

## Variation av kobolt, selen och koppar inom och mellan fårbesättningar i Uppland

*Elin Sundström*



## Variation av kobolt, selen och koppar inom och mellan fårbesättningar i Uppland

Variation of cobalt, selenium and copper within and between Swedish sheep herds

*Elin Sundström*

**Handledare:** Cecilia Kronqvist

**Btr handledare:** Ulrika König

**Examinator:** Kjell Holtenius

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** A2E

**Kurstitel:** Examensarbete i husdjursvetenskap

**Kurskod:** EX0552

**Program/utbildning:** Agronomprogrammet - Husdjur

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2017

**Omslagsbild:**

**Serietitel:** Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

**Delnummer i serien:** 626

**ISSN:**

**ISBN:**

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Lamm, leverprover

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

## *Stort tack till...*

Cecilia Kronqvist, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, för att du varit en mycket engagerad och pedagogisk handledare.

Ulrika König, Gård & Djurhälsan, för att du varit en hjälpsam handledare som kommit med bra tips och kontakt med besättningar.

Roslagens slakt och chark, Sörby slakteri och Lundsbol slakteri i Uppland som har hjälpt till med insamling och märkning av leverproverna.

Klinik für kleine Klauentiere i Tyskland för hjälp med analys av leverproverna.

Och sist men inte minst till alla lantbrukare som deltagit i min studie. Tack för att ni tog er tid att besvara mina frågor.

*Elin Sundström*

## **ABSTRACT**

Poisoning and deficiency of different microminerals occurs in Swedish sheep herds. Some breeds are more sensitive than others to suffer due to various metabolic functions. Another reason for deficiency or poisoning may be insufficient feeding space. The aim of this study was to investigate the variation of the microminerals Se, Co and Cu within and between sheep herds in Uppland and if this variation can be linked to factors such as sex and age. The study showed that the variation in the concentration of the microminerals Se, Co and Cu in livers from slaughtered animals was greater between the animals within a herd than among different herds. In this study, none of the sampled animals suffered from a deficiency of any of the microminerals and the risk of poisoning was seen only due to high levels of Cu. High values of Cu were observed in all herds. No significant difference between adult animals and lamb or between sex could be detected.

## **SAMMANFATTNING**

Förgiftning och brist av olika mikromineraler förekommer i svenska fårbesättningar. Vissa raser är mer känsliga än andra för att drabbas på grund av skillnader i olika metaboliska funktioner. En annan orsak till brist eller toxicitet kan vara på grund av otillräcklig utfodringsyta. Syftet med denna studie var att undersöka variationen i leverkoncentrationen av mikromineralerna Se, Co och Cu inom och mellan fårbesättningar i Uppland och om denna variation kan kopplas till faktorer som kön eller ålder. Studien visade att variationen i koncentrationen mikromineralerna Se, Co och Cu var större inom besättningen än mellan olika besättningar. I denna studie led inga djur av brist på någon av mikromineralerna och risk för förgiftning sågs hos 3 djur på grund av höga nivåer av Cu. Det var generellt höga värden av Cu i samtliga besättningar. Ingen signifikant skillnad mellan vuxna djur och lamm eller mellan kön kunde påvisas.

# INNEHÅLL

1. INLEDNING .....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte.....	1
2. LITTERATURÖVERSIKT .....	2
2.1 Mineralupptag i växter.....	2
2.2 Utfodringsrekommendationer.....	3
2.3 Koppar .....	4
2.3.1 Kopparbrist .....	4
2.3.2 Kopparförgiftning.....	5
2.3.3 Åtgärder vid kopparförgiftning .....	5
2.4 Selen .....	7
2.4.1 Selenbrist .....	7
2.4.2 Selenförgiftning .....	8
2.4.3 Åtgärder .....	8
2.5 Kobolt .....	9
2.5.1 Koboltbrist .....	10
2.5.2 Koboltförgiftning.....	11
2.5.3 Åtgärder .....	11
2.6 Utfodringsstrategier .....	11
3. MATERIAL OCH METODER.....	12
3.1 Försökets upplägg och besättningar .....	12
3.2 Provtagning.....	13
3.3 Statistisk metod.....	13
4. RESULTAT.....	14
4.1 Enkät.....	14
4.2 Leverprover .....	14
5. DISKUSSION .....	18
6. SLUTSATS .....	20
7. REFERENSER .....	21



# 1. INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

De flesta mineralnäringsämnen finns i jorden och vissa av dem är essentiella för en god tillväxt, utveckling och hälsa hos djur (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Dessa mineraler kan delas in i makro- och mikromineraler (Moniello *et al.*, 2005). Mikromineraler transporteras till jordens olika lager via luft, läckage eller nedbrytning av växtrester och gödningsmedel och ackumuleras i växtens olika vävnader. Växten agerar därmed som en intermediär källa, där mikromineraler lagras innan de når djur och människa. Jordtyp, art och andra förutsättningar för tillväxt bidrar till en varierad mängd mikromineraler i växter och ofta är skillnaden mellan essentiell mängd och överskott för djur liten (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Brist eller överskott av mikromineraler i jorden kan orsaka problem för lantbruket, till exempel sjukdomar hos betande idisslare (Lark *et al.*, 2014). Akut brist hos djur kan ge tydliga symtom och vara lätt att upptäcka. Vid subklinisk brist kan det dock vara betydligt svårare. Marginell brist kan orsaka symtom såsom försämrad tillväxt, vilket lätt kan förväxlas med generell underutfodring eller parasitangrepp (Zervas *et al.*, 1988). Vid brist på mikromineraler så som koppar (Cu), kobolt (Co) och selen (Se) kan motståndskraften mot infektioner försämrans hos får (Stabel & Spears, 1993; Cerone *et al.*, 1995; Vellema *et al.*, 1996). Även om mikromineraler utfodras inom rekommenderade gränsvärden beror behovet även på interaktioner med andra ämnen vilka ibland kan orsaka variation i upptag mellan djur (Lark *et al.*, 2014).

## 1.2 Syfte

Det finns en risk att produktiviteten, djurhälsan och lönsamheten påverkas av under- och överutfodring av mineraler även om symtomen inte är tydliga, och därför kan det vara värdefullt att undersöka mineralstatus i svenska fårbesättningar. Projektet fokuserar på leverkoncentrationen av mikromineralerna Se, Co och Cu eftersom brist på dessa bland annat kan orsaka försämrad motståndskraft mot infektioner (Stabel & Spears, 1993; Cerone *et al.*, 1995; Vellema *et al.*, 1996) och eftersom Se, Co och Cu är de mikromineraler som de flesta fårägare och forskare känner till och därmed tillsätts de ofta i fodret. Dessutom är markerna i Sverige selenfattiga (Ciszuk, 1994) och absorptionen av Se är mycket lägre hos idisslare än hos enkelmagade djur. Får är även extra känsliga för både kopparbrist och kopparförgiftning och lamm är som mest känsliga för brist på kobolt/vitamin B<sub>12</sub> vid avvänjning (Gruner *et al.*, 2004). Syftet med denna studie är därför att undersöka variationen av mikromineralerna Se, Co och Cu inom och mellan fårbesättningar i Uppland och om denna variation kan kopplas till faktorer som kön, ålder eller utfodring. Det är även av vikt att undersöka om stickprov från 5 djur per besättning är tillräckligt för ett representativt resultat.

## 2. LITTERATURÖVERSIKT

### 2.1 Mineralupptag i växter

Variation i växtens koncentration av mikromineraler påverkas av bland annat växtens och jordens egenskaper så som pH-värde, lerhalt, innehåll av organiskt material, näringsbalans och koncentration av andra mineraler (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Lark et al. (2014) undersökte koncentrationen av mikromineraler i jorden på Irland för att se om dessa under- eller översteg olika gränsvärden. Resultatet visade att på gårdsnivå kan olika utfodringsåtgärder baseras på lokala provtagningar i jorden. På en regional skala är det även möjligt att identifiera större områden där utfodringsåtgärder kan vara aktuella. Dock bör kostnaden för jordanalys tas i åtanke när det bedöms vilken fördel/vinst det kan medföra (Lark *et al.*, 2014).

Kabata-Pendias & Pendias (2001) har utförligt beskrivit att växter har en varierad och ibland även specifik förmåga att absorbera olika spårämnen från jorden och agerar som en intermediär källa, där vissa mikromineraler ackumuleras innan de når djur och människa. Variationen finns både mellan olika växtarter, men även mellan olika genotyper inom en art. Förhållandet mellan koncentrationen av ett ämne i växten och dess koncentration i jorden kallas för Biologisk Absorptionskoefficient (BAC). Detta begrepp används för att jämföra innehållet i olika växter som vuxit på samma mark. Koncentrationen av mineralämnen per kg växt beror bland annat på nederbörd, avdunstning och transpiration. Dessa faktorer kan medföra en 10-faldig variation av mikromineraler i växten, men för makromineraler så som kalcium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K) och natrium (Na) är dessa variationer mycket mindre (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

Försurning av markerna har lett till en ekologisk störning i många europeiska länder. En ökad halt vätejoner i jorden som härstammar från framför allt kväve- och svaveldioxid (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Dessa släpps ut till atmosfären vid förbränning (Havs- och vattenmyndigheten, 2017) och har orsakat en obalans av näringsämnen och förstörelse av det naturliga buffertsystemet som finns i jorden (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Dock har utsläppen i Sverige under senare år minskat tack vare olika åtgärder (Jordbruksverket, 2017). En vanlig effekt av dessa förändringar är en ökad mobilitet hos katjoner. En hög mobilisering av mikromineraler i jorden påverkar både biotillgänglighet och orsakar ett ökat läckage till vattendrag. Biotillgängligheten bestäms främst av mikromineralers bindning till beståndsdelar i jorden. Jordens olika grundämnen bildar joner, och mikromineraler som är lösta i jon-, kelaterad eller komplexform tas i regel upp enklare jämfört med olösta. Tunga jordar, både neutrala och basiska, erbjuder en bra lagringsplats för mikromineraler och medför att växter tar upp dessa i en långsam takt. Det kan dock orsaka bristsymtom hos växten vilket medför en ökad risk för brist hos djuren. Lätta jordar kan däremot vara en källa för lättillgängliga mikromineraler, men under en kort tid. I sura jordar (pH <6.5) är risk för läckage av bland annat Cu och Co större. Om pH stiger till >7 bildar dessa dock stabila föreningar. Andra ämnen så som Se, mobiliseras i basiska jordar och stabiliseras i sura, där de är i princip olösliga



eftersom dess rörlighet i sura eller basiska jordar beror på om de bildar katjoner eller anjoner (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

## 2.2 Utfodringsrekommendationer

Närmare 40 mineraler är essentiella för kroppens funktioner. Dessa kan delas in i makro- och mikromineraler (se tabell 1) (Moniello *et al.*, 2005). Makromineraler bör ges i större mängd för att tillgodose djurets behov. Exempel på dessa är Ca, Mg och K. Mikromineraler behöver inte utfodras i samma mängd eftersom behovet är mycket mindre (Moniello *et al.*, 2005; NRC, 2005).

