouky. Výroba makronek je náročný proces, který vyžaduje pečlivost a preciznost. Každý krok v procesu, od přípravy sněhu až po pečení, má vliv na konečný výsledek. Při přidávání mandlové mouky je důležité postupovat opatrně, aby nedošlo k přílišnému promíchání a ztrátě objemu sněhu. Pečení makronek také vyžaduje přesnou teplotu a čas, aby se dosáhlo ideální křehkosti a lehkosti (Gisslen 2017).

V roce 2021 byla publikována studie týmu vedeného Kima et al., která se zaměřila na zkoumání využití aquafaby jako potenciální náhrady za vaječné bílky v procesu přípravy makronek. Experimentálně byly vytvořeny makronky, přičemž se aquafaba použila ve dvou různých koncentracích: 95% a 100%, s cílem nahradit tradiční objem vaječných bílků používaných v klasických recepturách. Podle výsledků sensorické analýzy, kterou prováděl kvalifikovaný panel degustátorů, se oba pokusné vzorky makronek s vysokým obsahem aquafaby jevily jako adekvátní substituty makronek vyrobených s použitím 100 % vaječných bílků (Kim et al. 2022).

Tento výzkum realizovaný Kimem a kolegy představuje významný milník ve vědeckém pochopení a validaci aquafaby jako alternativního ingredience ve výrobním procesu makronek. Předtím byly informace o využití aquafaby převážně zprostředkovány prostřednictvím neformálních sdílení na online platformách a sociálních sítích, kde komunita entuziastů sdílela své kulinářské experimenty. Tato studie nyní poskytuje pevný vědecký základ, který může sloužit jako důvěryhodný zdroj pro další výzkum a aplikace.

3.6.4 Čokoládový mousse

Čokoládové mousse je dezert připravovaný z čokoládového krému, který se vyrábí z čokolády a másla, a našlehanými vaječnými bílky, smetanou nebo obojím (Gisslen 2017).

V nedávné studii provedené týmem vědců z Malajsie a Singapuru bylo zkoumáno použití aquafaby z různých konzervovaných luštěnin, včetně zeleného hrášku, čočky, cizrny a dvou druhů hub, jako náhrady vajec při přípravě čokoládového mousse. Výsledky studie naznačují,

že tekutiny z konzervovaných luštěnin mají potenciál nahradit vaječné bílky v čokoládovém moussu, s výjimkou hub, které se ukázaly jako méně vhodné. Čokoládové mousse vyrobené s aquafabou ze zeleného hrášku mělo podobnou viskozitu jako mousse s použitím vajec, avšak obsahovalo méně tuku a více sacharidů, což mírně ovlivnilo chuť a barvu výrobku. Nicméně výsledný produkt byl celkově hodnocen panelisty pozitivně a jako srovnatelný s kontrolním moussu ve vzhledu, vůni, textuře a celkové přijatelnosti. Většina účastníků panelu vyjádřila přesvědčení, že s drobnými úpravami by vzorky byly stejně dobré jako originál (Donatus et al. 2023).

Další výzkumný tým, i když nepřímo studoval schopnost aquafaby nahradit vejce v čokoládovém moussu, využil bílé fazolové pyrė a aquafabu z něj jako náhradu za tuk v receptu na čokoládový mousse. Subjektivní analýza provedená panelisty neodhalila žádné výrazné rozdíly ve vzhledu a barvě mezi moussy obsahujícími fazolové pyrė a kontrolním mousem. Nicméně byl zaznamenán rozdíl v chuti, textuře a celkové přijatelnosti. Produkty obsahující 33% a 66% pyrė s aquafabou místo původního množství tuku dosáhly celkového skóre přijatelnosti vyššího než 3 (což je označení pro přijatelnost), což naznačuje, že jsou přijatelné pro spotřebitele (Beeber et al. 2019).

3.6.5 Majonéza

Majonéza je kulinářská emulze, jejíž primární složky zahrnují rostlinný olej, vaječný žloutek a kyselinu, typicky ve formě octa nebo citronové šťávy (McGee & Dorfman 2004). Z vědeckého hlediska se jedná o emulzi oleje ve vodě, kde vaječný žloutek funguje jako emulgační činidlo díky obsahu lecitinu, fosfolipidu, který umožňuje fyzikální a chemickou stabilitu emulze tím, že snižuje povrchové napětí mezi olejem a vodou. Vědecky bylo prokázáno, že aquafaba má emulgační vlastnosti funkčně srovnatelné s vaječným žloutkem, což je velice důležité pro cukrářské a pekařské výrobky. V několika studiích byla úspěšně připravena majonéza s aquafabou místo žloutku.

Během studie z roku 2020 bylo zjištěno, že aquafaba dokáže vytvořit dobrou emulzi, která zůstává stabilní až 21 dní. I když v této studii nebylo provedeno senzoričké hodnocení majonézy z aquafaby, autoři dospěli k závěru, že se aquafaba může v potravinářství používat jako náhrada vajec při přípravě majonézy (Raikos et al. 2020).

Další studie se zabývala zkoumáním fyzikálně-chemických vlastností, mikrostruktury a stability majonézy připravené z aquafaby z cizrny a porovnávala je s majonézou z vajec. Aquafaba byla připravena pomocí tlaku a následně usušena. Majonéza ze suchého prášku aquafaby zůstala stabilní po dobu 28 dní při skladování při teplotě 4 °C, i přesto, že velikost kapek byla výrazně větší než u majonézy z vajec. Autoři dospěli k závěru, že suchá aquafaba je schopná napodobit funkci vajec jako potravinový emulgátor, a proto se jí dá použít pro výrobu široké škály bezvaječných potravin (He et al. 2021b).

Jiná studie porovnávala majonézu připravenou z aquafaby z cizrny s veganskými majonézami dostupnými na trhu a bylo zjištěno, že majonéza z aquafaby má menší kapky oleje než ostatní dostupné veganské varianty. Dále bylo zjištěno, že majonéza z aquafaby vykazuje vyšší radikálovou skvrňující aktivitu než konkurenční veganské produkty. Radikálová skvrňující aktivita se odvíjí od schopnosti látek v potravině odstraňovat volné radikály, což jsou

molekuly, které mohou poškozovat buňky a přispívat k vývoji různých nemocí, včetně rakoviny (Włodarczyk et al. 2022).

Ve studii z roku 2022 tým vědců zkoumal, jak různé procentuální množství přidané aquafaby ovlivňuje fyzikální a reologické vlastnosti majonézy. Aquafaba byla testována jako náhrada za žloutek v majonéze v různých poměrech (25%, 50%, 75% a 100%). Výsledky naznačují, že do 50% substitučního poměru nebyly pozorovány žádné významné rozdíly v stabilitě a velikosti kapek. Nicméně po dosažení 50% substituce došlo k nárůstu velikosti kapek a snížení stability. Zvýšení podílu aquafaby také vedlo k výraznému zvýšení hustoty vzorků. Zjištění dále ukázala, že substituce vaječného žloutku aquafabou ovlivnila viskoelastické vlastnosti majonézy. Zvyšování podílu aquafaby vedlo k výraznému snížení tuhosti, konzistence a soudržnosti majonézy. Autoři studie naznačují, že budoucí výzkum by měl zkoumat nové formulace majonézy s různými složkami kromě aquafaby, aby se zlepšila její stabilita, sensorická přijatelnost a emulgační vlastnosti (Ozcan et al. 2023).

4 Metodika

Metody použité pro praktickou část této diplomové práce byly strukturovány do tří základních kategorií. První kategorie zahrnovala proces přípravy aquafaby, druhá byla věnována výrobě cukrářských a pekařských produktů z této suroviny, a třetí kategorie byla zaměřena na sensorické, fyzikální, nutriční a ekonomické hodnocení uvedených výrobků. Tento přístup umožnil detailní zkoumání potenciálu aquafaby jako náhrady za tradiční ingredience v cukrářské a pekárenské technologii, přičemž byl kladen důraz na její adaptabilitu a dopad na sensorické charakteristiky hotových výrobků. Jako zdroj aquafaby pro tyto experimenty byla zvolena cizrna, což odráželo její běžné použití a dostupnost.

4.1 Použité suroviny a přístroje

Elektronické přístroje:

- Kuchyňská digitální váha značky Orion
- Tlakový hrncík značky Instant pot Duo Mini (tlak: 70-80 kPa, objem: 3 l)
- Kuchyňský robotický mixer značky BOSCH MUMS2VM00 s planetárním hnětením (příkon: 900 W, objem mísy: 3,8 l)
- Farinograf značky Brabender
- Kuchyňský teploměr značky Orion univerzální
- Indukční vařič
- Trouba
- Lednice

Suroviny:

- Cizrna značky Albert
- Filtrovaná voda z vodovodu na Praze 17, Zličín
- Mouka pšeniční hladká značky Albert
- Cukr krupice bílý značky TTD
- Cukr moučkový značky Cukrovar Vrbátky
- Kyselina citronová potravinářská značky Tesco
- Pomeranče bio, koupené v Globusu
- Droždí čerstvé značky Uniferm
- Sůl značky Bad Reichenhaller
- Mandlová mouka značky Allnature
- Jedlá soda značky Allnature
- Likér Amaretto

4.2 Příprava aquafaby

Pro přípravu aquafaby byla použita metoda tepelného zpracování cizrny v tlakovém hrnci bez předchozího namočení, následovaná procesem stabilizace cizrny společně s aquafabou v chladném prostředí lednice s cílem zlepšení jejich funkčních vlastností, v souladu s metodikou uvedenou bloggerkou Lindou v jejím článku „Homemade Aquafaba“ (Vegan 2023).

