



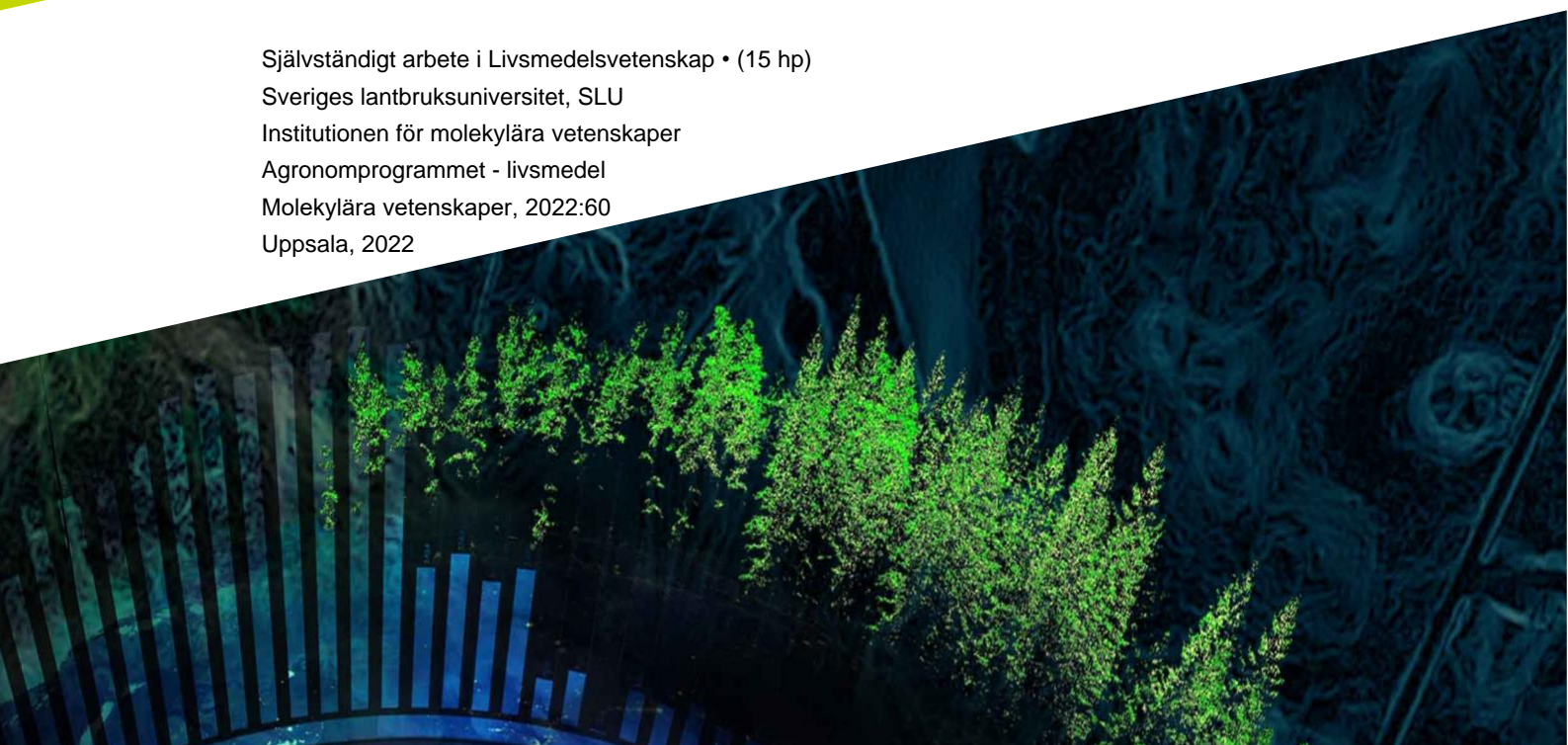
# Råmjölkens användningsmöjligheter och egenskaper

---

The uses and properties of colostrum

Signe Magnussen

Självständigt arbete i Livsmedelsvetenskap • (15 hp)  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för molekylära vetenskaper  
Agronomprogrammet - livsmedel  
Molekylära vetenskaper, 2022:60  
Uppsala, 2022



# Råmjölkens användningsmöjligheter och egenskaper

*The uses and properties of colostrum*

Signe Magnussen

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

**Examinator:** Jana Pickova, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för molekylära vetenskaper

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i Livsmedelsvetenskap  
**Kurskod:** EX0876  
**Program/utbildning:** Agronomprogrammet - Livsmedel  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för molekylära vetenskaper  
**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2022  
**Serietitel:** Molekylära vetenskaper  
**Delnummer i serien:** 2022:60  
**Nyckelord:** råmjölk, näringsämnen, bearbetning, livsmedel

**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. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. 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

Råmjölken är den första mjölken som däggdjur producerar efter födsel. Råmjölken är rik på makro- och mikronäringsämnen, immunmodulatorer och tillväxtfaktorer. Råmjölken produceras ungefär de tre första dagarna efter födseln. Kon producerar mer råmjölk än vad kalven behöver. Syftet med detta arbete är att presentera råmjölkens egenskaper. Även presentera lämpliga bearbetningsprocesser för råmjölken och livsmedel med tillsatt råmjölk. Arbetet genomfördes som en litteraturstudie där informationen hämtades från vetenskapliga artiklar och litteratur.

Vid insamling och bearbetning finns utmaningar. Under insamling krävs det att företaget har stora volymer av råmjölk för att det ska vara lönsamt att samla in. Vid bearbetning krävs det att de patogena mikroorganismerna hämmas i råmjölken samtidigt som kvalitén bevaras. Pastörisering är fördelaktigt mot de patogena mikroorganismerna, dock förloras en del av immunoglobiner vilket resulterar i en försämrad kvalitet av råmjölken. Spraytorkning är en kostnadseffektiv metod som minskar vattenaktivitet i råmjölken. Dock är frystorkning den mest lämpade processen då majoriteten av immunoglobuliner bevaras.

Studier har genomförts där man testat att berika yoghurt med råmjölk och resultatet blev en proteinrik produkt. I en annan studie undersöktes möjligheter att få fram en färskost gjord på enbart råmjölk. Färskosten erhöll bra näringsvärden, dock blev inte texturen särskilt accepterad. Färska mejeriprodukter är inte lika fördelaktigt vid lagring och hållbarhet jämfört med pulver som kan förvaras i rumstemperatur under längre tid. Att kosttillskott av råmjölk är det som förekommer mest på marknaden är inte överraskande på grund av råmjölkens påstådda hälsofördelar för mänsklig konsumtion. Dock krävs mer forskning kring om dessa påståenden stämmer.

*Nyckelord:* råmjölk, näringsämnen, bearbetning, livsmedel

## Abstract

Colostrum is the first milk that mammals produce after birth. Colostrum is rich in macro- and micronutrients, immune modulators and growth factors. The cow produces more colostrum than the calf needs. The purpose of this work is to present the properties of colostrum, suitable processing methods and foods with added colostrum. The work was carried out as a literature study where the information was taken from scientific articles and literature.

There are challenges when collecting and processing. During collection, the company is required to have large volumes of colostrum. During processing, it is required that the pathogenic microorganisms are inhibited while the quality remains. Pasteurization is beneficial against the pathogenic microorganisms, however, some of the immunoglobins are lost. Spray drying is a cost-effective method that reduces water activity in colostrum. However, freeze-drying is the most suitable process method since most immunoglobulins are preserved.

Studies have been carried out where they have enriched yoghurt with colostrum resulting in a protein-rich product. One other study investigated the possibility to create cream cheese made from colostrum only. The cream cheese received good nutritional value; however, the texture was not particularly accepted. Fresh dairy products are not as advantageous as the shelf life is relatively short compared to powders that can be stored at room temperature for a longer period. The dietary supplements of colostrum are the most common once on the market. This is due to the alleged health benefits of colostrum for human consumption; however, more research is needed.

*Keywords:* colostrum, nutrients, processing, food



# Innehållsförteckning

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tabellförteckning</b> .....                               | <b>7</b>  |
| <b>Förkortningar</b> .....                                   | <b>8</b>  |
| <b>1. Inledning</b> .....                                    | <b>9</b>  |
| 1.1 Mjölakens funktion .....                                 | 9         |
| 1.2 Historia .....   | 9         |
| 1.3 Mjölakens sammansättning .....                           | 10        |
| 1.3.1 Fett .....   | 10        |
| 1.3.2 Kolhydrater .....                                      | 10        |
| 1.3.3 Protein .....  | 10        |
| 1.3.4 Mineraler & vitaminer .....                            | 11        |
| 1.4 Råmjölk .....  | 12        |
| 1.5 Syfte .....  | 12        |
| <b>2. Metod</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>3. Litteraturstudie</b> .....                             | <b>14</b> |
| 3.1 Råmjölakens sammansättning .....                         | 14        |
| 3.2 Bioaktiva komponenter i råmjölk: immunfaktorer .....     | 15        |
| 3.2.1 Immunglobuliner .....                                  | 15        |
| 3.2.2 Laktoferrin & lysozym .....                            | 16        |
| 3.2.3 Cytokiner .....  | 16        |
| 3.3 Bioaktiva komponenter i råmjölk: tillväxt faktorer ..... | 16        |
| 3.3.1 Insulinliknande tillväxtfaktorer .....                 | 16        |
| 3.3.2 Insulin .....  | 17        |
| 3.3.3 Transformerande tillväxtfaktor- $\beta$ .....          | 17        |
| 3.4 Vitaminer och mineraler .....                            | 17        |
| 3.5 Industriell användning av råmjölk .....                  | 18        |
| 3.5.1 Mjölkgårdar .....                                      | 18        |
| 3.5.2 Bearbetning och lagring av råmjölk .....               | 19        |
| 3.5.3 Pastörisering .....                                    | 20        |
| 3.5.4 Fermentering .....                                     | 20        |
| 3.5.5 Torkning .....   | 21        |
| 3.5.6 Livsmedel med tillsatt råmjölk .....                   | 22        |
| <b>4. Diskussion &amp; Slutsats</b> .....                    | <b>24</b> |
| <b>Referenser</b> .....                                      | <b>26</b> |