Tabell 1. Exempel på makro- och mikromineraler.

Makromineraler	Mikromineraler
Kalcium	Koppar
Fosfor	Järn
Natrium	Selen
Svavel	Kobolt
Magnesium	Jod
Klor	Zink
Kalium	Mangan
	Fluor
	Molybden
	Bor
	Krom

I totalfoderstaten för får bör koncentrationen av Se vara 0.05-0.1 mg/kg ts (NRC, 2005), Co 0.10-0.15 mg/kg ts (Underwood 1981) och Cu bör ligga på 5–10 mg/kg ts (Menzies *et al.*, 2003) (se tabell 2). Rekommendationerna för utfodring skiljer sig även åt beroende på mineralers biotillgänglighet, där organiskt bundna mineraler har visats ha högre biotillgänglighet jämfört med oorganiska former (Pal *et al.*, 2010).

Tabell 2. Rekommenderat intag av Se, Co och Cu (Underwood, 1981; Menzies *et al.*, 2003; NRC, 2005; Spears, 2011)

	Se	Co	Cu
Rekommenderat intag (mg/kg ts)	0.05-0.1	0.10-0.15	5–10

Tabell 3. Referensvärden för Se, Co och Cu. Värden anges i mg/kg lever (Puls, 1994).

	Brist	Rekommenderat värde	Förgiftning
Se	0,01-0,10	0,25-1,50	15–30
Co	<0,005	0,020–0,085	5–300
Cu	0,5–4	25–100	250–1000

## 2.3 Koppar

Cu har betydelse för både bildandet av röda blodkroppar och för våmmikrobernas funktion samt andra enzymatiska funktioner (Suttle, 2010). Får är extra känsliga för både kopparbrist och kopparförgiftning och det finns en genetisk variation mellan djur när det gäller deras känslighet och behov av Cu, där behovet kan variera från 4 till över 20 mg Cu/kg ts (Spears, 2011). Enligt Menzies et al. (2003) är dock rekommendationen minst 5 mg Cu/kg ts för att tillgodose djurets behov och max 10 mg/kg ts för att inte riskera förgiftning. Känsligheten för kopparbrist och kopparförgiftning skiljer sig även åt mellan raser, där får av rasen Texel och Ostfriesiska mjölkfår är mest mottagliga för förgiftning (Suttle *et al.*, 2002; Sjödin, 2007). Det rekommenderas därför att kopparfritt mineralfoder bör utfodras till får av rasen Texel och Ostfriesiska mjölkfår (Woolliams *et al.*, 1982; Van der Berg *et al.*, 1983; Suttle *et al.*, 2002; König & Rudby-Martin, 2007).

När Cu absorberats från tunntarmen transporteras det till levern (Spears, 2011) bundet till proteinet albumin. Därefter separeras Cu från albumin och Cu lagras i levern (Gooneratne *et al.*, 1989), för att sedan transporteras vidare till andra vävnader eller utsöndras genom gallan. Efter att det utsöndrats via gallan transporteras det till tunntarmen för att sedan utsöndras med avföringen. Denna transport av Cu genom gallan är den huvudsakliga mekanismen för reglering av kopparkoncentrationen i levern (Spears, 2011). Förmågan att reglera kopparmängden i levern kan vara en orsak till varför olika raser är olika känsliga för kopparförgiftning (Suttle *et al.*, 2002; Spears, 2011), där till exempel får av rasen Texel har högre kopparretention i levern jämfört med andra raser (Woolliams *et al.*, 1982; Van der Berg *et al.*, 1983; Suttle *et al.*, 2002).

I en studie utförd av Suttle et al. (2002) undersöktes variationen i kopparhalt i levern hos får av raserna Texel och Suffolk. Koncentrationen Cu i levern var högre hos Texel. Dock kan skillnaden ha påverkats av skötsel och foderintag hos djuren eftersom de gick i separata flockar fram tills 8 veckors ålder. Leverprover samlades in vid slakt när lammen var 14 (20 %), 18 (20 %), 22 (20 %) eller 26 (40 %) veckor gamla. Inga skillnader kunde påvisas mellan olika kön (Suttle *et al.*, 2002). Att utfodra Cu från en organisk källa (Cu bundet till metionin) har visats ge bättre biotillgänglighet jämfört med oorganisk Cu (kopparsulfat). Det konstaterades genom en ökad absorption, högre enzymaktivitet hos det koppar- och zinkberoende enzymet superoxidmutas (Cu-Zn-SOD) och ökad ansamling i vävnad (Pal *et al.*, 2010).

### 2.3.1 Kopparbrist

Cu har betydelse för funktionen hos röda blodkroppar vars uppgift är att transportera koldioxid och syre i blodet. Vid kopparbrist sker ett minskat upptag av järn från tunntarm och vävnader, vilket leder till en minskad mängd hemoglobin och därmed en försämrad transportförmåga av syre. Får är känsliga för brist på Cu eftersom deras förmåga att absorbera det från fodret är begränsad på grund av bildandet av olösliga föreningar i våmmen. Det beror på antagonister som påverkar upptaget och tillgängligheten. Exempel

på antagonister till Cu är molybden (Mo) och svavel (S) (Spears, 2011). Detta beror på att det i våmmen sker reaktioner mellan Cu, S och Mo. Mo och S bildar tillsammans tiomolybdat ( $\text{MoS}_4^{2-}$ ).  $\text{MoS}_4^{2-}$  kan då i våmmen eller efter att det absorberats genom våmväggen eller via tunntarmen binda till Cu samt föreningar innehållandes Cu, så som olika enzymer, vilket orsakar symtom på kopparbrist hos djuret (Gould & Kendall, 2011). Brist på Cu kan även uppstå genom otillräckligt intag från foder (Spears, 2011).

Det är svårt att upptäcka subklinisk brist och kliniska symtom är ovanliga, där lamm drabbas mer ofta än vuxna får. Några symtom är försämrat immunförsvar, dålig ullkvalitet och dålig tillväxt (SVA, 2017b). Andra symtom är hälta, frakturer, diarré, blodbrist och sjukdomen 'Swayback' (Minatel & Carfagnini, 2000). 'Swayback' är en sjukdom som påverkar det centrala nervsystemet hos nyfödda och unga lamm (Howell & Davison, 1958; Dean *et al.*, 1985). Sjukdomen associeras med låga halter av Cu, framför allt i blod och levervävnad. Cu medverkar i många enzymer i kroppen som bland annat neutraliserar fria radikaler. Funktionen hos enzymer innehållandes Cu, bland andra cytokrom-c oxidas, kan försämrans vid kopparbrist (Howell & Davison, 1958), och därmed leda till flera olika neurologiska sjukdomar (Rizwan *et al.*, 2016). Sjukdomen orsakar cerebral demyelinering, nedbrytning av ryggraden och förändringar i hjärnans neuroner (Howell & Davison, 1958) och symtom så som blindhet eller ataxi uppträder kort efter födsel eller inom ett par veckor (Dean *et al.*, 1985). Sjukdomen har oftast dödlig utgång, där de flesta lamm dör på grund av att de inte kan följa och dia sina mödrar. Lammen drabbas även av olika infektioner. Sjukdomen kan förhindras genom tillräcklig administrering av Cu till tackorna under hela dräktigheten (Dean *et al.*, 1985).

### 2.3.2 Kopparförgiftning

En tillräcklig mängd Cu i foder är livsnödvändigt. Trots detta finns risk för kopparförgiftning, särskilt hos får. Transport av Cu genom gallan är den huvudsakliga mekanismen för reglering av kopparkoncentrationen (Spears, 2011). Idisslare har en begränsad förmåga att reglera kopparmängden i levern genom utsöndring via gallan och därför riskerar de att lättare drabbas av kopparförgiftning. Kopparförgiftning sker när halten i levern överstiger cirka 1000 mg Cu per kg torrs substans (ts). Då utsöndras Cu från levern till blodomloppet och kan orsaka skada på röda blodkroppar. Detta kallas för hämolytisk kris och det är först då som kliniska symtom visas hos djuret och dödsfall inträffar ofta några dagar efter att symtom visats (Spears, 2011).

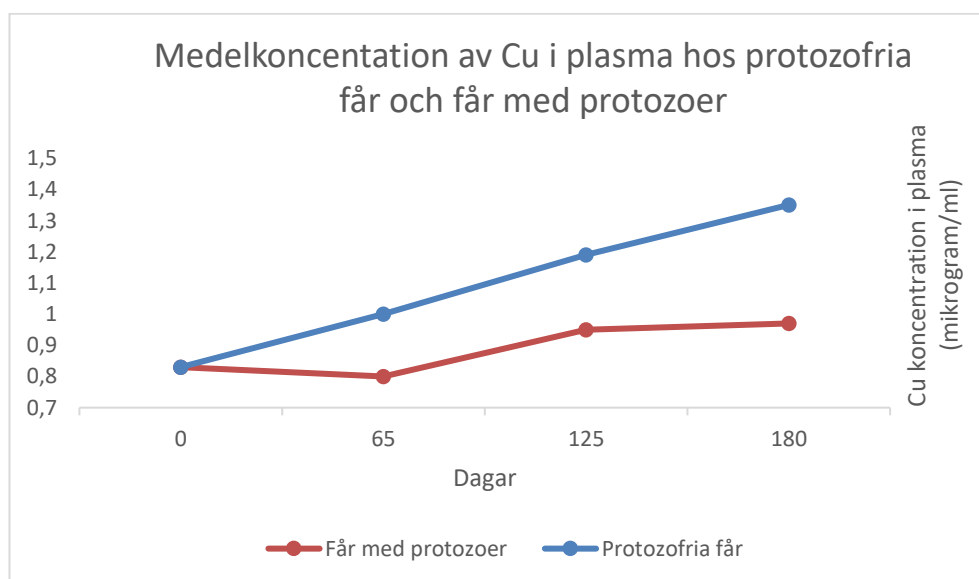
### 2.3.3 Åtgärder vid kopparförgiftning

I en studie utförd på mjölkkor visades att tillskott med 500 mg natriummolybdat per ko och dag som applicerats på fodret försåg varje ko med 200 mg Mo per dag. Vid användning under minst 4 veckors tid minskade förekomsten av höga leverhalter av Cu och det var effektivt som behandling av kopparförgiftning, även när tillståndet var kroniskt. Vid sådan behandling minskade koncentrationen av Cu i levern från 3100 till 1320  $\mu\text{mol/kg}$  FW på 26 dagar vilket ger en koncentration på ungefär 788 mg/kg TS. Att förse kor som drabbats av kronisk kopparförgiftning med 200 mg Mo per dag är

tillräckligt för att minska koncentrationen Cu i levern. Denna minskning beror på formationen av  $\text{MoS}_4^{2-}$  i nätmagen, som reagerar med Cu i matsmältningskanalen och då bildar olösliga Cu-  $\text{MoS}_4^{2-}$ , vilka utsöndras i avföringen (Morgan *et al.*, 2013).

