

# Mælkeproteiner og livsnødvendige mineraler

Grundvidenskabeligt projekt, der undersøger mælkeproteiner som transportører af jern, zink og magnesium.

Magnesium, zink og jern er livsnødvendige mineraler for normal vækst og udvikling og utilstrækkeligt optag af disse har alvorlige helbreds mæssige konsekvenser. Magnesium er vigtig for knogle- og muskelsundhed og zink kræves i adskillige fysiologiske processer, især inden for immunforsvaret. Jern er nødvendigt for blandt andet ilttransport og energiomsætning, og mangel kan føre til anæmi og påvirke udviklingen af muskler og nervesystemet hos børn. Mineralmangel er mest udbredt i udviklingslande, hvor mængden af animalsk kost er langt lavere end i udviklede lande. Jernmangel er dog også udbredt i udviklede lande, specielt blandt småbørn, teenagere og ældre, samt gravide og menstruerende kvinder.

Mange studier viser, at biotilgængeligheden, dvs. levering og frigivelse ved tarmcellerne af disse mineraler er større i animalske end i vegetabiliske fødevarer. Det tilskrives blandt andet, at disse animalske fødevarer indeholder proteiner, der kan binde og levere mineralerne i en let optagelig form ved tarmcelleoverfladen. Mælk er unik blandt fødevarer, da mælk er udviklet ene og alene til at blive spist. Det betyder, at der gennem årtusinders evolution er optimeret på mælkenes komponenter og sammensætning, så den indeholder en optimal pakke med næringsstoffer. Fx er mange af mælkenes proteiner også udviklet til at kunne binde, transportere og levere livsnødvendige vitaminer og mineraler til optag ved tarmcelleoverfladen.

## Mælkeproteiner som mineraltransportører

Mineralmangel kan afhjælpes via fødevarer og kosttilskud, men effekten vil afhænge af sammensætningen af den kostmatrice, som mineralerne leveres i. Denne matrice kan nemlig både mindske og øge optaget.

Ligeledes kan høje mængder frit mineral have uønskede sensoriske effekter og medføre oxidation af fødevarer. Frie mineraler er ofte svært opløselige, hvilket reducerer tilgængeligheden, og derudover kan en række komponenter i kosten, såsom fytinsyre og polyfenoler fra korn og planter danne komplekser med mineralerne. På den anden side, kan mineralbindende peptider og proteiner forhindre uønskede sensoriske effekter og oxidationer, samt øge biotilgængeligheden.

Laktoferrin og kasein er kendte eksempler på mælkeproteiner, der kan øge biotilgængeligheden af mineraler. Der findes dog mange andre proteiner i mælk, som kan binde og øge optaget af mineraler. Vi har i vort laboratorium tidligere vist, at mælkeproteinet osteopontin kan binde både magnesium og calcium. Helt nye resultater viser, at osteopontin også kan binde store mængder jern, og osteopontin kan være en overset, men vigtig komponent i optaget af flere livsnødvendige mineraler i tarmen. Et andet mælkeprotein, alfa-laktalbumin, kan binde zink-, calcium- og jern, og kan dermed også være med til at fremme optaget af mineraler. Binding og optag af magnesium via mælkeproteiner er derimod nærmest et ubeskrevet blad.

Hidtil er langt de fleste studier af mineraloptag udført i isolerede systemer med enkeltkomponenter uden de interaktioner mellem komponenter, der foregår i den samlede fødematrix. Desuden er effekten af turen gennem fordøjelsessystemet også sjældent undersøgt. I dette projekt vil vi undersøge om, og hvorledes mælkeproteinfraktioner, samt de oprensede og kommercielt tilgængelige mælkeprotein ingredienser osteopontin og alfa-laktalbumin påvirker biotilgængeligheden og optaget af mineralerne zink, jern og magnesium i tarmceller.



PROFESSOR ESSEN SKIPPER SØRENSEN  
LABORATORIE MANAGER BRIAN CHRIS



## Projektinfo

*Titel:* Mineral Mælk – mælkeprotein og optag af zink, jern og magnesium

*Projektleder:* Professor Esben Skipper Sørensen, Institut for Molekylærbiologi og Genetik, Aarhus Universitet

*Deltagere:* Professor Jan Enghild og laboratorieleder Brian Christensen, Institut for Molekylærbiologi og Genetik, Aarhus Universitet.

*Projektperiode:* Januar 2022 – december 2023

*Formål:* At undersøge og dokumentere hvorledes mælkeproteiner kan bidrage til transport og optag af de livsnødvendige mineraler zink, jern og magnesium.