# Tabellförteckning

|   |    |
|---|----|
| Tabell 1. Koncentrationer av utvalda makro- och mikronäringsämnen, immunglobuliner och antimikrobiella peptider som finns i råmjölk och mogen mjölk. Data sammanställd från (Playford & Weiser 2021)..... | 14 |
|---|----|

## Förkortningar

|              |   |
|--------------|---|
| $\alpha$ -LA | $\alpha$ -laktalbumin                   |
| $\beta$ -LG  | $\beta$ -laktoglobulin                  |
| FPT          | Failure of Passive Transfer             |
| HTST         | Hög temperatur kort tid                 |
| Ig           | Immunoglobulin                          |
| IGF-1        | Insulinliknande tillväxtfaktor 1        |
| LTLT         | Låg temperatur lång tid                 |
| TGF- $\beta$ | Transformerande tillväxtfaktor- $\beta$ |



# 1. Inledning

## 1.1 Mjölakens funktion

Mjölak är ett sekret som bildas i mjölkkörtlarna hos däggdjur. Mjölaken har i uppgift att täcka hela näringsbehovet hos den nyfödda ungen. Mjölakens tre huvudkomponenter är fett, protein och kolhydrater. Sammansättningen av mjölaken varierar mellan arter och är anpassade för avkommans energi- och näringsbehov. Behoven är bundet till den nyföddes tillväxthastighet och organens mognadsgrad. Mjölak från däggdjur vars avkomma växer snabbt, till exempel nötkreatur, har höga halter av protein, fett och mineralämnen (Nationalencyklopedin u.å.c). Sammansättningen är även anpassad till arternas livsstil och förmågan att vara tillsammans med avkomman. Om amningsperioden är kort kommer mjölaken att vara näringsrik, vilket gör det möjligt att överföra all näring till avkomman inom denna korta period (Mitina et al. 2020). Sammansättningen av mjölaken varierar även kraftigt beroende på i vilken miljö däggdjuren befinner sig i. Mjölaken från vissa arter har mycket hög protein och fetthalt då de befinner sig i ett kallare klimat och behöver hinna bygga upp ett skyddande späcklager (Jonsson & Sveriges lantbruksuniversitet 1993).

## 1.2 Historia

Människan har använt mjölaken som ett livsmedel sedan boskap började nyttjas för 9000-14 000 år sedan. Här i Norden började människor hålla nötkreatur som boskapsdjur för 5000-6000 år sen. Mjölaken och dess produkter är mycket näringsrika, vilket bidragit till att ge en god kost till människan samtidigt som många bristsjukdomar har lyckats undvikas. I Norden med ett klimat som lämpar sig bättre för boskapsskötsel än växtodling, har mjölaken från boskapsdjur bidragit till att människan klarat de kalla och långa vintrarna med begränsad tillgång till färsk mat (Jonsson & Sveriges lantbruksuniversitet 1993). Mjölakkonsumtionen har även påverkat andelen laktosintoleranta. I Sverige är 4-10% av den vuxna befolkningen laktosintoleranta medan i Finland är det 15-20%. Om man jämför med människor som bor i medelhavsområdet där 30-60% är laktosintoleranta. Det finns vissa länder/regioner Afrika, Sydamerika och Asien där majoriteten av den vuxna befolkningen har laktosintolerans (Livsmedelsverket 2022). Fortsättningsvis kommer ordet mjölak att avses till enbart kommjölak om inget annat anges.

## 1.3 Mjölakens sammansättning

Huvudbeståndsdelarna i mjölk är vatten, fett, protein, kolhydrater, vitaminer och mineraler. På makronäringsnivå består mjölken av 87% vatten, 3,8-3,9% fett, 3,2-3,5% protein och 4,8-4,9 % kolhydrater (Fernandes 2009). På mikronäringsnivå innehåller mjölken en mängd bioaktiva föreningar inklusive biogena aminer, organiska syror, nukleotider, oligosackarider, vitaminer, mineraler, och immunglobuliner (Foroutan et al. 2019).

### 1.3.1 Fett

Fett som även benämns som lipider består i övervägande del av triglycerider. Triglycerid är en fettsyra uppbyggd av en glycerolmolekyl och tre fettsyramolekyler. Dessa står för mer än 98% av den totala mängden mjölklipider. Resterande mjölklipider (~2%) är uppdelade i diverse mindre klasser, mer specificerat som mono- och diglycerider, fria fettsyror, fosfolipider och kolesterol. Mjölklipider innehåller även mindre beståndsdelar, såsom karotenoider och fettlösliga vitaminer (A, D, E, K) (Månsson 2008).

Mjölkfett har ett högt innehåll av mättade fettsyror (70-75%) och är särskilt rikt på de kortkedjade fettsyrorna C4:0-C10:0. Dessa är främst ansvariga för härskning av mejeriprodukter. Majoriteten av de omättade fettsyrornas dubbelbindningar antar en *cis*-konfiguration, resterande transfettsyror återfinns i låga koncentrationer. In princip allt mjölkfett är inkapslade inuti fettkulor som är omslutna av ett skyddande membranlager. Fettkulorna varierar i storleksform från 0,1 till 15,0µm i diameter. Membranlagret på fettkulorna består av fosfolipider, proteiner och enzymer (Chandan & Kilara 2013).

### 1.3.2 Kolhydrater

Kolhydraten som finns i störst kvantitet är mjölksockret laktos. Laktos är en disackarid som består av en glukos och en galaktos. Laktos från naturen finns i stort sett bara i mjölk. Laktosen är uppdelad i två isomerer,  $\alpha$ - och  $\beta$ -laktos. Den sistnämnda har störst löslighet och utgör vid rumstemperatur ungefär 63% av laktosen i mjölk (Kailasapathy 2015). Laktos bryts ned av enzymet  $\beta$ -galaktosidas, även benämnt laktas, till monosackariderna glukos och galaktos. Hos människor återfinns laktas i höga koncentrationer i spädbarns tunntarm. Det finns mutationer i genen som kodar för enzymet laktas vilket kan resultera i ärftlig laktas brist vilket visar sig som laktosintolerans. Laktosen som inte absorberas i magtarmkanalen genomgår en jäsning på grund av bakterier vilka producerar gas som leder till tarmbesvär för människan (Britannica 2020).

### 1.3.3 Protein

Proteinerna som finns i mjölk klassificeras i två huvudtyper: kasein och vassleproteiner (Dalgleish & Corredig 2012). De två huvudgrupperna kan separeras baserat på deras löslighet vid pH 4,6 vid 20°C. Under dessa förhållanden fälls en del av proteinerna ut, dessa är kasein. De proteiner som förblir lösliga är vassleproteinerna (Fox & Kelly 2004). Kasein står för 80 % av de totala

mjolkproteinet (Dagleish & Corredig 2012). Kasein kan sorteras in i huvudgrupperna alfa( $\alpha$ )-, beta( $\beta$ )- och kappa( $\kappa$ ) kasein (Singh 2009). Kasein tillhör en grupp av fosforproteiner som genom sina fysikaliska och kemiska egenskaper har förmågan att bilda stabila komplex med kalciumfosfat. Komplexet kallas för miceller som är viktiga för mjölkens struktur (Singh 2009). Utan närvaron av kaseinet skulle mjölken inte kunna upprätthålla de höga koncentrationerna av kalcium och fosfor som mjölken innehåller vilket skulle göra den mindre näringsmässigt värdefull. Kaseinet innehåller peptidsekvenser som har specifika biologiska aktiviteter när de frisätts genom enzymatisk hydrolys (Fox & Kelly 2004).

Vassleprotein består huvudsakligen av  $\beta$ -laktoglobulin ( $\beta$ -LG),  $\alpha$ -laktalbumin ( $\alpha$ -LA), bovint serumalbumin (BSA) och immunglobuliner (Ig) (Singh 2009).  $\beta$ -LG är det dominerande vassleprotein i mjölk (Broersen 2020). Detta protein anses vara en av de främsta allergenerna i komjölk (Heinzmann et al. 1999).  $\alpha$ -LA är det näst vanligaste proteinet i vassle som representerar cirka 20 % av vassleproteinerna.

$\alpha$ -LA har visat sig förbättra hjärnans funktion och hjälpa till att lindra stress och depression (Sharma 2019). Den fysiologiska funktionen hos Ig är att ge immunitet i kroppen (Sharma 2019).

### 1.3.4 Mineraler & vitaminer

Mjölken innehåller som beskrivet ovan ett antal olika komponenter och de som finns i störst omfattning har nämnts. Likväl finns det komponenter i mindre mängder som är minst lika betydelsefulla näringsmässigt. Mjölken innehåller en mängd mineralämnen och koncentrationerna för dessa varierar beroende på laktationsstadiet, näringsmässig status, miljömässiga och genetiska faktorer (Cashman 2006). Några av dessa viktiga mineraler är kalcium, fosfor, magnesium och kalium (Foroutan et al. 2019). Kalcium har en betydande roll för människokroppens tillväxt och utveckling av skelettet (Cashman & Flynn 1999). Mjölken innehåller även en mindre mängd spårämnen zink, koppar, järn och mangan (Foroutan et al. 2019).

