

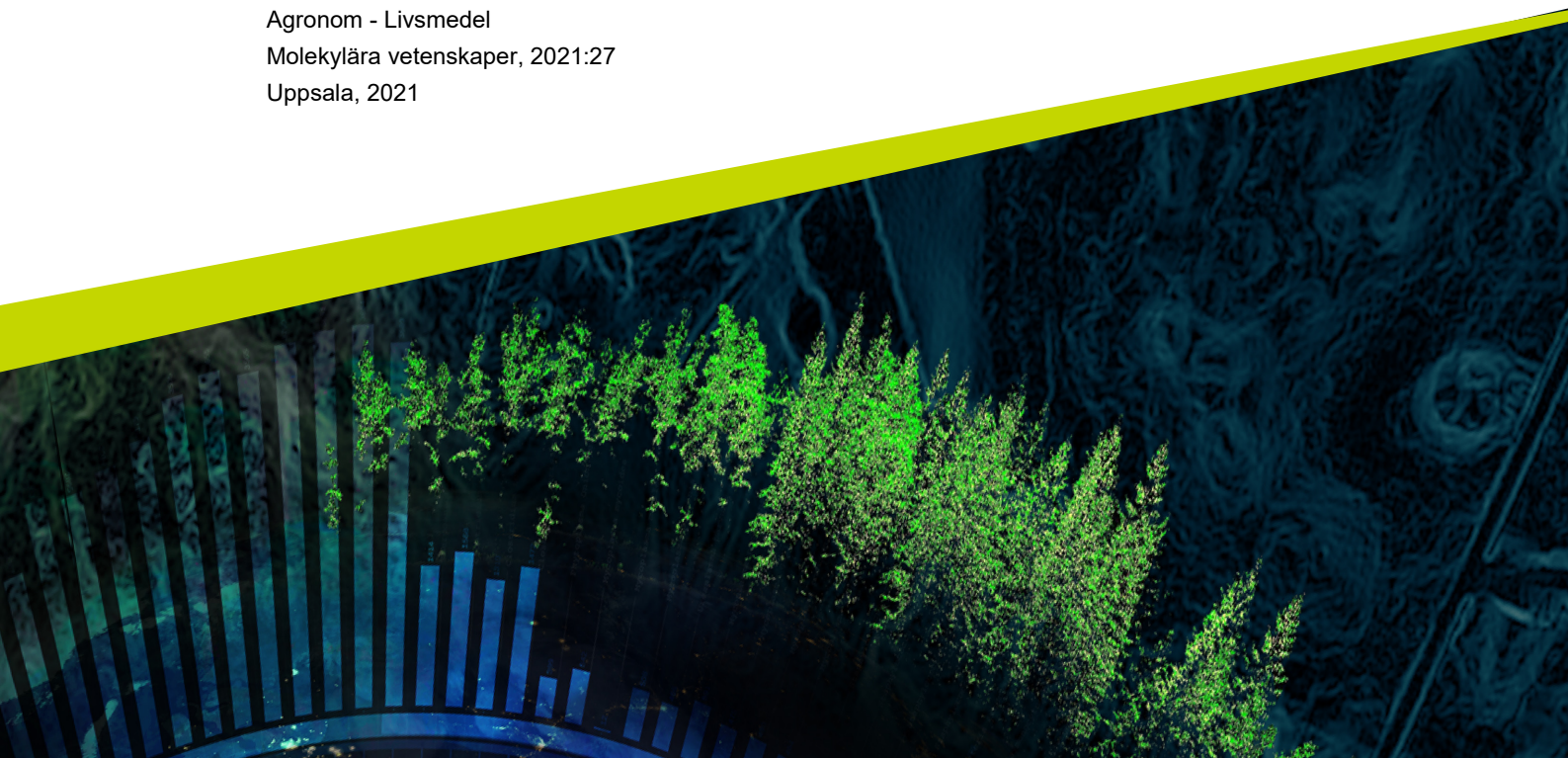


Vassle: sammansättning, process och användningsområden

– en jämförelse av söt, salt, och sur vassle

Julia Kullberg

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 HP
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för molekylära vetenskaper
Agronom - Livsmedel
Molekylära vetenskaper, 2021:27
Uppsala, 2021



Vassle: sammansättning, process och användningsområden – en jämförelse av söt, salt och sur vassle

Författarens namn: Julia Kullberg

Handledare: Monika Johansson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för molekylära vetenskaper

Examinator: Åse Lundh, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för molekylära vetenskaper

Omfattning: 15 HP

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap

Kurskod: EX0876

Program/utbildning: Agronom - Livsmedel

Kursansvarig inst.: Institutionen för molekylära vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2021

Serietitel: Molekylära vetenskaper

Delnummer i serien: 2021:27

Nyckelord: söt vassle, salt vassle, sur vassle

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap (NJ)

Institutionen för molekylära vetenskaper

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Vassle är mjölkindustrins största biprodukt och stora mängder genereras årligen. Nyttjandet av vassle förlorades till stora delar i och med den industriella osttillverkningens uppkomst men dagens industri har åter börjat ta vara på denna näringsrika råvara med hjälp av ny forskning, nya metoder och teknologi.

Genom olika typer av industriella processer genereras dom tre huvudtyperna av vassle; söt, salt och sur vassle. Syftet med denna uppsats är att göra en jämförelse mellan söt, salt och sur vassle med fokus på produktion och process, sammansättning, egenskaper och användningsområden, samt att diskutera vilken problematik det finns med de olika produktionerna och framtida möjligheter som finns på marknaden för vassleprodukter.