MEJERIBRUGETS  
FORSKNINGSFOND

### Grundlagsskabende forskning

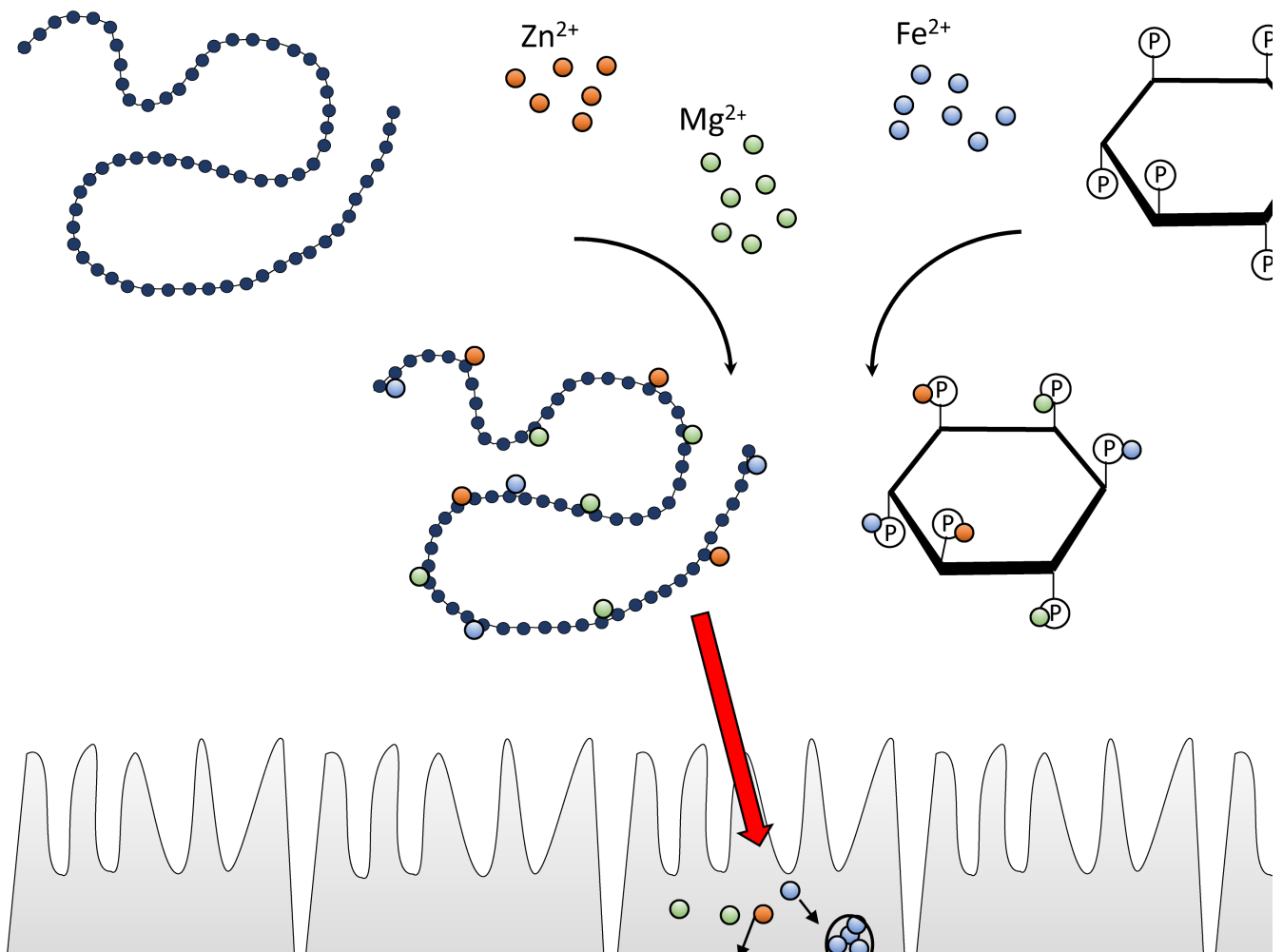
Projektet er af grundvidenskabelig karakter, men resultaterne kan benyttes som dokumentation for mælks rolle i en sund og alsidig kost. Mælkeproteinerne osteopontin og alfa-laktalbumin findes i de fleste mejeriprodukter, så viden om deres evne til transportere mineraler kan komme hele mejeribruget til gavn.

### Resume

Magnesium, zink og jern er livsnødvendige mineraler for normal vækst og udvikling, og utilstrækkeligt optag af disse har alvorlige helbredsmæssige konsekvenser. I dette projekt undersøges, hvorledes mælkeprotein i form af valleproteinkoncentrat og oprensede mælkeproteiner, som osteopontin og alfa-laktalbumin kan øge tarmcellers optag af zink, jern og magnesium. Projektet inkluderer simuleret mave-tarmkanals-fordøjelse af mælkeprotein i forbindelse med måling af optag af mineraler over tarmceller. I projektet sammenholdes mælkeprotein og vegetabilsk proteins indflydelse på mineraloptag. Fx undersøges om mælkeprotein kan øge mineraloptag i tilstedeværelse af fytinsyre fra planter, som er kendt for at hæmme mineraloptaget.

### Mælkeprotein

### Fytinsyre



Figur 1. Mælkeproteiner kan gøre mineraler tilgængelige for optag i tarmens celler. Fytinsyre fra plantemateriale kompleks mineraler på en form, så de ikke kan optages af tarmcellerne.