



Rapport: Ostmatrixens betydelse för hälsoeffekter, i jämförelse med växtbaserade alternativ

Susanne Bryngelsson, Marta Bianchi

RISE rapport: 2025:52

Rapport: Ostmatrixens betydelse för hälsoeffekter, i jämförelse med växtbaserade alternativ

Susanne Bryngelsson, Marta Bianchi

Omslagsfoto: En svensk rundpipig ost. Foto: Ulrika Åkesson

RISE Research Institutes of Sweden AB

Göteborg 2025

RISE Rapport: 2025:52

ISBN: 978-91-90036-40-2

Denna rapport har sammanställts av Susanne Bryngelsson, projektledare med expertis inom nutrition, RISE, och Marta Bianchi, forskare inom hållbar nutrition, RISE, i ett projekt som beställts och finansierats av LRF Mjolk. Det övergripande syftet med rapporten har definierats i dialog mellan författarna och representanter från LRF Mjolk. Nutritionsexperter knutna till LRF Mjolk har erbjudits möjlighet att lämna synpunkter före publicering. LRF Mjolk har också bidragit till grafisk utformning av den svenska rapporten, utifrån RISE mall för forskningsrapporter. Författarna är ansvariga för rapportens innehåll och slutsatser.

Denna rapport utgör en populärvetenskaplig version av den engelska huvudrapporten (Bryngelsson och Bianchi, 2025). Rapporten publicerades och presenterades vid ett webinarium arrangerat av LRF Mjolk den 27 maj 2025.

Begreppen "food matrix" och "cheese matrix" har i den här rapporten översatts till "livsmedelsmatrix" respektive "ostmatrix", i enlighet med tidigare språkbruk inom LRF Mjolk. Det saknas dock etablerad praxis kring översättning av dessa begrepp till svenska. Alternativa svenska översättningar skulle kunna vara "livsmedelsmatris" (som t.ex. används på Livsmedelsverkets Kontrollwiki), respektive "ostmatris".

Summary

The role of cheese matrix for health, in comparison with plant-based alternatives

Cheese is nutritious, rich in high quality proteins, vitamins (e.g., A, B12), and minerals (e.g., calcium, phosphorus) but also relatively high in saturated fats och salt. However, despite the high levels of saturated fats och salt, cheese consumption has been linked to reduced cardiovascular disease risk and has been shown not increase LDL cholesterol or blood pressure. These unexpected findings are attributed to the cheese matrix, which includes the combined effect of all nutrients and non-nutrients in cheese, how they are organized and the physical cheese structure.

With increased knowledge on the role of the cheese matrix on health, there is growing interest in understanding expected health effects when replacing cheese with plant-based alternatives, and the role of their matrix. The aim of this report is to summarize the current knowledge on the role of the cheese matrix in the health effects of cheese, in comparison with plant-based cheese alternatives.

Several cheese matrix factors may contribute to cheese's positive cardiometabolic effects, e.g., unique fatty acids, fat globule organization, casein micelle like structures, bioactive peptides and amino acids, the bioaccessibility of calcium, and vitamin K. Several cheese matrix factors are also suggested to benefit muscle- and bone health, e.g., the content of high-quality protein, favourable calcium-to-phosphorus ratio and content of vitamin K. The favourable ratio of calcium to phosphorus is also positive for dental health. Other positive effects of cheese on dental health are attributed to casein, low carbohydrate content (lactose which is less caries-inducing than other carbohydrates) and the saliva-stimulating effect of chewing cheese.

No study has analyzed the food matrix effect of plant-based cheese alternatives. Therefore, the comparisons to cheese can so far only be inferred from differences in nutrient composition, processing, and raw materials between plant-based and dairy cheese. Specific components in plant-based alternatives, such as anti-nutrients and the fortification of vitamins and minerals may potentially impact their health effect.

In conclusion, current evidence indicates that cheese, due to its unique matrix, may confer health benefits superior to those of plant-based alternatives, particularly with respect to cardiometabolic, dental, and musculoskeletal health outcomes. However, it remains uncertain whether assumptions derived from current knowledge of individual nutrients and ingredients accurately reflect the true health effects of plant-based cheese alternatives. Future research may further develop our understanding of how certain processes, such as fermentation, affect the cheese matrix and reveal unexpected health properties and matrix effects of plant-based cheese alternatives.

Sammanfattning

Ost är ett näringsrikt livsmedel som är rikt på högkvalitativa proteiner, vitaminer (t.ex. vitamin A och B12) och mineraler (t.ex. kalcium och fosfor). Ost innehåller dock också relativt höga halter av mättade fettsyror och salt, som generellt förknippats med ökade nivåer av LDL-kolesterol respektive högt blodtryck. Både LDL-kolesterol och högt blodtryck utgör riskfaktorer för hjärt-kärlsjukdom. Trots innehållet av mättade fettsyror och salt har konsumtion av ost visat sig var förknippat med minskad risk för hjärt-kärlsjukdom. Ostkonsumtion har inte heller visat sig leda till förväntad ökning av LDL-kolesterol eller blodtryck. För att förklara dessa oväntade hälsoeffekter av ost hänvisas ofta till betydelsen av ostmatrixen, dvs. den samlade effekten av alla näringsämnen och icke näringsämnen, hur de är organiserade i olika strukturer och även av den fysiska oststrukturen. Effekter av ostmatrixen kan även bidra till positiva effekter relaterat till muskel-, ben- och tandhälsa.

Parallellt med ökad kunskap om ostmatrixens betydelse för hälsoeffekter finns det ett växande intresse av att förstå vilka hälsoeffekter som kan förväntas vid utbyte av ost mot växtbaserade alternativ, och betydelsen av deras matrix. Med det övergripande syftet att summera kunskapen om ostmatrixens betydelse för hälsoeffekter av ost, jämfört med livsmedelsmatrixen för växtbaserade ostalternativ, bidrar denna rapport till ett sakligt underlag för denna diskussion.

Flera hälsofrämjande faktorer relaterade till ostmatrixen har föreslagits, inkl. förekomsten av specifika fettsyror, protein av hög kvalitet, bioaktiva peptider, biotillgängligt kalcium, och fördelaktig kvot mellan kalcium och fosfor. En central faktor är också organiseringen av fett i globulära fettstrukturer (eng. "milk fat globules"), som omges av ett unikt membran innehållande många bioaktiva ämnen. Även organiseringen av proteinet kasein i micelliknande strukturer antas spela en viktig roll.

Hittills saknas studier som specifikt undersökt betydelsen av matrixen hos växtbaserade ostalternativ för hälsoeffekter. De flesta av de föreslagna fördelaktiga "ostmatrixfaktorerna" kan dock antas inte förekomma naturligt i växtbaserade ostalternativ. För växtbaserade mejerialternativ diskuteras i stället andra faktorer, såsom högre bearbetningsgrad, berikning, antinutritionella faktorer, liksom innehåll och kvalitet av fiber, kolhydrater, fett och protein, i förhållande till mejeriprodukter.

Hälsoeffekterna av ost och mekanismerna bakom dessa är ännu inte helt klarlagda, men tillgänglig kunskap tyder på att ostmatrixen kan ge hälsofördelar som inte uppenbart kan erhållas från växtbaserade alternativ. Det ska dock inte uteslutas att oväntade matrixeffekter hos växtbaserade ostalternativ kan komma att klarläggas i framtida forskning, på samma sätt som förståelsen av ostmatrixen och dess möjliga inverkan på hälsan har växt fram över tid. Speciellt intressant kan det vara att undersöka möjligheterna med fermentering, avseende såväl struktur som näringsinnehåll hos växtbaserade ostalternativ. Fortsatta framsteg inom detta område är viktiga för att bättre förstå de möjliga hälsoeffekterna av att ersätta mejeriprodukter, som ost, med växtbaserade alternativ.

Innehåll

Summary	4
Sammanfattning	5
Innehåll	6
1 Inledning	7
1.1 Livsmedelsmatrix	7
1.2 Växtbaserade alternativ.....	8
2 Syfte	9
3 Litteratursökning	9
4 Ostmatrixen	12
4.1 Kardiometabol hälsa	12
4.1.1 Mjölkfett	14
4.1.2 Mjolkprotein.....	18
4.1.3 Vitamin K.....	19
4.1.4 Kalcium och fosfor	19
4.1.5 Oststrukturen och effekter av processing	20
4.2 Muskel- och benhälsa.....	22
4.3 Tandhälsa	23
5 Växtbaserade ostalternativ	24
5.1 Näringsmässig översikt	24
5.2 Hälsoeffekter	26
5.3 Matrixfaktorer	27
5.3.1 Högre grad av processning.....	28
5.3.2 Antinutriella faktorer	29
5.3.3 Berikade mikronäringsämnen	29
5.3.4 Fermentering.....	30
6 Avslutande kommentarer	31
Referenser	33

1 Inledning

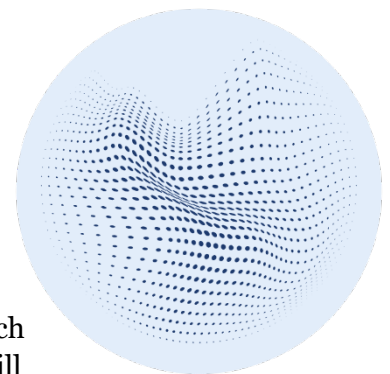
Ost är ett näringsrikt livsmedel som är rikt på högkvalitativa proteiner, vitaminer (t.ex. vitamin A och B12) och mineraler (t.ex. kalcium och fosfor). Ost innehåller dock också relativt höga halter av mättade fettsyror. Intag av mättade fettsyror har förknippats med ökade nivåer av LDL-kolesterol, vilket allmänt anses vara en orsak till hjärt-kärlsjukdom (Retterstøl och Rosqvist, 2024). I den senaste versionen av de nordiska näringsrekommendationerna (NNR 2023) rekommenderas att intaget av mättade fettsyror begränsas till högst 10 % av det totala energiintaget (NCM, 2023). I livsmedelsbaserade kostråd rekommenderas dessutom ofta att välja mejeriprodukter med låg fetthalt, för att begränsa intaget av mättade fettsyror och energi (NCM, 2023; USDA och HHS, 2020; PHE, 2016). Ost kan också vara en betydande källa till natrium, som är känt för att höja blodtrycket och därigenom öka risken för hjärt-kärlsjukdom (Jula, 2024). I NNR 2023 rekommenderas att saltintaget inte bör överstiga 6 gram per dag (NCM, 2023).

Sambandet mellan intag av livsmedel och hälsoeffekter, som inte kan förklaras enbart av livsmedlets innehåll av enskilda näringsämnen, hänvisas allt oftare till betydelsen av den så kallade livsmedelsmatrixen.

Trots att ost innehåller mättade fettsyror och natrium tyder epidemiologiska studier på ett omvänt samband mellan ostintag och risk för hjärt-kärlsjukdom (Bjørklund Holven och Sonestedt, 2024). Dessutom har kontrollerade studier visat att fett från ost inte höjer LDL-kolesterol (det s.k. onda kolesterolet) lika mycket som fett från andra källor i kosten, inklusive smör (Dunne m.fl., 2024). För att förklara sådana oväntade samband mellan intag av livsmedel och hälsoeffekter, som inte kan förklaras enbart av livsmedlets innehåll av enskilda näringsämnen, hänvisas allt oftare till betydelsen av den så kallade livsmedelsmatrixen (eng. food matrix).

1.1 Livsmedelsmatrix

Livsmedelsmatrixen avser livsmedlets kombination av näringsämnen och icke-näringsämnen, liksom de fysikalisk-kemiska förhållandena mellan dessa ämnen och hur olika ämnen är uppdelade och ”förpackade” i livsmedlet (t.ex. Comerford m.fl., 2025; Weaver och Givens, 2025). Med andra ord, med livsmedelsmatrix avses hela livsmedlet. Begreppet livsmedelsmatrix har fått ökad uppmärksamhet under de senaste åren. Forskning om hur både matens sammansättning och fysiska form samverkar för att påverka hälsan går dock tillbaka till 1970-talet (Haber m.fl., 1977). Matrixkonceptet erbjuder ett mer holistiskt synsätt jämfört med det traditionella ”reduktionistiska synsättet”, som fokuserar på enskilda näringsämnen. Interaktioner mellan livsmedelsmatrixens individuella komponenter kan påverka hur näringsämnen bryts ner under matsmältningen och hur väl de tas upp



av kroppen, dvs. deras biotillgänglighet. Matriceffekter kan resultera i egenskaper hos livsmedlet som är svåra att förutsäga, vilka också kan vara större än summan av de enskilda delarna.

Den framväxande förståelsen för livsmedelsmatrixers betydelse för hälsan har till stor del drivits på av forskning om mejeriprodukter, inklusive ost.

Den framväxande förståelsen för livsmedelsmatrixers betydelse för hälsan har till stor del drivits på av forskning om mejeriprodukter, inklusive ost (t.ex. Comerford m.fl., 2025; Weaver, 2021; Weaver, 2021). Stort intresse har ägnats åt mejerimatrixens betydelse för hälsoutfall kopplade till metabol hälsa och hjärt-kärlhälsa (t.ex. Taormina m.fl., 2024; Timon m.fl., 2020) men även för andra hälsoutfall, t.ex. tandhälsa (Shkembi och Huppertz, 2023b) och effekter på muskler och skelett (Geiker m.fl., 2020).

Mycket återstår att utforska när det gäller mekanismer som kan förklara varför intag av mättade fettsyror och salt från ost inte verkar ge upphov till förväntade negativa hälsoeffekter. Ett antal faktorer och mekanismer kopplade till ostmatrixen har dock föreslagits, t.ex. förekomsten av ett unikt membran som omger och stabiliserar fettdropparna i mjölk, kaseinmicellers förmåga att transportera näringsämnen, effekter av mikroorganismer som används för fermentering av osten, ostens innehåll av mejerispecifika fetter och peptider, kalcium av hög biotillgänglighet, och den fysiska oststrukturen i sig (Feeney m.fl., 2021).