Ingredience:

- 220 g cizrny
- 900 g vody z vodovodu

Postup přípravy:

1. Cizrna byla opláchnuta a dána do tlakového hrnce.
2. Voda byla přilita.
3. Instant Pot byl uzavřen.
4. Tlačítko Pressure Cook a High bylo zmačknuto.
5. Čas byl nastaven na 46 minut.
6. Po skončení programu byl hrnec nechán zapnutý, dokud se tlak přirozeně neuvolnil – cca 30 minut. Pak byl vypnut a otevřen.
7. Bylo počkáno, až aquafaba vychladla – cca 2-3 hodiny.
8. Pak byla aquafaba spolu s uvařenou cizrnou dána do lednice na 8 hodin.
9. Pomocí cedníku byla cizrna oddělena od aquafaby.

Výsledný objem aquafaby dosáhnul 500 g, což představovalo významný nárůst hmotnosti ve srovnání s původním množstvím použité cizrny, konkrétně zvýšení o faktor 2,3 (500g/220g). Tento kvantitativní poměr ukazuje na efektivitu extrakčního procesu ve vztahu k původní hmotnosti cizrny, reflektující vysokou účinnost metody přípravy aquafaby v tlakovém hrnci. Teda pro získání 100 g aquafaby je potřeba 44 g cizrny a 220 g vody.

4.3 Příprava Francouzské bagety

Francouzská bageta je druhem běžného pečiva. Je velice populární a oblíbená spotřebiteli po celém světě. Čerstvá je velice chutná, má jednoduché složení a je snadná na přípravu (Friberg & Friberg 2002). Avšak má jeden zásadní nedostatek – již den po nákupu se stává tvrdou.

Z osobní zkušenosti autoři této práci vědí, že v minulosti na venkově v Kazachstáně i Rusku bývalo běžnou praxí, že ženy pro přípravu chleba využívaly vodu zbývající po vaření brambor a fazolí. Děly to pro zlepšení textury, obohacení chutí, aby ušetřily vodu, ale, především, proto, aby pečivo delší dobu zůstávalo čerstvé a měkké. V rámci této diplomové práce byla upečena tradiční francouzská bageta, kde místo vody byla použita aquafaba. Pro přípravu byl použit recept z blogu Kitchen Story (“Kitchen Story” 2014).

Ingredience (tradiční recept):

- 500 g pšeniční hladké mouky
- 350 g vody
- 20 g čerstvého droždí
- 4 g soli

Ingredience (recept s aquafabou):

- 500 g pšeniční hladké mouky
- 350 g aquafaby + 20 g na pokropení
- 20 g čerstvého droždí

- 4 g soli

Postup přípravy:

1. Droždí bylo dáno do vlažné aquafaby/vody na 5 minut.
2. V míse byla smíchána mouka a sůl a přilita aquafaba/voda s droždím.
3. Těsto bylo necháno zpracovat kuchyňským robotem pomocí hnětacího háku po dobu 15 minut.
4. Těsto bylo přikryto mokrou utěrkou a necháno kynout v kynárně. Těsto mělo zdvojnásobit svůj objem.
5. Těsto bylo rozděleno na dvě části a vytvořeny bagety. Ty byly položeny na plech s pečícím papírem. Poté byly přikryty utěrkou a nechány odpočinout po dobu 60 minut.
6. Nožem byly udělány šikmé zářezy na horní straně těsta, bagety byly pokropeny aquafabou/vodou.
7. Bagety byly pečeny po dobu 20-25 minut v troubě na 180°C.
8. Bagety byly nechány vychladnout zabalené do utěrek.

4.4 Příprava Italského pomerančového dortu

Italský pomerančový dort je tradičním zákuskem na Sicílii díky rozšířenému pěstování pomerančů. Existuje mnoho variant tohoto dezertu, odrazujících regionální diverzitu a kulinářskou kreativitu. V rámci našeho diplomového projektu byla připravena jedna verze tohoto tradičního dortu. Receptura byla adaptována z videa na YouTube kanálu „Once day One recipe“ (Recipe 2024).

Tento dort má svůj základ v piškotovém těstě, do něhož jsou integrovány žloutky, vyšlehané s cukrem a pomerančovou kůrou, což mu dodává charakteristickou chuť a vůni (Friberg & Friberg 2002). V rámci inovace a experimentu našeho projektu došlo k adaptaci tradiční receptury nahrazením celých vajec aquafabou, využitou ve stejném váhovém poměru.

Ingredience (tradiční recept):

- 1 pomeranč
- 3 vejce
- 160 g pšeniční hladké mouky
- 120 g cukru
- 20 g moučkového cukru na posypání
- 5 g octa, 5 g sody a 500 g vody

Ingredience (recept s aquafabou):

- 1 pomeranč
- 150 g aquafaby
- 160 g pšeniční hladké mouky
- 120 g cukru krupice
- 2 g kyseliny citronové
- 20 g moučkového cukru na posypání

- 5 g kyseliny citronové, 5 g sody a 500 g vody

Postup přípravy:

1. Pomeranč byl umyt ve vodě s kyselinou citronovou a sodou.
2. Pomocí struhadla byla získána pomerančová kůra.
3. Pomeranč byl nakrájen na malé kousky.
4. Aquafaba byla dána do čisté a suché nádoby kuchyňského robotu s metlou na sněh, přidáné 2 g kyseliny citronové a 3 g cukru. Robot byl zapnut na rychlosti číslo 4 (ze 7 možných).
5. Po 2 minutách, kdy už byla vidět bílá pěna s bublinkami, byla rychlost přeprnuta na 7.
6. Po dalších 5 minutách byl zbytek cukru přidán po částech lžičkou.
7. Aquafaba byla šlehaná do tuhého sněhu.
8. Pak byla přidána kůra z pomeranče a kousky pomeranče.
9. Pomocí síta byla přidána mouka a opatrně vmíchána.
10. Těsto bylo vylité do formy a dáno do trouby na 20-25 minut na 180°C.
11. Hotový dort byl ponechán vychladnout a posypán moučkovým cukrem a kůrou z pomeranče.

4.5 Příprava Bílkového krému a Pusinek

Bílkový krém, známý také jako italský meringue, je kulinářský výtvar, který se na rozdíl od francouzského a švýcarského meringue vyznačuje svou stabilní strukturou (“Meringue” 2024). Jeho příprava spočívá v pečlivém vaření cukrového sirupu, který se následně pomalu a postupně přilévá do vyšlehaných vaječných bílků. Výsledkem je lesklý, pevný a jemně vzdušný krém, který může být použit jako náplň, poleva nebo i jako základ pro různé cukrářské výrobky (Friberg & Friberg 2002).

V kontextu tohoto projektu bílkový krém byl připraven s použitím aquafaby jako klíčové složky. Vaječné bílky byly nahrazeny aquafabou ve stejném váhovém poměru. Pro stabilizaci krému byla přidána kyselina citronová.

Ingredience (tradiční recept):

- 150 g vaječných bílků
- 300 g cukru
- 105 g vody
- 3 g kyseliny citronové

Ingredience (recept s aquafabou):

- 150 g aquafaby
- 300 g cukru
- 105 g vody
- 4 g kyseliny citronové

Postup přípravy:

1. Aquafaba/vaječné bílky byly dány do čisté a suché nádoby kuchyňského robotu s metlou na sněh.
2. Voda a 285 g cukru byly dány do hrnce.
3. Robotický mixer byl zapnut na rychlost číslo 4 (ze 7 možných).
4. Po 2 minutách, kdy už byla vidět bílá pěna s bublinkami, byla rychlost přeprnuta na 7.
5. Po dalších 5 minutách bylo přidáno 15 g cukru a 2 g kyseliny citronové.
6. Indukční vařič byl zapnut a hrnec s vodou a cukrem byl na něj dán.
7. Aquafaba/vaječné bílky byly šlehané do tuhého sněhu.
8. Když rozvar dosáhl teploty 118°C, byla do něj přidána 2 g kyseliny citronové.
9. Při teplotě 120°C byl vařič vypnut.
10. Ještě horký rozvar byl zašlehaný do aquafaby/vaječných bílků, které byly stále šlehané robotickým mixerem.
11. Aquafaba byla šlehána dalších 3-4 minuty, dokud krém nebyl lesklý a pevný.
12. Krém byl ochutnán a ohodnocen.
13. Následně byly pomocí pekařského sáčku vytvořeny pusinky a usušeny v troubě 60 minut na 100°C.

4.6 Příprava sušenek Amaretti

Amaretti jsou tradiční italské sušenky, které vynikají svou jemnou texturou a výraznou mandlovou chutí. Jejich historie sahá do období renesance, kdy byly poprvé připraveny v Lombardii. Od té doby si získaly oblibu po celém světě (Giadzy 2022). Tato lehká a vzdušná pochoutka se tradičně připravuje z mandlové mouky, cukru a bílků, což dodává sušenkám charakteristickou křehkost a nadýchanost. Kromě mandlové mouky lze do těsta přidat také likér Amaretto, který sušenkám dodá ještě intenzivnější mandlovou chuť.

V naší práci kromě tradiční verze byla připravena i rostlinná varianta, kde vaječné bílky byly nahrazeny aquafabou ve stejném váhovém poměru

Ingredience (tradiční recept):

- 250 g mandlové mouky
- 120 g cukru
- 90 g moučkového cukru
- 50 g vaječných bílků
- 2 lžice likéru amaretto
- 4 lžice moučkového cukru na posypání

Ingredience (recept s aquafabou):

- 250 g mandlové mouky
- 120 g cukru
- 90 g moučkového cukru
- 50 g aquafaby
- 2 lžice likéru amaretto

- 4 lžice moučkového cukru na posypání

Postup přípravy:

1. Všechny suché ingredience byly smíchány v jedné míse.
2. Aquafaba/vaječné bílky byly dány do čisté a suché nádoby kuchyňského robotu s metlou na sníh. Byly vyšlehané do bílé pěny (kdy se špičky jen začínají tvořit).
3. Aquafaba/vaječné bílky byly vmíchány do suché směsi a byl přidán likér a vanilkový extrakt. Pokud bylo nutné, byla přidána trocha mandlové mouky, aby byla dosažena konzistence těsta na sušenky.
4. Byly vytvořeny kuličky, přičemž každá vážila 22-23 g, aby se sušenky upekly rovnoměrně.
5. Hotové kuličky byly obalené v moučkovém cukru.
6. Byly dány do lednice na 45 min.
7. Poté byly upečené v troubě při teplotě 170°C 15 minut a nechány vychladnout.