En annan studie utförd på lamm i Storbritannien undersökte effekten av zink (Zn) på kopparförgiftning. Genom att öka den dietära koncentrationen av Zn till 220–420 mg/kg foder, ökade skyddet mot kopparförgiftning jämfört med de lamm som fått 43 mg Zn /kg foder. En ökning av koncentrationen Zn i levern kan orsaka en omfördelning av Cu, med en ökad andel bunden till metallothionein. Metallothionein är ett protein som man tror är inblandat i både lagring av och utsöndring av Cu. En annan förklaring tror författarna kan vara att Zn påverkar upptaget av Cu från tarmen, vilket har visats hos råttor. Detta visades förhindra en påbörjad hämolytisk kris (skada på röda blodkroppar) och minskade även skadan på levern (Bremner *et al.*, 1976).

Ivan *et al.* (1985) utförde ett experiment där de undersökte sambandet mellan får utan protozoer och utbrott av kronisk kopparförgiftning. Studien visade att inplantering av protozoer från våmmen från får med intakt mikroflora till får utan protozoer minskade absorptionen av Cu och även dess ackumulering i levern och plasmakoncentrationen (se figur 1). I studien fick fåren 50 ml våminnehåll vilka jämfördes med en kontrollgrupp utan protozoer. Dessa får hade en koncentration på 745 mg Cu/kg ts i levern jämfört med kontrollgruppen med en koncentration på 1684 mg Cu/kg ts. I studien kunde de fastställa att fallen av kopparförgiftning berodde på brist av protozoer i våmmen och att dessa protozoer har en viktig roll i att förhindra ackumulering av Cu i våmmen. Detta tror författarna berodde på att protozoerna ökade produktionen av sulfider genom en ökad nedbrytning av lösliga proteiner, vilket resulterade i att Cu blev mer otillgängligt för absorption (Ivan *et al.*, 1985).



Figur 1. Jämförelse av medelkoncentration av Cu i plasma mellan får med och utan protozoer (Ivan *et al.*, 1985).

Effekten av encelliga protozoer på kopparomsättningen har dock visats vara beroende av vilket protein som ingår i foderstaten. För att få störst effekt bör proteinet vara nedbrytbart i våmmen, så som exempelvis protein i majsensilage eller i sojamjöl. När fåren utfodrades med fiskmjöl, vilket har en högre andel våmstabil protein, var effekten inte lika stor (Ivan, 1989). Våmstabil protein passerar våmmen onedbrutet vidare till tunntarmen där det sedan absorberas (NRC, 2001). Dock varierade resultaten även mellan olika typer av nedbrytbart protein. Denna variation beror på att protozoer är mer effektiva på att bryta ner stora partiklar medan bakterier bryter ner lösliga proteiner bättre. Sojamjöl är ett våmnedbrytbart protein och skulle därmed brytas ner av både protozoer och bakterier. Kasein är ett lösligt protein och bryts enbart ner av bakterier. Nedbrytningen av fiskmjöl är begränsad eftersom det innehåller våmstabil protein. En del bryts ner av protozoer i våmmen, men en del går vidare till tunntarmen. (Ivan, 1989).

## **2.4 Selen**

Se lagras främst i levern (Ghany-Hefnawy *et al.*, 2007), har effekt på produktion, fertilitet och hälsa (Ghany-Hefnawy & Tórtora-Pérez, 2010) samt skyddar tillsammans med vitamin E mot fria syreradikaler i kroppen (Sjodin, 2007). Det finns ett starkt samband mellan fostrets och tackans koncentration av Se i blodet (Ghany-Hefnawy *et al.*, 2007). Tackan förser fostret med Se och drabbas därför lättare av låga Se-värden i slutet av dräktigheten, då fostrets behov är som störst (Ghany-Hefnawy *et al.*, 2007).

En ökad giva Se till dräktiga djur medför en förbättrad råmjölkskvalitet i form av högre halt antikroppar (Davis *et al.*, 2005). Nyfödda lamm är beroende av sina mödrar för passiv överföring av immunoglobuliner, främst IgG, för skydd mot patogener tills de har ett eget immunförsvar (Stewart *et al.*, 2013). I en studie av Stewart *et al.* (2013) kunde de visa att tillskott under dräktigheten med 24.5 mg Se/vecka medförde ökad IgG koncentration jämfört med de tackor som fått 4.9 mg/vecka (Stewart *et al.*, 2013). Tillskott bör därför ges innan lamning för att behålla koncentrationen i den maternella plasman samt efter lamning för en tillräcklig koncentration i mjölk och därigenom i lammens blodplasma (Ghany-Hefnawy *et al.*, 2008). Lamm från tackor som fått tillskott av Se under dräktigheten hade även en högre födelsevikt (Ghany-Hefnawy *et al.*, 2008).

### **2.4.1 Selenbrist**

I Sverige är markerna selenfattiga och därför tillsätts ofta Se i foderblandningar. Tillgängligheten i marken har dessutom minskat med ökad försurning av markerna (Ciszuk, 1994). Förutom att bete och foderblandningar ofta är selenfattiga är dessutom absorptionen av Se mycket lägre hos idisslare än hos enkelmagade djur på grund av den metabolism som sker i våmmen (Spears, 2003). Givan Se i foderstater som ges till får bör därför vara minst 0.05 mg/kg ts (NRC, 2005), men rekommendationerna för Se varierar mycket beroende på vilken typ av selenkälla som ges och andra dietära faktorer (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

Hos idisslare sker en stor del av fibernedbrytning via fermentering i våmmen. I våmmen kan mikromineraler bindas till onedbrutet fiber. Detta kan påverka biotillgängligheten av vissa mikromineraler. Även våmmens pH (6.0–6.8) kan ha en effekt på tillgängligheten av vissa mikromineraler, som vid lägre pH (<7) kan finnas i olöslig form (Spears, 2003). Se kan orsaka både brist och toxicitet, och det är ett smalt spann mellan den nedre och övre gränsen (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). I en studie av Netto *et al.* (2014) undersöktes mängden Se, S och Cu i foder och dess effekt på koncentrationen Se i plasma och lever hos lamm. Det visades att det finns ett samband mellan dessa där Cu och S orsakade ett försämrat upptag av Se i lever och plasma. Därmed anser författarna att de rekommendationer som finns för utfodring av Se, Cu och S bör undersökas mer utförligt (Netto *et al.*, 2014).

Den första sjukdomen som kunde förknippas med selenbrist var nutritionell muskeldegeneration (NMD) (Ghany-Hefnawy & Tórtora-Pérez, 2010) vilken orsakar nedbrytning av muskelmassa. Detta beror på att Se ingår i enzymet glutathionperoxidase (GSH-Px) vilket neutraliserar effekten av väteperoxid som orsakar skada och nekros av vävnader i kroppen (McDowell, 1992). Sjukdomen kan orsaka död- eller svagföddhet eller plötslig död inom de första dagarna efter födsel. Plötslig död orsakad av Se-brist kan även förekomma vid bland annat betessläpp hos äldre djur. Symtom som kan yttra sig är bland annat att lammen får svårt att dia, är stela och har en snabb andningsfrekvens. Andra diffusa symtom som kan förekomma hos lamm är nedsatt allmäntillstånd, försämrad tillväxt och försämrat immunförsvar (SVA, 2017a).

#### **2.4.2 Selenförgiftning**

Det finns en risk för selenförgiftning i områden som är rika på Se. Vid förgiftning kan djuret drabbas av slöhet och deformerade klövar (McDonald *et al.*, 2011). Den maximala givan Se i foder är 20 mg/kg ts (NRC, 1980). I en studie utförd i Texas på Ramboulliet tackor medförde dock en ökad giva ingen risk för förgiftning och Se i form av natriumselenit ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) kunde ges över 20 mg/kg ts utan risk. Vid en koncentration i fodret på >20 mg/kg ts ökade koncentrationen av Se i råmjölk och mjölk signifikant jämfört med grupperna som utfodrades med 8, 12 och 16 mg Se /kg ts. Även koncentrationen Se i plasma och vävnad hos lammen ökade signifikant, vilket indikerade på en passiv transport av Se från tackan till lammet via mjölk (Davis *et al.*, 2005).

#### **2.4.3 Åtgärder vid brist och förgiftning**

Att ge tillskott av Se har visats vara positivt för hälsan hos djur med låga Se-värden (Juniper *et al.*, 2009). Tillskott av Se finns i två olika former, antingen som oorganiskt mineralsalt (OS), så som selenit,  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  och selenat ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ), eller i organisk form så som Se-berikad jäst (SJ), där selenmetionin (SeMet) är den dominerande källan av Se (Korhola *et al.*, 1986). SeMet kan inkorporeras i olika proteiner i kroppen och därmed agera som en biologisk källa för Se. SeMet inkorporeras i proteiner innehållandes Se utan att skiljas från metionin (Met). Se omvandlas sedan till selenid, som i sin tur kan inkorporeras i proteiner och utnyttjas som en selenkälla (Suzuki

& Ogra, 2002). Denna frisättning av Se från SeMet i proteiner kan exempelvis utnyttjas under perioder med otillräckligt intag av Se (Juniper *et al.*, 2009). Juniper *et al.* (2009) jämfördes effekten av SJ och OS. Genom att öka givan SJ ökade den totala koncentrationen av Se i blod och vävnad signifikant, jämfört med tillskott av OS vilken inte gav någon signifikant skillnad i jämförelse med kontrollgruppen. Att koncentrationen Se i muskler var signifikant högre hos de djur som utfodrats med SJ jämfört med OS tyder på ett förbättrat upptag och kvarhållande förmåga. Att utfodra med SJ medförde en högre biotillgänglighet och fördelningen och ackumuleringen av Se i vävnad berodde på vilken typ av selenkälla som gavs (Juniper *et al.*, 2009). Andra strategier för att kompensera för ett lågt intag av Se är bland annat att använda mer tillskott av vitamin E som sänker behovet av Se hos djuret (McDowell *et al.*, 1996).

Lösligheten av Se i jordar är relativt låg i Sverige och därmed har många grödor och foder ett lågt innehåll av Se. I naturligt selenrika jordar kan Se dock ackumuleras i växten som blir giftig för betande djur. Att applicera stallgödsel har visats vara bra för att öka halten Se i selenfattiga jordar (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Ett gödningsmedel som släpper ut Se långsamt har testats på bete som betas av får av rasen Merino i Australien. 10 gram Se/ha som applicerades vid ett tillfälle räckte för att för att uppnå tillräckliga halter i betet för att förhindra subklinisk brist på Se hos betesdjur de efterföljande 4 åren (Whelan och Barrow, 1994).