1.2 Växtbaserade alternativ

Parallellt med det ökade intresset för mejeriprodukters hälsoeffekter finns det ett växande intresse för näringskvaliteten och hälsoeffekterna hos växtbaserade alternativ till mejeriprodukter, i förhållande till motsvarande mejeriprodukt. Växtbaserade alternativ till mejeriprodukter utvecklas som ett svar på konsumenternas ökande efterfrågan på växtbaserade livsmedel som efterliknar mejeriprodukternas struktur, smak och näringsvärde. Eftersom utgångsråvarorna och produktionsprocessen för växtbaserade mejerialternativ skiljer sig mycket från de mjölkbaserade produkterna är det inte bara svårt att få fram näringsmässigt likvärdiga produkter, de växtbaserade alternativen kan också tänkas ge andra hälsoeffekter än mejeriprodukter. Hittills har dock inga epidemiologiska studier specifikt undersökt sambanden mellan konsumtion av växtbaserade mejerialternativ och hälsoutfall, och det saknas även randomiserade kontrollerade studier som studerat hälsoeffekter av växtbaserade ostalternativ.

Växtbaserade alternativ innehåller vanligtvis många fler ingredienser än motsvarande animaliska livsmedel (McClements, 2023). För att simulera utseendet, känslan och smaken av ost kan växtbaserade alternativ innehålla färgämnen, smakämnen, förtjockningsmedel, geleringsmedel, bindemedel, struktureringsmedel och emulgeringsmedel. Växtbaserade alternativ berikas ofta med vitaminer och mineraler för att matcha mikronäringsprofilerna i produkter av animaliskt ursprung. Konserveringsmedel, som antioxidanter och antimikrobiella medel, tillsätts ofta för att säkerställa att de växtbaserade produkterna har tillräckligt lång hållbarhet och är säkra

att konsumera. Som ett resultat av detta kan näringsprofilen för växtbaserade ostalternativ variera avsevärt och avvika från näringsprofilen för ost (Moshtaghian m.fl., 2024; Craig m.fl., 2022). I synnerhet kan växtbaserade ostar innehålla lite eller inget protein och höga halter av mättade fetter, salt och stärkelse.

Dessutom kan typiska egenskaper hos ostmatrixen inte automatiskt antas finnas naturligt i växtbaserade alternativ. För växtbaserade ostalternativ kan dock andra matrixegenskaper spela en roll för deras hälsoeffekter. Det är t.ex. välkänt att näringsämnen i växtbaserade livsmedel kan vara mindre biotillgängliga på grund av förekomsten av antinutriella faktorer (McClements och McClements, 2023). Eftersom växtbaserade ostalternativ är en relativt ny livsmedelskategori vet vi dock än så länge lite om hur väl deras hälsoeffekter kan förutses baserat på deras näringsinnehåll, liksom om deras matrixegenskaper.

2 Syfte

Mot bakgrund av det ökande intresset för växtbaserade mejerialternativ finns det ett ökande behov att förstå vilka hälsoeffekter som kan förväntas vid utbyte av mejeriprodukter, inte minst ost, mot växtbaserade alternativ. Denna rapport utgör ett faktabaserat bidrag till denna diskussion.

Det övergripande syftet med denna rapport är att summera kunskapen om ostmatrixens betydelse för hälsoeffekter av ost, jämfört med livsmedelsmatrixen för växtbaserade ostalternativ. Med ost avses här primärt hårdost.

3 Litteratursökning

Den huvudsakliga vetenskapliga grunden för denna rapport samlades in genom en litteratursökning som syftade till att identifiera artiklar som specifikt handlar om matrixen och biotillgänglighet av näringsämnen, för ost och växtbaserade mejerialternativ. Sökningen avgränsades till artiklar publicerade 2019-2025. En kompletterande sökning gjordes också för att identifiera nyare kontrollerade studier med människor, som inte omfattades av de inkluderade översiktsartiklarna. Ytterligare artiklar identifierades via referenslistor och explorativa sökningar. Sökstrategierna anpassades för att få ett rimligt antal sökträffar i förhållande till projektets storlek. Denna rapport bygger således inte på en systematisk litteratursökning, men väl på en i huvudsak objektiv litteratursökning. En mer utförlig beskrivning av litteratursökningen redovisas i den engelska rapporten (Bryngelsson och Bianchi, 2025).

De översiktsartiklar som identifierades genom sökningen summeras i **tabell 1 och 2**. Dessa artiklar utgör basen för rapporten och har varit vägledande för urvalet av områden och faktorer relaterat till ostmatrixen och växtbaserade mejerialternativ som diskuteras i rapporten. I rapporten hänvisas generellt till dessa översiktsartiklar för

vidare läsning, där originalartiklar också går att hitta. För vissa områden anges exempel på originalreferenser (inkl. de kontrollerade studier som identifierades) och övriga kompletterande referenser, för att styrka specifika områden.

Sökningen fångade inga artiklar som specifikt handlade om matrixeffekter hos växtbaserade ostalternativ. Diskussionen kring växtbaserade ostalternativ baseras därför på fem översiktsartiklar som handlar mer allmänt om näringsmässiga perspektiv och fermentering av växtbaserade alternativ till mejeriprodukter (**tabell 2**), samt relevanta delar av tre artiklar som behandlar både mejeri och växtbaserade alternativ (se **tabell 1**).

Tabell 1. Översiktsartiklar som utgör huvudsakligt vetenskapligt underlag för de delar av rapporten som handlar om ostmatrixen (avsnitt 4).

Författare	Publiceringsår	Livsmedel	Hälsoutfall
Comerford m.fl.	2025	Mejeri + (växtbaserade alternativ)	Kardiometabol hälsa
Weaver och Givens	2025	Mejeri+ <i>växtbaserade drycker</i>	Kardiometabol hälsa Muskler och skelett
Dunne m.fl.	2024	Mejeri (speciellt mättat fett)	Kardiometabol hälsa
Pokala m.fl.	2024	Mejeri	Kardiometabol hälsa
Santiago-López m.fl.	2024	Ost	Ej specificerad
Taormina m.fl.	2024	Mejeri	Kardiometabol hälsa
Wilmot m.fl.	2024	Mjölkfettmembran	Ej specificerad
Shkemi och Huppertz	2023	Mejeri + <i>växtbaserade alternativ</i>	Tandhälsa
Torres-Gonzalez och Rice Bradley	2023	Mejeri	Kardiometabol hälsa
Unger m.fl.	2023	Mejeri	Kardiometabol hälsa
Feeney m.fl.	2021	Ost	Kardiometabol hälsa
Astrup m.fl.	2020	Mättat fett	Kardiometabol hälsa h
Geiker m.fl.	2021	Mejeri + <i>växtbaserade alternativ</i>	Muskler och skelett
Weaver	2021	Mejeri	Kardiometabol hälsa
Hirahatake m.fl.	2020	Mejeri (speciellt mjölkfett)	Kardiometabol hälsa
Poppitt	2020	Mejeri	Kardiometabol hälsa
Timon m.fl.	2020	Mejeri	Kardiometabol hälsa
Turgeon och Brisson	2019	Mejeri	Biotillgänglighet
Astrup m.fl.	2019	Mejeri	Kardiometabol hälsa
Fardet m.fl.	2019	Mejeri (livsmedelsstruktur)	Biotillgänglighet
Mozaffarian	2019	Mejeri	Kardiometabol hälsa

Tabell 2. Översiktsartiklar som utgör huvudsakligt vetenskapligt underlag för de delar i rapporten som handlar om växtbaserade ostalternativ (avsnitt 5).*

Författare	Publiceringsår	Mejeri/Ost/ Växtbaserat alternativ	Fokus	Förmodade* matrixkomponenter med förmodade hälsoeffekter
Erem och Kilic-Akyilmaz	2024	Fermenterad växtbaserade mejerialternativ och mejeri	Positiv effekt av fermentering med mjölksyrabakterier på teknologiska och hälsomässiga egenskaper.	Fermentering kan leda till minskat innehåll av antinutriella faktorer, frisättning av antioxidanter och föreningar med positiva effekter på glukosmetabolismen, minskad aktivitet av matsmältningsenzymerna som resulterar i "antidiabetisk funktion".
McClements och McClements	2023	Växtbaserade alternativ (inkl. kött-, fisk- och äggalternativ)	Utmaningar med att ersätta mejeriprodukter med växtbaserade alternativ på grund av näringsmässiga skillnader.	Högre halter av antinutriella faktorer och fibrer i växtbaserade alternativ kan hindra mineralernas biotillgänglighet och minska nedbrytningen i mag-tarmkanalen.
McClements	2023	Växtbaserade mejerialternativ (inkl. kött-, fisk- och äggalternativ)	Skillnader i näringsinnehåll och biotillgänglighet mellan växtbaserade alternativ och animaliska produkter med särskilt fokus på effekten av s.k. ultraprocessning.	Påverkan av en hög bearbetningsgrad och högre fett- och sockerhalt i växtbaserade alternativ kan resultera i annorlunda matsmältning och upptag av näringsämnen.
Kouamé m.fl.	2023	Växtbaserade mejerialternativ från spannmål	Näringsmässiga, hälsomässiga och tekniska aspekter relaterade till användningen av spannmål som växtbaserade mejerialternativ (inkl. probiotisk effekt).	Växtbaserade ostalternativ har en annan struktur, särskilt när det gäller proteinnätverket.
Sridhar m.fl.	2022	Växtbaserade mejerialternativ (inkl. kött- och sjömatalternativ)	Skillnader i näringsvärde och nedbrytning/upptag mellan växtbaserade alternativ och animaliska produkter.	Olika nedbrytning och upptag, med omnämnande av berikade mineralers biotillgänglighet i mjölkalternativ.

* Inga av de identifierade översiktsartiklarna behandlade uttryckligen matrixeffekter i växtbaserade ostalternativ.

^b Delar av Weaver och Givens, 2025; Shkembi och Huppertz, 2023; Geiker m.fl., 2020) användes också för avsnitt 5 (se tabell 1).

4 Ostmatrixen

4.1 Kardiometabol hälsa

Detta avsnitt baseras primärt på översiktsartiklar listade i tabell 1 med kardiometabol hälsa som hälsoutfall. I de fall informationen kan hänvisas till många av dessa artiklar ges hänvisning till ett urval av dem, för ökad läsbarhet. Alla övriga artiklar som använts som underlag framgår som referenser i texten.

Allt fler bevis tyder på att hälsoeffekterna av mättade fettsyror inte bara beror på den totala mängden som konsumeras utan också på typen av mättade fettsyror och i vilken livsmedelsmatrix de konsumeras.

Ost är en betydande källa till mättade fettsyror och natrium, som båda anses vara riskfaktorer för kardiometabol ohälsa, dvs. ohälsa relaterat till hjärta, kärl och ämnesomsättning, t. ex. ökad risk för höga nivåer av LDL-kolesterol och högt blodtryck. Allt fler bevis tyder dock på att mejeriprodukter, särskilt fermenterade mejeriprodukter som ost, har egenskaper som kan mildra eller motverka de negativa effekter av ost på kardiometabol hälsa, som man kan förvänta sig om man endast ser till ostens innehåll av mättat fett och salt (t.ex., Comerford m.fl., 2025; Pokala m.fl., 2024; Taormina m.fl., 2024; Timon m.fl., 2020; Torres-Gonzalez och Rice Bradley, 2023). Allt fler bevis tyder på att hälsoeffekterna av mättade fettsyror inte bara beror på den totala mängden som

konsumeras utan också på typen av mättade fettsyror och i vilken livsmedelsmatrix de konsumeras, där det även kan finnas skillnader mellan olika mejeriprodukter, t.ex. ost jämfört med smör (Weaver och Givens, 2025; Timon m.fl., 2020; Astrup m.fl., 2019).

En ingående genomgång av studier som undersökt hälsoeffekter av ost ligger utanför ramen för denna rapport. Nedan följer dock några exempel på kontrollerade studier avseende effekterna av ost på LDL-kolesterol:

- *Ost med full fetthalt jämfört med ost med reducerad fetthalt:* Ost med full fetthalt (Danbo, hårdost) medförde inte förändrade nivåer av LDL- eller HDL-kolesterol, insulin, glukos och triglycerider jämfört med fettreducerad ost eller kolhydratrika livsmedel (i mängder som gav motsvarande energi) (Raziani m.fl., 2016).
- *Ost jämfört med smör:* Ost medför lägre nivåer av LDL-kolesterol (men inte nödvändigtvis andra blodfetter) jämfört med smör (Tholstrup m.fl., 2004; Biong m.fl., 2004; Nestel m.fl., 2005; Hjerpsted m.fl., 2011; Feeney m.fl., 2018). Även i en systematisk genomgång av kontrollerade studier konstaterade författarna att konsumtion av hårdost sänker LDL-kolesterolet jämfört med smör (de Goede m.fl., 2015).
- *Intakt ost jämfört med dekonstruerad ost:* Intag av mejerifett från en intakt ostmatrix har visat sig leda till en större minskning av LDL-kolesterol jämfört med en mejeriprodukt bestående av smör, kasein och kalcium ("dekonstruerad ost", dvs. inte intakt ostmatrix) (Feeney m.fl., 2018). En uppföljande analys visade att den intakta osten medförde en större andel mindre skadliga LDL-partiklar (större storlek) jämfört med den "dekonstruerade osten" (Dunne m.fl., 2023). I en senare studie av samma forskargrupp fann man däremot inga skillnader i LDL-kolesterol (men däremot i

total kolesterol och triglycerider) när man jämförde osmält cheddarost med smält cheddarost och dekonstruerad ost (O'Connor m.fl., 2024). Författarna diskuterar att den uteblivna skillnaden skulle kunna bero på att många deltagare i studien redan hade normala kolesterolnivåer. I en tidigare studie fann samma forskargrupp en större kolesterolsänkning bland de med högst kolesterolnivå vid studiens start (O'Connor m.fl., 2022).

- *Könsspecifika effekter:* Könsspecifika effekter av ost på storleken hos LDL-partiklarna har rapporterades av Raziani m.fl. (2018) (fullfet vs fettreducerad ost) och Rooney m.fl. (Rooney m.fl., 2025) (intakt ost vs dekonstruerad ost), vilket författarna menar gör ost intressant i en individanpassad kost.

