

## **Metoder som använts för att studera effekter av ljus på fysiologi och mjölkproduktion hos mjölkkor**



**Moa Hagelberg**

# Metoder som använts för att studera effekter av ljus avseende fysiologi och mjölkproduktion hos mjölkkor

## Methods that have been used to study effects of light on physiology and milk production in dairy cows

### Moa Hagelberg

**Handledare:** Sigrid Agenäs, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)

**Examinator:** Eva Spörndly, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)

**Omfattning:** 15 hp

**Kurstitel:** Kandidatarbete i husdjursvetenskap

**Kurskod:** EX0553

**Program:** Agronomprogrammet - Husdjur

**Nivå:** Grund, G2E

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2018

**Serienamn, delnr:** Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 633

**Omslagsbild:** Lindhs djur och natur

**Nyckelord:** Ljusperioder, ljusintensitet, melatonin, IGF-1, prolaktin

**Keywords:** Photoperiod, light intensity, melatonin, IGF-1, prolactin

## **Sammanfattning**

Syftet med denna litteraturstudie var att i åtta studier jämföra metodik som använts för att undersöka olika dagsljusperioders och ljusintensiteters inverkan på mjölkors mjölkproduktion, inklusive effekter på koncentrationerna av insulinliknande tillväxtfaktor-1, prolaktin och melatonin. I de granskade studierna har faktorer som dagsljusperiodens längd och ljusintensitet testats, och försöken har pågått under 63–350 dagar med behandlingsperioder på 21–280 dagar. Det tar omkring en månad innan effekter av förlängd dagsljusperiod på mjölkproduktionen syns och behandlingsperiodens längd är därför en viktig faktor att ta hänsyn till vid jämförelse av resultat från olika studier. De flesta studier hade flera jämförande behandlingar som löpte samtidigt i tid och genomfördes med en så kallad "cross-over" eller kontinuerlig försöksuppläggning. Studierna varierade i design av hur mycket de korta ljusperioderna skiljde sig från de långa dagsljusperioderna men även i hur väldefinierade de korta dagsljusperioderna var. Vissa dagsljusperioder hade en definierad tid medan perioderna i andra studier kunde variera mellan dagar. Att ha stor skillnad mellan de långa och korta dagsljusperioderna och att ha definierade dagsljusperioder är att föredra.

## **Abstract**

The purpose of this literature study was to compare the methodology used in eight studies that investigated the impact of light on physiology and milk production of dairy cows. The studies evaluated the effect of different photoperiods and light intensities on milk production of dairy cows and on blood concentrations of the hormones insulin-like growth factor-1, prolactin and melatonin. In the included studies, factors such as photoperiod length and light intensity were tested and number of animals and length of treatments varied between publications. The trials lasted 63-350 days with treatment periods of 21-280 days. The duration of treatment is important as it takes about a month before effects of photoperiod on milk production are visible. Most studies had several comparative treatments that ran simultaneously in time and were conducted with a so-called "cross-over" or continuous trial. The studies varied in the length of the short photoperiods in relation to the long photoperiods, but also in the definition of the short photoperiods, some periods had a defined time while photoperiod in other studies could vary between days. Having a big difference between the long and short photoperiods and to have a clear definition of the period is preferable.

## Introduktion

Ett stall som är utformat för nötkreatur ska ha fönster eller andra inläpp för dagsljus, samtidigt som ljuset inte får skapa obehag för korna (Jordbruksverket, 2017) (SFS 1988:534). Enligt Jordbruksverket (2017) och djurskyddsförordningen (SFS 1988:539) bör ljuset stödja djurens dygnsrytm och tillåta dem att utföra sina naturliga beteenden. Mjölkkor i Sverige ska ha en dämpad belysning under den mörkare delen av dygnet (Jordbruksverket, 2017). För att ge djuren extra belysning kan flera olika ljuskällor användas; vanligast är lysrör och kompaktlysror men även glödlampor och halogenlampor används (Dahl *et al.*, 1997; Muthuramalingam *et al.*, 2006). I en rapport beskriver Hörndahl *et al.* (2013) att de vanliga glödlamporna på grund av sitt dåliga ljus börjar bli utbytta till halogenlampor i inhysningar för nötkreatur. Andra ljuskällor som förekommer i djurstallar är induktionslampor och metallhalogenlampor (Hörndahl *et al.*, 2013). Studier på kommersiella gårdar visar att dagsljuslängden som uppnås i stallar med belysning skiljer mycket (Pettersson & Wiktorsson, 2004; Muthuramalingam *et al.*, 2006; Gavan & Motorga, 2009).

