



Mineralernas påverkan på juverhälsan

Eva Kuiper

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd (THV)
Djur och hållbarhet (kandidat)
Uppsala 2025



Mineralernas påverkan på juverhälsan

The impact of minerals on udder health

Eva Kuiper

Handledare:	Cecilia Kronqvist, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd (THV)
Examinator:	Mikaela Lindberg, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd (THV)
Omfattning:	
Nivå och fördjupning:	15 hp
Kurstitel:	Grundnivå, G2E
Kurskod:	Självständigt arbete i husdjursvetenskap
Program/utbildning:	EX0865
Kursansvarig inst.:	Djur och hållbarhet (kandidat)
Utgivningsort:	Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Utgivningsår:	2025
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd
Nyckelord:	juverhälsa, celltal, mastit, juveranatomi, juverfysiologi, mineralfoder

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap (VH)

Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd (THV)

Sammanfattning

Mjölkkor har som huvudsyfte att producera mjölk. Av den anledningen är juverhälsan viktig, för att tillgodose djurens välfärd samt att mejeriprodukterna håller den hygieniska standard som krävs för humankonsumtion. Det finns flera faktorer som påverkar juverhälsan och dess immunförsvar, såsom genetik, miljö, hygien, mjölkningsrutiner samt nutrition. Mineralutfodringen är en liten, men viktig del av utfodringen till mjölkkor. En god balans i mineralutfodringen är positivt för djurens välfärd samt hälsa. Mineraler såsom selen, koppar samt zink är frekvent förekommande i studier kring mineralfodrets påverkan på juvrets immunförsvar, men även kalcium, fosfor, magnesium och mangan har en viss inverkan. Det diskuteras kring mineralernas direkta samt indirekta påverkan på immunförsvaret. Selen, zink samt koppar påverkar immunförsvaret samt juvervävnaden på ett annat sätt än kalcium, fosfor, mangan samt magnesium. I vilken form mineralerna ges i har betydelse för dess effekt samt påverkan på immunförsvaret. Organiska mineralföreningar tar längre tid att absorberas av kroppen, men har en bättre och längre effekt än icke organiska mineralföreningar.

Nyckelord: juverhälsa, celltal, mastit, juveranatomi, juverfysiologi, mineralfoder

Abstract

Dairy cows are mainly used in milk production. The udder health is thereby important, because it can be used as a way to measure the animal welfare as well as the hygienic standard of the produce for human consumption. There are multiple factors that affect udder health and the immune system, such as genetics, environment, hygiene, milking routines and nutrition. The mineral feeding is a small, but particularly important, part of the nutrition for dairy cows. A well-balanced mineral feed will result in better animal welfare and bovine health. Minerals such as selenium, copper and zink are frequently mentioned in studies regarding udder health and immune system. Other minerals, such as calcium, phosphorus, magnesium, and manganese, have a certain effect on the immune system as well. This study discusses the direct and indirect effects on the immune system by the minerals. Selenium, zink and copper affect the immune system and the udder tissue in a different way than calcium, phosphorus, manganese and magnesium. The form in which the minerals are given has an impact on their effect and the impact on the immune system. Organic trace minerals take longer to be absorbed by the body but has a better and longer effect than inorganic trace minerals.

Keywords: udder health, somatic cell count, udder anatomy, udder physiology, mineral feed

Innehållsförteckning

Figurförteckning	6
Förkortningar	7
1. Introduktion	8
1.1 Syfte och frågeställningar	9
2. Material och metod	10
2.1 Etiska aspekter.....	10
3. Litteraturgenomgång	11
3.1 Juveranatomi och -fysiologi	11
3.1.1 Juvrets anatomi	11
3.1.2 Juvrets fysiologi	12
3.2 Immunförsvaret	13
3.2.1 Det medfödda immunförsvaret	13
3.2.2 Det erhållna immunförsvaret.....	14
3.3 Mineralernas påverkan på juverhälsan	14
3.3.1 Selen.....	15
3.3.2 Koppar	16
3.3.3 Zink	16
3.3.4 Övriga mineraler	17
4. Diskussion	20
5. Slutsats	23
Referenser	24
6. Populärvetenskaplig sammanfattning	27

Figurförteckning

- Figur 1. Juvrets yttre anatomi, figuren visar gränsen mellan fram- och bakjuver, spene, mjölkven, blodkärl samt det tunna hårbeklädda hudlagret 11
- Figur 2. Juvrets inre anatomi, figuren visar en juverdel i genomskäring med alveoli, lobuli, spencistern och spenkanal samt mjölkkörtel med tillhörande cistern 12

Förkortningar

Förkortning	Betydelse
CLD	Cytoplasmatiska lipiddroppar
Ig	Immunoglobuliner
MLD	Mikrolipiddroppar
Na ⁺ /K ⁺ -pump	Natrium ⁺ /kalium ⁺ -pump
NK-cell	Natural Killer-cell
NEB	Negativ Energibalans
PMN	Polymorfnukleära neutrofiler
SCC	Somatic Cell Count, celltal

1. Introduktion

Mjölkkor hålls med huvudsyfte att producera mjölk för humankonsumtion, därav är det viktigt att juverhälsan hålls på en god nivå. Flera faktorer kan påverka juverhälsan, bland annat mineralutfodring. Försämrade juverhälsa kan mätas genom förhöjt celltal (somatic cell count; SCC), vilket är ett begrepp som beskriver antalet vita blodkroppar i mjölken. Förhöjt SCC är ofta den första indikatorn att juverhälsan försämras och det kan följas av tydligare tecken på infektion såsom feber, svullet och ömt juver samt förändrad mjölksammansättning (Lam et al. 2017a; Växa 2022). Mjölken kan bli trögflytande, flockig, men även vattnig beroende på vilken typ av infektion det är. Inflammationen i juvret kallas för mastit och har huvudsakligen sin grund i bakteriella infektioner, men kan även ske på grund av svampar eller virus om än sällan (Juverportalen 1 2025; Lam et al. 2017). Mastit kan förekomma som klinisk och subklinisk. Den kliniska varianten har tydliga symtom, likt svullen juverdel, ödem, rodnad. Subklinisk mastit är en inflammation utan visuella symtom men kan ge tydliga förändringar i mjölksammansättningen, främst proteinsammansättningen och mineralinnehållet. Det kan detekteras med hjälp av celltalkontroller (Lam et al. 2017a:2; Växa 2022; Juverportalen 2025c). Mastiter kan även vara akuta eller kroniska, samt infektiösa eller icke-infektiösa. Akuta mastiter är kortvariga och går över snabbt. Kroniska mastiter är långvariga och har ett långsammare sjukdomsförlopp. Infektiösa mastiter orsakas av juverinfektioner medan icke-infektiösa mastiter är resultatet efter yttre trauman, likt sparkar eller stängning (Juverportalen 2025c).