De största skillnaderna mellan de olika typerna av vassle ligger i den föregående produktionen och dessa leder till skillnad i deras kemiska sammansättning och egenskaper vilket ger de olika typerna av vassle olika användningsområden. I dagsläget finns två huvudvägar för att vidareförädla vassle. Den första av dessa är filtrering till ett koncentrat och tillverkning av pulver, den andra vägen är isolering och utvinning av värdefulla komponenter. Det går att göra stora vinster i nyttjandet av vasslen - både ur en ekonomisk och miljömässiga aspekter.

Nyckelord: söt vassle, salt vassle, sur vassle

Abstract

Whey is the largest waste product generated from the dairy industries and it is generated in large amounts each year. With the industrialization of cheese production whey utilization lost in popularity, but with help from new technology and new research whey is regaining its former glory.

Three main types of whey, i.e., sweet, salty and acid whey, are generated through different types of production. The aim of this report is to compare the different types with focus on production, processing, chemical composition and properties and areas of usage.

There are two main ways to treat whey in today's industry, where the first is filtration to concentrate the whey for production of whey powders. The second way is to isolate and extract valuable components from the whey.

There are great winnings to be gained from utilizing whey proteins, both from economic and environmental points of view.

Keywords: salty whey, sweet whey, acid whey

Innehållsförteckning

1. Inledning	7
1.1. Bakgrund	7
1.2. Problembeskrivning	9
1.3. Syfte.....	9
2. Metod	10
3. Resultat	11
3.1. Framställning	11
3.1.1. Söt vassle	11
3.1.2. Salt vassle.....	11
3.1.3. Sur vassle	12
3.2. Sammansättning.....	12
3.2.1. Söt vassle	14
3.2.2. Salt vassle.....	14
3.2.3. Sur avassle	15
3.3. Industriella processer för valorisering av vassle.....	15
3.3.1. Filtrering	15
3.3.2. Tillverkning av vasslepulver	16
3.4. Användningsområden för vassle	17
3.4.1. Söt vassle	18
3.4.2. Salt vassle.....	18
3.4.3. Sur vassle	19
4. Diskussion	20
4.1.1. Slutsats	21

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Mjölk har varit en viktig del av människans diet i årtusenden och flera tusen år gamla bevis för koagulerade mjölkprodukter, såsom ost och yoghurt har hittats från många olika kulturer. Den tidigaste produktionen av ost tros ha skett vid förvaring av färsk mjölk i magsäcken från idisslare där mjölken reagerat med löpe och koagulerat (Clutton-Brook, 1999). Arkeologer har hittat gamla separeringskrus för vassle från det antika Grekland, och källor daterade till 450 talet f.Kr visar hur man ordinerade vassle mot kroppsliga besvär från bland annat magen, immunsystemet och huden (Smithers, 2015). Än idag är mejerinäringen en av de största industrierna inom livsmedelssektorn och mjölk och olika mjölkprodukter är populära inslag i alla matkulturer.

En baksida med mejerinäringen är att den genererar stora mängder biprodukter där den främsta är vassle. Vassle är en ljus grön, genomskinlig vätska som utvinns ur mjölk under en koaguleringsprocess. Processen ser olika ut beroende på vilken typ av produkt som tillverkas och detta ger olika former av vassle. De tre vanligaste typerna av vassle är söt, salt och sur vassle (Bansal & Bhandari, 2016). Koagulering av mjölk kan ske enzymatiskt eller med hjälp av syra och detta skapar söt vassle respektive sur vassle vilket är de två huvudtyperna. Den typen som framställs i största volym är söt vassle, och denna produceras genom en enzymatisk koagulering inom ostproduktionen. Sur vassle är utvunnet genom koagulering med tillsatt syra eller genom bakteriell fermentering, varvid mjölksyra bildas. Sur vassle har ett lägre pH-värde jämfört med vassle utvunnet med hjälp av löpe. Salt vassle genereras i ostproduktionen när man pressar ost efter saltlakning. Salt vassle är alltså en variant av söt vassle som erhålls i ett senare skede av ystningsprocessen och med en högre salthalt.

Vatten utgör den största delen av vassle medan dess övriga komponenter främst utgörs av proteiner, laktos och mineraler (Nishanthi et al, 2017). Av den totala

proteinfraktionen i ystmjölken separeras de vattenlösliga proteinerna, ca 20 procent, till vasslen (Smithers, 2008).

Ostproduktion är den främsta källan till vassle och i denna process avges vassle i flera steg. Vanligtvis utgår ostproduktionen från följande processteg; förbehandling av mjölk, tillsats av starter-kultur samt löpe, koagulering, brytning, saltning, pressning och slutligen lagring. Separering av vassle från ostmassan sker i brytningssteget samt vid pressningen av koaglet (Johnson, 2017). När löpe tillförs till mjölken startar en process där kaseinet hydrolyseras av enzymer (exempelvis kymosin) som finns i löpen. Detta startar en aggregering av kaseinmicellerna, varvid kaseinet bildar ett nätverk, stabiliserat av kalciumbryggor och hydrofoba interaktioner, som bland annat innesluter mjölkens fett. När detta nätverk bildats inleds processen att separera vasslen. Detta görs genom brytning där koaglet skärs i mindre bitar och sedan rörs om vid olika temperaturer. I detta steg separeras den största mängden vassle från ostmassan (Johnson, 2017).

Forskningen om vassle har under de senaste decennierna tagit stora kliv framåt och marknaden för produkter bestående av eller berikade med vassle växer för varje år. Trots det används idag endas en liten fraktion av all vassle som genereras i livsmedel medan den största andelen används som djurfoder för exempelvis grisar. Den vanligaste processen för att bereda vassle till en användbar produkt är att filtrera vasslen till koncentrat med olika proteinhalter alternativt att filtrera och spraytorka vasslen till ett pulver. Söt vassle är den varianten som idag är bäst utnyttjad då processen för salt och sur vassle medför en del komplikationer (Lammert et al, 2014). Funktionerna hos vassle beror på varianten, dock används vassle generellt som tillsats i livsmedel för dess emulgerings- och fettbindande egenskaper (Surh et al, 2006), som skummedel där proteinerna underlättar inbindning av luft vid ytan och underlättar skumning, samt för att berika produkter med lågt näringsvärde (Beecher et al, 2008). Vasslekoncentrat med 80% proteinhalt (WPC 80) är också ett av de populäraste kosttillskotten bland atleter och bodybuilders, (Gavrilova, 2020).

