



Klinisk- och subklinisk ketos hos mjölkcor

– Enkätstudie bland KetosKoll-användare

Clinical- and subclinical ketosis in dairy cows – Survey study among KetosKoll-users

Amanda Segervall

Examensarbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Hudjursagronom programmet
Uppsala 2022



Klinisk och subklinisk ketos hos mjölkkor – Enkätstudie bland KetosKoll-användare

Clinical- and subclinical ketosis in dairy cows – Survey study among KetosKoll-users

Amanda Segervall

Handledare: Cecilia Kronqvist, SLU, inst. för husdjurens utfodring och vård
Examinator: Kjell Holtenius, SLU, inst. för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Masternivå, A2E
Kurstitel: Independent project in Animal Science, A2E – Agriculture Programme – Animal Science
Kurskod: EX0872
Program/utbildning: Agronomprogrammet-Husdjur
Kursansvarig inst.: Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2022
Omslagsbild: Fotograf: Amanda Segervall

Nyckelord: Sinkor, Agricom, utfodring, mjölmängd, enkätstudie, BHB, ketoner, ekonomi, mjölkförlust, ekonomiskpåverkan, BCS

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Mer information om publicering och arkivering går att hitta här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

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

Sammanfattning

Energibehovet hos kor runt kalvning är skiftande, vilket kan skapa problem med energibalansen om det inte tas i beaktning. Ett förlängt förlopp av negativ energibalans kan leda till ett tillstånd som kallas ketos. Ketos kan kopplas till exempelvis minskad mjölkavkastning och fertilitetsproblem, detta kan således påverka lantbrukarens ekonomi negativt.

Det här examensarbetet är utfört i samarbete med Agricom med syftet att göra en litteraturstudie om klinisk- och subklinisk ketos och hur ketos kan förebyggas under sintiden. Syftet var även att sammanställa kostnader kopplade till klinisk- och subklinisk ketos. Syftet var även att få en inblick i hur Agricams användare ser på ketos idag. För att undersöka syftet skickades en enkätundersökning ut till befintliga kunder hos Agricom som testar sina besättningar för ketos. Enkäten berörde exempelvis frågor kring hur gården provtar sina kor för ketos idag och hur de använder Agricams produkt KetosKoll idag. För att fördjupa förståelsen ytterligare analyserades hur dessa användare arbetar med ketos genom att titta på insamlade data från några av gårdarna som svarade på enkäten. Slutsatserna från litteraturstudien visade att ketos kan mätas på flera olika sätt och att det inte finns något universellt gränsvärde som används för att fastställa diagnos av subklinisk- eller klinisk ketos. Det går dock att utskilja att subklinisk ketos verkar förekomma i de flesta besättningar och i högre grad än klinisk ketos. Det finns ekonomiska förluster kopplade till både klinisk- och subklinisk ketos. Slutsatsen av enkätstudien och analysen av ketos-datan från gårdarna är att både arbetet kring ketos och prevalensen av ketos skiljer sig mellan gårdar.

Nyckelord: Sinkor, Agricom, utfodring, mjölmängd, BHB, ketoner, ekonomi, mjölkförlust, ekonomiskpåverkan, BCS,

Abstract

The need for energy in cows around calving vary, which can create problems with the energy balance if not considered. A prolonged period of negative energy balance can result in a condition called ketosis. Ketosis can be associated with for example reduced milk production and fertility problems. Thus, ketosis can have a negative impact on the farmers economy.

This master thesis has been conducted in collaboration with Agricam with the aim of compiling information about clinical- and subclinical ketosis in dairy cows and how it can be prevented during the dry period in a literature review. The economic aspect of clinical- and subclinical ketosis was also examined in the literature review. In addition to the literature study, a questionnaire regarding sampling and attitude regarding ketosis was sent out to users of Agricams product, who already were testing their heard for ketosis. To further increase knowledge regarding how Agricams users work with ketosis, their ketosis-data collected from their herds were analysed. In conclusion, the literature study showed that ketosis can be measured in different ways and that there is no universal threshold established to diagnose clinical- or subclinical ketosis. However, it can still be stated that subclinical ketosis seems to occur in most herds and to a greater extent than clinical ketosis. There are also economic losses associated with both clinical- and subclinical ketosis. The conclusion of the survey and ketosis data from the farms were that the work around ketosis and the prevalence differ among farms.

Keywords: Dry cow, Agricam, Feeding Strategy, BHB, Ketones, Milk production, Economy, Milk loss, BCS

Innehållsförteckning

Förkortningar	9
1. Inledning	11
2. Litteraturoversikt	13
2.1. Energiförsörjning	13
2.1.1. Glukos ger energi.....	13
2.1.2. Idisslarspecifikt.....	14
2.2. Bildande av ketoner.....	14
2.3. Klinisk- och subklinisk ketos.....	17
2.3.1. Analysering och diagnostisering	17
2.3.2. Riskfaktorer.....	21
2.3.3. Konsekvenser	22
2.3.4. Behandling	24
2.4. Ekonomisk påverkan	25
2.5. Ketosförebyggande management under sintiden	28
2.5.1. Sintidsutfodring	28
2.5.2. Hull	31
3. KetosKoll	33
4. Enkätundersökning	35
4.1. Enkätens utformning.....	35
4.2. Datainsamling.....	35
5. Resultat	37
5.1. KetosKoll-data	37
5.2. Enkät svar	41
5.3. Koppling KetosKoll-data med enkät svar	44
5.3.1. Gård 2	44
5.3.2. Gård 3	44
5.3.3. Gård 4	44
5.3.4. Gård 5	45
5.3.5. Gård 6	45

6. Diskussion.....	46
6.1.1. Tolkning av enkätsvar Gårdsdata	47
6.2. Testning	47
6.3. Åtgärdsförslag	52
6.4. Ekonomi.....	55
7. Slutsats.....	58
Referenser.....	59
Tack	62
Populärvetenskaplig sammanfattning	63
Bilaga 1. Enkät samt svar.....	65

Förkortningar

ATP	Adenosintrifosfat
BCS	Body condition score (hullpoäng)
BHB	β -hydroxybutyrat
CPT1	Carnitin palmityl transferas 1
DMI	Dry matter intake (Torrs substans intag)
DIM	Days in milk (Dagar i laktationen)
ECM	Energikorrigerad mjölk
MJ	Mega joule
NDF	Neutral detergent fibre
NE	Nettoenergi
NEB	Negativ energibalans
NEFA	Non-esterified fatty acids (Icke-estrikerade fettsyror)
OE	Omsättbarenergi
PMR	Partial mixed ration (Blandfoder)
RP	Råprotein
TMR	Total mixed ration (Fullfoder)
TS	Torrs substans
VFA	Volatile fatty acids (Flyktiga fettsyror)

1. Inledning

I slutet av laktationen, runt två månader innan kalvning, sinläggs mjölkorna. Energibehovet under sinperioden är skiftande, det är lägre i början när kon endast behöver energi för att försörja sitt underhållsbehov och innan fostret nått sin topp av energibehov (Herdt 2000; National Research Council 2001). Precis innan kalvning är energibehovet större i jämförelse med den tidiga delen av sintiden (Herdt 2000). Energibehovet ökar sedan drastiskt efter kalvning då kon börjar laktera (Herdt 2000). Kroppen eftersträvar att behovet av energi för att producera kolostrum och mjölk blir tillgodosett till så stor del som möjligt via foderintaget, för att minska nedbrytningen av fett- och proteinreserver i kroppen (Goff & Horst 1997; Rukkwamsuk et al. 1999). Om intaget av energi från fodret inte tillräckligt för att täcka behovet av energi hamnar kon i negativ energibalans (NEB) (McArt et al. 2013). Misslyckas kon att ta sig ur NEB via intaget av energi från fodret ökar risken för att kon hamnar i ett tillstånd som kallas ketos, vilket i sin tur ökar risken för flera sekundära metaboliska sjukdomar (Herdt 2000; McArt et al. 2012). Dessutom kan ketos kopplas till ekonomiska förluster för lantbrukaren (Steenefeld et al. 2020). Det går dock att förebygga uppkomsten av ketos med rätt skötsel runt sintiden och under övergångsperioden från sinlagd- till lakterande ko (Goff & Horst 1997; Rukkwamsuk et al. 1999; McArt et al. 2012). För att veta om en gård har problem med ketos behöver först mätningar av ketonkoncentrationer utföras. Gårdar som är med i kokontrollen och provmjölkar sina kor får en besättningsöversikt över hur många kor som haft en ökad ketonkoncentration vid provmjölkningstillfället. Detta kan ge en indikation på hur energiförsörjningen såg ut vid det tillfället.

Agtech-bolaget Agricom AB har en produkt, KetosKoll, som är framtagen för att detektera om den individuella kon är i NEB och genom historik kan även besättningsstatistik tas fram. I korta drag använder lantbrukare (Agricoms kunder) KetosKoll för att mäta ketoner i mjölk och/eller i blod på individuella kor i sin besättning. På så sätt kan lantbrukarna hitta ketos hos kor som inte visar symptom, så kallade subkliniska fall. Tanken är att lantbrukarna med hjälp av mätningarna ska kunna vidta både direkta insatser för att hjälpa de individuella korna ur NEB och dels att utifrån den samlade gårdsdatan göra större åtgärder på besättningsnivå för att förebygga ketos med stöd från Agricom.

Syftet med det här arbetet var att ta fram underlag till Agricom AB för att framställa åtgärdsförslag på besättningsnivå för att minska prevalensen av subklinisk- och klinisk ketos, samt att sammanställa kostnader kopplade till kor som drabbas av subklinisk- och/eller klinisk ketos. Syftet var även att få en inblick i hur inställningen till subklinisk- och klinisk ketos hos lantbrukare som använder Agricams KetosKoll-koncept ser ut idag och även hur de provtar sina kor för ketos idag.

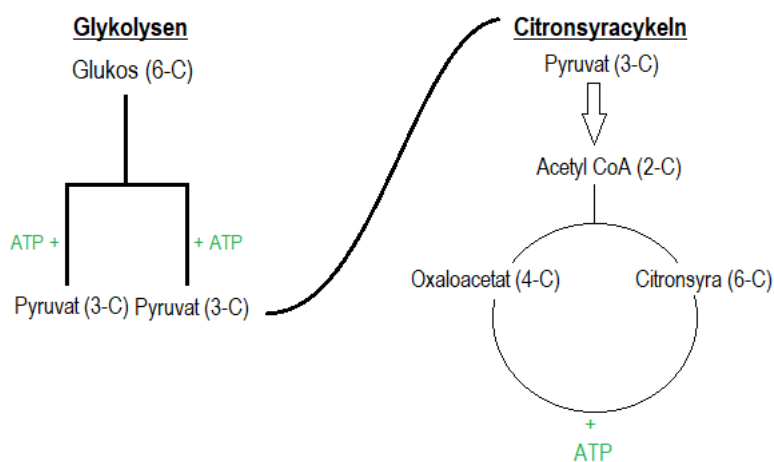
2. Litteraturoversikt

2.1. Energiförsörjning

2.1.1. Glukos ger energi

Glukos genererar energi i form av adenosintrifosfat (ATP) via glykolysen och citronsyracykeln (Figur 1). I korta drag innebär glykolysen att en glukosmolekyl som består av sex kolatomer bryts ner till två pyruvatmolekyler som består av tre kolatomer vardera. Denna process leder till att ett överskott av två ATP-molekyler skapas (Sjaastad et al. 2016) (Figur 1).

De två pyruvatmolekylerna bryts ner ytterligare till ättiksyra (acetat) och bildar ett komplex med en coenzym-A-molekyl, komplexet kallas acetyl-CoA. Acetyl-CoA består av två kolatomer. Via acetyl-CoA transporteras acetatet in i citronsyracykeln genom att de två kolatomerna flyttas över till oxaloacetat (som består av fyra kolatomer), som då bildar citronsyra (6 kolatomer). Från citronsyracykeln utvinns en ATP-molekyl per pyruvatmolekyl (Sjaastad et al. 2016) (Figur 1).



Figur 1. Förenklad schematisk bild över hur glukos ger ATP via glykolysen och citronsyracykeln (Sjaastad et al. 2016).

2.1.2. Idisslarspecifikt

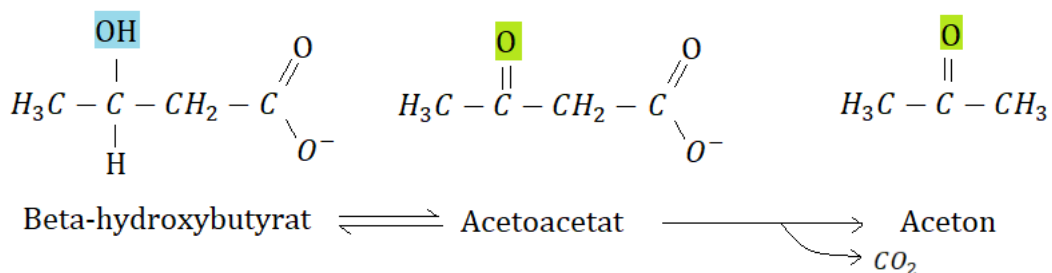
För att utvinna energi använder sig idisslare av flyktiga fettsyror (VFA), fett (triglycerider) och protein (aminosyror) (Sjaastad et al. 2016). De VFA som bildas är acetat, butyrat och propionat. Idisslare använder sig främst av VFA som energikälla, men de behöver även glukos för att exempelvis energiförsörja hjärna, då hjärnan inte kan tillgodogöra sig VFA som energikälla (Sjaastad et al. 2016). Glukos används även i andra viktiga processer i kroppen, så som vid nedbrytning av fett, dessutom lagras glukos in som glykogen i skelettmusklerna för att där kunna utnyttjas som energi (Sjaastad et al. 2016). För dräktiga och lakterande idisslare behövs även en ökad mängd glukos för att försörja fostret med energi samt för bildningen av mjölk (McDowell 1983). Idisslare utfodras oftast med en grovfoderdominerande foderstat (Reynolds 2006). När en idisslare börjar laktera ökar energibehovet, och specifikt glukosbehovet, vilket gör att stärkelsesrika fodermedel och/eller fodermedel innehållande fett ofta tillsätts för att öka energiinnehållet i foderstaten. En idisslare som äter en grovfoderdominerad foderstat utvinnet endast en liten mängd glukos från stärkelse i deras tunntarm, då grovfodret oftast innehåller relativt liten mängd stärkelse (Reynolds 2006). Idisslarnas våmmikrober bryter ner majoriteten av de kolhydrater de konsumerar till VFA i stället för glukos, vilket är en parameter som orsakar att deras inflöde av glukos är litet. Av de VFA som produceras är det endast propionat som kan omvandlas till glukos (Bell 1995; Sjaastad et al. 2016) och propionat utvinns främst från fermentation av stärkelse i våmmen. Stärkelse har även potential att absorberas som glukos i tunntarmen (Reynolds 2006). Oftast absorberas endast upp till 10% av deras glukosbehov från matspjälkningskanalen, resten av glukosbehovet behöver tillgodoses av glukoneogenesen (Young 1977). På grund av detta har idisslare ett behov av att omvandla icke-kolhydratskällor (t.ex. aminosyror, fettsyror, laktat, glycerol) till glukos via glukoneogenesen, som främst sker i hepatocyterna (levercellerna) (Young 1977; Bell 1995). Det här resulterar i att idisslars glukoneogenes ständigt är aktiv (Young 1977).

2.2. Bildande av ketoner

Behovet av glukos är högt under laktationen då glukos behövs i laktogenesen (initiering av mjölkproduktionen) för att ombildas till laktos (Bell 1995; Sjaastad et al. 2016). Om det är brist på tillgänglig glukos försöker kroppen kompensera detta och bibehålla glukos-homeostasen genom att bland annat öka aktiviteten av glukoneogenesen och genom att styra om glukostillförseln.

Den ökade glukoskonsumtionen i mjölkkörtlarna leder till att insulinutsöndringen minskar, eftersom insulinutsöndringen stimuleras av höga koncentrationer av glukos (Herdt 2000; Sjaastad et al. 2016). Detta leder till att ett fettnedbrytande enzym, lipas, stimuleras och i sin tur aktiverar fettmobilisering för att täcka upp energibehovet, detta kallas lipolysfas. Under lipolysfasen klyvs esterbindningen mellan glycerolmolekylen och de tre fettsyrorerna som bildar en triglycerid, detta resulterar i att icke förestrade fettsyror (NEFA) bildas (Herdt 2000). NEFA kan transporteras via blodet och användas som alternativ energikälla av vissa vävnader exempelvis skelettmuskulatur, vilket gör att vävnader som inte har den möjligheten prioriteras först med glukos, till exempel placentan (Herdt 2000).

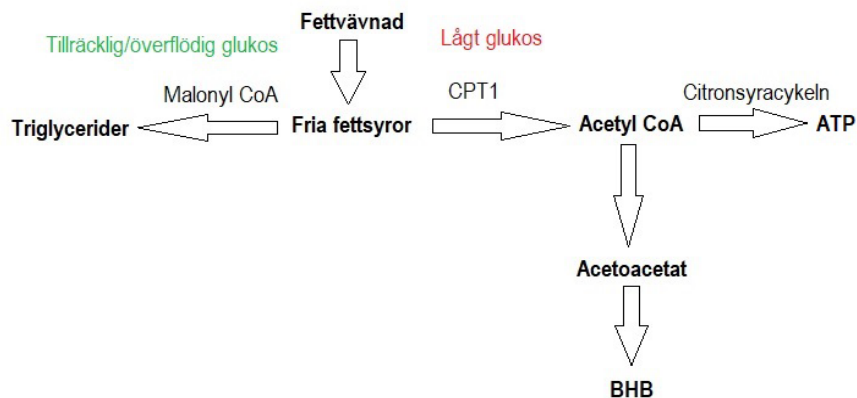
Under NEB transporteras den största andelen av de NEFA som cirkulerar i blodet till hepatocyterna för att ombildas till ketoner (Herdt 2000), som också kan användas som alternativ energikälla av exempelvis hjärt- och skelettmuskulatur (Sjaastad et al. 2016). Ketoner känns igen genom att de är molekyler som har en karbonylgrupp i kolskelettet. En karbonylgrupp består av en kolatom som har en dubbelbindning till en syreatom (C=O). Den första ketonen som bildas i hepatocyterna är acetoacetat (Sjaastad et al. 2016) (Figur 2). Acetoacetat kan ombildas till β -hydroxybutyrat (BHB). BHB är per definition inte en keton då den inte innehåller en karbonylgrupp, utan en hydroxylgrupp i stället, men eftersom skiftet mellan BHB och acetoacetat är reversibelt så brukar BHB räknas som en keton. Acetoacetat kan även ombildas till aceton genom att en koldioxidmolekyl tas bort (dekarboxylering) (Sjaastad et al. 2016) (Figur 2). Det finns fler ketoner men BHB, acetoacetat och aceton är de vanligaste (Sjaastad et al. 2016).



Figur 2. Relationen mellan ketonerna: BHB, acetoacetat och aceton. Baserat på (Sjaastad et al. 2016)

Om kon inte är i NEB ombildas NEFA till triglycerider som kan lagras in i kroppen i stället, detta kan även ske om det sker en intensiv mobilisering av fettvävnad (Herdt 2000). Det som påverkar om NEFA blir ombildade till triglycerider eller till ketoner är mängden tillgängligt glukos, då det påverkar interaktionen mellan *malonyl CoA* och *carnitin palmityl transferas 1* (CPT 1). Finns det överflödigt eller tillräckligt med glukos för att täcka glukosbehovet produceras *malonyl CoA* (Figur 3). *Malonyl CoA* är den första metaboliten i fettsyrsyntesen. *Malonyl CoA*

inhiberar CPT 1. CPT 1 är ett enzym som transporterar in NEFA i mitokondrien för att NEFA där ingår i ketogenesisen (bildningen av ketoner). Inhiberas detta, blir NEFA inte till ketoner utan till triglycerider, men om kon är i NEB (och det finns lite tillgängligt glukos) produceras mindre mängd *malonyl CoA*. Detta leder i sin tur till att mindre CPT 1 aktiveras och mer NEFA transporteras in i mitokondrien (Herdt 2000) (Figur 3).