4.7 Laboratorní pekařský pokus

Ingredience (tradiční recept):

- 300 g pšeničné mouky
- 12 g droždí
- 3 g tuku
- 4,5 g cukru
- 5,1 g soli
- 1,5 g diasty
- 156 ml vody (52,2%)

Ingredience (recept s aquafabou):

- 300 g pšeničné mouky
- 12 g droždí
- 3 g tuku
- 4,5 g cukru
- 5,1 g soli
- 1,5 g diasty
- 162 ml aquafaby (54%)

Postup přípravy:

1. Suroviny, kromě vody/aquafaby, byly vloženy do farinografické hnětačky a zapnuto míchání.
2. Předem vytemperovaná voda/aquafaba o teplotě 30°C byla přidávána.
3. Po 5 minutách od začátku přidávání vody/aquafaby byla měřena konzistence těsta na farinografu, která měla být 550-650 B.j.

4. Těsto bylo necháno míchat ještě 5 minut od doby prvního poklesu křivky. Poté bylo vyndáno z hnětačky a necháno 45 minut kynout v kynárně při 30°C přikryté miskou.
5. Těsto bylo rozděleno na klonky o hmotnosti 80 g a na skulovači byly vytvořeny bulky, které byly přeneseny na tukem vymazané plechy a nechány přikryté v kynárně dokynout 50 minut.
6. Po dokynutí byly plechy vloženy do profesionální pekařské trouby vyhřáté na 240°C na program bulky na 14 minut.
7. Bulky byly vyjmuty z trouby a nechány 90 minut vychladnout.

4.8 Fyzikální hodnocení výrobků

V rámci fyzikálního hodnocení produktů byly kvantitativně určeny základní parametry nezbytné pro ocenění kvalitativních atributů cukrářských výrobků. Bylo provedeno měření rozměrů a objemu, což poskytlo objektivní údaje o poréznosti a aeraci produktů, které odrážejí zásadní charakteristiky, jako jsou lehkost a nadýchanost, jež byly předpokladem pro optimální sensorickou analýzu.

4.9 Sensorické hodnocení výrobků

V rámci komplexního objektivního a subjektivního hodnocení se uskutečnila degustace pro skupinu 36 studentů. Po ochutnání byly účastníky požádáni, aby zaznamenali své dojmy a hodnocení do dotazníků (viz přílohu).

Dotazníky byly zaměřeny na posouzení chuti, textury, vizuálního vzhledu a aroma každého z testovaných produktů a jejich porovnání s tradiční verzí výrobků s vejci. Kromě těchto sensorických charakteristik se také zabývaly zjišťováním preferencí spotřebitelů a jejich ochotou zakoupit testované produkty za stejnou nebo nižší cenu, pokud by byly nabízeny na trhu vedle svých tradičních protějšků obsahujících vejce. Důležitou součástí dotazníků byly také otázky týkající se demografických údajů a stravovacích preferencí respondentů. Tyto informace byly nezbytné pro získání hlubšího vhledu do skladby účastnické skupiny a umožnily lepší interpretaci výsledků hodnocení.

Data získaná z dotazníku byla vyhodnocena pomocí analýzy variance (ANOVA) s hladinou významnosti 0,05 a výpočtu průměru se směrodatnou odchylkou v programu Microsoft Excel 2013.

4.10 Porovnání nutričních hodnot tradičních výrobků s vejci a s aquafabou

Pro kalkulaci nutričních hodnot výrobků byla použita data z americké databáze United States Department of Agriculture National Nutrient Database for Standard Reference, zpracována pomocí webové aplikace cronometer.com a data o aquafabě z kapitoly 3 této diplomové práce ("Cronometer" 2024).

4.11 Výpočet cen výrobků s vejci a s aquafabou

V rámci ekonomické analýzy nákladů na výrobu italského pomerančového dortu, francouzské bagety a bílkového krému byly provedeny výpočty cen těchto výrobků pro tři různé varianty: tradiční receptura s použitím vaječných bílků, alternativní receptura s použitím aquafaby, kde se jako nákladový faktor byla zohledněna cena cizrny, a specifická kalkulace, při které se cena aquafaby nezapočítávaly přímo, ale naopak se od celkových výrobních nákladů odečítaly. Tato třetí metoda přistupovala k aquafabě jako k vedlejšímu produktu procesu vaření cizrny, jenž by v kontextu výroby bez jejího využití působil jako zdroj dodatečných nákladů spojených s její likvidací.

Tento přístup umožnil realistické zhodnocení ekonomické efektivity využití aquafaby ve srovnání s tradičními ingrediencemi. V rámci této analýzy bylo důležité identifikovat a kvantifikovat potenciální úspory, které mohou vzniknout v důsledku minimalizace odpadu a efektivnějšího využití surovin. Výpočet třetí varianty cenové analýzy předpokládal, že cizrna byla zakoupena primárně pro výrobu hlavního produktu, třeba humusu, a aquafaba byla tak efektivně využita jako "volně dostupný" vedlejší produkt, přičemž se odebíraly i náklady spojené s jejím potenciálním zpracováním nebo likvidací.

5 Výsledky

Čtyři cukrářské výrobky, jeden pekárenský produkt a jeden laboratorní pekařský pokus, vše připravené s použitím aquafaby, byly podrobeny fyzikálnímu a sensorickému hodnocení. Tyto produkty prokázaly nejen pozitivní fyzikální charakteristiky, ale také dobré sensorické hodnocení, které je činí schopnými konkurovat tradičním recepturám obsahujícím vejce. Zjištění ukázalo, že demografické charakteristiky a dietní preference respondentů neovlivňují hodnocení těchto výrobků, což naznačuje jejich širokou přijatelnost napříč různými skupinami spotřebitelů.

Z ekonomického hlediska jsou cukrářské produkty obsahující aquafabu finančně výhodnější o 34% v případě dortu a o 72% v případě krému ve srovnání s produkty s vejci, pokud aquafabu považujeme za hlavní surovinu. Pokud však aquafabu bereme jako vedlejší produkt získaný z přípravy cizrny, ekonomická výhodnost činí až 45% u dortu a 84% u krému. Tato analýza přináší důležitý pohled na potenciální úspory nákladů při výrobě a naznačuje, že využití aquafaby může představovat ekonomicky efektivní alternativu k tradičním ingrediencím.

5.1 Výsledky fyzikálního hodnocení výrobků

Fyzikální charakteristiky produktů připravených s použitím aquafaby dosahují a někde i přesahují kvalitativních parametrů srovnatelných s výrobky vyrobenými podle tradičních receptur. Nášleh aquafaby je o sedmkrát větší než nášleh vaječných bílků. Bulky připravené během pekařského pokusu s aquafabou mají o 6,7% větší objem než ty, co byly připravené s vodou. Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky kvantitativních údajů, získaných během fyzikálního hodnocení výrobků, jsou prezentovány v Tabulce č. 2. a pekařského pokusu v Tabulce č. 3. Dále následují fotografie a skany výrobků. Směrodatná odchylka je menší než 0,5, což svědčí o tom, že mezi naměřenými fyzikálními hodnotami vzorků stejného druhu výrobku nebyl velký rozdíl. U italského pomerančového dortu směrodatná odchylka rovna nule, protože byla použita stejná forma na pečení, a proto se výrobky mezi sebou nelišily rozměry.

Tabulka č. 2: Výsledky fyzikálního hodnocení výrobků (aritmetický průměr a směrodatná odchylka).

	Výška (mm)	Šířka (mm)	Délka (mm)	Nášleh na 100 ml
Italský pomerančový dort - VEJCE	42±0	87±0	105±0	700±0,47
Italský pomerančový dort - AQUAFABA	43±0	87±0	105±0	1 000±0,38
Bílkový krém/ Pusinky - VEJCE	27±0,43	31±0,40	30±0,41	710±0,34
Bílkový krém / Pusinky - AQUAFABA	26±0,45	34±0,37	35±0,44	1 050±0,40
Sušenky Amaretti - VEJCE	25±0,45	43±0,49	42±0,38	715±0,39
Sušenky Amaretti - AQUAFABA	24±0,47	47±0,47	46±0,40	1 040±0,42
Francouzská bageta - VODA	42±0,46	89±0,47	185±0,35	----
Francouzská bageta - AQUAFABA	41±0,44	102±0,48	182±0,39	----

Tabulka č. 3: Výsledky fyzikálního hodnocení pekařského pokusu (aritmetický průměr a směrodatná odchylka)

	Výška (mm)	Šířka (mm)	Váha (g)	Celková hmotnost těsta (g)	Objem 3 kusy (ml)	Měrný objem pečiva (cm ³ /100g výrobku)	Objemová výtěžnost pečiva (cm ³ /100g mouky)
Pekařský pokus – VODA	61±0,44	94±0,49	67,9±0,43	481,1	890	591	437
Pekařský pokus - AQUAFABA	59±0,47	91±0,48	66,8±0,40	478	950	635	474