1.2. Problembeskrivning

I dag har vi till viss del förlorat de antika grekernas tradition av vassleanvändning. Vasslen som tidigare användes som hälsodryck har i och med den industriella massproduktionen av ost blivit en svårhanterlig biprodukt som där endast en bråkdel nyttjas till nya produkter.

Vassle genereras i enorma mängder och exempelvis vid ostproduktion blir endast en niondel av mjölken ostmassa och resterande mängd separeras som vassle (Brody, 2000). Enligt Dairy Industries International (2020), uppgick den totala ostproduktionen år 2019 till 26 miljoner ton ost vilket innebär att det genererades cirka nio gånger mer vassle.

Som tidigare nämnt är vassle väldigt näringsrik och den klassas idag som en av mejerinäringens biprodukter med högst miljöpåverkan och får inte föras ut i naturen utan att först vidarebehandlas. Vasslen har ett väldigt högt värde gällande både *chemical oxygen demand* (COD) och *biological oxygen demand* (BOD) (Mawson, 1994). Detta innebär att höga halter syre krävs i jord och vatten för att bryta ned vasslens komponenter vilket leder till försämrad kvalitet i förorenade jordar och vattendrag, (Salih et al 2020).

I ljuset av detta är det viktigt att se till de många fördelarna med att behandla och använda denna näringsrika produkt och på så sätt undvika miljöföroreningar.

1.3. Syfte

Syftet med denna uppsats är att göra en jämförelse mellan söt, salt och sur vassle med fokus på produktion och process, sammansättning, egenskaper och användningsområden, samt diskutera problematik och framtida möjligheter på marknaden för vassleprodukter.

2. Metod

Informationen i denna rapport baseras på artiklar från Uppsala universitetsbibliotek och Web of science, samt kompletterande böcker och webbsidor. Sökorden som användes var: "sweet or acid or salty whey protein composition", "sweet or acid or salty whey production", "whey protein utilization", "processing of whey protein", "processing of sweet or acid or salty whey protein", "filtration or concentration of whey proteins".

3. Resultat

3.1. Framställning

All vassle är en typ av biprodukt från en mejeriprocess där mjölk koagulerat. Det finns olika koaguleringsmetoder och processteg som leder till olika typer vassle.

3.1.1. Söt vassle

Söt vassle bildas i produktionen av hårdost. Vid ystning tillsätts löpe och mjölksyrabakterier till förbehandlad mjölk. Enzymerna i löpet gör att proteinet kasein koagulerar och bildar ett nätverk som omsluter mjölkfettet och vasslen. När koaglet sedan uppnått önskad gelstyrka inleds syneresen genom att koaglet bryts i mindre delar och rörs om. Detta för att effektivt separera vasslen och minska vattenhalten i ostmassan. I brytningssteget generas den största mängden vassle under hela ystningsprocessen. Den vassletypen som genereras är söt vassle (Johnson, 2017).

3.1.2. Salt vassle

Salt vassle är en variant av söt vassle och genereras i ett senare skede av ostproduktionen. För att skapa en hårdost krävs det en låg vattenhalt och därför formpressas koaglet på ytterligare vassle och ostmassan får även sin slutgiltiga form. För att effektivisera denna process tillsätts salter som hjälpmedel för att extrahera vätska. Vasslen som pressas ut i detta steg är av typen salt vassle och har på grund av saltningen en hög salthalt jämfört med söt vassle (Johnson, 2017).

3.1.3. Sur vassle

Koagulering av mjölk kan även ske med hjälp av syra. Den största volymen av sur vassle är kopplad till produktion av olika typer av filtrerad yoghurt, exempelvis grekisk yoghurt, och färskost. Här tillsätts bakterier som producerar mjölksyra vilket sänker pH-värdet i produkten och får kaseinet att koagulera. För att få en tjockare konsistens hos yoghurt alt. färskost, avlägsnas sedan vassle från koaglet. Vasslen som då bildats kallas sur vassle och har ett lägre pH än söt och salt vassle (Lindsay et al, 2020). Det finns ingen vetenskapligt definierad skillnad mellan söt och sur vassle men gränsen brukar dras vid pH 5,4, och vassle med lägre pH-värde klassas som sur vassle (Heredia-Olea et al, 2020).

3.2. Sammansättning

Vassleprotein består av en heterogen blandning av olika proteiner med olika funktioner. β -laktoglobulin är det protein som utgör den största andelen, dvs. 50–60% av det totala vassleproteininnehållet i mjölk från idisslare (Barone et al, 2020). β -laktoglobulin är ett litet, vattenlösligt protein som finns i två olika genetiska varianter, β -laktoglobulin A och β -laktoglobulin B. Proportionerna mellan dessa beror på vilken typ av djur mjölken kommer ifrån och påverkar bland annat laddningen hos proteinet och dess förmåga att aggregera (Schokker et al, 2010). Den biologiska funktionen hos β -laktoglobulin bygger på dess förmåga att binda och transportera retinol i kroppen. Vid produktion av livsmedel innehållande vassle kan dock β -laktoglobulin vara problematisk då proteinet är en känd allergen som kan skapa besvär även vid låga koncentrationer. Särskilt i fråga om barnmat kan β -laktoglobulin vara problematiskt, och hos små barn orsakar det ofta allergi eftersom proteinet inte finns i human modersmjölk (Yong et al, 2010).