Mjölken innehåller varierande mängder vitaminer. Vitaminerna har en mycket avgörande roll i mänsklig vitalitet och kroppsfunction. Mjölken innehåller ett flertal B-vitaminer som till exempel vitamin B1 (tiamin) som omvandlar makronäringsämnen till energiform och upprätthåller hjärtfunktioner. Vitamin B2 (riboflavin) som hjälper till att producera röda blodkroppar och främjar kroppstillväxt. Vitamin B3 (niacin) kontrollerar kalciumfrisättning och behövs för friska nerver och hud. Vitamin B6 (pyridoxin) hjälper till med cellförnyelse och vitamin B12 (kobalamin) är avgörande för ett friskt nervsystem (Asadullah et al. 2010). Andra livsnödvändiga vitaminer som förekommer i mjölken är vitaminerna A, D och E som är fettlösliga (Foroutan et al. 2019). Vitamin A är betydande för synen, tillväxt, reproduktion, immunitet och celldifferentiering samt upprätthållningen av frisk hud och slemhinnor (Haug et al. 2007). Vitamin D har som huvudfunktion att reglera kalkbalansen i skelett och tänder och upprätthålla

koncentrationen av kalcium och fosfor i blodet genom att förbättra effektiviteten i tunntarmen som absorberar dessa mineraler från kosten (Bulgari et al. 2013).

## 1.4 Råmjölk

Råmjölk, benämns även som *kolostrum* från latin *colo'strum*, är den första mjölken som däggdjur producerar efter födsel. Sammansättningen av råmjölken skiljer sig från den senare mjölken (Nationalencyklopedin u.å.d). Råmjölken ger den nyfödda ett immunförsvar mot patogener samt ökar dess fysiologiska prestanda, tillväxt och utveckling. Råmjölken innehåller höga koncentrationer av immunologiska och fysiologiskt aktiva komponenter så som immunglobuliner, leukocyter, laktoferrin, tillväxtfaktorer, hormoner, oligosackarider samt fett som bär på viktiga vitaminer och fleromättade fettsyror (Scammell & Billakanti 2022). De flesta djurslags placenta består av flera lager vilket leder till att moderns antikroppar som finns i blodet inte kan överföras till fostret. Därför är det livsviktigt för den nyfödde att få i sig råmjölken inom de närmaste timmarna efter förlossnings för sin humorala immunitet (Nationalencyklopedin u.å.d). Kor producerar i allmänhet mer råmjölk än vad kalven behöver (Scammell & Billakanti 2022). Råmjölken får inte beblandas med helmjölken som mejerierna använder sig utav på grund av dess låga koagulerings temperatur, höga protein innehåll samt höga halter av antimikrobiella komponenter (McMartin et al. 2006). Detta skapar en möjlighet att ta vara på överskottet av råmjölk, särskilt från större mjölkgårdar. Forskning visar att råmjölken bär på närings- och hälsofördelar mellan arter samt för människor. I dagsläget har råmjölkspulver framställts från den uppsamlade råmjölken. Den har använts som råmjölksersättningsmedel för att förhindra "Failure of Passive Transfer" (FTP) för kalvar samt andra djurarter (Scammell & Billakanti 2022). FTP sker om kalven har en IgG koncentration lägre än 10 g/L som leder till att kalven inte får en tillräcklig passiv immunitet för att skydda sig mot sjukdomar (Cuttance et al. 2019). Det finns redan idag en mängd olika kost-, sport- och kosmetiska produkter som innehåller råmjölkspulver. Antikropparna från råmjölken har extraherats och använts som läkemedel för att förebygga och behandla gastroenterologiska infektioner och andra sjukdomar hos likväl djur som människor (Scammell & Billakanti 2022). Dock finns det flertalet tekniska problem som stor variation i sammansättningen, inkonsekvent tillgänglighet, värmekänslighet, lagring och etiska frågor som hindrar dess kommersiella användning till viss utsträckning (Borad & Singh 2018).

## 1.5 Syfte

Syftet med litteraturstudien är att fördjupa sig i råmjölkens sammansättning och egenskaper. Även presentera lämpliga bearbetningsprocesser för råmjölken och livsmedel med tillsatt råmjölk.

## 2. Metod

Detta arbete har genomförts som en litteraturstudie. Rapporten baseras på vetenskaplig information som hämtats från litteratur och databaser. Databaserna Google Scholar, PubMed, Web of science, Scopus, SLU: s söktjänst Primo har använts. Sökord som användes var: "bovine colostrum", "milk composition", "immunoglobulins", "processing colostrum", "pasteurization", "fermentation", "spray drying", "freeze drying", "health", "human consumption". Information och data har hämtats från Nationalencyklopedin, Livsmedelsverket och Jordbruksverket.

## 3. Litteraturstudie

### 3.1 Råmjölkens sammansättning

Råmjölken som utsöndras efter förlossningen har bildats under de föregående veckorna i den komplexa processen kolostrogenes. En viktig faktor vid kolostrogenes är bröstkörtelns förmåga att överföra och koncentrera blodantikroppen IgG1 samt andra cirkulerande hormoner till råmjölken genom transcytos (Scammell & Billakanti 2022). Transcytos är en process som accelererar dagarna före födseln och som begränsas efter förlossningen (Baumrucker & Bruckmaier 2014). Råmjölken innehåller som tidigare nämnt mer protein, mineraler, vitaminer och antikroppar jämfört med mogen mjölk (se tabell 1). Koncentrationen av laktos är lägre jämfört med mogen mjölk. Fetthalten är ofta, men inte alltid högre än den mogna mjölken. Mängden protein är mer än fyrdubbelt så stor och av dessa är halten immunglobuliner avsevärt mycket högre jämfört med mogen mjölk. Koncentrationen av mineralerna kalcium, fosfor, kalium, natrium, magnesium och zink är högre i råmjölken jämfört med mogen mjölk. Råmjölken är även mer rik på vitaminerna B, D, A och E. De huvudsakliga förändringarna i sammansättningen av råmjölken till mogen mjölk sker snabbt under de första mjölkningarna efter förlossningen (Godden et al. 2019).

Tabell 1. Koncentrationer av utvalda makro- och mikronäringsämnen, immunglobuliner och antimikrobiella peptider som finns i råmjölk och mogen mjölk. Data sammanställd från (Playford & Weiser 2021)

| Komponenter             | Råmjölk   | Mogen mjölk |
|-------------------------|-----------|-------------|
| Torrsubstans (%)        | 24-28     | 12,9        |
| Fett (%)                | 6-7       | 3,6-4,0     |
| Laktos (%)              | 2-3       | 4,7-5,0     |
| Protein (%)             | 14-16     | 3,1-3,2     |
| Kasein (%)              | 4,8       | 2,5-2,6     |
| Immunglobuliner (mg/ml) | 42-49     | 0,4-0,9     |
| IgG1 (g/L)              | 34,0-87,0 | 0,31-0,40   |
| IgG2 (g/L)              | 1,6-6,0   | 0,03-0,08   |
| IgA (g/L)               | 3,2-6,2   | 0,04-0,06   |
| IgM (g/L)               | 3,7-6,1   | 0,03-0,06   |
| <b>Mineraler</b>        |           |             |
| Kalcium (g/kg)          | 2,6-4,7   | 1,2-1,3     |
| Fosfor (g/kg)           | 4,5       | 0,9-1,2     |
| Kalium (g/kg)           | 1,4-2,8   | 1,5-1,7     |
| Natrium (g/kg)          | 0,7-1,1   | 0,4         |
| Magnesium (g/kg)        | 0,4-0,7   | 0,1         |
| Zink (g/kg)             | 11,6-38,1 | 3,0-6,0     |

| <b>Vitaminer</b>                     |           |             |
|--------------------------------------|-----------|-------------|
| Tiamin (B <sub>1</sub> ) (µg/mL)     | 0,58-0,90 | 0,4-0,5     |
| Riboflavin(B <sub>2</sub> ) (µg/mL)  | 4,55-4,83 | 1,5-1,7     |
| Niacin(B <sub>3</sub> ) (µg/mL)      | 0,34-0,96 | 0,8-0,9     |
| Kobalamin (B <sub>12</sub> ) (µg/mL) | 0,05-0,60 | 0,004-0,006 |
| Vitamin A (µg/ 100 mL)               | 25        | 34          |
| Vitamin D (IU/g fett)                | 0,89-1,81 | 0,41        |
| Vitamin E (µg/g)                     | 2,92-5,63 | 0,06        |
| <b>Antimikrobiella komponenter</b>   |           |             |
| Laktoferrin (g/L)                    | 1,5-5     | 0,02-0,75   |
| Laktoperoxidas (mg/L)                | 11-45     | 13-30       |
| Lysozym (mg/L)                       | 0,14-0,7  | 0,07-0,6    |

Råmjölk från nötkreatur innehåller som tidigare nämnt mycket höga mängder av mer än hundra bioaktiva komponenter, inklusive immunglobuliner, antiinflammatoriska faktorer, antimikrobiella komponenter och tillväxtfaktorer. Råmjölken innehåller tillsammans med dessa bioaktiva faktorer även höga halter av andra näringsämnen, mineraler, vitaminer, lipider och proteiner. På grund av detta komplexa innehåll kan råmjölk från nötkreatur betraktas som ett slags "supernäringsämne" (Broersen 2020).

## 3.2 Bioaktiva komponenter i råmjölk: immunfaktorer

Mängden bioaktiva föreningar i råmjölk från nötkreatur är betydligt högre än i mogen mjölk (Fasse et al. 2021) Detta bevisas av en förhöjd proteinkoncentration, som är cirka 14 g/100 g vid första mjölkningen och sedan avtar till 3,1g/ 100g för den mogna mjölken. Som tidigare nämnt består en stor mängd av proteinhalten av immunglobuliner. Underkategorin IgG står för 75% av antikroppsinnehållet (Korhonen et al. 2000). Det finns rapporter som visar på att råmjölken har både antimikrobiella och endotoxin-neutraliserande effekter. Således kan råmjölken vara effektiv mot luftväg- och gastrointestinala infektioner (Saad et al. 2016).