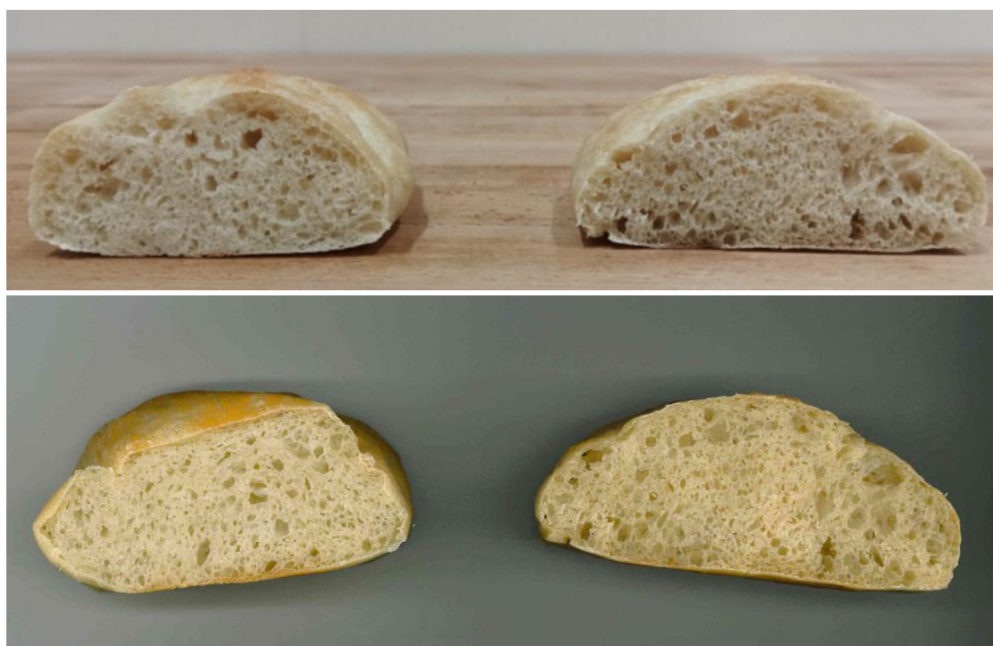
Obrazek č. 1: Foto nahoře, Skan dole. Italský pomerančový dort. Vpravo aquafaba, vlevo vejce.



Obrazek č. 2: Foto. Pusinky. Vpravo aquafaba, vlevo vejce.



Obrazek č. 3: Foto nahoře, Skan dole. Sušenky Amaretti. Vpravo vejce, vlevo aquafaba.



Obrazek č. 4: Foto nahoře, Skan dole. Francouzská bageta. Vpravo aquafaba, vlevo voda.



Obrazek č. 5: Foto nahoře, Skan dole. Pekařský pokus. Vpravo aquafaba, vlevo voda.

5.2 Výsledky senzoričkého hodnocení výrobků

Výsledky senzoričkého hodnocení jednotlivých výrobků byly kvantifikovány na základě aritmetického průměru získaného z odpovědí všech zapojených respondentů. Tyto vypočtené průměrné hodnoty poskytují objektivní měřítko pro určení celkové senzoričké kvality a přijatelnosti produktů. Pro přehledné představení a snadné interpretování výsledky jsou souhrnně zaznamenány v Tabulce č. 4.

Italský pomerančový dort byl jednoznačně oceněn jako nejlepší v kategoriích vzhledu, barvy, chuti, textury a aroma, což ho staví na přední místo mezi hodnocenými produkty. Výrazná většina respondentů vyjádřila ochotu tento dort zakoupit v obchodě, což svědčí o jeho vysoké spotřebitelské přitažlivosti. Srovnatelně pozitivní hodnocení obdržel také bílkový krém, což naznačuje, že testované produkty dosahují vysoké kvality a mají potenciál uspět na trhu.

Současně byla provedena kvantitativní analýza senzoričského hodnocení jednotlivých produktů, vypočítaná jako aritmetický průměr, zohledňující různé faktory, jako jsou věk, pohlaví, preferovaný stravovací režim, frekvence konzumace cukrářských výrobků a význam, který respondenti přikládají zdravotním a výživovým aspektům při výběru potravinových produktů.

Informace o respondentech se dá shrnout takto: Průměrný věk respondentů byl 22 let, přičemž ženy výrazně převažovaly. Co se týče stravy, všichni respondenti byli všežravci a konzumovali cukrářské výrobky alespoň jednou týdně (69%). Z analýzy vyplývá, že hodnocení produktů mezi různými skupinami uvnitř jednotlivých segmentů se výrazně neliší, což naznačuje, že tyto demografické a behaviorální charakteristiky nemají významný dopad na preferenci produktů u účastníků tohoto výzkumu.

Směrodatná odchylka je menší než 0,5, což svědčí o tom, že mezi odpověďmi respondentů nebyl velký rozdíl v množství udělovaných bodů.

Pomocí analýzy variance (ANOVA) bylo zjištěno, že neexistuje statisticky významný rozdíl v preferencích respondentů. Tabulka č. 4.

Tabulka č. 4: Analýza variance (ANOVA) s hladinou významnosti 0,05.

	Vzhled	Textura	Aroma	Chuť	Preference vzorků (počet respondentů)
Italský pomerančový dort	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit
Bílkový krém/ Pusinky	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit
Sušenky Amaretti	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit
Francouzská bageta	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit	F < Fcrit

Tabulka č. 5: Výsledky senzoričkého hodnocení výrobků (aritmetický průměr a směrodatná odchylka).

	Vzhled	Barva	Aroma	Chuť	Textura	Zájem koupit
Italský pomerančový dort - AQUAFABA	3,5±0,49	3,6±0,44	3,8±0,45	3,7±0,47	3,8±0,47	3,8±0,42
Bílkový krém / Pusinky - AQUAFABA	3,9±0,48	3,8±0,47	3,6±0,44	3,7±0,44	3,9±0,44	3,8±0,47
Sušenky Amaretti - AQUAFABA	3,6±0,45	3,6±0,44	3,5±0,47	3,5±0,45	3,6±0,48	3,5±0,45
Francouzská bageta - AQUAFABA	3,4±0,42	3,5±0,44	3,6±0,48	3,4±0,47	3,4±0,43	3±0,48

Tabulka č. 6: Výsledky párové zkoušky výrobků (aritmetický průměr a směrodatná odchylka).

	Vzhled	Textura	Aroma	Chuť	Preference vzorků (počet respondentů)
Italský pomerančový dort - VEJCE	4,9±0,48	4,8±0,47	4,9±0,34	4,9±0,44	19
Italský pomerančový dort - AQUAFABA	4,7±0,44	4,7±0,45	4,9±0,30	4,8±0,34	17
Bílkový krém/ Pusinky - VEJCE	4±0,34	3,9±0,49	4,7±0,48	4,3±0,36	18
Bílkový krém / Pusinky - AQUAFABA	4,9±0,47	4,9±0,40	4,6±0,45	4,7±0,44	18
Sušenky Amaretti - VEJCE	4,7±0,48	4,6±0,49	4,7±0,30	4,6±0,49	16
Sušenky Amaretti - AQUAFABA	4,8±0,40	4,5±0,48	4,8±0,47	4,7±0,44	20
Francouzská bageta - VODA	4,3±0,45	4,2±0,34	4,5±0,45	4,3±0,47	19
Francouzská bageta - AQUAFABA	4,4±0,44	4,3±0,47	4,5±0,48	4,4±0,38	17

5.3 Porovnání nutričních hodnot tradičních výrobků s vejci a s aquafabou

Porovnání nutričních hodnot mezi tradiční verzí výrobků a verzí s aquafabou odhaluje několik zajímavých rozdílů, které mohou mít význam pro spotřebitele z hlediska zdraví a výživy.

5.3.1 Italský pomerančový dort

Tradiční verze nutriční hodnoty:

- Kalorie: 1408 kcal
- Tuk: 16,8 g z toho nasycené tuky: 4,8 g
- Sacharidy: 278,2 g z toho cukry: 153 g
- Bílkoviny: 36,1 g
- Vláknina: 7,5 g

Aquafaba verze nutriční hodnoty:

- Kalorie: 1192 kcal
- Tuk: 1,8 g z toho nasycené tuky: 0 g
- Sacharidy: 277 g z toho cukry: 153 g
- Bílkoviny: 17,2 g
- Vláknina: 7,5 g

Tradiční verze dortu má vyšší kalorický obsah (1408 kcal) ve srovnání s verzí s aquafabou (1192 kcal). Pro spotřebitele, kteří hledají možnosti s nižším příjmem energie, může být verze s aquafabou přitažlivější. Značný rozdíl je i v obsahu tuků. Tradiční verze 16,8 g tuků, včetně 4,8 g nasycených tuků, zatímco verze s aquafabou pouze 1,8 g tuků a žádné nasycené tuky. Nižší obsah tuků a absence nasycených tuků ve verzi s aquafabou může být prospěšná pro spotřebitele dbající na zdraví srdce a celkovou tukovou bilanci v jejich stravě. Tradiční verze poskytuje významnější množství bílkovin (36,1 g) ve srovnání s verzí s aquafabou (17,2 g). Pro jedince s vyšší potřebou bílkovin, například sportovce nebo ty, kteří se snaží o budování svalové hmoty, může být tradiční verze vhodnější volbou. Celkově, verze s aquafabou se jeví jako zdravější alternativa s nižším příjmem energie a tuků a bez nasycených tuků, což je v souladu s doporučeními pro zdravou stravu.