Figur 3. Schematisk bild på ledet från fettvävnad till att ketonkroppar bildas baserad på Holtenius & Holtenius (1996) och Herdt (2000). I figuren står ATP för Adenosintrifosfat, BHB för Beta-hydroxybutyrat och CPT1 för Carnitin palmityl transferas 1.

De NEFA som transporteras in i mitokondrien beta-oxideras sedan till Acetyl CoA i mitokondrien. Acetyl CoA kan sedan antingen oxideras fullt ut via citronsyrcykeln för att utvinna ATP, dock endast till en viss gräns. Om mängden av tillgängligt oxaloacetat (som är en komponent i citronsyrcykeln, Figur 1) inte räcker till för att oxidera allt Acetyl CoA som bildas omvandlas det istället till acetoacetat via ketogenesisen där det inte oxideras fullständigt (White 2015). Acetoacetat transporteras ut i cytosolen och blir där delvis ombildat till BHB. Därefter frisätts både acetoacetat och BHB förs ut i blodbanan (Figur 3) (Herdt 2000). Detta gör att koncentrationen av ketoner i blodplasman ökar markant (Herdt 2000; White 2015; Sjaastad et al. 2016). Den förhöjda koncentrationen av ketoner i kroppen är vad som definierar ketos (Duffield 2000). Ketonerna kan sedan användas som alternativ energiförsörjning av exempelvis hjärt- och skelettmuskulatur, men blir det för hög koncentration kan det påverka mjölkproduktionen och den allmänna hälsan negativt, samt leda till följsjukdomar (White 2015).

2.3. Klinisk- och subklinisk ketos

Ketos kan förekomma både kliniskt och subkliniskt. Skillnaden mellan klinisk- och subklinisk ketos är att en klinisk ketos kännetecknas av förhöjd koncentration av ketonkroppar i blodet tillsammans med kliniska symptom. Exempel på symptom kan vara minskad aptit, tydlig minskad mjölmängd och en markerad viktnedgång. Subklinisk ketos däremot ger inga kliniska symptom, men koncentrationen av ketonkroppar i blodet är förhöjd (Andersson 1988; Duffield 2000; Suthar et al. 2013). Det är störst risk att en mjölkko utvecklar subklinisk- och/eller klinisk ketos inom tre veckor efter kalvning. Detta på grund av den ökade risken för NEB, vilket blir resultatet om foderintaget inte kan täcka den plötsliga ökningen i behovet av glukos under dessa perioder (Goff & Horst 1997; Herdt 2000). Både subklinisk- och klinisk ketos kan dock uppstå senare i laktationen också (Goff & Horst 1997; Herdt 2000).

Ketos kan uppkomma av flera olika orsaker (Holtenius & Holtenius 1996; Goff & Horst 1997; Herdt 2000). Klinisk ketos som uppkommer tidigt i laktationen (<3 veckor efter kalvning) är ofta kopplat till andra problem, som exempelvis livmoderinfektion, fång, mastit, överhull vid kalvning, därför kallas denna typ ibland för sekundär ketos (Holtenius & Holtenius 1996). Dessa kor visar ofta tecken på insulinresistens, genom att de har höga nivåer av både glukos och insulin i blodet. En ketos som uppkommer senare (3 – 6 veckor efter kalvning) är orsakad av en förändring i metabolismen som inte är kopplad till någon sjukdom. Förändringen orsakas av att glukoneogenesens aktivitet minskar och ketoneogenesens aktivitet ökar (Holtenius & Holtenius 1996). Ketos har även setts kunna uppkomma ännu senare i laktationen, då sekundärt av en annan sjukdom, exempelvis vid en åkomma som minskar foderintaget, såsom hålta och våmacidos (Goff & Horst 1997; Herdt 2000)

2.3.1. Analysering och diagnostisering

Som tidigare nämnt utsöndras ketoner antingen från levern eller från våmmens epitel till blodet (Sjaastad et al. 2016). Ökar koncentrationen av ketoner i blodet drastiskt kan ketonerna även utsöndras i urin och mjölk (Sjaastad et al. 2016). Bergman (1971) diskuterar att koncentrationen av ketoner i blod jämfört med urin och mjölk kan variera. Koncentrationen av ketonkroppar kan bli uppåt fyra gånger högre i urin än i blod medan koncentrationen av ketonkroppar i mjölk kan vara ungefär hälften av koncentrationen i blodet (Bergman 1971). Att ketonerna utsöndras i urin och mjölk möjliggör analys av ketonkoncentrationen för att få en uppfattning om kons energibalans (Duffield 2000). BHB är stabilt i blod, medan acetoacetat och aceton är mindre stabilt (Oetzel 2004). Det har setts i studier att mätningar av ketonkroppar i blod och mjölk som gett höga utslag är korrelerade

med att kon sedan utvecklat klinisk ketos, om hon ej blivit behandlad (Andersson 1988). I en studie av Al-Faruk et al. (2020) sågs en hög säkerhet (86–91% överensstämmelse med mätning i blod) att detektera klinisk ketos med mätningar av BHB i mjölk och urin. I samma studie uppmättes också säkerheten för att detektera ett sant värde för subklinisk ketos i mjölk och urin till 43–72%. Den lägre säkerheten för att detektera subklinisk ketos är troligen orsakad av en lägre mängd ketoner i mjölken och urinen tillsammans med att känslighet för testen är lägre än i blod. Det som orsakar en lägre känslighet i mjölk och urin kan vara att andra komponenter, som proteiner, fett etc., kan störa mätningen (Al-Faruk et al. 2020). Enligt Al-Faruk et al. (2020) är mätningar av koncentrationen av ketoner i urin högre korrelerade med mätningar av ketoner i blodet jämfört med vad mätningar i mjölk är. Dock kan ketonkoncentrationen i urin variera mycket beroende på kons vätskebalans, vilket kan påverka testets giltighet (Al-Faruk et al. 2020).

Gränsvärden för subklinisk och klinisk ketos

Andersson (1988) sätter inget gränsvärde för att skilja på subklinisk- eller klinisk ketos utan håller isär diagnoserna genom att endast se till när den enskilda kon har förhöjd koncentration av ketoner i kroppen samt visar symptom på ketos (klinisk) eller inte (subklinisk). Enligt Duffield (2000) är det viktigt att sätta en bestämd gräns för när en individ är frisk och när den är i ketos, för att veta när åtgärd bör sättas in. Det är även många forskare som vill använda koncentrationen av ketoner för att skilja subklinisk- och klinisk ketos. Det är dock svårt att sätta en gräns för när subklinisk ketos övergår till klinisk, då det är individuellt vid vilken koncentration av ketoner som symptom uppkommer (Duffield 2000).

Det finns flera studier där olika gränsvärden är satta för att urskilja individer som är i ketos från de som är friska, samt skilja på de som har subklinisk ketos och klinisk ketos, endast genom att mäta ketonkoncentrationen i en kroppsvätska, vanligtvis BHB i blod (Block & Sanchez 2000; Oetzel 2004; McArt et al. 2012; Suthar et al. 2013; White 2015) (Tabell 1). Bakgrunden för ett gränsvärde är i de flesta fall tidigare studier som visat att specifika värden är korrelerade med ökad risk för följsjukdomar (Duffield 2000; Oetzel 2004; Suthar et al. 2013). Andra använder gränser utan att ange varför de väljer det spannet, eller så anger de tidigare studier som referens vid val av gränsvärden (McArt et al. 2012; White 2015; Al-Faruk et al. 2020). Vissa sätter gränsvärdet där det överskrider den normala koncentrationen (Block & Sanchez 2000).

McArt et al. 2012, Suthar et al. 2013, White 2015 och Al-Faruk et al. 2020 använde sig av samma gränsvärde i blodet för att bestämma om en ko var i subklinisk ketos (Tabell 1). De hade varierande gränsvärden för när det övergick till att bli klinisk ketos (Tabell 1). Oetzel (2004) använde sig av en högre gräns medan Block & Sanchez (2000) använde sig av en lägre gräns än majoriteten (Tabell 1).

Tabell 1. Sammanställning av olika föreslagna gränsvärden av BHB-värden i blodet för subklinisk ketos. *Värden över det övre gränsvärdet definieras som klinisk ketos

Referens	Lägre gränsvärde (mmol/L)	Övre gränsvärde (mmol/L)*
White (2015)	1,2	3,0
Suthar et al. (2013)	1,2	1,4
Oetzel (2004)	1,4	-
McArt et al. (2012)	1,2	2,9
Block & Sanchez (2000)	0,55	1,9
Al-Faruk et al. (2020)	1,2	2,9

Koncentrationen av de olika ketonerna har visat sig vara olika stabila i blod (Guo et al. (2007)). En faktor som kan påverka koncentrationen verkar vara utfodringen, detta undersökte Guo et al. (2007) genom att mäta koncentrationen av BHB, acetoacetat och aceton efter utfodring. De analyserade koncentrationen av respektive keton i blodet hos kor i 5 – 12 DIM en gång i timmen i totalt 12 timmar efter utfodring. Resultatet visade att koncentrationen av BHB var relativt stabilt runt 0,5 mmol/L medan acetoacetat fluktuerade med tiden. Cirka fyra timmar efter utfodring var koncentrationen av acetoacetat 0,080 mmol/L och efter 9 timmar efter utfodring var koncentrationen uppe på 0,105 mmol/L. Aceton rörde sig runt 0,11 mmol/L, det var dock inte lika stabilt som BHB (Guo et al. 2007).

Enligt Andersson (1988) är normala värden för aceton i mjölk upp till 400 µmol/L. Värden mellan 410 µmol/L till 100 µmol/L är svagt korrelerade med symptom på ketos. Värden mellan 100 µmol/L och 200 µmol/L ökar risken för symptom, medan värden över 200 µmol/L är förknippat med klinisk ketos (Andersson 1988).

Prevalens

Enligt Växa Sveriges (2021) insamlade statistik över antal registrerade fall av acetonemi ligger antalet drabbade kor på 0,5% i hela Sverige. Denna siffra kan ses som ekvivalent till klinisk ketos. Siffran är beräknad genom att titta på antalet veterinärregistrerade fall av acetonemi på de gårdar som är anslutna till Växa.

Förekomsten av ketos utanför Sverige har studerats i flera olika studier. I Europa har det visats i en studie med tio deltagande länder att prevalensen (andel kor av en

besättning som en viss tidpunkt har åkomman [befintliga fall i en grupp]) var mellan 11,2 – 36,6 % (21,8% i medel), när de använde sig av gränsvärdet 1,2 mmol/L BHB i blod, mätt under 2 – 15 DIM (Suthar et al. 2013). Minimumantalet kor från varje land som deltog var 280 kor. Kor i alla laktationsnummer deltog, men fördelningen i inkluderingen presenteras ej (Suthar et al. 2013). De flesta fallen av ketos visade sig uppkomma under första veckan fram till slutet av tredje veckan av laktationen (Suthar et al. 2013). De såg även att prevalensen för klinisk ketos var mellan 0,4 – 11,1 %, diagnosen för klinisk ketos ställdes av veterinär (Suthar et al. 2013). McArt et al. (2012) gjorde en studie på fyra gårdar i USA, där kor i alla laktationsnummer testades mellan 2 – 16 DIM och fick en medeltalet för subklinisk ketos runt 43 %, med samma gränsvärde som Suthar et al. (2013). I studien var 5 DIM den dag där flest nya fall detekterades (McArt et al. 2012).

Berge & Vertenten (2014) undersökte prevalensen för subklinisk ketos hos mjölkkor i 7 – 21 DIM ($\geq 100 \mu\text{mol/L}$, BHB i mjölken) i Europa. I genomsnitt låg prevalensen på 39,9%, men genomsnittet för prevalensen mellan varje enskilt land varierade (43% i Tyskland, 52% i Frankrike, 31% i Italien, 46% i Holland och 31% i Storbritannien). De tittade även på prevalensen för klinisk ketos i samma besättningar. Klinisk ketos diagnostiserades av en veterinär som följde ett protokoll med standardiserade symptom för klinisk ketos. Resultatet visade att prevalensen för klinisk ketos i dessa länder i genomsnitt var 1,6% (lägsta uppmätta kliniska ketos prevalensen var 0% på vissa gårdar, respektive den högsta uppmätta på en gård 23%) (Berge & Vertenten 2014). Samma studie konstaterade att en ko som hamnar i subklinisk ketos löper större risk att drabbas av klinisk ketos.

För att analysera hur stort ketos-problematiken är i en besättning argumenterar Oetzel (2004) för att det är fördelaktigt att analysera koncentrationen av ketoner hos de nykalvade korna och sedan beräkna procentandelen av besättningen som blivit diagnostiserade med ketos. Oetzel (2004) menar att det inte räcker att provta alla nykalvade kor och lägga ihop deras uppmätta BHB-värde till ett medelvärde för att få en överblick över besättningen. Detta på grund av att det är lättare att sätta en gräns för när besättningsåtgärder bör sättas in baserat på procentandelen, snarare än att sätta ett gränsvärde för medel-BHB-värdet för alla nykalvade kor. Oetzel (2004) menar att det i sådana fall är av större vikt att veta hur stor proportion av de testade korna som hade höga värden, för att utifrån det veta när en ”alarmgräns” är nådd. Hans förslag är att om besättningen visar över >10% prevalens av subklinisk- och/eller klinisk ketos bör en större åtgärd sättas in på besättningsnivå för att minska denna förekomst (Oetzel 2004).

2.3.2. Riskfaktorer

En riskfaktor för att en ko kan utveckla ketos är en stor mjölmängd (Andersson 1988; Rajala-Schultz et al. 1999; Herdt 2000). Detta kan kopplas till den naturligt ökande mjölkproduktionen som sker för kor i stigande laktationsnummer men även för kor som producerar mer som ett resultat av avel (Rajala-Schultz et al. 1999; McArt et al. 2013). Exempelvis såg McArt et al. (2013) i sin studie att kor i tredje laktationen eller högre har en ökad risk för att utveckla ketos än kor i laktation ett och två. De som löper lägst risk är kor som är i första laktationen (McArt et al. 2013). Rajala-Schultz et al. (1999) såg i sin studie att de kor som inte diagnosticerades med klinisk ketos hade en lägre mjölkproduktion, i genomsnitt 1,1 kg mindre producerad mjölk/dag för förstakalvare och 1,8 kg producerad mjölk/dag mindre för kor i laktationsnummer fyra och uppåt.

Minskat foderintag är en annan riskfaktor för ketos som är omtalad (Rukkwamsuk et al. 1999; McArt et al. 2013). Minskat foderintag leder till att kon bryter ner mer fett för att bibehålla homeostasen och således hamnar i ketos (Rukkwamsuk et al. 1999). Ett minskat foderintag kan exempelvis orsakas av andra sjukdomar så som klövproblem och kalvningsförlamning m.m. (Bareille et al. 2003). Något annat som kan minska aptiten, och således foderintaget, är för högt hull vid kalvning (Rukkwamsuk et al. 1999; Roche et al. 2009). Hull hos kor beskrivs ofta i termer av Body condition score (BCS). BCS på en mjölkko är en ungefärlig uppskattning hur stor proportionen fett på kroppen är. Det finns olika skalor att följa när BCS bestäms, oftast används en femgradig skala där 1 är väldigt lite fettreserver och 5 är mycket fettreserver (Rajala-Schultz et al. 1999). Enligt Roche et al. (2009) är det optimalt att en mjölkko är mellan BCS 3,0–3,25 vid kalvning. McArt et al. (2013), Roche et al. (2009), Agenäs et al. (2003) och Rukkwamsuk et al. (1999) poängterar att ett högre BCS är associerat med en förlängd period av NEB. Vilket kan leda till ketos (Rukkwamsuk et al. 1999; McArt et al. 2013).

Utfodringsystem kan också påverka förekomsten av ketos i en besättning. Berge & Vertenten (2014) jämförde prevalensen av ketos mellan besättningar som utfodrats med grovfoder och kraftfoder separat, TMR (total mixed ration) och PMR (partial mixed ration). Besättningarna som jämfördes var från olika länder (Tyskland, Frankrike, Italien och Nederländerna) och olika gårdar inom länderna. Det är inte angivet i vilket land respektive gård var belägen i. De tog inte hänsyn till de olika foderstaterna, jämförde prevalensen endast inom besättningar som hade något av de tre utfodringsstrategierna. Deras resultat visade att andelen kor som hamnade i ketos efter kalvning var lägst i besättningar med utfodringsstrategin att utfodra grovfoder och kraftfoder separat i jämförelse med gårdarna som utfodrade med TMR och PMR (Tabell 2).

Tabell 2. Sammanfattning av resultat från studie av prevalens hos kor som utfodrats med olika utfodringsstrategier av Berge & Vertenten (2014).

	Antal gårdar	Totalt antal kor	Kor med registrerad ketos	Andel kor med ketos (prevalens)
Grovfoder och kraftfoder separat	16	502	165	33%
TMR	42	1183	587	50%
PMR	73	3024	1094	36%

McArt et al. (2013) såg även att risken att kor utvecklar ketos varierar mellan gårdar, troligtvis beror på att skötseln och förutsättningarna skiljer sig mellan gårdar. I samma studie såg de även att en svår kalvning eller om kon föder en tjurkalv medför en större risk att utveckla ketos.

2.3.3. Konsekvenser

Konsekvenserna av att en ko hamnar i ketos är flera. Ett första exempel på en konsekvens är en minskad mjölkproduktion. Klinisk ketos hos mjölkkor har visats minska mjölkproduktionen redan fyra veckor innan en diagnos av klinisk ketos blivit ställd (Rajala-Schultz et al. 1999). Efter att en ko diagnostiserats med klinisk ketos och behandlats för detta, fortsatte hon ha en minskad mjölmängd i ca 2 veckor. Sammanlagt såg Rajala-Schultz et al. (1999) att kor som diagnostiserats med klinisk ketos i första och i fjärde laktationen tappade i genomsnitt 126 kg respektive 535 kg mjölk under hela laktationen.

Raboisson et al. (2014) gjorde en sammanställning av flera studier som undersökt konsekvenserna av subklinisk ketos. De upptäckte att kor i högre laktationsnummer tappar mer mjölk än de kor som är i första laktationen. Deras syfte var att beräkna den genomsnittliga mjölkförlusten för en ko oavsett laktationsnummer. För att korrigera det varierande mjölk tappet mellan kor i olika laktationer standardiserade de mjölkförlusten genom att vikta mjölkförlusten från kor i första laktationen respektive kor i högre laktationsnummer. De efterliknade fördelningen av laktationsnummer i en genomsnittlig besättning genom att lägga en tredjedels vikt på kor i laktationsnummer ett och två tredjedelars vikt på kor i högre laktationsnummer. Deras resultat visade då att en ko med subklinisk ketos tappar i genomsnitt 340 ± 48 kg mjölk under en laktation (305 dagar). I denna siffra är både direkta och indirekta parametrar som påverkar hur stor mjölk tappet blir inräknade, alltså innehåller denna siffra även mjölk tapp orsakat av följsjukdomar av

subklinisk ketos. Den korrigerades därför till 112 ± 89 kg där mjölk tappet som orsakas av löpmagsförskjutning, klinisk ketos, mastit, kvarbliven efterbörd, hälsa och förhöjt celltal togs hänsyn till och togs bort. Det togs även fram en siffra (251 ± 73 kg) där den minskade mjölkproduktionen endast tog hänsyn för mjölk tappet som orsakas av löpmagsförskjutning, klinisk ketos, livmoderinflammation och kvarbliven efterbörd (Raboisson et al. 2014).