Belysningsstyrkan är ljusflödet på en specifik yta, och benämns ljusintensitet eller illuminans och mäts i lux (lx). Luminans beskriver hur människan upplever en viss ljusstyrka på ett specifikt område (Hörndahl *et al.*, 2013). Ljuskällor varierar i ljusfärg, ljusintensitet och färgtemperatur som anger hur ljuset upplevs. En hög färgtemperatur upplevs kall (blått ljus) och en låg färgtemperatur upplevs varm (rött/gult ljus) (Hörndahl *et al.*, 2013). Det finns dock inga exakta angivelser för typ av ljuskälla eller ljusintensitet till mjölkkor i Sverige.

Melatonin frisätts från tallkottkörteln och har stor betydelse för den biologiska dygnsrytmen. Melatonin hämmar frisättning av hormonerna insulinliknande tillväxtfaktor-1 (IGF-1) och prolaktin (PRL). IGF-1 förmedlar tillväxthormonets effekt till flera vävnader i kroppen (Sjaastad *et al.*, 2016). Prolaktin (PRL) är ett annat hormon som har i uppgift att stimulera tillväxt, dela mjölkbildande celler i juvret under en dräktighet samt stimulera mjölkproduktion efter födseln (Sjaastad *et al.*, 2016). Melatoninnivån i kroppen är högre under natten jämfört med dagen (Hedlund *et al.*, 1977; Asher *et al.*, 2015), den sjunker när det är ljust (Lawson *et al.*, 2001) medan plasmakoncentrationen av PRL och IGF-1 ökar vid längre dagsljusperioder (Tucker, 2000; Lacasse *et al.*, 2014).

När den naturliga dagsljuslängden förlängs ökar mjölkavkastningen (Dahl *et al.* 1997). Reksen *et al.* (1999) noterade att mjölmängden var högre hos kor som stod under dagsljusperioder som var längre än tolv timmar, och som hade lägre belysning vid nätterna. I en studie från Gavan och Motorga (2009) noterades det att gruppen som hade en längre dagsljusperiod gav en ökad mjölkavkastning vilket observerades efter 36 dagar. En signifikant skillnad i mjölmängden mellan grupperna med kortare och längre dagsljusperiod upptäcktes först efter ca 28 dagar (Dahl *et al.*, 1997), medan skillnad i hormonet IGF-1 kan ses redan efter 72 timmar (Björkegren, 2013).

Syftet med denna litteraturstudie var att jämföra metodik som använts för att undersöka mjölkkors reaktion på dagsljusperioder och ljusintensiteter, med avseende på fysiologiska

faktorer som hormonnivåerna av IGF-1, PRL och melatonin samt mjölkproduktionen.

## Metoder i studierna

### Ljuskällor

Översikt över ljuskällorna syns i tabell 1. I försöken användes flera typer av ljuskällor; lysrör, halogenlampor och glödlampor (Dahl *et al.*, 1997; Muthuramalingam *et al.*, 2006; Hjalmarsson *et al.*, 2014). I Dahl *et al.* (1997) användes halogenlampor som var monterade tre meter över marken för att ge extra ljus åt korna. I Muthuramalingam *et al.* (2006) användes lysrör och glödlampor. Glödlamporna tändes på natten när lysrören var avstängda. Gavan och Motorga (2009) använde lysrör för att ge extra ljus till korna som stod under de långa dagsljusperioder (vilket var 17 timmar av ljus per dygn). Denna typ av ljuskälla användes även i Reksen *et al.* (1999) och Peters *et al.* (1978). I Hjalmarsson *et al.* (2014) användes både halogenlampor och lysrör. I två av studierna framgår det inte vilken ljuskälla som används (Pettersson & Wiktorsson, 2004; Lacasse *et al.*, 2014).

Tabell 1: Ljuskällor som användes under försöken

Referenser	Ljuskälla
Dahl <i>et al.</i> (1997)	Halogenlampor
Gavan och Motorga (2009)	Lysrör
Hjalmarsson <i>et al.</i> (2014)	Halogenlampor & lysrör
Lacasse <i>et al.</i> (2014)	I.U. <sup>1</sup>
Muthuramalingam <i>et al.</i> (2006)	Lysrör & glödlampor
Peters <i>et al.</i> (1978)	Lysrör
Pettersson och Wiktorsson (2004)	I.U.
Reksen <i>et al.</i> (1999)	Lysrör

<sup>1</sup>. I.U. står för inga uppgifter.