5.3.2 Bílkový krém a pusinky

Tradiční verze nutriční hodnoty:

- Kalorie: 1239 kcal
- Tuk: 0g
- Sacharidy: 300g z toho cukry: 300g
- Bílkoviny: 20 g
- Vláknina: 0 g

Aquafaba verze nutriční hodnoty:

- Kalorie: 1190 kcal
- Tuk: 0 g
- Sacharidy: 300 g z toho cukry: 300 g
- Bílkoviny: 1,5 g
- Vlákna: 0 g

Mezi tradiční verzí bílkového krému (1239 kcal) a verzí s aquafabou (1190 kcal) je malý rozdíl v celkovém kalorickém obsahu. Tento mírný rozdíl v energetické hodnotě je dán odlišným obsahem bílkovin. Rozdíl v obsahu bílkovin mezi tradiční verzí (20 g) a verzí s aquafabou (1,5 g) je významný. Zatímco tradiční verze může přispět k dennímu příjmu bílkovin, verze s aquafabou nabízí minimální množství bílkovin. Tento aspekt je důležitý pro spotřebitele, kteří sledují svůj příjem bílkovin, například sportovce nebo osoby na rostlinné stravě.

5.3.3 Francouzská bageta

Tradiční verze nutriční hodnoty:

- Kalorie: 1810 kcal
- Tuk: 2,4 g
- Sacharidy: 372 g z toho cukry: 1,75 g
- Bílkoviny: 58 g
- Vlákna: 16,5 g

Aquafaba verze nutriční hodnoty:

- Kalorie: 1870 kcal
- Tuk: 2,4 g
- Sacharidy: 372 g z toho cukry: 1,75 g
- Bílkoviny: 61,5 g
- Vlákna: 16,5 g

Verze francouzské bagety s aquafabou místo vody má mírně vyšší kalorický obsah (1870 kcal) ve srovnání s tradiční verzí (1810 kcal) a o něco více bílkovin (61,5 g) než tradiční verze (58 g). Rozdíl v kaloriích je poměrně malý a v praxi pravděpodobně nebude mít významný dopad na spotřebitele, pokud nejsou na velmi striktním kalorickém režimu. I když rozdíl v celkovém množství bílkovin není značný, vyšší obsah může být pro některé spotřebitele výhodný, například pro ty, kteří potřebují vyšší příjem bílkovin pro podporu svalové hmoty nebo regeneraci.

5.3.4 Sušenky Amaretti

Tradiční verze nutriční hodnoty:

- Kalorie: 2482,95 kcal
- Tuky: 132,015 g

- Nasycené tuky: 10,665 g
- Sacharidy: 292,65 g
- Cukry: 244,10 g
- Bílkoviny: 59,005 g
- Vláknina: 26,5 g

Aquafaba verze nutriční hodnoty:

- Kalorie: 2458,45 kcal
- Tuky: 131,94 g
- Nasycené tuky: 10,665 g
- Sacharidy: 292,45 g
- Cukry: 243,55 g
- Bílkoviny: 53,555 g
- Vláknina: 26,51 g

Jak můžeme vidět, výrobek s aquafabou má mírně nižší kalorickou hodnotu a obsah bílkovin ve srovnání s tradičním receptem, zatímco hodnoty tuků, nasycených tuků, sacharidů a vlákniny jsou velmi podobné mezi oběma recepty.

5.4 Výsledky výpočtů cen výrobků s vejci a s aquafabou

Podle informací uvedených v Tabulce č. 5 je zřejmé, že výroba cukrářských výrobků s použitím aquafaby je výrazně nákladově efektivnější než použití vaječných bílků nebo celých vajec. Největší úspory, dosahující až 84%, jsou evidovány u bílkového krému, následuje italský pomerančový dort, kde úspory činí více než 34%, což odpovídá třetině nákladů na suroviny. Nejnižší úspory jsou zaznamenány u sušenek Amaretti, jelikož nejdražší položkou mezi ingrediencemi je mandlová mouka. V případě pekárenského produktu, francouzské bagety, naopak dochází k nárůstu ceny o 69%, což lze vysvětlit substitucí cenově dostupnější vody dražší aquafabou. Nicméně pokud aquafaba je vedlejším produktem z přípravy cizrny, pak se náklady na suroviny mírně snižují, a to o 1%.

Tabulka č. 7: Výpočty cen výrobků dle použitých surovin.

Italský pomerančový dort			
	<i>Tradiční</i>	<i>Aquafaba</i>	<i>Aquafaba vedlejší</i>
Suroviny	<i>Cena Kč</i>	<i>Cena Kč</i>	<i>Cena Kč</i>
1 pomeranč	19	19	19
3 vejce	21	0	0
160 g pšeniční hladké mouky	3,5	3,5	3,5
120 g cukru	2,4	2,4	2,4
20 g moučkového cukru na posypání	0,75	0,75	0,75
5 g octa, 5 g sody a 500 g vody	0,25	0,25	0,25
stočné	0	0	-0,01
150 g aquafaby	0	444,343	0
Provoz Instant Pot	0	0,5	0
Náklady	47	31	26
Poměr v procentech	100	66	55
Bílkový krém a Pusinky			
	<i>Tradiční</i>	<i>Aquafaba</i>	<i>Aquafaba vedlejší</i>
Suroviny	<i>Cena Kč</i>	<i>Cena Kč</i>	<i>Cena Kč</i>
150 g vaječných bílků	35	0	0
300 g cukru	6	6	6
105 g vody	0,03	0,03	0,03
3 g kyseliny citronové	0,6	0,6	0,6
stočné	0	0	-0,01
150 g aquafaby	0	444,343	0
Provoz Instant Pot	0	0,5	0
Náklady	42	12	7
Poměr	100	28	16
Sušenky Amaretti			
	<i>Tradiční</i>	<i>Aquafaba</i>	<i>Aquafaba vedlejší</i>
Suroviny	<i>Cena Kč</i>	<i>Cena Kč</i>	<i>Cena Kč</i>
50 g vaječných bílků	12	0	0
120 g cukru	2,4	2,4	2,4
94 g moučkového cukr	3,5	3,5	3,5
250g mandlové mouky	70	70	70
stočné	0	0	-0,01
50 g aquafaby	0	1,48	0
Provoz Instant Pot	0	0,5	0
Náklady	88	78	76
Poměr	100	89	86
Francouzská bageta			
	<i>Tradiční</i>	<i>Aquafaba</i>	<i>Aquafaba vedlejší</i>
Suroviny	<i>Cena Kč</i>	<i>Cena Kč</i>	<i>Cena Kč</i>
500 g pšeniční hladké mouky	11	11	11
350 g vody	0,1	0	0
20g čerstvého droždí	2	2	2
4g soli	0,1	0,1	0,1
stočné	0	0	-0,02
350 g aquafaby (cizrna a voda)	0	8,748	0
Provoz Instant Pot	0	0,5	0
Náklady	13	22	13
Poměr	100	169	99

6 Diskuze

Aquafaba, která se objevila v gastronomickém světě před necelými deseti lety, rychle získala na popularitě, zejména mezi uživateli internetu, kteří se vejcem z různých důvodů vyhýbají, ale stále touží po kulinářských počitech, ve kterých je vaječný bílek klíčovou složkou (Erem et al. 2023). Aquafaba je vysoce oceňována nejen pro své emulgační schopnosti, zahušťování a tvorbu pěny, ale také kvůli svým ekonomickým, ekologickým a udržitelným výhodám ve srovnání s tradičními vejci (He et al. 2021a).

Všechny výrobky připravené v praktické části této diplomové práce prokázaly, že jsou spotřebiteli dobře přijímány. Zároveň bylo zjištěno, že pro některé skupiny spotřebitelů jsou tyto produkty výrazně atraktivnější než jejich tradiční protějšky, zejména díky nižšímu kalorickému obsahu. Významným benefitem se jeví ekonomický aspekt – náklady na výrobu cukrářských výrobků s použitím aquafaby mohou být až šestkrát nižší než u tradičních verzí, jak je patrné na příkladu bílkového krému a pusinek, kde náklady na tradiční verzi činí 42 korun, zatímco verze s aquafabou je možné vyrobit již za 7 korun.

6.1 Fyzikální a sensorický aspekt

V rámci vědeckých studií, které se zaměřovaly na zkoumání potenciálu aquafaby jako alternativy k vaječným bílkům a hodnocení jejího vlivu na sensorické a fyzikální vlastnosti finálních cukrářských a pekárenských produktů, byly shromážděny důkazy, jež demonstrují výraznou schopnost aquafaby imitovat funkční vlastnosti vaječných bílků (Yazici & Ozer 2021).

V rámci provedení experimentální části této diplomové práce bylo zjištěno, že výrobky s aquafabou nejenže dosahují fyzikálních parametrů srovnatelných s tradičními výrobky (např. v objemu, vlhkosti a textuře), ale také vykazují vysokou míru sensorické přijatelnosti mezi spotřebiteli.

Výsledky fyzikálního hodnocení byly v souladu se sensorickým hodnocením, které prováděli spotřebitelé. Během tohoto hodnocení respondenti vyjadřovali své preference vůči chuti, textuře, vizuálnímu vzhledu a aromatu testovaných výrobků, přičemž mnozí z nich projeví ochotu tyto produkty zakoupit v obchodě. Zajímavé je, že preference spotřebitelů nebyly významně ovlivněny demografickými charakteristikami či stravovacími zvyklostmi, což naznačuje širokou akceptaci výrobků s aquafabou mezi různými skupinami spotřebitelů.

V kontextu stále rostoucího zájmu o alternativní zdroje potravin a udržitelné potravinářské praktiky je aquafaba atraktivní surovinou, která se již vědecky prokázala v několika aplikacích, jako jsou sněhové pusinky, bábovky, muffiny, makronky, piškoty a majonéza (Stasiak et al. 2023; Echeverria-Jaramillo & Shin 2023). Aquafaba přitom vyniká jako ekologicky šetrná alternativa k tradičním surovinám, což je v souladu s globálním trendem směřujícím k udržitelnější výrobě potravin (Ratnayake & Naguleswaran 2022).