Det finns många faktorer som påverkar juverhälsan. Den vanligaste faktorn är hygien, specifikt runt mjölkningstillfället. Smittspridningen sker oftast kring mjölkningen av den orsaken att det kan finnas många bakterier i omlopp samt att spenkanalerna är vidöppna vid dessa tillfällen. En annan faktor är hygien i samband med inhysning, där en god hygien är viktigt för att minimera bakterietalet på liggytor samt gödselgångar. Grupperingar i inhysningssystemet är viktigt då det ger möjligheten att separera mjölkkor med mastit eller högt SCC från kor med god juverhälsa. Detta minskar smittspridningen mellan individer (Juverportalen 2025b). Ytterligare en faktor som har stort inflytande på juverhälsan är immunförsvaret. Immunförsvaret är juvrets försvar mot infektioner och dess effektivitet kan direkt påverkas av nutritionen (Juverportalen 2024; Växa 2024). Övriga faktorer såsom mjölkornas ras samt juverexteriör är svårare att påverka på individnivå (Doherr et al. 2007)

En av dessa faktorer som påverkar juverhälsan samt immunförsvaret är mineral- och vitaminutfodringen. En god mineralförsörjning genom laktationen och sinperioden är viktigt, speciellt vid perioden runt kalvning (Växa 2022). Mineraler

spelar en stor roll i olika fysiologiska funktioner för att mobilisera olika näringsämnen samt aktivera olika enzymer. Mineraler såsom kalcium och fosfor är viktiga för djurens nutrition och fysiologi, oberoende av ras eller art. Främst kalcium, men även fosfor, ingår till stor del i mjölken och de fysiologiska processerna kring produktionen av mjölkkomponenter. Magnesium, natrium, klor och kalium är viktiga för syra-bas-balansen i mjölkornas kroppar samt osmolariteten mellan de intracellulära och de extracellulära vätskorna. Hormonerna trijodtyrinin och tyroxin, två sköldkörtelhormoner, består till viss del av mineralen jod och en del av hormonernas uppgifter är att reglera intensiteten i ämnesomsättningen (Commissie Onderzoek Minerale Voeding 2005). Järn är den viktigaste mineralen vid syntesen av blod, eftersom ämnet är en stor del av hemoglobin samt myoglobin. Järn är viktigt för bindningen mellan hemoglobin och syremolekyler, och på så vis även viktigt för näringstransporten mellan celler. Koppar är även en viktig faktor i blodsyntesen men formar även tyrosinas, som är ett enzym som reglerar bindandet av pigment, samt spelar en roll i bildandet av elastin. Elastin är ett protein som ingår i bindväv i juver, hud, men även blodkärl. Det ser till att blodkärl kan regleras beroende på blodtryck eller hormonspel. Zink är ett viktigt ämne i enzymer och har en stor påverkan på foderintaget samt metabolismen. Ämnet möjliggör funktionen av skelettet att kunna lösgöra kalcium och fosfor, samt skapandet av hud, päls och klövar. Mineralen är även viktig för immunsystemet samt reproduktionsorganen och har en påverkan på SCC i mjölken. Selen är en byggsten i enzymet glutathionperoxidas (GSH-Px) och finns i olika organ, vävnader samt blod. Mineralen är viktig då den oskadliggör olika peroxider (Commissie Onderzoek Minerale Voeding 2005).

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med denna litteraturstudie är att diskutera hur mineraler påverkar juverhälsan hos mjölkkor utifrån faktorerna klinisk mastit samt celltal. Studien ska även beskriva hur olika mineraler påverkar juvrets immunförsvar och fysiologi samt beskriva anatomin. Litteraturstudien ska besvara följande frågeställningar:

1. På vilket sätt påverkar mineraler juverhälsan?
2. Förbättrar eller försämrar olika mineralfoder eller -föreningar celltalet?
3. Hur påverkas förekomsten av klinisk mastit av olika mineraler i foderstaten?
4. Vilken eller vilka mineraler har störst påverkan på juverhälsan?

2. Material och metod

För att genomföra arbetet användes metoden litteraturstudie. Sökningarna för metoden utfördes i fyra elektroniska databaser; Google Scholar, Web of Science, PubMed och Sveriges Lantbruksuniversitets databas Primo. Sökningar utfördes i två kategorier, där första sökningen behandlade sökorden "udder anatomy" och "udder physiology" tillsammans med termen "dairy cow" eller "bovine". Andra sökningen hanterade sökorden "udder health", "mineral feed" och "important minerals" i olika kombinationer med "somatic cell count" eller "SCC" samt "mastitis". Enbart vetenskapliga publikationer har använts på språken engelska samt nederländska.

Totalt behandlades flertalet vetenskapliga publikationer där övervägande antal sorterades bort genom relevansverktyg hos de elektroniska databaserna samt manuell granskning för relevans i relation till frågeställningarna. Relevansen baserades på publikationernas innehåll, där kraven var att referenserna behandlade mjölkors juverhälsa i koppling till arbetets frågeställningar. Vid färdigställning av arbetet inkluderades 35 vetenskapliga publikationer.

Flertalet bokkapitel från samma bok samt en annan bok användes i sammanställningen av litteraturgenomgången. Böckerna gav bakgrund samt allmän information kring mineraler samt de fysiologiska och anatomiska funktionerna av juvret hos mjölkkor. Även icke vetenskapliga artiklar användes av svenska företag och hemsidor inom mjölkproduktion såsom Växa, Statens veterinärmedicinska anstalt samt Juverportalen i syfte att medge aktuell branschinformation. Totalt ingår 34 referenser i denna litteraturstudie.

2.1 Etiska aspekter

Denna litteraturstudie baserades enbart på publicerade vetenskapliga skrifter och det har därför inte utförts någon primärdatainsamling. Av denna anledning krävdes ingen särskild etisk granskning.

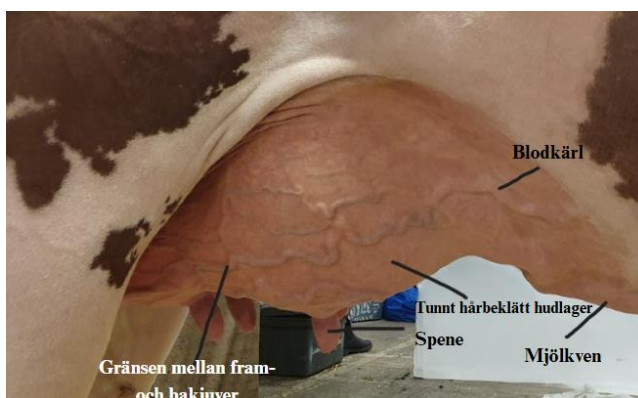
3. Litteraturgenomgång

3.1 Juveranatomi och -fysiologi

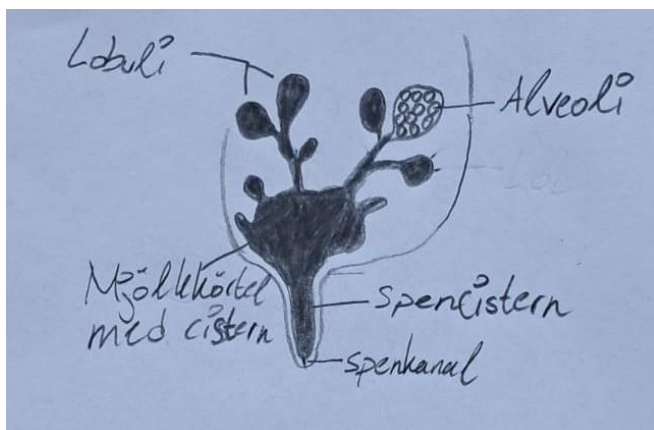
Mineraler påverkar olika enzymer samt fungerar som katalysatorer och byggstenar till viktiga processer och celler i kroppen (Commissie Onderzoek Minerale Voeding 2005). För att ha en bättre förståelse kring hur mineralerna kan påverka juverhälsan bör det finnas en djupare grund i mjölkkors juveranatomi samt -fysiologi, men även hur immunförsvaret påverkas.