### Ljusintensiteter & ljustimmar

Samtliga åtta utvalda studier (Peters *et al.*, 1978; Dahl *et al.*, 1997; Reksen *et al.*, 1999; Pettersson och Wiktorsson, 2004; Muthuramalingam *et al.*, 2006; Gavan och Motorga, 2009; Hjalmarsson *et al.*, 2014; Lacasse *et al.*, 2014) omfattade jämförelser av ljusintensiteter eller dagsljusperioder. I studien av Gavan och Motorga (2009) jämfördes 10–13 timmars dagsljus med 17 timmars dagsljus. I en annan studie av Pettersson och Wiktorsson (2004) delades ladugården upp i två i områden med olika ljusintensiteter. Korna kunde välja vilken ljusintensitet de ville vistas i. I första perioden hade båda områdena lampor med en hög

ljusintensitet. I andra perioden tilldelades ladugårdsdelarna olika lampor under nätterna, en med låg ljusintensitet och en med hög ljusintensitet, vid tredje perioden bytte lamporna med ljusintensiteterna plats (Tabell 2).

Tabell 2. Hur ljusintensiteten varierade mellan perioderna i försöket, alla perioder pågick i tre veckor (Pettersson & Wiktorsson, 2004)

Uppdelning av inhysning	Period 1	Period 2	Period 3
Område 1	200 lx	200 lx	5–7 lx
Område 2	200 lx	5–7 lx	200 lx

I studien av Hjalmarsson *et al.* (2014) användes tre kommersiella gårdar där nattbelysningar studerades i en cross over design (Tabell 3). Korna genomgick en förberedelseperiod då de stod under en konstant ljusintensitet på minst 158 lx dygnet runt under fyra veckor. Lampor sattes upp med en låg, medel eller hög ljusintensitet (Tabell 3). Ljusintensiteten mättes i en höjd på 1,2 meter vid viloplatserna och utfodringsområdet med en luxmeter. Korna gick i lösdrift och de kor som användes i försöket hade en medelavkastning ( $\pm$  standardavvikelsen) på  $44 \pm 5$  kg mjölk/dygn.

Tabell 3. Cross over design visar hur ljusintensiteten under nätterna ändrades mellan gårdarna (Hjalmarsson *et al.*, (2014)

	Gård 1	Gård 2	Gård 3
Dygnet runt under förperioden	158 lx	158 lx	158 lx
Period 1	Låg <sup>1</sup>	Medel	Hög
Period 2	Hög	Låg	Medel
Period 3	Medel	Hög	Låg

<sup>1</sup>Låg ljusintensitet=  $11 \pm 3$  lx, medelljusintensitet=  $33 \pm 1$  lx och hög ljusintensitet=  $74 \pm 6$  lx.

I studien av Reksen *et al.* (1999) skickades ett formulär ut till 3350 lantbrukare med frågor kring deras produktion. Frågorna som användes omfattade antalet ljustimmar, ljuskälla, timmar med konstgjort ljus, användningen av tillskotts ljus under dagen och natten, inhysningssystem, arbetstimmar samt ladugårdens byggnadsår. 2187 lantbrukare svarade på enkäten. 855 gårdar togs bort ur försöket då de hade fel armaturer eller att de hade för lite information. Från de övriga 1332 gjordes ett slumpmässigt urval av 104 gårdar, som besöktes för mätning av ljusintensiteten. Mätningen skedde i foderavdelningen i höjd med kornas ögon samtidigt som de åt. Gårdarna delades in i grupper med långa och korta dagsljusperioder utifrån svaren på formulären, långa dagsljusperioder varade  $>12$  timmar och korta varade  $<12$  timmar. I studien av Peters *et al.* (1978) delades korna in i grupper med långa och korta dagsljusperioder. De långa dagsljusperioderna varade i 16 timmar.

I två av studierna som undersökte ljuspåverkan på hormonnivåer delades korna och förstakalvare upp i grupper med olika dag

sljusperioder (Dahl *et al.*, 1997; Lacasse *et al.*, 2014). I studien av Dahl *et al.* (1997) omfattade den korta dagsljusperioden mindre än tretton timmars ljus och den långa dagsljusperioden 18 timmars ljus. I studien av Lacasse *et al.* (2014) delades korna och förstakalvare in i tre grupper (tabell 4) med 8 eller 16 timmar ljus (L) och där en tredje grupp med 16 timmar ljus även fick ett tillskott av melatonin. I behandlingen med melatonintillskott fick korna och förstakalvare en gelatinkapsel med 25 mg melatonin oralt, dosen var uträknad från en tidigare studie med kött djur (Zinn *et al.*, 1988; Lacasse *et al.*, 2014).