### 3.2.1 Immunglobuliner

Råmjölken innehåller en mängd olika immunglobulinbaserade antikroppar (IgG, IgA, IgM). De är indelade i underkategorier baserat på deras struktur och biologiska aktivitet (Hurley & Theil 2011). De allmänna driftmekanismerna för Ig är förhindrande av mikrobers vidhäftning på ytor, inhibering av bakteriens metabolism, agglutination av bakterier och neutralisera toxiner och virus. Dessa mekanismer utgörs främst av IgM-antikroppar som har högst effektivitet. Dock är det IgG som finns i högst mängd i råmjölken och som bär på andra mångsidiga funktionsmekanismer. De kan aktivera komplementmedierad bakteriologiska reaktioner eller inducera opsonisering genom förstärkning av bakteriens fagocytos av leukocyter (Fasse et al. 2021). IgA finns i sekret från slemhinnan och förhindrar slemhinneinfektioner genom att agglutinera mikroberna (Hurley & Theil 2011).

### 3.2.2 Laktoferrin & lysozym

Laktoferrin (LF) är ett multifunktionellt glykoprotein. Laktoferrins primära roll är att binda fritt järn så att det blir otillgängligt för bakterier vilket resulterar i en förhindrad bakterietillväxt (Svensk MeSH u.å.). Ett antal studier har visat en bakteriostatisk och i vissa fall bakteriedödande effekt av laktoferrin *in vitro* på ett brett spektrum av mikroorganismer, inklusive grampositiva och gramnegativa, aeroba och anaeroba bakterier (Weinberg 1984). Andra mekanismer förutom järninnehållning som laktoferrin bär på är blockering av mikrobiell kolhydratsmetabolism samt destabilisering av bakteriens cellvägg genom bindning av kalcium och magnesium (Arnold et al. 1982). Laktoferrin kan även synergisera med andra antibakteriella proteiner såsom lysozym, som också finns i råmjölk (Suzuki et al. 1989).

Lysozym är ett enzym som angriper bakteriens skyddande cellväggar. Bakteriens cellvägg är uppbyggt av kolhydratkedjor som är sammankopplade av korta peptidsträngar. Dessa väggar stödjer deras känsliga membran mot cellens höga osmotiska tryck. Lysozym bryter ner dessa kolhydratkedjor och förstör cellväggens struktur vilket leder till att bakterien lyseras (Sánchez et al. 1992).

### 3.2.3 Cytokiner

Råmjölken innehåller många av dessa biologiska responsmodifierare. Cytokinerna kan vara protein-, peptid- eller glykoproteinsignal molekyler som används i cellulär kommunikation. Cytokiner har en specifik roll som regulatorer av epitelcelltillväxt och utveckling, inklusive tarminflammation och epitelåterställning efter slemhinneskada. De är också viktiga mediatorer i regleringen av immunsvaret och inflammatoriska svar. Hos nyfödda spelar cytokiner en viktig roll i kombination med de intagna immunglobulinerna och ospecifika antibakteriella komponenterna i råmjölken (Hagiwara et al. 2000).

## 3.3 Bioaktiva komponenter i råmjölk: tillväxt faktorer

### 3.3.1 Insulinliknande tillväxtfaktorer

De vanligaste och bäst karakteriserade tillväxtfaktorerna i råmjölk är insulinliknande tillväxtfaktorer (IGF-I och IGF-II). De biologiska effekterna av IGF-I och IGF-II förmedlas primärt av en specifik IGF-receptor, som är strukturellt homolog med insulinreceptorn. IGF, som insulin, stimulerar glukosupptag, syntesen av glykogen, protein, RNA, DNA, lipider och cellproliferation *in vitro*. *In vivo* fungerar IGF-I och IGF-II både som endokrina hormoner via blodet och lokalt som parakrina samt autokrina tillväxtfaktorer (Tripathi & Vashishtha 2006).



### 3.3.2 Insulin

Förutom IGF har höga koncentrationer insulin påvisats i råmjölken. Vid första mjölkningen uppmättes den högsta koncentration av insulin till 327 ng/ml. Denna koncentration sjunker inom de första 24 timmarna efter förlossning till cirka 50% av dess initiala värde (Aranda et al. 1991). Insulin påverkar cellernas ämnesomsättning på flera sätt. Främst kolhydratomsättningen påverkas då insulin underlättar transporten av glukos in i cellen. Insulin ökar även glykogenbildningen vilket leder till att syntesen av glukos minskar vilket resulterar i att mängden glukos i blodet går ned. Det har även effekt på fett- och proteinomsättningen genom att medverka i transporten av aminosyror till cellen som fettsyrasyntesen samt bygger upp celler då insulin är ett anabolt hormon (Nationalencyklopedin u.å.a).

### 3.3.3 Transformerande tillväxtfaktor- $\beta$

Studier har visat att råmjölk är den enda naturliga källan till transformerande tillväxtfaktor- $\beta$  (TGF- $\beta$ ) (Uruakpa et al. 2002). TGF- $\beta$  är en tillväxtfaktor med flera olika typer av funktioner. TGF- $\beta$  stimulerar profileration av vissa celler, särskilt i bindväv. De kan även fungera som tillväxthämmare av vissa celler, såsom lymfocyter och epitelceller. TGF- $\beta$  spelar en viktig roll i embryogenes, vävnadsreparation, bildning av benbrosk och kontrollen av immunsystemet (Tripathi & Vashishtha 2006).

## 3.4 Vitaminer och mineraler

Råmjölk innehåller mycket höga koncentrationer av vitamin A och E jämfört med mogen mjölk (se tabell 1). Vitamin E krävs för att skydda kalven mot oxidativ stress och vitamin A är grundläggande för kalvens tillväxt och utveckling (Debieer et al. 2005). Koncentrationen av Vitamin D i råmjölk är dubbelt så hög jämfört med mogen mjölk (se tabell 1). Vitamin D är främst inblandat i att stödja immunsystemets funktion och påverkar kalvens mentala hälsa (Playford & Weiser 2021). Råmjölk är en utmärkt källa till vitamin B12 (Duplessis et al. 2014). Forskning har visat på att vitamin B12 från mjölken absorberas mer effektivt av kroppen än den syntetiska form som används i vitamintillskott (Matte et al. 2012). Även B-vitaminerna tiamin, riboflavin och niacin har en högre koncentration i råmjölk än i mogen mjölk (Blum et al. 1997). Råmjölk innehåller från 2-5 gånger mer mineraler (förutom kalium) jämfört med mogen mjölk (se tabell 1). Mineralerna spelar en avgörande roll i de nyckelrelaterade systemen för immunfunktion, oxidativ metabolism och energimetabolism (Overton & Yasui 2014).

## 3.5 Industriell användning av råmjölk

Användningen av råmjölk från nötkreatur i livsmedel och kosttillskott för mänsklig konsumtion har uppmärksammats av forskarvärlden på grund av dess egenskaper när det gäller att bekämpa och förebygga infektioner och sjukdomar. Råmjölk är ett livsmedel rikt på immunglobuliner, främst IgG, och har stor potential att användas för att producera mänskliga livsmedel. Således har livsmedelsprodukter med tillsatt råmjölk, potential att väcka intresset hos livsmedelsindustrin och konsumenten, vars matvanor har förändrats under de senaste decennierna. Det finns för närvarande en större efterfrågan på livsmedel med funktionella egenskaper som är rika på ämnen som ger hälsofördelar (Silva et al. 2022).

### 3.5.1 Mjölkgårdar

En frisk ko producerar mer råmjölk än vad kalven verkligen behöver. Kon producerar cirka 43,5 kg råmjölk under de tre första dagarna. Mängden råmjölk som ges till den nyfödda vid den första utfodringen motsvarar endast 10-12% av dess kroppsvikt, cirka 3-4 liter för en Holsteinkalv. Efter sin tredje levnadsdag konsumerade kalven cirka 11 kg råmjölk, vilket är 14-35 % av den totala volymen som kon producerade. Det betyder att det finns cirka 32,5 kg råmjölksöverskott (Foley & Otterby 1978). Det finns både tekniska och hygieniska problem i samband med insamling och bearbetning av råmjölk från nötkreatur vilket hittills har begränsat dess användning av mejeri- och livsmedelsindustrin i stor skala (Marnila & Korhonen 2011). I många länder måste råmjölk uteslutas från insamlingen av bulkmjölk under de första fem dagarna efter förlossningen (Scammell & Billakanti 2022). Råmjölkens låga koaguleringsstemperaturer stör pastöriseringen och det höga proteininnehållet leder till problem i industriella processer (McMartin et al. 2006). Vidare kan det höga innehållet av antimikrobiella komponenter i råmjölk bromsa eller hämma fermenteringsprocesser. Detta faktum påverkar också testerna för antibiotikarester baserade på mikrobiell tillväxt, vilket orsakar falskt positiva resultat (Tripathi & Vashishtha 2006). Råmjölk skiljer sig också från mogen mjölk på grund av en hög  $\beta$ -karotenhalt och röda blodkroppar som leder till en rödgul färg i råmjölken (Scammell & Billakanti 2022).

Som tidigare beskrivet så måste råmjölken samlas in separat och vanligtvis ges den till nyfödda kalvar eller andra husdjur om behovet uppkommer (Tripathi & Vashishtha 2006). Men om kalvarna inte behöver råmjölken så finns det möjlighet att samla in råmjölken för bearbetning. Dock kan kostanden för bearbetad råmjölk bli hög på grund av allt extra arbetet på gården, insamling, låga volymer och specialiserad produktion. Trots kostnaderna har det i Nya Zeeland och USA skett en tillväxt av råmjölksinsamlingar och bearbetning redan under 1990-talet. Nya Zeeland har säsongsynkroniserad kalvning vilket resulterar i att de kan samla in och bearbeta stora volymer råmjölk under vårens kalvningssäsong. Det är också kommersiellt gångbart att separat samla råmjölk från stora mjölkgårdar med besättningar på flera tusen mjölkkor. På sådana gårdar är det tillräckligt stort antal kor som kalvar varje dag för att möjliggöra insamling och bearbetning av betydande volymer råmjölk (Boland 2010).