3.1.1 Juvrets anatomi

De yttre anatomiska delarna av juvret är det tunna hårbeklädda hudlagret som skiljer de inre delarna av juvret från den yttre miljön, se Figur 1. Blodkärl förser juvret med blod för att kunna producera mjölk och en stor del av blodet från juvret går via den ytligt liggande mjölkvenen. Juvret är indelat i fyra delar, där höger- och vänsterdelarna är lättare att skilja mellan än fram- och bakjuvret (Sarangi & Bansal 2020). Dessa juverdelar består utav mjölkkörtlar som har utvecklats från svettkörtlar, se Figur 2. Höger samt vänster juverdelar skiljs av juverligamentet, ett starkt ligament som fäster vid buken samt under vaginan på kon (Daniels et al. 2017; Sarangi & Bansal 2020). Fram- och bakjuvret skiljs av tunna membran och är därav oberoende av varandra. Varje juverdel innefattar en mjölkkörtel med tillhörande alveoler samt cistern, men även en spene med tillhörande spencistern (Sarangi & Bansal 2020; Mukherjee et al. 2023; Waller u.å.). Sarangi & Bansal (2020) menar även att spenen kan delas in i tre partier; basen, mitten samt spetsen. Sfinktermuskeln som finns i spenen reglerar mjölkutsläppet samt har som funktion att skydda juvret från patogener som vill ta sig in (Appleman 1973; Sarangi & Bansal 2020).



Figur 1. Juvrets yttre anatomi, figuren visar gränsen mellan fram- och bakjuver samt spene, mjölkven, blodkärl och det tunna hårbeklädda hudlagret



Figur 2. Juvrets inre anatomi, figuren visar en juverdel i genomskärning med alveoli, lobuli, spencistern och spenkanal samt mjölkkörtel med tillhörande cistern.

3.1.2 Juvrets fysiologi

I början av laktationen hamnar majoriteten av alla mjölkkor i negativ energibalans (NEB), vilket påverkar skapandet av mjölkkomponenterna (Hettinga 2017; Mukherjee et al. 2023). För att skapa eller transportera mjölkkomponenterna från juvrets celler till mjölken krävs cirka 80% av kons energiintag (Mukherjee et al. 2023). Mjölkkomponenterna som främst skapas i juvret är fett, protein samt laktos. Andra komponenter som finns i mjölk men som inte skapas i juvret är en del vitaminer och mineraler, såsom kalcium, B-vitamin och fosfor.

Mjölkfett består av ungefär 98% triglycerider, 1% fosfolipider och resterande 1% består utav olika mängder kolesterol, diglycerider, monoglycerider samt fria fettsyror. De fettsyror som produceras av juvret består av maximalt 16 kolatomer och produceras genom *de novo*-syntes (Hettinga 2017). Längre fettsyrekedjor tas upp via blodet genom osmos samt olika pumpar (Mukherjee et al. 2023). Upptaget av fettsyror från blodet ökar vid NEB, då det finns en mindre mängd glukos för att utföra *de novo*-syntes. För att utföra *de novo* krävs katalysatorer likt mineraler såsom mangan och olika enzymer. Magnesium är en nyckelkatalysator för att esterifiera fettsyror, vilket är hur triglycerider framställs. Mukherjee et al. (2023) anger även att fettsyror utsöndras till alveolerna i form av fettbubblor, antingen som cytoplasmatiska lipiddroppar (CLD) eller som mikrolipiddroppar (MLD). MLD och CLD skapas i det glatta endoplasmatiska nätverket, och på färden mot cellmembranet kan MLD:s samt CLD:s smälta samman innan de transporteras ut i alveolerna (Hettinga 2017; Mukherjee et al. 2023).

Mjölkpotein består utav två olika proteinformer; vassle-protein samt kasein. Kasein och vassle-protein produceras i juvrets epitelceller (Hettinga 2017). Aminosyrorna till proteinbildningen tas upp från blodet genom natrium⁺- samt kalium⁺-pumpar (Na⁺/K⁺-pumpar) och kan benämnas som natrium⁺-beroende samt

natrium⁺-oberoende aminosyror (Mukherjee et al. 2023). Natrium⁺-beroende aminosyror är beroende av energi i form av ATP för att transporteras in till cellerna, medan natrium⁺-oberoende aminosyror inte är beroende av energi. Kasein tas upp genom osmos från epitelcellerna och förs på så vis in i mjölken, medan vassleprotein transporteras via golgiapparaten från juvercellerna till mjölken (Hettinga 2017). Flera källor menar att mjölkproteinets sammansättning varierar beroende på mjölkornas genetik, då proteinet skapas utifrån mRNA:t som tagits fram från transkriptionen (Hettinga 2017; Mukherjee et al. 2023).

Laktos består av glukos samt galaktos, där glukos bildas genom glukoneogenesen och galaktos syntetiseras i juvrerepitelet. I glukoneogenesen bildas glukos främst från propionat som bildats vid fermentation i våmmen. Galaktos syntetiseras i juvrerepitelet från glukos i flera steg med hjälp av olika enzymer. Slutsteget sker i golgiapparaten i juvercellen innan det färdigsyntetiserade laktoset skickas ut till alveolerna (Mukherjee et al. 2023).

Övriga mjölkkomponenter, såsom mineraler och vitaminer, produceras på olika vis. Majoriteten av de mineraler samt vitaminer som finns i mjölken transporteras dit via blodet, med undantag för fettlösliga vitaminer och mineraler. Fettlösliga vitaminer och mineraler binder till MLD samt CLD inuti juvercellerna och utsöndras till mjölken med fettet (Hettinga 2017).

3.2 Immunförsvaret

Juvret har två former av immunförsvaret; det medfödda samt det erhållna immunförsvaret. Det medfödda immunförsvaret består dels av fysiska barriärer och dels av vita blodceller, medan det erhållna immunförsvaret enbart består av vita blodceller (Schukken & Lam 2017; Juverportalen 2024).

3.2.1 Det medfödda immunförsvaret

Det medfödda immunförsvaret är det försvar kalvar föds med, där ingår även det mekaniska- samt det hormonella immunförsvaret. Det medfödda immunförsvaret innehåller makrofager, polymorfnukleära neutrofiler (PMN), lymfocyter samt en mindre andel dendritiska celler (Schukken & Lam 2017). Kalvar föds med ett ofullständigt immunförsvaret och är beroende av råmjölk av god kvalitet för att få i sig de vita blodcellerna (Juverportalen 2025a). Detta immunsystem känner inte igen olika patogener, utan reagerar på ett övergripande sätt (Schukken & Lam 2017).

Det mekaniska immunförsvaret är aktivt i spenen, eftersom spenen kan sluta sig mekaniskt (Juverportalen 2024). Spenspetsens utformning samt hur trög- eller snabbmjölkande en ko är har stor påverkan menar Appleman (1973). Muskeln i spenens mitt, sfinktermuskeln vid spenkanalen, påverkar hur snabb- eller

trögmjölkad korna är, men flera källor anser även att det påverkar hur länge spenöppningen är öppen som en infartsport för patogener (Appleman 1973; Mukherjee et al. 2023). Kalcium ser till att sfinktermuskulerna sammandrar (DeGaris & Lean 2008). Vid de fall att patogener kommer in i spenkanalen kan de fastna där och lymfocyter och plasmaceller kan då hantera dem (Waller u.å.). Vid de fall att patogenerna tar sig upp till spenens bas finns där makrofager som ska kunna destruera patogenerna (Schukken & Lam 2017).