## **2.5 Kobolt**

Mikroorganismer i våmmen använder Co för syntetisering av Kobalamin (vitamin B<sub>12</sub>) (Hedrich *et al.*, 1973). Mikroberna inkorporerar Co i en molekyl kallad tetrapyrrol som krävs för att bilda vitamin B<sub>12</sub> (Spears, 2010) och vitamin B<sub>12</sub> är den enda vitaminen som innehåller en mineral (Stemme, 2003). Vitamin B<sub>12</sub> bildas därmed enbart av mikroorganismer vid tillförsel av Co, och enkelmagade djur, inklusive lamm och andra djur som ännu inte fullt börjat idissla, behöver därför få i sig vitaminet direkt tills de fått en aktiv mikrobflora (McDowell, 2000). Vitamin B<sub>12</sub> innehåller 4.4 % Co (Danfaer, 1993) och är nödvändig för syntetisering av röda blodkroppar (Erickson, 2016). Vitamin B<sub>12</sub> ingår även i två viktiga enzymer aktiva i energimetabolismen i levern (Danfaer, 1993).

En studie gjord på Mehraban lamm i Iran undersökte effekten av Co på lammens produktion, plasma- och våmmetaboliter samt smältbarhet av olika näringsämnen. Vid tillskott av Co ökade halten plasmaglukos och vitamin B<sub>12</sub>. Även smältbarheten av ts, organisk substans, råprotein och fiber ökade. Lamm som ingick i kontrollgruppen utfodrades med 0,088 mg Co/kg ts. Dessa hade en försämrad aptit och tillväxt jämfört med de lamm som åt minst 0.58 mg Co/kg ts (Bishehsari *et al.*, 2010). Detta skiljer sig från studien av Underwood (1981), där rekommendationen är 0.10-0.15 mg/kg ts. Både brist och överskott kan upptäckas med hjälp av leveranalyser. Detta visade Sivertsen & Plassen (2004) i sin studie, där den genomsnittliga koncentrationen Co i lever varierade från <0,003 till 0.22 µg/g beroende på betets innehåll och tillskott av mineraler.

### 2.5.1 Koboltbrist

Faktorer som bidrar till koboltbrist hos betande djur hänger ofta ihop med basiska eller kalkhaltiga jordar, lättläckande jordar och jordar med högt innehåll av organiskt material. Kalkning och användning av olika gödningsmedel påverkar lösligheten av Co. Kalkning reducerar överföringen av Co från jorden till växten, vilken medför en risk av för lågt innehåll av Co i foder vilket kan ge bristsymtom (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Symtomen på koboltbrist kommer ofta smygande och är diffusa. Exempel på dessa är försämrat allmäntillstånd, lägre aptit, dålig pälskvalitet och en ökad infektionsrisk. Enligt Underwood (1981) bör innehållet av Co vara minst 0.10 mg/kg ts i totalfoderstaten. Det talar dock emot vad Bishehsari et al. (2010) kom fram till i sin studie, där denna mängd är otillräcklig för en maximal tillväxt.

Eftersom Co ingår i viktiga enzymer kan brist orsaka ett försämrat energiutnyttjande och minskad tillväxt hos djur (Sjödin, 2007). Detta ses framför allt hos unga och nyligen avvanda djur på grund av deras högre energibehov (Erickson, 2016). Lamm är mest känsliga för brist på Co/vitamin B<sub>12</sub> vid avvänjning. Det beror på att när lamm avvänjs ändras den huvudsakliga källan till glukos från mjölk till bete och lammen är då mer beroende av propionsyra från fermentering i våmmen. Den metabola vägen för bildandet av propionsyra involverar adenosylkobalamin, ett B<sub>12</sub>-derivat som innehåller Co (Gruner *et al.*, 2004). En studie utförd på lamm av Texelras i Holland visade att de lamm som led av koboltbrist (<200 pmol l<sup>-1</sup>) hade en lägre serumkoncentration av vitamin B<sub>12</sub> jämfört med lamm som fått koboltpellets. Lamm med brist på vitamin B<sub>12</sub> hade ett försämrat immunförsvar och signifikant högre mängd ägg i träcken orsakat av naturlig infektion av gastrointestinala nematoder. Detta trodde författarna kunde bero på att brist på vitamin B<sub>12</sub> påverkade immunförsvarets, framför allt T-cellernas, försvar negativt. Att förse lamm på bete med koboltpellets förhindrade brist av vitamin B<sub>12</sub> och de lamm som inte fick något tillskott led av brist på vitamin B<sub>12</sub> under hela betesperioden (Vellema *et al.*, 1996).

Quirk & Norton (1987) upptäckte att tackor som led av subklinisk brist på Co/vitamin B<sub>12</sub> drabbades av försämrad fertilitet i form av färre ägg som släpptes. Subklinisk brist vid lamning påverkade även lammens aktivitet och sociala interaktioner. De lamm som led av brist på grund av brist hos deras mödrar hade en lägre aktivitet de första dagarna efter födseln och var inte lika nyfikna. Men subklinisk brist verkade inte ha allvarlig påverkan på lammens överlevnad så som vid klinisk brist (Mitchell *et al.*, 2007). Tackor som led av koboltbrist fick även färre lamm och dödfödda lamm var vanligare. Lammen från dessa tackor började dia senare och hade en lägre koncentration av IgG och vitamin B<sub>12</sub>. I studien kunde det även konstateras att det inte räcker att ge tillskott av Co under enbart första eller enbart andra halva tiden av dräktigheten, utan det krävs under hela perioden (Fisher, 1991). Tillskott av Co till tackor ökade deras kroppsvikt, reproduktiva förmåga och mjölkproduktion. Även lammens tillväxt ökade. Ett intag av 0.15 mg/dag var nödvändigt för en maximal mjölkproduktion, men detta intag räckte inte för



att förse lammen med tillräckligt med vitamin B<sub>12</sub> senare i laktationen (Quirk & Norton, 1987).

### **2.5.2 Koboltförgiftning**

Koboltförgiftning är sällsynt (SVA, 2017b) och det finns inga rapporter om koboltförgiftning hos djur. Men i vissa områden som drabbats av föroreningar, till exempel läckage från jordbruk och industri, kan överskott av Co i växter vara en hälsorisk för människor (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

### **2.5.3 Åtgärder vid koboltbrist**

Grace & West (2000) undersökte en metod för att motverka eller behandla koboltbrist genom att injicera mikroinkapslat vitamin B<sub>12</sub> för en mer långvarig effekt. I studien gick de nyligen avvanda lammen på 3 olika beten med en koncentration på 0.04, 0.11 och 0.16 mg Co/kg ts. De kom fram till att lamm som led av koboltbrist kunde injiceras vid 4 veckors ålder medan koboltpellets bör ges till lamm som väger minst 20 kg, för att säkerställa att de är stora nog och har en väl fungerande mikroflora för att syntetisera vitamin B<sub>12</sub>. Efter att lammen injicerats ökade serumhalten av vitamin B<sub>12</sub> och en ökad tillväxt med 100 g/dag observerades. Att injicera vitamin B<sub>12</sub> i nacken anser författarna vara en snabb och enkel metod jämfört med utfodring med koboltpellets (Grace & West, 2000).

Under 2 år utfördes en studie på betande tackor med lamm för att undersöka 3 olika behandlingar med Co. Behandlingarna bestod av applicering av koboltsulfat på bete, injektion med vitamin B<sub>12</sub> och användning av koboltbolus i början av betessäsongen. Alla 3 metoder resulterade i en ökad serumhalt av vitamin B<sub>12</sub> samt ökad tillväxt och levandevikt hos både tackor och lamm. Lönsamheten var bäst när koboltsulfat användes, där den största effekten kom från intag av koboltberikad jord i början av betessäsongen. Att månadsvis injicera vitamin B<sub>12</sub> var nästan 4 gånger så dyrt som koboltsulfat och användning av bolus. Dessutom kräver injiceringen en hantering som tar mer tid (Paterson *et al.*, 1991). Dock kan beten med höga koncentrationer mangan (Mn) minska upptaget av Co i växten (Grace, 1998). Jordar med ett innehåll av <5 ppm Co kan ge foder som är koboltfattigt vilket kan leda till en försämrad tillväxt hos djuren. Brist på Co kan då undvikas med hjälp av applicering av koboltsalt till jorden, vilket ska ge effekt i flera år. Det finns dock olika åsikter om det är bättre att applicera Co till jorden eller att ge det direkt till djuren vid brist (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

Möjlig forskning i framtiden är att kombinera regionala data av jordanalyser av Co med jämförbara data av koncentrationen av vitamin B<sub>12</sub> i blodprover. En annan möjlighet är att få rådgivning kring risk för brist på vitamin B<sub>12</sub> beroende på jord, management och ras (Lark *et al.*, 2014).

## **2.6 Utfodringsstrategier**

Att felutfodra mineraler kan bli dyrt och en optimering av mineralfoder med avseende på både sammansättning och kostnad är viktigt för att undvika både bristsjukdomar och förbättra lönsamheten i produktionen. En optimering bör ske utifrån djurkategori och innehåll i foderstaten. Det finns olika utfodringsstrategier med mineraler. Vid användning av balja kan intaget variera stort mellan olika djur eftersom utfodringsplatserna är begränsade och ranghöga djur kan blockera för ranglåga. Istället kan granulat användas, ett pulver som kan spridas ut direkt på grovfodret. På så sätt kan det vara enklare att säkerställa att alla djur får i sig tillräckligt med mineraler. Placering av utfodringsplatserna bör vara väl anpassade för alla djur, oberoende av rang. För att optimera mineralgivan kan en analys av mineraler i grovfoder utföras (Gård & Djurhälsan, 2016b).