Närmare 20%, dvs. den nästa största proteinfraktionen i vassle, består av α -laktalbumin, ett protein som har viktiga funktioner under laktationen. α -laktalbumin utgör en del av enzymet laktosyntetas, som katalyserar syntesen av laktos. Med tanke på laktosens osmotiska egenskaper i samband med mjölkbildningen, bidrar α -laktalbumin till att reglera sekretionen av mjölk i mjölkkörteln (Markus et al 2005).

Laktoferrin är ett järn-bindande protein som finns i vassle men i lägre koncentration än β -laktoglobulin och α -laktalbumin. Trots den låga koncentrationen spelar laktoferrin en viktig roll i vasslen på grund av dess antimikrobiella egenskaper (Blaschek et al, 2007).

Proteinsammansättningen hos vasslepulver och vasslekoncentrat oavsett sort gör att dessa har goda näringsvärden. Vassleproteinets biologiska värde, som baseras på hur stor mängd av proteinet som kan tas upp och nyttjas av konsumenten, är 104. Som jämförelse ligger detta strax över värdet för ägg (100), vilket fungerar som riktmärke för proteiner med goda biologiska värden (Smithers 2015).

Även om sammansättningen av proteiner i vasslen är liknande i alla sorter så skiljer sig halterna åt (Tabell 1). Studien har gjorts på innehållet i vasslekoncentrat producerat genom nanofiltrering. Det är de kemiska skillnaderna mellan vasslevarianterna som gör att förädlingsteknikerna samt användningsområden inom livsmedelsindustrin måste anpassas efter respektive variant (Nishanthi et al, 2017).

Tabell 1: Sammansättning av olika typer av vasslekoncentrat producerat genom nanofiltrering. Omarbetad efter Nishanthi et al, 2017

Komponent	Söt vassle	Sur vassle	Salt vassle
Torrsubstans (%)	16.8 ± 0.01	2.86 ± 0.07	8.9 ± 0.01
Totalprotein (%)	10.8 ± 0.4	1.73 ± 0.01	1.0 ± 0.1
pH	6.4 ± 0.02	4.2 ± 0.02	5.5 ± 0.01
Laktos (%)	2.9 ± 0.03	0.7 ± 0.02	2.4 ± 0.3
Mjölksyra (%)	0.1 ± 0.03	0.2 ± 0.02	0.07 ± 0.01
Ca (mg 100 g ⁻¹)	20 ± 3	140 ± 10	80 ± 1
K (mg 100 g ⁻¹)	100 ± 20	10 ± 0.0	50 ± 6
Mg (mg 100 g ⁻¹)	10 ± 1	10 ± 1	10 ± 6
Na (mg 100 g ⁻¹)	400 ± 20	30 ± 10	1100 ± 50

3.2.1. Söt vassle

I en jämförelse av sammansättningen hos vasslekoncentrat tillverkade av de olika vassletyperna, uppvisade koncentratet av söt vassle högst värden i flera aspekter (tabell 1). Proteinhalten i koncentratet tillverkat av söt vassle (10,8%) var ca 10 gånger högre än halterna i koncentraterna av såväl salt vassle som sur vassle. Flera studier har uppmätt liknande resultat (Ayunta et al, 2019) (Blaschek et al, 2007), men det bör noteras att koncentraterna framställts genom nanofiltrering som i dagsläget är en metod främst anpassad efter söt vassle. Detta kan påverka resultaten och bidra till gynnsammare värden för söt vassle jämfört med salt och sur vassle.

Även torrsubstansen var högst i koncentratet av söt vassle (16,8), dvs ca 6 gånger högre än för koncentrat tillverkat av sur vassle och 2 gånger högre än för koncentrat tillverkat av salt vassle. Även detta värde skulle kunna förklaras genom att metoden gynnar söt vasslen.

3.2.2. Salt vassle

Vad beträffar sammansättningen hos salt vassle, så liknade de erhållna värdena för flera parametrar (pH, laktos, mjölksyra, Mg) värdena som erhöles för söt vassle men med en betydligt lägre proteinhalt. Natriumvärdet ($1100 \text{ mg}/100 \text{ g}^{-1}$) är ca 3 gånger högre än i söt vassle och 36 gånger högre än i sur vassle (tabell 1). Den höga natriumhalten beror på det salt som tillsätts i processen för att gynna separationen av vassle från ostmassan. Då olika salter kan tillsättas för att fördjupa smaken bidrar saltningsprocessen till förhöjda värden av alla mineralerna som ingår i saltet som används. Kalciumklorid används ofta i natriumreducerade salter vilket är vanligt förekommande i ostar och skulle kunna förklara att salt vassle har högre värde på kalcium jämfört med söt vassle. Ett annat värde som står ut hos salt vassle, som inte tas upp i studien av Nishanti et al från 2017, är dess höga halt av laktoferrin jämfört med söt vassle. I studien av Blaschek et al (2007) visade sig det högre värdet av laktoferrin i salt vassle bero på att interaktionen mellan kaseinmicellerna och laktoferrin försvagades av lägre pH-värden. Under ystningsprocessen sjunker pH-värdet i osten på grund av aktiviteten från mjölksyrabakterierna. Salt vassle avlägsnas från koaglet i ett senare skede jämfört med söt vassle och har ett lägre pH värde vilket gör att mer laktoferrin återfinns i salt vassle. Det något lägre pH värdet syns även i tabell 1.