Tillskillnad från resultaten som (Rajala-Schultz et al. 1999; Raboisson et al. 2014) såg i sina studier visade ett resultat i en studie av Bach et al. (2019) att kor som haft en BHB-koncentration högre än 1,2 mmol/L i blodet producerade mer mjölk än kor som inte kommit upp i samma koncentration. Resultatet visade att de kor som kommit över 1,2 mmol/L i BHB-koncentration producerade i genomsnitt 2,1 kg/dag till skillnad från de andra de första 15 veckorna.

Raboisson et al. (2014) såg att det var en förhöjd risk att kon utvecklade löpmagsförskjutning om hon diagnosticerades med subklinisk ketos. Den ökade risken påverkades av vilket gränsvärde för ketonkoncentrationen i blodet studien valt att använda sig av för att diagnostisera subklinisk ketos. De såg ett samband att stigande gränsvärde för ketos gav en högre risk för att kon senare utvecklade löpmagsförskjutning. Risken att kon drabbades av löpmagsförskjutning fördubblades när BHB-gränsen ökade från 1,4 mmol/L till 1,8 mmol/L. Samma studie såg även att risken för att en ko som diagnostiserats med subklinisk ketos har en ökad risk för att bli utslagen tidigare än planerat. Även McArt et al. (2013) såg att en ko som diagnostiserats med subklinisk ketos löpte större risk att bli utslagen. Även Suthar et al. (2013) såg en ökad risk för att kon skulle drabbas av löpmagsförskjutning om hon hamnade i ketos. Deras resultat visade att kor som uppmätte ett värde över 1,2 mmol/L i blodet hade fem gånger så hög risk att drabbas av löpmagsförskjutning som en frisk ko.

Suthar et al. (2013) beräknade även att risken för att en ko i subklinisk ketos (BHB-koncentration över 1,2 mmol/L i blodet) löper 9,5 gånger så hög risk att utveckla klinisk ketos och 1,5 gånger så hög risk att utveckla livmoderinflammation jämfört med en frisk ko. Detta stärks av resultatet från Raboisson et al. (2014), då även de såg en ökad risk för livmoderinflammation och kvarbliven efterbörd. Båda studierna såg även att det fanns en ökad risk för att kon skulle drabbas av mastit om hon hamnade i ketos (Suthar et al. 2013; Raboisson et al. 2014).

Rukkwamsuk et al. (1999) beskriver att metaboliska sjukdomar, så som ketos, kan leda till förlängt intervall till första insemination, minskad fertilitet och förlängt kalvningsintervall. Raboisson et al. (2014) beräknade att intervallet mellan kalvning och första insemination ökade med 8 dagar om kon var i subklinisk ketos.

Intervallerna mellan kalvning och dräktighet ökade med 16 till 22 dagar om kon var i subklinisk ketos (Raboisson et al. 2014).

2.3.4. Behandling

För att behandla ketos behöver glukoskoncentrationen i blodet höjas, glukoneogenesen stimuleras eller lipolys-fasen minskas (Herdt & Emery 1992). Exempel på preparat som kan åstadkomma dessa saker är propylenglykol, glycerol och glukokortikoider (t.ex. kortison) (Herdt & Emery 1992). Historiskt sett har propylenglykol använts som första valet vid en behandling för klinisk ketos (Maplesden 1954; Herdt & Emery 1992), men det har även använts för att höja mjölkproduktionen (Nielsen & Ingvarsen 2004). Den förväntade effekten av både propylenglykol och glycerol, som är föregångare till glukos, är att de ska öka mängden citronsyra i citronsyracykeln och på så sätt inhibera ketogenesen. Dessutom förväntas de höja insulinkoncentrationen som konsekvens av att de höjer glukoskoncentrationen (Herdt & Emery 1992). Glukokortikoider däremot verkar genom att omfördela glukosen och dess utnyttjande i kroppen, exempelvis minskar glukostillförseln till laktogenesen vilket bidrar till en minskad mjölkproduktion. Omfördelningen av glukos leder även till en minskad glukoneogenes vilket inhiberar citronsyracykeln, detta leder till att komponenterna inom citronsyracykeln hinner öka igen och på så sätt hämmas även ketogenesen (Herdt & Emery 1992).

Det finns flertalet nya studier som bekräftat att propylenglykol, och även glycerol, fungerar som en behandling av både subklinisk- och klinisk ketos (McArt et al. 2011; Lomander et al. 2012; Piantoni & Allen 2015). Det är undersökt både om det fungerar att ge propylenglykol och/eller glycerol i preventivt syfte, genom att blanda det i fodermixen under en period, men även om det fungerar att använda det som en behandling genom att ge det som en stöddos vid diagnostiserad ketos (McArt et al. 2011; Lomander et al. 2012; Piantoni & Allen 2015).

Lomander et al. (2012) studerade användandet av glycerol och propylenglykol i ett preventivt syfte. De konstaterade att det inte påverkar fertiliteten, varken positivt eller negativt, att utfodra kor med 450g glycerol eller 300g propylenglykol under de tre första veckorna efter kalvning. De såg ingen skillnad i tidsintervallet mellan kalvning till första insemination eller i intervallet mellan kalvning och dräktighet (Lomander et al. 2012). Resultatet visade alltså att propylenglykolens och glycerolens effekt inte utnyttjas maximalt när det blandas i fodret (Lomander et al. 2012).

Piantoni & Allen (2015) konstaterar att glycerol och propylenglykol höjer glukosnivåerna i blodet hos mjölkkor. I deras studie jämfördes även skillnaderna i effekt av glukosnivåhöjande mellan propylenglykol respektive glycerol. Detta för

att utvärdera om både propylenglykol och glycerol är lika potenta för att behandla ketos hos mjölkkor. De konstaterade att propylenglykol var mer potent att höja glukos- och insulin nivåerna i blodet (Piantoni & Allen 2015). De testade detta genom att administrera både propylenglykol och glycerol (var för sig och tillsammans) direkt i våmmen och direkt i löpmagen (via fistlar). Deras resultat visade att 300ml propylenglykol hade likvärdig effekt som 600ml glycerol i att öka glukosnivåerna i blodet om det administreras i våmmen (Piantoni & Allen 2015).

McArt et al. (2011) undersökte effekten av att använda propylenglykol som behandling av ketos. De fann att behandling i form av 300ml propylenglykol administrerat oralt till en ko som diagnostiserats med subklinisk ketos (BHB-värde i blodet mellan 1,2 – 2,9 mmol/L) gav positiv effekt. Kon som behandlades testades varje dag tills att BHB-värdet var <1,2 mmol/L (eller fram till 17 DIM). De såg att behandlingen minskade risken för att den subkliniska ketosen utvecklades till klinisk ketos (BHB-värde >2,9 mmol/L) samt ökade sannolikheten att hon tog sig ur den subkliniska ketosen i jämförelse med om ingen behandling sattes in. I samma studie såg man även att de kor som drabbats av subklinisk ketos som blev behandlade med propylenglykol mjölkade mer de 30 första dagarna av laktationen än de som var i subklinisk ketos och inte fick behandling (McArt et al. 2011). Med studien av McArt et al. (2011) tillsammans med resultatet från Lomander (2012) stödjer Lomander (2012) sin slutsats i sin doktorsavhandling att det är mer fördelaktigt att använda propylenglykol och/eller glycerol som behandling av diagnostiserad ketos än att blanda supplementen i fodret till alla kor i en besättning rutinmässigt. Slutsatsen dras med ett fokus på att främja reproduktionen och för att behandla ketos (Lomander 2012).

2.4. Ekonomisk påverkan

Kostnaderna för det förlängda kalvningsintervallet (med 16 – 22 dagar) som Raboisson et al. (2014) hittade i sin studie kan uppskattas med hjälp av Engelbrekts (2015) beräkningar. Enligt Engelbrekts (2015) kostar ett förlängt kalvningsintervall ungefär 13 kr per dag, beräknat per dag kalvningsintervallet ökar från 12 månader. I uträkningen har intäkter och kostnader som anses vara relaterade till ett förlängt kalvningsintervall; minskad mjölkintäkt, minskad slaktintäkt, minskad kalvintäkt, minskad rekryteringskostnad och minskad foderkostnad. Kostnader för exempelvis arbete och stallbyggnader är exkluderade från uträkningen. Förutsättningen att antalet insemineringar per född kalv är konstant är antaget. Utifrån Raboisson et al. (2014) och Engelbrekt (2015) blir den totala kostnaden för det förlängda kalvningsintervallet 208 kr – 286 kr per ko som drabbas av subklinisk ketos (Tabell 3).

Tabell 3. Kalkyl på det möjliga kostnadsintervallet för ökad längd på kalvningsintervall per fall av subklinisk ketos, baserat på Raboisson et al. (2014) och Engelbrekt (2015)

Åkomma	Kvantitet (dagar)*	Kostnad (kr/dag)'	Totalt (kr)
Förlängt kalvningsintervall	16 - 22	13 kr	208 – 286

*Raboisson et al. (2014)

'Engelbrekt (2015)

Kostnaderna för tappad mjölkproduktion varierar både utifrån vilken studie mjölk tappat tas ifrån och beroende på det fluktuerande mjölkpriset (Rajala-Schultz et al. 1999; Raboisson et al. 2014). Priset för ett kilo energikorrigerad mjölk (ECM) var 3,751 kr (å conto) för konventionell och 4,522 kr för ekologisk (å conto) för gårdar anslutna till Arla den 20:de oktober 2021 (ATL 2021) och det är detta som denna studie kommer utgå ifrån. Mjölkproduktionsförlusten orsakad av subklinisk ketos och klinisk ketos baseras på resultatet från Raboisson et al. (2014) respektive Rajala-Schultz et al. (1999). Kostnaderna presenteras i tabell 4, där kostnaderna är beräknade på ovannämnda mjölkpriser samt det lägsta registrerade mjölkpriset sedan 2011 (ATL 2021) och ett fiktivt högre pris. Fler priser presenteras för att synliggöra hur mycket förlusten kan förändras beroende på mjölkpriset.

Tabell 4. Kostnader för beräknade mjölkproduktionsförluster per laktation och ko orsakade av subklinisk- och klinisk ketos. *Beräknat på Arlas mjölkpris 2021-10-20 (ATL 2021)

	Subklinisk ketos	Klinisk ketos	
		Rajala-Schultz et al. (1999)	Rajala-Schultz et al. (1999)
Studie	Raboisson et al. (2014)	Rajala-Schultz et al. (1999)	Rajala-Schultz et al. (1999)
Laktationsnummer	≥1	1	≥4
Tappad mjölk(kg)	112 ± 89	126	535
Förlust (Lågt konventionellt mjölkpris – 2,3 kr)	257,6 ± 204,7 kr	289,8 kr	1230 kr
Förlust (Dagens konventionella mjölkpris) *	420 ± 333,9 kr	472,6 kr	2006,8 kr
Förlust (Högt konventionellt mjölkpris – 4,5 kr)	504 ± 400,5 kr	567 kr	2407,5 kr
Förlust (Lågt ekologiskt mjölkpris – 3,3)	369,6 ± 293,7 kr	415,8 kr	1765,5 kr
Förlust (Dagens ekologiska mjölkpris) *	506,5 ± 402,5kr	569,8 kr	2419,3 kr
Förlust (Högt ekologiskt mjölkpris – 5,5)	616 ± 489,5 kr	693 kr	2942,5 kr

Kostnaden för följsjukdomar som uppkommer på grund av klinisk- och subklinisk ketos varierar beroende på om kon blir drabbad och i så fall vilka följsjukdomar som uppkommer (Raboisson et al. 2014). Kostnader är både beroende av veterinärkostnaden men även hur mycket följsjukdomarna påverkar mjölkproduktionen (Raboisson et al. 2014; Engelbrekts 2015).

Steenefeld et al. (2020) gjorde beräkningar utifrån nederländska förhållanden vad både subklinisk ketos och klinisk ketos kostar för en lantbrukare. De tog hänsyn till minskad mjölkproduktion, behandling av en viss andel av de subkliniska ketoserna (då alla subkliniska inte upptäcks), kostnad för ökad risk av löpmagsförskjutning och mastit (behandling, tidigare utslagning, minskad mjölkproduktion). De tog även hänsyn till reproduktionsproblem (ökad förlust på grund av minskat antal kalvar till försäljning samt rekrytering, mindre kostnader för att ta hand om kalvarna samt ökad kostnad för fler inseminationer), utslagning (påverkad utslagningsstrategi, samt kostnad för ersättningskviga) och minskad foderåtgång till kor med ketos (på grund av minskad mjölkproduktion). De kom fram till att en gård med 130 kor och som har en prevalens på 1% för klinisk ketos och 11% prevalens (låg risk) för subklinisk ketos har en kostnad på €3613 (ca. 36 130 SEK) per år. Detta jämfördes med en ”hög-risk” gård med samma djurantal fast med dubbla prevalenser (2% klinisk ketos respektive 22% subklinisk ketos) som hade en kostnad kopplad till ketos på €7371 (ca. 73 710 SEK) (Steenefeld et al. 2020). Kostnaden fördelad per ko och år blev 278 kr respektive 567 kr för en gård med ”låg risk” för ketos och en med ”hög risk”.

Samma studie beräknade att en klinisk ketos kostar runt €709 (ca. 7090 SEK) per fall, där den största kostnaden är behandling av ketos (35%), följt av mjölkförlust (27%), kostnaden för reproduktionsproblem (19%), påverkad utslagningsstrategi (13%) och följsjukdomar (6%) (Steenefeld et al. 2020). En liknande beräkning genomfördes per subklinisk ketos, där kostnaden hamnade på €150 (ca. 1500 SEK) per fall. I kostnaden för subklinisk ketos står mjölkproduktionsminskningen för den största delen (62%), följt av behandlingskostnader (13%), reproduktionsproblem (12%), utslagning (7%) och följsjukdomar (6%). Beräkningarna för kostnaderna per fall gjordes genom att först beräkna kostnaderna för minskningen i mjölkproduktion och för veterinärmedicinsk behandling på ett år, som var kopplade till subklinisk- och klinisk ketos. Detta dividerades med antalet fall av klinisk ketos respektive subklinisk ketos. Sedan fördelades alla andra kostnader jämt till alla enstaka fall (lika mycket till kliniska- som subkliniska ketoser). Denna beräkning utgick från ”låg risk”-fallet (Steenefeld et al. 2020).

Det som påverkade den totala kostnaden mest var prevalensen för både klinisk- och subklinisk ketos i en besättning, jämfört med exempelvis den totala mjölkförlusten för hela besättningen (Steenefeld et al. 2020). Enligt Steenefeld et al. (2020) är det

därför, utifrån ett ekonomiskt perspektiv, en möjlighet för en ”hög-risk” gård att sänka sina kostnader genom att jobba preventivt mot ketos.

2.5. Ketosförebyggande management under sintiden

2.5.1. Sintidsutfodring

En viktig åtgärd för att minska risken för ketos efter kalvning är att anpassa utfodringen till det skiftande energibehovet under sintiden. En utmaning med utfodringen under sintiden är att kornas behov av energi successivt ökar mot slutet av sintiden, samtidigt som deras DMI verkar minskar under de 2-3 sista veckorna av sintiden (National Research Council 2001; Grummer et al. 2004). Från början är energibehovet relativt lågt (59 MJ NE/ko/dag). Detta ökar sedan på grund av att fostret är i slutskedet av tillväxten och behöver mer energi samt att juvertillväxten kräver mer energi. Kvigor och kor i första laktationen har även generellt högre energibehov under sinperioden då de fortfarande har en kroppslig tillväxt (National Research Council 2001). Det finns flera teorier om varför DMI minskar i slutet av sintiden. Grummer et al. (2004) undersökte detta i sin studie och sammanställde resultat från flera studier. Deras resultat visar att det kan vara påverkat av att fostret tar mer plats i bukhålan och troligtvis även på grund av hormonella förändringar innan kalvning, till exempel att en högre koncentration av östrogen skulle kunna vara en orsak. Grummer et al. (2004) konstaterar dock att det behövs mer forskning kring varför DMI minskar innan kalvning. De tar även upp att fettvävnadens utsöndring av leptin kan spela en roll i detta (Grummer et al. 2004), då leptin är ett hormon som inhiberar foderintaget (Sjaastad et al. 2016). I kontrast till detta såg Agenäs et al. (2003) inte någon skillnad i DMI mellan första fyra veckorna av sintiden och de fyra sista veckorna av sintiden. De såg endast några få individer som minskade sitt DMI i en grupp av sinkor som utfodrats med hög energigiva och större mängd torrsbstans (ts) (Grupp H i Tabell 6). De argumenterar dock också för att det minskade foderintaget kan bero på insulin eller leptin påverkan hos de enskilda individerna (Agenäs et al. 2003).

För att åstadkomma en så väl anpassad foderstat som möjligt utefter sinkornas förutsättningar och behov föreslår National Research Council (2001) att sinkornas foderstat ska delas upp i två delar, en *far-off*-foderstat och en *close-up*-foderstat. *Far-off*-foderstaten har en energimängd som är anpassad efter sinkornas låga energibehov i början av sintiden. Denna foderstat är tänkt att de ska äta fram till ungefär tre veckor innan kalvning, därefter byts foderstaten till en *close-up*-foderstat som är mer energität för att följa deras ökade energibehov samt deras minskade DMI (National Research Council 2001). Energiinnehållet i *far-off*-foderstaten bör vara ungefär 59 MJ NE/ko och dag medan energiinnehållet i *close-*

up-foderstaten bör vara cirka 92 MJ NE/ko och dag (Tabell 5) (National Research Council 2001).

De svenska rekommendationerna för energiinnehållet i fodret av Spörndly (2003) skiljer sig något från rekommendationerna framtagna av National Research Council (2001), se tabell 5. En av de största skillnaderna mellan rekommendationerna är att de är beräknade i OE respektive NE. Dessutom skiljer sig ökningen i energiinnehåll mellan *far-off*-foderstaten och *close-up*-foderstaten. Där National Research Council (2001) ökar från ett energiinnehåll från 58 MJ NE till 92 MJ NE, alltså en ökning med 34 MJ NE, medan Spörndly (2003) ökar från 84 MJ OE till 96 MJ OE, alltså endast en ökning med 12 MJ OE.

