



Inkalvningsålder för mjölkkor

- genetisk bakgrund och inverkan på kons egenskaper och besättningens ekonomi

Madicken Hallström

Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Institutionen för husdjursgenetik

Djur och hållbarhet (kandidat)

Uppsala 2024



Inkalvningsålder för mjölkkor – genetisk bakgrund och inverkan på kons egenskaper och besättningens ekonomi

Age at first calving for dairy cows – genetic background and impact on the cow's traits and the herd's economy

Madicken Hallström

Handledare: Erling Strandberg, SLU, Institutionen för husdjurens biovetenskaper
Examinator: Katja Nilsson, SLU, Institutionen för husdjurens biovetenskaper

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i husdjursvetenskap, G2E
Kurskod: EX0865
Program/utbildning: Djur och hållbarhet (kandidat)
Kursansvarig inst.: Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2024
Omslagsbild: Madicken Hallström

Nyckelord: kviguppfoeding, mjolkproduktion, kostnad for uppfoeding, produktionsegenskaper, alder vid forsta kalvning, arvbarhet, genetiska korrelationer.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjursgenetik

Sammanfattning

Friska och välmående kvigor är nyckeln till en framgångsrik mjölkproduktion. Inkalvningsålder hos mjölkkvigor är ett väl studerat ämne och den har visat sig påverka andra produktionsegenskaper och besättningens ekonomi. Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka om det finns en genetisk bakgrund till inkalvningsålder samt hur inkalvningsålder påverkar olika egenskaper hos kon och besättningens ekonomi. Inkalvningsålder är en komplex egenskap som påverkas av flera andra faktorer som måste beaktas vid utvärdering. Studier har dock visat att en lägre inkalvningsålder, såsom 24 månader, är mer fördelaktigt för andra egenskaper och besättningens ekonomi jämfört med en högre inkalvningsålder. Detta beror främst på att en lägre inkalvningsålder resulterar i en längre produktiv livslängd, vilket minskar uppfödningkostnaderna per dag och leder till en större mjölkavkastning per livstid. Andra egenskaper, som mjölkavkastning, fertilitet och celltal, har också visat sig gynnas av en inkalvningsålder på 24 månader. När det gäller den genetiska bakgrunden för inkalvningsålder krävs det mer forskning för att dra slutsatser. Trots detta finns det indikationer på en möjlig förklaring till den genetiska bakgrunden, men denna behöver ytterligare stöd för att kunna tillämpas i praktiken.

Nyckelord: kviguppfoeding, mjolkproduktion, kostnad for uppfodning, produktionsegenskaper, alder vid forsta kalvning, arvbarhet, genetiska korrelationer.

Abstract

Healthy heifers are the key to successful milk production. The age at first calving in dairy heifers is a well-studied subject and it has been shown to affect other production traits and the herd's economy. The aim of this literature study was to investigate whether there is a genetic background to the age at first calving and how it affects various traits of the cow and the herd's economy. The age at first calving is a complex trait, influenced by several other factors, that need to be considered in evaluation. However, studies have shown that a younger age at first calving, such as 24 months, is more beneficial for other traits and the herd's economy than an older age at first calving. This is primarily because a lower age at first calving results in a longer productive lifespan, which reduces rearing costs per day and leads to greater milk yield per lifetime. Other traits, such as milk yield, fertility, and somatic cell count, have also been shown to benefit from a calving age of 24 months. More research is needed to draw conclusions regarding the genetic background of age at first calving. Nevertheless, there are indications of a possible explanation for the genetic background, but this requires further support to be applied in practice.

Keywords: heifer rearing, milk production, rearing cost, production traits, age at first calving (AFC), heritability, genetic correlations.

Innehållsförteckning

Inledning	6
Litteraturgenomgång	8
2.1 Material och metod	8
2.2 Olika rekommendationer för inkalvningsålder.....	9
2.3 Påverkan på kons egenskaper	10
2.3.1 Mjölkkavkastning	10
2.3.2 Mjölkinnehåll	10
2.3.3 Celltal	11
2.3.4 Sannolikhet för en andra kalvning	11
2.3.5 Produktiv livslängd.....	12
2.3.6 Dystoki - kalvningssvårigheter.....	12
2.3.7 Fertilitet	13
2.4 Påverkan på besättningens ekonomi.....	13
2.5 Genetisk bakgrund för inkalvningsålder.....	15
2.5.1 Genomomfattande associationsstudie	15
2.5.2 Arvbarhet	15
2.5.3 Genetiska korrelationer.....	16
Diskussion	18
Referenser.....	21
Tack	25

Inledning

Friska och välmående kvigor är nyckeln till en framgångsrik mjölkproduktion. Utan inköpta eller egenuppfödda kvigor finns det ingen att ersätta besättningens utslagna mjölkkor med. Det finns flera faktorer som påverkar en välfungerande kviguppfödning, som exempelvis rutiner vid födsel, utfodring, tillväxthastighet, vaccinering med mera (Chuck 2022). Uppfödning av kvigor utgör en stor kostnad för producenten, därför är det viktigt att optimera kviguppfödningen för att få ett lönsamt resultat (Mourits et al. 1999). Kostnaderna för kviguppfödning påverkas av bland annat uppfödningstid, sjukdom, foderkostnader och arbete (Boulton et al. 2017). En kviga blir inte lönsam förrän hon har genomgått två laktationer, vilket trycker på vikten av en lyckad kviguppfödning (Växa 2022). I Sverige låg medeltalet för rekrytering i en konventionell besättning år 2023 på 36 % (Växa 2024), vilket innebär att en besättning på 100 kor behöver föda upp 36 friska och produktiva kvigor per år.

En av faktorerna som påverkar kvigans framtida lönsamhet är inkalvningsåldern. Inkalvningsålder är tiden mellan födseln fram tills kvigan kalvar för första gången (Växa 2022). Det är viktigt att optimera inkalvningsåldern på kvigorna i besättningen för att generera en så bra avkastning som möjligt (Atashi et al. 2021). Inkalvningsålder har i sin tur en påverkan på flera olika produktionsegenskaper, till exempel mjölkavkastning, mjölksammansättning och livslängd (Nilforooshan & Edriss 2004). En kviga som inte producerar kostar pengar. Det är först när hon har fått sin första kalv som hon genererar intäkt för besättningen, vilket skapar incitament för en lägre inkalvningsålder. Utfodringskostnaderna ökar i takt med att kvigan blir äldre eftersom foderutnyttjandet minskar med åldern och underhållsbehovet ökar (Bach & Ahedo 2008), vilket också höjer motivationen för en kortare uppfödningstid. En för låg inkalvningsålder kan dock ge oönskade effekter som exempelvis lägre mjölkavkastning (Eastham et al. 2018). Allt detta tyder på att inkalvningsålder är en komplex egenskap som påverkas av och påverkar flera olika faktorer, både positiva och negativa aspekter behöver vägas in (Hoffman et al. 1996) vid optimering av inkalvningsålder. Det är också viktigt att ha i åtanke att flera andra faktorer kan påverka kvigans prestation efter sin första kalvning som exempelvis kroppsstorlek, kroppsvikt, hantering och tillväxt (Berry & Cromie 2009).