Nicméně, je zřejmé, že výzkumné pole v oblasti využití aquafaby zdaleka není vyčerpáno. Existuje potřeba rozsáhlého a cíleného výzkumu, který by se zaměřil na další rozšíření spektra cukrářských a pekárenských výrobků s použitím aquafaby. Tento výzkum by měl zahrnovat jak experimentální vývoj nových receptur, tak i standardizaci metodik pro cukráře a pekaře. Kromě

toho by měly být zkoumány možnosti vylepšení chuti, textury, vůně a vizuálního vzhledu výrobků s ohledem na různé kulinářské techniky a kombinace surovin.

Cílem dalšího výzkumu by mělo být prohloubení a rozšíření poznatků týkajících se její nutričních přínosů. Klíčovým aspektem je zde zkoumání potenciálních zdravotních výhod, které může přinést substituce vajec aquafabou. Tento přístup by mohl nabídnout spotřebitelům alternativu, jež je nejen udržitelná, ale také může pozitivně ovlivnit celkový zdravotní stav, především v kontextu alergií na vejce, snížení příjmu cholesterolu a nasycených tuků nebo podpory rostlinné stravy. Zvýšený důraz by měl být kladen na objektivní a vědecky podložené hodnocení těchto aspektů, aby bylo možné poskytnout spotřebitelům jasné a přesné informace o výhodách a možných omezeních využití aquafaby jako alternativní suroviny v potravinářské produkci.

Výsledky takového výzkumu by mohly mít významný dopad nejen na potravinářský průmysl, ale také na oblasti zdravotnictví a udržitelného rozvoje. Rozšíření využití aquafaby v potravinářské výrobě by mohlo přispět k diverzifikaci potravinových produktů na trhu, poskytování zdravějších a udržitelnějších volby pro spotřebitele a zároveň by podpořilo snižování potravinového odpadu na globální úrovni.

6.2 Výživový aspekt

V kontextu specifických dietních potřeb a preferencí různých skupin spotřebitelů, jako jsou sportovci, těhotné ženy nebo osoby s určitými zdravotními omezeními, je důležité mít hluboké porozumění nutričnímu složení potravin. Toto porozumění je klíčové pro informovaný výběr stravy a zohlednění alternativních ingrediencí, jako je aquafaba, ve srovnání s tradičními vaječnými bílkami. Detailní analýza nutričního profilu a jeho vlivu na celkovou výživovou hodnotu finálního potravinářského výrobku je nezbytná pro posouzení vhodnosti těchto alternativ pro různé dietní požadavky.

Aquafaba, charakterizovaná svou nízkou kalorickou hodnotou a absencí tuků i cholesterolu, může představovat značný nutriční přínos pro osoby snažící se o redukci příjmu těchto složek v jejich stravě (Shim et al. 2018). Tato charakteristika je obzvláště prospěšná pro jedince s kardiovaskulárními onemocněními nebo pro ty, kteří usilují o snížení tělesné hmotnosti, stejně jako pro sportovce a těhotné ženy, kteří hledají vyvážený a zdravý jídelníček.

Na druhou stranu, nízký obsah bílkovin v aquafabě může být potenciálním omezením pro skupiny spotřebitelů, kteří vyžadují vyšší příjem bílkovin, jako jsou sportovci nebo jedinci v procesu rekonvalescence (Buhl et al. 2019). Tyto skupiny mohou vyžadovat doplňkové zdroje proteinů pro podporu svalové regenerace a obnovy tkání. Navíc, absence určitých klíčových výživových složek, které jsou přítomny ve vejcích, jako jsou vitamíny a minerály, nutí uživatele hledat další zdroje těchto živin, aby zajistili komplexní a vyváženou stravu.

Ve srovnání s vaječnými bílkami, které nabízí bohatý zdroj kvalitních proteinů a esenciálních aminokyselin důležitých pro růst, opravy tkání a celkovou fyziologickou funkci, aquafaba tuto roli plnit nemůže. Vaječné bílkami poskytují také důležité vitamíny a minerály, které jsou klíčové pro zdraví a správné fungování organismu, na rozdíl od aquafaby (Shim et al. 2018).

Celkově představuje aquafaba v potravinářském průmyslu zajímavou a udržitelnou alternativu, nabízející některé nutriční výhody, zejména v oblasti snížení obsahu tuků a kalorií.

Nicméně, je nezbytné uvědomit si nutriční omezení aquafaby, především v kontextu obsahu bílkovin a esenciálních živin. Informované rozhodování spotřebitelů by mělo být založeno na komplexním porozumění těmto aspektům, přičemž by měly být vzaty v úvahu individuální nutriční potřeby a zdravotní stav jednotlivců. Budoucí výzkum by měl směřovat k optimalizaci nutriční hodnoty výrobků s aquafabou, aby bylo možné nabídnout spotřebitelům chutné, udržitelné a zároveň nutričně vyvážené možnosti.

6.3 Ekonomický aspekt

Substituce vaječných bílků nebo celých vajec aquafabou představuje nejen ekonomicky výhodnou alternativu, ale také krok směrem k udržitelnější produkci v potravinářském průmyslu (Serventi 2020). Z ekonomického hlediska mohou být úspory při použití aquafaby značné – v případě vaječných bílků až šestinásobné, u celých vajec pak téměř dvojnásobné. Tato úspora nákladů je obzvláště významná v kontextu rostoucího tlaku na snižování výrobních nákladů a zvyšování marže zisku v potravinářském sektoru.

Maximální ekonomickou výhodou přináší integrace výroby potravin s cizrnou a cukrářských výrobků, které tradičně využívají vaječné bílky. V tomto modelu, kde aquafaba je vedlejším produktem zpracování cizrny, mohou podniky využít aquafabu bez dalších nákladů na nákup surovin, což představuje efektivní využití zdrojů a snižuje potravinový odpad (Mustafa & Reaney 2020). Tato strategie nejen snižuje náklady na suroviny, ale také zvyšuje celkovou efektivitu výroby a přináší podnikům konkurenční výhodu.

Z hlediska environmentální udržitelnosti je důležité zvážit rozdíly v zátěži životního prostředí mezi produkcí cizrny a vajec. Chov drůbeže pro produkci vajec je spojen s vyšší spotřebou vody, potřebou větší plochy půdy a vyššími emisemi skleníkových plynů. Naopak pěstování cizrny je obecně považováno za méně náročné na zdroje a má nižší ekologický dopad (Ratnayake & Naguleswaran 2022). Používání aquafaby, získané jako vedlejší produkt zpracování cizrny, proto přispívá ke snižování potravinového odpadu a podporuje cirkulární ekonomiku v potravinářském sektoru. Luštěniny představují klíčový zdroj výživných látek po celém světě, nabízející bohatství bílkovin, sacharidů, vlákniny, vitamínů, minerálů a fytochemikálií. Důkladný výzkum potvrdil jejich pozitivní vliv na lidské zdraví a schopnost předcházet civilizačním chorobám, což by mělo podnítit větší konzumaci těchto výživných potravin ve stravě jednotlivců. S ohledem na jejich výživnou hodnotu a přínosy pro zdraví by měly být luštěniny začleněny do jídelníčku jako pravidelná součást vyvážené stravy (Singh 2017). V kontextu rostoucího povědomí o důležitosti udržitelnosti a snižování dopadu na životní prostředí nabízí využití aquafaby z luštěnin ekologicky šetrnou alternativu. Použití této vedlejší suroviny v potravinářském průmyslu, zejména v cukrářství, představuje inovativní přístup, který může vést ke snížení ekologické stopy a podpořit udržitelnější produkci potravin. Tímto způsobem mohou luštěniny nejen přispívat k individuálnímu zdraví, ale také k celkovému zlepšení životního prostředí a udržitelnosti potravinářského průmyslu. Tento přístup může být atraktivní pro spotřebitele, kteří hledají produkty vyráběné s ohledem na životní prostředí, a zároveň poskytuje podnikům možnost zvýšit jejich tržní konkurenceschopnost prostřednictvím inovativních a udržitelných řešení.

7 Závěr

Výsledky této diplomové práce přináší podstatný příspěvek k pochopení možnosti využití aquafaby v cukrářské technologii. Bylo prokázáno, že cukrářské výrobky připravené s použitím aquafaby se mohou vyrovnat tradičním výrobkům s vejci v mnoha aspektech, zejména pokud jde o senzorické a fyzikální charakteristiky. Tímto byla potvrzena hypotéza, že aquafaba představuje plnohodnotnou náhradu vaječných bílků v cukrářské technologii, a je tedy vhodná pro výrobu široké škály cukrářských výrobků, včetně sněhového pečiva. Metodika přípravy výrobků z aquafaby, která byla vypracována v praktické části této práce, nabízí užitečný návod pro cukráře, jak efektivně implementovat aquafabu do jejich receptur.

Všechny výrobky vyvinuté a testované v rámci této práce získaly pozitivní ohlas od respondentů. Italský pomerančový dort byl hodnocen jako nejlepší, následovaný bílkovým krémem. Dalším významným zjištěním je, že výrobky s aquafabou nabízejí nižší kalorickou hodnotu a neobsahují cholesterol, což je činí atraktivnějšími na trhu cukrářských výrobků z hlediska zdravotního a dietního pohledu. Nicméně, je třeba vzít v úvahu, že snížení kalorických hodnot bylo dosaženo také redukcí obsahu bílkovin, což může být pro některé skupiny spotřebitelů omezením.

Z ekonomického hlediska představuje použití aquafaby v cukrářské technologii značný potenciál pro snižování nákladů. V případě výroby bílkového krému byly dosaženy úspory až šestinásobné, zatímco u italského pomerančového dortu téměř dvojnásobné. Toto zjištění ukazuje, že ekonomické přínosy použití aquafaby mohou být závislé na konkrétním typu výrobku a surovinách, které aquafaba nahrazuje.