Tabell 5. Rekommenderat energiinnehåll i en *far-off* och en *close-up* foderstat för en ko med en vikt mellan 680-700kg enligt National Research Council (2001) och Spörndly (2003)

	Far-off/dräktighetsmånad 8 (per ko och dag)	Close-up/dräktighetsmånad 9 (per ko och dag)
National Research Council (2001)	58 MJ NE	92 MJ NE
Spörndly (2003)	84 MJ OE	96 MJ OE

National Research Council (2001) har även rekommendationer för energitätheten i foderstaten under sintiden. Återigen vill de kompensera för att DMI minskar i slutet av sintiden, därför ökar rekommendationen för energitätheten från *far-off*-foderstaten som bör ha en energitäthet runt 5,23 MJ NE/kg ts till 6,78 MJ NE/kg ts i *close-up*-foderstaten (National Research Council 2001). Enligt National Research Council (2001) är energitätheten i *close-up*-foderstaten dock något lågt om DMI minskar, vilket det har bevisats göra i tidigare studier, trots det kvarstår ändå rekommendationen. National Research Council (2001) argumenterar för att deras rekommendation för energitätheten i *close-up*-foderstaten inte höjs mer för att de vill möjliggöra att kvigor ska kunna följa samma rekommendation. Kvigor har egentligen ett behov av ett ännu energitätare foder, men eftersom National Research Council (2001) anser att det är viktigt att kvigor inte blir tilldelade en foderstat med för hög andel spannmål och koncentrat höjer de inte rekommendationen för energitätheten mer. Detta för att en för hög rekommendation av energitäthet kan riskera att minska intaget av grovfoder och således idisslingen för kvigor, vilket kan leda till komplikationer med för lågt våm-pH (National Research Council 2001). National Research Council (2001) argumenterar även för att inte sänka rekommendationen av energitätheten, som i stället är något hög för sinkor, för att sinkorna istället gynnas om spannmål och koncentrat adderas i deras foderstat då deras våm behöver vänjas vid det tillägget inför den kommande foderstaten efter kalvning. Detta för att deras våmpapiller ska hinna anpassa sig och växa till för att kunna ta hand om ökad andel lättsmälta kolhydrater. Något som National Research

Council (2001) också poängterar är att genom att blanda i mer stärkelse i foderstaten kan produktionen av propionat öka i våmmen, vilket är fördelaktigt då propionat omvandlas till glukos som i sin tur stimulerar insulinsekretion som i sin tur leder till en inhiberad fettnedbrytning.

Guo et al. (2007) utförde ett försök för att testa om rekommendationen att dela upp sinkofoderstaten verkar vara fördelaktigt. I försöket fick två grupper av sinkor olika foderstater runt kalvning, två veckor innan kalvning och tre veckor efter kalvning. Både kontrollgruppen och behandlingsgruppen utfodrades alltid *ad libitum*. Under de första veckorna av sintiden utfodrades de med samma foderstat som innehöll 6,44 MJ NE/kg ts. Kontrollgruppen fortsatte på denna foderstat under hela sintiden. Efter kalvning byttes foderstaten till en med högre energitäthet (7,4 MJ NE/kg ts) för att matcha energibehovet för topplaktationen. Behandlingsgruppen, som skulle få en övergångsfoderstat mellan sin och kalvning, bytte foderstat två veckor innan beräknat kalvningsdatum till en med högre energigiva (7,15 MJ NE/kg ts). Behandlingsgruppen blev utfodrade med samma foderstat tre veckor efter kalvning. Behandlingsgruppen utfodrades alltså med en högre energigiva innan kalvning och en lägre energigiva efter kalvning än kontrollgruppen. Studiens resultat visade att både koncentrationen av NEFA och glycerol efter kalvning var högre hos behandlingsgruppen än kontrollgruppen, vilket tyder på att de mobiliserade mer fett. Troligen var detta kopplat till att behandlingsgruppen fick en lägre energigiva efter kalvning. De såg även att koncentrationen av ketoner (BHB, acetoacetat och aceton) var högre efter kalvning hos behandlingsgruppen. Författarnas slutsats var att en för låg energigiva efterkalvning tar bort de eventuella positiva effekterna av en ökad energigiva i slutet av sinperioden innan kalvning (Guo et al. 2007).

National Research Council (2001) nämner även att två till tre månader efter kalvning kan det vara fördelaktigt att utfodra med en foderstat som innehåller mer stärkelse, återigen för att främja glukosupptaget och på så sätt öka insulinutsöndringen vilken inhiberar lipolys-fasen som den nykalvade kon är i. Det som fortfarande är viktigt är att foderstaten innehåller tillräckligt mycket NDF (neutral detergent fiber) för att inte stärkelsen ska sänka våmmens pH för mycket. NDF behövs för att stimulera idisslingen som har buffrande egenskaper och således ser till att våm-pH inte sjunker för mycket (National Research Council 2001).

Det är även viktigt att alltid utfodra foder av god kvalitet. BHB-koncentrationen i blodet kan påverkas om ett ensilage innehållande butyrat utfodras, då butyrat till största del omvandlas till BHB via våmmens epitel (Andersson 1988; Sjaastad et al. 2016). Butyrat i ensilage kan exempelvis bildas om clostridiebakterier tillväxer vid ensileringsprocessen (Elferink et al. 2000).

2.5.2. Hull

Som tidigare nämnt är BCS av stor vikt för att undvika ketos (Roche et al. 2009). Enligt National Research Council (2001) bör kor som är i ett $BCS \geq 4$ inte utfodras med för lite energi under sintiden och precis efter kalvning för att förhindra fettmobilisering och således ökad koncentration av cirkulerande NEFA redan innan kalvning. De ska alltså inte utfodras med en restriktiv foderstat för att få dem att minska i BCS, utan de ska utfodras enligt de vanliga rekommendationerna. Ett för lågt hull ($BCS < 3$) är inte heller önskvärt. Detta för att alla kor, oavsett BCS, kommer bryta ner fett efter kalvning för att stötta mjölkproduktionen. Enligt National Research Council (2001) kan sinkor i lågt BCS utfodras med mer energi för att de ska komma upp i önskvärt hull.

Agenäs et al. (2003) studerade hur DMI efter kalvning påverkas av utfodringen under sintiden. Tre grupper av sinkor skapades med åtta kor i varje, alla tre grupper fick samma fullfodermix men i olika mängd. De tre grupperna var grupp L med lågt foder-och energigiva, grupp M med medelhög foder-och energigiva och grupp H med hög foder-och energigiva, se tabell 6 för energi- och ts-mängd. Initialt skiljde det i BCS mellan grupperna. Respektive grupp hade i genomsnitt BCS runt 3,50, 3,65 respektive 3,70, på en skala mellan 1 – 5 (Tabell 6). Resultaten visade att grupp L hade minskat cirka en enhet i BCS vid kalvning, medan grupp M låg stabilt och grupp H hade ökat ungefär en halv enhet vid kalvning. Alla grupper ökade i vikt under sinperioden, vilket troligen berodde på fostertillväxt, men de såg även att grupp H ökade mer i vikt än grupp L och M. Efter kalvning minskade både grupp M och H i vikt medan grupp L ökade igen. Detta berodde troligen på att de även såg en ökad DMI efter kalvning hos korna i grupp L jämfört med grupp M och L (dock ej signifikant). Dessutom beräknade de energibalansen utifrån en jämförelse mellan det uppmätta foderintaget och dess energiinnehåll och de svenska energi-rekommendationerna för underhåll- samt mjölkproduktion för respektive grupp av kor varje vecka i 12 veckor efter kalvning. Detta visade att grupp L tog sig ur den NEB, som alla korna hamnade i naturligt efter kalvning, snabbare än de andra två grupperna. Agenäs et al. (2003) drog slutsatsen en ökad fettinlagring orsakad av ett högt DMI under sintiden ger ett förlängt förlopp av NEB efter kalvning, vilket i sin tur kan påverka reproduktionen negativt efter kalvning.

Tabell 6. Summering av foderstater som ingick i ett försök av Agenäs et al. (2003) samt en del av resultaten av försöket.

	Grupp L	Grupp M	Grupp H
Ts-giva/dag	6 kg ts	9 kg ts	14,5 kg ts
Energigiva/dag	71 MJ OE	106 MJ OE	177 MJ OE
Initial BCS	3,50	3,65	3,70
BCS efter kalvning	2,66 (Minskat 1 enhet)	3,65 (Stabilt)	4,24 (Ökat 0,5 enhet)
Vikt under sinperiod	Ökade	Ökade	Ökade
Vikt från kalvning → 12 v	Ökade	Minskade	Minskade
DMI efter kalvning	Ökade mest och snabbast	Ökade, men långsammare upptrappning	Ökade lite, men långsamt

3. KetosKoll

För att upptäcka subklinisk ketos finns det en del metoder för att undersöka koncentrationen av ketoner i blod och mjölk. I Agricams KetosKoll-koncept ingår en BHB-mätare (BHBCheck PLUS PortaCheck, Mooretown, NJ, USA), blod-provtagningsstickor (BHBcheck, Blod ketone check), mjölk-provtagningsstickor (the PortaBHB milk KETONE check, PortaCheck), och en mobil- och datorapplikation som den insamlade datan från mätaren visas och sparas i. Det ingår även utbildning av Agricams strategiveterinär och utbildningsansvarig, inom ämnet näringsbalans med inriktning på subklinisk- och klinisk ketos. Lantbrukaren lägger tillsammans med Agricams personal upp en strategi för att provta för ketos, med fokus på att provta korna under de två första veckorna efter kalvning.

Tabell 7. Gränsvärden för de mjölkstickorna med PortaBHB milk ketone test (PortaCheck)

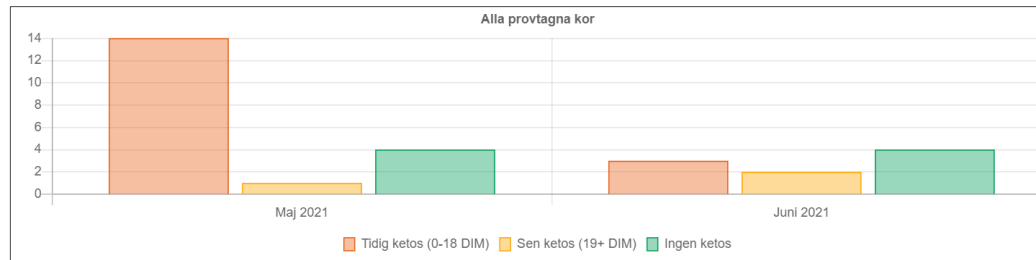
Mätmetod	Ingen ketos (negativ)	Möjlig ketos (osäkert)	Påvisad ketos (positiv)
Mjölkstickor	<100 µmol/L	100–199 µmol/L	>200 µmol/L

Tabell 8. Gränsvärden för blodstickorna med BHBCheck Plus (PortaCheck)

Mätmetod	Ingen ketos	Ketos
Blodstickor	<1,2 mmol/L	>1,2 mmol/L

I applikationen är ketoserna uppdelade i tidig ketos (ketos diagnostiserad mellan 0–18 DIM och i sen ketos (ketos diagnostiserad i >18 DIM). Vid användning av mjölk-provtagningsstickorna är gränsen för subklinisk ketos enligt tillverkaren (PortaCheck) 200 µmol/L, mellan 100–199 µmol/L är det ett osäkert värde (Tabell 7). Mäts BHB-värdet i blodet med blod-provtagningsstickorna så indikeras ketos genom att ett värde över 1,2 mmol/L uppmäts (Tabell 8). Resultatet från mätningarna skrivs in manuellt av den som utfört mätningen. Dessa sparas och presenteras resultatet i en lista i applikationen. Historik sparas i applikationen över vilka kor som är provtagna, vid vilken DIM de var i vid provtagningsstillfället samt

vilket värde de uppmätte. Alla inlagda värden sparas och visas även i grafer, ett exempel på graf ses i figur 4.



Figur 4. Exempel på en graf i KetosKoll-applikationen (2021 -06-21) som visar hur många kor som provtagits på en simulerad gård och hur många av dem som hade värden som indikerade tidig-, sen- eller ingen ketos.

När resultatet är registrerat i applikationen visas åtgärdsförslag för att häva ketosen. Efter en behandlingsperiod på tre dagar provtogs kon igen för att säkerställa att behandlingen gett effekt. Är kon fortfarande i ketos inleds ännu en behandlingsperiod. I dagsläget är åtgärdsförslagen att ge kalcium- och energitillskott vid påvisad ketos. Dessutom arrangeras möten för att gå igenom gårdens data tillsammans med Agricams personal, lantbrukaren och eventuellt andra parter som kan vara intresserade av datan för just den gården (exempelvis gårdens foderrådgivare eller besättningsveterinär) för att tillsammans komma fram till besättningsåtgärder för att minska prevalensen av ketos.

4. Enkätundersökning

4.1. Enkätens utformning

En enkät utformades för att få en inblick i hur lantbrukare som köpt KetosKoll-konceptet av Agricom AB arbetar kring ketos, samt hur de använder statistiken som finns presenterad i applikationen. Frågorna i enkäten (bilaga 1) syftade till att undersöka användandet av både provtagningen av mjölk/blod och de grafer som visas i applikationen, samt lantbrukarens egen inställning till åtgärder för att minska förekomsten av subklinisk- och klinisk ketos. Det kunde också väljas om de tillät mig att koppla deras svar på enkäten till deras insamlade gårdsdata i KetosKoll-applikationen.

Enkäten gjordes i Google Forms och den bestod av både flervalfrågor och några öppna frågor. Innan enkäten skickades ut godkändes den av två anställda på Agricom, en data scientist och en systemutvecklare. Den testades inte på någon lantbrukare innan den skickades ut till alla potentiella deltagare.

4.2. Datainsamling

Enkäten skickades ut till de lantbrukare som uppnådde kriteriet att ha en mejladress registrerad och kopplad till en gård som köpt KetosKoll-konceptet. Alltså, både medarbetare och ägare på samma gård kan svara på enkäten i ett enskilt svar.

Enkäten skickades ut via mejl och nyhetsbrev. Enkäten öppnades den 15 juni 2021, samma dag gjordes det första utskicket till en person på varje gård med ett registrerat köp av KetosKoll, sammanlagt 36 lantbrukare på olika gårdar. Den 17 juni 2021 skickades ett nytt mejl med en länk ut till de som inte svarat, då det framgick att en del haft problem att öppna och svara på enkäten. Den 27 juli 2021 gick ett nyhetsbrev ut till KetosKoll-användarna (via Agricoms marknadsföringsansvarig) med en påminnelse om att fylla i enkäten. Denna gång skickades nyhetsbrevet till alla mejladresser (99st) som var registrerade och kopplade till en gård som köpt KetosKoll, det vill säga alla som hade sin mailadress registrerad i

Agricams system och var anställda på en gård som köpt KetosKoll. Sista svarsdag var 16 augusti 2021.

5. Resultat

Svarsfrekvensen på enkätundersökningen var relativt låg. Totalt registrerades sju svar från de lantbrukare som enkäten skickades ut till (7/99), alla var lantbrukare från olika gårdar (7/36). Alla svar på enkäten registrerades under juni 2021, därför är datan i tabell 9 från KetosKoll redovisad från att de börjat registrera data fram till sista juli. Fem av sju lantbrukare svarade ja på frågan om det var okej att deras enkätsvar kopplades till deras data registrerade på deras KetosKoll-konto, medan två ville vara helt anonyma och att deras data i KetosKoll inte skulle ingå i denna studie. Lantbrukarna och gårdsnamnen förblir anonyma. Gårdarna är namngivna som Gård 1, Gård 2, Gård 3 etc. då varje lantbrukare som svarade på enkäten representerade en enskild gård. Datån från KetosKoll som analyserades är från Gård 2 – Gård 6, medan Gård 1 och Gård 7 var de gårdar som inte ville att deras data från KetosKoll skulle vara med i studien. Därför är inte deras KetosKoll-data presenterad.

5.1. KetosKoll-data

Startdatum för provtagning och registrering i KetosKoll skiljer sig aningen mellan gårdarna, men de flesta började registrera prover runt årsskiftet mellan 2020 och 2021. Det senaste registrerade provet från varje gård är alla i slutet av januari 2022 förutom för en gård som har det senaste registrerade provet i november 2021. Gård 2 var den första att registrera prover i KetosKoll och Gård 4 var den som började registrera prover senast (Tabell 9). De flesta gårdarna verkar använda samma provtagningsstrategi om man ser till andelen mjölk- och blodanalyser de genomför nu i februari 2022 som de gjorde under juli 2021, förutom Gård 2 som från början tog prover övervägande del mjölk och nu verkar ha övergått till att övervägande del av provtagningen sker av blod. Två gårdar (Gård 3 och 5) verkar endast provta blod medan två andra gårdar verkar främst provta mjölk (Gård 4 och 6). Frekvensen av ketos fluktuerar mellan olika DIM, med toppar i början av laktationen och efter ungefär två veckor efter kalvning (Figur 5).

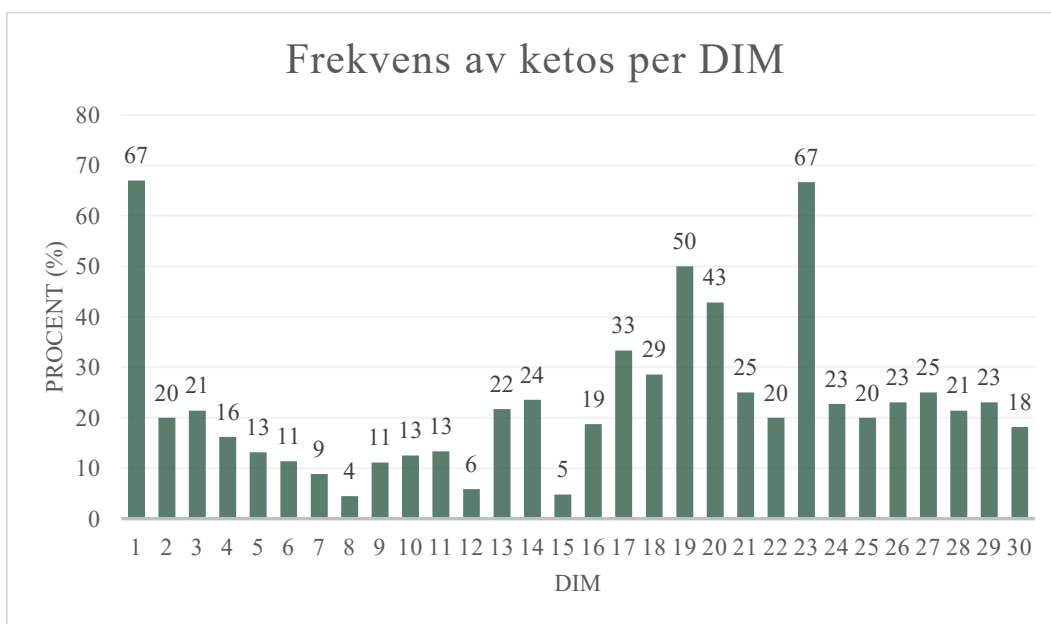
I genomsnitt mellan gårdarna registreras flest fall av ketos i 7 DIM (Tabell 9), dock är det inte 7 DIM som har den högsta frekvensen av registrerad ketos (Figur 5).

Flest provtagningar sker inom den första veckan efter kalvning. På alla gårdar är tidig ketos vanligare än sen ketos, där den lägsta förekomsten är 5,5% och högsta är 39,5 % av alla registrerade prover på respektive gård (där även prover som inte påvisar ketos räknats in i andelen) (tabell 9). Andelen sena ketoser sträcker sig från 2,1 % av alla prov registrerade på gården till 25,2%. I genomsnitt är förekomsten av ketos (både subklinisk- och klinisk ketos inräknad) på 20,9% för de fem gårdarna men förekomsten varierar mellan 13,9% och 60,2%. I medeltal provtar alla gårdar runt 27 kor i månaden. Alla gårdar provtar fler andrakalvare och äldre än förstakalvare.