Åldern vid inkalvning kan förväntas variera mellan olika besättningar, raser eller individer. Enligt Växas husdjursstatistik för kokontrollår 2023 var medeltalet för inkalvningsålder i konventionell drift 26,6 månader i Sverige (Växa 2024). Det skiljer sig från Växas egna rekommendationer som rekommenderar en inkalvningsålder på 23 månader (Växa 2022). Det finns flera produktionsrelaterade faktorer som orsakar att inkalvningsåldern skiljer sig mellan olika besättningar och individer, bortsett från ras. Lantbrukarens egen erfarenhet och inställning kan ha stor påverkan, samt andra faktorer, som tillväxt, foderkvalitet, brunstpassning, fruktsamhet, årstid, bete och tidsbrist (Strömvall 2020).

Med tanke på att ålder vid första kalvning är en komplex egenskap, skulle det vara möjligt att selektera för den, om det finns en genetisk bakgrund till inkalvningsålder. Det finns forskning som visat att inkalvningsålder är genetiskt korrelerad med flera egenskaper (Ruiz-Sánchez et al. 2007; Hutchison et al. 2017; Ferrari et al. 2024). I dagsläget ingår inte inkalvningsålder som egenskap i det nordiska avelsmålet, enligt det nordiska totalindexet för mjölkkor (Nordic Cattle Genetic Evaluation 2024).

Syfte och frågeställningar

Syftet med den här litteraturstudien är att beskriva hur inkalvningsålder påverkar olika egenskaper hos kon samt besättningens ekonomi. Studien ska också beskriva om det finns en genetisk bakgrund till inkalvningsålder. Litteraturstudien ska besvara följande frågeställningar;

- Hur påverkar inkalvningsålder olika produktionsegenskaper hos kon?
- Vilken inkalvningsålder ger bäst förutsättningar för besättningens ekonomi?
- Finns det en genetisk bakgrund till inkalvningsålder?

Litteraturgenomgång

2.1 Material och metod

För att genomföra denna litteraturgenomgång användes elektroniska databaser såsom Sveriges lantbruksuniversitets databas Primo och Web of Science. Söktermerna som använts är "age at first calving OR calving age" tillsammans med termer såsom "dairy cow", "genomic", "traits" och "economic". Endast vetenskapliga och engelskspråkiga artiklar har använts.

Efter att initialt ha erhållit tusentals artiklar sorterades övervägande del bort genom relevansverktyget hos de använda databaserna. De återstående studierna granskades baserat på deras lämplighet i relation till urvalskriterierna. Urvalskriterierna bestod av krav såsom att studien var utförd på mjölkkor, utfördes i ett lämpligt geografiskt område och erhöll information om egenskaper som var relevanta för arbetet. Till slut inkluderades 25 artiklar som uppfyllde kriterierna för denna litteraturgenomgång. En kvalitetsbedömning utfördes för att bedöma risk för bias och metodologiska svagheter i de inkluderade studierna. Denna litteraturgenomgång involverade ingen primärdatainsamling och inkluderade enbart publicerade vetenskapliga artiklar. Därför krävdes ingen särskild etisk granskning.

2.2 Olika rekommendationer för inkalvningsålder

Med tanke på den omfattande forskningen kring inkalvningsålder hos mjölkkor, finns det en viss variation i rekommendationerna för när en kviga bör kalva in, med hänsyn till flera olika faktorer. Faktorerna att ta hänsyn till är delvis hur det påverkar kvigans framtida prestation, delvis hur det påverkar besättningens ekonomi.

Flera källor rekommenderar en inkalvningsålder för mjölkkor omkring 24 månader (Pirlo et al. 2000; Nilforooshan & Edriss 2004; Sherwin et al. 2016; Heinrichs et al. 2017; Sawa et al. 2019). Det finns en viss variation inom vilket intervall som rekommenderas. Heinrichs et al. (2017) skrev att inkalvningsåldern bör ligga mellan 22 och 24 månader, medan Pirlo et al. (2000) och Sherwin et al. (2016) framförde att intervallet bör vara 23 till 24 månader. Sawa et al. (2019) beskrev i stället att en inkalvningsålder från 22 till 26 månader anses vara mest optimal.

Orsaken till att en inkalvningsålder på 24 månader anses vara optimal grundar sig bland annat i att den största positiva skillnaden mellan intäkter från mjölkavkastning och uppfödningkostnader ligger i intervallet 23 till 24 månader (Nilforooshan & Edriss 2004). Sherwin et al. (2016) visade att risk för avlivning ökar utanför det rekommenderade intervallet till följd av låg fertilitet. En ökad inkalvningsålder, framför allt över 28 månader förväntades leda till minskad mjölkproduktion, minskat antal kalvningar och en ökad utslagningsgrad på grund av låg mjölkproduktion och juversjukdomar (Sawa et al. 2019).

I en studie som skiljer sig något från de föregående, beskrev Hutchison et al. (2017) att det finns en skillnad mellan olika raser. Holstein och Brown Swiss bör enligt deras rekommendationer ha en inkalvningsålder från 21 till 22 månader till skillnad från Jersey som rekommenderas en inkalvningsålder från 20 till 21 månader. Skillnaderna mellan raserna grundade sig i en ogynnsam fenotypisk korrelation mellan en lägre inkalvningsålder och ökat antal dödfödslar hos raserna Holstein och Brown Swiss. Studiens slutsats indikerade att en lägre inkalvningsålder i jämförelse med rasgenomsnittet skulle leda till en maximerad produktion, förbättrad kvigbefruktningsfrekvens och förbättrad lönsamhet.