Tabell 4. Grupperingar för korna i studien av Lacasse *et al.* (2014)

Grupp 1 (L8 M16 <sup>1</sup> )	Grupp 2 (L16 M8 <sup>1</sup> )	Grupp 3 (L16 M8 + melatonin <sup>1</sup> )
16 h mörker	8 h mörker	8 h mörker
8 h ljus	16 h ljus	16 h ljus
-	-	Melatonin tillskott

<sup>1</sup>Gruppen L8 M16 fick tillgång till 8 timmars ljus och 16 timmars mörker, gruppen L16 M8 fick tillgång till 16 timmars ljus och 8 timmars mörker, och gruppen L16 M8+ melatonin fick tillgång till 16 timmars ljus och 8 timmars mörker samt att de fick en gelatinkapsel med 25 mg melatonin oralt.

I en annan studie (Muthuramalingam *et al.*, 2006) undersöktes fyra ljusintensiteter under natten. Styrkan på ljuset som korna i de olika boxarna gavs var 0, 5, 10 och 50 lx. Glödlampor användes för att ge ljusintensiteterna 5, 10 och 50 lx i boxarna på nätterna.

### Behandlingsperiodens längd

En sammanställning av försökets längd i olika studier presenteras i tabell 5. Studien av Gavan och Motorga (2009) pågick i 120 dagar där två ljusbehandlingar undersöktes i en jämförande behandling med uttag av prover var 12:e dag. Försöket inkluderade en tolv dagars förperiod då korna anpassades och en tolv dagars efterperiod då korna återställdes till normalt dagsljus. I den tidigare refererade studien av Pettersson och Wiktorsson (2004) varade behandlingsperioderna i tre veckor studien skedde i en crossover design där ljusintensiteterna bytte plats med varandra. Varje period i studien av Hjalmarsson *et al.* (2014) pågick i 34 dagar med en fyra veckors förperiod då djuren fick tillgång till konstant ljus dygnet runt ljusintensiteterna bytte sedan plats i en cross over design. I Peters *et al.* (1978) pågick försöket totalt i 140 dagar, det var uppdelat i två perioder som varade i 100 respektive 40 dagar. Försöket genomfördes i en cross over design. I studien av Lacasse *et al.* (2014) togs blodprov kontinuerligt varannan vecka från tio veckor innan beräknad kalvning och till och med 40 veckor efter kalvningen. Ljusperioden började åtta veckor innan och avslutades direkt efter kalvningen. Det var en jämförande studie mellan tre grupper i försöket. En annan längd på behandlingen genomfördes med en 14 dagars förperiod vilket följdes upp av en 84 dagars ljusbehandling och en 14 dagars efterperiod, där korna stod uppstallade i en ladugård under hela försöket som baserades på en jämförelse av två behandlingar (Dahl *et al.*, 1997). I Muthuramalingam *et al.* (2006) fanns en förperiod på 14 dagar innan perioderna började.

Huvudperioden bestod i sin tur av fyra stycken delar om 14 dagar. Bytet mellan boxarna genomfördes med en latin Square metod. I studien av Reksen *et al.* (1999) pågick undersökningen i en period om 119 dagar. Denna genomfördes som en jämförande studie.

Tabell 5. Översikt över studiernas behandlingsperiodsupplägg

Referenser	Försöksperiod <sup>1</sup>	Uppdelat i antal perioder	Förperiod & efterperiod	Försöksmodell	Antal behandlingar /nivåer
Dahl <i>et al.</i> (1997)	112 dagar	1	Ja	Kontinuerligt försök	2
Gavan och Motorga (2009)	120 dagar	1	Ja	Kontinuerligt försök	2
Hjalmarsson <i>et al.</i> (2014)	130 dagar	3	Ja	Latin Square design (3*3) på 3 gårdar	3
Lacasse <i>et al.</i> (2014)	350 dagar	2	I.U. <sup>2</sup>	Faktoriellt försök med 2*3 behandlingar	3
Muthuramalingam <i>et al.</i> (2006)	112 dagar	4	Ja	Latin Square (4*4) design	4
Peters <i>et al.</i> (1978)	140 dagar	2	I.U.	Crossover	2
Pettersson och Wiktorsson (2004)	63 dagar	3	Ja	Crossover	2
Reksen <i>et al.</i> (1999)	119 dagar	1	I.U.	Jämförelser mellan gårdar	2

<sup>1.</sup> Inklusive för- och efterperiod när det fanns med i försöket.