Makrofager är kroppens vaktceller och de känner igen celler eller organismer som inte är kroppsegna samt destruerar dem. Destruktionen sker genom cytokinproduktion inom makrofagerna (Schukken & Lam 2017). I ett hälsosamt juver befinner sig enbart makrofager, men vid behov kallas PMN:er in för att underlätta immunresponsen. Dessa celler tar sig till juvret via blodet och samverkar med makrofagerna (Schukken & Lam 2017). Lymfocyterna i juvret består av B- och T-lymfocyter samt natural killer-celler (NK-celler). B-lymfocyter verkar främst för det erhållna immunförsvaret medan T-lymfocyter spelar en stor roll vid det cellulära försvaret (Schukken & Lam 2017). NK-celler kan aktivera makrofager och PMN vid saneringen av patogener. Tillsammans medför dessa celler ett gott medfött immunförsvar för ett friskt juver (Schukken & Lam 2017; Juverportalen 2024).

3.2.2 Det erhållna immunförsvaret

Det erhållna immunförsvaret tillförs nyfödda kalvar vid den viktiga råmjölksutfodringen, men även genom att immunförsvaret utsätts för olika patogener samt bygger upp ett skydd (Juverportalen 2025a). Immunförsvaret kan därför skraddarsy responsen beroende på vilket patogen som inkräktar (Schukken & Lam 2017).

Som nämnt ovan består det erhållna immunförsvaret utav B-lymfocyter, men även PMN:er. PMN:er aktiveras av mineralen kalcium (Vig & Kinet 2009). B-lymfocyter skapar försvarsceller som kallas för antikroppar eller immunglobuliner (Ig), där de mest vanliga är till exempel IgG samt IgM. Vilka Ig-proteiner som bildas beror på patogenen och infektionsgraden, men även vilka T-hjälparceller som T-lymfocyterna skapar (Schukken & Lam 2017). Immunförsvaret är inte lika effektivt i juvret som det är i kons kropp, då det skydd immunförsvaret har byggt upp genom igenkänning av patogenen enbart skyddar i ungefär 14 dagar efter infektion (Schukken & Lam 2017).

3.3 Mineralernas påverkan på juverhälsan

Nutrition är en viktig faktor när det gäller juverhälsa. Enligt Zadoks (2006) leder brist på olika makro- samt mikromineraler till försämrat immunförsvar och således

större risk för sjukdomar, vilket stärks av Machado et al. (2013). Mineraler nämnda nedan spelar en viktig roll för juverhälsan samt juvrets immunförsvar.

3.3.1 Selen

Selen anses vara den mest essentiella mineralen för juverhälsan (Harmon 1998; Zadoks 2006). Flera studier visar att selen är viktigt för immunförsvarets effektivitet och verkar likt en antioxidant (Harmon 1998; Zadoks 2006; Machado et al. 2013; Ganda et al. 2016; Ferreira & Petzer 2019). Studierna påvisar även att mjölkkor med selen-brist är mer mottagliga för förhöjt SCC och mastit. Mineralen spelar även en viktig roll i metabolismen av fleromättade fettsyror i cellmembraner, menar Zadoks (2006).

Högre selenhalter i serum påverkar immunförsvaret genom att ge ökad resistens mot oxidation samtidigt som det effektiviserar PMN, makrofager samt lymfocyter visar Ganda et al. (2016). Enligt studien är detta möjligt då selen är en viktig byggsten i de antioxidatoriska enzymerna GSH-PX och thioredoxin reduktas. Detta uppmättes under studien då selen användes som behandling för mjölkkor med förhöjd SCC samt klinisk mastit. Behandlingen gavs under en månad (Ganda et al. 2016). Mineralens roll är att reglera enzymerna samt skydda värdcellen mot oxidatoriska organismer. Detta sker i samarbete med vitamin E (Ganda et al. 2016). Regleringen av immunförsvaret samt skyddandet av värdcellen är väsentligt då PMN producerar samt utsöndrar toxin, såsom peroxid samt superoxid, för att avsöndra oxidanterna. Toxinet angriper även värdceller, vilket ger selen samt vitamin E en viktig roll (Zadoks 2006). Harmon (1998) menar att skyddet som ges av selen i samverkan med GSH-PX även skyddar värdceller mot alla typer av infektioner. Flera studier är överens om att högre selen-halt i blod ger ett bättre immunförsvar (Harmon 1998; Zadoks 2006; Krys et al. 2009; Machado et al. 2013; Ganda et al. 2016; Ferreira & Petzer 2019). Commissie Onderzoek Minerale Voeding (2005) rekommenderar ett intag mellan 0,13-0,18 milligram per kg TS-intag, medan Spörndly (2003) rekommenderar 0,2 milligram per kg TS-intag.

Studierna var även överens om att selen, tillsammans med koppar, snabbt tas upp av mjölkornas kroppar (Harmon 1998; Zadoks 2006; Krys et al. 2009; Machado et al. 2013; Ganda et al. 2016; Ferreira & Petzer 2019). I vilken form, organisk, icke-organisk eller syntetiserad, mineralerna ges har stor påverkan på hur snabbt det tas upp. Krys et al. (2009) studerade upptaget av mineralerna selen, koppar, zink samt mangan via slickstenar. Studien angav att selen samt koppar togs upp i högre grad än zink och mangan, men att upptaget var olika på individnivå. Många faktorer har en inverkan på upptaget via slickstenar, såsom slickstenens hårdhet, smak, men även behovet hos individen. Andra studier injicerade mineraler i blodomloppet hos mjölkkor (Machado et al. 2013; Ganda et al. 2016; Ferreira & Petzer 2019). Även i dessa studier mättes selen ha en hög absorptionsnivå i blodet. Pomport et al. (2021)

utförde en studie där mineralerna selen, koppar, zink samt mangan gavs i organisk form samt icke organisk form. Resultatet visade att mineraler i organisk form absorberas långsammare av kroppen, men har en längre verkan än mineraler i icke-organisk form.

3.3.2 Koppar

Koppar anses vara viktig för immunförsvaret, likt selen (Ganda et al. 2016). Mineralen lagras i levern och är därför lättillgänglig vid behov (Machado et al. 2013). Tillsammans med zink är koppar en viktig komponent i enzymet superoxid dismutas (Ganda et al. 2016) som är viktig för juvrets immunförsvaret (Machado et al. 2013). Koppar är en viktig mineral för hemoglobin-bildning, tillväxt samt reproduktion (Harmon 1998).

Harmon (1998) menar att kopparnivån i juvrets vävnader har en påverkan på skadan som mastit kan åstadkomma. Högre kopparnivå i vävnader ger ett bättre skydd mot bakteriella mastiter, medan lägre nivåer kan resultera i betydande vävnadsskador. Andra studier (Scaletti et al. 2003; Zadoks 2006; Machado et al. 2013; Ganda et al. 2016) är överens med Harmon (1998) att koppar även spelar en stor roll för funktionen av lymfocyter, PMN samt makrofager och därav kan minska infektionens allvarlighet. Studierna ovan har jämfört resultaten mellan flertalet grupper som har fått olika mineralhalter i foderstaterna och kom på så sätt fram till resultaten. Scaletti et al. (2003) mätte att koppar även minskar SCC samt bakterietalet i mjölken. Studien jämförde två grupper med olika kopparnivå med varandra. Commissie Onderzoek Minerale Voeding (2005) rekommenderar att utfodra 7,1 mikrogram per kg levandevikt, med 2,0 milligram tillägg för dräktighet, 0,5 milligram per kg tillväxt samt 0,04 milligram per producerad kg mjölk. Spörndly (2003) rekommenderar att mjölkande kor utfodras 11 milligram per kg TS-intag och att sinkor utfodras med 13 milligram per kg TS-intag.