Krpáková et al. (2014b) hade som syfte att undersöka sambandet mellan tillväxt och inkalvningsålder. Resultatet visade att kroppsvikten vid 14 månaders ålder hade ett samband med inkalvningsåldern, vilket indikerade att en högre kroppsvikt vid 14 mån också resulterade i en lägre inkalvningsålder. Baserat på sina resultat menade de att den universella rekommendationen för inkalvningsålder eventuellt inte bör tillämpas på alla besättningar, eftersom utfallet påverkas av djurets resultat och skötseln på gården.

2.3 Påverkan på kons egenskaper

Det finns flera studier som undersökt hur inkalvningsålder påverkar kons egenskaper, som mjölkavkastning, fertilitet och celltal. Gemensamt för studierna som listas nedan är att de har undersökt en fenotypisk korrelation mellan inkalvningsålder och andra egenskaper, om inte annat anges.

2.3.1 Mjölkavkastning

Det finns studier som undersökt hur mjölkavkastningen påverkas av inkalvningsålder, med varierande resultat. Gemensamt för flera studier är att mjölkproduktion minskar vid en låg inkalvningsålder (Nilforooshan & Edriss 2004; Krpálková et al. 2014a; Eastham et al. 2018; Fodor et al. 2019; Sawa et al. 2019; Atashi et al. 2021). Atashi et al. (2021) och Krpálková et al. (2014b) fann att en inkalvningsålder på 23 månader eller lägre resulterade i lägst mjölkavkastning. Det skiljer sig något från andra studier som menade att mjölkproduktionen var lägst för kvigor som kalvade tidigare än 22 månader (Sawa et al. 2019; Fodor et al. 2019). Atashi et al. (2021) skrev att en högre inkalvningsålder har ett samband med en högre mjölkavkastning. Å andra sidan skrev Sawa et al. (2019) och Fodor et al. (2019) att kvigor som kalvade in mellan 22 och 26 månaders ålder hade högst mjölkavkastning. Nilforooshan & Edriss (2004) menade att 24 månaders ålder gav den högsta mjölkavkastningen till följd av en svag, negativ fenotypisk korrelation mellan inkalvningsålder och mjölkavkastning. Deras resultat visade att både en inkalvningsålder lägre och högre än 24 månader är förknippad med minskad mjölkproduktion. Minskad mjölkproduktion för kvigor som kalvade in vid lägre ålder kan bero på att kvigor inte är tillräckligt utvecklade vid en lägre ålder. Negativ effekt på mjölkavkastningen hos kvigor med en högre inkalvningsålder kan bero på faktorer som är kopplade till åldern (Nilforooshan & Edriss 2004), men vilka dessa faktorer skulle vara framgick inte i studien.

2.3.2 Mjölkinnehåll

Mjölakens innehåll har visat sig ha ett samband med inkalvningsålder. Nilforooshan & Edriss (2004) fann en svag, positiv fenotypisk korrelation mellan fetthalten i mjölken och inkalvningsålder. Fetthalten i mjölken ökade upp till en inkalvningsålder på 24 månader och efter 24 månader började den minska (Nilforooshan & Edriss 2004). En annan studie visade att i takt med ökad inkalvningsålder ökade innehållet av fett och protein i mjölken, vilket indikerar att kvigor med en lägre inkalvningsålder har ett mindre protein- och fettutbyte i mjölken (Eastham et al. 2018). Krpálková et al. (2014b) studie visade ett liknande resultat för fetthalten i mjölken där gruppen med en inkalvningsålder över 25 månader hade högst fettinnehåll jämfört med gruppen som hade en lägre

inkalvningsålder. Däremot fann de det omvända resultatet för proteinhalten i mjölken, där den äldre gruppen observerades ha lägst proteininnehåll i mjölken.

2.3.3 Celltal

Celltal beräknas med hjälp av en analys av antalet somatiska celler i mjölk och ett högt celltal är en indikation på dålig juverhälsa hos kon eller i besättningen (Statens veterinärmedicinska anstalt u.å.). Ett signifikant samband mellan en ökad inkalvningsålder och ett ökat celltal har observerats. Det kan bero på att en lägre inkalvningsålder associeras med en god hälsa under uppfödningssperioden, och att det i sin tur skulle resultera i en ökad motståndskraft mot mastit och därmed ett lägre celltal (Atashi et al. 2021). Easthams et al. (2018) studie framförde att lägst respektive högst celltal sågs hos kvigor med en inkalvningsålder på 21 månader respektive 41 månader. I den studien ansågs det kunna bero på att kvigor med en högre inkalvningsålder exponeras för patogener före kalvning under en längre period, vilket skulle kunna leda till högre celltal. Författarna menade på att en lägre inkalvningsålder resulterar i en minskad förekomst av klinisk mastit, med tanke på lägre somatiska celler observerade i mjölken hos kvigor med en lägre inkalvningsålder.

2.3.4 Sannolikhet för en andra kalvning

En annan egenskap som undersökts i flera studier är sannolikheten för att kon ska kalva en andra gång. Flera källor framförde att en lägre inkalvningsålder ökar sannolikheten att kalva en andra gång (Berry & Cromie 2009; Sherwin et al. 2016; Eastham et al. 2018; Fodor et al. 2019). Sherwin et al. (2016) beskrev att kvigor som kalvat in vid 23 till 24 månaders ålder hade högst sannolikhet att kalva en andra gång. Sawa et al. (2019) visade ett liknande resultat, att en inkalvningsålder på 22 till 24 månader gav kvigorna bäst förutsättningar för att överleva. Sherwin et al. (2016) beskrev att kvigor som kalvar in vid en ålder på 23 till 24 månader hade en mindre risk för utslagning, vilket inom detta intervall var förknippat med bättre fertilitet och mjölkproduktion.

En annan studie av Krpálková et al. (2014a) beskrev motsatsen till föregående studier. Studien visade att gruppen med kvigor som kalvade in yngre än 24 månader hade högst utslagningsgrad. I studien förklarades utslagningssakerna, hos kvigor som kalvade in vid en lägre ålder, vara bland annat låg fertilitet, rörelsestörningar, matsmältningssjukdomar, skador, eller andningssjukdomar. Studien visade däremot också att andelen kor som slogs ut till följd av låg fertilitet var som högst i gruppen med kvigor som hade en inkalvningsålder över 26 månader (Krpálková et al. 2014a), vilket överensstämmer med föregående studier.