3.2.3. Sur vassle

Sur vassle har ett lägre proteininnehåll än söt vassle, liknande de nivåer som uppmätts i salt vassle. Den parameter som främst särskiljer sur vassle från de andra vassletyperna är det låga pH-värdet samt den låga halten laktos, (tabell 1). Detta beror på att en större mängd mjölksyrabakterier tillsätts vid koaguleringsprocessen i dessa produkter jämfört med enzymatiskt koagulerade produkter. Dessa mjölksyrabakterier använder laktos för att bilda mjölksyra och därför är mjölksyrhalten på $0,2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ nära dubbelt så hög i sur vassle jämfört med söt och salt vassle. Detta på grund av att syrningen tillåts pågå längre vilket leder till att mer mjölksyra hunnit bildas och med sänkt pH-värde som resultat innan vasslen separerats. Även kalciumhalten skiljer sig mellan sur vassle och de övriga två där ett högre värde på $140 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ uppmätts hos sur vassle (tabell 1). Detta beror på framställningsprocessen då mer kalcium frigörs till vasslen vid lägre pH-värde, (Nishanthi et al, 2017).

3.3. Industriella processer för valorisering av vassle

3.3.1. Filtrering

Flytande vassle direkt separerad från ostmassan innehåller en stor mängd vatten. Här är proteinet i en så låg koncentration att dess näringsvärde inte kommer till rätta. Vid användning av vassle i livsmedel är det vanligast att använda koncentrat eller pulver som kräver filtrering respektive torkning för att öka koncentrationen av protein. Vassleproteiner denatureras lätt av värme och får försämrad funktion. Det är därför viktigt att ha en skonsam process utan hög värme och kemikalier som kan lämna en bismak. Den vanligaste processen för vassle har därför blivit membranfiltrering (Ayunta et al, 2019).

Membranfiltrering

Membran filtrering omnämns för första gången under 1800-talet där organiska membran användes vid forskning om osmos. Vid 1900-talets mitt gjordes de första syntetiska membran som kunde filtrera salt från vatten. Denna upptäckt fick stort genomslag i mejeriindustrin och vasslen kunde plötsligt bli en mer lätthanterlig råvara i stället för en biprodukt (Rijn, 2004).

Membranet fungerar så att vätska flödar in och passerar med hjälp av tryck genom porer i membranet. Partiklar som är för stora för att komma igenom hålls

kvar och bildar ett så kallat retentat medan mindre partiklar flödar igenom porerna. Storleken på porerna varierar och huvudklasserna av filtrering inom mejeriindustrin är mikro-, ultra- och nanofiltrering samt *reverse osmosis*. Under filtreringen är ett högt tryck viktigt för att hindra partiklar från att flöda tillbaka genom membranet och utjämna koncentrationsnivån. Ju mindre porerna är, desto högre tryck behövs för filtrering.

Nanofiltrering och reversed osmosis

Nanofiltrering samt *reverse osmosis* är vanligast i dagens industriella vassleprocess varvid nanofiltrering endast släpper igenom partiklar av nanostorlek, i detta fall vatten och en del mineraler, medan *reverse osmosis* endast släpper igenom fria vattenmolekyler (Saxena et al, 2009). Med hjälp av dessa metoder är det möjligt att öka koncentrationen av vassleproteinerna i den slutgiltiga produkten. Ett problem med membranfiltrering är att partiklarna som hålls kvar av membranet bildar en film av partiklar på membranet som hindrar flödet. Detta problem löses industriellt med så kallad *cross flow* filtrering där trycket byter riktning när flödet blivit sämre och på så sätt sveper bort lagret av partiklar på membranet och med detta ökar effektiviteten (Rijn, 2004). Här finns skillnader mellan de olika typerna av vassle. Då söt vassle är den typen som i dagsläget främst nyttjas är filtreringsprocessen för vassle utformad efter dess egenskaper. På grund av högre mineralhalt i salt vassle, och delvis denaturerade proteiner i sur vassle, bildas avlagringar på membranet snabbare vid filtrering av dessa typer. Ett högre tryck och tätare intervall av *cross flow* krävs då för att hålla ett tillräckligt flöde (Ayunta et al, 2019).

3.3.2. Tillverkning av vasslepulver

I processen att göra vassle än mer användbart samt för att förlänga dess hållbarhet så kan vassle torkas till pulver. Detta görs genom spraytorkning där allt vatten tas bort från koncentratet och övriga komponenter bildar ett pulver (Teo et al, 2021). Vid tillverkning av pulver som ska användas i livsmedelsproduktion är vattenlöslighet en viktig parameter och här kan det skilja mellan de olika typerna av vassle. Lösligheten påverkar hur pulvret kan användas i livsmedel. Om proteinerna i pulvret har dålig löslighet kommer de mest attraktiva funktionerna, såsom emulgerings- och gelbildningsförmåga, att försämras eller helt utebli. Här är det också viktigt att avgöra hur hög temperatur man kan använda under torkningen av pulvret. Höga temperaturer ger lägre vattenaktivitet och längre hållbarhet men har större påverkan på proteinerna och bidrar till sämre löslighet (Anandharamkrishnan et al, 2008).

Vid en studie av vasslepulver framställda av spraytorkade och nanofiltrerade koncentrat fann man skillnader mellan partiklarnas yta vid en jämförelse mellan pulver från söt, salt och sur vassle (Nishanthi et al, 2017). Skillnaden i ytskikten hos partiklarna påvisades påverka lösligheten och förmågan att bilda aggregat. Partiklarna i pulvret från söt och sur vassle hade en högre andel proteiner på ytskiktet, medan partiklarna från salt vassle hade en högre andel fett vilket gjorde pulvret mer hydrofobt och därmed svårlösligt i vatten. Pulver från sur vassle används i dagsläget inte i större utsträckning på grund av att låga pH-värden kan få proteinerna att aggregera även i pulverform med sänkt löslighet som konsekvens (Anandharamakrishnan et al, 2008). Metoden för spraytorkning av sött vasslekoncentrat har under årtionden utvecklats för att effektivt producera ett proteinpulver med hög vattenlöslighet samt lång hållbarhet. Sött vasslepulver är den typ av vasslepulver som i dagsläget används och säljs i störst utsträckning på marknaden (Nishanthi et al, 2017).

