



Värmestress i sen dräktighet och dess påverkan på mjölkproduktion, fertilitet och hälsa

Heat stress in late gestation and its effect on the
cow's milk production, fertility, and health

Anna Karlstrand

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Agronomprogrammet - husdjur
Uppsala 2022



Värmestress i sen dräktighet och dess påverkan på mjölkproduktion, fertilitet och hälsa

Heat stress in late gestation and its effect on the cow's milk production, fertility, and health

Anna Karlstrand

Handledare: Hanna Eriksson, SLU, institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)

Examinator: Reneé Båge, SLU, institutionen för kliniska vetenskaper (KV)

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i Husdjursvetenskap, G2E

Kurskod: EX0865

Program/utbildning: Agronomprogrammet - husdjur

Kursansvarig inst.: Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2022

Omslagsbild: Kor på bete, Photo by Andy Kelly on Unsplash (2017)

<https://unsplash.com/photos/5APBLfC2hUs>

<https://unsplash.com/license>

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: Värmestress, mjölkkor, sen dräktighet, mjölkproduktion, mjölkavkastning, fertilitet, djurhälsa

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Sammanfattning

Klimatförändringarna resulterar i allt högre omgivningstemperaturer som i framtiden beräknas stiga ytterligare. Detta utgör en risk för livsmedelssektorn eftersom allt fler värmeböljor är beräknade, vilka kan komma att resultera i alltmer värmestress. Livsmedelssektorn är en av många sektorer som påverkas av värmestress och en stadig livsmedelsförsörjning är en av grundstenarna till ett välfungerande samhälle. Mjölkkon har en viktig roll som livsmedelsproducent, bevarare av öppna landskap och biologisk mångfald och är även viktig som kulturarv. Värmestress utgör dock både ett hot mot kons hälsa, fertilitet och produktionsförmåga. Därför är det hög tid att ytterligare utforska hur mjölksektorn påverkas av värmestress. Det är väl undersökt hur värmestress under laktationen påverkar kon, dock är dess effekt under den sena dräktigheten mindre utforskad. Den sena dräktighetsperioden är en viktig period för fostertillväxt och förberedelse för den kommande laktationsperioden och därför är det av intresse att även utforska hur värmestress under denna period påverkar kon. Resultaten i denna litteraturstudie indikerar att värmestress i sen dräktighet påverkar de tre parametrarna produktion, fertilitet och hälsa negativt då man observerat försämrad avkastning, nedsatt dräktighetsprocent och ökad prevalens av ett antal sjukdomstillstånd efter kalvningen.

Nyckelord: Värmestress, mjölkkor, sen dräktighet, mjölkproduktion, mjölkavkastning, fertilitet, djurhälsa

Abstract

One of the effects of climate change is the increasing temperatures, which is estimated to increase even further in the future. This increase in ambient temperature also constitutes a risk to the agri-food sector because even more extreme heat waves are expected, which can result in more heat stress. The agri-food sector is one of many sectors that is affected by heat stress, and it is of great importance that the agricultural food sector is steadily functioning and high producing, because without reliable food production the welfare of society threatened. The dairy cow is important for food production, for keeping the landscapes open and for the preservation of biodiversity, and of importance as cultural heritage. Unfortunately, heat stress poses a threat to cow's fertility, health, and productivity. Therefore, it is due time to further research how heat stress impacts the dairy sector. The impact of heat stress during the lactation period is better researched and understood, than its effects during late gestation. The late gestational period is an important time for fetal growth and for preparation for the upcoming lactation, so it is of interest to examine how heat stress during this period impacts the cow. The results from this literature review indicate that heat stress during late gestation affects the three parameters production, fertility, and health negatively, as lower pregnancy rates, lower milk yields and higher prevalence of diseases have been observed after calving.

Keywords: Heat stress, dairy cow, late gestation, milk production, milk yield, fertility, animal health

Innehållsförteckning

1.	Introduktion	5
1.1	Klimatförändringar och värmestress	5
1.2	Värmestress i sen dräktighet	5
1.3	Syfte	7
2.	Litteraturgenomgång	8
2.1	Mjölproduktion	8
2.1.1	Mjölkvastning	8
2.1.2	Mjölksammansättning	8
2.1.3	Kalvens födelsevikt	9
2.1.4	Kons foderintag	9
2.2	Fertilitet	10
2.2.1	Kalvning till första insemination	10
2.2.2	Antal dagar från kalvning till befruktning	11
2.2.3	Antal insemineringar per dräktighet	11
2.2.4	Dräktighetsprocent	12
2.3	Hälsa	12
2.3.1	Mastit	12
2.3.2	Kvarbliven efterbörd	13
2.3.3	Livmoderinflammation	14
2.3.4	Kalvningsförlamning	14
3.	Diskussion	15
3.1	Mjölproduktion	15
3.2	Fertilitet	15
3.3	Hälsa	16
4.	Slutsats	18
	Referenser	19

1. Introduktion

1.1 Klimatförändringar och värmestress

Redan idag är effekterna av klimatförändringarna märkbara och enligt Karl och Trenberth (2003) är klimatförändringarna en av de största utmaningarna som framtida generationer står inför. Extremväder som värmeböljor blir alltmer vanliga och utgör en allt större utmaning, då de både ökar i frekvens, intensitet och duration i takt med ökande klimatförändringar (Zhang et al. 2022; Fischer & Schär 2010). Eftersom den globala uppvärmningen beräknas öka kontinuerligt är det troligt att livsmedelsproducerande djur som mjölkkor kommer utsättas för alltmer värmestress (Polsky & von Keyserlingk 2017). Författarna framhåller även att värmestress inte längre enbart drabbar livsmedelsproducerande djur i tropiska klimat. Detta till följd av att klimatförändringarna har bidragit till allt högre temperaturer även i nordligare länder. Krizsan et al. (2021) lyfter att mjölkkon och mjölkproduktionen har en betydande roll i det svenska jordbruket, då sektorn bidrar till att säkra den svenska livsmedelsproduktionen samt stöttar sysselsättningen på landsbygden. Vidare framhåller artikeln att mjölkkorna säkrar livsmedelstillgången av både mjölk och nötkött, då det är de svenska mjölkkorna som står för 67% av nötköttsproduktionen i Sverige. I takt med att värmestress blir ett alltmer utbrett problem på våra breddgrader är det risk att mjölksektorn och därmed livsmedelsproduktionen av både mjölk och nötkött i allt större utsträckning kommer påverkas negativt. Detta då värmestress hos mjölkkor har påvisats påverka mjölkproduktionen (Hall et al. 2018), fertiliteten (Cavestany et al. 1985) och djurhälsan (DuBois & Williams 1980) negativt.

