

## Jernniveau i komælk til kalve

Forfattere: Camilla Bøgested Svenning Geven<sup>a</sup>, Marie Laurup Petersen<sup>a</sup>, Mogens Vestergaard<sup>a</sup> & Niels Bastian Kristensen<sup>b</sup>

<sup>a</sup> SEGES Innovation

<sup>b</sup> Aarhus Universitet



# Indledning

Jern er et essentielt mikronæringsstof for kalve, da det indgår i dannelsen af hæmoglobin og dermed er afgørende for iltransport i blodet. Komælk indeholder imidlertid kun meget lave koncentrationer af jern, hvilket kan medføre risiko for jernmangelanæmi hos komælkefodrede kalve i de første 5-6 leveuger. Tidligere forsøg har vist, at blodhæmatokrit falder frem til cirka uge 5, hvor kalvene begynder at indtage tilstrækkeligt fast foder til at dække jernbehovet. I dette tidligere forsøg blev jernmangel imødekømt ved afprøvning af både mælkeerstatning med forhøjet jernindhold og jerntilskud i form af jernlaktat i komælk. Disse tiltag medførte i nogle tilfælde forhøjede hæmatokritværdier og jernophobning i væv, hvilket kan være problematisk, da øget blodviskositet øger risikoen for blodpropper. Ligeledes kom samtlige komælksfodrede kalves hæmoglobin niveau under EU's anbefaling på 4,5 mM, samt under den anbefalede grænse på 5,3 mM (Krueger et al, 2025).

Ud fra ovenstående resultater er der behov for at undersøge, hvilken strategi der bedst balancerer kalvens behov: Komælk med jerntilskud eller mælkeerstatning med tilpasset jernindhold? I det omtalte forsøg pegede resultaterne på, at en daglig tildeling af 30 mg jernlaktat i komælk de første fem uger kan forebygge jernmangel uden risiko for overforsyning. Desuden blev det foreslået, at niveauet af jern i mælkeerstatning skulle undersøges nærmere.

I dette projekt blev der afprøvet henholdsvis 1) tildeling af jern i komælk i praksis til småkalve i 3 malkvægsbesætninger, samt 2) afprøvet tildeling af mælkeerstatning med lavere mængde jern (30 mg Fe/kg) hos nyindsatte slagtekcalve. I afprøvningen med tildeling af flydende jern i komælk blev der udelukkende set på sygdomsbehandlinger af kalvene tildelt ekstra jern (30 mg Fe/dag) samt ingen jern. I sidstnævnte afprøvning blev der set på både tilvækst og sygdomsbehandlinger for kalvene på henholdsvis lav (30 mg Fe/kg) og standard mængde jern i mælkeerstatning (78 mg Fe/kg).

I denne rapport vil afprøvningen med komælk (1) blive beskrevet. Afprøvningen med mælkeerstatning (2) vil blive beskrevet i en særskilt rapport.

## Formål

Formålet med projektet var at opbygge et stærkere biologisk grundlag for anvendelse af mineraler til kalve. Der var særligt fokus på effekterne af en mineraltildeling, som er tilpasset dyrenes biologiske behov, samt betydningen af andre ernærings- og foderfaktorer for dyrenes sundhed, tilvækst og produktion.

Formålet var at undersøge effekten af jerntilskud i komælk på kalvenes blodhæmatokrit, sygdomsforekomst og dødelighed.

## Problemstilling

Komælk indeholder kun begrænsede mængder jern, hvilket i nogle situationer kan føre til jernmangel hos mælkefodrede kalve i de første leveuger. Samtidig kan en for høj jerntilførsel medføre overforsyning og udgøre en sundhedsrisiko. Det er derfor undersøgt, om jerntilskud i komælk kan forsyne kalven tilstrækkeligt, og uden at overforsyne den med jern.

# Materialer og metoder

## Design

Afprøvningen blev gennemført fra 1. maj til 31. oktober 2025 på tre mælkeleverende besætninger. I alt indgik 239 kviekalve af malkerace. Kalvene fik enten komælk (kontrol) eller komælk tilsat jern. Begge behandlinger blev tildelt i alle tre besætninger, men ikke på samme tid. I to besætninger gennemførtes først en kontrolperiode med jerntilskud efterfulgt af en periode uden jerntilskud, og omvendt i den 3.

besætning. Når kalvene fik tildelt jern, fik de det fra første levedag. Flydende jern (OptiJern, R2 Agro) blev iblandet komælken, med 0,12 ml pr. liter komælk. Dette svarer til, at kalvene fik tildelt 30 mg ekstra jern dagligt.