3.4. Användningsområden för vassle

Söt vassle är den vassle som genereras i störst volymer och industriella processer för förädling av vassle har därför anpassats efter egenskaperna hos söt vassle. Söt vassle är även den vassletypen som idag används i störst utsträckning i livsmedelsindustrin. Salt och sur vassle genereras inte i samma mängd som söt vassle och är i dag inte heller lika frekvent använda i vidare produktion. Forskning på salt och sur vassle pågår och med det tillkommer nya tekniker och metoder för att på bästa sätt kunna nyttja dessa näringsrika råvaror. Det finns idag två huvudvägar att ta gällande vassleanvändning. Den ena utgår från vassle som en produkt, som filtrerats till ett koncentrat eller torkats till ett pulver och sedan används som råvara i olika typer av produkter. Den andra vägen utgår från de värdefulla komponenterna som vasslen innehåller, och man isolerar, utviner och koncentrerar utvalda komponenter i vasslen för vidare användning (Chwialkowska et al, 2019).

3.4.1. Söt vassle

Söt vassle används i tillverkningen av en mängd olika produkter och det mest klassiska exemplet från Norden är mesosten och messmöret. Denna typ av ost har sitt ursprung i de nordligare delarna av Sverige. Messmör och mesost produceras genom att man långsamt kokar vassle tills nästan all vätska är borta. Detta lämnar kvar proteiner och karamelliserat mjölksocker som sedan torkas till en ost eller används direkt som messmör (Institutet för språk och folkminne, 2021). Förutom användning i sin rena form så som i proteinpulver och messmör återfinns söt vassle även som tillsats i många andra produkter, exempelvis i pasta, välling, choklad och yoghurt med låg fetthalt, där det främst nyttjas för att förbättra produktens näringsvärde (Pasin & Comerford, 2015).

3.4.2. Salt vassle

Salt vassle har tidigare filtrerats i försök att minska salthalten i produkten och därmed göra den lättare att använda. Som tidigare nämnt har salt vassle i pulverform visat sig svårare att använda då dess försämrade löslighet i vatten begränsar dess användningsområden. Salt vassle har visat sig fungera desto bättre i koncentratform, exempelvis vid produktionen av smältost (Kapoor & Metzger, 2004). Salt vassle fungerar bra i denna typ av produkt där den höga salthalten gör att mindre salt behöver tillsättas ostmassan och halten av laktos och protein gör att mindre mjölk och grädde behövs vilket i sin tur sänker produktionspriset. Undersökningar av de sensoriska egenskaperna hos smältost tillverkad av salt vassle jämfört med smältost tillverkad med högre mängd grädde visade att konsumenterna inte upplevde någon större skillnad mellan de två produkterna (Kapoor & Metzger, 2004). Salt vassle är den typen av vassle som innehåller störst mängd laktoferrin och har därför också nyttjats för att isolera laktoferrin, ett järnbindande, bakteriehämmande protein och en viktig komponent i spädbarns immunsystem (Klein et al, 2018). Studier har även gjorts där olika typer av vassle används som bas i soppor och grytor. Ett exempel från 2016 visar att ett ultrafiltrerat salt vasslekoncentrat gav goda resultat både smakmässigt och konsistensmässigt samt att smaken upplevdes som mer salt trots att soppan/grytbasen innehöll en mindre mängd salt än jämförelsebasen. Salt vassle kan därför nyttjas i olika livsmedel avsedda för människor i riskgrupp för hjärt- och kärlsjukdomar, där en saltrik kost ökar risken för sjukdom (Smith, Metzger & Drake, 2016).

3.4.3. Sur vassle

Som tidigare nämnt finns två huvudvägar att ta vid användning av vassle, dvs. antingen att koncentrera vasslen som därefter kan användas som en råvara, alternativt isolera och utvinna värdefulla komponenter i vasslen. Då koncentratet framställs av sur vassle lätt aggregerar och har dålig löslighet lämpar sig sur vassle i dagsläget bäst för att isolera och utvinna komponenter. Ett exempel på en värdefull komponent som går att utvinna ur syravassle är kapronsyra som bland annat används i läkemedelsbranschen för sina antimikrobiella egenskaper samt i livsmedelsindustrin för sin fruktiga smak. (Chwialkowska et al, 2019). Andra exempel på komponenter som isolerats för vidare användning i livsmedel är α -laktalbumin, som bland annat används av Arla Foods Ingredients i mjölkersättning för spädbarn (Arla Foods Ingredients, 2020) samt leucin i kosttillskott för ökad muskeluppbyggnad (Gavrilova, 2020).

4. Diskussion

Skillnader i sammansättning och funktionella egenskaper gör att de olika typerna av vassle kräver olika behandlingar och därmed lämpar sig bäst till olika ändamål. Söt vassle, som idag har allra flest användningsområden, är troligtvis den vassletyp som även i fortsättningen kommer att nyttjas i störst utsträckning då tekniken för förädling redan är så pass effektiv för denna råvara. Med en ökande befolkning och matbrist globalt är det dock inte hållbart att så näringsrika råvaror som salt vassle och sur vassle inte nyttjas tillfullo.

Forskningen går framåt och problemen med den dåliga vattenlösligheten hos salt vasslepulver går att få bukt med genom att lagra produkten längre. Nishanthi et al (2018) påvisade att en längre lagringsperiod bidrog till en förändring i ytskiktet hos partiklarna i pulver framställt av salt vassle. Längre lagring gjorde att mineralerna kom att utgöra en större del av ytskiktet vilket bidrog till en bättre vattenlöslighet hos produkten.