1.2 Värmestress i sen dräktighet

Den sena dräktigheten är en kritisk period, då en stor del av fostrets viktökning sker under de två sista månaderna av dräktigheten (Bauman & Bruce Currie 1980). I tillägg så förbereder sig kon under denna period fysiologiskt för den kommande laktationsperioden (Capuco et al. 1997). Sinperioden som vanligen infaller under den sena dräktigheten har en stor betydelse för nästkommande laktation, då huvuddelen av mjölkkörtelvävnadens tillväxt sker under denna period (Sorensen et al. 2006). Trots de här kritiska skeendena är effekterna av värmestressen under den

sena dräktighetsperioden betydligt mindre undersökt än under laktationsperioden. Tillståndet värmestress beror på kombinationen av omgivningstemperatur och luftfuktighet, vilka vanligen skattas tillsammans i ett så kallat Temperature Humidity Index (THI; Hammami et al. 2013). När omgivningstemperaturen och luftfuktigheten stiger, leder det till en ökning av kroppstemperaturen. När omgivningstemperaturen överstiger mjölkkons termoneutrala zon är det risk att värmestress uppstår (Das et al. 2016). Även faktorer som nederbörd, vind, solstrålning och nattemperatur påverkar risken för värmestress (Igono et al. 1992). För att kunna upprätthålla normal kroppstemperatur behöver kon effektivt kunna avge överskottsvärme. Låga nattemperaturer kan minska risken för värmestress, då det gör det möjligt för korna att återfå normal kroppstemperatur (runt 38,5°C) under delar av dygnet (Igono et al. 1992). Det är dock omdiskuterat vilka exakta THI värden och omgivningstemperaturer som innebär värmestress hos mjölkkor. Då mjölkornas metaboliska värmeproduktion ökar under laktationen är de känsligare för värmestress under höglaktationen (Das et al. 2016). Detta skulle kunna förklara varför gränsvärdena för värmestress skiljer sig åt mellan studier och varför intresset varit större att studera värmestress under laktationsperioden tillskillnad från den sena dräktighetsperioden.

En studie har föreslagit THI-värden på 68 till 72 som gränsvärden för värmestress och THI 90 till 99 som svår värmestress (Collier et al. 2012). Dock har man i två studier kunnat se en negativ inverkan på mjölkavkastningen redan vid THI 68 (Bohmanova et al. 2007; Toledo & Thatcher 2022) medan Igono et al. (1992) rapporterade att kor redan vid 21°C fick en negativ inverkan på mjölkavkastningen. Dessa fynd talar för att mjölkkor blir värmestressade vid lägre temperaturer än vad som föreslagits av Collier et al. (2012). Det finns även studier som visat att fertiliteten påverkas negativt av värmestress. En studie observerade att antalet lyckade dräktigheter per insemination minskade när THI översteg 57 och att endast 16% av korna blev dräktiga vid inseminering vid THI 80 (Gernand et al. 2019). Även prevalensen av sjukdomar har visats öka i takt med ökad värmestress (Menta et al. 2022). Enligt Beever (2006) bygger en lönsam mjölkproduktion både på hög avkastning, god fertilitet och god hälsa och därför är det av intresse att undersöka hur dessa parametrar påverkas av värmestress i sen dräktighet. Ett flertal studier har även undersökt vilka långtidseffekter avkomman riskerar drabbas av i framtiden när de under fosterstadiet utsätts för värmestress (Tao & Dahl 2013; Dahl et al. 2016; Ouellet et al. 2020; Kipp et al. 2021). Dock kommer dessa resultat inte att presenteras i denna litteraturstudie då syftet är att undersöka hur kon påverkas av värmestress.

1.3 Syfte

Syftet med denna litteraturstudie är därför att undersöka hur värmestress i sen dräktighet påverkar mjölkkon med avseende på mjölkproduktion, fertilitet och hälsa. Frågeställningarna som litteraturstudien kommer undersöka är: Hur påverkas mjölkproduktionen, fertiliteten och hälsan under nästkommande laktation när mjölkkon utsatts för värmestress i sen dräktighet?

2. Litteraturgenomgång

2.1 Mjölkproduktion

2.1.1 Mjölkavkastning

Flera studier har undersökt hur avkastningen i nästkommande laktation påverkas av att kor i sen dräktighet utsatts för värmestress. Dessa studier är utförda i Israel (Wolfenson et al. 1988), Florida, USA (do Amaral et al. 2009; Tao et al. 2011), Mexiko (Avendaño-Reyes et al. 2006; Mellado et al. u.å.), Kalifornien, USA (Menta et al. 2022), Mississippi, USA (Moore et al. 1992) och Iran (Karimi et al. 2015; Seyed Almoosavi et al. 2021). Det sammantagna resultatet av dessa studier indikerar att värmestress under sen dräktighet påverkar mjölkavkastningen negativt, men att omfattningen varierade mellan studierna (Tabell 1). Det som observerats är att efter korna utsatts för värmestress i sen dräktighet har avkastningen i den kommande laktationen minskat med mellan 0,75 kg per ko och dag (Mellado et al. u.å.) och 7,5 kg per ko och dag (do Amaral et al. 2009). I studien av Avendaño-Reyes et al. (2006) framkom det även att mjölmängden skiljde sig åt alltmer mellan de värmestressade och värmelindrade ju längre laktationen pågick, upp till åtta veckor efter kalvning (då studien avslutades). En studie av Moore et al. (1992) studerade avkastningen under hela den nästföljande laktationen och upptäckte att mjölkproduktionen i sen laktation inte påverkades av att kon utsattes för värmestress i sen dräktighet. Det skiljer sig alltså åt mellan studierna hur många dagar i mjölk (DIM) som effekten av den försämrade mjölkavkastningen studerats. I tillägg till studieperiodens längd skiljde studierna sig även åt gällande hur många kor som ingått i försöken, hur stor värmestress korna utsatts för och vilken typ av värmelindring kontrollkorna fått i de olika studierna, vilket kan tänkas ha påverkat de beskrivna resultaten.