2.3.5 Produktiv livslängd

Den produktiva livslängdens samband med inkalvningsålder överensstämmer med övervägande del av resultaten för sannolikheten att kalva en andra gång. En lägre inkalvningsålder har visat sig ha ett samband med att stanna kvar längre i produktionen (Berry & Cromie 2009; Sherwin et al. 2016; Hutchison et al. 2017; Eastham et al. 2018; Fodor et al. 2019; Sawa et al. 2019). Det kan grunda sig i att sannolikheten att avlivas ökar i takt med en ökad inkalvningsålder (Fodor et al. 2019). Sherwin et al. (2016) skrev att det finns ett signifikant samband mellan ökad risk för utslagning och en inkalvningsålder över 24 månaders ålder. Sawa et al. (2019) menade att den produktiva perioden var som längst hos kor som hade en inkalvningsålder på 22 till 24 månader. Det kan vara en orsak till att kor med en lägre inkalvningsålder visat sig ha en högre livstidsavkastning (Hutchison et al. 2017; Eastham et al. 2018). Hutchison et al. (2017) skrev att resultaten indikerar att kvigor med en lägre inkalvningsålder har större sannolikhet att stanna kvar i besättningen längre.

2.3.6 Dystoki - kalvningssvårigheter

Dystoki innebär en svår eller abnorm förlossning (*dystoci - Uppslagsverk - NE.se* u.å.). En studie visade att kvigor med en inkalvningsålder utanför intervallet 23 till 26 månader hade en högre förekomst av dystoki. De främsta orsakerna förklarades vara kalvens födelsevikt och kvigans storlek. Kvigans bäckenstorlek var den främsta faktorn för kvigor som kalvade in innan 23 månaders ålder, medan kalvens födelsevikt var den främsta faktorn för kvigor som kalvade in efter 26 månader (Atashi et al. 2021). Probo et al. (2022) samt Berry & Cromie (2009) fann att inkalvningsålder inte hade ett samband med kalvningssvårighet. De varierande resultatet kan troligen förklaras av skillnader i hur man definierar inkalvningsålder, samt att könssorterad sperma användes, vilket resulterade i en högre födelsefrekvens av kvigkalvar i den senare studien (Probo et al. 2022). Dhakal et al. (2013) har visat att kvigkalvar ger lättare kalvningar i jämförelse med tjurkalvar. Detta skulle kunna förklara lägre kalvningssvårigheter hos kvigor som får kvigkalvar. Andra faktorer som kan göra det svårt att se ett samband mellan inkalvningsålder och kalvningssvårigheter är att tillväxthastighet och kroppsutveckling inte endast påverkas av ålder, utan även andra faktorer såsom genetik, utfodring och hälsa spelar in (Probo et al. 2022). Ettema & Santos (2004) fann inte heller något samband mellan inkalvningsålder och kalvningssvårigheter, däremot hittade de signifikanta resultat för sambandet mellan kalvningssvårigheter och kön hos kalven. Resultatet visade i linje med Dhakal et al. (2013) studie att tjurkalvar ökade risken för dystoki, vilket i studien härleddes till att tjurkalvarna var större i jämförelse med kvigkalvarna.

2.3.7 Fertilitet

Det finns olika fertilitetsrelaterade egenskaper som visat sig ha ett samband med inkalvningsålder, bland annat kalvningsintervall och tomperiod (perioden mellan kalvning och dräktighet) i kommande laktation. Flera källor är överens om att en högre inkalvningsålder visat sig ha ett samband med längre kalvningsintervall i första laktationen (Eastham et al. 2018; Turiello et al. 2020; Atashi et al. 2021). Eastham et al. (2018) fann det kortaste kalvningsintervallet i kommande laktation på 401 dagar hos de kvigor som hade en inkalvningsålder på 23 månader. De konstaterade att det var signifikant lägre än hos kvigor med en inkalvningsålder på 26 månader eller högre. Krpálková et al. (2014b) fann att tomperioden i första laktation var längre hos de kvigor som hade en högre inkalvningsålder (Krpálková et al. 2014b), vilket stämmer överens med föregående studier.

Studierna har visat olika inkalvningsåldrar där den största andelen kor är utslagna till följd av låg fertilitet (Krpálková et al. 2014a; Sawa et al. 2019). Sawa et al. (2019) fann högst andel kor som var utslagna till följd av orsaker kopplade till fertilitet hos kor med en inkalvningsålder på 22 till 24 månader, samtidigt visade gruppen med en inkalvningsålder på mindre än 22 månader den lägsta andelen. Å andra sidan fann Krpálková et al. (2014a) att gruppen med en inkalvningsålder på 27 månader och över hade högst utslagning till följd av låg fertilitet. Sawa et al. (2019) förklarade att oavsett inkalvningsålder var nedsatt fertilitet eller reproduktiva sjukdomar de främsta orsakerna för utslagning.

2.4 Påverkan på besättningens ekonomi

Inkalvningsålderns påverkan på besättningens ekonomi är en av de huvudsakliga orsakerna till att man vill optimera inkalvningsåldern. Anledningen till att inkalvningsålder har en stor påverkan på ekonomin i besättningen grundar sig i kostnaden för uppfödningensperioden, eftersom kvigan då inte genererar någon ekonomisk avkastning för besättningen. När den produktiva perioden inleds, börjar kvigan generera intäkter för besättningen genom att producera mjölk efter att ha fött sin första kalv. Därmed leder en högre inkalvningsålder till en ökning av uppfödningenskostnaderna (Ettema & Santos 2004). Nilforooshan & Edriss (2004) framförde att när inkalvningsåldern sträcker sig längre än 30 månader blir uppfödningensperioden längre än den genomsnittliga produktiva livslängden. Det kan appliceras på Sveriges statistik där den genomsnittliga åldern vid utslagning av en mjölkko är 61 månader år 2023 (Växa 2024). Därmed leder en inkalvningsålder över 30,5 månader till en kortare produktiv livslängd för kon än uppfödningensperioden, utifrån svensk statistik.