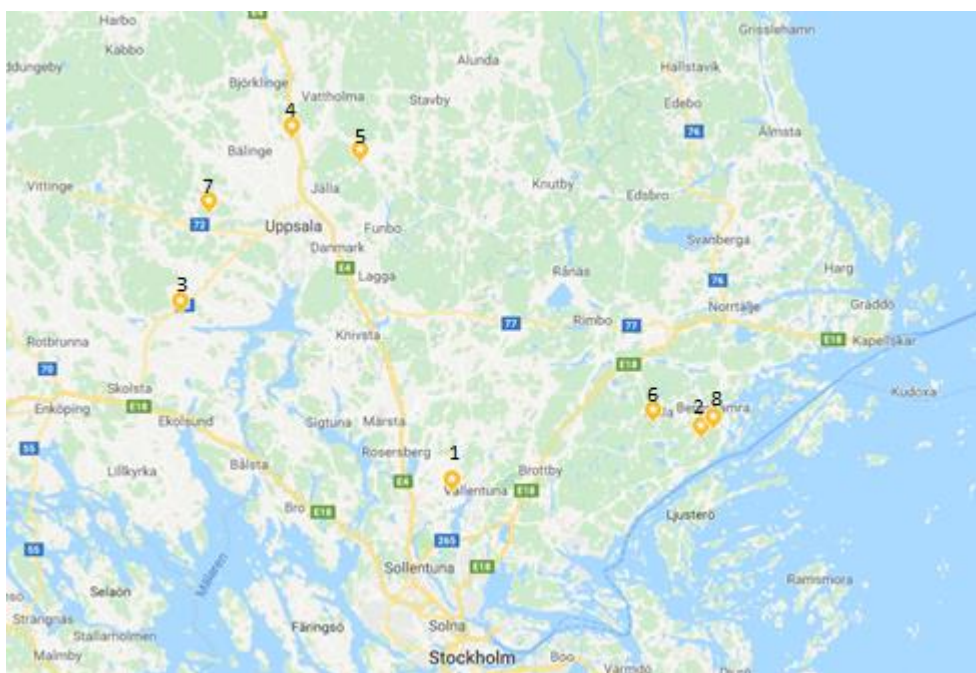
Mineralbolus är ett sätt att se till att varje djur får i sig mikromineraler. Bolusen läggs i svalget hos djuret och förs in i munnen tills sväljreflexen utlöses (Björk *et al.*, 2016). Kendall *et al.* (2012) undersökte effekten av mineralbolus på betande Suffolk lamm jämfört med lamm som inte fick något tillskott av mineraler. Studien visade att en bolus på 33 g innehållande Se, Co och Zn ökade koncentrationen av IgG och kunde tillgodose det dagliga behovet av alla 3 mikromineraler. Den genomsnittliga upplösningshastigheten var 326 mg/dag vilket gav ett medel på 40.3 mg Zn, 1.7 mg Co och 0.5 mg Se/dag. Det är högre än rekommendationen men under maximala gränsvärden. Koncentrationen mikromineraler i plasma var högre jämfört med de lamm som inte utfodrats med bolus (Kendall *et al.*, 2012). Även spermakvaliteten hos bagglamm kan förbättras genom mineraltillförsel via bolus. Detta visade Kendall *et al.* (2000) i sin studie som utfördes på 8 månader gamla bagglamm på bete. Bolusen innehöll Zn, Co och Se. De lamm som fått bolus hade signifikant förbättrad spermiekvalitet som mättes i form av rörlighet, andel levande spermier och andel intakta membran. Detta trodde författarna beror på den ökade mängden Se som togs upp (Kendall *et al.*, 2000). Bolus innehållandes Se, Cu, Zn, Co, fosfor (P), Mn och jod (I) som tilldelats Najdi tackor ökade halten av Se, Zn, Cu och Co i blodet vid lamning och även halten Co, Zn, Cu, P och Se i blodet hos de nyfödda lammen. Det medförde även en ökad råmjölksproduktion och kroppsvikt hos lamm (Abdelrahman *et al.*, 2017).

### **3. MATERIAL OCH METODER**

#### **3.1 Försökets upplägg och besättningar**

Tio besättningar valdes ut baserat på deras medlemskap hos Gård & Djurhälsan samt geografisk placering eftersom området begränsades till Uppland (se figur 2). De berörda besättningarna kontaktades innan betesperiodens start för att förbereda dem för studien. 2 besättningar tackade då nej till att delta i studien på grund av tidsbrist. Besättningarna var fördelade i Uppland och av varierande storlek. För att undersöka utfodring av

mikromineralerna Se, Co och Cu i de deltagande besättningarna genomfördes en kvalitativ intervjuundersökning angående utfodringsstrategier och betesrutiner under arbetets gång. I samband med betesperiodens start skickades ett mail med information om studien och en enkät ut till deltagande besättningar. Enkäten innehöll 7 frågor om mineralutfodring på bete. Leverprover samlades in från slaktade djur från 8 stycken olika besättningar, med 7 lever från varje besättning för att säkerställa tillräcklig mängd material för analys. Av dessa 7 leverprover analyserades 5 leverprover från varje besättning för halten Cu, Se och Co. Proverna samlades in under augusti-oktober eftersom ett större antal lamm slaktas under denna period.



Figur 2. Karta över besättningar som deltagit i studien.

### **3.2 Provtagning**

Totalt 56 leverprover samlades in under augusti, september och oktober från Roslagens slakt och chark, Sörby slakteri och Lundsbo slakteri i Uppland. Leverproverna samlades in och lades i fryspåsar, och förvarades fryst tills de skickades till laboratoriet vid Klinik für kleine Klauentiere, veterinärhögskolan i Hannover, Tyskland för analys. Varje leverprov lades i en enskild påse och märktes med djurets ID-nummer. Alla prover från samma besättning lades i en större påse som märktes med lantbrukarnas namn. Proverna skickades med post innehållandes kylklampar. 40 av dessa 56 leverprover analyserades för koncentrationen Co, Se och Cu. Analysmetoden som användes var atomabsorptionspektroskopi.

### **3.3 Statistisk metod**

Data från undersökningen sammanställdes i Microsoft Excel och de statistiska analyserna utfördes sen i statistikprogrammet SAS med hjälp av procedure

Mixed, där variation inom och mellan besättningar undersöktes. Vid analys av provsvaren togs hänsyn till kön och födelsedatum. Födelsedatum kodades som lamm (född 2017) eller får (född 2016 eller tidigare).

## RESULTAT

### 4.1 Enkät

Enkäten skickades ut till 12 stycken besättningar med 100% svarsfrekvens. Dessa hade mellan 15 - 140 stycken tackor av raserna Finull, Leicester, Gotlandsfår, Dorper, Gutefår, Texel, Suffolk, Oxford Down, Shopshire och Dala pälsfår.

Enligt enkäten som genomförts i denna studie var utfodring i mineralbalja innehållandes Cu det mest vanliga förekommande på bete. Även saltsten, pellets, flytande mineraltillskott och mineralbolus med Se och Co användes. 11 av dessa gav mineraltillskott i balja i fri tillgång (för sammansättning, se tabell 4). En lantbrukare gav mineraltillskott i balja före lamning och under diperioden och en annan gav både i balja samt bolus, där mineralbolus gavs innan lamning och flytande mineraltillskott gavs till lammen vid avvänjning.

Tabell 4. Innehållsförteckning i mineralfoder som användes i besättningarna.

	<b>Granngården mineralbalja Får med koppar</b>	<b>Effekt får mineralbalja med koppar</b>	<b>Effekt lamma mineralbalja med koppar</b>	<b>VM-pälsfår mineralbalja med koppar</b>	<b>Granngårdens mineralbalja Nöt med koppar</b>
<b>Cu, mg/kg</b>	250	250	250	300	700
<b>Co, mg/kg</b>	60	50	50	45	60
<b>Se, mg/kg</b>	30	30	30 (+15 org)	45	30
<b>E-vit, mg/kg</b>	1500	5000	15 000	5000	1500

Ingen lantbrukare kontrollerade intaget, utan de gav en ny balja när mineralfodret tagit slut. Mineralbolus och flytande mineraltillskott kontrollerades i och med att varje djur fick sin dos.

4 av 12 lantbrukare angav att de hade en specifik utfodringsstrategi med avseende på djurkategori. Dessa strategier involverade bland annat selentillskott som tillsätts på grovfodret 2 gånger till tackor inför lamning, avelsbaggar som får begränsat med mineraltillskott och högdräktiga tackor som får extra Se via bolus innan lamning.

### 4.2 Leverprover

Analysresultaten av leverproverna visade inget underskott på någon av mikromineralerna. 77,5%, 0,5% och 72,5% av djuren låg över

rekommenderade gränsvärden av Cu, Se respektive Co, utan risk för förgiftning (se tabell 3 och 5).

Ett djur hade en koncentration på 292 mg Cu/kg färskvikt, vilket innebär risk för att drabbas av kopparförgiftning. Två andra djur i en annan besättning låg på gränsen för att riskera kopparförgiftning, dessa hade en koncentration på 203 mg samt 249 mg/kg färskvikt (se tabell 5). Inga andra av de analyserade mikromineralerna översteg gränsen för förgiftning.

Tabell 5. Sammanställning av variation i Se, Co och Cu i besättningarna. 5 prover analyserades per besättning.

Gård	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Mineralfoder</b>	Effekt lamma med koppar	Effekt får med koppar + bolus med Se & Co	Effekt får med koppar	Granngården mineralbalja Får med koppar och Effekt får med koppar	Granngården s mineralhink för Nöt med koppar		Vilomix VM-päls med koppar	Effekt får med koppar och Granngårdens mineralbalja med koppar
<b>Selen, mg/kg färsk vikt</b>	0,542–1,363	0,310–0,937	0,449–0,827	0,669–1,676	0,487–1,540	0,431–0,898	0,422–0,696	0,771–1,129
<b>Kobolt, mg/kg färsk vikt</b>	0,105–0,137	0,055–0,144	0,072–0,135	0,083–0,169	0,057–0,198	0,047–0,090	0,096–0,135	0,123–0,163
<b>Koppar, mg/kg färsk vikt</b>	85,5–153,6	75,2–114,2	78,3–136,3	83,3–292,3	81,7–248,6	120,5–182	110,8–136,7	113,1–166,1

Den statistiska bearbetningen visade att variationen av koncentrationen av samtliga mikromineraler i levern är större hos djur inom samma besättning jämfört med djur mellan olika besättningar. För Se, Cu och Co var 14,6%, 23,5% respektive 44,7% av variationen mellan besättningar (se diagram 1, 2 och 3). Analysen visade även att det finns en positiv korrelation mellan Se och Cu.