En nyligen genomförd studie tyder på att ett måttligt intag av ost även kan gynna hjärt-kärlhälsan genom att sänka risken för högt blodtryck (Yang m.fl., 2025). Andra studier visade inget samband mellan ost och förekomsten av högt blodtryck (Farinha m.fl., 2024). Även om det är för tidigt att dra slutsatsen att ost minskar blodtrycket, tyder aktuell kunskap på att ost åtminstone inte medför ökat blodtryck, trots dess ofta höga innehåll av salt. Det behövs dock mer forskning för att klarlägga detta närmare, inklusive jämförelser mellan ostar med varierande salthalter.

En nyligen genomförd studie tyder på att ett måttligt intag av ost även kan gynna hjärt-kärlhälsan genom att sänka risken för högt blodtryck.

När det gäller risken för typ 2-diabetes pekar vissa studier på en minskad risk (Zhong et al., 2024; Aune et al., 2013). I en nyligen genomförd svensk studie fann man dock ett positivt samband mellan ett mycket högt intag av ost (>100 g jämfört med <20 g) och risken för typ 2-diabetes, bland män men inte bland kvinnor (Zhang et al., 2025).

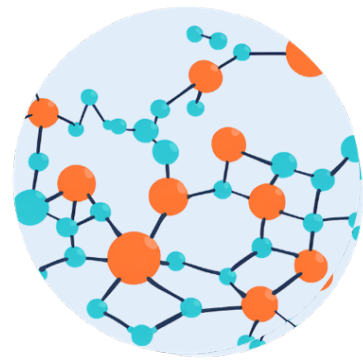
Det råder ännu inte enighet om de exakta mekanismerna bakom varför ost verkar medföra annorlunda effekter på kardiometabol hälsa jämfört med andra källor till mättade fettsyror och salt. Flera faktorer och egenskaper som är kopplade till ostmatrixen har föreslagits som möjliga bidragande faktorer, varav ett urval sammanfattas nedan (avsnitt 4.1.1-4.1.5; **figur 1**).



Figur 1. Exempel på faktorer relaterade till ostmatrixen som föreslås mildra de förväntade negativa effekterna av mättade fettsyror och natrium i ost.

4.1.1 Mjölfett

Mjölfett är en av de mest komplexa naturliga fettkällorna och består av över 400 fettsyror (Taormina m.fl., 2024; Torres-Gonzalez och Rice Bradley, 2023). Cirka 70 % av mjölkfettet består av mättade fettsyror (främst palmitinsyra, C16:0), medan cirka 30 % består av omättade fettsyror, som domineras av enkelomättade fettsyror (främst oljesyra C18:1) med mindre mängd fleromättade fettsyror (främst linsyra C18:2).



På grund av bakteriell aktivitet i vämnen innehåller mjölkfett flera unika fettsyror, inklusive korta, mellanlånga, grenade och udda fettsyror. I vämnen produceras också olika mjölkspecifika transfettsyror, t.ex. vaccensyra (18:1 t11), från omättade fettsyror i kosten. Dessutom innehåller mjölkfett fleromättade fettsyror med konjugerade dubbelbindningar, i både *cis*- och *trans*-form. I kommande avsnitt ges en kortfattat beskrivning av dessa olika grupper av fettsyror och deras potentiella betydelse för hälsan (avsnitt 4.1.1.2-4.1.1.7).

I mjölk finns majoriteten (97-98 %) av fettsyrorerna i form av triglycerider, medan resterande fettsyror finns i form av fosfolipider, sfingolipider, steroler och fria fettsyror.

I naturlig mjölk transporteras den största andelen av fett (95 %) av globulära fettstrukturer, som omges av ett unikt membran. Membranet stabiliserar fettdropparna och innehåller många olika komponenter med potentiella hälsoeffekter.

Den totala fetthalten i ost är betydligt högre än i mjölk på grund av vattenförlusten under osttillverkningsprocessen. Dessutom kan fermentering och mognad förändra fettsyraprofilen, vilket påverkas av den mikrobiella aktiviteten i startkulturen (Pokala m.fl., 2024).

Några komponenter i mjölkfettet som skulle kunna bidra till ostmatrixens sammantagna hälsoeffekter sammanfattas nedan. En generell begränsning är dock att det hittills vanligen saknas kontrollerade studier som utvärderar de långsiktiga effekterna av ett realistiskt intag av dessa specifika fettkomponenter på hjärtkärlsjukdomar, typ 2-diabetes eller andra aspekter av kardiometabol hälsa (Poppitt, 2020).

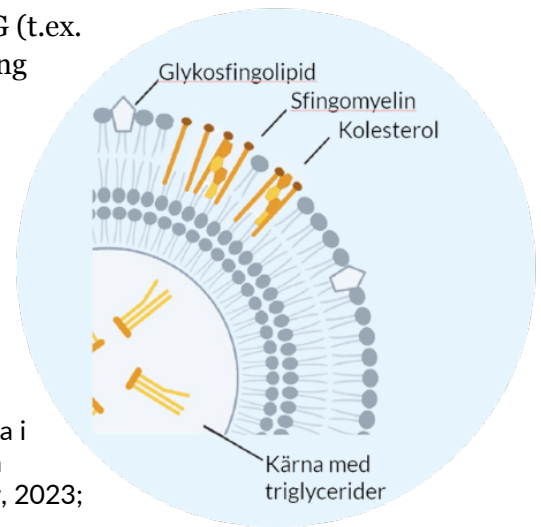
4.1.1.1 "Milk fat globules" och deras omgivande membran

De globulära fettstrukturerna i mjölk (eng. milk fat globules, MFGs) omges av ett trelagers membran (eng. milk fat globules membrane, MFGM) som består av proteiner (ca 70 %, varav många är enzymer), polära lipider och kolesterol (**figur 2**) (Wilmot m.fl., 2024; Torres-Gonzalez och Rice Bradley, 2023). Fettets förpackning i MFG gör mejerifett unikt i förhållande till fett i andra livsmedelskällor. Det omgivande membranet förhindrar aggregering av MFG, vilket skapar en emulsion (fett blandat i vatten) och skyddar fetterna i den inre kärnan från enzymatisk nedbrytning och oxidation. MFG och dess omgivande membran har tilldragit sig stort intresse som

centrala faktorer i diskussionen om mjölkmatrixens roll för hälsoeffekter, inte minst tack vare de polära lipider som finns i membranet (avsnitt 4.1.1.2).

Processning av livsmedlet kan påverka storleken på MFG (t.ex. homogenisering resulterar i mindre droppar). Processning kan även medföra att membranet byts upp (t.ex. vid kärning av smör). Detta kan i sin tur inverka på hur den slutliga produkten påverkar hälsan. En studie har visat att blodfetter påverkas olika beroende på om fettets äts i ett livsmedel där det omsluts av membranet (vispgrädde) eller inte (smörolja) (Rosqvist m.fl., 2015). Fett i form av smörolja, men inte i form av vispgrädde, medförde en ökning av LDL-kolesterol.

Figur 2. Det unika membranet i tre lager som omger fettkulorna i mjölk innehåller fosfolipider och sfingolipider, så kallade polära lipider (figur modifierad från Torres-Gonzalez och Rice Bradley, 2023; original skapats med BioRender.com).



4.1.1.2 Polära mjöklipider

Cirka 1 % av mjölkens fett utgörs av s.k. polära lipider, inkl. fosfolipider (t.ex. fosfatidylkolin) och sfingolipider (t.ex. sfingomyelin). En polär lipid är en fettmolekyl som har både en vattenälskande (hydrofil) och en vattenavstötande (hydrofob) del.

Ost innehåller särskilt höga halter av polära mjöklipider, medan smör har lägre halter eftersom membranet runt de globulära fettstrukturerna bryts upp under kärningsprocessen. Den högre koncentrationen av polära lipider i ost antas kunna ge unika fördelar, sett till effekter på kardiometabol hälsa (Torres-Gonzalez och Rice Bradley, 2023).

När polära mjöklipider intas i betydande mängder skulle de kunna bidra till positiva effekter via flera olika mekanismer (Comerford m.fl., 2025; Pokala m.fl., 2024; Torres-Gonzalez och Rice Bradley, 2023). De skulle t.ex. kunna hämma lipid- och kolesterolabsorptionen och minska de inflammatoriska reaktionerna på kosten i mag-tarmkanalen. Polära mjöklipider kan också vara intressanta för leverhälsa, på grund av deras förmodade förmåga att hämma upptag av lipider från tarmen och som en källa till kolin (Hirahatake m.fl., 2020). Det behövs dock mer forskning för att klargöra hälsopotentialen av polära mjöklipider, sett till realistiska mängder som kan konsumeras i en balanserad kost (Wilmot m.fl., 2024).

4.1.1.3 Korta och medellånga fettsyror

Korta (färre än sex kolatomer) och medellånga (6-10 kolatomer) fettsyror har uppmärksammats på grund av att deras omsättning i kroppen skiljer sig från omsättningen av längre fettsyror. Korta och medellånga fettsyror absorberas direkt i portådern och transporteras till levern för oxidation, medan längre fettsyror transporteras runt i blodcirkulationen innan de oxideras eller lagras i fettvävnad (Poppitt, 2020).

Det finns stöd för att korta och medellånga fettsyror kan ha fördelaktiga metabola effekter, liksom fördelaktiga effekter på viktkontroll och inflammation, där effekter via tarmens mikrobiota och mättnadssignaler antas vara en del av förklaringen (Astrup m.fl., 2019; Torres-Gonzalez & Rice Bradley, 2023; Poppitt m.fl., 2020).

Trots lovande bevis för att korta fettsyror spelar en viktig roll för den metabola hälsan finns också betydande kunskapsluckor, både avseende mekanismerna bakom effekten av korta fettsyror och vad som är en optimal strategi för att öka nivåerna av korta fettsyror – om det bör ske genom intag av kostfiber (som fermenteras till fettsyror i tarmen), probiotika (som bildar kortkedjiga fettsyror) eller via direkt intag av korta fettsyror (Münte och Hartmann, 2025). Ytterligare studier på människor behövs för att fastställa såväl effekter som säkerhet på lång sikt.

Medellånga fettsyror kan leda till större viktnedgång än längre fettsyror, medan bevisen för effekter på blodlipider och glukosmetabolismen är mer begränsade och komplexa, med motstridiga resultat från olika studier (He m.fl., 2024; Sivri och Akdevelioğlu, 2025)

4.1.1.4 Grenade fettsyror

Grenade fettsyror produceras av mikroorganismer hos idisslare, och förekommer därför i både mejeriprodukter och nötkött (men även i fisk). Ett exempel på en grenad fettsyra i mejeriprodukter är fytansyra, med en huvudkedja på 16 kolatomer och fyra metylgrupper (Sellem m.fl., 2022). Fytansyra härrör från nedbrytningsprodukter från klorofyll och innehållet i mejeriprodukter och nötkött beror därför på hur mycket gräs som djuret utfodrats med.

Djurförsök tyder på att grenade fettsyror kan ha positiva effekter, t.ex. skydda mot inflammation och höga nivåer av blodfetter, möjligen genom sin förmåga att förändra sammansättningen av tarmen mikrobiota (Torres-Gonzalez och Rice Bradley, 2023; Pokala m.fl., 2024; Astrup m.fl. 2020). En liten, kontrollerad studie visade dock inte på några betydande förändringar i blodfetter, insulin eller glukosnivåer efter konsumtion av ost, smör och mjölk med fytansyra (Werner m.fl., 2011). Ytterligare forskning behövs för att klargöra vilken roll grenade fettsyror spelar för kardiometabol hälsa.

4.1.1.5 Udda fettsyror

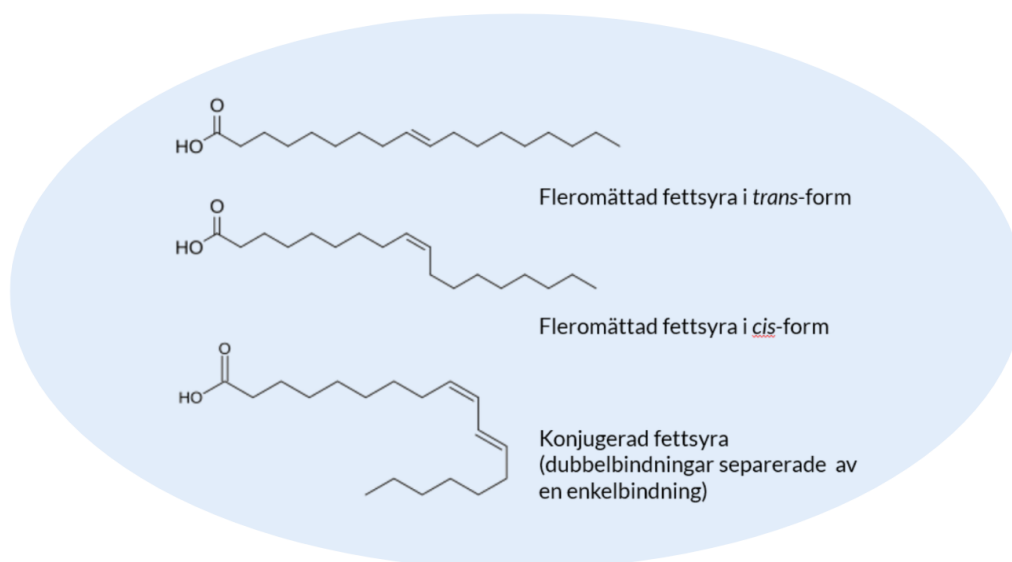
För de udda fettsyrorerna C15:0 (pentadekansyra) och C17:0 (heptadekansyra) har ett omvänt eller neutralt samband med typ 2-diabetes och kardiometabol risk rapporterats från kohortstudier (Poppitt m.fl., 2020). C15:0 har också föreslagits som en essentiell fettsyra och vissa bevis från djurmodeller tyder på att denna fettsyra kan dämpa inflammation och motverka förhöjda blodfetter (Torres-Gonzalez och Rice Bradley, 2023; Poppitt, 2020). Vissa uppgifter tyder även på att udda fettsyror i mjölk kan påverka leverfunktionen (Hirahatake m.fl., 2020). Hittills saknas dock interventionsstudier, som kan bringa närmare klarhet kring betydelsen av udda fettsyror för kardiometabol hälsa (Poppitt m.fl., 2020). Det krävs ytterligare forskning för att avgöra betydelsen av relevanta intag av udda fettsyror, från en balanserad kost.