Höga salthalter i kosten är ett problem för många, och leder till ökad risk för kardiovaskulära sjukdomar. Studien där salt vassle visade sig kunna ersätta en del av saltet i grytbaser, (Smith, Metzger & Drake, 2016), skulle därför kunna göra det enklare att i vardagen välja mer hälsosamma alternativ.

Det finns mycket att vinna i att nyttja en biprodukt som vassle, både ekonomiskt och miljömässigt. Exempel på det är smältosten och grytbasen där salt vasslekoncentrat kan ersätta hela eller stora delar av den tillsatta vätskan som krävs i produkten. Även i exemplet med kapronsyrautvinning ur sur vassle går det att se en klar miljövinst. Kapronsyra utvinns vanligen ur kokos- och palmolja där produktionen anses orsaka stora miljöproblem. Ökad utvinning av kapronsyra ur sur vassle, som är en biprodukt, skulle bidra till minskad miljöpåverkan från kokos- och palmindustrin (Cavalcante et al, 2017).

Ytterligare användning av vasslen och effektiv on-site filtrering direkt vid produktionen av exempelvis ost kan ge flera miljövinster för företagen. När vasslen koncentrerats med hjälp av filtreringen blir restprodukten vatten. Detta gör att miljöpåverkan från mejeriindustrin kan minskas än mer då restvattnet kan återgå i produktionen och användas exempelvis för rengöring och kylning. Här kan även

reversed osmosis användas för att rena vattnet ytterligare innan användning (TetraPak, 2021). Då vatten är en ändlig produkt och vattenbrist är ett problem på flera platser runt om världen är effektiv vattenanvändning en viktig fråga. On-site filtrering skulle även minska transportkostnaden och koldioxidutsläppen från transport då färdiga koncentrat är mindre resurskrävande att frakta.

4.1. Slutsats

Slutsatsen av denna litteraturstudie blir sålunda att skillnader i den process som föregår vassleavskiljning leder till skillnad i den kemiska sammansättningen hos olika vassletyper. De olika typerna av vassle kommer från grunden ur samma råvara men genereras genom olika typer av behandling av mjölkråvaran. Detta i sin tur leder till att de kräver olika typer av vidare behandling för att kunna användas i livsmedelsindustrin. Då söt vassle genereras i störst kvantitet är den industriella processen för dess vidarebehandling mer utvecklad jämfört med processen för salt och sur vassle som inte genereras i samma utsträckning. Men med ökat intresse hos både producenter och konsumenter för denna näringsrika och hållbara biprodukt kommer forskning och utveckling avseende processer för förädling av salt och sur vassle att fortsätta. Det kommer på sikt att utvecklas metoder för att effektivt kunna processa varje enskild vassletyp vilket skulle innebära stora vinster både ur ett ekonomiskt och miljömässigt perspektiv.

Referenser

- Anandharamakrishnan, C., Rielly, C.D. & Stapley, A.G.F. 2008, "Loss of solubility of α -lactalbumin and β -lactoglobulin during the spray drying of whey proteins", *Food science & technology*, vol. 41, no. 2, pp. 270-277.
- Arla Foods Ingredients, 2020, "Optimized comfort in baby formula" [Infant comfort | Arla Foods Ingredients](#) (hämtad 2021-07-08)
- Ayunta, C.A., Quinzio, C.M., Puppo, M.C. & Iturriaga, L.B. 2019, "Physicochemical properties of caprine and commercial bovine whey protein concentrate", *Journal of food measurement & characterization*, vol. 13, no. 4, pp. 2729-2739.
- Bansal, N. & Bhandari, B. 2016, "Functional Milk Proteins: Production and Utilization—Whey-Based Ingredients" in Springer New York, New York, NY, pp. 67-98.
- Barone, G., Moloney, C., O'Regan, J., Kelly, A.L. & O'Mahony, J.A. 2020, "Chemical composition, protein profile and physicochemical properties of whey protein concentrate ingredients enriched in α -lactalbumin", *Journal of food composition and analysis*, vol. 92, pp. 103546.
- Beecher J W, Drake M A, Luck P J and Foegeding E A (2008) Factors regulating astringency of whey protein beverages. *Journal of Dairy Science* 91 2553–2560.
- Blaschek, K.M., Wendorff, W.L. & Rankin, S.A. 2007, "Survey of Salty and Sweet Whey Composition from Various Cheese Plants in Wisconsin", *Journal of dairy science*, vol. 90, no. 4, pp. 2029-2034.
- Brody, E.P. 2000, "Biological activities of bovine glycomacropeptide", *British journal of nutrition*, vol. 84, no. S1, pp. 39-46.