Celkově tato diplomová práce přispívá k rozšíření poznatků o využití aquafaby v cukrářství, ukazuje její potenciál jako ekonomicky výhodné a udržitelné alternativy k tradičním surovinám a otevírá cestu pro další výzkum a inovace v tomto oboru.

8 Literatura

- Als Salman FB, Al-Ruwaih N, Al-Attar H, Mulla MZ. 2022. Effect of high pressure processing on structural and functional properties of canned aquafaba. *Food Science and Biotechnology* **31**:1157–1167.
- Als Salman FB, Ramaswamy HS. 2021. Changes in carbohydrate quality of high-pressure treated aqueous aquafaba. *Food Hydrocolloids* **113**:106417.
- Als Salman FB, Tulbek M, Nickerson M, Ramaswamy HS. 2020a. Evaluation and optimization of functional and antinutritional properties of aquafaba. *Legume Science* **2**:e30.
- Als Salman FB, Tulbek M, Nickerson M, Ramaswamy HS. 2020b. Evaluation of factors affecting aquafaba rheological and thermal properties. *LWT* **132**:109831.
- Aquafaba History. 2016, February. Available from <http://aquafaba.com/history.html>.
- Aquafaba (Vegan Meringue - Hits and Misses!). 2023 (accessed August 3, 2024).
- Beeber M, Panitz A, Traynor C, Zanzville K, Ghatak R, Bhaduri S, Navder K. 2019. The Effect of Cannellini Bean Puree with Aquafaba as a Fat Replacer on the Physical, Textural, and Sensory Acceptability of Chocolate Mousse. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **119**:A47.
- Bird LG, Pilkington CL, Saputra A, Serventi L. 2017. Products of chickpea processing as texture improvers in gluten-free bread. *Food Science and Technology International* **23**:690–698.
- Bochenek H, Francis N, Santhakumar AB, Blanchard CL, Chinkwo KA. 2023. The antioxidant and anticancer properties of chickpea water and chickpea polyphenol extracts in vitro. *Cereal Chemistry* **100**:895–903.
- Buhl TF, Christensen CH, Hammershøj M. 2019. Aquafaba as an egg white substitute in food foams and emulsions: Protein composition and functional behavior. *Food Hydrocolloids* **96**:354–364.
- Cronometer. 2024. Available from <https://cronometer.com/> (accessed August 3, 2024).
- Damian JJ, Huo S, Serventi L. 2018. Phytochemical content and emulsifying ability of pulses cooking water. *European Food Research and Technology* **244**:1647–1655.
- Donatus F, Sintang MDB, Julmohammad N, Pindi W, Ab Wahab N. 2023. Physicochemical and Sensory Properties of Bahulu and Chocolate Mousse Developed from Canned Pulse and Vegetable Liquids. *Applied Sciences* **13**:4469.
- Echeverria-Jaramillo E, Kim Y, Nam Y, Zheng Y, Cho JY, Hong WS, Kang SJ, Kim JH, Shim YY, Shin W-S. 2021. Revalorization of the Cooking Water (Aquafaba) from Soybean Varieties Generated as a By-Product of Food Manufacturing in Korea. *Foods* **10**:2287.
- Echeverria-Jaramillo E, Shin W-S. 2023. Current processing methods of aquafaba. *Trends in Food Science & Technology* **138**:441–452.
- Edleman D, Hall C. 2023. Impact of Processing Method on AQF Functionality in Bakery Items. *Foods* **12**:2210.
- Erem E, Icyer NC, Tatlisu NB, Kilicli M, Kaderoglu GH, Toker ÖS. 2023. A new trend among plant-based food ingredients in food processing technology: Aquafaba. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **63**:4467–4484.

- Figoni P. 2011. *How baking works: exploring the fundamentals of baking science* 3rd ed. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J.
- Friberg B, Friberg AK. 2002. *The professional pastry chef: fundamentals of baking and pastry* 4th ed. J. Wiley, New York.
- Friberg B, Friberg AK. 2003. *The advanced professional pastry chef*. Wiley, Hoboken, N.J.
- Fuentes Choya P, Combarros-Fuertes P, Abarquero Camino D, Renes Bañuelos E, Prieto Gutiérrez B, Tornadijo Rodríguez ME, Fresno Baro JM. 2023. Study of the Technological Properties of Pedrosillano Chickpea Aquafaba and Its Application in the Production of Egg-Free Baked Meringues. *Foods* **12**:902.
- GIADZY. 2022, January 6. The History Of Amaretti. Available from <https://giadzy.com/blogs/tips/more-than-a-cookie-the-history-of-amaretti> (accessed August 3, 2024).
- Gisslen W. 2017. *Professional baking* Seventh edition. Wiley, Hoboken, New Jersey.
- Google Patents. (2023). Patenty Aquafaba. 2023. Available from [https://patents.google.com/?q=\(aquafaba\)&oq=aquafaba](https://patents.google.com/?q=(aquafaba)&oq=aquafaba) (accessed August 3, 2024).
- Gray CL, Goddard E, Karabus S, Kriel M, Lang AC, Manjra AI, Risenga SM, Terblanche AJ, Van Der Spuy DA, Levin ME. 2014. Epidemiology of IgE-mediated food allergy. *South African Medical Journal* **105**:68.
- Grossi Bovi Karatay G, Medeiros Theóphilo Galvão AM, Dupas Hubinger M. 2022a. Storage Stability of Conventional and High Internal Phase Emulsions Stabilized Solely by Chickpea Aquafaba. *Foods* **11**:1588.
- Grossi Bovi Karatay G, Rebellato AP, Joy Steel C, Dupas Hubinger M. 2022b. Chickpea Aquafaba-Based Emulsions as a Fat Replacer in Pound Cake: Impact on Cake Properties and Sensory Analysis. *Foods* **11**:2484.
- Hartel RW, Von Elbe JH, Hofberger R. 2018. *Confectionery Science and Technology*. Springer International Publishing, Cham. Available from <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-61742-8> (accessed March 8, 2024).
- He Y, Meda V, Reaney MJT, Mustafa R. 2021a. Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology* **111**:27–42.
- He Y, Purdy SK, Tse TJ, Tar'an B, Meda V, Reaney MJT, Mustafa R. 2021b. Standardization of Aquafaba Production and Application in Vegan Mayonnaise Analogs. *Foods* **10**:1978.
- He Y, Shim YY, Mustafa R, Meda V, Reaney MJT. 2019. Chickpea Cultivar Selection to Produce Aquafaba with Superior Emulsion Properties. *Foods* **8**:685.
- He Y, Shim YY, Shen J, Kim JH, Cho JY, Hong WS, Meda V, Reaney MJT. 2021c. Aquafaba from Korean Soybean II: Physicochemical Properties and Composition Characterized by NMR Analysis. *Foods* **10**:2589.
- Kim W-M, Yoon K-H, Lee G-H. 2022. Properties of Macarons with the Addition of Various Amounts of Chickpea Aqueous Solution as a Substitute for Egg Whites. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* **51**:861–868.
- Kim Y-H, Shin W-S. 2022. Evaluation of the Physicochemical and Functional Properties of Aquasoya (*Glycine max* Merr.) Powder for Vegan Muffin Preparation. *Foods* **11**:591.
- Kitchen Story. 2014, February. Available from <https://kitchenstory.cz/upec-si-svou-bagetu/> (accessed March 8, 2024).

- Lafarga T, Villaró S, Bobo G, Aguiló-Aguayo I. 2019. Optimisation of the pH and boiling conditions needed to obtain improved foaming and emulsifying properties of chickpea aquafaba using a response surface methodology. *International Journal of Gastronomy and Food Science* **18**:100177.
- Lauren Panoff. 2023, July 13. Seventh-Day Adventist Diet: A Complete Guide. Available from <https://www.healthline.com/nutrition/seventh-day-adventist-diet> (accessed January 2, 2024).
- Lincoln University. 2023, September. Available from <https://researchers.lincoln.ac.nz/luca.serventi> (accessed January 2, 2024).
- McGee H, Dorfman P. 2004. *On food and cooking: the science and lore of the kitchen* Completely rev. and updated. Scribner, New York, NY.
- Meringue. 2024. Available from <https://www.tasteatlas.com/meringue> (accessed January 2, 2024).
- Migoya FJ, Fink B. 2012. *The elements of dessert*. The Culinary Institute of America, Hyde Park, NY] [Saint Helena, Calif.
- Mustafa R., , Shim YY, Shen J, Ratanapariyanuch K, Reaney MJT. 2017. Factors affecting functional properties of aquafaba, water recovered from commercially canned chickpeas. *Journal of Experimental Food Chemistry* **Volume 3**:38.
- Mustafa R, He Y, Shim YY, Reaney MJT. 2018. Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. *International Journal of Food Science & Technology* **53**:2247–2255.
- Mustafa R, Reaney MJT. 2020. Aquafaba, from Food Waste to a Value-Added Product. Pages 93–126 *Food Wastes and By-products*. Wiley. Available from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119534167.ch4> (accessed January 2, 2024).
- Nguyen Thi Minh Nguyet, Ng^oc Nguyen P.b., Quoc Le Pham Tan, Tran Gia Buu. 2021. Application of Chickpeas Aquafaba with Pre-treatment as Egg Replacer in Cake Production. *Chemical Engineering Transactions* **89**:7–12.
- Ozcan I, Ozyigit E, Erkoç S, Tavman S, Kumcuoglu S. 2023. Investigating the physical and quality characteristics and rheology of mayonnaise containing aquafaba as an egg substitute. *Journal of Food Engineering* **344**:111388.
- Pimentel FB, Alves RC, Costa ASG, Torres D, Almeida MF, Oliveira MBPP. 2014. Phenylketonuria: Protein content and amino acids profile of dishes for phenylketonuric patients. The relevance of phenylalanine. *Food Chemistry* **149**:144–150.
- Půlpánová A. 2013. *Cukrářská technologie* 3. vyd., (2. vyd. v nakl. R plus). R plus, Hradec Králové.
- Raikos V, Hayes H, Ni H. 2020. Aquafaba from commercially canned chickpeas as potential egg replacer for the development of vegan mayonnaise: recipe optimisation and storage stability. *International Journal of Food Science & Technology* **55**:1935–1942.
- Ratnayake WS, Naguleswaran S. 2022. Utilizing side streams of pulse protein processing: A review. *Legume Science* **4**:e120.