I Sverige är det 1% av mjölkföretagen som har besättningar med 500 mjölkkor eller fler. Cirka 8% av företagen har mellan 200-499 mjölkkor. Runt 21% av företagen har mellan 100-199 mjölkkor. Resterande 70% av mjölkföretagen har besättningar med 1 till 99 mjölkkor (Grönvall 2019). Sammanfattningsvis så finns det i Sverige väldigt få företag med besättningar som har över 1000 mjölkkor. Som tidigare nämnt är det inte kommersiellt gångbart att samla in råmjölken separat om företaget inte har fler än 1000 mjölkkor (Boland 2010). Vilket medför att här i Sverige är det mer vanligt att råmjölken används direkt i hushållen istället, i form av desserten kalvdans (Tripathi & Vashishtha 2006). Kalvdansen är en traditionell rätt gjord på råmjölk som är smaksatt med socker, kanel och kardemumma. Efterrätten tillagas i en form i vattenbad vilket ger den en geléartad struktur (Nationalencyklopedin u.å.b).

### 3.5.2 Bearbetning och lagring av råmjölk

Bearbetning av livsmedel syftar till att säkerställa livsmedelssäkerhet och kvalitet utan att förändra näringsprofilen samt förlänga hållbarheten (Borad & Singh 2018). Bearbetning som tillämpas är inriktad på att eliminera patogena mikroorganismer, inaktivera vissa enzymer, minimera försämringshastigheten samt bevara näringsämnen (Mehra et al. 2022). Bearbetning och lagring av råmjölk blev viktigt då det var nödvändigt att skapa en råmjölksbank för nyfödda kalvar som inte hade möjlighet att bli matade av sin egen mamma direkt efter födseln (Borad & Singh 2018). Mejeriindustrin utnyttjar inte råmjölk som tidigare nämnt kommersiellt i stor skala på grund av bearbetning och lagringsproblem (Marnila & Korhonen 2011). Det finns idag ett mycket litet antal råmjölksförädlingsföretag. I USA samlas råmjölken in från endast 3% av mjölkgårdarna (Scammell & Billakanti 2022).

Det finns en mängd steg som påverkar råmjölkskvaliteten före och under bearbetning. Några av dessa är kons hälsostatus, mjölkningshygien, utrustningsdesign, underhåll, personalhygien, kyltemperatur och bearbetning (Fasse et al. 2021). De försiktighetsåtgärder som mjölkbönderna vidtar kan inte garantera att råmjölken är fri från patogena mikroorganismer. Därför är den industriella bearbetningen av råmjölk viktig med hänsyn till de potentiellt patogena mikroorganismerna som kan finnas i råa mejeriprodukter. Prevalensen av livsmedelsburna patogena mikroorganismer i obehandlad mjölk varierar, men deras närvaro har visats i många undersökningar och livsmedelsburna infektioner har upprepade gånger rapporterats för *Campylobakter*, *Salmonella spp.* och *Escherichia coli* (Claeys et al. 2013). Dessa patogener kommer ofta från juvret och förorenar råmjölk under mjölkning för att sedan förökas under lagring, vilket skapar en potentiell risk för slutprodukten (Kaplan et al. 2022). Råmjölken fungerar som näringsrikt tillväxtmedium för mikroorganismerna. De psykotrofa bakterierna påverkar mjölken negativt genom lipolytiska och proteolytiska aktiviteter (Hantsis-Zacharov & Halpern 2007). Patogena mikroorganismer som finns i mjölk och mjölkprodukter har rapporterats stå för 1-5 % av bakteriella livsmedelsburna sjukdomsutbrott hos människor i industriländer (Claeys et al. 2013). Diverse bearbetningstekniker har undersökts för att bevara råmjölkens kvalitet samt minska mängden patogena mikroorganismer. Några av dessa är HTST-pastörisering, LTLT-pastörisering, fermentering, spray- och frystorkning (Mehra et al. 2022).

### 3.5.3 Pastörisering

Pastöriseringen är en värmebehandlingsprocess som används för att döda bakterier och andra patogena mikroorganismer i livsmedel. Det finns två pastöriseringsmetoder: hög temperatur kort tid (HTST) och låg temperatur lång tids pastörisering (LTLT) (Kaplan et al. 2022).

I HTST passerar råmjölken genom uppvärmda spolar som värmer upp råmjölken till 72°C under 15s. Om råmjölken inte når upp till 72°C under den första cykeln så töms vätskan tillbaka till den ursprungliga tanken och cirkulationsprocessen upprepas tills temperaturen är nådd. Sedan kyls råmjölken snabbt ner till lagringstemperatur (Elizondo-Salazar & Heinrichs 2009). Flera studier har visat på att HTST-pastörisering för råmjölk är tillräcklig för att sänka mängden patogena mikroorganismer. Anmärkningsvärda minskningar av kvaliteten på råmjölk observerades dock, inklusive cirka 25 % minskning av immunglobulin G (IgG) efter HTST-pastörisering. Dessutom ökade viskositeten av råmjölken efter pastöriseringen (Godden et al. 2019). Sammantaget tyder studier på att HTST-pastörisering är en effektiv metod när man vill minska mängden patogena mikroorganismer, dock har den brister som att den minskar kvaliteten och höjer viskositeten av råmjölk (Kaplan et al. 2022).

I LTLT-pastörisering värms en tank med råmjölk upp till 63°C i minst 30 minuter genom omröring för att möjliggöra en homogen uppvärmning av hela vätskepartiet. Efter 30 minuters värmebehandling kyls satsen snabbt ned till lagringstemperatur. Utmaningar med LTLT-pastörisering är satsstorleken kombinerat med bearbetningstiden. När stora satsar ska värmas upp kan bearbetningstiden ta flera timmar vilket leder till att vissa patogena mikroorganismer som till exempel *Salmonella spp.* kan överleva processen (Kaplan et al. 2022). I motsats till HTST-pastörisering är därför LTLT-pastörisering mindre effektiv på att reducera mängden patogena mikroorganismer. Genom en studie med LTLT-pastörisering av råmjölk undersöktes om *Mycobacterium avium spp. paratuberculosis* kunde överleva pastöriseringen. Pastörisering minskade, men eliminerade inte, tillväxten av denna bakterie. Resultatet visade dock att IgG koncentrationen minskade med 12,3% (Meylan et al. 1996). Detta är en halvering av minskningen i jämförelse med HSTS-pastöriseringen vilket är positivt.

### 3.5.4 Fermentering

En biologisk konserveringsmetod är användandet av mikroorganismer som fermenterar livsmedlet. Dessa benämns som startkulturer och är allmänt erkända som säkra för mänsklig konsumtion (Fasse et al. 2021) Genom en studie undersöktes effekten av fermentering med mjölksyrabakterierna *Lactobacillus plantarum* och *Lactobacillus paracasei* mot den mikrobiella kontamineringen av råmjölk. Under denna studie analyserades den antimikrobiella aktiviteten hos 15 olika patogena stammar. Fermenteringen med *Lactobacillus plantarum* hämmade tillväxten av 12 av de 15 patogena stammarna. Genom försöken mättes även effekten av fermenteringen på immunglobulinerna IgA, IgM och IgG. Fermentering med *Lactobacillus plantarum* visade ingen signifikant förlust för IgG-koncentrationen. För att bevara en hög IgM-koncentration visade studien att man

bör använda sig av *Lactobacillus paracasei*. Omvänt är IgA mycket känsligt för fermentering, och ytterligare studier behövs för att öka IgA-stabiliteten i råmjölk (Bartkiene et al. 2020).

### 3.5.5 Torkning

Torkning är en termisk behandlingsmetod som kan användas separat eller tillsammans med pastörisering. Torkning underlättar längre lagringsperioder och möjliggör bearbetning av råmjölk med minimerad förlust av dess näringsämnen (Kaplan et al. 2022). Under torkningsprocessen sänks vattenaktiviteten för att bromsa mikroorganismernas tillväxt och hastigheten för kemiska reaktionen som kan försämra råmjölkkvaliteten. Dessutom minskar vikten då råmjölken blir pulveriserad vilket är en fördel för paketering, lagring och transport. Det finns en mängd olika torkningsmetoder, där spraytorkning och frystorkningsmetoder är de vanligaste metoderna som används inom mejeriindustrin (Chelack et al. 1993).

Spraytorkning är snabbt och effektivt. Råmjölken sprutas in i en kammare under högt tryck så att vätskan blir till finfördelade droppar som sedan passerar upphettad luft vilket lämnar ett fint pulver som slutprodukt (Borad & Singh 2018). Spraytorkning av råmjölken orsakar dock signifikant minskade koncentrationer av de transformerande tillväxtfaktorerna  $\beta 1$  och  $\beta 2$  samt ökad protein aggregering (Støy et al. 2016).

Frystorkning är en torkningsprocess där vatten i råmjölken kristalliseras vid låg temperatur och därefter sublimeras från fast form direkt till gasform (Liu et al. 2008). Processen minimerar näringsförlusten på grund av dess låga bearbetningstemperatur och snabb övergång av fruset material från hydrat till vattenfritt. Därför är det den mest lämpade torkningstekniken för värmekänsliga biologiska material (Kaplan et al. 2022).

Sotudeh m.fl. (2018) genomförde en studie där de undersökte effekten av spray- och frystorkning samt pastörisering på bakterie- och IgG-koncentrationen i råmjölk. Alla processer visade en inverkan på minskning av bakteriekoncentrationen. Spray- och frystorkning var dock märkbart mer effektiva. Dessutom observerades en minskning av IgG-nivån i alla processer, där en lägre minskning noterades i den frystorkade råmjölken jämfört med spraytorkade och pastöriserade råmjölken. Resultaten indikerade att frystorkning- och spraytorkning skulle kunna vara effektivare än pastörisering för att förbättra både hållbarheten och kvaliteten på råmjölken (Sotudeh et al. 2018).