3.3.3 Zink

Zink är en viktig beståndsdel i många proteiner samt aktiverar enzymer som spelar en betydande roll vid aktiveringen eller funktionen av immunförsvaret (Harmon 1998).

Harmon (1998) menar att zink har en inverkan på SCC och effektivt kan användas som tillskott för att minska SCC, genom undersökningar och jämförelser mellan tre grupper som fick olika zink-nivåer i fodret. Studien har inte påvisat någon annan inverkan som zink kan ha på immunförsvaret eller juverhälsan. Zadoks (2006) fann att zink spelar en större roll vid förflyttningen av vita blodceller, såsom PMN, lymfocyter och makrofager, samt ser till att de aktiveras när det finns behov. Commissie Onderzoek Minerale Voeding (2005) rekommenderar ett intag på 0,1

milligram per kg levandevikt för underhåll, med 8,9 milligram tillägg för dräktighet, 24 milligram per kg tillväxt samt 4,1 milligram per kg producerad mjölk. Spörndly (2003) rekommenderar en utfodring på 45 milligram per kg TS-intag för mjölkande kor och 22 milligram per kg TS-intag för sinkor.

3.3.4 Övriga mineraler

Utöver selen, koppar och zink finns det även andra mineraler som har en stor betydelse för juverhälsan, juvrets fysiologiska processer samt dess immunförsvar (Libera et al. 2021).

Kalcium

Mineralen kalcium är viktig i många processer i mjölkornas kroppar (Hisaeda et al. 2020). Flera studier är överens om att kalcium ser till att muskler kontraherar, aktiverar PMN i det erhållna immunförsvaret, samt har en vital roll i frisättningen av neurotransmittorer, blodkoagulering och intracellulär signaltransduktion (Vig & Kinet 2009; Zhang et al. 2019; Hisaeda et al. 2020).

Hisaeda et al. (2020) har påvisat att mjölkkor med klinisk mastit även har låga kalcium-värden i blodet. Detta är på grund av makrofagernas cytokinproduktion som uppstår vid mastit, vilket hämmar parathormon från att frigöra kalcium från skelettet. Kalciumhalten i blodet kan därför påvisa eventuella fall av mastiter. Mineralens roll i kontraktionen av muskler, såsom sfinktermuskeln i spenkanalen, spelar en vital roll i det mekaniska immunförsvaret mot att patogener tränger in i juvret via spenkanalen. Vid kalvningsförlamning är kalcium-halten i blodet lågt vilket har en negativ inverkan på muskelkontraktioner. Den försämrade muskelkontraktionen resulterar i att sfinktermuskeln inte kontraheras ordentligt och därför lämnar spenkanalen öppen. Enligt Hisaeda et al. (2020) kan en låg halt av kalcium i blodet leda till försämrad juverhälsa. Khan et al. (2024) påvisar att låg kalciumhalt i blodet leder till ett försämrat allmäntillstånd hos mjölkkor vilket påverkar immunförsvaret. Detta leder till en större risk för sjukdomar, såsom mastit. Commissie Onderzoek Minerale Voeding (2005) rekommenderar en underhållsgiva av kalcium i gram per dag som kan beräknas med formeln $0,0079 * \text{levandevikt} + 0,66 * \text{dagligt TS-intag} - 0,74$. Tillägg såsom 6,4–9,3 g/dag beroende på dräktighetsstadium, 1,2 g/liter producerad mjölk samt tillägget för tillväxt som beräknas med denna formel; $9,83 * \text{Vuxenvikt}^{0,22} * \text{Levandevikt}^{-0,22}$ i gram per dag rekommenderas. Spörndly (2003) rekommenderar en underhållsgiva mellan 25–34 gram beroende på kroppsvikt, med tillägg på 2,6 gram per kg producerad mjölk för mjölkande kor, 5 gram per kg TS-intag för tillväxt samt mellan 6–21 gram per kg TS-intag för sinkor, beroende på dräktighetsstadium.

Fosfor

Fosfor är en viktig byggsten för tänder och skelett, men ingår även till stor del i fosfolipider. Fosfolipider bygger i sin tur upp cellmembran som är vitala för cellerna. Utöver det ingår fosfor i DNA samt de olika formerna av RNA och har en viktig roll i syra-bas-balansen (Grünberg 2014). Mineralen är viktig för nedbrytningen då det är en viktig beståndsdel av processen fosforylering samt ingår till stor del i vätska, urin och cytosol (Grünberg 2014).

Kroppens energiförsörjning är även den beroende av fosfor, då som beståndsdel i ATP menar Grünberg (2014). I vämmen spelar fosfor en viktig roll för mikroberna, vilka bryter ner cellulosa samt skapar mikrobproteiner (Grünberg 2014). Studien visar även att fosfor har en inverkan på lymfocyter, där en låg fosforhalt hämmar lymfocyt-aktivitet. Commissie Onderzoek Minerale Voeding (2005) rekommenderar ett fosfor-intag på 1,04 gram per kg TS om mjölkkon är sinlagd och 0,81 gram per kg TS om hon lakterar. Tilläggen rekommenderas till 4,1–5,1 g/dag beroende på dräktighetsstadium, 1,0 g/liter producerad mjölk och för tillväxt beräknas tillägget med hjälp av denna formel; $1,2 + (4,63 \times \text{Vuxenvikt}^{0,22} \times \text{Levandevikt}^{-0,22})$ i g/dag. Spörndly (2003) rekommenderar en underhållsgiva mellan 15–21 gram per kg TS-intag, med tillägg på 1,6 gram per kg mjölk för mjölkande kor, 3 gram per kg TS-intag för tillväxt samt en giva mellan 4–15 gram/kg TS för dräktighet, beroende på dräktighetsstadium.

Magnesium

Magnesium anses vara en viktig mineral för immunsystemet. Dess exakta roll för immunförsvaret har inte fastställts, vilket visas i flera studier (Gröber et al. 2015; Martens & Stumpff 2019; Libera et al. 2021). Libera et al. (2021) visar att mineralen i sig kan anses vara en viktig antiinflammatorisk faktor för juverhälsan. Den intracellulära magnesiumkoncentrationen anses vara viktig för att $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPase}$ ska fungera (Gröber et al. 2015). Commissie Onderzoek Minerale Voeding (2005) rekommenderar en giva på 4,0 gram per kg TS för underhåll, med tilläggen 0,25–0,39 mg/kg TS beroende på dräktighetsstadium, 0,42 mg/kg TS för tillväxt samt 0,12 mg/liter producerad mjölk. Spörndly (2003) rekommenderar en giva mellan 2–2,5 gram/kg TS för lakterande kor samt en giva på 1,2 gram/kg TS för sinkor.