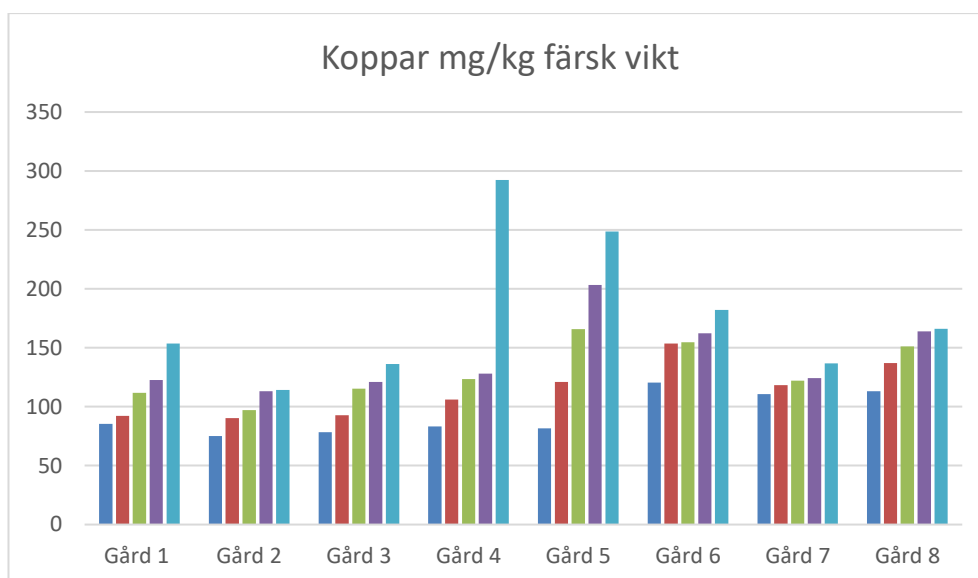


Diagram 1. Fördelning av kopparkoncentration inom och mellan besättningar.

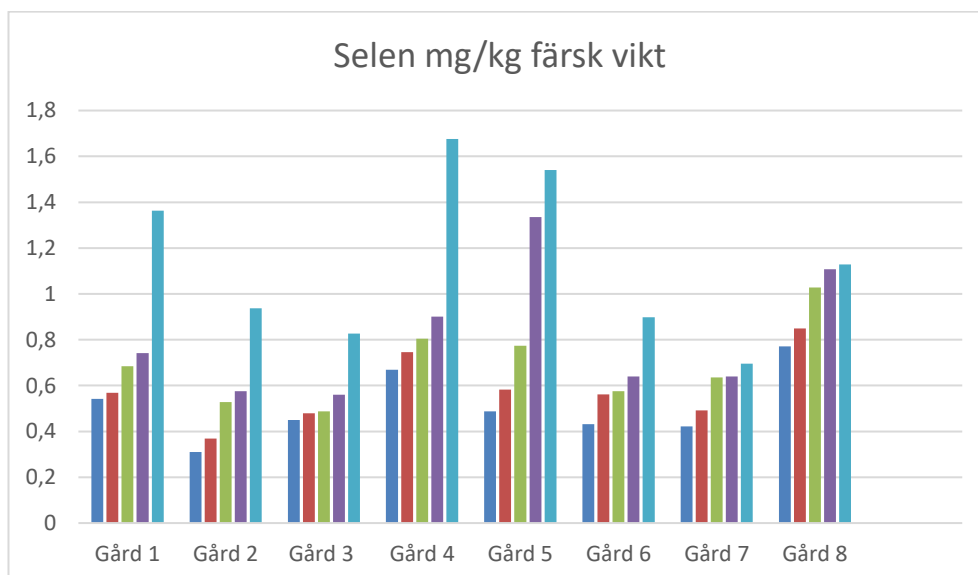


Diagram 2. Fördelning av selenkoncentration inom och mellan besättningar.

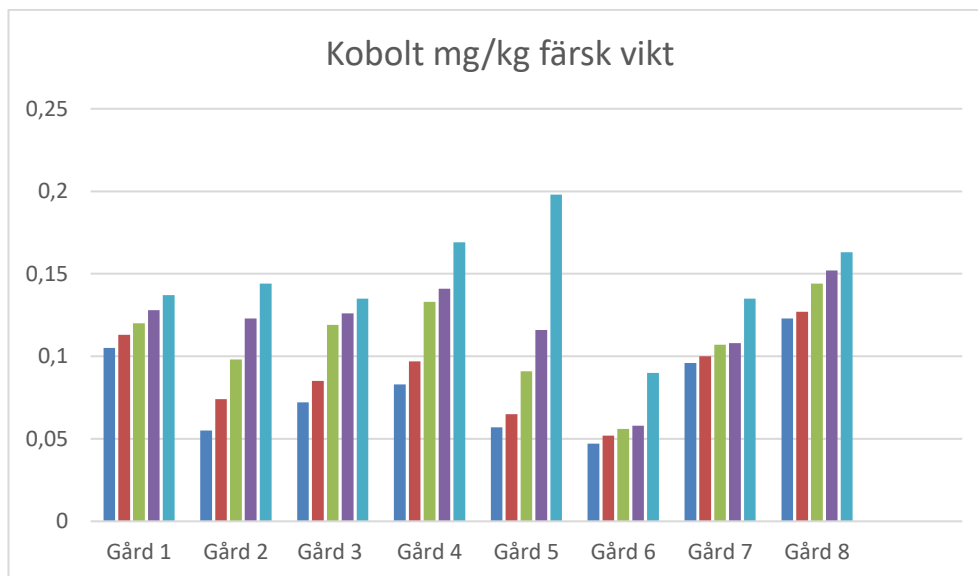


Diagram 3. Fördelning av koboltkoncentration inom och mellan besättningar.

## 4. DISKUSSION

Det är svårt att kunna förutspå vilken mängd mikromineraler ett djur har behov av. För att få en klarare bild över djurens behov har olika författare diskuterat eventuella hjälpmedel. Enligt Morgan et al. (2013) kan det vara lönsamt att ha ett slags program för uppföljning av Cu-status, där vävnadsprover från lever kan samlas in för att kunna förutspå eventuell risk för brist/förgiftning och därmed proaktivt motverka detta (Morgan *et al.*, 2013). Lark et al. (2014) ansåg att en kombination jordanalyser och blodprover från djur kan ge en överblick av Co-status, där även rådgivning verkar vara en viktig del i att förhindra brist och förgiftning av Co (Lark et al., 2014). Detta skulle kunna vara ett möjligt hjälpmedel, även om det kommer att ta mycket tid och pengar hos djurägare. Förslagsvis skulle denna åtgärd kunna användas av de besättningar som upplever brist eller överskott av mikromineraler som ett stort problem och behöver analysera sina problem mer djupgående. Många djurägare som intervjuats erbjuder en och samma mineralkälla till samtliga djur. Detta skulle kunna medföra större risk för problem med brist eller förgiftning.

I denna studie var det dock bara 3 av 40 djur som låg inom riskzonen för att drabbas av Cu-förgiftning (>250 mg/kg FV). Dessa 3 djur hade koncentrationer på 203, 249 samt 292 mg/kg FV. Nämnvärt är att 2 av dessa djur fanns inom samma besättning, där ett mineralfoder med en Cu-halt över den som rekommenderas till får av misstag använts. Många djur låg dock strax över rekommenderat värde men inget av djuren led av brist på Cu. Detta tyder på att det är mer vanligt med höga än låga Cu-värden i besättningarna, även om risken för förgiftning inte var hög (se tabell 3 och 5). Detta skulle kunna betyda att foder innehåller större mängd Cu än vad som är nödvändigt idag.

Inga djur led av Co-brist eller Co-förgiftning. Co-förgiftning kan ske vid en leverkoncentration på 5 mg/kg färsk vikt (Puls, 1994). Bland de djur som



provtagits i denna studie uppgick den högsta koncentrationen till 0,198 mg/kg färsk vikt och den lägsta koncentrationen var 0,047 mg/kg färsk vikt, vilket låg långt ifrån risken för brist (<0,005 mg/kg färsk vikt). Detta resultat tyder på att extra Co-tillskott utöver mineralfodret inte nödvändigtvis behöver användas, och att risken för förgiftning inte heller är hög.

Inte heller brist eller förgiftning av Se kunde påvisas hos något av djuren. Att jordarna i Sverige är selenfattiga är en riskfaktor som uppmärksammas många gånger, därmed tillsätts ofta Se i olika foderblandningar. Metoder för att kompensera för ett lågt intag av Se är bland annat att använda mer tillskott av vitamin E som sänker behovet av Se hos djuret (McDowell *et al.*, 1996). Att använda sig av den metoden skulle kunna vara en möjlig proaktiv handling för att minska risken för Se-brist. En tanke är dock att det skulle kunna orsaka låga Se-värden hos djur i besättningar där vitamin-E tillförseln är god. Detta eftersom att djuren då tillförs vitamin E istället för Se, och är utan risk för brist trots att Se-halten i levern är låg.

Att variationen i koncentrationen av Se, Co och Cu var större hos djur inom samma besättning jämfört med hos djur mellan olika besättningar kan bero på olika saker. En orsak skulle kunna vara att det finns för lite utfodringsyta och att de djur som är ranghöga äter mest och därmed stiger signifikant i värde jämfört med de andra djuren. Detta skulle även kunna styrkas av att det fanns en positiv korrelation mellan höga värden av Se och Cu. En annan orsak till de olika värdena kan vara att djuren har olika bra förmåga att reglera mängden mikromineraler i levern. Detta visade Spears (2011) i sin studie gällande Cu, där det finns en genetisk variation mellan djur både inom samma ras och mellan olika raser när det gäller deras känslighet och behov. Eftersom behovet varierar medför det svårigheter att veta hur mycket Cu som en individ behöver. En fundering är då om denna genetiska variation även finns för Se och Co och om vissa raser då kan behöva ett foder med lägre/högre innehåll av dessa än vad som erbjuds idag. Större variation inom besättningar än mellan olika besättningar kan medföra implikationer vid olika screening-program. Ju större variation inom en besättning och ju mindre variation mellan olika besättningar, desto svårare blir det att uttala sig om mineralstatusen i en hel besättning baserat på stickprov av djur.

Varför just det fanns en effekt av ålder på Co-halten i levern skulle kunna förklaras av att lamm inte har en lika utvecklad mikroflora som krävs för syntetisering av Vitamin B<sub>12</sub>, där Co inkorporeras (McDowell, 2000). Varför det fanns en tendens till signifikant effekt av kön för just Co är någonting som kan undersökas vidare.

Koncentrationen av de olika mikromineralerna hos djuren skulle även kunna skilja sig åt beroende på geografisk placering. I denna studie analyserades leverprover från djur i besättningar belägna enbart i Uppland, vilket kan ha medfört en lägre variation mellan besättningar i koncentrationen av Se, Co och Cu. Om provtagning skulle skett i besättningar utspridda över landet kunde det gett en större variation mellan besättningar. Besättningarna var dessutom väldigt lika gällande utfodring, där nästan samtliga djurägare gav mineraler på samma sätt. Alla var även kunder hos Gård- & Djurhälsan och

förmodligen representerar de en viss sorts besättningar, med intresserade och engagerade djurägare.