Oavsett om det är spray- eller frystorkat, så kan råmjölkspulvret användas som kosttillskott eller som ingredienser i nya produkter. Utvärderingar av frys- och spraytorkning när det gäller produktionshastighet, kostnad och energianvändning visade att produktionshastigheten för spraytorkning är högre och har en totalt sett lägre kostnad. Dock så är frystorkning effektivare och skyddar immunglobuliner i råmjölk bättre än spraytorkning (Chelack et al. 1993).

### 3.5.6 Livsmedel med tillsatt råmjölk

För närvarande finns råmjölk tillgänglig i flytande form eller som spray- och frystorkat råmjölkpulver. Pulvret marknadsförs som kosttillskott i form av dospåsar, kapslar eller tuggtabletter (Kaplan et al. 2022). Att bevara de bioaktiva ämnena i råmjölken genom lämpliga processer är besvärligt. Pastörisering är lämpligt för att hämma de patogena mikroorganismerna. Dock försämras bioaktiviteten i råmjölken av denna termiska behandling. På samma sätt har kostnadseffektiv spraytorkning visat avtagande koncentrationer av både immunglobuliner och tillväxtfaktorer (Borad & Singh 2018). De har genomförts studier av mejeriprodukter med tillsatt råmjölk för att säkerställa dess lämplighet som livsmedel. Tillsatsen av råmjölk i mejeriprodukter tros ge ett bättre och hälsosammare livsmedel för människor (Kaplan et al. 2022).

En av dessa studier genomfördes av Abdel-Ghany och Zaki (2018) som studerade effekten av att tillsätta råmjölk och dadelsirap som naturliga ingredienser i yoghurt. De observerade att den tillsatta yoghurten hade en högre koncentration av proteiner, IgG, laktoferrin och mineraler jämfört med kontroll yoghurten. Dessutom hade yoghurten berikad med 10 % och 15% råmjölk signifikant högre viskositetsvärden jämfört med kontroll yoghurten och ingen signifikant skillnad hittades i smak, utseende och övergripande acceptans. Sammanfattningsvis kan man dra slutsatsen att yoghurt berikad med råmjölk ökade näringsvärdet, gav immunfördelar och därmed förbättrade kvalitén (S. Abdel-Ghany & A. Zaki 2018).

Silvia m.fl. (2022) genomförde en studie som undersökte grekisk yoghurt berikad med råmjölk. Fyra yoghurtformuleringar tillverkades med olika råmjölkshalter. Koncentrationerna av fett och protein uppmättes. En sensorisk analys genomfördes med 103 otränade paneldeltagare, som utvärderade egenskaperna som utseende, arom, konsistens, smak, övergripande acceptans samt köpavsikten. Tillsatsen av råmjölk ökade fett- och proteinnivåerna i yoghurtberedningarna. De uppnådde även god sensorisk acceptans. Resultatet av studien tyder på att användningen av råmjölk vid framställning av grekisk yoghurt kan nå framträdande plats på mejerimarknaden, vilket tillför ekonomiskt och näringsmässigt värde till både producenten och konsumenten (Silva et al. 2022).

Simon m.fl. (2022) genomförde en studie som syftade till att skapa och analysera en färskost gjord på enbart råmjölk. Sammansättningen av råmjölkskosten utvärderades med avseende på procentandel fett, protein, fukt, aska, laktos, mineraler, pH, titrerbar surhet och IgG-koncentration. Resultatet presenterade procentandelarna fett 7,00%, protein 22,95%, fukt 67,98%, aska 1,85%, pH 6,15, titrerbar surhet 0,04g/100ml, och IgG 30,95g/L och laktos som var ej detekterbar. Råmjölkskosten hade hög fukthalt 67,98 % och låg fetthalt 7,00 %. Den höga fukthalten beror på råmjölkstens pH värde. Proteininnehållet var också högt 22,95%, varav en hög koncentration av IgG (30,96g/L) påvisades. Ett viktigt fynd i studien var förknippat med den möjliga frånvaron av laktos i råmjölkskosten, vilket öppnade möjligheter för framtida forskning kring utveckling av mejeriprodukter för laktosintoleranta konsumenter. Färskost gjord på mogen mjölk innehåller 1-3g laktos per 100g. Dessutom kan den höga koncentrationen av IgG ge denna produkt

en immunförstärkande funktion. Dock måste ytterligare studier genomföras för att utvärdera strukturen hos dessa proteiner och se om de fortfarande bär på immunegenskaper för människan. Den sensoriska analysen visade att receptet på färskosten kräver förbättring för att uppnå högre acceptans från allmänheten, särskilt vad gäller konsistens som påverkades av fukthalten (Simon et al. 2022).

## 4. Diskussion & Slutsats

Mängden bioaktiva komponenter och näringsämnen är som tidigare nämnt betydligt högre i råmjölk än i mogen mjölk. På grund av mångfalden av näringsnyttiga komponenter med kemiska och funktionella aktiviteter är råmjölk också av intresse för mänsklig konsumtion (Silva et al. 2019). Råmjölken blir en restprodukt eftersom friska kor producerar mer råmjölk än vad kalven behöver (Foley & Otterby 1978). Dock finns det utmaningar med att samla in överskottet av råmjölk. Först och främst måste mjölkföretaget ha en så pass stor besättning av mjölkkor för att det ska vara ekonomiskt gångbart att samla in råmjölken. Storleken på besättningen ska lämpligen vara över 1000 mjölkkor. Insamlingen drar även fördel om mjölkföretaget har säsongsynkroniserad kalvning där de får stora volymer med råmjölk (Boland 2010). Dessa två kriterier gör att insamlingen av råmjölk för svenska mjölkföretag inte är möjligt i nuläget. Detta på grund av att det bara är en procent av andelen mjölkföretagen som har 500 mjölkkor eller fler (Grönvall 2019). Däremot finns de andra länder som Nya Zeeland och USA där man har både större besättningar och säsongsynkroniserad kalvning (Boland 2010). I dessa länder samlas råmjölken in från vissa mjölkföretag för vidare förädling. Insamlingen bygger på att det finns mejerier eller andra företag som vill ta emot råmjölken för vidareförädling. Parallellt krävs det en efterfrågan hos konsumenten för livsmedel berikade med eller baserade på råmjölk.

Det finns utmaningar med insamlingen och bearbetning av råmjölken för att bevara dess kvalitet. Under insamlingen är det viktigt att råmjölken inte blir kontaminerad av juvret, mjölkutrustningen eller annan bristfällig hygien (Fasse et al. 2021). Dock går det inte att garantera att mjölken är fri från patogena mikroorganismer. Därför är bearbetningen viktig för att nå hög kvalitet och säkerhet samtidigt som man vill bevara råmjölkens näringsinnehåll och förlänga hållbarheten (Claeys et al. 2013). Att bearbeta råmjölken samtidigt som man vill bevara dess bioaktiva komponenter och näringsämnen är en stor utmaning. Som tidigare nämnt har man analyserat processerna pastörisering, fermentering, spray- och frystorkning för råmjölk. Dessa processer har både för- och nackdelar, medan deras gemensamma mål är att bevara råmjölkskvaliteten och göra råmjölken livsmedelsäker. Kvalitén är främst associerad med de bioaktiva proteinerna, såsom IgG, vilka påvisat hälsofördelar för människan. Att säkerställa bevarandet och stabiliteten hos dessa proteiner är därför en nödvändighet. Livsmedelssäkerheten är främst associerad med patogena mikroorganismer som kan växa i råmjölken om bearbetningen eller lagringen är bristfällig. Om livsmedlet inte är säkert kan de leda till en hälsorisk för konsumenten (Kaplan et al. 2022).

Pastörisering är fördelaktigt om man vill försäkra sig om att livsmedlet är säkert. Nackdelen är att råmjölken förlorar en del av dess bioaktiva komponenter vid värmebehandlingen. Ett fåtal studier har undersökt om pastöriserade råmjölk skulle kunna vara en lämplig ingrediens i yoghurt. Resultaten av studierna visade att yoghurt berikad med råmjölk har en högre proteinkoncentration jämfört med kontroll yoghurt. Pastörisering av råmjölk ger en ökad viskositet vilket är passande för yoghurtens textur (Silva et al. 2022). Genom arbetet påträffades en studie där de testade att producera en färskost gjord på enbart råmjölk. Resultatet blev en



färskost med hög proteinkoncentration, med hög koncentration av immunglobuliner samt låg laktoskoncentration (Simon et al. 2022). Dock var inte texturen på färskosten särskilt omtyckt på grund av dess höga fukthalt. Användningen av råmjölk bör uppmuntras, eftersom de möjliggör utveckling av nya förädlade produkter för mejeriindustrin. Nackdelen med mejeriprodukter som yoghurt och färskost är att de är färskvaror. Färskvaror har kortare hållbarhet och kräver kyld lagring i jämförelse med till exempel ett råmjölkspulver.

På grund av att råmjölken innehåller en mängd bioaktiva komponenter och näringsämnen så borde målet vara att bevara dessa till högsta grad under processen. Därför är frystorkning den mest lämpade processen. Studier har visat på att denna process är fördelaktig för att minimera näringsförlusten och erhålla en slutprodukt av hög kvalitet. Slutprodukten återfinns främst som kosttillskott i pulverform eller tablettform (Chelack et al. 1993).