Liksom grenade fettsyror bildas udda fettsyror hos idisslare. De udda fettsyrorna C17:0 och C15:0 har etablerats som biomarkörer för intag av mejeriprodukter (Sellem m.fl., 2022). De förekommer dock också i kött från idisslare, liksom i fisk. Därför finns det en risk att cirkulerande nivåer av C15:0 och C17:0 inte återspeglar intaget av mejeriprodukter på ett korrekt sätt, särskilt inte för mejeriprodukter med låg fetthalt och/eller om kosten också innehåller mycket nötkött eller fisk. Dessutom tyder nyare kunskap på att udda fettsyror även kan bildas hos människa, t.ex. av tarmens mikrobiota som svar på fiberintag (Sellem m.fl., 2022).

4.1.1.6 Transfettsyror

Transfettsyror är en grupp omättade fettsyror som innehåller en eller fler dubbelbindningar i s.k. *trans*-konfiguration, vilket skapar en rakare fettkedja, jämfört med *cis*-konfiguration (**figur 3**). Transfettsyror har därför egenskaper som liknar mättade fettsyror, trots att de är omättade. Transfettsyror kan bildas vid industriell processning av omättade fettsyror genom s.k. delvis härdning. Transfetter förekommer även naturligt i mejeri- och köttprodukter från idisslare. I mejeriprodukter finns t.ex. *trans*-11-vaccensyra (C18:1, t11) och *trans*-9-palmitoleinsyra (C16:1 t9).

Medan industriellt framställda transfetter generellt har negativa effekter i form av ökad risk för hjärt-kärlsjukdom och inflammation, finns det en diskussion om huruvida naturligt producerade transfettsyror från idisslare har samma negativa effekter (Oteng och Kersten, 2020). Det finns ett visst stöd för potentiella effekter av transfettsyror från mjölk avseende t.ex. insulinreglering, förbättrade blodfetter och minskad ansamling av fett i levern (Poppitt, 2020). Bevisen är dock fortfarande inkonsekventa och det finns även studier som har dragit slutsatsen att alla transfettsyror påverkar profilen av blodfetter negativt, oavsett från vilken källa de kommer (Brouwer m.fl., 2010).



Figur 3. Exempel på fleromättade fettsyror i *trans*-form, *cis*-form och *konjugerad* form.

4.1.1.7 Konjugerade linolsyror

Konjugerade linolsyror (eng. conjugated linolic acids, CLAs) är en grupp fleromättade fettsyror med konjugerade dubbelbindningar som finns i både *cis*- och *trans*-form (**figur 2**), där den vanligaste formen är *cis*-9 *trans*-11 linolsyra.

I likhet med transfettsyran vaccensyra finns det rapporter om fördelaktiga effekter av konjugerade linolsyror relaterat till kardiometabol hälsa, t.ex. på LDL-kolesterol (Poppitt, 2020). Många positiva resultat som rapporterats i djurmodeller eller experimentella studier har dock inte upprepats på ett tillfredsställande vis i kontrollerade studier på människor (Li m.fl., 2018; Rahbar m.fl., 2017). Även i metaanalyser som bekräftar positiva effekter av konjugerade linolsyror har farhågor om potentiella risker rests, mot bakgrund av ökad insulinresistens och förändring av fettvävnad i djurmodeller och vissa negativa effekter på blodfetter i studier på människa (Derakhshande-Rishehri m.fl., 2015). Den delvis motsägelsefulla bilden av konjugerade linolsyror hälsoeffekter kan bero på att olika studier har haft olika utformning och använt olika isomerer och olika doser av konjugerade linolsyror.

4.1.2 Mjölkprotein

Mjölkproteiner kan delas in i två huvudgrupper; vassleproteiner, som utgör ca 20 % av det totala proteinet, och kaseiner, som utgör ca 80 %. Under osttillverkningen koagulerar kaseinerna och bildar den fasta ostmassan, medan vassleproteinerna förblir lösliga i den flytande vasslen.

Cirka 20 % av mjölkproteinet består av grenade aminosyror, som leucin, isoleucin och valin, med en högre koncentration av dessa aminosyror i vassleproteiner jämfört med kaseiner. Proteiner i ost är av en bra kvalitet, sett till både aminosyrasammansättning och förmåga att brytas ner i mag-tarmkanalen. Under matsmältningen bryts största delen (ca. 95 %) av dem ner till aminosyror som blir tillgängliga för upptag i kroppen.

Proteiner i ost är av en bra kvalitet, sett till både aminosyrasammansättning och förmåga att brytas ner i mag-tarmkanalen.

Från observationsstudier finns visst stöd för gynnsamma effekter av proteinrika mejeriprodukter avseende typ 2-diabetes, men det är inte helt klarlagt om detta är en effekt av protein i sig (Poppitt m.fl. 2020). I vissa andra studier har man sett att ett högt intag av totalt protein eller animaliskt protein, inklusive visst mejeriprotein, är kopplat till ökad sjukdomsrisk (Poppitt m.fl. 2020). Fler långsiktiga studier behövs för att klargöra betydelsen av mjölkprotein för blodglukoskontroll och typ 2-diabetes, liksom hur detta kan jämföras med protein från andra källor, t.ex. växtbaserade proteiner (Anjom-Shoae m.fl., 2024).

4.1.2.1 Bioaktiva peptider och grenade aminosyror

Innehållet av bioaktiva peptider och aminosyror i ost påverkas av hur lång tid osten får mogna, sannolikt på grund av viss nedbrytning av kasein under mognadsprocessen (Weaver och Givens, 2025).

Vissa peptider som bildas från kasein, t.ex. tripeptiderna Val-Pro-Pro (VPP) och Ile-Pro-Pro (IPP), har visat sig ha blodtryckssänkande egenskaper (Torres-Gonzalez och Rice Bradley, 2023; Unger m.fl., 2023; Hirahatake m.fl., 2020). Den långsiktiga effekten av dessa peptider är dock fortfarande omdiskuterad, eftersom resultaten från olika studier inte är helt konsekventa.

För grenade aminosyror finns visst stöd för gynnsamma effekter efter måltid i form av förbättrad glukoskontroll (Poppitt m.fl. 2020). Det går dock inte att utesluta att minskad kroppsvikt och fettförbränning också kan bidra till dessa effekter. Dessutom är det ännu inte fastsällt om de doser av grenade aminosyror som krävs för den positiva effekten kan uppnås genom rekommenderat intag av mejeriprodukter.

4.1.3 Vitamin K

K-vitamin är en grupp fettlösliga vitaminer (K₁, K₂, K₃) som har en potentiell roll vid hjärt-kärlsjukdom genom att hämma kärlförkalkning. Vitamin K₂ kan inte bildas hos människor, men kan finnas i fermenterade produkter tack vare bakteriell produktion. Det finns stöd från både observerande och experimentella studier för att vitamin K₂ kan ha fördelaktiga effekter avseende risken för typ 2-diabetes (Astrup m.fl., 2019).

Biotillgängligheten av vitamin K från ost har visat sig variera mycket (6-80 %), vilket betyder att vissa, men inte alla, ostar kan vara bra källor till K-vitamin (Jensen m.fl., 2021).

4.1.4 Kalcium och fosfor

Biotillgängligheten av kalcium från mejeriprodukter har visat sig vara högre jämfört med andra kostkällor (Timon m.fl., 2020; Shkempi och Huppertz, 2022). För ost kan biotillgängligheten av kalcium variera något men den ligger troligen mellan 20-40 %, vilket är lika eller något högre jämfört med mjölk och yoghurt; ungefär lika som för de flesta kalciumsalter (t.ex. karbonat, fosfat, sulfat) och något lägre än för organiska kalciumsalter (t.ex. laktat, citrat). Den höga biotillgängligheten antas delvis kunna förklaras av kaseinmicellernas förmåga att binda och leverera kalcium (och även fosfat) i höga koncentrationer (Weaver och Givens, 2025). Biotillgängligheten av kalcium tycks inte påverkas av laktos eller fermentering (Weaver m.fl., 2011).

Det finns idag kunskap om att det är viktigt att skilja på olika källor till kalcium (Poppitt 2020). Kalciumtillskott, men inte kalcium som konsumeras i livsmedelsprodukter, har föreslagits öka risken för hjärtinfarkt (Reid, 2025).

Efter intag av kalciumrika mejeriprodukter, speciellt ost, har flera studier sett positiva effekter i form av lägre blodfetter (LDL-kolesterol) och ökad fettutsöndring i avföringen (Weaver och Givens, 2025; Torres-Gonzalez och Rice Bradley, 2023; Unger m.fl., 2023). Det finns vissa belegg för att detta kan

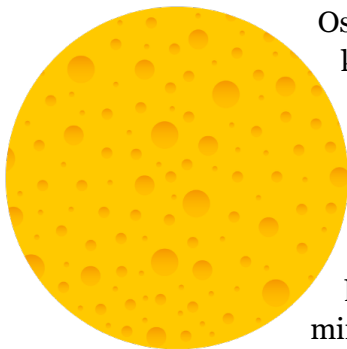
Efter intag av kalciumrika mejeriprodukter, speciellt ost, har flera studier sett positiva effekter i form av lägre blodfetter (LDL-kolesterol) och ökad fettutsöndring i avföringen.

förklaras av att kalcium bildar olösliga komplex med fettsyror (främst med långa fettsyror) i mag-tarmkanalen. Även närvaro av fosfor kan påverka förmågan att bilda sådana komplex, vilket kan vara förklaringen till att man ser denna effekt speciellt för ost som har högt innehåll av både fosfor och kalcium, jämfört med andra mejeriprodukter. Det finns dock också studier som bekräftat positiva effekter på LDL-kolesterol av ost med hög kalciumhalt utan att kunna förklara detta med ökad fettutsöndring i avföringen (Feeney m.fl., 2023).

Kalcium kan även påverka faktorer kopplade till risken för typ 2-diabetes (Poppitt, 2020). Bevisen för att kalcium från mejeriprodukter kan förebygga typ 2-diabetes är dock blandade.

Förutom direkta metabola effekter kan kalcium indirekt påverka hälsoeffekter av ost genom att bidra till ostens struktur och textur (se avsnitt 4.1.5).

4.1.5 Oststrukturen och effekter av processing



Ostens struktur är en komplex sammansättning av de enskilda komponenterna. Protein, särskilt kasein, som hydratiseras med vatten bildar nätverk där fettdroppar, mineraler, bakterier och lösta ämnen som mjölksyra, eventuellt kvarvarande laktos, lösliga salter och peptider är insprängda (Feeney m.fl., 2021). I ost förekommer kasein som stora kolloidala aggregat, så kallade kaseinmiceller (Turgeon och Brisson, 2020). Den unika strukturen hos kaseinmicellerna möjliggör transport och leverans av proteiner och mineraler.

De olika bearbetningssteg som olika produkter genomgår från mjölkråvara till slutlig mejeriprodukt leder till förändringar av den övergripande makro- och mikrostrukturen. Baserat på innehållet av makronäringsämnen är ost en fettrik mejeriprodukt, liksom smör. Baserat på strukturell sammansättning liknar ost dock mer yoghurt eller flytande mjölk med högt proteininnehåll, högt kalciuminnehåll och högt innehåll av intakta globulära mjölkfettstrukturer (MFG) omslutna av sitt unika membran (Poppitt, 2020). Medan helmjölk innehåller fett i en flytande emulsion, tillsammans med laktos, kasein och vassle, består ost främst av kaseinproteiner och fett är inbäddat antingen i MFG eller som ostrukturerat flytande fett dispergerat i ett koagulerat kaseinnätverk, med endast spårmängder av laktos och vassle (Timon m.fl., 2020; Turgeon och Brisson 2020). Fettdroppar som är större än nätverkets porer kan störa nätverksstrukturen, medan mindre fettdroppar fungerar som fyllnadsmedel. I motsats till ost är smör en vatten-i-olja-emulsion som huvudsakligen består av fett och vatten, med försumbart protein- eller kolhydratinnehåll.

Hur beståndsdelarna i olika ostar organiseras kan skilja sig markant på grund av ett antal faktorer, t.ex. mjölkens sammansättning och förbehandling (t.ex. homogenisering och värmebehandling), koaguleringsmetod, mognadsförhållanden (t.ex. varaktighet och mognadstemperaturer) och beredning före konsumtion (t.ex. tillagning, bakning, grillning) (Feeney m.fl., 2021). Ost är därför en mångsidig grupp av produkter med potentiellt olika hälsoegenskaper. Till exempel är ost som tillverkas genom

syraakoagulering i allmänhet lös, mjuk och har hög fuktighet, medan löpekoagulering resulterar i fastare och tätare kaseinnätverk (Turgeon och Brisson, 2020). Kalcium spelar också en viktig roll för ostens struktur, där högre kalciumhalter bidrar till en fastare och hårdare konsistens.

Ostens sönderfall under matsmältningen är korrelerat med ostens texturella egenskaper. Exempelvis medför högre spänst, sammanhållning, tuggmotstånd och hårdhet hos osten längre upplösningshastighet och långsammare nedbrytning av fett och protein (Weaver och Givens, 2025; Timon m.fl., 2020; Turgeon och Brisson, 2020; Fardet m.fl., 2019). Detta kan förklaras av att ett tätt och sammanhängande proteinnätverk ger högre motståndskraft mot strukturell nedbrytning och följaktligen en minskad frisättning av de större fettdropparna från proteinmatrixen. Aggregerade kaseinmiceller i ost kan också påverka enzyms förmåga att bryta ner fett i ostmatrixen, jämfört med samma fett i andra livsmedelsmatrixer (t.ex. mjölk och smör) (Timon m.fl. 2020). Frisättningen av fettsyror verkar ske snabbare när osten framställs av homogeniserad mjölk, medan högre viskositet bidrar till att fördröja blodfettsvaret efter måltid (Fardet m.fl. 2019; Schmidt m.fl., 2020).

Ostens sönderfall under matsmältningen är korrelerat med ostens texturella egenskaper. Exempelvis medför högre spänst, sammanhållning, tuggmotstånd och hårdhet hos osten längre upplösningshastighet och långsammare nedbrytning av fett och protein.