Något som skulle vara intressant att titta på i framtiden är om det finns djur i specifika områden som mer frekvent drabbas av brist/förgiftning av dessa mikromineraler. I så fall skulle foder även behöva anpassas till geografisk placering och inte enbart grundat på ras. Detta kan styrkas med att det finns en variation i växtens koncentration av mikromineraler och att denna påverkas av bland annat växtens och jordens egenskaper så som pH-värde, lerhalt, innehåll av organiskt material, näringsbalans och koncentration av andra mineraler (Kabata-Pendias & Pendias, 2001)

## **5. SLUTSATS**

Inget av djuren led av brist på någon av mikromineralerna, vilket tyder på att alla djuren fick i sig tillräckligt med mikromineraler. En risk verkar snarare vara att djuren fick i sig för mycket av Cu och Co där 77,5% respektive 72,% av djuren låg över rekommenderade värden. Variationen inom besättningar var större än variationen mellan olika besättningar. För de enskilda mikromineralerna var 14,6%, 23,5% och 44,7% av variationen mellan besättningarna för Se, Cu respektive Co. Den stora variationen i Cu, Se och Co-halter i leverprover mellan djur i samma besättning gör att ett stickprov på fem djur inte ger tydliga indikationer på besättningens status.

## 6. REFERENSER

- Abdelrahman, M.M., Aljumaah, R.S. och Ullah Khan, R. 2017. *Effects of prepartum sustained-release trace elements ruminal bolus on performance, colostrum composition and blood metabolites in Najdi ewes*. *Environ Sci Pollut Res* 24, 9675-9680.
- Bishehsari, S., Tabatabaei, M.M., Aliarabi, H., Alipour, D., Zamani, P. och Ahmadi, A. 2010. *Effect of dietary cobalt supplementation on plasma and rumen metabolites in Mehraban lambs*. *Small Ruminant Research* 90, 170–173.
- Björk, H., Ortman, K., Belák, K. och König, U. 2016. *Fatal administrering av mineralbolus till får*. *Svensk veterinärtidning*, 6–7.
- Bremner, I., Young, B.W. och Mills, C.F. 1976. *Protective effect of zink supplementation against toxicosis in sheep*. *Br. J. Nutr.* 36, 551.
- Cerone, S., Sansinanea, A. och Auza, N. 1995. *Copper deficiency alters the immune response of bovine*. *Nutrition Research*, Vol 15, No.9, 1333–1341.
- Ciszuk, P. 1994. *Fodermedlens användning och utnyttjande*. Jordbruksverket.
- Erickson, A. 2016. *Cobalt deficiency in sheep and cattle*. Department of Agriculture and Food. Tillgänglig: <https://www.agric.wa.gov.au/livestock-biosecurity/cobalt-deficiency-sheep-and-cattle> . [2017-01-20]
- Danfaer, A. 1993. *Nutrient metabolism and utilization in the liver*. *Livestock Production Science* 39, 115-127.
- Davis, P.A., McDowell, L.R., Wilkinson, N.S., Buergelt, C.D., Van Alstyne, R., Weldon, R.N och Marshall, T.T. 2006. *Effects of selenium levels in ewe diets on selenium in milk and the plasma and tissue selenium concentration of lambs*. *Small Ruminant Research* 65, 14-23.
- Dean, G., McDougall, E.I. och Elian, M. 1985. *Multiple sclerosis in research workers studying swayback in lambs: an updated report*. *Journal of Neurology, Neusurgery, and Psychiatry*, 48, 859-865.
- Fisher, G.E.J. 1991. *Effect of cobalt deficiency in the pregnant ewe on reproductive performance and lamb viability*. *Research in Veterinary Science* 50, 319-327.
- Ghany-Hefnawy, A.E., López-Arellano, R., Revilla-Vázquez, A., Ramírez-Bribiesca, E. och Tórtora-Pérez, J. 2007. *The relationship between fetal and maternal selenium concentrations in sheep and goats*. *Small Ruminant Research* 73, 174-180.
- Ghany-Hefnawy, A.E., López-Arellano, R., Revilla-Vázquez, A., Ramírez-Bribiesca, E., Tórtora-Pérez, J. 2008. *Effect of pre- and postpartum selenium supplementation in sheep*. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7, 61-67.
- Ghany-Hefnawy, A.E., Tórtora-Pérez, J.L. 2010. *The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health*. *Small Ruminant Research* 89, 185-192.
- Gooneratne, S.R., Buckley, W.T. och Christensen, D.A. 1989. *Review of copper deficiency and metabolism in ruminants*. *Can. J. Anim. Sci.* 69: 819-845.

Gould, L. och Kendall, N.R. 2011. *Role of the rumen in copper and thiomolybdate absorption*. Nutrition Research Reviews, 24, 176-182.

Grace, N. D. 1998. *The efficacy of animal remedies to prevent Co deficiency in sheep*. In 28th Proceedings of the Society of Sheep and Beef Cattle Veterinarians. New Zealand Veterinary Association, Dunedin. Pp 137-143. In: Grace, N.D. och West, D.M. 2000. *Evaluation of Long Acting Injectable Microencapsulated Vitamin B12 to Prevent Cobalt Deficiency in Grazing Ruminants*. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 13, 199-202

Grace, N.D. och West, D.M. 2000. *Evaluation of Long Acting Injectable Microencapsulated Vitamin B12 to Prevent Cobalt Deficiency in Grazing Ruminants*. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 13, 199-202

Gruner, T.M., Sedcole, J.R., Furlong, J.M., Grace, N.D., Williams, S.D. och Sinclair, G. 2004. *Concurrent changes in serum vitamin B12 and methylmalonic acid during cobalt or vitamin B12 supplementation of lambs while suckling and after weaning on properties in the South Island of New Zealand considered to be cobalt-deficient*. New Zealand Veterinary Journal 52, 129–136.

Gård & Djurhälsan. 2016a. *Mineraler till får*. Tillgänglig: <http://www.gardochdjurhalsan.se/sv/far/nyheter/e/186/mineraler-till-svenska-far/> [2017-01-20]

Gård & Djurhälsan. 2016b. *Mineraler och vitaminer i nötköttsproduktion*. Tillgänglig 2017-07-11. [http://www.gardochdjurhalsan.se/upload/documents/Dokument/Startsida\\_Not/Kunskapsbank/Vall\\_och\\_Bete/Mineraler\\_och\\_vitaminer\\_i\\_notkottsproduktionen\\_-\\_i\\_GD-mall.pdf](http://www.gardochdjurhalsan.se/upload/documents/Dokument/Startsida_Not/Kunskapsbank/Vall_och_Bete/Mineraler_och_vitaminer_i_notkottsproduktionen_-_i_GD-mall.pdf)

Havs- och vattenmyndigheten. 2017. *Försurning av sjöar och vattendrag*. Tillgänglig 2017-12-11.

Hedrich, M.F., Elliot, J.M. och Lowe, J.E. 1973. *Response in Vitamin B-12 production and absorption to increasing cobalt intake in sheep*. Journal of Nutrition 103, 646–651

Howell, J. McC. och Davison, A.N. 1958. *The Copper Content and Cytochrome Oxidase Activity of Tissues from Normal and Swayback Lambs*. Biochemical Journal 72(2), 365–368.

Ivan, M., Veira, D.M. och Kelleher, C.A. 1985. *The alleviation of chronic copper toxicity in sheep by ciliate protozoa*. British Journal of Nutrition, 55, 361-367.

Ivan, M. 1989. *Effects of faunation and type of dietary protein on gastric solubility and liver content of copper in sheep*. Journal of Animal Science 67, 3028–3035.

Jordbruksverket, 2017. *Jordbruket och övergödningen*. <https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ingenovergodning/jordbruketochovergodningen.4.4b00b7db11efe58e66b80001608.html>

Judson, G. J., T. R. Woonton, J. D. McFarlane och A. Mitsioulis. 1995. *Evaluation of cobalt pellets for sheep*. Aust. J. Exp. Agric. 35, 41-19.

Juniper, D.T., Phipps, R.H., Ramos-Morales, E. och Bertin, G. 2009. *Effects of dietary supplementation with selenium enriched yeast or sodium selenite on*

*selenium tissue distribution and meat quality in lambs*. Animal Feed Science and Technology 149, 228-239

Kabata-Pendias, A. och Pendias, H. 2001. *Trace Elements in Soils and Plants*. Third Edition. CRC Press, Boca Ration, Florida, 331.

Kendall, N.R., McMullen, S., Green, A. och Rodway, R.G. 2000. *The effect of a zink, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace element status and semen quality of ram lambs*. Animal Reproduction Science 62, 277-283.

Kendall, N.R., Mackenzie, A.M. och Telfer, S.B. 2012. *The trace element and humoral immune response of lambs administered a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus*. Livestock Science 148, 81-86.

Korhola, M., Vainio, A. och Edelmann, K. 1986. *Selenium yeast*. Ann. Clin. Res. 18, 65-68

König, U. och Rudby-Martin, L. 2007. *Glöm inte mineralfodret på bete*. Fårhälsovården.

[http://www.faravelsforbundet.se/wp-content/uploads/\\_sid%2028%2029%20nr%203%202007.pdf](http://www.faravelsforbundet.se/wp-content/uploads/_sid%2028%2029%20nr%203%202007.pdf)

Lark, R.M., Ander, E.L., Cave, M.R., Knights, K.V., Glennon, M.M. och Scanlon, R.P. 2014. *Mapping trace element deficiency by cokriging from regional geochemical soil data: A case study on cobalt for grazing sheep in Ireland*. Geoderma 226-227, 64-78

McDonald P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. och Wilkinson, R.G. 2011. *The components of food*. Animal nutrition. Seventh Edition. Ashford Colour Press, England, 103-136.

McDowell, L.R. 1992. *Selenium*. Minerals in Animal and Human Nutrition, 2<sup>nd</sup> ed., 294-332. Academic Press, Deficiency diseases in domestic animals.

McDowell, L.R., Williams, S.N., Hidioglou, N., Njeru, C.A., Hill, G.M., Ochoa, L. och Wilkinson, N.S. 1996. *Vitamin E supplementation for the ruminant*. Animal Feed Science Technology 60, 273-296.

Menzies, P., Boermans, H., Hoff, B., Durzi, T: och Langs, L. 2003. *Survey of the status of copper, interacting minerals, and vitamin E levels in the livers of sheep in Ontario*. Can Vet J, 44(11): 898-906.

Minatel, L. och Carfagnini, J.C. 2000. *Copper deficiency and immune response in ruminants*. Nutrition Research, Vol. 20, No 10, 1519-1529.

Mitchell, L.M., Robinson, J.J., Watt, R.G., McEvoy, T.G., Ashworth, C.J., Rooke, J.A. och Dwyer, C.M. 2007. *Effects of cobalt/vitamin B12 status in ewes on ovum development and lamb viability at birth*. Reproduction, Fertility and Development 19, 553-562.

Moniello, G., Infascelli, F., Pinna, W. och Camboni, G. 2005. *Mineral requirements of dairy sheep*. Italian Journal of Animal Science 4, 63-74.

Morgan, P.L., Grace, N.D. och Lilley, D.P. 2013. *Using sodium molybdate to treat chronic copper toxicity in dairy cows: A practical approach*. New Zealand Veterinary Journal, 62:3, 167-170.