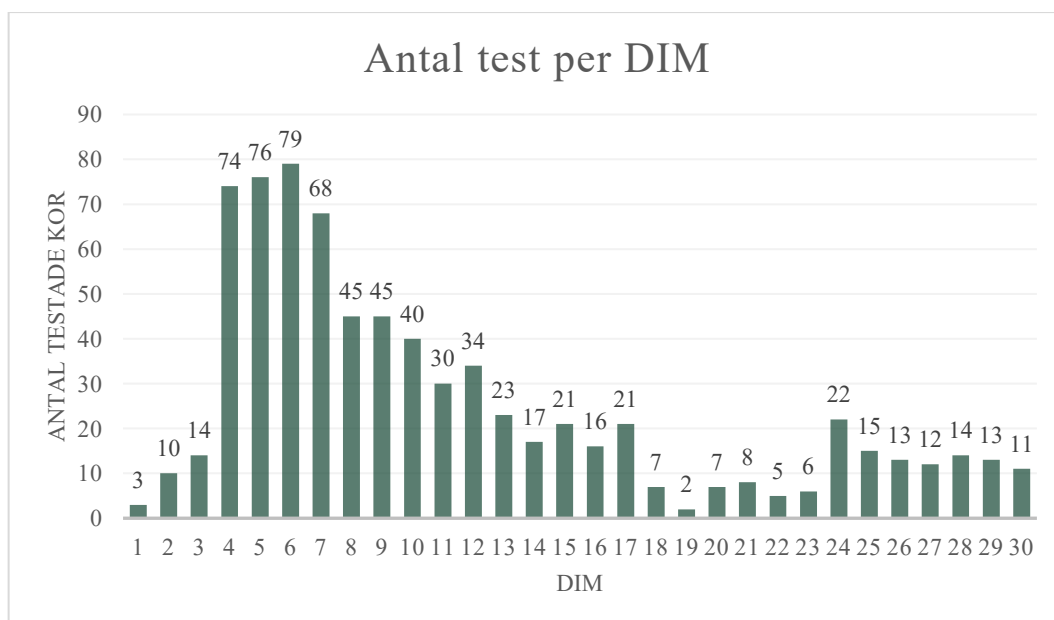
Provtagningsstrategin på gårdarna verkar främst vara att provta innan korna är i 18 DIM, då de generellt provtar 78,2% av alla sina prover inom denna tidsperiod. Generellt har gårdarna högst förekomst av ketos mellan april och maj (tabell 9).

Tabell 9. Sammanfattning av varje enskild gårds KetosKoll-data. "Genomsnitt av de fem deltagande gårdarna, *(2020-02-07), 2 uppmätta ketoser vid varje DIM som presenteras i tabellen

	Gård 2	Gård 3	Gård 4	Gård 5	Gård 6	Generellt*
Första prov registrerat	2020-05-25	2020-12-18	2021-03-19	2020-12-15	2021-01-07	-
Senaste prov registrerat*	2022-01-20	2022-01-17	2022-01-07	2022-01-07	2021-11-22	-
Data från första prov fram till februari 2022						
Provtagning med mjölk	23,5%	1,3%	93,2%	0%	92,9%	28,9%
Provtagning med blod	76,5%	98,7%	6,8%	100%	7,1%	71,1%
Data från första prov fram till juli 2021						
Provtagning med mjölk	57,1%	2,1%	92,7%	0%	90,2%	28,8%
Provtagning med blod	42,9%	97,9%	7,3%	100%	9,8%	71,2%
Mest förekommande dag att ta första BHB-provet	DIM 7	DIM 6	DIM 3	DIM 4	DIM 6	DIM 6
Högst förekomst av ketos	DIM 7	DIM 17	(går ej att urskilja)	DIM 7	DIM 4, 7,8 & 10'	DIM 7
Högst förekomst av ketos, månad	April - Juli	Mars - Maj	Sept	Jan	Juli	April - Maj
Medeltal, antal provtagna kor per månad	14	30	5	10	17	15
Medeltal, antal provtagna kor per månad - första kalvare	2	8	-	1	1	2
Medeltal, antal provtagna kor per månad - ≥ 2 kalvare	12	22	5	9	16	13
Andel ketos vid första provtagningstillfället	26,8%	14%	24,7%	60,2%	13,9%	20,9%
Andel tidig ketos av alla provtagna	17,1%	7,4%	13,3%	39,5%	5,5%	11,8%
Andel sen ketos av alla provtagna	3,5%	4,9%	3,3%	25,2%	2,1%	6,1%
Andel av första prov som sker innan 18 DIM (tidig ketos)	87,3 %	73,1%	75,9%	63,9%	91,9%	78,2%



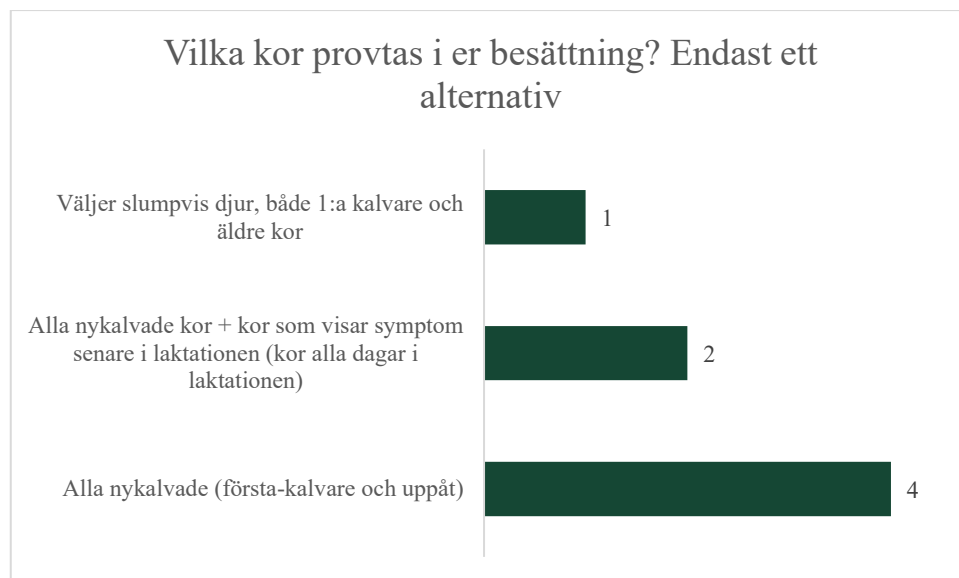
Figur 5. Frekvensen av ketos för varje DIM (days in milk), beräknad genom att dividera antalet registrerade fall av ketos med antalet testade kor. I beräkningen ingår endast utfall från "första provtagningstillfället". Alltså är en ko endast representerad en gång, inga efterföljande prov är inkluderade. Den registrerade datan är från de fem deltagande gårdarna. Både blod- och mjölkprov är registrerade.



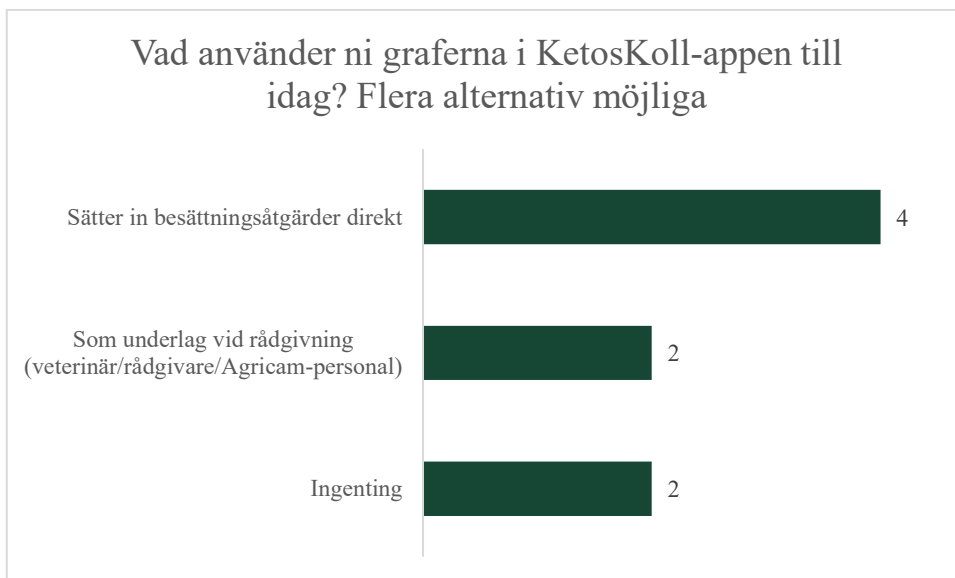
Figur 6. Samlad data över vilken DIM "första provtagningstillfället" är registrerat från de fem gårdarna, taget från KetosKoll. Både blod- och mjölkprov är registrerade.

5.2. Enkät svar

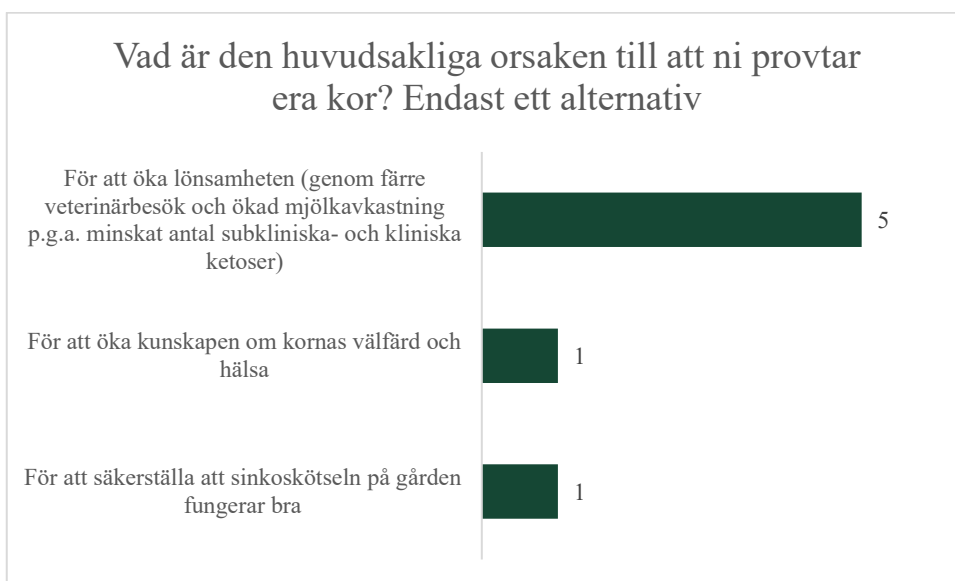
I tabell 10 i bilaga 1 presenteras hur varje enskild gård svarade på enkäten. Generellt visade svaren att de flesta gårdarna som deltog i studien använt sig av KetosKoll mellan 0,5 – 1 år. Tre gårdar hade mellan 201–300 mjölkande kor, en hade över 301 och resterande hade under 201. Alla förutom en gård provtar alla nykalvade kor, två gårdar provtar även kor som visar symptom senare i laktationen och en gård provtar endast slumpvisa kor (Figur 7). Fem av sju gårdar uppger att de provtar mellan 76 – 100% av sin besättning, medan de andra två uppger att de provtar mellan 0 – 25%. Det råder delade meningar om graferna som presenteras i KetosKoll, hälften anser att graferna motiverat dem till att provta, medan hälften anser att de inte blivit motiverade av graferna att provta. Fyra av de fem gårdar som accepterade att deras KetosKoll-data ingick i denna studie uppger att de sätter in besättningsåtgärder direkt och två uppger att de använder det som underlag vid rådgivning. De två som tackat nej till att deras KetosKoll-data ska presenteras i studien uppger att de inte använder graferna till något idag (Figur 8). Samma två gårdar skiljer sig från de andra fem i svaren på vad deras huvudsakliga orsak till att de provtar sina kor för ketos, då de svarade att det var för att öka kunskapen om kornas välfärd och hälsa respektive för att säkerställa att sinkoskötseln på gården fungerar bra medan de andra fem svarade att det var för att öka lönsamheten (Figur 9).



Figur 7. Diagram över hur respektive gårds provtagningsstrategi såg ut. Endast ett alternativ var möjligt att välja.



Figur 8. Diagram över hur gårdarna som deltog i enkäten använder graferna i KetosKoll-appen. Fler alternativ var möjliga att kryssa i

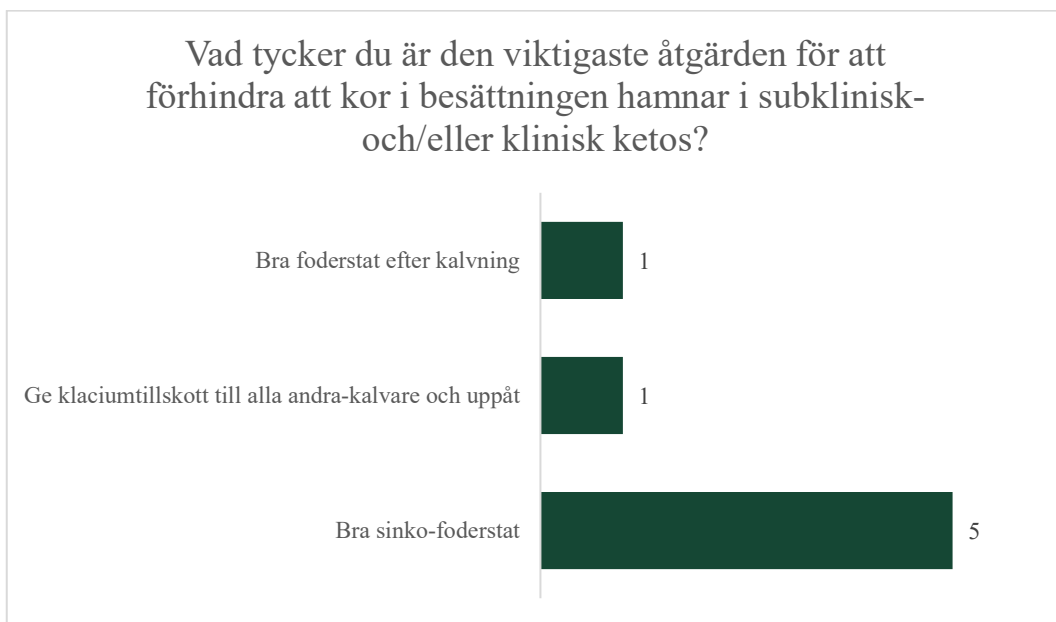


Figur 9. Diagram över hur de sju deltagande gårdarna svarat på frågan vad deras huvudsakliga orsak är till att de provtar sina kor för ketos. Endast ett alternativ var möjligt att välja.

På frågan om gården hade någon åtgärdsplan på besättningsnivå om flera ketos uppmäts svarade tre av sju att de inte hade det, utan endast behandlade enskilda drabbade kor. De andra svarade att de hade en plan vilken var att de utvärderade sinko-foderstaten/gjorde en foderanalys. En av gårdarna påpekade att det är extra utmanande att få till en bra foderstat när korna går ute på bete. Svaren på frågan när varje gård anser att det behövs sättas in en åtgärd på besättningsnivå varierade. En ansåg att det behövdes vid varje problem, en gård nämnde att det behövs om cirka 30% av nykalvade hamnar i ketos och en tredje nämnde att det behövs när allt för

många har energibrist. Andra påpekar att det behövs en besättningsåtgärd när man har kontinuerliga problem eller när antalet kor i ketos är upp mot 2–3 kor i veckan. En gård tog även upp åkommor kopplade till ketos som varningstecken, till exempel om man har problem med kvarbliven efterbörd eller kalvningsförflamning.

Fem av sju gårdar svarade att de tycker att den viktigaste åtgärden för att förhindra att korna hamnar i subklinisk eller klinisk ketos är att ha en bra sinko-foderstat. De andra två svarade att ge kalciumtillskott till alla andra-kalvare och uppåt respektive att ha en bra foderstat efter kalvning (Figur 10).



Figur 10. Diagram över vad gårdarna som deltog i enkäten ansåg var den viktigaste åtgärden för att förhindra att kor i deras besättningar skulle hamna i subklinisk- och/eller klinisk ketos. Endast ett alternativ var möjligt

5.3. Koppling KetosKoll-data med enkätsvar

5.3.1. Gård 2

Gård 2 svarade att de använder sin KetosKoll-data och grafer till rådgivning. Gården poängterar att de vill ha fortsatt stöttning av Agricom för att fortsätta provta sina kor för ketos. Ser man till deras provtagningsstrategi som går att utläsa i tabell 9 har de börjat provta mer med blod efter juli 2021, gissningsvis beror detta på rådgivning från Agricom. Enligt deras KetosKoll-data provtar de i genomsnitt 14 kor i månaden. Gården har 26,8% ketos vid första provtagningen av alla kor. De svarade att de inte hade någon besättningsstrategi för att förhindra ketos. Dock svarade de att om cirka 30% av alla nykalvade kor är i ketos bör en besättningsåtgärd sättas in.

5.3.2. Gård 3

Gård 3 är den gård med flest årskor bland gårdarna och är även en av de gårdarna med lägst prevalens av ketos vid första provtagningstillfället. Enligt deras KetosKoll-data provtar de 30 kor per månad. De har svarat att de provtar alla nykalvade kor så denna siffra bör därför vara tillförlitlig. De verkar vara intresserade av ämnet då de svarat utförligt på enkäten, samt i sina svar delgivit mycket information angående deras strategier. De har besättningsåtgärder för att minska förekomsten av ketos. Deras mest kritiska period för ketos verkar enligt deras KetosKoll-data vara runt 17 DIM.

5.3.3. Gård 4

Gård 4 är en av de mindre gårdarna som deltog i enkäten. De svarade att de provtar alla nykalvade kor samt kor senare i laktationen om de visar symptom på ketos men de svarade också att endast 0-25% av deras nykalvade kor provtogs varje månad, vilket går emot varandra. Deras KetosKoll-data visar att de provtar 5 kor i månaden i genomsnitt. Datan visar att de än så länge endast provtagit kor som kalvat mer än en gång. Enligt deras data provtar de flest kor i 3 DIM, vilket också tyder på att de provtar flest kor direkt efter kalvning. Det här pekar på att de provtar större andel än de anger i enkäten. Vilken DIM som verkar vara mest kritisk för att kon ska hamna i ketos för den här gården gick ej att urskilja då det var lika många drabbade vid flera DIM, dock var det inom den första veckan efter kalvning (ej presenterade data). De har inga besättningsåtgärder för att förhindra ketos och de anser att det behövs sättas in en plan på besättningsnivå om gården får mer kontinuerliga problem.

5.3.4. Gård 5

Gård 5 var den andra av de mindre gårdarna som svarade på enkäten. De provtog alla nykalvade samt kor senare i laktationen om de visade symptom. Enligt KetosKoll-datan provtar de i genomsnitt 10 kor i månaden vilket tyder på att fler kor än endast nykalvade provtas. Den här gården har högst prevalens av ketos av de som deltog i enkäten. De har även högst andel kor som drabbas av sen ketos. Gården har högst andel av provtagningar efter 18 DIM av alla fem gårdarna. Gården sätter in både enskilda- och besättningsåtgärder för kor i ketos. I svaren på enkäten påpekar gården problematik och svårigheter med utfodringen när korna går på bete, eventuellt kan detta vara en bakomliggande orsak till ketosproblematiken.

5.3.5. Gård 6

Gård 6 provtar inte alla nykalvade kor, de provtar slumpvis första kalvare och kor senare i laktationen. Enligt deras KetosKoll-data provtar de i genomsnitt 17 kor i månaden och det är den gård som provtar flest kor innan de går över 18 DIM. Har de 200 årskor skulle detta kunna tyda på att de egentligen provtar nästan alla nykalvade, men har de närmare 300 årskor kan det tyda på att de inte provtar alla nykalvade. Det gick inte att urskilja en specifik dag som var mest kritisk för att korna skulle vara i ketos på denna gård, troligen beror det på att de inte testat alla nykalvade kor kontinuerligt. De har svarat att de inte har någon besättningsåtgärd för att förhindra ketos.