2.1.2 Mjölksammansättning

Utöver att mjölkbesättningen ska generera hög mjölkavkastning är det även viktigt att kons mjölk har en bra sammansättning och kvalitet, eftersom dessa parametrar också påverkar producentens ekonomiska vinst (Växa 2022). Vid mätning av mjölkens sammansättning och kvalitet är man vanligen intresserad av att ta reda på innehållet av mängden protein, fett, celltal och mängden urea (Växa 2020). Utöver dessa parametrar kan också mängden bakterier och sporer indikera för högre eller lägre mjölk kvalitet (Växa 2022). Ett antal studier har även observerat

att värmestress i sen dräktighet kan påverka mjölksammansättningen under den nästkommande laktationsperioden. Avendaño-Reyes et al. (2006), Tao et al. (2011) och do Amaral et al. (2009) rapporterade alla att kor som haft tillgång till värmelindring under sen dräktighet hade högre fetthalt i mjölken nästkommande laktation. Karimi et al. (2015) såg i sin studie att kor som blivit värmelindrade hade högre proteinhalt i mjölken, detta observerades dock varken av Avendaño-Reyes et al. (2006), do Amaral et al. (2009) eller Tao et al. (2011).

2.1.3 Kalvens födelsevikt

Kalvens födelsevikt är en ytterligare parameter som har visats påverkas negativt av värmestress i sen dräktighet (Collier et al. 1982a; Wolfenson et al. 1988; Avendaño-Reyes et al. 2006; do Amaral et al. 2009; Tao et al. 2011). Dock varierar omfattningen av hur födelsevikten påverkas mellan de olika studierna (Tabell 1). De kor som utsatts för värmestress i sen dräktighet födde kalvar med en födelsevikt, från 2,6 kg (Wolfenson et al. 1988) upp till 13 kg lägre (do Amaral et al. 2009) än de som värmelindrats. Studien av Wolfenson et al. (1988) noterade även ett samband mellan kalvars födelsevikt och kons mjölkavkastning, där kor som födde större kalvar också hade högre mjölkavkastning. Denna effekt visade sig vara större hos kor med högre laktationsnummer. Ytterligare en studie observerade ett samband mellan kalvens födelsevikt och kons mjölkproduktion, där en lägre födelsevikt var relaterad till en lägre mjölkproduktion (Collier et al. 1982b se Avendaño-Reyes et al. 2006).

2.1.4 Kons foderintag

Det är känt att kons foderintag är en avgörande faktor för hennes produktionsförmåga, där ett högt dagligt foderintag är en förutsättning för en hög mjölkavkastning. Det har även undersökts hur värmestress under sen dräktighet påverkar kons foderintag både under sinperioden och under nästkommande laktation och resultaten indikerar att intaget påverkas negativt under båda perioderna (do Amaral et al. 2009; Karimi et al. 2015; Seyed Almoosavi et al. 2021). Även Tao et al. (2011) undersökte hur värmestress under sen dräktighet påverkade konsumtionsförmågan under sinperioden och den kommande laktationsperioden. I den här studien observerades det dock inte att foderintaget i den kommande laktationen påverkades, utan endast foderintaget under sinperioden påverkades negativt. Resultaten av studierna skiljer sig också åt i hur mycket foderintaget påverkas av värmestress (Tabell 1). Det har visat sig att värmestressen under den sena dräktigheten har lett till att foderintaget reducerats med mellan 0,8 kg torrsustans (ts) per ko och dag (Karimi et al. 2015) och 2,2 kg ts per ko och dag (Seyed Almoosavi et al. 2021) i den kommande laktationsperioden.

Tabell 1. Tabellen ger en översikt av hur avkastningen, födelsevikten och foderintaget påverkades i den nästkommande laktationen av värmestress i sen dräktighet, enligt de angivna studierna.

Studie	Mjölkkavkastning (kg/ko och dag)	Födelsevikt (kg)	Foderintag (kg ts/ko och dag)
Collier et al. 1982a	-	-3,10	*
Wolfenson et al. 1988	-3,50	-2,60	*
Avendaño-Reyes et al. 2006	-2,61	-4,19	*
do Amaral et al. 2009	-7,50	-13,00	-1,60
Tao et al. 2011	-5,00	-4,82	NS
Karimi et al. 2015	-4,10	-2,70	-0,80
Seyed Almoosavi et al. 2021	-5,00	-6,30	-2,20
Menta et al. 2022	-2,40	*	*
Mellado et al. u.å.	-0,75	*	*

*anger att detta inte undersöks i studien

NS anger att resultatet inte var signifikant i studien

- anger att detta inte anges i studien

2.2 Fertilitet

God fertilitet är en av grundstenarna för en väl fungerande och lönsam mjölkproduktion, då en årlig kalv är förutsättningen för en lakterande ko (Löf, 2012). Enligt Lucy (2001) är infertilitet ett problem inom mjölksektorn, vilket är multifaktoriellt orsakat (DPIRD, 2019). År 2020 var fruktsamhetsstörningar den vanligaste utslagningsorsaken i Sverige (Växa 2021), vilket talar för att det finns utrymme för förbättringar inom området. Ett antal studier har undersökt hur värmestress i sen dräktighet påverkar kons kommande fertilitet. Dessa studier har utförts i Mexiko (Avendaño-Reyes et al. 2006; Mellado et al. u.å.), Mississippi, USA (Moore et al. 1992), Kalifornien, USA (Menta et al. 2022), Florida, USA (Thompson & Dahl 2012) och Iran (Karimi et al. 2015). Studierna har undersökt flera fertilitetsparametrar som antal dagar från kalvning till första insemination (KFI), antal dagar från kalvning till befruktning (tomdagar), antal insemineringar per dräktighet och dräktighetsprocent.