Netto, S., Zanetti, M.A., Correa, L.B., Del Claro, G.R., Salles, M.S.V. och Vilela, F.G. 2014. *Effects of dietary selenium, sulphur and copper levels on selenium concentration in the serum and liver of lamb*. Journal of Animal Science. 27:1082-1087.

NRC, 1980. *Mineral Tolerance of Domestic Animals*. National Academic Press, Washington, DC

NRC, 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*, Seventh Revised Edition

NRC. 2005. *Mineral tolerance of animals*. 2nd revised edition.

Pal, D.T., Gowda, N.K.S., Prasad, C.S., Amarnath, R., Bharadwaj, U., Suresh Babu, G. och Sampath, K.T. 2010. *Effect of copper- and zink-methionine supplementation on bioavailability, mineral status and tissue concentrations of copper and zink in ewes*. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 24, 89-94.

Paterson, J.E., Klessa, D.A. och MacPherson, A. 1991. *An investigation into the methods of improving the cobalt status of soil, herbage and grazing ruminants and its field assessment*. Livestock Production Science, 2, 139-149.

Puls, R. 1994. *Mineral levels in animal health*. Diagnostic Data, 2<sup>nd</sup> Edition. Sherpa International.

Quirk, M.F. och Nortion, B.W. 1987. *The relationship between the cobalt nutrition of ewes and the vitamin B12 status of ewes and their lambs*. Australian Journal of Agricultural Research 38(6), 1071-82.

Rizwan, M., Ali, M., Khan, O.A., Ahmed, T. och Durrani, A.Z. 2016. *Swayback Disease in Ruminants*. Veterinaria, 2(2), 20-24.

Sivertsen, T. och Løvberg, K.E. 2013. *Seasonal and individual variation in hepatic copper concentrations in a flock of Norwegian Dala sheep*. Small Ruminant Research 116, 57-65.

Sivertsen, T. och Plassen, C. 2004. *Hepatic Cobalt and Copper Levels in Lambs in Norway*. Acta Vet Scand. 45(2): 69-77.

Spears, J.W. 2003. *Trace Mineral Bioavailability in Ruminants*. Department of Animal Science and Interdepartmental Nutrition Program, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7621.

Spears, J.W. 2011. *Genetics and animal species affect copper requirements and susceptibility to copper toxicosis*. North Carolina State University. [www.saltinstitute.org](http://www.saltinstitute.org).

Stabel, J.R. och Spears, J.W. 1993. *Role of selenium in immune responsiveness and disease resistance*. Nutrition and Immunology Plenum Press, 333-355.

Stemme, K., Lebzien, P., Scholz, H., Meyer, U. och Flachowsky, G. 2003. *Cobalt and vitamin B12 requirement of dairy cows*. Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier: 9, 61-68

- Stewart, W.C., Bobe, G., Vorachek, W.R., Stang, B.V., Pirelli, G.J., Mosher, W.D. och Hall, J.A. 2013. *Organic and inorganic selenium: IV. Passive transfer of immunoglobulin from ewe to lamb*. Journal of Animal Science 91, 1791-1800.
- Suttle, N.F., Lewis, R.M. och Small, J.N.W. 2002. *Effects of breed and family on rate of copper accretion in the liver of purebred Charollais, Suffolk and Texel lambs*. Animal Science 75:295-302.
- Suttle, N.F. 2010. *Mineral nutrition of livestock*. 4<sup>th</sup> edition.
- Suzuki, K.T. och Ogra, Y. 2002. *Metabolic pathway for selenium in the body: speciation by HPLC-ICP MS with enriched Se*. Food Addit. Contamin. 19, 974-983.
- SVA. 2017a. *Nutritionell muskeldegeneration (NMD) hos får*. Tillgänglig 2017-07-03. <http://www.sva.se/djurhalsa/far/endemiska-sjukdomar-hos-far/bristsjukdomar-far/nmd-far>
- SVA, 2017b. *Koppar och kobolt: brist och intoxication hos får*. Tillgänglig 2017-07-11. <http://www.sva.se/djurhalsa/far/endemiska-sjukdomar-hos-far/bristsjukdomar-far/koppar-och-kobolt-brist-och-intoxikation-far>
- Underwood, E.J. 1981. *The Mineral Nutrition of Livestock*. 2nd edition, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, Great Britain.
- Van der Berg, R., Levels, F.H.R. och Van der Schee, W.W. 1983. *Breed differences in sheep with respect to the accumulation of copper in the liver*. Vet. Quart. 5, 26-31.
- Vellema, P., Rutten, V.P.M.G., Hoek, A., Moll, L. och Wentink, G.H. 1996. *The effect of cobalt supplementation on the immune response in vitamin B12 deficient Texel lambs*. Veterinary Immunology and Immunopathology 55, 151-161.
- Whelan, B.R. och Barrow, N.J. 1994. *Slow-release selenium fertilizers to correct selenium deficiency in grazing sheep in Western Australia*. Fertilizer Research 38: 183-188.
- Woolliams, J.J., Suttle, N.F., Wiener, G., Field, A.C. och Woolliams, C. 1982. *The effect of breed of sire on the accumulation of copper in lambs, with particular reference to copper toxicity*. Animal Production 35, 299-307.
- Zervas, G., Telfer, S.B., Carlos, G. och Anderson, P. 1988. *The effect of soluble-glass boluses containing copper, cobalt and selenium on the blood composition of ewes*. Animal Feed Science and Technology 21, 23-29.

## Appendix 1 - Enkät

Vad har du för ras?

12 responses

Gotlandsfår (3)
Leicester, Leicesterkorsningar och kötraskorsningar (Texel, Dorset, Finull, Suffolk)
Leicesester
Mest kötraskorsningar, med texel, suffolk och finull och några renrasiga av varje sort
Gotlandsfår
Gutefår
Suffolk, Shopshire och Dala-Päls
Pälsfår
Oxford Down
Finull, Leicester, päls och dorper

Hur stor är din besättning?

12 responses

20 vuxna djur och 26 lamm
60 tackor 3 baggar ca 100 lamm
125 tackor
140 tackor
60 lammande tackor, 20 rekrytering, 80 lamm
ca 35
15 tackor och 25 lamm f.n.
38 tackor + 2 avelsbaggar och 77 lamm
41 vuxna tackor + 49 lamm (födda 2017)
41 vuxna djur + 49 lamm
40 tackor 2 baggar samt 34 lamm
Ca 25



## Vilka mineraltillskott ges?

11 responses

Mineralbalja från Grangården för får, med koppar
Effekt Får med koppar
Effekt får med koppar, mineralbolusar med selen och kobolt, samt ett flytande mineraltillskott till lammen en gång vid avvänjning och alla djur har fri tillgång till saltstenar.
Poelvit eko med vitlök
Grangården mineralbalja får med Cu KRAV
Grangårdens fårpellets
Grangårdens mineralhink (med koppar)
VM-päls
Grangården Mineralhink nöt & får med koppar samt Fårfor Effekt med koppar
Mineralbalja ,slick sten salt
Mineralbalja från grangården

## När och vilken mängd mineraltillskott ges?

12 responses

Fri tillgång (4)
Fri tillgång i mineralbalja på betet
Effekt får har de alltid fri tillgång på, mineralbolusar ges innan lamning en av var sort till varje tacka. Det flytande mineraltillskottet ges enligt dosering en gång vid avvänjning till lammen.
Fri tillgång i hink
Period före lamning och under diperioden
Fri tillgång till mineralhinken
Fri tillgång året runt.
Fri tillgång året runt + slicksten med salt
Finns alltid tillgänglig

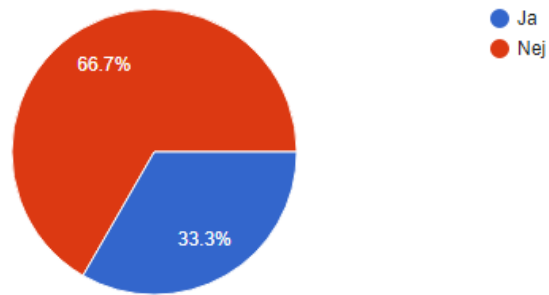
## Hur kontrolleras intaget av mineraltillskott?

12 responses

Kontrollerar inte, men ser att mineralerna går åt och att många är intresserade att äta ur mineralbaljan
Dåligt, vi fyller på när det slut
Bolusarna och det flytande är lätt att kontrollera, jag ger ju var och en sin dos, det andra kan jag inte kontrollera alls.
Vid daglig kontroll av vattnet
Jag ser att de slickar och baljan blir tom.
Kontrollera inte
Ingen särskild kontroll mer än att mineraler alltid är tillgängliga
Vi fyller på när det är slut
Ingen individuell kontroll. Baljor byts när de är tomma och granulerat mineralsalt fylls på med jämna mellanrum.
Ingen individuell kontroll. Byter baljor när de är slut och fyller på granulat.
inte alls

## Har du olika strategier för mineralutfodring till olika djurkategorier?

12 responses



## Om du svarat ja på föregående fråga - hur ser din strategi ut?

4 responses

Selen tillskott ges på grovfoder två gånger inför lamning

Avelsbaggarna får begränsat

Ger högräktiga tackor extra selen inför lamning.

Ger högräktiga tackor extra selen inför lamningen.

## Appendix 2 – tabell mineraltillskott

	<b>Granngården mineralbalja Får med koppär</b>	<b>Effekt får med koppär</b>	<b>Effekt lamma med koppär</b>	<b>VM- pälsfår med koppär</b>	<b>Granngårdens mineralbalja Nöt med koppär</b>
<b>Ca, %</b>	10,0	13,3	13,3	6,0	10,0
<b>P, %</b>	5,0	6,1	7,8	10,0	5,0
<b>Ca/P</b>	2,0	2,2	1,7	0,4	2,0
<b>Mg, %</b>	7,0	7,2	10,2	10,0	7,0
<b>Na, %</b>	5,0	11,3	7,0	10,0	5,0
<b>Cu, mg/kg</b>	250	250	250	300	700
<b>Co, mg/kg</b>	60	50	50	45	60
<b>Mn, mg/kg</b>	2000	1500	1500	4000	2000
<b>Zn, mg/kg</b>	4500	-	-	7500	4500
<b>I, mg/kg</b>	150	150	150	200	150
<b>Se, mg/kg</b>	30	30	30 (+15 org)	45	30
<b>A-vit, IE/kg</b>	300 000	300 000	300 000	500 000	300 000
<b>D-vit, IE/kg</b>	80 000	80 100	80 100	100 000	80 000
<b>E-vit, mg/kg</b>	1500	5000	15 000	5000	1500

Tabell 3. Innehållsförteckning i mineralfoder som användes i besättningarna.