Boulton et al. (2017) visade att totalkostnaden för uppfödning är starkt korrelerad med inkalvningsåldern och andelen av uppfödningstiden som tillbringas på bete. Med en kalvningsålder på 26 månader tenderar kostnaderna att öka progressivt i förhållande till åldern vid första kalvning. För kor som kalvar in vid 23 månaders ålder, kan kostnaderna förväntas minska, medan de för kor som kalvar in vid 30 månader eller senare förväntas öka. Detta indikerar en positiv korrelation mellan inkalvningsåldern och kostnader. Andra faktorer, såsom besättningens kalvningsmönster, storleken på mjölkbesättningen och rasen, påverkar också kostnaderna. Detta indikerar att det finns flera variabler som påverkar kostnaderna för uppfödning. Förståelsen för dessa faktorer är viktig för att kunna effektivisera resultatet och ekonomin för mjölkproducenter. I Bach & Ahedo (2008) studie framfördes att effektiviteten i näringsupptagningsförmågan minskar med ålder, vilket är en orsak till att den dagliga utfodringskostnaden ökar i takt med en ökad ålder (Bach & Ahedo 2008). Det kan i sin tur betraktas som en bidragande faktor till att kostnaderna ökar i takt med en högre inkalvningsålder.

Rekommendationerna för optimal inkalvningsålder kan även tillämpas ur en ekonomisk synvinkel. Det vill säga att det finns en ekonomisk fördel med att hålla inkalvningsålder till 24 månader (Pirlo et al. 2000; Ettema & Santos 2004; Nilforooshan & Edriss 2004). Detta förklaras genom att den största positiva skillnaden mellan mjölkavkastning och kostnaden för uppfödningstiden är inom intervallet för en inkalvningsålder mellan 23 och 24 månader (Pirlo et al. 2000). Pirlo et al. (2000) hävdade att endast låga mjölkpriser och höga uppfödningkostnader skulle kunna ligga till grund för att en inkalvningsålder på 22 månader skulle vara mer lönsam. Det är däremot viktigt att ha andra aspekter i beaktning vid ett sådant beslut såsom biologiska begränsningar och dåligt utvecklade kvigor (Pirlo et al. 2000).

Tidigare nämnda studier beskriver att en ökning av mjölkproduktion sker i viss mån i takt med en ökad inkalvningsålder. Som tidigare nämnts innebär samtidigt en högre inkalvningsålder större kostnader till följd av den längre uppfödningstiden och det längre intervallet mellan kalvning och befruktning under första laktationen. Vid en högre inkalvningsålder beräknas kostnaden för längre uppfödningstid och ökat antal tom dagar i första laktation vara högre i förhållande till den potentiella tillförda inkomsten för den ökade mjölkproduktionen (Turiello et al. 2020).

Det finns studier som motsäger tidigare nämnda studier. Krpálková et al. (2014a) fann den högsta kostnaden för att ersätta kor i besättningen med en inkalvningsålder på 24,5 månader eller lägre. Detta berodde på att kvigor med en inkalvningsålder under 24,5 månader hade högre utslaktningsgrad och lägst nettointäkt per ko i

besättningen än grupper som hade en senare inkalvningsålder. Den högsta nettointäkten per ko uppnåddes i gruppen med en inkalvningsålder mellan 24,5 och 26 månader. Deras slutsats landade i att en yngre inkalvningsålder inte alltid är den mest lönsamma utan kan vara beroende av lokala förhållanden. De beskrev även att en intensiv uppfödning av kvigor skulle kunna orsaka sämre fertilitet och att det därmed skulle leda till högre kostnader för kvigor med en lägre inkalvningsålder.

2.5 Genetisk bakgrund för inkalvningsålder

2.5.1 Genomomfattande associationsstudie

I en studie gjord i USA har en genomomfattande associationsstudie genomförts för att undersöka genetiska varianter och regioner som påverkar inkalvningsålder. En genomomfattande associationsstudie har som syfte att identifiera genetiska varianter samband med specifika egenskaper. Studien identifierade 3 kromosomer med signifikanta additiva effekter för egenskapen, varav 2 var könshormongener. Dessa två könshormongener var genen för könshormonbildande globulin och progesteronreceptorgenen. Den ena genen var sannolikt kopplad till tidig könsmodning och den andra spelar en central roll för att etablera och upprätthålla dräktigheten. Resultatet identifierade dominans effekter för inkalvningsålder där sju SNP med negativa dominansvärden för recessiva homozygota genotyper hittades. Författarnas uppmaning var att avliva alla kvigor som bar på dessa genotyper, vilket beror på att kvigor som bar de recessiva genotyperna krävde flera dagar innan första kalvning och hade en lägre avkastning (Prakapenka et al. 2023). Prakapenka et al. (2023) skrev att deras studie gav underlag och nya bevis för att skapa en förståelse för genetiska varianter och kromosomer som påverkar inkalvningsålder. Det är viktigt att beakta att studien framförde att det inte finns studier som fått fram liknande resultat.

2.5.2 Arvbarhet

Arvbarhet är ett statistiskt mått på en egenskaps ärftlighet. Ifall värdet är 0 innebär det att endast miljöfaktorer påverkar egenskapen medan ett värde på 1 innebär att det endast är genetiska faktorer som spelar in (Nationalencyklopedin u.å.). I litteraturen finns olika värden av arvbarheten för inkalvningsålder däribland 0,03–0,05 (Ferrari et al. 2024) och 0,47 (Ruiz-Sánchez et al. 2007). Ruiz Sánchez et al. (2007) hade i sitt resultat ett högre värde för arvbarhet av inkalvningsålder i den fullständiga datamängden (0,47) jämfört med resultat där de utgått från olika miljöklasser. Arvbarheten i lågavkastande besättningar beräknades vara 0,20, medan arvbarheten i högavkastande besättningar beräknades vara 0,33. Detta indikerade förekomst av genotyp x miljöspel hos egenskapen.

2.5.3 Genetiska korrelationer

Genetisk korrelation är ett mått som indikerar i vilken utsträckning två olika egenskaper påverkas av samma gener. En negativ genetisk korrelation indikerar att om ena egenskapen ökar kommer den andra att minska. Å andra sidan indikerar en positiv genetisk korrelation att om ena egenskapen ökar kommer även den andra egenskapen öka (ICBF 2024). Det finns flera genetiska korrelationer identifierade mellan inkalvningsålder och andra egenskaper.

Det finns studier som har försökt att förklara sambandet mellan inkalvningsålder och kvigans produktiva liv/livslängd med hjälp av genetiska korrelationer. Hutchinson et al. (2017) och fann en genetisk korrelation mellan inkalvningsålder och produktivt liv på -0,34. I studien menar man att en ökad inkalvningsålder hade resulterat i en kortare produktiv livslängd. Ferrari et al. (2024) har i stället beräknat en genetisk korrelation mellan inkalvningsålder och total livslängd och fick fram ett värde på -0,34. Korrelationen indikerar i linje med Hutchinson et al. (2017) studie, att en yngre inkalvningsålder hade resulterat i en längre livslängd.