2.2.1 Kalvning till första insemination

För att det ska löna sig ekonomiskt att bedriva ett företag med mjölkkor är det viktigt att kon genererar inkomst så stor del av sitt liv som möjligt, vilket i sin tur påverkas av hur många dagar hon är produktiv, alltså dräktig eller lakterande (Krpálková et al. 2020). För att kon ska vara produktiv så stor del av sitt liv som möjligt är det viktigt att antalet dagar från kalvning fram till befruktning optimeras. Längden på den här perioden påverkas i sin tur av att antalet dagar från kalvning till första inseminering. Efter kalvning befinner sig kon i en återhämningsperiod,

vilket kallas den frivilliga väntetiden (FVT). Denna period bör inte överstiga 60 dagar om man vill uppnå ett kalvningsintervall på drygt 12 månader för besättningen (Löf, 2012). År 2020 hade de svenska korna i genomsnitt 83 dagar från kalvning till första insemination och ett kalvningsintervall på 13,2 månader (Växa 2021). I en studie från Florida, USA undersökte Thompson & Dahl (2012) om antalet dagar från kalvning till första insemination/betäckning påverkades av värmestress i sen dräktighet, genom att jämföra kor som var sinlagda under högsommaren med de som var sinlagda under vintermånaderna. Studien visade att de kor som utsatts för värmestress under sinperioden hade fler DIM innan de blev inseminerade/betäckta för första gången, jämfört med de kor som inte blivit värmestressade (97 vs 92 DIM).

2.2.2 Antal dagar från kalvning till befruktning

Avendaño-Reyes et al. (2006) observerade att kor som blivit värmestressade i sen dräktighet hade 89 tomddagar, medan de som blivit värmelindrade under samma period blev dräktiga efter 70 dagar. Thompson & Dahl (2012) observerade samma effekt då kor sinlagda under sommarmånaderna hade 131 tomddagar, medan de som varit sinlagda under vintern hade 126 tomddagar. Karimi et al. (2015) visade också i sin studie att antalet tomddagar var högre för de värmestressade jämfört med de värmelindrade korna, då de hade 106 tomddagar jämfört med 97 tomddagar. Även Moore et al. (1992) undersökte ifall graden av värmestress under sintiden kunde påverka anta tomddagar, men kom till skillnad från ovanstående studier fram till att antal dagar från kalvning till befruktning inte påverkas av värmestress i sen dräktighet. Det bör noteras att värmelindrande kontroller inte användes i den sistnämnda studien.

2.2.3 Antal insemineringar per dräktighet

Enligt Cabrera (2014) är ett högt antal insemineringar per ko och dräktighet kostsamt och i Sverige år 2020 krävdes det i genomsnitt ta 1,81 insemineringar per dräktighet (Växa 2021). Även detta nyckeltal har visat sig påverkas av värmestress i sen dräktighet då Avendaño-Reyes et al. (2006) observerade att de värmestressade korna krävde 2,49 insemineringar/betäckningar per dräktighet jämfört med 1,92 insemineringar/betäckningar per dräktighet för kor som fått värmelindring under högdräktigheten. Mellado et al. (u.å.) observerade att de kor som utsatts för värmestress på THI >80 krävde 1,5 fler inseminationstillfällen jämfört med de kor som fått värmelindring. I linje med detta visade Karimi et al. (2015) att värmestressade kor krävde 2,2 insemineringar per dräktighet jämfört med 1,9 insemineringar per dräktighet för de värmelindrade. Thompson och Dahl (2012) visade också i sin studie att de kor som varit sinlagda under sommaren krävde ett högre antal insemineringar (1,59) per dräktighet under nästkommande laktation än

de kor som varit sinlagda under vintermånaderna (1,51 semineringar). I motsats till ovanstående studier rapporterar Moore et al. (1992) att detta nyckeltal inte påverkades negativt av värmestress i sen dräktighet.

2.2.4 Dräktighetsprocent

Mellado et al. (u.å.) undersökte hur dräktighetsprocenten påverkades av värmestress i sen dräktighet genom att jämföra grupper av kor som kalvade vid olika tidpunkter på året. Studien kom fram till att den grupp med kor som utsatts för högst THI under sintiden hade lägst dräktighetsprocent den nästföljande laktationen och att ett ökande THI resulterade i en sjunkande dräktighetsprocent. De kor som utsatts för THI>80 i sen dräktighet hade en dräktighetsprocent som var 15 procentenheter lägre än djur som utsatts för THI <70. Gruppen med högst dräktighetsprocent efter första insemination och kommande inseminationstillfällen var de kor som utsatts för THI <70. Vidare visade studien att de kor som utsatts för ett THI mellan 76 och 79 under sintiden hade märkbart sämre dräktighetsprocent jämfört med de som utsatts för THI <70. Scanavez et al. (2019) undersökte ifall kor som fortsatt hade förhöjd kroppstemperatur trots värmelindring under sintiden och laktationsperioden hade lägre dräktighetsprocent än djur som svarade bra på värmelindringen men hittade inget samband. Däremot sågs ett samband mellan ökad kroppstemperatur och antalet tvillingfödselar, och att dräktighetsprocenten under nästkommande insemineringsperiod var högre hos kor som fött en kalv (39%) än de som fött tvillingar (15%). Eftersom Mellado et al. (u.å.) inte studerade sambandet mellan tvillingfödelse och dräktighetsprocent är det svårt att avgöra vilken eller vilka parametrar som påverkar den försämrade dräktighetsprocenten. Även Menta et al. (2022) visade att värmestress i sen dräktighet inte påverkade dräktighetsprocenten.

2.3 Hälsa

För att utvärdera hur kons hälsoläge i nästkommande laktation påverkas av värmestress i sen dräktighet har några studier mätt prevalensen av olika sjukdomstillstånd. Dessa studier är utförda i Florida, USA (Thompson & Dahl 2012), Kalifornien, USA (Urdaz et al. 2006); (Menta et al. 2022) och Kansas, USA (Scanavez et al. 2019).

2.3.1 Mastit

Mastit är ett mycket vanligt djurhälsoproblem globalt och idag räknas den till den vanligaste sjukdomen inom den svenska mjölksektorn (Persson Waller et al. 2016); (SVA 2022). Mellan åren 2020 och 2021 beräknades drygt 8% av de svenska korna

vara drabbade av mastit (Jordbruksverket 2020–2021). Mastit uppstår vanligen till följd av att patogena mikroorganismer tar sig in i juvret via spenkanalen (Thompson och Dahl 2012). Efter detta svarar kroppen fysiologiskt på infektionen med en lokal inflammation i juvret. Utöver att klinisk mastit orsakar djurvälståndproblem bidrar sjukdomen även till stora ekonomiska förluster för mjölksektorn, då både subkliniska och kliniska mastiter bidrar till försämrade mjölkavkastning och mjölk kvalitet (Växa 2022). Det finns sedan tidigare forskning på att värmestress under laktationen kan vara en bidragande faktor till mastit (Olde Riekerink et al. 2007). Thompson & Dahl (2012) undersökte ifall mastitförekomsten också är kopplad till värmestress under sen dräktighet och observerade att mastitförekomsten i nästkommande laktation var högre (18%) hos de kor som varit värmestressade jämfört med de kor som blev värmelindrade (9%). Även Menta et al. (2022) noterade att kor som varit värmestressade under sintiden men inte efter kalvningen hade en mastitincidens på 4% de första 90 dagarna i laktationen, jämfört med 2,6% för de kor som inte varit värmestressade vare sig före eller efter kalvning. Skillnaden var dock inte signifikant. I kontrast till ovanstående studier rapporterade Scanavez et al. (2019) att kor som värmelindrats under sen dräktighet men som fortsatt haft förhöjd kroppstemperatur inte hade högre incidens av mastit de första 60 dagarna i laktationen, jämfört med kor som svarade bra på värmelindringen under sintiden.