Medan betydelsen av strukturen hos ouppvärmad ost för metabola svar och hälsoeffekter har studerats relativt väl, har hälsoeffekterna av smält ost fram tills nyligen varit outforskade (Feeney m.fl., 2021). En nyligen genomförd kontrollerad studie visade att smält ost, jämfört med osmält ost, ökade koncentrationen av total kolesterol och triglycerider utan någon effekt på LDL-kolesterol eller glykemisk kontroll (O'Connor m.fl., 2024).

4.1.5.1 Fermentering

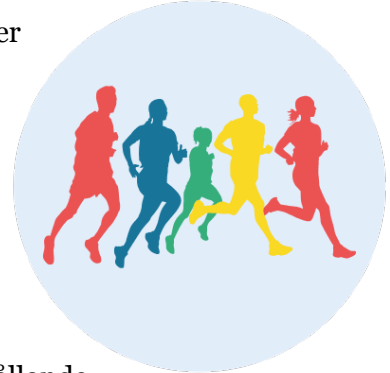
Under fermentering av ost kan en rad bioaktiva föreningar, t.ex., CLA, gamma-aminosmörtsyra (GABA), bioaktiva peptider, enzymer, exopolysackarider, organiska syror, riboflavin, folat och vitamin B12, produceras, beroende på startkulturens egenskaper (Comerford m.fl. 2025; Santiago-López m.fl., 2024).

En genomgång av möjliga probiotiska effekter av levande bakterier i ost ligger utanför ramen för denna översikt. En nyligen genomförd studie konstaterade dock att ostens innehåll av bakterier kan bidra till komplexiteten, mångfalden och aktiviteten hos tarmens mikrobiom (Milani m.fl., 2025). Den mikrobiella rikedom varierar mellan olika ostar beroende på produktionsmetod, mognadsgrad och lagringsförhållanden (Choi m.fl., 2020). Generellt har hårda ostar en låg halt av levande bakterier jämfört med t.ex. yoghurt.

4.2 Muskel- och benhälsa

Detta avsnitt baseras på översiktsartiklar av Geiker et al (2023) och Weaver och Givens (2025), tillsammans med övriga i texten angivna referenser.

Kalcium spelar en central roll för benhälsa och mejeriprodukter kan därför antas ha en fördelaktig effekt. Intressant nog tycks kalcium i mejeriprodukter, speciellt fermenterade produkter som ost, dessutom ge ytterligare positiva effekter på benomsättningen, utöver vad som kan förväntas sett endast till kalciuminnehållet. En möjlig förklaring kan vara att mejeriprodukter också innehåller många andra ämnen som är viktiga för benhälsan. Det är t.ex. känt att kvoten mellan kalcium och fosfor (Ca:P) från kosten är avgörande för mineralabsorption och benbildning. Jämfört med önskat förhållande Ca:P i kosten för vuxna (1:1) och barn (2:1) ligger mejeriprodukter generellt bra till, där mjölk har en kvot på 1.3:1.



Det höga proteininnehållet i mejeriprodukter är en annan positiv faktor för muskler och skelett, genom att protein stimulerar tillväxtfaktorer (t.ex. insulin) och främjar benbildning. Även om sojadrycker kan ha liknande nivåer av protein som mjölk, är animaliska proteinkällor generellt mer lättsmälta. Dessutom är fördelningen av de nio essentiella aminosyror bättre anpassade för människans behov, särskilt för muskel- och benbildning, i animaliska livsmedel. Möjligen ger dock en kombination av vassel och kasein bäst effekt, eventuellt också med inverkan av andra mejerispecifika komponenter. Det kan därför finnas anledning att närmare utreda den relativa effekten av ost, som främst innehåller främst kasein, jämfört med andra mejeriprodukter.

En jämförande studie mellan ost (Cheddar) och mjölk visade att ost resulterade i en långsammare och mer ihållande ökning av aminosyror i blodet efter måltid, men tillgängligheten av aminosyror i blodet efter fem timmar totalt sett var lika för båda produkterna (de Hart m.fl., 2021). Till skillnad från mjölk medförde ost inte en ökning av insulin eller blodsockersvar i musklerna, vilket kan vara en fördel vid behov av strikt kontroll av blodsockret, som hos personer med diabetes. Det är fortfarande oklart hur en lägre och mer långvarig cirkulation av aminosyror efter måltid, som efter intag av ost, påverkar uppbyggnaden av muskler och benvävnad. En studie har dock visat att intag av ost och mjölk på liknande sätt ökade bildning av muskelprotein, både i vila och under återhämtning från träning (Hermans m.fl., 2022).

K-vitamin är en annan viktig faktor för benhälsan, som också finns i ost. En jämförande studie mellan Jarlsberg-ost (som innehåller vitamin K₂) och Camembert (som inte innehåller vitamin K₂) visade att benmetabolismen efter intag av Jarlsberg, men inte efter intag av Camembert, återspeglade benbildning (Lundberg m.fl., 2022).

En annan viktig faktor för muskuloskeletal hälsa är vitamin B₁₂, som finns naturligt i mejeriprodukter.

4.3 Tandhälsa

Detta avsnitt baseras på översiktsartikel av Shkempi och Huppertz (2023), tillsammans med övriga i texten angivna referenser.

Baserat på årtionden av forskning är det väletablerat att mejeriprodukter i allmänhet har skyddande effekter på tandhälsan. Flera mekanismer kan bidra till att förklara detta, t.ex. har kasein föreslagits minska karies genom att absorberas till emaljen och genom buffring av syror. Vid enzymatisk nedbrytning av kasein bildas kasein-fosfopeptider, som stabiliserar kalciumfosfat i lösningar. Som diskuteras ovan (avsnitt 4.2) har mjölkprodukter även ett gynnsamt kvotförhållande mellan kalcium och fosfor (Ca:P).



När mjölk fermenteras, t.ex. vid osttillverkning, sjunker pH-värdet, vilket generellt anses vara en risk för tandhälsan. Tack vare att kalcium och fosfat kapslas in i kaseinmiceller förblir mejeriprodukterna dock mättade med kalcium och fosfat även vid låga pH-värden. Därmed finns det ingen betydande drivkraft för lösliggörande av kalciumfosfat från tänderna. I kontrollerade studier har man tvärtom funnit att ost ökar koncentrationen av kalcium och fosfor i tandplack (Moynihan m.fl., 1999; Ravishankar m.fl., 2012).

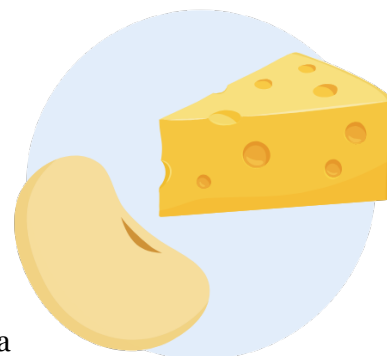
En annan faktor av relevans för tandhälsa är att ost har få eller inga kvarvarande kolhydrater, som annars kan fermenteras och gynna kariesbildning. Eventuella kvarvarande kolhydrater i ost är dessutom i form av laktos, som har en lägre kariesbildande effekt jämfört med andra kolhydrater. Tuggning av ost stimulerar också salivutsöndringen, vilket ytterligare är en positiv faktor för tandhälsan.

Även mjölkfett kan bidra till att dämpa kariesbildning genom att belägga emaljytan.

5 Växtbaserade ostalternativ

5.1 Näringsmässig översikt

Detta avsnitt baseras främst på översiktsartiklar av Grossmann och McClements (2021), McClements och McClements (2023), Kouame m.fl. (2023) och utvalda referenser från dessa artiklar, samt en svensk studie av Moshtaghian m.fl. (2024).



Växtbaserade ostalternativ kan definieras som ”ett ätbart material framställt av växtingredienser som är utformat för att ha liknande utseende, konsistens och smak som animaliska ostar” (Grossmann och McClements, 2021). Näringsprofilen för växtbaserade ostalternativ är ett resultat av de ingredienser och den teknik som används vid tillverkningen. Framställning av växtbaserade ostalternativ kan antingen ske genom att använda isolerade växtbaserade ingredienser, t.ex. ett baljväxtprotein (s.k. bottom-up-strategi) eller baserat på hela växtbaserade ingredienser, t.ex. en hel nöt (s.k. top-down-strategi). Det förstnämnda tillvägagångssättet möjliggör en större anpassning av produktens slutliga näringsprofil på bekostnad av en högre bearbetningsgrad.

Växtbaserade ostalternativ saknar mejeriproteiner, som till stor del är ansvariga för ostens unika näringsmässiga, sensoriska och fysikalisk-kemiska egenskaper. Därför är många växtbaserade ostalternativ starkt beroende av icke-proteinhaltiga ingredienser som kokosolja, palmolja eller andra fasta växtbaserade fetter som smälter med ökande temperatur (Grasso m.fl., 2021; Mattice och Marangoni, 2020). Slutprodukten har ofta en struktur där små fettdroppar finns inbäddade i en struktur uppbyggd av ett bristfälligt proteinnätverk och/eller viskoelastiska polysackarider (långa kolhydratkedjor med både flytande och elastiska egenskaper), vilket skiljer sig mycket från strukturen hos mjölkbaserad ost (se avsnitt 4.1.5).

I **tabell 3** ges exempel på näringsinnehåll i växtbaserade ostalternativ som formulerats med en ”bottom-up”-strategi respektive ”top-down”-strategi. Bland dessa exempel kan man notera en väsentlig skillnad avseende innehåll av protein, mättat fett, kolhydrater, fibrer och berikat kalcium mellan ”bottom up”-alternativen och den cashewnötsbaserade produkten (”top down”).

En kartläggning av produkter på den amerikanska marknaden bekräftar att växtbaserade ostalternativ i stor utsträckning innehåller lite eller inget protein och har ett väsentligt högre innehåll av kolhydrater, främst i form av stärkelse (som används för att ge en ostliknande konsistens), jämfört med ost. Dessutom tenderar de växtbaserade ostalternativen på den amerikanska marknaden att ha en högre natriumhalt än ost, vilket kan antas vara negativt ur hälsosynpunkt (McClements och McClements, 2023). Bilden stöds också av en studie som kartlagt näringsinnehållet i växtbaserade ostar på den svenska marknaden (**tabell 4**) (Moshtaghian m.fl., 2024). Här delades de växtbaserade ostalternativen in i växtfettbaserade eller växtfett- och proteinbaserade, beroende på deras sammansättning. Båda produktgrupperna innehöll mer kolhydrater och salt och mindre protein än ost. Dessutom hade de växtfettbaserade ostalternativen högre halt av mättat fett än ost.

Tabell 3. Energi och näringsinnehåll i cheddarost och växtbaserade ostalternativ.

Näringsämne (per 100 g)	Cheddarost ¹	Växtbaserat ostalternativ #1 ("bottom-up")	Växtbaserat ostalternativ #2 ("bottom-up")	Växtbaserat ostalternativ #3 ("bottom-up")	Växtbaserat ostalternativ #4 ("top-down")
Energi(g)	409	250	286	300	393
Protein (g)	23.3	0	0	0	14.3
Fett totalt (g)	34.0	17.5	25.0	20.0	28.6
Mättat fett (g)	19.2	15.0	21.4	17.5	5.4
Kolesterol (mg)	107	0	0	0	0
Kolhydrater (g)	2.44	20	25	25	0
Sockerarter (g)	-	0	0	0	0
Fiber (g)	-	0	-	0	25.0
Kalcium (mg)	707	700	607	650	3.6
Järn (mg)	0.16	4	0.71	1.0	7.1
Natrium (mg)	654	750	1040	700	35.7

¹Data från USDA:s livsmedelsdatabas; ² Data från McClements 2023.

Växtbaserat ostalternativ #1: Vatten, modifierad livsmedelsstärkelse, kokosnötsolja och kalciumcitrat. Högst 2 % av varje: salt, naturlig smak, citronsyra, betakaroten och cyanokobalamin (vitamin B12).

Växtbaserat ostalternativ #2: Vatten, modifierad potatisstärkelse, kokosolja och salt. Två procent eller mindre av trikalciumfosfat, naturlig smak, odlad dextros, dinatriumfosfat, annattoextrakt, vitamin A-palmitat, paprikaoleoresin och vitamin D3.

Växtbaserat ostalternativ #3: Vatten, modifierad livsmedelsstärkelse, kokosolja, kalciumcitrat, salt, naturlig smak, citronsyra, betakaroten, paprikaextrakt, socker och cyanokobalamin (vitamin B12).

Växtbaserat ostalternativ #4: Ekologisk cashewmjölk (ekologiska cashewnötter, filtrerat vatten), ekologisk kikärtsmiso (ekologiskt ris koji (ekologiskt ris, koji-sporer), hela ekologiska kikärter, havssalt, vatten), näringsjäst, havssalt, naturliga smaker (från oregano, plommon, linfrö) och kulturer.

Tabell 4. Energi och näringsinnehåll i växtbaserade ostalternativ och ost på den svenska marknaden. Värdena presenteras som medianvärden, baserat på data från Moshtaghian m.fl. 2024.

Näringsämne (per 100 g)	Ostalternativ baserade på växtfett (n=21)	Ostalternativ baserade på växtfett och -protein ^a (n=15)	Ost (n=36)
Energi (kcal)	285	292	283
Fett total (g)	23.0	24.0	22.3
Mättat fett (g)	21.0*	14.0	14.5
Kolhydrat (g)	22.0*	19.0*	1.90
Sockerarter (g)	0.50	0.30	0.20
Fiber(g) ^b	Ingen data	6.10*	0.00
Protein (g)	0.50*	1.10*	17.0
Salt (g)	1.80*	2.20*	1.20
Vitamin D (ug) ^b	Ingen data	4.00*	0.12
Vitamin B2 (mg) ^b	Ingen data	0.90*	0.27
Vitamin B12 (ug) ^b	2.50*	1.70*	0.62
Kalcium (mg) ^b	650	135*	440
Jod (ug) ^b	Ingen data	87.0*	12.0

*= Signifikant skillnad jämfört med ost.