Mjölkavkastning och inkalvningsålder har visat sig vara genetiskt korrelerade. De olika genetiska korrelationerna är -0,43 (Hutchinson et al. 2017), -0,39 (Ferrari et al. 2024) och -0,44 (Ruiz-Sánchez et al. 2007). Ruiz-Sánchez et al. (2007) menade att selektion för mjölkavkastning också kommer resultera i en minskad inkalvningsålder, vilket i sin tur skulle resultera i en minskad uppfödningkostnad för rekryteringskvigor. Hutchinson et al. (2017) styrker Ruiz-Sánchez et al. (2007) resonemang då de skrev att en ökad inkalvningsålder skulle resultera i en minskad avkastning. Ferrari et al. (2024) förklarade att kor med lägre inkalvningsålder producerar mindre mjölk i första laktationen men att vid betraktning av livstidsprestation var mjölkavkastningen större hos kvigor med lägre inkalvningsålder. Det kan i sin tur förklaras av en längre produktiv livslängd hos kor med en lägre inkalvningsålder.

Innehållet i mjölken har också visat sig ha ett genetiskt samband med inkalvningsålder, fetthalten och proteininnehållet i mjölken har undersökts. Hutchinson et al. (2017) resultat visade en genetisk korrelation på -0,41 för fetthalten. Resultatet indikerade att kvigor som har en lägre inkalvningsålder tenderar att ha en högre fetthalt i mjölken jämfört med kvigor som har en högre inkalvningsålder. Proteininnehållet i mjölken och inkalvningsålder har visat sig ha en genetisk korrelation på -0,53. Det kan i sin tur indikera att kvigor med en lägre inkalvningsålder tenderar att ha ett högre proteininnehåll i mjölken (Hutchinson et al. 2017). Ferrari et al. (2024) kom fram till en genetisk korrelation för fetthalten i mjölken respektive proteininnehållet i mjölken på -0,40 respektive -0,51. Resultatet från deras studie indikerade att kvigor med en lägre inkalvningsålder har ett lägre

fett- och proteininnehåll i sin mjölk i första laktationen, men när man betraktade livstidsprestationer var det högre än för kvigor med högre inkalvningsålder.

Det finns även genetiska korrelationer för inkalvningsålder kopplat till fertilitet. Inkalvningsålder har visat sig ha genetiska korrelationer med fertilitetsegenskaper såsom intervall från första till sista insemination för kviga och för ko, dräktighetsfrekvens för kviga och ko, dräktighetsfrekvens hos avkomman samt direkt dräktighetslängd (Hutchison et al. 2017; Ferrari et al. 2024). I Ferrari et al. (2024) studie visade resultatet en genetisk korrelation för intervallet från första till sista insemination och inkalvningsålder för kviga och ko, 0,43 respektive 0,17. Författarna menade att resultatet indikerade att en genetisk selektion med syfte att minska inkalvningsåldern hade förbättrat dessa egenskaper. Följande genetiska korrelationer är erhållna från Hutchinson et al. (2017) studie; dräktighetsfrekvens för kviga (-0,45), dräktighetsfrekvens för ko (-0,27) och dräktighetsfrekvens hos avkomman (-0,30). Resultaten indikerade, enligt författarna, att en ökad inkalvningsålder hade resulterat i en minskad fertilitet. En annan egenskap som undersökts är direkt dräktighetslängd med vilken den genetiska korrelationen enligt Ferrari et al. (2024) är 0,26. Det framgick inte i studien om det är den pågående dräktigheten eller dräktigheten i första laktationen som undersökts.

Diskussion

Inkalvningsålder är en komplex egenskap som påverkas av flera olika faktorer, vilket kan förklara de varierande resultaten från de olika studierna som listas i arbetet. Det är däremot klarlagt att en yngre inkalvningsålder i förhållande till dagens genomsnitt är mer optimal, både ur en ekonomisk synpunkt och för att främja kons produktiva egenskaper. En övervägande del av studierna beskriver en inkalvningsålder på 24 månader som optimal. Ur en ekonomisk synvinkel grundar det sig i att uppfödningens kostnader blir mindre i takt med en lägre inkalvningsålder och att livstidsavkastningen blir högre. Pirlo et al. (2000) skrev att den största positiva skillnaden mellan mjölkavkastning och uppfödningens kostnader finns för en inkalvningsålder inom intervallet 23 till 24 månader, vilket stödjer resonemanget. Det är också viktigt att inte ha en för låg inkalvningsålder, då det kan ge negativ effekt på andra egenskaper, såsom kalvens överlevnad och kvigans fertilitet (Krpáľková et al. 2014a; Hutchison et al. 2017). Däremot finns det en skillnad mellan besättningar, vilket Krpáľková et al. (2014b) nämnde i sin studie. Vid beaktande av kons egenskaper vid olika inkalvningsålder är även en inkalvningsålder omkring 24 månader mest gynnsam enligt de flesta källorna. Framför allt egenskaper såsom mjölkavkastning, sannolikhet för en andra kalvning, produktiv livslängd, celltal och fertilitet påverkas gynnsamt vid en inkalvningsålder runt 24 månader (Krpáľková et al. 2014b; Sherwin et al. 2016; Hutchison et al. 2017; Atashi et al. 2021).

Utifrån litteraturgenomgången är det svårt att avgöra hur den genetiska bakgrunden för inkalvningsålder ser ut. Denna betoning understryker behovet av ytterligare forskning för att kunna dra några definitiva slutsatser. Däremot finns det studier som indikerar att det finns en genetisk bakgrund till inkalvningsålder. Ruiz et al. (2007) förklarade att resultatet från deras studie gav insikt i komplexiteten av de genetiska sambanden för inkalvningsålder. Den genomfattande studien som tas upp i litteraturgenomgången påpekar att det inte finns forskning som fått fram liknande resultat, vilket återigen förklarar vikten av ytterligare forskning inom området. Den övervägande delen av genetiska korrelationer som presenteras i litteraturgenomgången är gynnsamma för en lägre inkalvningsålder. Direkt dräktighetslängd var den enda genetiska korrelationen som enligt Ferrari et al. (2024) betraktades som ogynnsam vid en lägre inkalvningsålder. Ferrari et al.