2.3.2 Kvarbliven efterbörd

Tillståndet kvarbliven efterbörd har uppstått när moderkakan med dess fosterhinnor kvarstår längre än ett dygn (Kelton et al. 1998; Scanavez et al. 2019). Studier har även visat att själva tillståndet i sig normalt inte utgör en hälsofaror men att kvarbliven efterbörd kan öka risken för andra hälsoproblem som exempelvis livmoder inflammation (Bruun et al. 2002; LeBlanc 2008). I Sverige år 2020 till år 2021 drabbades 0,5% av alla mjölkkor av detta tillstånd (Jordbruksverket 2020–2021). Det har undersökts om det finns ett samband mellan kvarbliven efterbörd och värmestress i sen dräktighet. Thompson & Dahl (2012) rapporterade en förekomst på 4,4%, hos de sommarkalvande kor som utsatts för värmestress i sen dräktighet, jämfört med 3% för de kor som varit högdräktiga under vintern. Scanavez et al. (2019) hittade dock inget samband mellan högre kroppstemperatur och en ökad förekomst av kvarbliven efterbörd. Menta et al. (2022) rapporterade att kor som inte utsatts för värmestress vare sig före eller efter kalvning hade en incidens av kvarbliven efterbörd på 9,1% medan de som utsatts för värmestress i sen dräktighet men inte under laktationen hade en förekomst på 11,2%. I tillägg rapporterade Urdaz et al. (2006) att det inte var någon skillnad i incidens av kvarbliven efterbörd mellan kor som blivit värmelindrade endast med duschning och kor som haft tillgång till skugga samt duschning och fläktar vid foderbordet.

2.3.3 Livmoderinflammation

Tecken som kan indikera att kon drabbats av livmoderinflammation är om hon efter kalvning avger illaluktande och onormala flytningar (Scanavez et al. 2019). I studien av Menta et al. (2022) undersöktes det hur värmestress i sen dräktighet påverkar förekomsten av livmoderinflammation. Resultatet visade att de kor som utsatts för värmestress under sen dräktighet men inte under laktationen hade 12 procentenheters högre risk att drabbas av livmoderinflammation än de kor som inte var utsatta för värmestress före eller efter kalvningen. Dock kunde Urdaz et al. (2006) och Scanavez et al. (2019) inte observera något samband mellan förekomsten av livmoderinflammation och värmestress i sen dräktighet, möjligen för att samtliga kor fick någon typ av värmelindring i båda studierna.

2.3.4 Kalvningsförlamning

Kalvningsförlamning var den tredje vanligaste sjukdomen inom mjölksektorn i Sverige mellan åren 2020 och 2021 (Djrhälsostatistik 2021). Mellan dessa år beräknades drygt 2% drabbas av kalvningsförlamning (Jordbruksverket 2020–2021). Tillståndet kan uppstå i samband med kalvning om kon inte hinner mobilisera tillräckligt med kalcium från skelettet. Tillståndet kan leda till förlamning och i värsta scenariot även död (Kronqvist 2012). En studie har undersökt hur risken för kalvningsförlamning påverkades av värmestress i sen dräktighet. Resultatet visade att förekomsten av kalvningsförlamning inte var högre hos de kor som endast värmelindrades med duschning i sen dräktighet, jämfört med de kor som haft tillgång till skugga och duschning samt fläktar vid foderbordet (Urdaz et al. 2006).

3. Diskussion

3.1 Mjolkproduktion

Initialt är det tänkbart att studiernas geografiska skillnader skulle påverka hur applicerbara resultaten är för Sverige, då temperaturen och luftfuktigheten sannolikt skiljer sig åt mellan Sverige och de länder där studierna utfördes. Dock använde majoriteten av studierna THI för att definiera värmestress vilket gör resultaten jämförbara över dessa gränser. Resultaten indikerar att värmestress i sen dräktighet påverkar kons mjölkavkastning, mjölkens fettinnehåll samt kons foderintag negativt under delar av den nästkommande laktationen. I tillägg påverkas kalvens födelsevikt negativt. Att avkastningen påverkades negativt kan troligen till stor del förklaras av den lägre foderkonsumtionen, men det är också möjligt att sambandet mellan kalvens födelsevikt och kons mjölkavkastning som observerades av Wolfenson et al. (1988) och Collier et al. (1982a) hittade kan vara kausal. Då en del hälsoparametrar som exempelvis mastit, som möjligen påverkas negativt av värmestress i sen dräktighet skulle kunna vara en bidragande faktor till den försämrade mjölkproduktionen. Tao et al. (2011) rapporterade att värmestress under sen dräktighet resulterade i kortare dräktighetsperiod vilket kan leda till både lägre födelsevikt och kortare sinperiod. En förkortad sinperiod kan påverka tillväxten av juvervävnaden negativt vilket i sin tur möjligen kan påverka avkastningen negativt. Det är därför möjligt att sambandet mellan kalvens födelsevikt och mjölkproduktionen efter kalvningen berott på så kallade ”confounding effects”. I alla studierna användes Holstein kor men djurmaterialet kan ändå ha varierat mellan de geografiska platserna och besättningar vilket kan ha påverkat resultaten.