- Cavalcante, W.d.A., Leitão, R.C., Gehring, T.A., Angenent, L.T. & Santaella, S.T. 2017, "Anaerobic fermentation for n-caproic acid production: A review", *Process biochemistry* (1991), vol. 54, pp. 106-119.
- Chwialkowska, J., Duber, A., Zagrodnik, R., Walkiewicz, F., Łężyk, M. & Oleskiewicz-Popiel, P. 2019, "Caproic acid production from acid whey via open culture fermentation – Evaluation of the role of electron donors and downstream processing", *Bioresource technology*, vol. 279, pp. 74-83.
- Clutton-Brook, J. 1999, "A natural history of domesticated mammals"
Cambridge: Cambridge university press.
- Dairy industries international. 2020, "Global cheese markets hit record highs"
Dairy industries international, Bell Publishing Ltd United Kingdom.
[Global cheese markets hit record highs | Dairy Industries International](#)
(hämtad 2021-03-26)
- Gavrilova, N.B., Chernopolskaya, N.L., Bukharev, A.G., Pogorelova, N.A., Dolmatova, I.A. & Salekhov, S.A. 2020, "Current trend in the development of biotechnology of a specialized dairy product for nutrition of athletes", *IOP conference series. Earth and environmental science*, vol. 613, no. 1.
- Heredia-Olea, E., Contreras-Alvarado, M.D., Perez-Carrillo, E., Rosa-Millán, J.D.I. & Serna-Saldivar, S.O. 2020, "Assessment of the techno-functionality, starch digestion rates and protein quality of rice flour–whey protein instant powders produced in a twin extruder", *International journal of food science & technology*, vol. 55, no. 2, pp. 878-890.
- Institutionen för språk och folkminne, isof, 2021. "Mesost och andra vassleprodukter" [Mesost och andra vassleprodukter - Institutet för språk och folkminnen \(isof.se\)](#) (hämtad 2021-04-16)
- Johnson, M.E. 2017, "A 100-Year Review: Cheese production and quality", *Journal of dairy science*, vol. 100, no. 12, pp. 9952-9965.
- Kapoor, R. & Metzger, L.E. 2004, "Evaluation of Salt Whey as an Ingredient in Processed Cheese", *Journal of dairy science*, vol. 87, no. 5, pp. 1143-1150.
- Klein, L.D., Huang, J., Quinn, E.A., Martin, M.A., Breakey, A.A., Gurven, M., Kaplan, H., Valeggia, C., Jasienska, G., Scelza, B., Lebrilla, C.B. & Hinde, K. 2018, "Variation among populations in the immune protein

composition of mother's milk reflects subsistence pattern", *Evolution, medicine, and public health*, vol. 2018, no. 1, pp. 230-245.

- Lammert, A., Olabi, A., Kalache, L., Brooks, K. & Tong, P. 2014, "Characterisation of the sensory properties of whey protein concentrates", *International journal of dairy technology*, vol. 67, no. 1, pp. 135-141.
- Lindsay, M.J., Huang, K., Buchinger, B.A., Maravelias, C.T., Dumesic, J.A., Rankin, S.A. & Huber, G.W. 2020, "Catalytic Production of Glucose–Galactose Syrup from Greek Yogurt Acid Whey in a Continuous-Flow Reactor", *ChemSusChem*, vol. 13, no. 4, pp. 791-802
- Markus, C.R., Jonkman, L.M., Lammers, J.H., Deutz, N.E., Messer, M.H. & Rigtering, N. 2005, "Evening intake of alpha-lactalbumin increases plasma tryptophan availability and improves morning alertness and brain measures of attention", *The American journal of clinical nutrition*, vol. 81, no. 5, pp. 1026-1033.
- Mawson, A.J. 1994, "Bioconversions for whey utilization and waste abatement", *Bioresource technology*, vol. 47, no. 3, pp. 195-203.
- Nishanthi, M., Chandrapala, J. & Vasiljevic, T. 2017, "Compositional and structural properties of whey proteins of sweet, acid and salty whey concentrates and their respective spray dried powders", *International dairy journal*, vol. 74, pp. 49-56.
- Nishanthi, M., Chandrapala, J. & Vasiljevic, T. 2018, "Impact of storage conditions on solubility, heat stability and emulsifying properties of selected spray dried whey protein concentrates", *Food science & technology*, vol. 92, pp. 16-21.
- Pasin, G. & Comerford, K.B. 2015, "Dairy foods and dairy proteins in the management of type 2 diabetes: a systematic review of the clinical evidence", *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, vol. 6, no. 3, pp. 245-259.
- Rijn, van, C. J. M. 2004, *Nano and micro engineered membrane technology*, 1st edn, Elsevier, Amsterdam;Boston
- Salih, S.Q., Alakili, I., Beyaztas, U., Shahid, S. & Yaseen, Z.M. 2020, "Prediction of dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, and chemical oxygen demand using hydrometeorological variables: case study of Selangor

- River, Malaysia", *Environment, development and sustainability*, vol. 23, no. 5, pp. 8027.
- Saxena, A., Tripathi, B.P., Kumar, M. & Shahi, V.K. 2009, "Membrane-based techniques for the separation and purification of proteins: An overview", *Advances in colloid and interface science*, vol. 145, no. 1, pp. 1-22.
- Schokker, E.P., Singh, H. & Creamer, L.K. 2000, "Heat-induced aggregation of β -lactoglobulin A and B with α -lactalbumin", *International dairy journal*, vol. 10, no. 12, pp. 843-853.
- Smith, S.T., Metzger, L. & Drake, M.A. 2016, "Evaluation of whey, milk, and delactosed permeates as salt substitutes", *Journal of dairy science*, vol. 99, no. 11, pp. 8687-8698
- Smithers, G.W. 2008, "Whey and whey proteins—From ‘gutter-to-gold’", *International dairy journal*, vol. 18, no. 7, pp. 695-704.
- Smithers, G.W. 2015, "Whey-ing up the options – Yesterday, today and tomorrow", *International dairy journal*, vol. 48, pp. 2-14.
- Surh J, Ward L S and McClements D. 2006, "Ability of conventional and nutritionally-modified whey protein concentrates to stabilize oil-in-water emulsions". *Food Research International* **39** 761–771.
- TetraPak, "Filtration solutions for whey" [Filtration solutions for whey | Tetra Pak](#) (hämtad 2021-05-06)
- Teo, A., Lam, Y., Lee, S.J. & Goh, K.K.T. 2021, "Spray drying of whey protein stabilized nanoemulsions containing different wall materials – maltodextrin or trehalose", *Food science & technology*, vol. 136.
- Yong, Y.H. & Foegeding, E.A. 2008, "Effects of Caseins on Thermal Stability of Bovine β -Lactoglobulin", *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 56, no. 21, pp. 10352-10358.