6. Diskussion

Syftet med arbetet var att ta fram underlag för att framställa åtgärdsförslag för att minska prevalensen av ketos på besättningsnivå, samt sammanställa kostnader kopplade till subklinisk- och klinisk ketos. Syftet var även att få en inblick i hur inställningen till subklinisk- och klinisk ketos ser ut hos Agricams KetosKoll-användare ser ut och även hur de provtar sina besättningar för ketos. De första delarna av syftet behandlades i litteraturgenomgången, där generell information om ketos sammanställdes, följt av hur ketos kan testas på gård, vilka gränsvärden som kan användas vid diagnostisering, hur prevalensen ser ut i Europa, vad som kan orsaka ketos, vad det finns för direkta behandlingsstrategier, forskning kring konsekvenser av ketos och dess kostnader samt en del förebyggande management runt sintiden för att förhindra att en ko utvecklar ketos efter kalvning.

De slutliga delarna av syftet behandlades genom att skicka ut en enkätundersökning ut till alla Agricams KetosKoll-användare. Eftersom svarsfrekvensen på enkätundersökningen endast var 19,4 % kan inte några generella slutsatser dras om vad Agricams KetosKoll-användare har för inställning till subklinisk- och klinisk ketos. Resultatet från enkätundersökningen indikerar dock hur lantbrukarna tänker kring ämnet. Anledningen till den låga svarsfrekvensen kan bero på att enkäten skickades ut under sommarmånaderna vilket kan vara en hektisk period för många lantbrukare med tanke på vallskörd, semestrar m.m. Motivationen till att svara på enkäten kan också varit bristande, om de ej såg en egen vinning i att svara. Något som bör tas i beaktning när slutsatser dras från enkätstudien är att de gårdar som svarat kan vara mer engagerade i arbetet mot ketos än gårdar som inte svarade, för att de tycker att ämnet är intressant. Dessutom kan de gårdar som svarade på enkäten överrepresentera medvetenhet angående ketos då de är KetosKoll-användare och därmed utbildade av Agricam om ketos. Detta skulle även kunna påverka förekomsten av ketos på gårdarna, då det finns en chans att engagerade gårdar jobbar aktivt preventivt mot ketos. Enligt svaren på enkäten verkar det dock som att gårdarnas syn på KetosKoll varierar, då en del inte använder statistiken i applikationen alls, medan andra använder det vid rådgivning.

6.1.1. Tolkning av enkätsvar Gårdsdata

De flesta frågorna på enkäten verkar ha tolkats på det sätt som var tänkt. Det var endast två svar från olika gårdar på två olika frågor som eventuellt tyder på att de har tolkats annorlunda. Svaret på fråga 4, ”Hur stor andel av era nykalvade mjölkkor testas i månaden, ungefär?”, var tänkt att spegla hur stor andel av de kor som kalvar varje månad som testas för ketos. På den frågan svarade Gård 4 att de endast provtog mellan 0–25% av alla sina nykalvade kor per månad. På frågan innan (Fråga 3) svarade de dock att de provtog alla nykalvade kor samt kor senare i laktationen som visar symptom på ketos. Dessutom visar deras KetosKoll-data att deras mest frekventa provtagnings dag är 3 DIM, vilket tyder på att de provtar flest av sina kor i början av laktationen, således tyder det på att de provtar nykalvade kor mer frekvent än kor senare i laktationen. Dock visade deras KetosKoll-data att de inte provtar några första kalvare, vilket eventuellt skulle kunna vara en anledning till att de svarade att de endast provtar 0–25% av alla nykalvade kor. Anledningen till att KetosKoll-datan visar att de inte provtar några första kalvare kan också påverkas om de inte kryssar i det vid registrering i applikationen. Deras svar på fråga 4 stämmer inte överens med svaret på fråga 3 eller med deras KetosKoll-data, alltså finns det en risk att de tolkat fråga 4 på ett annat sätt än avsett. Eventuellt tolkades frågan som hur många av alla nykalvade kor på ett år som testas per månad.

Den andra frågan som eventuellt har blivit tolkad på ett annat sätt än den var menad var fråga 12, som löd ”Finns det något om skulle öka er motivation till att provta ännu fler kor? Eller öka motivationen till att provta era kor generellt?”. Svaret från Gård 3 stack ut från de andra svaren då jag tolkade deras svar mer som en redogörelse över hur de jobbar idag och vad de anser är viktigt för att förhindra ketos. Dock kan deras svar potentiellt även betyda att de anser att det förebyggande arbetet är det som motiverar dem till att provta. Provtagningen kan ses som ett sätt för att utvärderas hur väl de förebyggande åtgärderna fungerar i avseende på ketos-problematiken.

6.2. Testning

Testningen av ketos visade sig skilja mellan gårdar, både enligt enkäten och enligt gårdarnas KetosKoll-data. Gård 5 var den gård som provtog flest kor efter 18 DIM. Det var även den gården som hade högst prevalens av sen ketos. Dessa två saker kan hänga ihop på två sätt, antingen så förklaras den högre andelen av sen ketos av att den gården provtar fler kor senare i laktationen medan andra gårdar missar kor som hamnar i sen ketos, eller så skiljer deras provtagningsstrategi från de andra gårdarna då de har ett större konstaterat problem med sen ketos än de andra gårdarna.

Det är viktigt att poängtera att om en gård endast provtar kor efter 18 DIM som misstänks ha ketos orsakar det bias i statistiken över sen ketos. Detta eftersom endast kor som visar symptom på ketos eller som drabbats av någon annan åkomma som kan leda till ketos provtas medan de kor som inte misstänks vara i ketos inte provtas och således inte representeras i beräkningen av besättningsprevalensen. Ett förslag skulle kunna vara att om en gård har provtagningsstrategin att de endast provtar kor som är misstänkta för ketos skulle prevalensen kunna beräknas genom att de kor som provtas registreras och de som inte provtas antas vara friska. Dock är det viktigt att poängtera att det då inte blir den verkliga siffran över hur prevalensen på gården ser ut. Speciellt när det gäller subklinisk ketos, som enligt definitionen subklinisk, inte går att se med blotta ögat (Andersson 1988; Duffield 2000; Suthar et al. 2013). Därför tror jag att om en besättningsprevalens ska beräknas behöver alla kor provtas under samma tidsperiod för att det ska bli tillförlitligt.

Att provtagningsstrategi påverkar statistiken är också viktigt att ta hänsyn till vid analys av den statistik som produceras vid provmjölkningen via Växa, som sker en gång i månaden på kor mellan 5 – 35 DIM. Fördelen med provmjölkningen är att det sker på alla kor som mjölkas och att det är en återkommande etablerad rutin på många gårdar. Dock, i den statistik som produceras från provmjölkningen kan det ingå olika många kor och kor provtagna i skilda DIM. Det är även viktigt att poängtera att det finns en risk att kor som hamnar i tidig ketos missas eftersom provtagningen endast sker en dag i månaden. Det kan även vara värt att nämna att statistiken som produceras från provmjölkningen utgår från att ett gränsvärde på 150 $\mu\text{mol/L}$ BHB i mjölken används, om det ska jämföras med den statistik som KetosKoll-producerar. Dessutom provtas korna minst två gånger i början av laktationen om KetosKoll-användaren följer Agricams initiala rekommendation för provtagningsstrategi, vilket leder till att risken för att missa kor i ketos minskar. Provtagningsstrategin som Agricam föreslår kräver att lantbrukaren lägger mer tid på att ta prover än om de endast använder provmjölkningens statistik över BHB-värden.

Även vid beräkningar av frekvensen av ketos för varje enskild DIM påverkas av hur många kor som provtas varje enskild dag. Det här skapar därför en osäkerhet i frekvensen av ketos per DIM som presenteras i figur 5. Figur 5 visar att frekvensen av ketos är störst de två första dagarna efter kalvning och efter cirka två veckor efter kalvning. Vid dessa tillfällen minskar antalet provtagna kor i jämförelse med 3 – 13 DIM (Figur 6), som visar på en lägre frekvens av ketos. Eftersom färre kor provtas de två första dagarna efter kalvning och efter två veckor efter kalvning representeras färre friska kor, men också troligtvis färre kor i ketos. De här siffrorna blir därför aningen opålitliga då det är färre kor som provtas dessa dagar.

Det är viktigt att nämna att prevalensen av klinisk ketos i Sverige från rapporten av Växa (2021) endast består av registrerade fall av veterinärbehandlad acetonemi. Eftersom ketos kan vara kopplat till andra sjukdomstillstånd kan eventuellt vissa fall av klinisk ketos missas eller bortprioriteras om det inte anses vara det primära, om det andra tillståndet också behandlades. Dessutom kan en del kliniska ketoser som uppstår på gård behandlas direkt av lantbrukaren utan hjälp av veterinär, vilket då leder till att den kliniska ketosen inte registreras. Detta faktum gör att siffran som presenteras i statistiken förmodligen är underskattad.

Något som stack ut när KetosKoll-datan analyserades var att Gård 3 hade störst förekomst av ketos i 17 DIM i deras besättning. Detta kan tyda på att de har en bra strategi under de två första veckorna efter kalvning, men att det sedan händer något som gör att korna hamnar i ketos vid denna tidpunkt i stället. Det kan också betyda att de provtar fler kor under ett längre tidsspann och därför hittar fler kor i ketos i högre DIM än de andra gårdarna. Om den förstnämnda orsaker stämmer skulle det eventuellt kunna vara orsakat av att korna omgrupperas vid denna tidpunkt, att foderstaten ändras då eller något liknande. Detta är något som gården tillsammans med Agricom och deras rådgivare kan titta närmare på.

Både blod-, urin- och mjölkprover kan användas för att detektera ketos (Bergman 1971; Duffield 2000; Sjaastad et al. 2016; Al-Faruk et al. 2020). Gårdarna som svarade på enkätundersökningen använder mjölk och blod för provtagning. Enligt Al-Faruk et al. (2020) används blod ofta som referens för att jämföra hur väl ketonkoncentrationen stämmer överens i andra kroppsvätskor, så som mjölk och urin. Detta skulle kunna bero på att ketonerna frisläpps direkt ut i blodet vid ketogenesen (Herdt 2000) och därför blir den vätskan den mest representativa. BHB är den keton som används mest frekvent då den är mest stabil, åtminstone i blod (Guo et al. 2007; Oetzel 2004). Det faktum att det är svårare att detektera subklinisk ketos via analys av både mjölk och urin beror troligen på att subklinisk ketos resulterar i att lägre koncentrationer av ketoner utsöndras i jämförelse med om kon är i klinisk ketos (Al-Faruk et al. 2020). Dessutom såg även Al-Faruk et al. (2020) att mätningar av ketonkoncentrationen i urin verkar ha högre säkerhet än koncentrationen i mjölk när det gäller att fastställa en diagnos av subklinisk ketos (Al-Faruk et al. 2020). Detta skulle kunna bero på att effektiviteten att utsöndra ketoner verkar skilja sig mellan urin och mjölk (Al-Faruk et al. 2020). Något som stödjer detta är det Bergman (1971) såg i sin studie, att koncentrationen av ketoner i urin kan bli uppåt fyra gånger så hög i urin jämfört med blod och ungefär hälften så stor i mjölk, vilket eventuellt kan påverka känsligheten i testet. Det är viktigt att komma ihåg att olika gränsvärden för blod, urin och mjölk behövs för att diagnostisera ketos, just på grund av att den normala koncentrationen skiljer sig (Bergman 1971; Andersson 1988; Guo et al. 2007; Al-Faruk et al. 2020).

Detta faktum verkar påverka gårdarna då trenden som kan ses i KetosKoll-datan visar att om en gård byter provtagningsstrategi ökar andelen blodprovsanalyser och andelen mjölkanalyser minskar. Orsaken skulle kunna vara att de anser att det ger ett mer tillförlitligt svar på om kon är i ketos eller inte. Ändrar gården sin provtagningsstrategi till att analysera blod i stället för mjölk kan det påverka hur säker den beräknade prevalensen är för gårdens besättning. Prevalensen bör bli den samma oavsett vilken vätska som provtas, det viktigaste är troligen vilket gränsvärde av ketonkoncentrationen som används för att diagnostisera om kon är i subklinisk ketos eller inte. Detta blir tydligt om man ser till de olika resultaten av prevalens som presenteras från studierna i litteraturstudien i det här arbetet, där både valet av gränsvärde av BHB-koncentration och även vilken vätska som analyseras varierar och därmed ger olika resultat.

Även fast BHB-koncentrationen i blod är mest frekvent använt för att diagnostisera subklinisk- och klinisk ketos i studier har inte ett gränsvärde blivit allmänt etablerat. Därmed varierar gränsvärdet för subklinisk ketos och även klinisk ketos mellan studier. I de studier som inkluderats i detta arbete verkar det mest frekventa gränsvärdet vara 1,2 mmol/L BHB i blodet som gräns för subklinisk ketos. Detta gränsvärde skulle eventuellt kunna vara något lågt om kon äter grovfoder med höga butyrat-nivåer, då Andersson (1988) och Sjaastad et al. (2016) konstaterar att butyrat omvandlas till BHB i vämmen, vilket då leder till förhöjd koncentration av BHB i blodet.

Gränsvärdet för klinisk ketos varierar mera. Det är omdiskuterat om det är möjligt att sätta ett gränsvärde för när en subklinisk ketos går över till klinisk ketos, då definitionen av ett kliniskt tillstånd är att symptomen syns med blotta ögat och koncentrationen av BHB som leder till kliniska symptom varierar mellan individer (Duffield 2000). Dock verkar studier frångått definitionen av subkliniskt- och kliniskt tillstånd till viss del, då de istället satt gränsvärden utifrån vilka värden som ökar risken för följsjukdomar (Duffield 2000; Oetzel 2004; Suthar et al. 2013). Eventuellt kan det dock vara så att ketos är sekundärt och inte orsaken till att sjukdomarna uppstått. Om så är fallet skulle den höga ketonkoncentrationen ändå kunna korreleras till de andra sjukdomar, då ketos kan uppkomma och kons allmäntillstånd försämras och hennes foderintag minskar. Alltså kan ändå gränsvärdena för ketonkoncentrationen säga om det finns en ökad risk för att kon är på väg att utveckla ett annat sjukdomstillstånd. Subklinisk ketos kan alltså användas som en indikator på att någon i kons hälsa kan behöva ses över.

Vilket gränsvärde som används för att diagnostisera subklinisk- och klinisk ketos är viktigt att ha i beaktning då det påverkar besättningsprevalensen. Det här kan exemplifieras om man ser till några av studierna som togs upp i litteraturgenomgången. Där exempelvis Berge & Vertenten (2014) hade valt ett

gränsvärde på ≥ 100 $\mu\text{mol/L}$ BHB i mjölk för subklinisk ketos och fick resultatet att prevalensen för ketos i tidig laktation i Europa ligger runt 39,9% i medel, medan Suthar et al. (2013) använde sig av 1,2 mmol/L i blod för att diagnostisera subklinisk ketos och fick att prevalensen i Europa ligger runt 21,8% i medel. Detta skulle kunna betyda att ett gränsvärde på ≥ 100 $\mu\text{mol/L}$ BHB i mjölk ger högre prevalens än ett gränsvärde på 1,2 mmol/L BHB i blod. Alltså kan resultatet av besättningsprevalensen i studien av Berge & Vertenten (2014) vara något högt beräknat. Här ska det även dock tas i hänsyn att de hade olika antal länder som deltog, Suthar et al. (2013) hade fler deltagande länder. Dessutom analyserade Berge & Vertenten (2014) resultat från mätningar på kor i 7 – 21 DIM medan Suthar et al. (2013) testade kor mellan 2 – 15 DIM. Därför är det svårt att avgöra exakt vad det är som gör att studierna får olika resultat. Dessutom använde McArt et al. (2012) samma gränsvärde som Suthar et al. (2013) när de beräknade medelbesättningsprevalensen av subklinisk ketos i USA, och de kom fram till att den låg runt 43%. Detta liknar resultatet som Berge & Vertenten (2014) fick i sin studie i Europa, således skulle det kunna indikera att ett gränsvärde ≥ 100 $\mu\text{mol/L}$ BHB i mjölk kan vara likvärdigt ett gränsvärde på 1,2 mmol/L i blod. Dock är det mindre troligt då studierna utfördes i olika länder, med olika antal gårdar och testade djur. Frågan är om det går att jämföra besättningsprevalensen mellan gårdar om de provtagit olika vätskor. Teoretiskt sett borde det vara möjligt då gränsvärdena bör korrelera med varandra. Dock finns det en risk att prevalensen som är beräknad med mjölkanalyser har större felmarginal då det är mer osäkert att analysera BHB i mjölk (Al-Faruk et al. 2020).

Detta är viktigt att Agricom tar hänsyn till om de skulle vilja sätta någon alarmgräns för KetosKoll-användarna, så som Oetzel (2004) föreslog. Förslaget av Oetzel (2004) var att om besättningsprevalens av subklinisk- och klinisk ketos är över 10% bör större besättningsåtgärder sättas in. Oetzel (2004) anser dock att gränsen för subklinisk ketos är när koncentrationen av BHB överstiger 1,4 mmol/L i blodet. Hypotetiskt sett skulle det betyda att alarmgränsen blir något högre än 10% om man sänker gränsvärdet för subklinisk ketos till 1,2 mmol/L, då fler kor troligtvis uppnår den gränsen än 1,4 mmol/L. Dessutom valde Suthar et al. (2013) att sätta gränsen för klinisk ketos till 1,4 mmol/L, vilket då skulle betyda att alarmgränsen som Oetzel (2004) föreslår endast skulle vara för klinisk ketos. Frågan är också om 10% är en rimlig siffra då medel prevalensen för gårdar i Europa ligger runt 21-40% (Suthar et al. 2013; Berge & Vertenten 2014), och det är okänt hur många gårdar som ligger under 10%. Är det få gårdar som ligger under 10% kan det betyda att alarmgränsen är något låg eller att det generellt är ett svårhanterat problem att kor hamnar i ketos i början av laktationen. Min tanke är att majoriteten borde ligga under 10% för att det ska anses vara en alarmgräns, men samtidigt så verkar testning för ketos relativt nytt vilket kan vara orsaken till att få ligger över gränsen då de inte vet om att de är ett problem förens de börjar testa sin besättning. Alarmgränsen

kan ju i stället indikera att det ketos är ett problem som bör tas i hänsyn på fler gårdar och att åtgärder för att minska prevalensen bör etableras. En lägre alarmgräns kan även styrkas av att ketos kan orsaka kostsamma följder för lantbrukaren.

6.3. Åtgärdsförslag

På enkätstudien svarade de flesta gårdarna att de sätter in besättningsåtgärder direkt utifrån graferna i KetosKoll-applikationen. Graferna bör kunna ge indikationer till lantbrukarna när det är dags att sätta in åtgärder, och även över tid kunna visa hur förekomsten av ketos förändrats efter de satt in åtgärder. Min tanke är dock att fler gårdar skulle kunna använda det vid rådgivning, både från Agricam och från gårdens egna foderrådgivare. Jag tror att foderrådgivaren skulle kunna få en viktig bakgrund vid upplägget av foderstater på de enskilda gårdarna om de fick se statistiken som gården samlat in. Dessutom skulle Agricams personal kunna samarbeta med foderrådgivaren och lantbrukaren för att hitta den bästa potentiella lösningen för att minska prevalensen av ketos.

Vilka de viktigaste åtgärderna för att minska förekomsten av ketos varierade mellan gårdarna. Merparten av gårdarna svarade att de anser att en bra sinko-foderstat är det viktigaste för att förhindra att kor hamnar i subklinisk- och/eller klinisk ketos. Det stämmer bra överens med tidigare litteratur (National Research Council 2001; Raboisson et al. 2014). En gård svarade att de anser att ge kalciumtillskott till alla andra kalvare och uppåt är den viktigaste åtgärden för att förhindra ketos. Enligt litteraturstudien är det viktigt om gården har problem med kalvningsförflamning då det kan leda till att korna hamnar i ketos då de inte kan ställa sig upp och äta (Bareille et al. 2003). En annan gård svarade att en bra foderstat efter kalvning är viktigt, vilket en studie stöttat (Guo et al. 2007).