3.2 Fertilitet

Studien av Thompson & Dahl. (2012) undersökte om intervallet från kalvning till första insemination påverkades av värmestress i sen dräktighet och kom fram till att denna period faktiskt blev längre. Ett studieresultat är dock för litet för att dra generella slutsatser om hur parametern påverkas. Även antalet dagar från kalvning till befruktning rapporterades bli fler när korna utsattes för värmestress i sen dräktighet (Avendaño-Reyes et al. 2006; Thompson & Dahl. 2012; Karimi et al. 2015). Moore et al. (1992) rapporterade dock att antal dagar från kalvning till befruktning inte påverkades av värmestress i sen dräktighet. Till skillnad från övriga studier anger inte Moore et al. (1992) värmestressen med enheten THI utan i stället i grader Celsius vilket gör det svårt att jämföra resultaten. Flera studier

visade att de värmestressade korna krävde ett högre antal insemineringar per dräktighet än de kor som fått tillgång till värmelindring (Avendaño-Reyes et al. 2006), (Mellado et al. u.å.), (Karimi et al. 2015) och (Thompson & Dahl. 2012). Till skillnad från Moore et al. (1992) som i stället angav att parametern var mer påverkad av inkalvningsålder. Detta samband undersöktes inte av de andra studierna vilket gör det svårt att jämföra resultaten. Resultaten av hur värmestressen påverkar dräktighetsprocenten skiljer sig åt, då Mellado et al. (u.å.) visar att dräktighetsprocenten försämras medan Menta et al. (2022) anger att denna parameter inte påverkas av värmestress. Scanavez et al. (2019) undersökte också detta, men fann en systematisk skillnad mellan grupperna då korna som fortsatt hade förhöjd kroppstemperatur trots värmelindring i mycket högre grad födde tvillingar. Eftersom de andra studierna inte utvärderat effekterna av tvillingfödelse är det svårt att avgöra om det var värmestress eller tvillingfödelse som påverkade dräktighetsprocenten negativt i gruppen med förhöjd kroppstemperatur. Faktorer utöver kons reproduktionsförmåga som kan ha påverkat resultatet av antalet dagar från kalvning till första insemination och antalet dagar från kalvning till befruktning är skillnader i managementet och fertilitetsarbete mellan studier.

3.3 Hälsa

Kon genomgår en övergångsperiod när hon går från att vara dräktig och sinlagd till lakterande. Denna övergångsperiod är mycket känslig då kons immunförsvar är nedsatt under denna tid och värmestress ökar risken ytterligare för hälsoproblem (Ouellet et al. 2020). Thompson och Dahl (2012) visade att mastitförekomsten ökade i samband med värmestress i sen dräktighet och Menta et al. (2022) påvisade en icke signifikant, men numerisk ökning av mastitförekomsten. De båda förstnämnda studierna använde ett relativt högt antal kor i försöken, 2 613 (Thompson och Dahl, 2012) och 5 722 (Menta et al. (2022) vilket borde ge ett representativt resultat för mastitförekomsten. Dock skiljde det sig åt hur stor värmestress korna upplevde, THI= 57,9 till 73 (Menta et al. 2022) och THI=76 (Thompson och Dahl, 2012). Att de värmestressade korna i studien av Thompson och Dahl (2012) var utsatta för ett högre THI kan möjligen förklara den observerade högre mastitincidensen på 18% jämfört med 4% i Menta et al. (2022). Tillskillnad från ovanstående studier fann Scanavez et al. (2019) inte detta samband, vilket eventuellt kan bero på att antalet djur som ingick i försöket var för få (260st). Samtliga kor i denna studie hade tillgång till någon form av värmelindring under försöket, vilket kan ha påverkat resultatet. Även förekomsten av kvarbliven efterbörd var högre hos de värmestressade korna (Menta et al. 2022; Scanavez et al. 2019; Thompson & Dahl 2012). Dock inte enligt Urdaz et al. (2006), vilket hade relativt få kor ingående i studien (475st), vilket kan ha påverkat resultatets säkerhet. Dock är det sannolikt att Scanavez et al. (2019) resultat beror på att korna födde

tvillingar och inte på att de blev värmestressade. Detta minskar därmed stödet för att värmestress orsakar ökad förekomst av kvarbliven efterbörd. Då kalvningsförlamning är den tredje vanligaste sjukdomen hos mjölkkor i Sverige, utvärderades identifierade artiklar även för detta hälsoutfall. Dock undersöktes sjukdomen endast av Urdaz et al. (2006), som fann att prevalensen inte påverkades. Prevalensen av livmoderinflammation observerades vara högre hos kor som utsatts för värmestress i sen dräktighet enligt Menta et al. (2022). Detta resultat kan vara rimligt då kvarbliven efterbörd som också ökade i förekomst vid värmestress förmodas kunna orsaka livmoderinflammation. Dock kom Urdaz et al. (2006) till skillnad från Menta et al. (2022) fram till att förekomsten av livmoderinflammation inte påverkades av hur värmelindringen utfördes under sintiden. Skillnaderna skulle kunna förklaras av att antalet kor ingående i studien skiljde sig åt (475 vs. 5 722) eller möjligen att värmelindringen av sinkorna var bättre i den ena studien.

4. Slutsats

Slutsatserna man kan dra från de sammanfattade resultaten är att produktions- och fertilitetsparametrar verkar kunna påverkas negativt av värmestress i sen dräktighet. Även en del hälsoparametrar som juverhälsa och förekomsten av kvarbliven efterbörd verkar påverkas negativt av att kon utsätts för värmestress i sen dräktighet. Dock är ytterligare forskning nödvändig för att utvärdera de sammanfattade resultatens säkerhet.