Blodprøver blev udtaget på i alt 54 kalve (ligeligt fordelt på hver behandling og fra kalve i alle tre besætninger) i 5-6 ugers alder. Data om sygdomsbehandlinger og dødelighed blev indsamlet fra Kvæg-databasen og logbøger. Kun registreringer fra de første seks uger af kalvens liv blev medtaget.

## Data

Det var i alt 239 kalve, der havde fået den samme behandling med jern i de første 6 uger af deres liv. Grænsen blev sat til 6 uger, når de kun får komælk, da kalvenes blodhæmatokrit forventes at stige markant efter 6 uger på grund af øget indtag af fast foder i denne alder.

Der blev fjernet i alt 18 outliers, der var enten tyrekalve, krydset ved kødkvægsracer eller begge dele. Alle outlier-kalvene kom fra en besætning. I denne opgørelse indgår der kun kviekalve af malkerace. Nedenstående tabel (Tabel 1) viser fordelingen af kviekalve i de tre besætninger.

*Tabel 1. Antal kviekalve fordelt på besætninger*

| Besætning | Antal kviekalve i afprøvningen |
|-----------|--------------------------------|
| Nr. 1     | 181                            |
| Nr. 2     | 22                             |
| Nr. 3     | 27                             |

## Statistisk

Vi har undersøgt, om tilskud af jern i komælk påvirker blodhæmatokrit, sygdomsbehandlinger og dødelighed. Til dette blev der brugt:

- Lineær model for blodhæmatokrit med behandling og alder ved blodprøvetagning som forklarende variabler.
- Logistiske regressioner for sandsynligheden for mindst én sygdomsbehandling og for død/aflivning.

Estimerede marginale gennemsnit og konfidensintervaller blev beregnet med *emmeans* i R, og signifikans blev vurderet med likelihood ratio tests.

Det er vigtigt at bemærke, at periode og behandling ikke kan adskilles, da hver besætning kun har haft én periode med kontrol og én med tildelt jern. Der var kun seks forsøgs-enheder, hvilket giver lav statistisk styrke og gør det svært at drage endelige konklusioner.

Blodhæmatokrit blev analyseret på forsøgsniveau, da en mixed model ikke kunne anvendes. Modellen inkluderede behandling og alder ved blodprøvetagning, med mulighed for et ikke-lineært forhold via en spline-funktion.

Sygdomsbehandlinger og dødelighed blev analyseret med logistiske regressioner, men kun for én besætning, da det var den eneste med registrerede tilfælde. Her blev sandsynligheden for mindst én behandling og for død/aflivning vurderet.

Resultaterne præsenteres som estimerede marginale gennemsnit med konfidensintervaller, da disse giver et bedre overblik end rå modelkoefficienter.