^a Proteininnehållande ingredienser inkluderar nötter, frön eller proteinisolat, t.ex. potatisprotein; ^b Näringsämne som inte behöver deklaras, data saknas för vissa produkter.

5.2 Hälsoeffekter

I översiktsartikeln av McClements och McClements (2023) framhålls att växtbaserade ostalternativ inte är en hälsosam ersättning för ost, eftersom de växtbaserade alternativen innehåller väsentligt mindre protein och istället mer stärkelse. Såvitt vi vet finns dock i dagsläget ingen publicerad studie som undersökt hälsoeffekter av växtbaserade ostalternativ.

Eftersom växtbaserade ostalternativ generellt har en låg proteinhalt och inte innehåller kasein, kan man anta att de inte ger samma positiva hälsoeffekter som tillskrivs proteinrelaterade faktorer i ost, relaterat till kardiometabol hälsa och muskel- och benhälsa (se avsnitt 4.1.2 och 4.2). Även om proteinhalten i vissa växtbaserade ostalternativ (t.ex. de som baseras på chashewnötter, **tabell 3**) når upp till motsvarande nivåer som i vissa ostar, är kvaliteten på växtprotein lägre jämfört med protein i mejeriprodukter. För sojaböner varierar proteinets förmåga att brytas ner i mag-tarmkanalen mellan 72 och 86 % beroende på bearbetning, jämfört med 100 % i vassle och kasein. Växtbaserat protein har också begränsat innehåll av vissa essentiella aminosyror, t.ex. har soja-, ärt- och mandelprotein lågt innehåll av metionin och cystein. Livsmedel av dessa råvaror behöver därför kompletteras med livsmedel av andra råvaror för att en fullvärdig proteinkvalitet av kosten ska uppnås.

Förutom en lägre proteinhalt har växtbaserade alternativ också lägre halter av kalciumfosfat, vilket talar emot att växtbaserade alternativ erbjuder samma fördelar som ost avseende muskel-, skelett- och tandhälsa. Som nämns i avsnitt 4.2 har mjölk en fördelaktig kvot mellan kalcium och fosfor (Ca:P) på 1.3:1. För växtbaserade alternativ kommer denna kvot att variera beroende på berikning, t.ex. skulle ej berikad sojadryck ha en låg kvot på 0.2:1, medan berikad sojadryck kan nå upp till en kvot på 1.8:1. Samtidigt är det inte säkert att kalcium i växtbaserade alternativ kan tas upp av kroppen lika bra som kalcium i mejeriprodukter (se avsnitt 5.2.4), vilket i så fall medför att kvoten för växtbaserade alternativ inte är fullt rättvisande.

Förutom en lägre proteinhalt har växtbaserade alternativ också lägre halter av kalciumfosfat, vilket talar emot att växtbaserade alternativ erbjuder samma fördelar som ost avseende muskel-, skelett- och tandhälsa.

En annan, och möjligen viktigare, ”ostfaktor” som saknas i växtbaserade ostalternativ är mjölkfettets unika sammansättning och strukturella organisation, vilka anses vara centrala för hälsoeffekter av ost (se avsnitt 4.1.1). Även om totala fetthalten i växtbaserade ostalternativ inte nödvändigtvis skiljer sig från fetthalten i ost, innehåller vissa växtfettbaserade alternativ mer mättat fett än ost (**tabell 4**). Medan mättat fett från mejeriprodukter inte har visat sig öka risken för hjärt- och kärlsjukdomar, vet vi mindre om hälsoeffekterna av växtbaserat mättat fett som äts i form av växtbaserade ostalternativ. Det är dock känt att palmolja och kokosolja höjer nivån av LDL-kolesterol, jämfört med vegetabiliska oljor med hög halt av omättade fettsyror (Rosqvist och Niinistö, 2024).

I växtbaserade ostalternativ saknas också flera vitaminer och mineraler som finns naturligt i mjölk och ost. Vissa av dessa tillsätts genom berikning av växtbaserade mejerialternativ (se avsnitt 5.2.4) medan berikning med andra näringsämnen, t.ex. vitamin A, magnesium och kalium, är ovanligt.

Baserat på innehållet av näringsämnen finns det med andra ord få belegg för att växtbaserade alternativ till mejeriprodukter skulle ha samma gynnsamma effekter som mejeriprodukter på muskel-, ben-, och tandhälsa hälsa (se avsnitt 4.2 och 4.3) (Geiker m.fl. 2023; Shkembi och Huppertz 2023). Tillgängliga studier som jämför mejeriprodukter med växtbaserade alternativ tyder på att mejeriprodukter verkar vara mer fördelaktiga för benhälsan. Det är dock ett område som behöver studeras vidare, inte minst avseende effekter av att byta ut ost mot växtbaserade alternativ, vilket hittills inte alls har studerats.

5.3 Matrixfaktorer

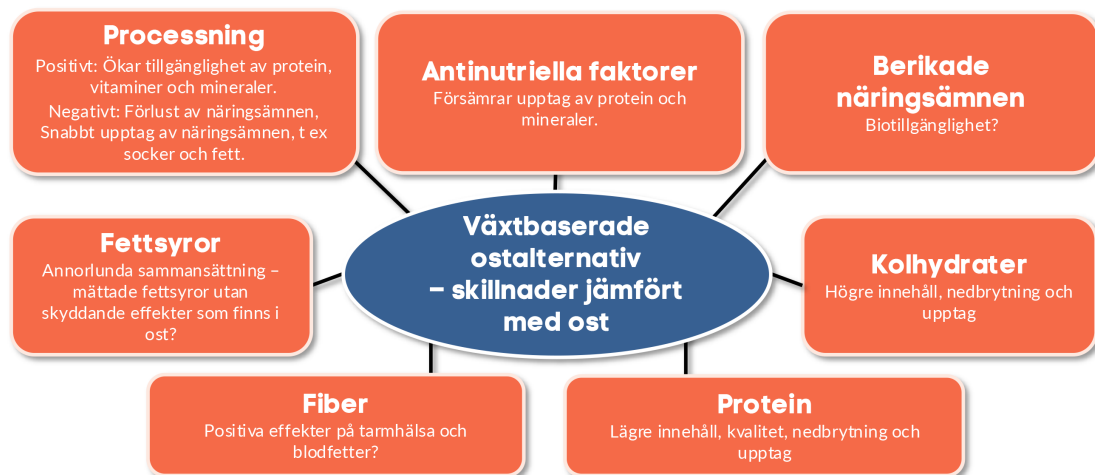
Detta avsnitt baseras på alla fem översiktsartiklar i tabell 2, plus utvalda referenser från dessa artiklar.

Som nämnts tidigare saknas hittills studier av faktiska hälsoeffekter av växtbaserade ostalternativ. I arbetet med den här rapporten identifierades inte heller någon artikel som specifikt diskuterar hälsoeffekter kopplade till matrixen hos växtbaserade ostar.

I översiktsartiklarna spekuleras det ofta om potentiella hälsoeffekter av växtbaserade mejerialternativ baserat på olika produktionsprocesser, ingredienser och näringssammansättning, jämfört med mjölkbaserade produkter. Utifrån dessa resonemang kan följande exempel på faktorer av betydelse för hälsoeffekter, som *skiljer växtbaserad ost från mejeribaserad ost*, nämnas (**figur 4**) (varav några vidareutvecklas i avsnitt nedan):

- Högre grad av bearbetning i produktframställningen (se avsnitt 5.3.1).
- Antinutritionella faktorer och påverkad biotillgänglighet av mineraler (se avsnitt 5.3.2).
- Berikade mikronäringsämnen – osäkerhet om biotillgängligheten (se avsnitt 5.3.3).
- Fettsyror; olika sammansättning, nedbrytning och upptag.
- Kolhydrater (stärkelse, sockerarter); högre innehåll, nedbrytning och upptag.
- Protein; lägre innehåll, nedbrytning och upptag, samt avsaknad av mejerispecifika bioaktiva peptider?
- Fiber; högre innehåll (saknas i ost) – potentiella positiva effekter på tarmhälsa och blodfetter?

Utöver ovan nämna faktorer diskuteras också fermentering som en process som kan tillämpas på växtbaserade mejerialternativ på samma sätt som på mejeriprodukter, vilket kan tänkas medföra flera hälsofrämjande egenskaper (se avsnitt 5.3.4).



Figur 4. Exempel på faktorer av betydelse för hälsoeffekter, som skiljer växtbaserad ost från mejeribaserad ost.

5.3.1 Högre grad av processning

Det är känt att näringsämnen i animaliska livsmedelsprodukter tenderar vara enklare att bryta ner och ta upp för kroppen, jämfört med hela växtbaserade livsmedel. Detta beror bland annat på att växtbaserade råvaror innehåller cellstrukturer som är resistenta mot matsmältning, vilket begränsar frigörandet av näringsämnen från matrixen. Detta är dock vanligtvis ett mindre problem i bearbetade livsmedelsprodukter, där cellstrukturerna ofta bryts upp och ibland helt avlägsnas.

Den högre bearbetningsgraden av växtbaserade alternativ till animaliska produkter kan med andra ord vara positivt, genom att underlätta kroppens nedbrytning och upptag av näringsämnen (t.ex., proteiner, vitaminer, mineraler) och andra bioaktiva ämnen, med åtföljande positiva hälsoeffekter. Å andra sidan kan ett allt för snabbt upptag av näringsämnen från bearbetade livsmedel leda till blodfetts- och blodsockertoppar, som inte är gynnsamma för hälsan (Capuano och Janssen, 2021).

Studier har visat att växtbaserade mjölkalternativ saknar mjölkens förmåga att sakta ner magsäckstömning och öka frisättning av insulin, vilket leder till minskat blodsockersvar efter måltid (Shkembi och Huppertz, 2023a). Blodsockersvaret kan därför i vissa fall vara väsentligt högre efter intag av växtbaserade alternativ, vilket inte är önskvärt i förhållande till risken för typ 2-diabetes. Ännu saknas dock studier som utvärderar hur växtbaserade ostalternativ påverkar blodsocker- och insulinsvar efter måltid.

För proteiner kan ökad nedbrytning och upptag vara en fördel eftersom det innebär ett högre upptag av essentiella aminosyror. I allmänhet har växtproteiner en lägre förmåga att brytas ner i mag-tarmkanalen jämfört med animaliska proteiner på grund av deras globulära struktur och förekomsten av s.k. antinutritionella faktorer (se avsnitt 5.3.2.), t.ex. trypsin- och chymotrypsinhämmare, lektiner, fytater, fibrer och polyfenoler (tanniner) (Sá m.fl., 2020). Det finns hittills få studier som undersökt nedbrytningen

och biotillgängligheten av proteiner i växtbaserade mjölkalternativ (Sridhar m.fl., 2023). De studier som finns tyder på att variationen kan vara stor beroende på vilken råvara de växtbaserade dryckerna är baserade på (Martínez-Padilla m.fl., 2020).

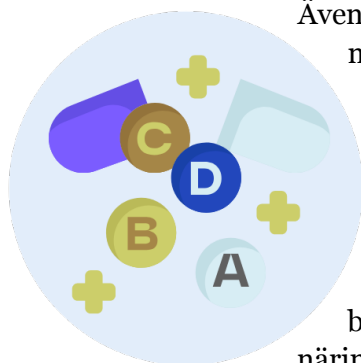
Inga studier av biotillgängligheten av protein i växtbaserade ostalternativ identifierades i arbetet med denna rapport.

5.3.2 Antinutriella faktorer

En annan viktig skillnad mellan växtbaserade och animaliska livsmedelsråvaror är att de växtbaserade råvarorna innehåller ämnen som kan hindra eller begränsa upptaget av näringsämnen, s.k. antinutritionella faktorer (McClements m.fl., 2023). Fytater, tanniner, oxalater och lektiner är exempel på antinutriella faktorer som kan förekomma i obearbetade växtbaserade råvaror, som används till växtbaserade mejeri- och ostalternativ. Dessa ämnen är kända för att särskilt hindra upptaget av mineraler och proteiner i mag-tarmkanalen. Många antinutritriella faktorer inaktiveras eller avlägsnas dock vanligen när råvaran bearbetas och omvandlas till livsmedelsprodukter eller ingredienser, t.ex. pulveriserade proteiner eller polysackarider eller flytande oljor, som ofta används i produktionen av växtbaserade ostalternativ. Att välja bearbetade råvaror kan därför var en strategi för att minimera förekomsten av antinutriella faktorer (men kan också medföra minskade halter av näringsämnen) i växtbaserade mejerialternativ (McClements m.fl., 2023b). En annan strategi för att minska innehållet av antinutriella faktorer kan vara att välja råvaror från växtsorter kända för att ha ett lägre innehåll av dessa faktorer. En strategi för att minska effekten av antinutriella faktorer kan vara att välja växtproteiner som är kända för att producera peptider under matsmältningen med egenskaper som kan förbättra mineralernas biotillgänglighet. Vid berikning kan man välja mineralsalter med högre löslighet och biotillgänglighet (se avsnitt 5.2.4).

Inga studier av antinutriella faktorer i växtbaserade ostalternativ identifierades i arbetet med denna rapport.

5.3.3 Berikade mikronäringsämnen



Även om råvarorna som används för framställning av växtbaserade mejerialternativ i sig är naturligt rika på mineraler och vitaminer, tar produktionsprocessen ofta bort eller späder ut dem så att innehållet blir lågt i slutprodukten. Många producenter berikar sina växtbaserade ostalternativ med vitaminer och mineraler för att efterlikna näringsprofiler hos mjölkbaserade ostar. Detta behövs också när växtbaserade ostalternativ framställs av hela växtmaterial (t.ex. hela spannmål, nötter, baljväxter). Därför är berikning ofta källan till många av de näringsämnen som anges på näringsdeklarationen.

Växtbaserade ostalternativ har dock i allmänhet en lägre grad av berikning än växtbaserade mjölkalternativ. En amerikansk studie med totalt 245 växtbaserade ostalternativ visade att mindre än 20 % av dem var berikade med kalcium, mindre än 14 % var berikade med vitamin B12 och endast 1 % var berikade med vitamin D (Craig m.fl., 2022). Resultat från en svensk studie med totalt 36 växtbaserade ostalternativ visar dock på en högre andel berikade produkter, där 80 % var berikade med vitamin B12, 28 % med kalcium, 11 % med vitamin D och jod och 3 % med vitamin B2 (Moshtaghian m.fl., 2024). I berikade produkter var innehållet av vitamin B2, B12, kalcium och jod högre än i ost.