(2024) skrev att det bör hanteras genom att utvärdera första insemination tillsammans med egenskaper såsom könsmognad. Mer forskning som styrker den genomiska bakgrunden för inkalvningsålder hade varit ett bra komplement att väga in vid avelsvärdering av nötkreatur som används till mjölkproduktion, under förutsättning att man utvärderar inkalvningsålder tillsammans med andra viktiga egenskaper.

Resultaten från studier som tas upp i litteraturgenomgången har en viss variation. Eftersom det är ett fenotypiskt samband som undersökts under rubriken påverkan på kons egenskaper förklaras variationen i resultat genom den miljömässiga faktorn som skiljer sig mellan olika studier. Det väsentliga är att hitta resultat som liknar varandra över flera studier, eftersom dessa kan tillämpas praktiskt. Variationen i resultat mellan olika studier kan bero på flera faktorer, såsom olika metoder för kategorisering av ålder vid första kalvning, geografiska skillnader och variationer i omfattningen av datainsamling. Krpálková et al. (2014a) nämnde i deras studie att de endast från 9 av totalt 33 gårdar kunde erhålla data från kvigor med en inkalvningsålder yngre än 25 månader. Eastham et al. (2018) skrev att vissa gårdar som ingick i deras studie endast bidrog med data från färre än 10 djur. Det skulle kunna vara en anledning till att det är svårt att skapa sig en generell bild kring hur inkalvningsålder påverkar olika egenskaper, då det inte finns tillräckligt med kvigor att samla in data ifrån. Ett annat exempel är Ferrari et al. (2024) där det är svårt att tyda vilken slags korrelation som undersökts, och att den genetiska korrelationen de har undersökt skiljer sig från andra studier. Detta grundar sig i att de hade vänt på egenskapen inkalvningsålder. Detta resulterade i att de genetiska korrelationer som presenterades i deras studie hade omvända tecken. För att göra resultatet mer lättbegripligt och för att lättare kunna jämföra mot andra studier är deras korrelationer presenterade med omvänt tecken i det här arbetet. Likväl är det en svaghet med den studien. Detta indikerar också varför resultat från olika studier dels är svåra att jämföra och tyda, dels skiljer sig från varandra.

Det är viktigt att ha i åtanke att litteraturgenomgången framför ett urval av artiklar och inte representerar all forskning som bedrivits om inkalvningsålder. Däremot är många av källorna överens om att en lägre inkalvningsålder är mer gynnsamt för besättningen. Majoriteten av studier som finns om inkalvningsålder är utförda på rasen Holstein. Endast en studie som är hänvisad till i arbetet har undersökt skillnaden mellan olika raser. Det är viktigt att i åtanke att en inkalvningsålder på 24 månader troligen lämpar sig bäst för rasen Holstein, därmed kanske inte bör tillämpas på andra raser utan vidare studier.

Det finns flera faktorer som orsakar en varierande inkalvningsålder hos olika besättningar. Trots forskning antyder en optimal inkalvningsålder på 24 månader är

snittet på inkalvningsålder 26,6 månader i Sverige (Växa 2024). Denna situation kan delvis härledas till otillräcklig förmedling av forskningsresultat till lantbrukare, delvis till gårdsdriftens förvaltning. Faktorer såsom bristfällig planering, bristfällig brunstkoll, bristfällig seminhantering eller andra oväntade händelser som fördröjer intervallet mellan födsel och första inseminering kan ha en påverkan. Med hjälp av bättre förmedling av forskning till lantbrukarna och förbättrad förvaltning på gården skulle snittet för inkalvningsålder i Sverige förhoppningsvis minska. Det är också viktigt att ha i åtanke att all forskning som listas i litteraturgenomgången är bedriven utomlands. För att få en klarare bild av hur detta kan tillämpas inom svenskt lantbruk bör det genomföras forskning på svenska gårdar.

Slutsats

Inkalvningsålder är en komplex faktor som måste betraktas ur olika perspektiv. En inkalvningsålder på 24 månader är fördelaktig både för besättningsens ekonomi och för att optimera kons produktiva egenskaper. Genom att minska inkalvningsåldern från dagens genomsnitt kan man förbättra besättningsens ekonomi och även påverka andra viktiga egenskaper positivt, såsom livstidsproduktion, juverhälsa och fertilitet. För att kunna inkludera inkalvningsålder som egenskap i avelsmålet krävs det ytterligare forskning om den genetiska bakgrunden till inkalvningsålder. Inkalvningsålder är en viktig parameter att överväga vid utvärdering av besättningen och kan ge värdefull information om andra viktiga parametrar såsom besättningsens ekonomi, gårdsdriftens förvaltning och andra produktionsrelaterade egenskaper.

Referenser

- Atashi, H., Asaadi, A. & Hostens, M. (2021). Association between age at first calving and lactation performance, lactation curve, calving interval, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows. *PloS one*, 16 (1), e0244825–e0244825. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.024482>
- Bach, A. & Ahedo, J. (2008). Record Keeping and Economics of Dairy Heifers. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24 (1), 117–138. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.001>
- Berry, D.P. & Cromie, A.R. (2009). Associations between age at first calving and subsequent performance in Irish spring calving Holstein–Friesian dairy cows. *Livestock Science*, 123 (1), 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.10.005>
- Boulton, A.C., Rushton, J. & Wathes, D.C. (2017). An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. *animal*, 11 (8), 1372–1380. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000064>
- Chuck, G. (2022). Replacement Management in Cattle: Health Management☆. I: McSweeney, P.L.H. & McNamara, J.P. (red.) *Encyclopedia of Dairy Sciences (Third Edition)*. Academic Press. 787–796. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00190-2>
- Dhakal, K., Maltecca, C., Cassady, J.P., Baloché, G., Williams, C.M. & Washburn, S.P. (2013). Calf birth weight, gestation length, calving ease, and neonatal calf mortality in Holstein, Jersey, and crossbred cows in a pasture system. *Journal of Dairy Science*, 96 (1), 690–698. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5817>
- Eastham, N.T., Coates, A., Cripps, P., Richardson, H., Smith, R. & Oikonomou, G. (2018). Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. *PLOS ONE*, 13 (6), e0197764. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197764>
- Ettema, J.F. & Santos, J.E.P. (2004). Impact of Age at Calving on Lactation, Reproduction, Health, and Income in First-Parity Holsteins on Commercial Farms. *Journal of Dairy Science*, 87 (8), 2730–2742. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73400-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73400-1)