Mangan

Mangan är ett viktigt ämne för blodkoagulering, funktionen av könsorgan samt nedbrytningen av kolhydrater och fettsyror. Mineralen är även viktig för utvecklingen av skelettet (Commissie Onderzoek Minerale Voeding 2005). Ämnet används tillsammans med andra mineraler i flera studier för förbättring av juverhälsan men mineralens påverkan framkommer inte (Krys et al. 2009; Machado et al. 2013; Ganda et al. 2016; Pomport et al. 2021). Commissie Onderzoek

Minerale Voeding (2005) rekommenderar ett intag av mangan på 40 milligram per kg TS-intag för mjölkkor. Spörndly (2003) rekommenderar en utfodringsgiva på 20 milligram/kg TS för mjölkande kor samt 18 milligram/kg TS för sinkor.

4. Diskussion

Juverhälsa är en multifaktoriell egenskap. Den kan påverkas av flera olika faktorer såsom genetik, miljö, hygien, mjölkningsrutiner samt nutrition. De flesta juverinfektionerna sker i samband med mjölkningstillfället, då spenkanalen är öppen. Vid bristande hygien kring mjölkningstillfället finns det fler patogener i juvrets närmiljö, vilket gör det lätt för infektioner att uppstå. Besättningens genetik är också betydande. Allt från vilken ras mjölkkorna är samt hur avelsplanen planeras påverkar juverhälsan. I litteraturgenomgången behandlades enbart den nutritionella faktorn specificerat mot mineralerna selen, koppar, zink, kalcium, fosfor, magnesium samt mangan. Dessa mineraler är de främst förekommande i studier som undersökt mineralfödrets påverkan på juverhälsan och immunförsvaret (Harmon 1998; Zadoks 2006; Vig & Kinet 2009; Machado et al. 2013; Grünberg 2014; Ganda et al. 2016; Ferreira & Petzer 2019).

Det erhållna immunförsvaret kommer ihåg patogener i upp till 14 dagar efter infektion och tappar således minnet av hur dess respons var uppbyggt om samma patogen infekterar juvret efter denna tid (Schukken & Lam 2017). Av den anledningen är det viktigt att alla faktorer är på godtagbara nivåer för att minska riskerna för att patogener tar sig in i juvret. De olika mineralerna är viktiga av olika anledningar. Flera studier är överens om att selen och koppar är viktigast för immunförsvaret (Machado et al. 2013; Ganda et al. 2016; Khan et al. 2024). Sagda mineraler aktiverar samt effektiviserar immunförsvarets vita blodceller. På detta vis agerar selen likt en antioxidant, tillsammans med vitamin E (Ganda et al. 2016), men skyddar även värdceller från PMN och det toxin som produceras för att avlägsna patogener. Koppar är essentiell för att producera hemoglobiner (Harmon 1998), vilket transporterar viktiga komponenter via blodomloppet. Detta, i samband med aktiveringen samt effektiviseringen av vita blodkroppar, bidrar till att koppar spelar en stor roll för att förkorta sjukdomsförloppet samt skyddar juvervävnaden (Scaletti et al. 2003). Zink är en viktig beståndsdel i de proteiner och enzymer som aktiverar samt förflyttar lymfocyter, PMN samt makrofager (Harmon 1998; Zadoks 2006). Mineralen har en stor inverkan på minskningen av SCC på grund av effektiviseringen av förflyttningen av de vita blodcellerna. Till viss mån har mineralen även en inverkan på aktiveringen av immunförsvaret, som även det begränsar sjukdomsförloppet och minskar SCC (Harmon 1998). Kalcium spelar en viktig roll för det medfödda immunförsvaret i juvret. Mineralen är en viktig beståndsdel vid muskelkontraktioner (Hisaeda et al. 2020) och ser till att sfinktermuskulaturen i spenkanalen stängs. Vid hypokalcemi, eller kalvningssförslamning, är kalciumhalten låg i blodet och risken för mastit ökar eftersom sfinktermuskulaturen inte kontraherar ordentligt. Det leder till en ständigt öppen spenkanal, vilket tillåter att patogener får fri tillgång till juvret (Hisaeda et

al. 2020). Selen, koppar, zink samt kalcium kan därför anses ha en direkt påverkan på juverhälsan samt juvrets immunförsvar.

Mineraler som kan anses ha en indirekt påverkan på juverhälsan är fosfor, magnesium samt mangan. Fosfor är en essentiell beståndsdel i skelett, tänder samt energiförsörjningen (Grünberg 2014). Majoriteten av de fysiologiska processerna i kroppen kräver energi i form av ATP, såsom nedbrytning av näringsämnen. Nedbrytningen av näringsämnen gör det möjligt för kon att underhålla hennes kropp samt producera mjölk och syntetisera mjölkkomponenterna. Ett djur med goda fysiologiska förutsättningar har en mindre risk att drabbas av sjukdom. Grünberg (2014) menar även att fosfor kan ha en inverkan på lymfocyter vid tillräckliga fosfor-halter i blodomloppet. Magnesium anses av flera studier vara viktig för immunförsvaret (Gröber et al. 2015; Martens & Stumpff 2019). Mineralens exakta roll kräver vidare forskning, men det är konstaterat att magnesium är viktigt för att $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPase}$ ska fungera. Na^+/K^+ -pumparna är viktiga för syra-basregleringen, vilket betyder att mineralen även är viktig av den anledningen (Commissie Onderzoek Minerale Voeding 2005). Syra-bas-regleringen är viktig för det allmänna hälsotillståndet hos nötkreatur. Mangan har en oklar roll i juvrets immunförsvar, men används i en mineralmix av flera studier i kombination med selen, koppar samt zink (Krys et al. 2009; Machado et al. 2013; Ganda et al. 2016; Khan et al. 2024). I studierna framgick det inte hur mangans påverkan kunde utvärderas. Enligt Commissie Onderzoek Minerale Voeding (2005) kan mineralen påverka nedbrytningen av näringsämnen, vilket kan förklara dess inblandning i studierna. En bättre nedbrytning av digestan i digestionkanalen ökar absorptionshastigheten, som är positivt i de fall att mineraler samt andra näringsämnen ska tas upp snabbt (Commissie Onderzoek Minerale Voeding 2005). Det krävs vidare forskning och studier kring mangans påverkan på juverhälsan samt juvrets immunförsvar.

Mineralernas påverkan på immunförsvaret är mångsidig och fördelaktig för juverhälsan. Selen, koppar, kalcium och magnesium effektiviserar samt aktiverar immunförsvaret och kan därför anses ha en positiv inverkan på mastitförekomst (Harmon 1998; Zadoks 2006; Vig & Kinet 2009; Machado et al. 2013; Ganda et al. 2016; Khan et al. 2024). Ett aktiverat och effektivt immunförsvar avlägsnar patogener snabbare och minskar sjukdomens svårighetsgrad samt sjukdomsförlopp. I bästa fall kan ett effektivt immunförsvar avlägsna skadliga patogener innan ett sjukdomsförlopp har hunnit sättas i gång. Det går därför att argumentera för att rätt mängd mineraler i rätt form och tid kan minska mastitförekomsten hos mjölkkor. Selen tillsammans med zink, fosfor och mangan har en mer allmän påverkan på immunförsvaret. Mineralerna aktiverar immunförsvaret samt ser till att de vita blodcellerna, immunförsvarscellerna, kommer till de infekterade områdena (Harmon 1998; Zadoks 2006; Grünberg 2014). Deras påverkan kan därför minska

antalet vita blodceller i juvret, vilket effektivt sänker SCC. Ett förhöjt SCC är ett annat sätt att förklara en pågående infektion i juverepitelet, vilket påvisar en sämre juverhälsa. Selen, zink, fosfor och mangan har därför en positiv och direkt påverkan på juverhälsan (Harmon 1998; Zadoks 2006; Grünberg 2014).