# Resultater

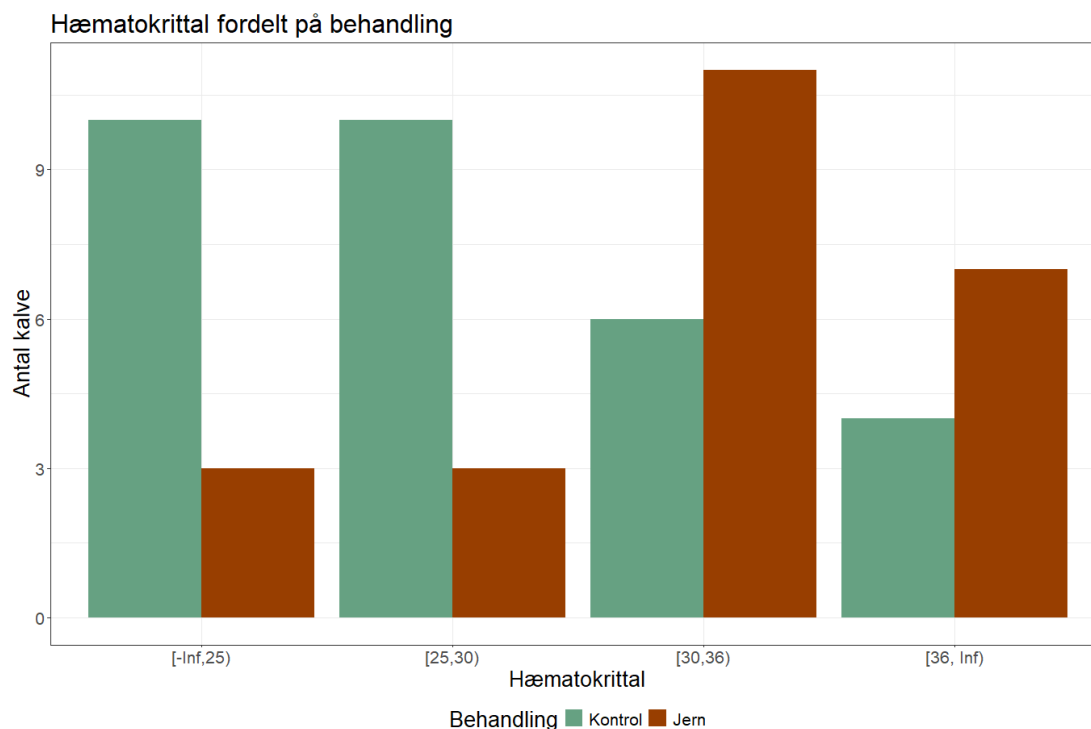
## Blodhæmatokrit

Den endelige model:

$$\text{hæmatokrit} = \mu + \text{behandling} + \text{alder ved blodprøve} + \varepsilon$$

Tabellen nedenfor (Tabel 2) viser de estimerede marginale gennemsnit og konfidensintervaller for blodhæmatokrit hos kontrolkalve og hos kalve tildelt jern.

Figur 1 viser fordelingen af blodhæmatokrit fordelt på behandling for de 54 blodprøvede kviekalve.



Figur 1. Fordelingen af blodhæmatokrit fordelt på behandling for de 54 blodprøvede kviekalve

Tabel 2. Estimerede marginale gennemsnit og konfidensintervaller for blodhæmatokrit

| Variabel   | Normalt jern         | Højt jern            | SEM | P-værdi |
|------------|----------------------|----------------------|-----|---------|
| Hæmatokrit | 27,7<br>[23,8; 31,6] | 32,2<br>[28,3; 36,0] | 1,2 | 0,012   |

Der var en signifikant forskel mellem de to behandlinger; kontrol og jerntilskud: kalvene, der fik tildelt ekstra jern, havde i gennemsnit en højere blodhæmatokrit end kontrolgruppen. Det optimale niveau for blodhæmatokrit ligger mellem 25 og 35, og de estimerede gennemsnit for begge behandlinger ligger inden for dette interval. Konfidensintervallerne overlapper også med det optimale niveau.

Vi testede også en model på kalveniveau, hvor besætningsnummer blev inkluderet som en systematisk effekt og i vekselvirkning med behandling. Resultaterne var stort set de samme som modellen på forsøgsniveau. Hverken besætningseffekten eller vekselvirkningen var signifikante, hvilket understøtter, at variansen mellem besætninger sandsynligvis ikke ville være signifikant, hvis en mixed model havde kunnet anvendes.

## Sygdomsbehandlinger

Nedenstående tabel (Tabel 3) viser de estimerede marginale gennemsnit og konfidensintervaller for sygdoms-behandlinger for kontrol kalve og kalve med jerntilskud i den endelige model. Tallene her tager kun udgangspunkt i data fra besætning 1.

*Tabel 3. Estimerede marginale gennemsnit og konfidensintervaller for sygdomsbehandling*

| Variabel                            | Normalt jern            | Højt jern               | SEM   | P-værdi |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|---------|
| Sandsynlighed for sygdomsbehandling | 0,084<br>[0,041; 0,166] | 0,258<br>[0,178; 0,359] | 0,046 | (0,002) |

Tabel 3 viser, at der er en signifikant forskel i sandsynligheden for at have mindst én sygdoms-behandling mellem kalvene på kontrol og kalvene med tilskud af jern. Dog er det vigtigt at pointere igen og tage forbehold, når disse resultater fortolkes, at det er, ikke er muligt at skelne mellem effekten af behandling med jern og periode indenfor besætningen. Det er kendt, at sygdom er afhængig af periode indenfor besætninger, fordi årstiden har betydning.

## Dødelighed

Nedenstående tabel viser de estimerede marginale gennemsnit og konfidensintervaller for dødelighed for kontrolkalve og kalve tildelt jern i den endelige model.