Fördelaren med frystorkning är att den färska råmjölken kan frysas in direkt vilket leder till att man kan samla in större volymer. Med frystorkning kan råmjölken bevaras utan att dess grundstruktur skadas (Sotudeh et al. 2018). Råmjölkens naturliga färg och smak behålls. Slutprodukten kräver inga kemiska konserveringsmedel. Pulvret är lätt att transportera då dess volym och vikt minskat avsevärt. Om produkten försluts för att förhindra återupptag av fukt, kan den förvaras i rumstemperatur och lagras under längre tid. Den reducerade vattenhalten hämmar mikroorganismernas tillväxt och hastighet för kemiska reaktioner (Chelack et al. 1993)

Eftersom råmjölken är laddad med näringsämnen som bygger upp immunförsvaret och främjar tillväxt för kalven marknadsförs råmjölkosttillskott med liknande egenskaper för människan. Kosttillskottet säljs med argument om att den stärker immuniteten, kan behandla infektioner samt erbjuda flera relaterade hälsofördelar. Flertalet studier har genomförts för att utreda om dessa påståenden stämmer. Studier har påvisats att kosttillskottet kan ge gastrointestinala och immunologiska fördelar, men ytterligare välkontrollerade kliniska studier bör genomföras. De studierna som tyder på kliniska fördelar med råmjölkstillskott är i allmänhet små med bristande metodisk kvalitet och resultaten kan inte alltid bekräftas av andra studier. Sammanfattningsvis kan man ändå dra slutsatsen att kosttillskottet har potentiella fördelar för människan även fast man i dagsläget inte klarlagt exakt *in vivo* påverkar på människan.

# Referenser

- Aranda, P., Sanchez, L., Perez, M.D., Ena, J.M. & Calvo, M. (1991). Insulin in Bovine Colostrum and Milk: Evolution Throughout Lactation and Binding to Caseins. *Journal of Dairy Science*, 74 (12), 4320–4325. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78627-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78627-X)
- Arnold, R.R., Russell, J.E., Champion, W.J., Brewer, M. & Gauthier, J.J. (1982). Bactericidal Activity of Human Lactoferrin: Differentiation from the Stasis of Iron Deprivation. *Infection and Immunity*, 35 (3), 792–799
- Asadullah, K.-N., Tarar, O.M., Ali, S.A., Jamil, K. & Begum, A. (2010). Study to evaluate the impact of heat treatment on water soluble vitamins in milk. *J. Pak. Med. Assoc.*, 60, 909–912
- Bartkiene, E., Lele, V., Sakiene, V., Zavistanaviciute, P., Ruzauskas, M., Stankevicius, A., Grigas, J., Pautienius, A., Bernatoniene, J., Jakstas, V., Zadeike, D., Viskelis, P. & Juodeikiene, G. (2020). Fermented, ultrasonicated, and dehydrated bovine colostrum: Changes in antimicrobial properties and immunoglobulin content. *Journal of Dairy Science*, 103 (2), 1315–1323. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16357>
- Baumrucker, C.R. & Bruckmaier, R.M. (2014). Colostrogenesis: IgG1 Transcytosis Mechanisms. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 19 (1), 103–117. <https://doi.org/10.1007/s10911-013-9313-5>
- Blum, J.W., Hadorn, U., Sallmann, H.-P. & Schuep, W. (1997). Delaying Colostrum Intake by One Day Impairs Plasma Lipid, Essential Fatty Acid, Carotene, Retinol and  $\alpha$ -Tocopherol Status in Neonatal Calves. *The Journal of Nutrition*, 127 (10), 2024–2029. <https://doi.org/10.1093/jn/127.10.2024>
- Boland, M. (2010). 3 - ‘Designer’ milks: functional foods from milk. I: Griffiths, M.W. (red.) *Improving the Safety and Quality of Milk*. Woodhead Publishing, 74–93. <https://doi.org/10.1533/9781845699437.1.74>
- Borad, S.G. & Singh, A.K. (2018). Colostrum immunoglobulins: Processing, preservation and application aspects. *International Dairy Journal*, 85, 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.05.016>
- Britannica (2020). *Britannica. lactase | Definition, Function, & Facts*. <https://www.britannica.com/science/lactase> [2022-04-22]
- Broersen, K. (2020). Milk Processing Affects Structure, Bioavailability and Immunogenicity of  $\beta$ -lactoglobulin. *Foods*, 9 (7), 874. <https://doi.org/10.3390/foods9070874>
- Bulgari, O., Caroli, A.M., Chessa, S., Rizzi, R. & Gigliotti, C. (2013). Variation of Vitamin D in Cow’s Milk and Interaction with  $\beta$ -Lactoglobulin. *Molecules*, 18 (9), 10122–10131. <https://doi.org/10.3390/molecules180910122>
- Cashman, K.D. (2006). Milk minerals (including trace elements) and bone health. *International Dairy Journal*, 16 (11), 1389–1398. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.06.017>
- Cashman, K.D. & Flynn, A. (1999). Optimal nutrition: calcium, magnesium and phosphorus. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58 (2), 477–487. <https://doi.org/10.1017/S0029665199000622>

- Chandan, R.C. & Kilara, A. (2013). *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. Hoboken, UNITED STATES: John Wiley & Sons, Incorporated.  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/detail.action?docID=1110555>  
 [2022-04-05]
- Chelack, B.J., Morley, P.S. & Haines, D.M. (1993). Evaluation of methods for dehydration of bovine colostrum for total replacement of normal colostrum in calves. *The Canadian Veterinary Journal*, 34 (7), 407–412
- Claeys, W.L., Cardoen, S., Daube, G., De Block, J., Dewettinck, K., Dierick, K., De Zutter, L., Huyghebaert, A., Imberechts, H., Thiange, P., Vandenplas, Y. & Herman, L. (2013). Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Food Control*, 31 (1), 251–262.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.035>
- Cuttance, E.L., Mason, W.A., Laven, R.A. & Phyn, C.V.C. (2019). Relationships between failure of passive transfer and subsequent mortality, bodyweights and lactation performance in 12–36 month old heifers on pasture-based, seasonal calving dairy farms in New Zealand. *The Veterinary Journal*, 251, 105348.  
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.105348>
- Dagleish, D.G. & Corredig, M. (2012). The structure of the casein micelle of milk and its changes during processing. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 449–467. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-022811-101214>
- Debier, C., Pottier, J., Goffe, Ch. & Larondelle, Y. (2005). Present knowledge and unexpected behaviours of vitamins A and E in colostrum and milk. *Livestock Production Science*, 98 (1), 135–147.  
<https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.10.008>
- Duplessis, M., Mann, S., Nydam, D., Girard, C., Pellerin, D. & Overton, T. (2014). Concentration of vitamin B12 in colostrum and milk from dairy cows fed different energy levels during the dry period., juli 23 2014.
- Elizondo-Salazar, J.A. & Heinrichs, A.J. (2009). Feeding heat-treated colostrum to neonatal dairy heifers: Effects on growth characteristics and blood parameters1. *Journal of Dairy Science*, 92 (7), 3265–3273. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1667>
- Fasse, S., Alarinta, J., Frahm, B. & Wirtanen, G. (2021). Bovine Colostrum for Human Consumption—Improving Microbial Quality and Maintaining Bioactive Characteristics through Processing. *Dairy*, 2 (4), 556–575.  
<https://doi.org/10.3390/dairy2040044>
- Fernandes, R. (2009). *Microbiology Handbook: Dairy Products*. Royal Society of Chemistry.
- Foley, J.A. & Otterby, D.E. (1978). Availability, Storage, Treatment, Composition, and Feeding Value of Surplus Colostrum: A Review1, 2. *Journal of Dairy Science*, 61 (8), 1033–1060. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(78\)83686-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83686-8)
- Foroutan, A., Guo, A.C., Vazquez-Fresno, R., Lipfert, M., Zhang, L., Zheng, J., Badran, H., Budinski, Z., Mandal, R., Ametaj, B.N. & Wishart, D.S. (2019). Chemical Composition of Commercial Cow’s Milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67 (17), 4897–4914. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00204>

- Fox, P.F. & Kelly, A.L. (2004). 3 - The caseins. I: Yada, R.Y. (red.) *Proteins in Food Processing*. Woodhead Publishing, 29–71.  
<https://doi.org/10.1533/9781855738379.1.29>
- Godden, S.M., Lombard, J.E. & Woolums, A.R. (2019). Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 35 (3), 535–556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- Grönvall, A. (2019). *Lantbrukets djur i juni 2019. Jordbruksverket*. [text].  
<https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2020-06-18-lantbrukets-djur-i-juni-2019> [2022-04-20]
- Hagiwara, K., Kataoka, S., Yamanaka, H., Kirisawa, R. & Iwai, H. (2000). Detection of cytokines in bovine colostrum. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 76 (3), 183–190. [https://doi.org/10.1016/S0165-2427\(00\)00213-0](https://doi.org/10.1016/S0165-2427(00)00213-0)
- Hantsis-Zacharov, E. & Halpern, M. (2007). Culturable Psychrotrophic Bacterial Communities in Raw Milk and Their Proteolytic and Lipolytic Traits. *Applied and Environmental Microbiology*, 73 (22), 7162–7168.  
<https://doi.org/10.1128/AEM.00866-07>
- Haug, A., Høstmark, A.T. & Harstad, O.M. (2007). Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids in Health and Disease*, 6 (1), 25. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-6-25>
- Heinzmann, A., Blattmann, S., Spuerger, P., Forster, J. & Deichmann, K.A. (1999). The Recognition Pattern of Sequential B Cell Epitopes of Beta-Lactoglobulin Does Not Vary with the Clinical Manifestations of Cow's Milk Allergy. *International Archives of Allergy and Immunology*, 120 (4), 280–286.  
<https://doi.org/10.1159/000024280>
- Hurley, W.L. & Theil, P.K. (2011). Perspectives on Immunoglobulins in Colostrum and Milk. *Nutrients*, 3 (4), 442–474. <https://doi.org/10.3390/nu3040442>
- Jonsson, E. & Sveriges lantbruksuniversitet (1993). *Våra livsmedelsråvaror: produktion, sammansättning och egenskaper*. Stockholm: Utbildningsradion.
- Kailasapathy, K. (2015). Chemical Composition, Physical, and Functional Properties of Milk and Milk Ingredients. *Dairy Processing and Quality Assurance*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 77–105.  
<https://doi.org/10.1002/9781118810279.ch04>
- Kaplan, M., Arslan, A., Duman, H., Karyelioğlu, M., Baydemir, B., Günar, B.B., Alkan, M., Bayraktar, A., Tosun, H.İ., Ertürk, M., Eskici, G., Duar, R.M., Henrick, B.M., Frese, S.A. & Karav, S. (2022). Production of Bovine Colostrum for Human Consumption to Improve Health. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 796824. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.796824>
- Korhonen, H., Marnila, P. & Gill, H.S. (2000). Milk immunoglobulins and complement factors. *British Journal of Nutrition*, 84 (S1), 75–80.  
<https://doi.org/10.1017/S0007114500002282>
- Liu, Y., Zhao, Y. & Feng, X. (2008). Exergy analysis for a freeze-drying process. *Applied Thermal Engineering*, 28 (7), 675–690.  
<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2007.06.004>