I litteraturgenomgången har det även beskrivits att mineraler absorberas samt är mer lättillgängliga i kroppen beroende på vilken form de befinner sig i. Pomport et al. (2021) har undersökt samt jämfört hur effektiva mineraler är beroende på organisk form och icke-organisk form. Studien har visat att mineraler absorberas långsammare i organisk form, men ger bättre effekt. Icke-organiska mineralföreningar absorberas snabbare, men effekten avtar dessvärre tidigare. Zadoks (2006) styrker att mineralerna är mer lättabsorberade samt lättåtkomliga som organiska mineralföreningar. Hur mineralutfodringen sker har betydelse, då åtkomligheten samt den individuella faktorn hos mjölkkor inverkar. Några studier som använts har injicerat mineralerna selen, koppar, zink samt mangan i blodomloppet (Machado et al. 2013; Ganda et al. 2016) medan Krys et al. (2009) använde sig av slickstenar. Injektion av mineraler är en metod som inte kan appliceras på ett praktiskt sätt hos producerande mjölkkor och är därför svår att implementera i det praktiska arbetet, men ger mer exakta svar kring hur de olika mineralerna påverkar juverhälsan. Metoden ger snabbare resultat än slicksten-metoden, då mineralerna direkt hamnar i blodomloppet, men kan dessvärre inte användas hos lantbrukare. Slickstenar används i det praktiska arbetet, men har en stor variation av intag på individnivå. Intaget bestäms av slickstenens hårdhet, slickvänlighet samt smak och det är därför svårt att säkerställa att djuren i besättningen får samma mineralutfodring (Krys et al. 2009). Upptaget kan skilja sig mellan olika individer vilket gör det svårt att dra en tydlig slutsats. Ytterligare efterforskningar krävs med metoder som är applicerbara i det praktiska arbetet för en mjölkproducent för att veta hur mineralerna påverkar mjölkkor samt hur mycket man bör utfodra av de olika mineralerna.

5. Slutsats

Juverhälsan kan påverkas av flera olika faktorer, varav mineralutfodring är en förhållandevis liten faktor. Mineraler är enbart en liten del av mjölkornas foderintag, men mycket viktig. För att uppnå en god juverhälsa och immunförsvar behöver alla faktorer vara på en godtagbar nivå. Mineralutfodringen kan påverka juverhälsan på ett positivt sätt med en balanserad utfodring där mineraler samt andra näringsämnen ges i rätt mängd. De mineraler som har ansetts vara av vikt för juverhälsan och immunförsvaret är selen, koppar, zink, kalcium, fosfor, magnesium samt mangan. Mineralerna har olika påverkan, där selen, koppar samt kalcium har en mer direkt påverkan på immunförsvaret medan zink, fosfor, magnesium samt mangan anses ha en indirekt påverkan. Mineralerna aktiverar och effektiviserar immunförsvaret samt hjälper de vita blodcellerna att förflytta sig till infekterade områden. Främst zink, selen, mangan samt koppar har en positiv inverkan på SCC genom att generellt sänka nivån i mjölken. Mineralutfodring kan minska förekomsten av mastiter vid tillräcklig utfodring, men lindrar framför allt sjukdomsförloppet samt infektionens allvarlighet. Vilken form mineralerna ges är viktigt, där organiska mineralföreningar ger bättre samt mer långvarig effekt.

Referenser

- Appleman, R.D. (1973). Subjective Evaluation of Teat Canal Anatomy¹. *Journal of Dairy Science*, 56 (3), 411–413. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(73\)85188-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(73)85188-4)
- Commissie Onderzoek Minerale Voeding (2005). *Handleiding Mineralenvoorziening Rundvee, Schapen, Geiten*. 6. uppl. Centraal Veevoederbureau.
- Daniels, K., O'Diam, K., De Vliegheer, S. & Lam, T. (2017). Anatomie van de uier. I: *Handboek Uiergezondheid Rund*. 1500. uppl. Communication in Practice. 109–120.
- DeGaris, P.J. & Lean, I.J. (2008). Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *The Veterinary Journal*, 176 (1), 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.029>
- Doherr, M.G., Roesch, M., Schaeren, W., Schallibaum, M. & Blum, J.W. (2007). Risk factors associated with subclinical mastitis in dairy cows on Swiss organic and conventional production system farms. *Veterinárni medicína*, 52 (11), 487–495. <https://doi.org/10.17221/2060-VETMED>
- Ferreira, G.M. & Petzer, I.-M. (2019). Injectable organic and inorganic selenium in dairy cows – Effects on milk, blood and somatic cell count levels. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 86 (1), 8. <https://doi.org/10.4102/ojvr.v86i1.1664>
- Ganda, E.K., Bisinotto, R.S., Vasquez, A.K., Teixeira, A.G.V., Machado, V.S., Foditsch, C., Bicalho, M., Lima, F.S., Stephens, L., Gomes, M.S., Dias, J.M. & Bicalho, R.C. (2016). Effects of injectable trace mineral supplementation in lactating dairy cows with elevated somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*, 99 (9), 7319–7329. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10989>
- Grünberg, W. (2014). Treatment of Phosphorus Balance Disorders. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 30 (2), 383–408. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.03.002>
- Gröber, U., Schmidt, J. & Kisters, K. (2015). Magnesium in Prevention and Therapy. *Nutrients*, 7 (9), 8199–8226. <https://doi.org/10.3390/nu7095388>
- Harmon, R.J. (1998). Trace minerals and dairy cattle: Importance for udder health. *Department of Animal Science, University of Kentucky*, 11. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20063209635>
- Hettinga, K. (2017). Melksynthese en -uitscheiding. I: Lam, T. (red.) *Handboek Uiergezondheid Rund*. 1500. uppl. Communication in Practice. 121–128.
- Hisaeda, K., Koshiishi, T., Sasaki, A., Shinozuka, Y., Isobe, N. & Kawai, K. (2020). Changes in ionized calcium concentration in the blood of dairy