- Ferrari, V., Galluzzo, F., van Kaam, J.B.C.H.M., Penasa, M., Marusi, M., Finocchiaro, R., Visentin, G. & Cassandro, M. (2024). Genetic and genomic evaluation of age at first calving in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 107 (5), 3104–3113. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23493>
- Fodor, I., Lang, Z. & Ózsvári, L. (2019). Relationship of dairy heifer reproduction with survival to first calving, milk yield and culling risk in the first lactation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33 (8), 1360–1368. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0474>
[2024-05-06]
- Heinrichs, A.J., Zanton, G.I., Lascano, G.J. & Jones, C.M. (2017). A 100-Year Review: A century of dairy heifer research. *Journal of Dairy Science*, 100 (12), 10173–10188. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12998>
- Hoffman, P.C., Brehm, N.M., Price, S.G. & Prill-Adams, A. (1996). Effect of Accelerated Postpubertal Growth and Early Calving on Lactation Performance of Primiparous Holstein Heifers. *Journal of Dairy Science*, 79 (11), 2024–2031. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76575-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76575-X)
- Holmström, L. & Strömvall, C. (2020). Mjölkföretagares inställning och tankar om Inkalvningsålder: stämmer den teoretiska rekommendationen med praktiken? Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi.
https://stud.epsilon.slu.se/16190/3/holmstrom_1_stromvall_c_201015.pdf
- Hutchison, J.L., VanRaden, P.M., Null, D.J., Cole, J.B. & Bickhart, D.M. (2017). Genomic evaluation of age at first calving. *Journal of dairy science*, 100 (8), 6853–6861. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12060>
- ICBF (u.å.) *Genetic-correlation*. ICBF. [Faktablad].
<https://www.icbf.com/wpcontent/uploads/2015/11/genetic-correlation.pdf>
- Krpálková, L., Cabrera, V.E., Kvapilík, J., Burdych, J. & Crump, P. (2014a). Associations between age at first calving, rearing average daily weight gain, herd milk yield and dairy herd production, reproduction, and profitability. *Journal of Dairy Science*, 97 (10), 6573–6582. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7497>
- Krpálková, L., Cabrera, V.E., Vacek, M., Štípková, M., Stádník, L. & Crump, P. (2014b). Effect of prepubertal and postpubertal growth and age at first calving on production and reproduction traits during the first 3 lactations in Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 97 (5), 3017–3027. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7419>
- Mourits, M.C.M., Huirne, R.B.M., Dijkhuizen, A.A., Kristensen, A.R. & Galligan, D.T. (1999). Economic optimization of dairy heifer management decisions. *Agricultural Systems*, 61 (1), 17–31. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(99\)00029-3](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(99)00029-3)

- Nationalencyklopedin (u.å.). Heritabilitet.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/heritabilitet>
 [2024-04-22]
- Nordic cattle genetic evaluation (2024). *Mjölkkor*.
<https://nordicebv.info/wp-content/uploads/2024/02/NAV-routine-genetic-evaluation-feb-2024.pdf> [2024-04-03]
- Nilforooshan, M.A. & Edriss, M.A. (2004). Effect of Age at First Calving on Some Productive and Longevity Traits in Iranian Holsteins of the Isfahan Province. *Journal of Dairy Science*, 87 (7), 2130–2135. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70032-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70032-6)
- Pirlo, G., Miglior, F. & Speroni, M. (2000). Effect of Age at First Calving on Production Traits and on Difference Between Milk Yield Returns and Rearing Costs in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 83 (3), 603–608. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74919-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74919-8)
- Prakapenka, D., Liang, Z. & Da, Y. (2023). Genome-Wide Association Study of Age at First Calving in U.S. Holstein Cows. *International Journal of Molecular Sciences*, 24 (8), 7109. <https://doi.org/10.3390/ijms24087109>
- Probo, M., Guadagnini, M., Sala, G., Amodeo, P. & Bolli, A. (2022). Calving Ease Risk Factors and Subsequent Survival, Fertility and Milk Production in Italian Holstein Cows. *Animals*, 12 (6), 671. <https://doi.org/10.3390/ani12060671>
- Ruiz-Sánchez, R., Blake, R.W., Castro-Gámez, H.M.A., Sánchez, F., Montaldo, H.H. & Castillo-Juárez, H. (2007). *Short Communication: Changes in the Association Between Milk Yield and Age at First Calving in Holstein Cows with Herd Environment Level for Milk Yield*. *Journal of Dairy Science*, 90 (10), 4830–4834. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0156>
- Sawa, A., Siatka, K. & Krezel-Czopek, S. (2019). Effect of Age at First Calving on First Lactation Milk Yield, Lifetime Milk Production and Longevity of Cows. *ANNALS OF ANIMAL SCIENCE*, 19 (1), 189–200. <https://doi.org/10.2478/aoas-2018-0044>
- Sherwin, V.E., Hudson, C.D., Henderson, A. & Green, M.J. (2016). The association between age at first calving and survival of first lactation heifers within dairy herds. *animal*, 10 (11), 1877–1882. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000689>
- Statens veterinärmedicinska anstalt (u.å.). *Celltalsmätning*.
<https://www.sva.se/vi-erbjuder/analyser/celltalsmaetning/c-28/c-76/p-1048>
 [2024-05-15]
- Turiello, M.P., Vissio, C., Heinrichs, A.J., Issaly, L.C. & Larriestra, A. (2020). Impact of age at first calving on performance and economics in commercial dairy herds in Argentina. *Livestock Science*, 240, 104108. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104108>

Växa (2024). *Husdjursstatistik*. Växa.

<http://www.juoverportalen.se/media/1318/husdjursstatistik-2024.pdf>

[2024-04-02]

Växa (2022). *Inkalvningsålder*.

<https://www.vxa.se/fakta/styrning-och-rutiner/hallbara-atgarder/avel/inkalvningsalder/> [2024-04-02]

Växa (2022). *Rekryteringsprocent*.

<https://www.vxa.se/fakta/styrning-och-rutiner/hallbara-atgarder/avel/rekryteringsprocent/> [2024-04-02]

Tack

Jag vill först och främst rikta ett stort tack till min handledare Erling Strandberg för all hjälp och stöd under arbetets gång. Därefter vill jag även tacka min examinator Katja Nilsson för att hon valde att examinera mig och mitt arbete. Ett varmt tack går även till Erika Sundell, som varit skrivträffshandledare och bidragit med stöd och hjälp.

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. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

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

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