Vad som är en bra sinko-foderstat verkar inte vara helt självklart utifrån litteraturstudien. De utfodringsrekommendationer för sinkor som National Research Council (2001) har utformat finns i flera varianter för att täcka in flera olika förutsättningar som finns på olika gårdar, ifall alla sinkor utfodras med samma fodermix eller om sinkornas utfodring går att dela upp i flera grupper. När de utformat sina rekommendationer har de även tagit hänsyn till att sinkornas foderintag succesivt minskar och därför ökar givan av energi i slutet av sinperioden. De har även tagit hänsyn till att kvigor nära kalvning ska kunna äta samma mix. De svenska rekommendationerna från Spörndly (2003) verkar inte tagit hänsyn till samma omständigheter. De rekommendationerna representerar endast vad sinkornas behov är vid varje enskild månad av dräktigheten, sedan verkar det som att varje gård får anpassa sinkoutfodringen utifrån de förutsättningar de har. Det är troligen detta som är bakgrunden till att rekommendationerna skiljer sig mellan

varandra (Tabell 5), där National Research Council (2001) ökar energiinnehållet från *far-off*-foderstaten med 34 MJ NE till *close-up*-foderstaten medan Spörndly (2003) endast gör en ökning från dräktighetsmånad åtta (*far-off*) med 12 MJ OE till dräktighetsmånad nio (*close-up*). Min gissning är att National Research Council (2001) har en större ökning då de tar hänsyn till att sinkornas konsumtionsförmåga minskar närmare kalvning. Dock är frågan om denna ökning är något väl tilltagen då exempelvis Agenäs et al. (2003) inte såg någon skillnad i DMI mellan de fyra första veckorna av sintiden och de fyra sista veckorna av sintiden. Här gäller det att avväga utfodringen av energi noga då för högt BCS är kopplat till ökad risk för ketos. Guo et al. (2007) såg även att det är viktigt att utfodringen av energi efter kalvning uppnår de nu lakterande kornas behov för att inte förlora de eventuella fördelarna av att öka energitilldelningen i slutet av sintiden. Frågan är dock om en ökad energitilldelning innan kalvning är det mest fördelaktiga då studien av Agenäs et al. (2003) fick resultatet att DMI efter kalvning ökade mest och snabbast hos de kor som blivit utfodrade med en lägre energi- och ts-giva. Frågan är då om det är bättre att inte öka energitilldelningen i slutet av sintiden för att få kor ska få bättre förutsättningar att få i sig tillräckligt med energi efter kalvning, genom att hon ökar sin DMI. Det ska även noteras att de korna som utfodrades med den lägsta energi- och ts-givan i studien av Agenäs et al. (2003) låg under Spörndly (2003) rekommendation under hela sintiden. Det optimala BCS vid kalvning var enligt Roche et al. (2009) mellan 3,0 – 3,5. Är korna i lägre BCS (runt $\leq 2,5$) är det kanske inte optimalt att utfodra dem med för låg energigiva då dessa inte bör minska i BCS, då de fortfarande kommer bryta ner fett efter kalvning. Är korna i stället i högt hull (BCS ≥ 4) bör de inte heller ges för låg energigiva då det kan leda till en ökad fettmobilisering redan innan kalvning, vilket ökar koncentrationen av NEFA redan innan kalvningen sker (National Research Council 2001). Dessa kor bör dock hållas under uppsyn efter kalvning då deras höga hull påverkar deras foderintag negativt (Rukkwamsuk et al. 1999; McArt et al. 2013). Utifrån detta blir det klart att utfodringen av de lakterande korna också är av stor vikt för att skapa de bästa förutsättningarna inför sinperioden, då det inte är optimalt att korrigera BCS under den relativt korta tiden innan kalvning. Troligen behövs energitilldelningen anpassas på varje enskild gård då utgångsläget i kornas BCS ser olika ut korna blir sinlagda. Fokuset för sintidsutfodringen bör vara att ge de bästa förutsättningarna för kon efter kalvning. Exempelvis bör en gård som har sinkor i högt BCS kanske fokusera mer på att de lakterande korna inte ska bli överutfodrade med energi. Gårdar som har kor i lågt BCS kan under sintiden utfodra för att de ska komma upp i ett BCS runt 3,0. Det verkar dock som att det är mer fördelaktigt att korna är mellan BCS 2,5 - 3,0 om man ser till att det är fördelaktigt med ett ökat DMI efter kalvning (Agenäs et al. 2003). Enligt rekommendationerna av Spörndly (2003) och National Research Council (2001) verkar det också som att sinkorna bör utfodras med mer energi för att täcka deras ökade energibehov. Det ska dock understrykas

att båda dessa rekommendationer är utformade för cirka 20 år sedan, vilket gör dem mindre pålitliga för dagens producerande kor. Jag tror därför att det viktigaste är att utgå från vilket BCS korna är i på varje gård och justera energitilldelningen i foderstaten därefter, om det behövs.

Berge & Vertenten (2014) såg att lakterande kor som utfodras med TMR har högre risk att få ketos, dock finns det brister i studiens resultat då det varken var lika många kor eller gårdar som representerande vardera utfodringssystem (TMR, PMR och grovfoder och kraftfoder separat). Dessutom är det inte angivet hur många gårdar som representeras i varje kategori av utfodringssystem, vilket kan ge ett bias i resultatet om exempelvis många av gårdarna som utfodrade med ett visst utfodringssystem hade högre prevalens av ketos av andra anledningar. Jag kan dock föreställa mig varför TMR kan vara den mest utmanande utfodringsstrategin då det stället högre krav på att ha en homogen grupp, så att TMR uppfyller alla kornas behov av energi. Dessutom, anser jag att det ställs ett högre krav på att TMR-mixen är väl blandad för att alla individer ska få i sig sin tänka giva med kraftfoder. Kraftfoderandelen är speciellt viktigt hur ketos-synpunkt då den genererar i propionat i våmmen, vilket i sin tur genererar glukos (National Research Council 2001).

De individuella fallen av subklinisk- och klinisk ketos kan behandlas för att hjälpa dem ta sig ur tillståndet. Exempel på behandlingar på individnivå är administration av propylenglykol, glycerol eller glukokortikoider. De enklaste alternativen är att administrera propylenglykol eller glycerol oralt, då i en stötdos vid fastställd diagnos av subklinisk- eller klinisk ketos. Resultatet från Piantoni & Allen (2015), att 300ml propylenglykol och 600ml glycerol ger likvärdig effekt när de administreras direkt i våmmen, indikerar att även 600ml glycerol skulle kunna generera samma positiva effekt när det gäller att behandla ketos. Dessutom såg McArt et al. (2011) att de kor som varit i subklinisk ketos och behandlats med propylenglykol mjölkade mer 30 dagar efter kalvning än de som var i subklinisk ketos men inte blev behandlade. Detta resultat antyder alltså att mjölkproduktionen eventuellt återhämtas av behandlingen. Ökningen skulle dock även kunna vara orsakad av propylenglykolens glukoshöjande effekter (Nielsen & Ingvarsen 2004) och inte för att korna tagit sig ur ketosen. Dock så avslutades behandlingen med propylenglykol direkt när kon tagit sig ur den subkliniska ketosen (visat ett prov med BHB <1,2 mmol/L i blodet) eller oavsett efter 17 DIM (McArt et al. 2011).

Propylenglykolens och glycerolens effekt på besättningsnivå har också testats. Lomander et al. (2012) undersökte om samma mängd propylenglykol eller glycerol som ges som stöt dos vid konstaterad ketos kan tillsättas i foderblandningen för att jobba preventivt mot ketos. Resultatet från studien visade inte några positiva effekter på de paramaterar de undersökte (Lomander et al. 2012). Alltså indikerade

studien att det inte gav någon större effekt att tillsätta en så pass liten mängd propylenglykol eller glycerol i foderblandningen för att hjälpa kor ut ketos. Följaktligen fungerar den mängden av propylenglykol och glycerol som en behandling av ketos om det administreras till den enskilda kon, men att använda det som besättningsåtgärd via fodret verkar inte vara lika effektivt.

6.4. Ekonomi

En intressant aspekt var att de gårdar som tillät att deras KetosKoll-data analyserades i det här arbetet svarade att de använder KetosKoll för att öka lönsamheten, medan de två som inte godkände att deras KetosKoll-data inkluderas svarade att de använder KetosKoll ”för att öka kunskapen om kornas välfärd och hälsa” och ”för att säkerställa att sinkoskötseln på gården fungerar bra”. Det var även samma två gårdar som svarade att de inte använder graferna i KetosKoll idag. Det kan vara en tillfällighet, men eventuellt ökar motivationen att använda KetosKoll när lantbrukarna anser att det kan hjälpa deras ekonomi. Detta kopplar bra ihop med syftet att sammanställa kostnader som tillkommer om en ko hamnar i såväl subklinisk- som klinisk ketos.

Subklinisk- och klinisk ketos har visat korrelera till en minskad mjölkproduktion, men hur mycket mjölmängden minskar skiljer sig mellan individer och specifikt mellan kor i olika laktationsnummer (Rajala-Schultz et al. 1999; Raboisson et al. 2014). Den stora skillnaden mellan mjölkappen mellan kor i olika laktationsnummer skulle kunna bero på att en förstakalvare vanligtvis mjölkar en lägre mängd än en ko i laktationsnummer fyra och uppåt. Rajala-Schultz et al. (1999) såg dessutom att kor som inte diagnostiserats med klinisk ketos producerade mindre mjölk än de som blev diagnostiserade med klinisk ketos. Det här skulle kunna också kunna tyda på att BHB-koncentrationen ökar vid hög mjölkavkastning. Det borde innebära att de kor som mjölkar mer har högre behov av glukos och därför blir ännu mer känsliga för att inte få en tillräckligt glukostillförsel. Dessutom skulle det då kunna innebära att de hamnar i ketos snabbare än en ko som mjölkar mindre av samma anledning. Det finns alltså troligtvis ett samband mellan hög mjölkavkastning och förhöjda koncentrationer av BHB. Den teorin stöds av resultatet i en studie av Bach et al. (2019).

Rajala-Schultz et al. (1999) såg även att mjölkproduktionen började minska redan fyra veckor innan de hamnade i klinisk ketos. Den minskningen de såg då tror jag förklaras av att de korna troligen var i subklinisk ketos innan den utvecklades till klinisk ketos och därför tappade i mjölkproduktion.

En annan viktig aspekt att ta hänsyn till när mjölk tappet ska beräknas för en ko som drabbas av ketos är den ökade risken för följsjukdomar som också kan leda till minskad mjölkproduktion (Raboisson et al. 2014). Detta blev väldigt tydligt i studien av Raboisson et al. (2014) då de beräknade mjölkförlusten orsakad av ketos på flera olika sätt, genom att ta med mjölk tappet orsakat av flera olika sjukdomar som är kopplade till ketos. I den ena siffran för mjölkproduktionsförlusten som de beräknade ingick mjölk tappet orsakat av ketos kopplat till löpmagsförskjutning, klinisk ketos, mastit, livmoderinflammation, kvarbliven efterbörd, hälta och förhöjt celltal. Här anser jag att mjölkförlusten är något överskattad, eftersom hälta eller juverhålsproblematik inte bör vara inkluderade i denna siffra då ketos troligtvis är sekundär i dessa fall. Medan de andra parametrarna är mer försvarbara att det är ketos som är primärt och de andra tillstånden är orsakade av ketos. Detta stöds även av fler studier som sett att risken för löpmagsförskjutning, klinisk ketos, livmoderinflammation och kvarbliven efterbörd ökar om en ko drabbas av subklinisk ketos (Rukkwamsuk et al. 1999; Suthar et al. 2013; Raboisson et al. 2014). Dock kvarstår fortfarande frågan om det verkligen är ketos som orsakar dessa sjukdomstillstånd också eller om ketos är sekundärt även i dessa fall. Det är nämligen inte helt fastställt i någon av studierna hur ketosen leder till sjukdomarna utan endast att ketos kan konstateras i samband med dessa sjukdomar. (Rukkwamsuk et al. 1999; Suthar et al. 2013; Raboisson et al. 2014). Löpmagsförskjutning, klinisk ketos, livmoderinflammation och kvarbliven efterbörd skulle teoretiskt sätt kunna minska foderintaget och således leda till ketos. Oavsett vad som är primärt eller sekundär fungerar ketos som en bra indikation på att något är fel i kons allmänna hälsa.

I det här arbetet antogs ändå att ketos kan kopplas till en minskad mjölkproduktion och en ekonomisk förlust beräknades utifrån det. Förlusten för minskad mjölkproduktion beräknades för tre olika nivåer av mjölkpris, ett lägre, dagens (20:e oktober 2021) och ett högt mjölkpris. Detta för att illustrera hur stor förlusten blir beroende på mjölkpriset. Dessutom gjordes samma sak för de ekologiska mjölkpriserna. Bristen i uträkningarna är att den beräknade mjölkförlusten inte är beräknad i ECM utan endast kg mjölk medan priset är beräknat per kg ECM, detta påverkar dock främst volymen av mjölk i uträkningen.

Ketos har visats kunna kopplas till en negativ påverkan på kors fertilitet, vilket kan resultera i kostsamma konsekvenser (Rukkwamsuk et al. 1999; Engelbrekt 2015). Förlusten för förlängt kalvningsintervall är dock beräknat 2015, vilket betyder att de siffror som ingår i den beräkningen troligtvis inte är aktuella idag. Exempelvis ingår minskad mjölkintäkt i den beräkningen och mjölkpriset 2015 som Engelbrekt (2015) räknade med var då 2,9 kr/kg ECM medan dagens (21 oktober 2021) ligger på 3,751/kr ECM, därför kan denna siffra möjligtvis vara underskattad.

Det som inte ingår i de ekonomiska beräkningarna av ketos är kostnader för veterinärbehandlingar, behandlingar utförda av lantbrukaren själv, eller kostnad för den extra tiden som behövs för att ta hand om en sjuk individ. En studie som dock tittade på dels det och även ännu fler parametrar var Steeneveld et al. (2020) för att beräkna kostnaden på både gårdsnivå och per fall av subklinisk- och klinisk ketos. När de beräknade kostnaden på gårdsnivå använde de sig dock av relativt låga prevalenser i jämförelse med de som Suthar et al. (2013) och Berge & Vertenten (2014) fick fram i sina studier. Steeneveld et al. (2020) räknade med 1% klinisk ketos och 11% subklinisk ketos för en gård med låg prevalens och 2% klinisk ketos och 22% subklinisk ketos för en gård med hög prevalens medan Suthar et al. (2013) och Berge & Vertenten (2014) såg en prevalens runt 21,8% respektive 39,9% subklinisk ketos på gårdar i Europa. Detta tyder på att gårdar med låg prevalens är ovanliga i Europa, troligen är datan simulerad för en gård med hög prevalens mer vanligt förekommande. Det skulle därför vara intressant att titta på vad kostnaden blev för gårdar med ännu högre prevalens. Det verkar även vara möjligt att beräkna ungefärliga kostnader för enskilda gårdar om prevalensen för subklinisk- och klinisk ketos är känd (Steeneveld et al. 2020).

7. Slutsats

Utifrån litteraturstudien verkar det som att det går att analysera BHB-koncentrationen i blod, urin och mjölk för att diagnostisera ketos, men att blod betraktas som den säkraste vätskan att välja. Vilket gränsvärde som bestäms för att diagnostisera ketos är viktigt, då det påverkar prevalensen av ketos. Att administrera propylenglykol eller glycerol oralt verkar fungera som behandling till individuella fall av ketos, men preparaten verkar ge sämre effekt om de ingår i en foderblandning som förebyggande åtgärd mot ketos. Utfodringen under sintiden och hullet på korna vid kalvning är två exempel på parametrar som litteraturstudien visade är viktiga att ha koll på. För att kunna hjälpa lantbrukare med att jobba mer preventivt mot ketos behövs mer forskning kring hur utfodringen under sintiden bör utformas. Denna forskning bör utgå från frågan hur utfodringen till kor i olika BCS under sintiden kan anpassas. Detta skulle vara fördelaktigt för att kunna ge mer riktade råd till enskilda gårdar med olika problematik.

Litteraturstudien visade att subklinisk- och klinisk ketos är kopplade till konsekvenser som kan skapa ekonomiska förluster, så som minskad mjölkproduktion och fertilitetsproblem. Det är svårt att beräkna den exakta kostnaden för varje enskilt fall av subklinisk- och klinisk ketos då varje fall skiljer sig från det andra samt att priserna på exempelvis ECM fluktuerar med tiden.

Testning och prevalensen av ketos skiljer sig mellan Agricams KetosKoll-användare. Även inställningen till ketos och hur det kan förebyggas skiljer sig mellan användarna som svarade på enkäten. En generell slutsats för hur inställningen kring ketos är hos Agricams KetosKoll-användare går inte att dra då för få gårdar svarade på enkäten.

Referenser

- Agenäs, S., Burstedt, E. & Holtenius, K. (2003). Effects of Feeding Intensity During the Dry Period. 1. Feed Intake, Body Weight, and Milk Production. *Journal of Dairy Science*, 86 (3), 870–882. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73670-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73670-4)
- Al-Faruk, S., Byeongsu, P., Seungmin, H., SangSuk, L. & YongIl, C. (2020). Comparative study on different field tests of ketosis using blood, milk, and urine in dairy cattle. *Veterinární Medicína*, 65 (5), 199–206
- Andersson, L. (1988). Subclinical Ketosis in Dairy Cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 4 (2), 233–251. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)31046-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)31046-X)
- ATL (2021) *Arla höjer mjölkpriset*. <https://www.atl.nu/arla-hojer-mjolkpriset-oktober-2021> [2021-10-20]
- Bach, K.D., Barbano, D.M. & McArt, J.A.A. (2019). Association of mid-infrared-predicted milk and blood constituents with early-lactation disease, removal, and production outcomes in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 102 (11), 10129–10139. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16926>
- Bareille, N., Beaudeau, F., Billon, S., Robert, A. & Faverdin, P. (2003). Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Livestock Production Science*, 83 (1), 53–62. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00040-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00040-X)
- Bell, A.W. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science*, 73 (9), 2804–2819. <https://doi.org/10.2527/1995.7392804x>
- Berge, A.C. & Vertenten, G. (2014). A field study to determine the prevalence, dairy herd management systems, and fresh cow clinical conditions associated with ketosis in western European dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 97 (4), 2145–2154. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7163>
- Bergman, E.N. (1971). Hyperketonemia-Ketogenesis and Ketone Body Metabolism. *Journal of Dairy Science*, 54 (6), 936–948. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(71\)85950-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(71)85950-7)
- Block, E. & Sanchez, W. (2000). Special Nutritional Needs of the Transition Cow. Duffield, T. (2000). Subclinical Ketosis in Lactating Dairy Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 16 (2), 231–253. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30103-1](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30103-1)
- Elferink, S.O., Driehuis, F., Gottschal, J. & Spoelstra, S. (2000). Silage fermentation processes and their manipulation. *undefined*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Silage-fermentation-processes-and-their-Elferink-Driehuis/b2fde4b07b8588d3a12a1245ff6c971f3f887bf2> [2021-06-30]
- Engelbrekts, E. 2015. Kostnader för hälsostörningar hos mjölkkor. Beräkningsunderlag till Hälsopaket Mjölks djurhälsokostnader. VÄXA. Svergie.