- Recipe. 2024. Italian Orange Cake. Available from https://www.youtube.com/watch?v=hCeZcUYoco0&ab_channel=UnjourUnerecette (accessed January 2, 2024).
- Ryland A. 2015, May. 20 amazing things you can do with aquafaba. Available from <https://www.vegansociety.com/news/blog/20-amazing-things-you-can-do-aquafaba> (accessed January 2, 2024).
- Sanchez-Sabate R, Sabaté J. 2019. Consumer Attitudes Towards Environmental Concerns of Meat Consumption: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **16**:1220.
- Serventi L. 2020. Upcycling Legume Water: from wastewater to food ingredients. Springer International Publishing, Cham. Available from <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-42468-8> (accessed March 8, 2024).
- Serventi L, Wang S, Zhu J, Liu S, Fei F. 2018. Cooking water of yellow soybeans as emulsifier in gluten-free crackers. *European Food Research and Technology* **244**:2141–2148.
- Setarehnejad A, Hall N. 2021. An Investigation in the Characteristics and Properties of Aquafaba and Its Use in Large Scale Manufacturing. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **121**:A17.
- Sexton AE, Garnett T, Lorimer J. 2022. Vegan food geographies and the rise of Big Veganism. *Progress in Human Geography* **46**:605–628.
- Shim YY, He Y, Kim JH, Cho JY, Meda V, Hong WS, Shin W-S, Kang SJ, Reaney MJT. 2021. Aquafaba from Korean Soybean I: A Functional Vegan Food Additive. *Foods* **10**:2433.
- Shim YY, Mustafa R, Shen J, Ratanapariyanuch K, Reaney MJT. 2018. Composition and Properties of Aquafaba: Water Recovered from Commercially Canned Chickpeas. *Journal of Visualized Experiments* DOI: 10.3791/56305.
- Singh N. 2017. Pulses: an overview. *Journal of Food Science and Technology* **54**:853–857.
- Smith AF. 2009. Eating history : 30 turning points in the making of American cuisine.
- Stamm M. 2015. *The pastry chef's apprentice: an insider's guide to creating and baking sweet confections and pastries, taught by the masters*. Crestline, New York.
- Stantiall SE, Dale KJ, Calizo FS, Serventi L. 2018. Application of pulses cooking water as functional ingredients: the foaming and gelling abilities. *European Food Research and Technology* **244**:97–104.
- Starmer D, Coate K, Terry P. 2018. The Effects of Creating a Vegan Alternative to Hard Meringues by Substituting Aquafaba for Egg Whites. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **118**:A51.
- Stasiak J, Stasiak DM, Libera J. 2023. The Potential of Aquafaba as a Structure-Shaping Additive in Plant-Derived Food Technology. *Applied Sciences* **13**:4122.
- The Official Aquafaba Website. 2016, February. Available from <http://aquafaba.com/index.html> (accessed March 18, 2023).
- Tracy Stuckrath. 2018, January 24. Religious Dietary Restrictions: Your Essential Quick Reference Guide. Available from <https://thrivemeetings.com/2018/01/religious-dietary-restrictions-guide/> (accessed January 2, 2024).

- Tufaro D, Cappa C. 2023. Chickpea cooking water (Aquafaba): Technological properties and application in a model confectionery product. *Food Hydrocolloids* **136**:108231.
- Vegan G. 2023. Homemade Aquafaba. Available from <https://www.graciousvegan.com/recipe-recommendations/2022/5/5/homemade-aquafaba-stovetop-and-instant-pot> (accessed March 8, 2024).
- Wilderjans E, Luyts A, Brijs K, Delcour JA. 2013. Ingredient functionality in batter type cake making. *Trends in Food Science & Technology* **30**:6–15.
- Włodarczyk K, Zienkiewicz A, Szydłowska-Czerniak A. 2022. Radical Scavenging Activity and Physicochemical Properties of Aquafaba-Based Mayonnaises and Their Functional Ingredients. *Foods* **11**:1129.
- Workman D. 2023. Top Chickpeas Exports & Imports by Country. Available from https://www.worldstopexports.com/top-chickpeas-exports-imports-by-country/?expand_article=1 (accessed March 8, 2024).
- Yasumatsu K, Sawada K, Moritaka S, Misaki M, Toda J, Wada T, Ishii K. 1972. Whipping and Emulsifying Properties of Soybean Products. *Agricultural and Biological Chemistry* **36**:719–727.
- Yazici GN, Ozer MS. 2021. A review of egg replacement in cake production: Effects on batter and cake properties. *Trends in Food Science & Technology* **111**:346–359.
- Yoon K-H, Kim W-M, Lee G-H. 2021. Properties of Rice Muffin with the Addition of Chickpea Aqueous Solution Instead of Egg Whites. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* **50**:1203–1210.

9 Samostatné přílohy

9.1 Dotazník – Párová senzorická zkouška

Instrukce: Níže budete hodnotit dva produkty s aquafabou (A) a bílkem (B). Vaším úkolem je ochutnat oba vzorky a odpovědět na následující otázky. Prosím, ochutnejte vzorek A, poté si opláchněte ústa vodou a ochutnejte vzorek B. 1 bod je nejhorší hodnocení, 5 bodů – nejlepší.

9.1.1 Hodnocení produktů

a) Vzorek A:

- Jak hodnotíte celkový vzhled vzorku A? (1-5 bodů)
- Jak hodnotíte texturu vzorku A? (1-5 bodů)
- Jak hodnotíte chuť vzorku A? (1-5 bodů)
- Jak hodnotíte aroma vzorku A? (1-5 bodů)

b) Vzorek B:

- Jak hodnotíte celkový vzhled vzorku A? (1-5 bodů)
- Jak hodnotíte texturu vzorku A? (1-5 bodů)
- Jak hodnotíte chuť vzorku A? (1-5 bodů)
- Jak hodnotíte aroma vzorku A? (1-5 bodů)

9.1.2 Celkové hodnocení produktů

a) Který vzorek preferujete?

- Vzorek A
- Vzorek B

b) Další komentáře

[Otevřená odpověď]

9.2 Dotazník – Senzorické hodnocení

9.2.1 Hodnocení pouze samotného produktu s aquafabou

c) Jak hodnotíte celkový vzhled tohoto produktu?

- Velmi přitažlivý (4 body)
- Přitažlivý (3 body)
- Neutrální (2 body)
- Nepřitažlivý (1 bod)
- Velmi nepřitažlivý (0 bodů)

d) Jak hodnotíte barvu tohoto produktu?

- Velmi přirozená a přitažlivá (4 body)
- Přirozená a přitažlivá (3 body)
- Neutrální (2 body)
- Nepřirozená nebo nevýrazná (1 bod)
- Velmi nepřirozená nebo odpudivá (0 bodů)

e) Jak hodnotíte aroma tohoto produktu?

- Velmi příjemné (4 body)
- Příjemné (3 body)
- Neutrální (2 body)
- Nepříjemné (1 bod)
- Velmi nepříjemné (0 bodů)

f) Jak se vám líbí chuť tohoto produktu?

- Velmi se mi líbí (4 body)
- Líbí se mi (3 body)
- Neutrální (2 body)
- Nelíbí se mi (1 bod)
- Velmi se mi nelíbí (0 bodů)

g) Jak hodnotíte texturu tohoto produktu?

- Velmi příjemná (4 body)
- Příjemná (3 body)
- Neutrální (2 body)
- Nepříjemná (1 bod)
- Velmi nepříjemná (0 bodů)

h) Měl/a byste zájem koupit tento produkt, pokud by byl dostupný na trhu?

- Určitě ano (4 body)
- Pravděpodobně ano (3 body)
- Nejsem si jistý/a (2 body)
- Pravděpodobně ne (1 bod)
- Určitě ne (0 bodů)

i) Pokud by tento produkt měl stejnou nebo nižší cenu než tradiční produkt s vejci, změnilo by to vaši ochotu ho koupit?

- Zvýšilo by to mou ochotu (body)
- Nezměnilo by to mou ochotu (3 body)
- Snížilo by to mou ochotu (0 bodů)

j) Máte nějaké další komentáře nebo návrhy, které byste chtěli sdílet?
[Otevřená odpověď]

9.3 Dotazník – Informace o respondentovi

a) Věk:

- 18 - 34 let
- 35 - 54 let
- 55 let více

b) Pohlaví:

- Muž
- Žena
- Jiné / Preferuji neodpovídat

c) Dieta:

- Všežravec
- Vegetarián
- Vegan
- Jiná (prosím specifikujte): _____

d) Jak často konzumujete cukrářské výrobky?

- Denně
- Několikrát týdně
- Jednou týdně
- Nikdy

e) Jak důležitý je pro vás při výběru potravinových produktů jejich zdravotní a výživový aspekt?

- Velmi důležitý
- Důležitý
- Mírně důležitý
- Vůbec neberu v úvahu

f) Další poznámky nebo komentáře k vaší stravě či preferencím:

[Otevřená odpověď]

Děkujeme za vaši účast a cenné připomínky!