Referenser

- do Amaral, B.C., Connor, E.E., Tao, S., Hayen, J., Bubolz, J. & Dahl, G.E. (2009). Heat-stress abatement during the dry period: Does cooling improve transition into lactation? *Journal of Dairy Science*, 92 (12), 5988–5999. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2343>
- Avendaño-Reyes, L., Alvarez-Valenzuela, F.D., Correa-Calderón, A., Saucedo-Quintero, J.S., Robinson, P.H. & Fadel, J.G. (2006). Effect of cooling Holstein cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. *Livestock Science*, 105 (1), 198–206. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.06.009>
- Bauman, D.E. & Bruce Currie, W. (1980). Partitioning of Nutrients During Pregnancy and Lactation: A Review of Mechanisms Involving Homeostasis and Homeorhesis. *Journal of Dairy Science*, 63 (9), 1514–1529. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83111-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83111-0)
- Beever, D.E. (2006). The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Animal Reproduction Science*, 96 (3), 212–226. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.08.002>
- Bohmanova, J., Misztal, I. & Cole, J.B. (2007). Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. *Journal of Dairy Science*, 90 (4), 1947–1956. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>
- Bruun, J., Ersbøll, A.K. & Alban, L. (2002). Risk factors for metritis in Danish dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 54 (2), 179–190. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(02\)00026-0](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(02)00026-0)
- Cabrera, V.E. (2014). Economics of fertility in high-yielding dairy cows on confined TMR systems. *animal*, 8 (s1), 211–221. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000512>
- Capuco, A.V., Akers, R.M. & Smith, J.J. (1997). Mammary Growth in Holstein Cows During the Dry Period: Quantification of Nucleic Acids and Histology. *Journal of Dairy Science*, 80 (3), 477–487. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75960-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75960-5)
- Cavestany, D., El-Wishy, A.B. & Foote, R.H. (1985). Effect of Season and High Environmental Temperature on Fertility of Holstein Cattle. *Journal of Dairy Science*, 68 (6), 1471–1478. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)80985-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)80985-1)
- Collier, R., Hall, L., Rungruang, S. & Zimbelman, R. (2012). Quantifying Heat Stress and Its Impact on Metabolism and Performance. *Proc. Florida Ruminant Nutrition Symp*,
- Collier, R.J., Beede, D.K., Thatcher, W.W., Israel, L.A. & Wilcox, C.J. (1982a). Influences of Environment and Its Modification on Dairy Animal Health

- and Production. *Journal of Dairy Science*, 65 (11), 2213–2227.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82484-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82484-3)
- Collier, R.J., Doelger, S.G., Head, H.H., Thatcher, W.W. & Wilcox, C.J. (1982b). Effects of Heat Stress during Pregnancy on Maternal Hormone Concentrations, Calf Birth Weight and Postpartum Milk Yield of Holstein Cows. *Journal of Animal Science*, 54 (2), 309–319.
<https://doi.org/10.2527/jas1982.542309x>
- Dahl, G.E., Tao, S. & Monteiro, A.P.A. (2016). Effects of late-gestation heat stress on immunity and performance of calves1. *Journal of Dairy Science*, 99 (4), 3193–3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9990>
- Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J., Imtiwati & Kumar, R. (2016). Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary World*, 9 (3), 260–268.
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.260-268>
- DPIRD (2019). Department of Primary Industries and Regional Development. 2019. *Infertility and abortion in cows*. [2022-05-20]
<https://www.agric.wa.gov.au/livestock-biosecurity/infertility-and-abortion-cows>
- DuBois, P.R. & Williams, D.J. (1980). Increased incidence of retained placenta associated with heat stress in dairy cows. *Theriogenology*, 13 (2), 115–121. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(80\)90120-X](https://doi.org/10.1016/0093-691X(80)90120-X)
- Fischer, E.M. & Schär, C. (2010). Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves. *Nature Geoscience*, 3 (6), 398–403.
<https://doi.org/10.1038/ngeo866>
- Gernand, E., König, S. & Kipp, C. (2019). Influence of on-farm measurements for heat stress indicators on dairy cow productivity, female fertility, and health. *Journal of Dairy Science*, 102 (7), 6660–6671.
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-16011>
- Hall, L.W., Villar, F., Chapman, J.D., McLean, D.J., Long, N.M., Xiao, Y., Collier, J.L. & Collier, R.J. (2018). An evaluation of an immunomodulatory feed ingredient in heat-stressed lactating Holstein cows: Effects on hormonal, physiological, and production responses. *Journal of Dairy Science*, 101 (8), 7095–7105.
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-14210>
- Hammami, H., Bormann, J., M’hamdi, N., Montaldo, H.H. & Gengler, N. (2013). Evaluation of heat stress effects on production traits and somatic cell score of Holsteins in a temperate environment. *Journal of Dairy Science*, 96 (3), 1844–1855. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5947>
- Igono, M.O., Bjotvedt, G. & Sanford-Crane, H.T. (1992). Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *International Journal of Biometeorology*, 36 (2), 77–87.
<https://doi.org/10.1007/BF01208917>
- Jordbruksverket (2020–2021). Jordbruksverkets statistikdatabas. Mastit.
<https://statistik.sjv.se/PXWeb/sq/ce9dd816-43a9-42d5-9402-6d8629750d6c>
- Jordbruksverket (2020–2021). Jordbruksverkets statistikdatabas. Kalvningsförklaring. <https://statistik.sjv.se/PXWeb/sq/2c3d8dc6-d53d-4aad-9a58-96e246071282>

- Jordbruksverket (2020-2021). Jordbruksverkets statistikdatabas. Kvarbliven efterbörd. <https://statistik.sjv.se/PXWeb/sq/e33ccee8-a3ec-4a49-8f54-63c868bd3965>
- Karimi, M.T., Ghorbani, G.R., Kargar, S. & Drackley, J.K. (2015). Late-gestation heat stress abatement on performance and behavior of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98 (10), 6865–6875. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9281>
- Karl, T.R. & Trenberth, K.E. (2003). Modern Global Climate Change. *Science*, 302 (5651), 1719–1723. <https://doi.org/10.1126/science.1090228>
- Kelton, D.F., Lissemore, K.D. & Martin, R.E. (1998). Recommendations for Recording and Calculating the Incidence of Selected Clinical Diseases of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 81 (9), 2502–2509. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)70142-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)70142-0)
- Kipp, C., Brügemann, K., Zieger, P., Mütze, K., Möcklinghoff-Wicke, S., König, S. & Halli, K. (2021). Across-generation effects of maternal heat stress during late gestation on production, female fertility and longevity traits in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 88 (2), 147–153. <https://doi.org/10.1017/S0022029921000327>
- Krizsan, S.J., Chagas, J.C., Pang, D. & Cabezas-Garcia, E.H. (2021). Sustainability aspects of milk production in Sweden. *Grass and Forage Science*, 76 (2), 205–214. <https://doi.org/10.1111/gfs.12539>
- Kronqvist, C. (2012). Förebygg kalvningsförämning med rätt sintidsfoderstat. Växa. Djurhälso- & utbildningskonferensen. <https://www.vxa.se/globalassets/dokument/fordjupningar/dou/2012/forebygg-kalvningsforlamning-med-ratt-sintidsfoderstat.pdf> [2022-05-20]
- Krpáľková, L., O' Mahony, N., Carvalho, A., Campbell, S. & Walsh, J. (2020). Evaluating the economic profit of reproductive performance through the integration of a dynamic programming model on a specific dairy farm. *Czech Journal of Animal Science*, 65 (No. 4), 124–134. <https://doi.org/10.17221/38/2020-CJAS>
- LeBlanc, S.J. (2008). Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: A review. *The Veterinary Journal*, 176 (1), 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.019>
- Lucy, M.C. (2001). Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? *Journal of Dairy Science*, 84 (6), 1277–1293. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70158-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0)
- Löf, E. (2012). Stor potential för bättre fruktsamhet på svenska mjölgårdar. Växa. Djurhälso- & utbildningskonferensen. <https://www.vxa.se/globalassets/dokument/fordjupningar/dou/2012/stor-potential-for-battre-fruktsamhet-pa-svenska-gardar.pdf> [2022-05-20]
- Mellado, M., Rodríguez-Godina, I.J., García, J.E., Morales, J.L., Contreras, V., Véliz, F.G., Macías-Cruz, U. & Avendaño-Reyes, L. (2022). *Effect of Heat Stress During the Dry Period on Milk Yield and Reproductive Performance of Holstein Cows*. (4038062). Rochester, NY: Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4038062>
- Menta, P.R., Machado, V.S., Piñeiro, J.M., Thatcher, W.W., Santos, J.E.P. & Vieira-Neto, A. (2022). Heat stress during the transition period is