- Livsmedelsverket (2022). *Mjök och laktos*. Livsmedelsverket.  
<https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/sjukdomar-allergier-och-halsa/allergi-och-overkanslighet/mjolk-och-laktos> [2022-04-22]
- Marnila, P. & Korhonen, H. (2011). Milk | Colostrum. I: Fuquay, J.W. (red.)  
*Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*. San Diego: Academic Press,  
 591–597. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00322-8>
- Martin, C.R., Ling, P.-R. & Blackburn, G.L. (2016). Review of Infant Feeding: Key  
 Features of Breast Milk and Infant Formula. *Nutrients*, 8 (5), 279.  
<https://doi.org/10.3390/nu8050279>
- Matte, J.J., Guay, F. & Girard, C.L. (2012). Bioavailability of vitamin B12 in cows' milk.  
*British Journal of Nutrition*, 107 (1), 61–66.  
<https://doi.org/10.1017/S0007114511002364>
- McMartin, S., Godden, S., Metzger, L., Feirtag, J., Bey, R., Stabel, J., Goyal, S., Fetrow,  
 J., Wells, S. & Chester-Jones, H. (2006). Heat Treatment of Bovine Colostrum. I:  
 Effects of Temperature on Viscosity and Immunoglobulin G Level. *Journal of  
 Dairy Science*, 89 (6), 2110–2118. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72281-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72281-0)
- Mehra, R., Garhwal, R., Sangwan, K., Guiné, R.P.F., Lemos, E.T., Buttar, H.S., Visen,  
 P.K.S., Kumar, N., Bhardwaj, A. & Kumar, H. (2022). Insights into the Research  
 Trends on Bovine Colostrum: Beneficial Health Perspectives with Special  
 Reference to Manufacturing of Functional Foods and Feed Supplements.  
*Nutrients*, 14 (3), 659. <https://doi.org/10.3390/nu14030659>
- Meylan, M., Rings, D.M., Shulaw, W.P., Kowalski, J.J., Bech-Nielsen, S. & Hoffsis, G.F.  
 (1996). Survival of Mycobacterium paratuberculosis and preservation of  
 immunoglobulin G in bovine colostrum under experimental conditions  
 simulating pasteurization. *American Journal of Veterinary Research*, 57 (11),  
 1580–1585
- Mitina, A., Mazin, P., Vanyushkina, A., Anikanov, N., Mair, W., Guo, S. & Khaitovich,  
 P. (2020). Lipidome analysis of milk composition in humans, monkeys, bovinds,  
 and pigs. *BMC Evolutionary Biology*, 20 (1), 70. <https://doi.org/10.1186/s12862-020-01637-0>
- Månsson, H.L. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutrition Research*, 52,  
 10.3402/fnr.v52i0.1821. <https://doi.org/10.3402/fnr.v52i0.1821>
- Nationalencyklopedin (u.å.a). *insulin - Uppslagsverk - NE.se*. *insulin - Uppslagsverk - NE.se*.  
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/insulin>
- Nationalencyklopedin (u.å.b). *kalvdans - Uppslagsverk - NE.se*.  
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/kalvdans> [2022-04-27]
- Nationalencyklopedin (u.å.c). *mjök - Uppslagsverk - NE.se*.  
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/mj%C3%B6lk> [2022-04-04]
- Nationalencyklopedin (u.å.d). *råmjök - Uppslagsverk - NE.se*.  
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/r%C3%A5mj%C3%B6lk> [2022-04-11]

- Overton, T.R. & Yasui, T. (2014). Practical applications of trace minerals for dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 92 (2), 416–426.  
<https://doi.org/10.2527/jas.2013-7145>
- Playford, R.J. & Weiser, M.J. (2021). Bovine Colostrum: Its Constituents and Uses. *Nutrients*, 13 (1), 265. <https://doi.org/10.3390/nu13010265>
- S. Abdel-Ghany, A. & A. Zaki, D. (2018). Production of Novel Functional Yoghurt Fortified with Bovine Colostrum and Date Syrup for Children. *Alexandria Science Exchange Journal*, 39 (OCTOBER-DECEMBER), 651–662.  
<https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2018.20475>
- Saad, K., Abo-Elela, M.G.M., El-Baseer, K.A.A., Ahmed, A.E., Ahmad, F.-A., Tawfeek, M.S.K., El-Houfey, A.A., Aboul\_Khair, M.D., Abdel-Salam, A.M., Abo-elgheit, A., Qubaisy, H., Ali, A.M. & Abdel-Mawgoud, E. (2016). Effects of bovine colostrum on recurrent respiratory tract infections and diarrhea in children. *Medicine*, 95 (37), e4560. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000004560>
- Sánchez, L., Calvo, M. & Brock, J.H. (1992). Biological role of lactoferrin. *Archives of Disease in Childhood*, 67 (5), 657–661
- Scammell, A.W. & Billakanti, J. (2022). Colostrum. I: McSweeney, P.L.H. & McNamara, J.P. (red.) *Encyclopedia of Dairy Sciences (Third Edition)*. Oxford: Academic Press, 18–30. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00329-9>
- Sharma, R. (2019). Chapter 17 - Whey Proteins in Functional Foods. I: Deeth, H.C. & Bansal, N. (red.) *Whey Proteins*. Academic Press, 637–663.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812124-5.00018-7>
- Silva, E.G. dos S.O., Anaya, K., Bezerra, M. de F., Macêdo, C.S., Urbano, S.A., Borba, L.H.F., Barbosa, I. de M., Ramalho, H.M.M., Cipolat-Gotet, C., Galdino, A.B. da S., Oliveira, J.P.F. de & Rangel, A.H. do N. (2022). Physicochemical and sensory evaluation of greek style yoghurt with bovine colostrum. *Food Science and Technology*, 42, e22121. <https://doi.org/10.1590/fst.22121>
- Silva, E.G. dos S.O., Rangel, A.H. do N., Mürmam, L., Bezerra, M.F. & Oliveira, J.P.F. de (2019). Bovine colostrum: benefits of its use in human food. *Food Science and Technology*, 39 (suppl 2), 355–362. <https://doi.org/10.1590/fst.14619>
- Simon, R., Gennari, A., Kuhn, D., Rama, G.R. & Souza, C.F.V. de (2022). Making a fresh cheese using the colostrum surplus of dairy farms: an alternative aiming to minimize the waste of this raw material. *Brazilian Journal of Food Technology*, 25. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.12521>
- Singh, H. (2009). 25 - Protein interactions and functionality of milk protein products. I: Corredig, M. (red.) *Dairy-Derived Ingredients*. Woodhead Publishing, 644–674.  
<https://doi.org/10.1533/9781845697198.3.644>
- Sotudeh, S., Department of Biology, Faculty of Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran, Rabbani Khorasgani, M., Department of Biology, Faculty of Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran, Etemadifar, Z., Department of Biology, Faculty of Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran, Zarkesh-Esfahani, S., & Department of Biology, Faculty of Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran (2018). Effects of Spray-Drying, Freeze-Drying and Pasteurization on

- Microbiological Quality and IgG Level of Bovine Colostrum. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 5 (2), 54–60. <https://doi.org/10.29252/jfqhc.5.2.5>
- Støy, A.C.F., Sangild, P.T., Skovgaard, K., Thymann, T., Bjerre, M., Chatterton, D.E.W., Purup, S., Boye, M. & Heegaard, P.M.H. (2016). Spray Dried, Pasteurised Bovine Colostrum Protects Against Gut Dysfunction and Inflammation in Preterm Pigs. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 63 (2), 280–287. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001056>
- Suzuki, T., Yamauchi, K., Kawase, K., Tomita, M., Kiyosawa, I. & Okonogi, S. (1989). Collaborative Bacteriostatic Activity of Bovine Lactoferrin with Lysozyme against Escherichia coli O111. *Agricultural and Biological Chemistry*, 53 (6), 1705–1706. <https://doi.org/10.1080/00021369.1989.10869524>
- Svensk MeSH (u.å.). *Laktoferrin*. *Svensk MeSH*. [Svensk MeSH]. <https://mesh.kib.ki.se/term/D007781/lactoferrin> [2022-04-12]
- Tripathi, V. & Vashishtha, B. (2006). Bioactive Compounds of Colostrum and Its Application. *Food Reviews International*, 22 (3), 225–244. <https://doi.org/10.1080/87559120600694606>
- Uruakpa, F.O., Ismond, M.A.H. & Akobundu, E.N.T. (2002). Colostrum and its benefits: a review. *Nutrition Research*, 22 (6), 755–767. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(02\)00373-1](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(02)00373-1)
- Weinberg, E.D. (1984). Iron withholding: a defense against infection and neoplasia. *Physiological Reviews*, 64 (1), 65–102. <https://doi.org/10.1152/physrev.1984.64.1.65>