Som nämns ovan är en fördelaktig Ca:P-kvot och hög biotillgängligheten av kalcium viktiga faktorer för mejeriprodukters positiva påverkan på muskel-, ben- och tandhälsa (se avsnitt 4.2). När kalcium berikas i växtbaserade produkter finns dock osäkerhet om dess biotillgänglighet (Merritt, 2023), inte minst på grund av förekomsten av antinutriella faktorer (t.ex. fytat), som kan hindra kroppen från att ta upp kalcium. Biotillgängligheten för kalcium beror dessutom på vilken förening som används för berikning, där tri-kalciumfosfat är mindre biotillgängligt än kalciumkarbonat (Shkembali och Huppertz, 2022). En jämförelse mellan 25 växtbaserade drycker och mjölk tyder på att endast berikade växtbaserade drycker kan ha jämförbart innehåll av kalcium och även högre biotillgänglighet av kalcium (Silva m.fl., 2020).

En experimentell studie har också försökt öka biotillgängligheten av berikat D-vitamin genom användning av D-vitamin i form av nanoemulsioner (Zhou m.fl., 2021). Biotillgängligheten av detta vitamin förblev dock lågt, även med denna strategi.

5.3.4 Fermentering

Detta avsnitt baseras i första hand på översikten av Erem och Kilic-Akyilmaz (2024).

Liksom vid framställning av ost kan produktion av växtbaserade ostalternativ involvera fermentering med mjölksyrabakterier, med förmodade positiva effekter avseende såväl teknologiska, smakmässiga och näringsmässiga egenskaper. Från litteratursökningen för denna rapport återfanns dock inga studier som var direkt inriktade på näringsmässiga eller hälsomässiga effekter av fermenterade växtbaserade ostalternativ. En diskussion kring detta kan därför endast ske med hänvisning till litteraturen om fermenterade växtbaserade mjölk- och yoghurtalternativ.



Fermentering med mjölksyrabakterier kan tänkas bidra till en förbättrad struktur hos växtbaserade ostalternativ genom att bryta ner proteiner och produktion av s.k. exopolysackarider, som ger en slemliknande matrix runt cellerna. Exopolysackarider kan ge hälsofördelar genom ett lägre behov av externt tillsatta polysackarider, och vissa andra hälsofrämjande egenskaper som antioxidantaktivitet och antimikrobiell aktivitet. Nedbrytning av protein kan också medföra minskad förekomst av allergena proteiner.

Fermentering kan dessutom ha en positiv inverkan på näringsämnenas biotillgänglighet. Det har till exempel visats att fermentering förbättrar biotillgängligheten av näringsämnen i växtbaserade mjölkalternativ baserade på sojabönor (Rekha och Vijayalakshmi, 2010) eller västafrikanska bönor (eng. cowpea) och jordnöt (Chawafambira m.fl., 2022).

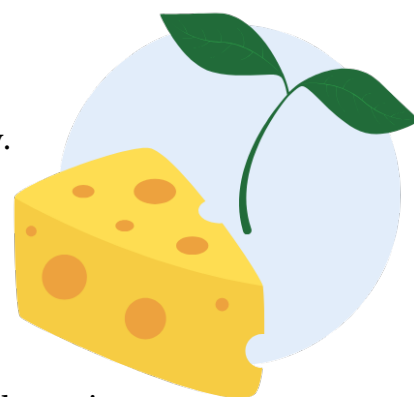
Fermentering av växtbaserade material kan också leda till frisättning av polyfenoler och en högre antioxidantaktivitet, vilket kan vara fördelaktigt för att minska risken för sjukdomar som orsakas av oxidativ skada. Vidare kan fermentering av växtbaserade livsmedel, på samma sätt som för mjölkbaserade livsmedel (se avsnitt 4.1.5.1), medföra produktion av bioaktiva peptider med fördelaktiga egenskaper. Experimentella studier har visat att bioaktiva peptider som bildas vid fermentering av växtbaserade mejerialternativ kan minska aktiviteten hos enzymer som ansvarar för kolhydratspjälkningen, ha blodtryckssänkande eller antiinflammatoriska effekter.

Fermentering är en intressant processteknik som är etablerad för ostframställning, men som också erbjuder möjlighet att påverka växtbaserade livsmedels egenskaper positivt. Det skulle vara intressant med vidare studier kring om och hur fermentering kan bidra till matriceffekter av betydelse för hälsoeffekter av växtbaserade ostalternativ baserade på hela proteiningredienser (t.ex. jordnötter eller sojabönor). Det vore t.ex. intressant att förstå bättre hur olika bakteriestammar påverkar struktur och näringsinnehåll i växtbaserade alternativ baserat på olika råvaror, både under produktion och efterföljande lagring/mognad, under hela produktens hållbarhetstid. Det saknas också information i litteraturen om mikrobiell produktion av näringsämnen som ofta framhålls som centrala i diskussionen om ostmatrixen, t.ex. specifika fettsyror (se avsnitt 4.1.1) och vitamin K (se avsnitt 4.1.3), vid fermentering av växtbaserade alternativ.

6 Avslutande kommentarer

Det övergripande syftet med denna rapport är att summera kunskapen om ostmatrixens betydelse för hälsoeffekter av ost, jämfört med livsmedelsmatrixen för växtbaserade ostalternativ. Som väntat fann vi att detta område är betydligt mer undersökt och dokumenterat för ost än för växtbaserade ostalternativ. Många olika studier (inkl. epidemiologiska, experimentella och kontrollerade studier på människor) bidrar till den framväxande förståelsen av ostens livsmedelsmatrix och dess betydelse för hälsoeffekter.

Diskussionen om eventuella hälsoeffekter av växtbaserade ostalternativ bygger däremot hittills främst på information om deras näringsinnehåll och etablerade egenskaper hos råvarorna och de enskilda ingredienserna, tillsammans med ett begränsat antal studier om växtbaserade mjölk- eller yoghurtalternativ. Så vitt vi vet



saknas det både epidemiologiska samband och kontrollerade studier som undersöker hälsoeffekterna av växtbaserade ostalternativ, med eller utan specifik hänvisning till deras livsmedelsmatrix.

Flera hälsofrämjande faktorer relaterade till ostmatrixen har föreslagits, inkl. förekomsten av specifika fettsyror och bioaktiva peptider, fördelaktig kvot mellan kalcium och fosfor, organiseringen av fett i s.k. milk fat globules omgivna av ett unikt membran som innehåller många bioaktiva ämnen och kaseinmicellernas roll i transporten av näringsämnen, samt den fysiska oststrukturen i sig. De flesta av de föreslagna fördelaktiga "ostmatrixfaktorerna" antas inte vara naturligt förekommande i växtbaserade ostalternativ. I stället diskuteras andra faktorer för växtbaserade ostalternativ, såsom bearbetningsgrad, berikning, antinutritionella faktorer samt innehåll och kvalitet av kolhydrater, fett och protein.

Det ska inte uteslutas att framtida forskning visar oväntade matrixeffekter även av växtbaserade ostalternativ.

Hälsoeffekterna av ost och mekanismerna bakom dem är ännu inte helt klarlagda. Många studier rapporterar antingen en neutral eller gynnsam effekt av ostkonsumtion på den kardiometabola hälsan. En ny svensk studie avseende typ 2-diabetes visar dock att sambanden kan se annorlunda ut vid mycket höga intag. Det kan därför vara intressant att titta närmare på hur sambanden ser ut vid mycket höga ostintag, även avseende andra hälsoutfall. Framtida studier behövs också för att klargöra i vilken grad de föreslagna mekanismerna har relevant betydelse för hälsan genom rimlig ostkonsumtion i en balanserad kost. Det vore också intressant att undersöka hälsoeffekter av en bredare repertoar av ostar. Indikationer om könsspecifika hälsoeffekter av ost är ett annat intressant spår, liksom frågan om hälsoeffekter av ost även kan skilja sig mellan andra grupper. Det hade t.ex. varit intressant med studier i fler geografiska regioner (utanför Nordeuropa och Nordamerika, där majoriteten av studierna hittills är genomförda) och närmare förståelse för om effekterna skiljer sig mellan grupper med olika härkomst.

Sammantaget tyder den tillgängliga kunskapen på att ost, på grund av sin unika matrix, kan ge hälsofördelar som inte uppenbart kan erhållas från växtbaserade alternativ. Det är dock fortfarande osäkert om antaganden som utgår från nuvarande kunskap om enskilda näringsämnen och ingredienser korrekt återspeglar de verkliga hälsoeffekterna av växtbaserade ostalternativ. Det ska inte uteslutas att framtida forskning visar oväntade hälsoegenskaper och matrixeffekter även av växtbaserade ostalternativ, på samma sätt som förståelsen av ostmatrixen och dess inverkan på hälsan har växt fram över tid. Inte minst kan möjliga matrixeffekter hos växtbaserade ostalternativ som framställs av ingredienser från hela växter vara värda att undersöka närmare. Speciellt intressant kan det vara att undersöka möjligheterna med fermentering, avseende såväl struktur som näringsinnehåll hos växtbaserade ostalternativ. Fortsatta framsteg inom detta område är viktiga för att bättre förstå de möjliga hälsoeffekterna av att ersätta mejeriprodukter, som ost, med växtbaserade alternativ.

Referenser

- Anjom-Shoae, J., Feinle-Bisset, C. & Horowitz, M. 2024. Impacts of dietary animal and plant protein on weight and glycemic control in health, obesity and type 2 diabetes: friend or foe? *Front Endocrinol*, 15, 1412182.
- Astrup, A., Geiker, N. R. W. & Magkos, F. 2019. Effects of Full-Fat and Fermented Dairy Products on Cardiometabolic Disease: Food Is More Than the Sum of Its Parts. *Adv Nutr*, 10, 924S-930S.
- Aune, D., Norat, T., Romundstad, P. & Vatten, L. J. 2013. Dairy products and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Am J Clin Nutr*, 98, 1066-1083.
- Biong, A. S., Müller, H., Seljeflot, I., Veierød, M. B., et al. 2004. A comparison of the effects of cheese and butter on serum lipids, haemostatic variables and homocysteine. *Br J Nutr*, 92, 791-7.
- Bjørklund Holven, K. & Sonestedt, E. 2024. Milk and dairy products – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res*, 68.
- Brouwer, I. A., Wanders, A. J. & Katan, M. B. 2010. Effect of animal and industrial trans fatty acids on HDL and LDL cholesterol levels in humans--a quantitative review. *PLoS One*, 5, e9434.
- Bryngelsson, S. & Bianchi, M. 2025. The role of cheese matrix in health, in comparison to plant-based alternatives. RISE rapport 2025:51. Gothenburg: RISE Research Institutes of Sweden.
- Chawafambira, A., Jombo, T. Z. & Mkungunugwa, T. 2022. Effect of Lacticaseibacillus rhamnosus Yoba Fermentation on Physicochemical Properties, Amino Acids, and Antioxidant Activity of Cowpea-Peanut Milk. *J Food Quality*, 2022.
- Choi, J., Lee, S. I., Rackerby, B., Goddik, L., et al. 2020. Microbial communities of a variety of cheeses and comparison between core and rind region of cheeses. *J Dairy Sci*, 103, 4026-4042.
- Comerford, K. B., Unger, A. L., Cifelli, C. J., Feeney, E., et al. 2025. Decrypting the messages in the matrix: The proceedings of a symposium on dairy food matrix science and public health opportunities. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 1-14.
- Craig, W. J., Mangels, A. R. & Brothers, C. J. 2022. Nutritional Profiles of Non-Dairy Plant-Based Cheese Alternatives. *Nutrients*, 14, 1247.
- de Goede, J., Geleijnse, J. M., Ding, E. L. & Soedamah-Muthu, S. S. 2015. Effect of cheese consumption on blood lipids: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Rev*, 73, 259-75.
- de Hart, N., Mahmassani, Z. S., Reidy, P. T., Kelley, J. J., et al. 2021. Acute Effects of Cheddar Cheese Consumption on Circulating Amino Acids and Human Skeletal Muscle. *Nutrients*, 13.
- Derakhshande-Rishehri, S.-M., Mansourian, M., Kelishadi, R. & Heidari-Beni, M. 2015. Association of foods enriched in conjugated linoleic acid (CLA) and CLA supplements with lipid profile in human studies: a systematic review and meta-analysis. *Publ Health Nutr*, 18, 2041-2054.
- Dunne, S., Gibney, E. R., McGillicuddy, F. C. & Feeney, E. L. 2024. The effects of saturated fat intake from dairy on CVD markers: the role of food matrices. *Proc Nutr Soc*, 83, 236-244.
- Dunne, S., McGillicuddy, F. C., Gibney, E. R. & Feeney, E. L. 2023. Role of food matrix in modulating dairy fat induced changes in lipoprotein particle size distribution in a human intervention. *Am J Clin Nutr*, 117, 111-120.
- Fardet, A., Dupont, D., Rioux, L. E. & Turgeon, S. L. 2019. Influence of food structure on dairy protein, lipid and calcium bioavailability: A narrative review of evidence. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 59, 1987-2010.
- Farinha, V. O., Vaucher, J. & Vidal, P.-M. 2024. Dairy products and hypertension: Cross-sectional and prospective associations. *Clin Nutr ESPEN*, 63, 597-603.
- Feeney, E. L., Barron, R., Dible, V., Hamilton, Z., et al. 2018. Dairy matrix effects: response to consumption of dairy fat differs when eaten within the cheese matrix—a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*, 108, 667-674.