- associated with impaired production, reproduction, and survival in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21185>
- Moore, R.B., Fuquay, J.W. & Drapala, W.J. (1992). Effects of Late Gestation Heat Stress on Postpartum Milk Production and Reproduction in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 75 (7), 1877–1882. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77947-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77947-8)
- Olde Riekerink, R.G.M., Barkema, H.W. & Stryhn, H. (2007). The Effect of Season on Somatic Cell Count and the Incidence of Clinical Mastitis. *Journal of Dairy Science*, 90 (4), 1704–1715. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-567>
- Ouellet, V., Laporta, J. & Dahl, G.E. (2020). Late gestation heat stress in dairy cows: Effects on dam and daughter. *Theriogenology*, 150, 471–479. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.011>
- Persson Waller, K., Hårdemark, V., Nyman, A.-K. & Duse, A. (2016). Veterinary treatment strategies for clinical mastitis in dairy cows in Sweden. *Veterinary Record*, 178 (10), 240–240. <https://doi.org/10.1136/vr.103506>
- Polsky, L. & von Keyserlingk, M.A.G. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100 (11), 8645–8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>
- Scanavez, A.L.A., Voelz, B.E., Moraes, J.G.N., Green, J.A. & Mendonça, L.G.D. (2019). Physiological, health, lactation, and reproductive traits of cooled dairy cows classified as having high or low core body temperature during the dry period1. *Journal of Animal Science*, 97 (12), 4792–4802. <https://doi.org/10.1093/jas/skz345>
- Seyed Almoosavi, S.M.M., Ghoorchi, T., Naserian, A.A., Khanaki, H., Drackley, J.K. & Ghaffari, M.H. (2021). Effects of late-gestation heat stress independent of reduced feed intake on colostrum, metabolism at calving, and milk yield in early lactation of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104 (2), 1744–1758. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19115>
- Sorensen, M.T., Nørgaard, J.V., Theil, P.K., Vestergaard, M. & Sejrsen, K. (2006). Cell Turnover and Activity in Mammary Tissue During Lactation and the Dry Period in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89 (12), 4632–4639. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72513-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72513-9)
- SVA (2022). Mastit hos mjölkkor. <https://www.sva.se/amnesomraden/djursjukdomar-a-o/mastit-hos-mjolkkor/> [2022-05-23]
- Tao, S., Bubolz, J.W., do Amaral, B.C., Thompson, I.M., Hayen, M.J., Johnson, S.E. & Dahl, G.E. (2011). Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. *Journal of Dairy Science*, 94 (12), 5976–5986. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4329>
- Tao, S. & Dahl, G.E. (2013). Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *Journal of Dairy Science*, 96 (7), 4079–4093. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6278>
- Thompson, I.M. & Dahl, G.E. (2012). Dry-period seasonal effects on the subsequent lactation. *The Professional Animal Scientist*, 28 (6), 628–631. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30421-6](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30421-6)
- Toledo, I.M. & Thatcher, W.W. (2022). Heat Stress: Effects on Milk Production and Composition☆. I: McSweeney, P.L.H. & McNamara, J.P. (red.)

- Encyclopedia of Dairy Sciences (Third Edition)*. Oxford: Academic Press, 276–284. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00005-2>
- Urdaz, J.H., Overton, M.W., Moore, D.A. & Santos, J.E.P. (2006). Technical Note: Effects of Adding Shade and Fans to a Feedbunk Sprinkler System for Preparturient Cows on Health and Performance. *Journal of Dairy Science*, 89 (6), 2000–2006. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72267-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72267-6)
- Växa (2020). Mjölksprovets väg till analys och matchning [video]. Växa <https://dreambroker.com/channel/8hyu7wz/iframe/razizucw?autoplay=1> [2022-05-20]
- Växa (2021). Husdjursstatistik 2021. Uppsala. Växa. <https://www.vxa.se/globalassets/dokument/statistik/husdjursstatistik-2021.pdf>
- Växa (2022). Mjölkteknik och mjölk kvalitet <https://www.vxa.se/radgivning-och-kurser/Optimera-produktionen/mjolkteknik-och-kvalitet/> [2022-05-20]
- Växa (2022). Mjölk kvalitet . <https://www.vxa.se/om-oss/hallbart-lantbruk/atgarder-pa-gard/mjolk/mjolk-kvalitet/> [2022-05-20]
- Växa (2022). Djurhälsostatistik 2020–2021. Växa <https://assets.adobe.com/public/1705b024-1478-4f20-4f32-1734a713c1ad>
- Wolfenson, D., Flamenbaum, I. & Berman, A. (1988). Dry Period Heat Stress Relief Effects on Prepartum Progesterone, Calf Birth Weight, and Milk Production. *Journal of Dairy Science*, 71 (3), 809–818. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79621-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79621-6)
- Zhang, M., Yang, X., Cleverly, J., Huete, A., Zhang, H. & Yu, Q. (2022). Heat wave tracker: A multi-method, multi-source heat wave measurement toolkit based on Google Earth Engine. *Environmental Modelling & Software*, 147, 105255. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105255>

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. Läs om SLU:s publiceringsavtal 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.