- Goff, J.P. & Horst, R.L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*, 80 (7), 1260–1268. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76055-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76055-7)
- Grummer, R.R., Mashek, D.G. & Hayirli, A. (2004). Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 20 (3), 447–470. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.013>
- Guo, J., Peters, R.R. & Kohn, R.A. (2007). Effect of a Transition Diet on Production Performance and Metabolism in Periparturient Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90 (11), 5247–5258. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0326>
- Herd, T.H. (2000). Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 16 (2), 215–230, v. [https://doi.org/10.1016/s0749-0720\(15\)30102-x](https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30102-x)
- Herd, T.H. & Emery, R.S. (1992). Therapy of Diseases of Ruminant Intermediary Metabolism. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 8 (1), 91–106. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30761-1](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30761-1)
- Holtenius, P. & Holtenius, K. (1996). New Aspects of Ketone Bodies in Energy Metabolism of Dairy Cows: A Review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 43 (1–10), 579–587. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1996.tb00491.x>
- Lomander, H. (2012). *Energy status related to production and reproduction in dairy cows*. [Doctoral thesis]. <https://pub.epsilon.slu.se/9048/> [2021-10-10]
- Lomander, H., Gustafsson, H., Frössling, J., Ingvarsen, K., Larsen, T. & Svensson, C. (2012). Effect of Supplemental Feeding with Glycerol or Propylene Glycol in Early Lactation on the Fertility of Swedish Dairy Cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 47 (6), 988–994. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02004.x>
- Maplesden, D.C. (1954). Propylene Glycol In The Treatment Of Ketosis. *Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science*, 18 (8), 287–293
- McArt, J.A.A., Nydam, D.V. & Oetzel, G.R. (2012). Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 95 (9), 5056–5066. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5443>
- McArt, J.A.A., Nydam, D.V. & Oetzel, G.R. (2013). Dry period and parturient predictors of early lactation hyperketonemia in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 96 (1), 198–209. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5681>
- McArt, J.A.A., Nydam, D.V., Ospina, P.A. & Oetzel, G.R. (2011). A field trial on the effect of propylene glycol on milk yield and resolution of ketosis in fresh cows diagnosed with subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science*, 94 (12), 6011–6020. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4463>
- McDowell, G.H. (1983). Hormonal control of glucose homeostasis in ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, 42 (2), 149–167. <https://doi.org/10.1079/PNS19830021>
- National Research Council (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001*. <https://doi.org/10.17226/9825>
- Nielsen, N.I. & Ingvarsen, K.L. (2004). Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Animal Feed Science and Technology*, 115 (3), 191–213. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.03.008>
- Oetzel, G.R. (2004). Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 20 (3), 651–674. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.006>
- Piantoni, P. & Allen, M.S. (2015). Evaluation of propylene glycol and glycerol infusions as treatments for ketosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98 (8), 5429–5439. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9476>

- Raboisson, D., Mounié, M. & Maigné, E. (2014). Diseases, reproductive performance, and changes in milk production associated with subclinical ketosis in dairy cows: A meta-analysis and review. *Journal of Dairy Science*, 97 (12), 7547–7563. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8237>
- Rajala-Schultz, P., Grohn, Y. & McCulloch, C. (1999). Effects of Milk Fever, Ketosis, and Lameness on Milk Yield in Dairy Cows. *Journal of dairy science*, 82, 288–94. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75235-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75235-5)
- Reynolds, C.K. (2006). Production and metabolic effects of site of starch digestion in dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 130 (1), 78–94. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.01.019>
- Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K., Fisher, M.W., Stafford, K.J. & Berry, D.P. (2009). Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 92 (12), 5769–5801. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431>
- Rukkwamsuk, T., Kruip, T.A. & Wensing, T. (1999). Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. *The Veterinary Quarterly*, 21 (3), 71–77. <https://doi.org/10.1080/01652176.1999.9694997>
- Sjaastad, O.V., Šand, O. & Hove, K. (2016). *Physiology of domestic animals*. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Steenefeld, W., Amuta, P., Soest, F.J.S. van, Jorritsma, R. & Hogeveen, H. (2020). Estimating the combined costs of clinical and subclinical ketosis in dairy cows. *PLOS ONE*, 15 (4), e0230448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230448>
- Suthar, V.S., Canelas-Raposo, J., Deniz, A. & Heuwieser, W. (2013). Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96 (5), 2925–2938. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6035>
- Växa (2021). *Husdjursstatistik 2021/Cattle statistics 2021*. Uppsala: Växa Sverige [<https://www.vxa.se/globalassets/dokument/statistik/husdjursstatistik-2021.pdf>]
- White, H.M. (2015). The Role of TCA Cycle Anaplerosis in Ketosis and Fatty Liver in Periparturient Dairy Cows. *Animals*, 5 (3), 793–802. <https://doi.org/10.3390/ani5030384>
- Young, J.W. (1977). Gluconeogenesis in Cattle: Significance and Methodology. *Journal of Dairy Science*, 60 (1), 1–15. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(77\)83821-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83821-6)

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till Agricams CEO Ellinor Eineren som gav mig chansen att skriva mitt exjobb på företaget! Jag vill även tacka alla härliga och hjälpsamma medarbetare på Agricam AB, speciellt Erika Adelskär för all hjälp med att sammanställa statistiken i KetosKoll. Jag vill även tacka min handledare Cecilia Kronqvist som stöttat mig i mitt skrivande i ett helt år. Jag vill även såklart rikta ett tack till lantbrukarna som tog sig tid att svara på min enkät, utan era svar hade inte mitt arbete gått att genomföra. Tack till er som lät mig titta på era data, det var värdefullt!

Sist men inte minst vill jag tacka min underbara klass - Husdjursagronomerna inskrivna 2017 (och våra trogna Sport- och Sällskapsdjur'are Fanny och Annika) - för stöttning, fika-pauser och inspiration!

Populärvetenskaplig sammanfattning

Energibehovet för en ko runt kalvning är skiftande, vilket kan leda till problem om det inte tas i beaktning. I början av sintiden är energibehovet relativt lågt för att sedan öka i slutet av sintiden. Efter kalvning, när kon börjar laktera, ökar energibehovet drastiskt. Om kon inte får de rätta förutsättningarna under denna period ökar risken för att hon inte tar sig ur den negativa energibalans hon hamnar i efter kalvning. Därför är det viktigt att hon är väl förberedd inför kalvningen, speciellt då det kan påverka förutsättningarna hon har för att ta sig ur den negativa energibalansen. Tar hon sig inte ur den negativa energibalansen riskerar hon att hamna i ketos. Ketos är ett tillstånd som kan förekomma både kliniskt och subkliniskt, alltså att hon visar symptom på sjukdomen respektive att hon inte visar några symptom även fast hon är nedsatt. Detta verkar vara ett dolt problem i Europa som på senaste tiden börjar uppmärksammas då det dels påverkar djurens hälsa negativt samt att det visat orsaka ekonomiska förluster för lantbrukaren.

Det här arbetet är skrivet i samarbete med Agricom, som är ett företag som utvecklat en produkt som kallas KetosKoll, där användare testar sina kor för ketos och på så sätt skapar statistik över besättningen. Syftet med arbetet var dels samla in generell information om ketos, vad som orsakar det, hur det påverkar kon och lantbrukaren, hur det kan behandlas och hur det kan förebyggas, också att få en inblick i hur användarna av KetosKoll testar sina besättningar för ketos och hur deras inställning till ketos är idag. För att uppnå dessa syften gjordes en litteraturstudie, en enkätundersökning riktad till KetosKoll-användare samt en analys av insamlade data från några KetosKoll-användare.

Litteraturstudien visade att ketos finns i dagens besättningar i Europa, främst i form av subklinisk ketos. Den visade även att ketos är ett tillstånd som är kostsamt för lantbrukaren då det kan leda till dels minskad mjölkproduktion och fertilitetsproblem. Studier visade att det finns flera orsaker till att kor kan hamna i ketos, och således också flera olika områden som en lantbrukare kan jobba vidare med för att minska förekomsten av ketos. Det verkar vara viktigt att korna inte är i för högt hull då det kan minska foderintaget efter kalvning, vilket då försämrar förutsättningarna för kon att ta sig ur den negativa energibalansen. En foderstat som följer kons energibehov under sinperioden verkar också vara positivt för att förhindra ketos. Det verkar även vara viktigt att optimera foderintaget och således

energiintaget efter kalvning för att hon lättare ska kunna ta sig ur den negativa energibalansen.

Enkäten och analysen av KetosKoll-datan visade att de olika gårdarna testar sina kor för ketos på olika sätt. Hur vanligt förekommande ketos var i varje besättning skiljde sig också. Resultaten pekar på att det finns olika uppfattning om ketos. Några av lantbrukarna som svarade på enkäten visar en nyfikenhet om ketos och att vissa av dem jobbar aktivt med rådgivning för att förbättra läget på gården.

Bilaga 1. Enkät samt svar

1. Hur länge har ni använt KetosKoll (obligatorisk)
 - Mindre än 0,5 år (6 månader)
 - 0,5 år – 1 år
 - Över 1 år
2. Hur många mjölkande kor ingår i er besättning idag? (obligatorisk)
 - 1–25
 - 26–50
 - 51–75
 - 76 – 100
 - 101–150
 - 151–200
 - 201–300
 - 301-
3. Vilka kor provtas i er besättning? Endast ett alternativ (obligatorisk)
 - Alla nykalvade (första-kalvare och uppåt)
 - Endast nykalvade första-kalvare
 - Endast alla nykalvade andra-kalvare och uppåt
 - Endast kor som visar symptom på ketos (exempelvis: aceton-lukt, dålig aptit, minskad mjölmängd m.m.)
 - Alla nykalvade kor + kor som visar symptom senare i laktationen (kor alla dagar i laktationen)
 - Övrigt:
4. Hur stor andel av era nykalvade mjölkkor testas i månaden, ungefär? (obligatorisk)
 - 0–25%
 - 26–50%
 - 51–75%
 - 76–100%
5. Har graferna i appen motiverat er till att provta era kor? (obligatorisk)
 - Ja
 - Nej
 - Övrigt:

6. Vad använder ni graferna i KetosKoll-appen till idag? *Flera alternativ möjliga.* (obligatorisk)

- Sätter in besättningsåtgärder direkt
- Underlag vid rådgivning (veterinär/rådgivare/Agricam-personal)
- Ingenting
- Övrigt:

7. Finns det någon graf/statistik ni skulle vilja se i appen i framtiden?

Öppet svar:

8. Vad är den huvudsakliga orsaken till att ni provtar era kor? *Endast ett alternativ.* (obligatorisk)

- För att öka lönsamheten (genom färre veterinärbesök och ökad mjölkavkastning p.g.a. minskat antal subkliniska- och kliniska ketoser)
- För att säkerställa att sinkoskötseln på gården fungerar bra
- För att öka kunskapen om kornas välfärd och hälsa

9. Har ni en åtgärdsplan på besättningsnivå idag om flera ketoser uppmäts?

Vilket/vilka alternativ stämmer bäst? *Flera alternativ*

- Nej, vi har ingen besättningsåtgärd. Behandlar endast enskilda drabbade kor
- Ja, vi ser över sinko-foderstaten/gör foderanalys
- Ja, vi ser över foderstaten efter kalvning
- Ja, vi hullbestämmer sinkorna innan kalvning
- Annat...

10. När tycker du att det behövs göras en åtgärd på besättningsnivå? (obligatorisk)

○ *Öppet svar:*

11. Vad tycker du är den viktigaste åtgärden (av alternativen) för att förhindra att korna i besättningen hamnar i subklinisk- och/eller klinisk ketos? *Endast ett alternativ.* (obligatorisk)

- *Bra sinko-foderstat*
- *Bra foderstat efter kalvning*
- *Hullbedöma alla sinkor*
- *Ge alla kor propylenglykol/glycerol (oavsett om de har höga ketosvärden eller inte)*
- *Ge kalciumtillskott till alla andra-kalvare och uppåt*

12. Finns det något som skulle öka er motivation till att provta ännu fler kor? Eller öka motivationen till att provta era kor generellt?

○ *Öppet svar:*

13. Är det något annat du vill tillägga?

○ *Öppet svar:*

14. Är det okej att jag använder eran insamlade KetosKoll-data i mitt arbete? (om du svarar ja, fyll i ditt gårdsnamn på nästa fråga) (obligatorisk) Syftet är att sammankoppla de svar jag får in från enkäten till gårdsdata från KetosKoll-appen. Resultaten kommer presenteras så att det inte går att identifiera dig eller din gård (detta gäller både om du låter mig koppla din gårdsdata till dina svar eller inte). I rapporten kommer varje gård som svarar få ett nytt anonymt nummer. Så fort gårdsnamnet använts för att titta på datan kommer det inte att användas igen

- Ja, det är okej att mina svar på enkäten kopplas till min gårdsdata i KetosKoll-appen.
- Nej, mina svar på enkäten får inte kopplas till min gårdsdata i KetosKoll-appen.

15. Om du svarade ja på föregående fråga fyll i ert gårdsnamn här:

- *Öppet svar:*

16. Vad har du för e-postadress?

När rapporten är klar i april 2022, skickar jag ut den tillsammans med en korstare sammanfattning till er som svarat på min enkät.

- *Öppet svar:*

Tack!

Tack så jättemycket för att DU deltagit i min enkätstudie! Har du några frågor kan du höra av dig till mig på min mail: amsl0001@stud.slu.se

Tabell 10. Sammanfattning av enkätsvar från samtliga deltagande gårdar. Svaren på fråga 15 och 16 är inte med för att behålla gårdarna anonyma

Fråga	Gård 1	Gård 2	Gård 3	Gård 4	Gård 5	Gård 6	Gård 7
1	<0,5 mån	0,5 mån – 1 år	0,5 mån – 1 år	<0,5 mån	0,5 mån – 1 år	0,5 mån – 1 år	0,5 mån – 1 år
2	101-150	201-300	301-	51-75	51-75	201 - 300	201-300
3	Alla nykalvade kor	Alla nykalvade kor	Alla nykalvade kor	Alla nykalvade kor + kor som visar symptom senare i laktationen	Alla nykalvade kor + kor som visar symptom senare i laktationen	Alla nykalvade kor	Väljer slumpvis djur, både 1:a kalvare och äldre kor
4	76-100%	76-100%	76-100%	0-25%	76-100%	76-100%	0-25%
5	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej
6	Ingenting	Som underlag vid rådgivning	Sätter in besättningsåt gärder direkt + Som underlag vid rådgivning	Sätter in besättningsåt gärder direkt	Sätter in besättningsåt gärder direkt	Sätter in besättningsåt gärder direkt	Ingenting
7	Fritext svar (se text under tabellen)						
8	För att öka kunskapen om kornas välfärd och hälsa	För att öka lönsamheten	För att öka lönsamheten	För att öka lönsamheten	För att öka lönsamheten	För att öka lönsamheten	För att säkerställa att sinkoskötseln på gården fungerar bra
9	Ja, vi utvärderar sinko-foderstaten/ gör en foderanalys	Nej, vi har ingen besättningsåt gård. Vi behandlar endast enskilda drabbade kor	Ja, vi utvärderar sinko-foderstaten/ gör en foderanalys	Nej, vi har ingen besättningsåt gård. Vi behandlar endast enskilda drabbade kor	Vi behandlar enskilda kor och planerar för en åtgärdsplan. När korna är på bete är det svårt att	Nej, vi har ingen besättningsåt gård. Vi behandlar endast enskilda drabbade kor	Ja, vi utvärderar sinko-foderstaten/ gör en foderanalys

					styra foderstater		
10	Fritext svar (se text under tabellen)						
11	Bra sinko- foderstat	Ge kalcium- tillskott till alla andra- kalvare och uppåt	Bra sinko- foderstat	Bra foderstat efter kalvning	Bra sinko- foderstat	Bra sinko- foderstat	Bra sinko- foderstat
12	Fritext svar (se text under tabellen)						
13	Fritext svar (se text under tabellen)						
14	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej

Den första frågan med fritextsvar var fråga 7 där gårdarna fick svara på om det var någon graf de saknade i appen idag. Där svarade Gård 2 att de gärna ville se en graf över hur många drabbade kor som behöver mer energi efter tre dagars "behandling". Gård 3 svarade att de skulle vilja ha en graf med resultaten uppdelade efter första kalvare och äldre kor. De skulle gärna vilja kunna skriva ut sin data samt kunna se flöden på provtagning på om kor är provtagna flera gånger. De önskar att kunna skriva in anteckningar om de provtagna korna. De ville även kunna markera om insats är gjord enligt rekommendationerna som presenteras i appen. Resterande gårdar lämnade denna fråga blank.

Nästa fråga med fritextsvar var fråga 10, som handlade om när gårdarna tycker att det behövs sättas in en besättningsåtgärd. Gård 1 svarade att de anser att det behövs sättas in vid varje problem. Gård 2 svarade "när många nykalvade har ketos, ca. 30%". Gård 3 svarade att det behövs om de provtar enligt vår plan och upptäcker > 2-3 ketoser i veckan och det inte varit något annat problem vid kalvningen för dessa kor. Gård 4 svarade att de behövs sättas in när man har mer kontinuerliga problem. Gård 5 svarade att det behövs sättas in en besättningsåtgärd "när man ser att det blir för många kor med ketos och man får kvarbliven efterbörd och kalvningsförlamning. Gård 6 svarade att det behövs om problemen accelererar vid kalvning och om klinisk- och subklinisk ketos tros ligga bakom detta. De poängterar även att det mesta troligtvis hör ihop med totalfoderstaten. Årets ensilage och grovfoderstat-strategi är nog det viktigaste att ha koll på. Gård 7 svarade att det behövs sättas in en åtgärd när alltför många har energibrist.

På fråga 12, om det finns något som skulle öka deras motivation att provta ännu fler kor, eller öka motivationen till att provta deras kor generellt, lämnade fyra gårdar inget svar. Gård 2 svarade att de idag provtar alla i dagsläget men att de vill ha ett bibehållet stöd från Agricom för att fortsätta. Gård 3 svarade att de tycker att foderstaten efter kalvning har en stor betydelse. De övervakar alla kor med Sense

Hub och sätter in åtgärder direkt vid avvikelser. De ger alla andra kalvare två bolusar med bovikalc och alla tredje kalvare och uppåt ger de fyra bolusar efter klavning. De tar även upp att om kon visar tendens att vara lös i magen vid kalvning får hon en magnesiumkapsel samt att det är jätteviktigt att kon får i sig vätska vid kalvning, dricker kon inte själv eller om hon fått tvillingar sondar de kon med vatten. Gård 6 svarade att om blodproven går att använda till fler analyser som exempelvis att hitta rubbningar med fertilitet eller andra brister.

På den sista fritextfrågan om det är något övrigt de vill tillägga, fråga 13, svarade tre gårdar medan fyra lämnade blankt. Gård 1 svarade att de inte använder appen idag för att det känns krångligt. De kör allt i deras managementprogram. Gård 3 svarade att de började utfodra sina sinkor som går på bete (lågsinta) med ordinarie sinkomix (ungefär halva dagsbehovet) i utfodringshäck föregående och denna säsong. De har en hullkamera installerad. 2021 var även första året med Sense Hub och de har sett en mycket intressant sak i att sinkor på bete (trots ½ sinkomix) idisslar för lite jämfört med när de går inne på vinterfoderstaten. Sinkorna ökar även sin idissling kraftigt när de kommer in på stall 3 – 4 veckor innan kalvning. Gård 6 svarade att de inväntar att appen ska skicka påminnelser om att ta prov den tredje dagen med behandling samt för att ta uppföljningsprov 25 – 30 dagar efter kalvning.