- Feeney, E. L., Daly, A., Dunne, S., Dible, V., et al. 2023. Effect of reduced-calcium and high-calcium cheddar cheese consumption on the excretion of faecal fat: a 2-week cross-over dietary intervention study. *Eur J Nutr*, 62, 1755-1765.
- Feeney, E. L., Lamichhane, P. & Sheehan, J. J. 2021. The cheese matrix: Understanding the impact of cheese structure on aspects of cardiovascular health – A food science and a human nutrition perspective. *Int J Dairy Tech*, 74, 656-670.
- Geiker, N. R. W., Mølgaard, C., Iuliano, S., Rizzoli, R., et al. 2020. Impact of whole dairy matrix on musculoskeletal health and aging—current knowledge and research gaps. *Osteoporosis Int*, 31, 601-615.
- Grasso, N., Roos, Y. H., Crowley, S. V., Arendt, E. K., et al. 2021. Composition and physicochemical properties of commercial plant-based block-style products as alternatives to cheese. *Future Foods*, 4, 100048.
- Grossmann, L. & McClements, D. J. 2021. The science of plant-based foods: Approaches to create nutritious and sustainable plant-based cheese analogs. *Trends Food Sci Techn* 118, 207-229.
- Haber, G. B., Heaton, K. W., Murphy, D. & Burroughs, L. F. 1977. Depletion and disruption of dietary fibre: Effects on satiety, plasma-glucose, and serum-insulin *The Lancet*, 310, 679-682.
- He, H., Liu, K., Liu, M., Yang, A.-J., et al. 2024. The impact of medium-chain triglycerides on weight loss and metabolic health in individuals with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr*, 43, 1755-1768.
- Hermans, W. J. H., Fuchs, C. J., Hendriks, F. K., Houben, L. H. P., et al. 2022. Cheese Ingestion Increases Muscle Protein Synthesis Rates Both at Rest and During Recovery from Exercise in Healthy, Young Males: A Randomized Parallel-Group Trial. *J Nutr*, 152, 1022-1030.
- Hirahatake, K. M., Bruno, R. S., Bolling, B. W., Blesso, C., et al. 2020. Dairy Foods and Dairy Fats: New Perspectives on Pathways Implicated in Cardiometabolic Health. *Adv in Nutr*, 11, 266-279.
- Hjerpsted, J., Leedo, E. & Tholstrup, T. 2011. Cheese intake in large amounts lowers LDL-cholesterol concentrations compared with butter intake of equal fat content. *Am J Clin Nutr*, 94, 1479-84.
- Jensen, M. B., Daugintis, A. & Jakobsen, J. 2021. Content and bioaccessibility of vitamin K (Phylloquinone and menaquinones) in cheese. *Foods*, 10.
- Jula, A. 2024. Sodium – a systematic review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res*, 68.
- Li, Y. R., Li, S. & Lin, C. C. 2018. Effect of resveratrol and pterostilbene on aging and longevity. *Biofactors*, 44, 69-82.
- Lundberg, H. E., Morten, G., Rahul, C., Arjun Andre, S., et al. 2022. Effect on bone anabolic markers of daily cheese intake with and without vitamin K2: a randomised clinical trial. *BMJ Nutr Prev Health*, 5, null.
- Martínez-Padilla, E., Li, K., Blok Frandsen, H., Skejovic Joehnke, M., et al. 2020. In Vitro Protein Digestibility and Fatty Acid Profile of Commercial Plant-Based Milk Alternatives. *Foods*, 9, 1784.
- Mattice, K. D. & Marangoni, A. G. 2020. Physical properties of plant-based cheese products produced with zein. *Food Hydrocoll*, 105, 105746.
- McClements, D. J. 2023. Ultraprocessed plant-based foods: Designing the next generation of healthy and sustainable alternatives to animal-based foods. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 22, 3531-3559.
- McClements, I. F. & McClements, D. J. 2023. Designing healthier plant-based foods: Fortification, digestion, and bioavailability. *Food Res Int*, 169.
- Merritt, R. 2023. Plant based drinks in the diets of infants and young children. *BMJ Nutr Prev Health*, 6, S12-S21.
- Milani, C., Longhi, G., Alessandri, G., Fontana, F., et al. 2025. Functional modulation of the human gut microbiome by bacteria vehicled by cheese. *Appl Environ Microbiol*, 91, e0018025.
- Moshtaghian, H., Hallström, E., Bianchi, M. & Bryngelsson, S. 2024. Nutritional profile of plant-based dairy alternatives in the Swedish market. *Curr Res Food Sci*, 8, 100712.
- Moynihan, P. J., Ferrier, S. & Jenkins, G. N. 1999. The cariostatic potential of cheese: cooked cheese-containing meals increase plaque calcium concentration. *Br Dent J*, 187, 664-667.

- Mozaffarian, D. 2019. Dairy Foods, Obesity, and Metabolic Health: The Role of the Food Matrix Compared with Single Nutrients. *Adv Nutr*, 10, 917S-923S.
- Münste, E. & Hartmann, P. 2025. The Role of Short-Chain Fatty Acids in Metabolic Dysfunction-Associated Steatotic Liver Disease and Other Metabolic Diseases. *Biomolecules*, 15, 469.
- NCM 2023. Nordic Nutrition Recommendations 2023. Integrating Environmental Aspects. Nord 2023:003. Copenhagen: Nordic Council of Ministers.
- Nestel, P. J., Chronopulos, A. & Cehun, M. 2005. Dairy fat in cheese raises LDL cholesterol less than that in butter in mildly hypercholesterolaemic subjects. *Eur J Clin Nutr*, 59, 1059-63.
- O'Connor, A., Feeney, E. L., Bhargava, N., Noronha, N., et al. 2022. Determination of factors associated with serum cholesterol response to dairy fat consumption in overweight adults: Secondary analysis from an RCT. *Front Nutr*, 9, 945723.
- O'Connor, A., Rooney, M., Dunne, S., Bhargava, N., et al. 2024. An examination of the impact of unmelted, melted, and deconstructed cheese on lipid metabolism: a 6-week randomised trial. *Food Funct*, 15, 8345-8355.
- Oteng, A.-B. & Kersten, S. 2020. Mechanisms of Action of trans Fatty Acids. *Adv Nutr*, 11, 697-708.
- PHE 2016. *The Eatwell Guide*, London, UK, Public Health England.
- Pokala, A., Kraft, J., Taormina, V. M., Michalski, M. C., et al. 2024. Whole milk dairy foods and cardiometabolic health: dairy fat and beyond. *Nutr Res*, 126, 99-122.
- Poppitt, S. D. 2020. Cow's Milk and Dairy Consumption: Is There Now Consensus for Cardiometabolic Health? *Front Nutr*, 7.
- Rahbar, A. R., Ostovar, A., Derakhshandeh-Rishehri, S. M., Janani, L., et al. 2017. Effect of Conjugated Linoleic Acid as a Supplement or Enrichment in Foods on Blood Glucose and Waist Circumference in Humans: A Metaanalysis. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*, 17, 5-18.
- Ravishankar, T. L., Yadav, V., Tangade, P. S., Tirth, A., et al. 2012. Effect of consuming different dairy products on calcium, phosphorus and pH levels of human dental plaque: A comparative study. *Eur Arch Paediatr Dent*, 13, 144-148.
- Raziani, F., Tholstrup, T., Kristensen, M. D., Svanegaard, M. L., et al. 2016. High intake of regular-fat cheese compared with reduced-fat cheese does not affect LDL cholesterol or risk markers of the metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*, 104, 973-981.
- Reid, I. R. 2025. Calcium Supplementation- Efficacy and Safety. *Curr Osteoporos Rep*, 23, 8.
- Rekha, C. R. & Vijayalakshmi, G. 2010. Bioconversion of isoflavone glycosides to aglycones, mineral bioavailability and vitamin B complex in fermented soymilk by probiotic bacteria and yeast. *J Appl Microbiol*, 109, 1198-1208.
- Retterstøl, K. & Rosqvist, F. 2024. Fat and fatty acids – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res*, 68.
- Rooney, M., O'Connor, A., Dunne, S., Feeney, E. L., et al. 2025. The impact of sex and the cheese matrix on cholesterol metabolism in middle-aged adults. *Atherosclerosis*, 402, 119112.
- Rosqvist, F. & Niinistö, S. 2024. Fats and oils - a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res*, 68.
- Rosqvist, F., Smedman, A., Lindmark-Månsson, H., Paulsson, M., et al. 2015. Potential role of milk fat globule membrane in modulating plasma lipoproteins, gene expression, and cholesterol metabolism in humans: a randomized study. *Am J Clin Nutr*, 102, 20-30.
- Santiago-López, L., García-Romo, J. S., Hernández-Mendoza, A., Vallejo-Córdoba, B., et al. 2024. Insights into Health-Promoting Components in Cheese beyond Bioactive Peptides. *ACS Food Sci Techn*, 4, 537-548.
- Schmidt, J. M., Kjølback, L., Jensen, K. J., Rouy, E., et al. 2020a. Influence of type of dairy matrix micro- And macrostructure on- And vitro lipid digestion. *Food Funct*, 11, 4960-4972.
- Sellem, L., Jackson, K. G., Paper, L., Givens, I. D., et al. 2022. Can individual fatty acids be used as functional biomarkers of dairy fat consumption in relation to cardiometabolic health? A narrative review. *Br J Nut*, 128, 2373-2386.
- Shkembi, B. & Huppertz, T. 2022. Calcium Absorption from Food Products: Food Matrix Effects. *Nutrients*, 14, 180.
- Shkembi, B. & Huppertz, T. 2023a. Glycemic Responses of Milk and Plant-Based Drinks: Food Matrix Effects. *Foods*, 12.
- Shkembi, B. & Huppertz, T. 2023b. Impact of Dairy Products and Plant-Based Alternatives on Dental Health: Food Matrix Effects. *Nutrients*, 15.

- Silva, J. G. S., Rebellato, A. P., Caramês, E. T. d. S., Greiner, R., et al. 2020. In vitro digestion effect on mineral bioaccessibility and antioxidant bioactive compounds of plant-based beverages. *Food Res Int*, 130, 108993.
- Sivri, D. & Akdevelioğlu, Y. 2025. Effect of Fatty Acids on Glucose Metabolism and Type 2 Diabetes. *Nutr Rev*, 83, 897-907.
- Sridhar, K., Bouhallab, S., Croguennec, T., Renard, D., et al. 2023. Recent trends in design of healthier plant-based alternatives: nutritional profile, gastrointestinal digestion, and consumer perception. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 63, 10483-10498.
- Stanciu, S. M., Jinga, M., Miricescu, D., Stefani, C., et al. 2024. mTOR Dysregulation, Insulin Resistance, and Hypertension. *Biomedicines*, 12, 1802.
- Taormina, V. M., Unger, A. L. & Kraft, J. 2024. Full-fat dairy products and cardiometabolic health outcomes: Does the dairy-fat matrix matter? *Frontiers in Nutrition*, 11.
- Tholstrup, T., Høy, C. E., Andersen, L. N., Christensen, R. D., et al. 2004. Does fat in milk, butter and cheese affect blood lipids and cholesterol differently? *J Am Coll Nutr*, 23, 169-76.
- Thomas, A. C. Q., Stead, C. A., Burniston, J. G. & Phillips, S. M. 2024. Exercise-specific adaptations in human skeletal muscle: Molecular mechanisms of making muscles fit and mighty. *Free Radical Biology and Medicine*, 223, 341-356.
- Timon, C. M., O'connor, A., Bhargava, N., Gibney, E. R., et al. 2020. Dairy consumption and metabolic health. *Nutrients*, 12, 1-31.
- Torres-Gonzalez, M. & Rice Bradley, B. H. 2023. Whole-Milk Dairy Foods: Biological Mechanisms Underlying Beneficial Effects on Risk Markers for Cardiometabolic Health. *Adv Nutrition*, 14, 1523-1537.
- Turgeon, S. L. & Brisson, G. 2020. Symposium review: The dairy matrix-Bioaccessibility and bioavailability of nutrients and physiological effects. *J Dairy Sci*, 103, 6727-6736.
- Unger, A. L., Astrup, A., Feeney, E. L., Holscher, H. D., et al. 2023. Harnessing the Magic of the Dairy Matrix for Next-Level Health Solutions: A Summary of a Symposium Presented at Nutrition 2022. *Curr Dev Nutr*, 7, 100105.
- USDA & HHS 2020. *Dietary guidelines for Americans, 2020–2025. 9th ed.*, Washington, DC, U.S. Department of Agriculture & U.S. Department of Health and Human Services; US Government Publishing Office.
- Weaver, C. M. 2021. Dairy matrix: is the whole greater than the sum of the parts? *Nutr Rev*, 79, 4-15.
- Weaver, C. M., Campbell, W. W., Teegarden, D., Craig, B. A., et al. 2011. Calcium, dairy products, and energy balance in overweight adolescents: a controlled trial. *Am J Clin Nutr*, 94, 1163-70.
- Weaver, C. M. & Givens, D. I. 2025. Overview: the food matrix and its role in the diet. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 1-18.
- Werner, L. B., Hellgren, L. I., Raff, M., Jensen, S. K., et al. 2011. Effect of dairy fat on plasma phytanic acid in healthy volunteers - a randomized controlled study. *Lipids Health Dis*, 10, 95.
- Wilmot, L., Miller, C., Patil, I., Kelly, A. L., et al. 2024. The relevance of a potential bioactive ingredient: The milk fat globule membrane. *J Dairy Sci* 108, 3109 – 3134.
- Yang, Y., Wang, X. & Yang, W. 2025. Exploring the influence of cheese consumption on blood metabolites: Implications for disease pathogenesis, with a focus on essential hypertension. *J Dairy Sci*, 108, 119-135.
- Zhang, S., Janzi, S., Du, Y., Smith, J. G., et al. 2025. Dairy intake, plasma metabolome, and risk of type 2 diabetes in a population-based cohort. *Am J Clin Nutr*, 121, 1137-1148.
- Zhou, H., Hu, Y., Tan, Y., Zhang, Z., et al. 2021. Digestibility and gastrointestinal fate of meat versus plant-based meat analogs: An in vitro comparison. *Food Chemistry*, 364, 130439.
- Zhong, T., Huang, Y. Q. & Wang, G. 2024. The causal association of cheese intake with type 2 diabetes mellitus: results from a two-sample Mendelian randomization study. *Arch Med Sci*, 20, 1930-1942.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB
Box 857, 501 15 BORÅS
Telefon: 010-516 50 00
E-post: info@ri.se, Internet: www.ri.se

Livsmedelskonsumtion
RISE Rapport: 2025:52
ISBN: 978-91-90036-40-2