*Tabel 4. Estimerede marginale gennemsnit og konfidensintervaller for dødelighed*

| Variabel                      | Normalt jern            | Højt jern               | SEM   | P-værdi |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|---------|
| Sandsynlighed for død/aflivet | 0,025<br>[0,006; 0,092] | 0,047<br>[0,018; 0,117] | 0,023 | (0,444) |

Tabel 4 viser, at der er ikke en signifikant forskel i sandsynligheden for at dø eller blive aflivet i de første 6 uger af kalvenes liv mellem kalvene på de to behandlinger. Dog er det vigtigt endnu en gang at pointere og tage forbehold, når disse resultater fortolkes, at det er ikke muligt at skelne mellem effekten af behandling med jern og periode indenfor besætningen. Det er kendt at dødelighed er afhængig af periode indenfor besætninger, fordi årstiden har betydning.

Når vi ser på analyser for kalvenes hæmoglobin i blodet, ligger gennemsnittet for gruppen på kontrol på 5,7 mM [3,5; 8,8] hvorimod gennemsnittet for gruppen på Jerntilskud ligger på 6,7 mM [4,5; 8,8]. Begge disse grupper ligger på eller over det anbefalede niveau på 5,3 mM samt over grænseniveauet fra EU på 4,5 mM.

## Diskussion

Resultaterne viser, at kalve, der fik den højere mængde jern, havde en signifikant højere blodhæmatokrit end kalve på kontrolbehandlingen ( $p = 0,012$ ). Begge grupper lå dog inden for det normale interval på 25–35, og konfidensintervallerne overlappede med dette niveau. Det indikerer, at selvom jernmængden påvirker blodhæmatokrit, er værdierne fortsat biologisk acceptable på begge jernniveauer. En højere blodhæmatokrit kan dog være en indikator for øget jernstatus, hvilket bør overvejes i forhold til kalvens sundhed og risiko for overforsyning.

I denne afprøvning, hvor kalve blev fodret med ren komælk og behandlingsgruppen fik tilsat flydende jern, viser analyserne for hæmoglobin, at kontrolgruppen havde et gennemsnitligt hæmoglobinniveau på 5,7 mM [3,5; 8,8], mens behandlingsgruppen lå på 6,7 mM [4,5; 8,8]. Begge grupper ligger på eller over det anbefalede niveau på 5,3 mM og klart over EU's minimumsgrænse på 4,5 mM. Det indikerer, at selv uden jernberigelse, er kalvene generelt ikke i risiko for jernmangel.

Det er dog værd at bemærke spændet i behandlingsgruppen med tildelt jern, som strækker sig fra 3,5 til 8,8 mM. Denne variation tyder på, at enkelte kalve kan have haft lavere hæmoglobinniveauer trods tilsat jern, samt høje værdier uden tilsat jern, hvilket kan skyldes individuelle forskelle i optagelse af mælk, jern eller forskel i sundhedsstatus. Samlet set understøtter resultaterne, at en generel høj jernforsyning ikke er nødvendig, men der kan være behov for en mere målrettet strategi for at sikre, at de få individer med lavt niveau ikke underforsynes.

Samlet set peger resultaterne på, at tildeling af flydende jern øger blodhæmatokrit. Der er umiddelbart ikke et generelt behov for at balancere jernindholdet i komælk, da meget få kalve i afprøvningen her var underforsynet med jern. Forsynes kalvene med ekstra jern i komælk er det vigtigt at følge den anbefalede dosering så kalvene får tilstrækkeligt jern uden risiko for overforsyning. Fremtidige studier med flere forsøgs-enheder og bedre kontrol for periodeeffekter er nødvendige for at bekræfte disse tendenser. Desværre er afprøvningen for svag i design til at udtale sig om eventuelle effekter på sygdomsforebyggelse eller overlevelse, så det kræver flere undersøgelser designet med henblik på at undersøge disse forhold, før man kan udtale sig herom.

## Konklusion

Behandling med jern havde en signifikant effekt på blodhæmatokrit hos kalvene. Den gennemsnitlige blodhæmatokrit var 27,7 for kalve, der fik kontrolbehandlingen, og 32,2 for kalve, der fik den højere mængde jern. Det kan ud fra denne afprøvning ikke konkluderes at kalve fodret med komælk bør tildeles ekstra jern de første uger.

## Referencer

T. Krueger, M. Vestergaard & N. B. Kristensen (2025), *Effects of feeding whole milk, whole milk with iron supplementation or milk replacer on hematological parameters, plasma enzymes, and copper status in Holstein calves*, Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science, DOI: 10.1080/09064702.2025.2517317