- cows with peracute coliform mastitis. *Journal of Veterinary Medical Science*, 82 (4), 457–462. <https://doi.org/10.1292/jvms.19-0678>
- Juwerportalen (2024). *Juvrets försvar*. [Juwerportalen]. <http://juwerportalen.se/om-juvret/juvrets-foersvar/> [2025-04-27]
- Juwerportalen (2025a). *Kalvar*. Juwerportalen. <http://www.juwerportalen.se/foerebyggande-av-mastit/perioder-under-kviganskons-liv/kalvar/> [2025-06-18]
- Juwerportalen (2025b). *Mjölkningsperioden*. Juwerportalen. <http://juwerportalen.se/foerebyggande-av-mastit/perioder-under-kviganskons-liv/mjoelkningsperioden/> [2025-04-07]
- Juwerportalen (2025c). *Olika typer av mastit*. Juwerportalen. <http://juwerportalen.se/om-mastit/olika-typer-av-mastit/> [2025-04-04]
- Khan, M.Z., Huang, B., Kou, X., Chen, Y., Liang, H., Ullah, Q., Khan, I.M., Khan, A., Chai, W. & Wang, C. (2024). Enhancing bovine immune, antioxidant and anti-inflammatory responses with vitamins, rumen-protected amino acids, and trace minerals to prevent periparturient mastitis. *Frontiers in Immunology*, 14, 1–25. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1290044>
- Krys, Š., Lokajová, E., Podhorský, A. & Pavlata, L. (2009). Microelement Supplementation in Dairy Cows by Mineral Lick. *Acta Veterinaria Brno*, 78 (1), 29–36. <https://doi.org/10.2754/avb200978010029>
- Lam, T., Barkema, H., Piepers, S., Knijn, H. & De Vlieghe, S. (2017a). Deel 1: Bedrijfsadvisering. I: Lam, T (red.) *Handboek Uiergezondheid Rund*. 1500. uppl. Communication in Practice. 9–20.
- Lam, T., Heuvelink, A., Scherpenzeel, C. & De Vlieghe, S. (2017b). Mastitisbacteriën. I: Lam, T. (red.) *Handboek Uiergezondheid Rund*. 1500. uppl. Communication in Practice. 21–40.
- Libera, K., Konieczny, K., Witkowska, K., Żurek, K., Szumacher-Strabel, M., Cieslak, A. & Smulski, S. (2021). The Association between Selected Dietary Minerals and Mastitis in Dairy Cows—A Review. *Animals*, 11 (8), 2330. <https://doi.org/10.3390/ani11082330>
- Machado, V.S., Bicalho, M.L.S., Pereira, R.V., Caixeta, L.S., Knauer, W.A., Oikonomou, G., Gilbert, R.O. & Bicalho, R.C. (2013). Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows. *The Veterinary Journal*, 197 (2), 451–456. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.02.022>
- Martens, H. & Stumpff, F. (2019). Assessment of magnesium intake according to requirement in dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103 (4), 1023–1029. <https://doi.org/10.1111/jpn.13106>
- Mukherjee, J., Das, P.K. & Banerjee, D. (2023). Lactation Physiology. I: Das, P.K., Sejian, V., Mukherjee, J., & Banerjee, D. (red.) *Textbook of*

- Veterinary Physiology*. Springer Nature. 639–674.
https://doi.org/10.1007/978-981-19-9410-4_25
- Pomport, P.H., Warren, H.E. & Taylor-Pickard, J. (2021). Effect of total replacement of inorganic with organic sources of key trace minerals on performance and health of high producing dairy cows. 1–8.
<https://doi.org/10.3920/JAAN2020.0018>
- Sarangi, S. & Bansal, N. (2020). Functional anatomy of udder in various species of animals. *Vet Alumnus*, 20–25
- Scaletti, R.W., Trammell, D.S., Smith, B.A. & Harmon, R.J. (2003). Role of Dietary Copper in Enhancing Resistance to *Escherichia coli* Mastitis1. *Journal of Dairy Science*, 86 (4), 1240–1249.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73708-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73708-4)
- Schukken, Y. & Lam, T. (2017). Immunologie van uierinfecties. I: Lam, T. (red.) *Handboek Uiergezondheid Rund*. 1500. uppl. Communication in Practice. 129–142.
- Spörndly, R. (2003). *Utfodringsrekommendationer Idisslare*. (257). Tillämpad husdjursvetenskap och välfärd.
- Vig, M. & Kinet, J.-P. (2009). Calcium signaling in immune cells. *Nature Immunology*, 10 (1), 21–27. <https://doi.org/10.1038/ni.f.220>
- Växa (2022). *Celltal och juverhälsa*. Växa. <https://www.vxa.se/fakta/styrning-och-rutiner/hallbara-atgarder/djurhalsa/celltal-och-juverhalsa/> [2025-04-04]
- Växa (2024). *Metaboliska sjukdomar*. Växa. <https://www.vxa.se/fakta/styrning-och-rutiner/hallbara-atgarder/djurhalsa/metaboliska-sjukdomar/> [2025-04-27]
- Waller, K.P. (u.å.). Juvrets anatomi och fysiologi hos nötkreatur. 7.
<http://juverportalen.se/media/1051/juvrets-anatomi-och-fysiologi-181002.pdf> [2025-04-27]
- Zadoks, R.N. (2006). THE ROLE OF NUTRITION IN UDDER HEALTH. *Highplains Dairy*, 115–128 [2025-04-04]
- Zhang, B., Guo, H., Yang, W., Li, M., Zou, Y., Loo, J.J., Xia, C. & Xu, C. (2019). Effects of ORAI calcium release-activated calcium modulator 1 (ORAI1) on neutrophil activity in dairy cows with subclinical hypocalcemia1. *Journal of Animal Science*, 97 (8), 3326–3336.
<https://doi.org/10.1093/jas/skz209>

6. Populärvetenskaplig sammanfattning

Den här litteraturstudien har behandlat juverhälsa. Juverhälsan kan påverkas av många olika faktorer såsom genetik, miljö, hygien, mjölkningsrutiner och utfodring. Olika mjölkkraser har olika genetiska förutsättningar som påverkar immunförsvaret samt juverhälsan. Miljön mjölkarna befinner sig i spelar en viktig roll för immunförsvaret, då det påverkar sjukdomstrycket. Hygien är viktig för att, liksom faktorn miljö, sänka sjukdomstrycket. Mjölkningsrutiner är väldigt viktiga, eftersom spenkanalerna är öppna vid mjölkning. Den öppna spenkanalen tillåter mjölknedsläpp, men gör det även lättare för bakterier, virus och svampar att ta sig in i juvret och orsaka infektioner. Bra mjölkningsrutiner kan minimera infektionsrisken. Arbetet har främst förklarat utfodringens påverkan på juverhälsan, med mineraler i fokus.

Olika mineraler påverkar mjölkornas fysiologiska processer på olika sätt, men de främsta för juverhälsan och immunförsvaret är selen, koppar, zink, kalcium, fosfor, magnesium och mangan. Selen, koppar och kalcium påverkar immunförsvaret direkt genom att aktivera och direkt effektivisera det. Selen och koppar ser till att immunresponsen sker snabbare medan kalcium ansvarar för muskelsammandragningar. I juvrets spenar sitter så kallade sfinktermuskler som öppnar och stänger spenkanalen. Andra mineraler som zink, fosfor, magnesium och mangan verkar på ett mer indirekt sätt. Dessa mineraler ser till att immunförsvarets vita blodceller transporteras till rätt plats samt att mjölkens allmäntillstånd är bra. Tillsammans är dessa sju mineraler viktiga för juverhälsan och juvrets immunförvar.

I vilken form mineralerna ges till mjölkarna är viktigt. Mineraler i organisk form, bundet till en kolatom, absorberas lättare av digestionskanalen än icke-organiska mineraler. Icke-organiska mineraler kan vara rena mineraler och syntetiserade mineraler. Den lättare absorptionen ger en längre och bättre inverkan på djurens fysiologiska processer, vilket är önskat.

Det är viktigt att ha en god juverhälsa hos mjölkkor. Deras huvudsyfte är att producera mjölkprodukter för humankonsumtion, vilket kräver hälsosamma djur. God juverhälsa kan också ses som en riktlinje för god djurvälstånd, eftersom friska djur i regel har bra juverhälsa. För att uppnå god juverhälsa behöver alla faktorer som kan påverka den vara på en god nivå, inklusive mineralerna i utfodringen.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

☒ JA, jag, Eva Kuiper har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

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