<sup>2.</sup> I.U. står för inga uppgifter

## Metoder för att ta blodprov

För att registrera koncentrationerna av IGF-1, melatonin och PRL togs blodprov (Dahl *et al.*, 1997; Muthuramalingam *et al.*, 2006; Lacasse *et al.*, 2014). I Lacasse *et al.* (2014) togs blodprov från svansen varannan vecka 10 veckor innan kalvning till 40 veckor efter. Blodproven fick stå i rumstemperatur i två timmar respektive på is innan de centrifugerades. Plasman och serumet lagrades i -20 °C. Proverna analyserades för melatonin och PRL. I Dahl *et al.* (1997) togs blodprov via provtagning i svansen varannan vecka. Proven fick stå i 4 °C i maximalt en timme. Plasman kunde avskiljas efter 25 minuters centrifugering och proverna lagrades i -20 °C tills koncentrationen av IGF-1 var bestämd. I Muthuramalingam *et al.* (2006) togs blodproven med en kanyl i halsvenen sex gånger under första och sista natten under de fyra perioderna. Blodproven fick stå i 4 °C innan de centrifugerades i 30 minuter. Plasman lagrades i -20 °C och proverna analyserades för IGF-1 och melatonin.



## Mjölkningsintervall

I de flesta studierna mjölkades korna vid specifika tidpunkter två gånger per dygn (Peters *et al.*, 1978; Dahl *et al.*, 1997; Gavan & Motorga, 2009; Lacasse *et al.*, 2014). I två av studierna mjölkades korna i ett automatiskt mjölkningsystem (Pettersson och Wiktorsson, 2004; Hjalmarsson *et al.*, 2014). I studien av Pettersson och Wiktorsson (2004) hade korna tillträde till mjölkningsmaskinen var sjätte timme.

## Översikt över försöken

Tabell 6. Översikt över upplägg och frågeställningar i försöken

Referenser	Antal djur	Antal <sup>1</sup> grupper	Ljuskällor	Olika ljusperioder	Ljusintensitet <sup>2</sup>
Dahl <i>et al.</i> (1997)	40	2	Halogenlampor	Ja	Hög
Gavan och Motorga (2009)	20	2	Lysrör	Ja	Hög
Hjalmarsson <i>et al.</i> (2014)	173	3 gårdar	I.U. <sup>3</sup>	Nej	Hög Medel Låg
Lacasse <i>et al.</i> (2014)	62	3	I.U.	Ja	I.U.
Muthuramalingam <i>et al.</i> (2006)	12	4	Lysrör och glödlampor	Nej	Hög Medel Låg
Peters <i>et al.</i> (1978)	92	2	Lysrör	Ja	I.U.
Pettersson och Wiktorsson (2004)	46	2	I.U.	Nej	Hög Låg
Reksen <i>et al.</i> (1999)	21 530	1332 gårdar	Lysrör	Ja	Medel

<sup>1</sup>. Antal grupper om inget annat anges

<sup>2</sup> Låg ljusintensitet= <50 lx, medelljusintensitet= 50–100 lx och hög ljusintensitet= >100 lx

<sup>3</sup> I.U. står för inga uppgifter

## Resultat

### Nivåerna av IGF-1, PRL och melatonin koncentrationerna

Studien från Dahl *et al.* (1997) noterade att koncentrationen av IGF-1 ökade i plasman för kor i gruppen med längre dagsljusperioder. Detta noterades efter 14 dagar och ökningen kvarstod efter att försöket avslutades. I Lacasse *et al.* (2014) hade gruppen L16 M8 (tabell 3) de högsta prolaktinvärdena i genomsnitt under hela försöksperioden. Prolaktinet var högre hos kvigorna jämfört med korna. Korna i gruppen L16 M8 + melatonin (tabell 3) hade högst melatoninvärdet. I Muthuramalingam *et al.* (2006) noterades en signifikant skillnad i ökning hos IGF-1 koncentrationen i period fyra jämfört med period ett, två och tre.

## Förflyttning efter ljusintensiteterna

Pettersson och Wiktorsson (2004) noterade i resultatet att korna gick till samma bås i liggavdelningen för att vila när de kom tillbaka från foderhallen eller mjölkningsmaskinen i 60,5% utav fallen oavsett vilken ljusintensitet som tillämpades i den del av stallet korna valde att lägga sig.

Resultatet i Pettersson och Wiktorsson (2004) noterade dock även att enskilda individer i 39,5% utav fallen valde plats efter ljusets styrka, de bytte till ett liggbås i andra delen utav ladugården när lamporna bytte plats. Ett sätt att mäta hur djuren upplevde ljusstyrkorna enligt studien var att mäta aktiviteten i mjölkningen, i delen med dämpad belysning gick korna och mjölkades mer frekvent jämfört med korna i den heltända delen (Pettersson & Wiktorsson, 2004). Resultatet visade att korna i delen med dämpad belysning var mer aktiva under dygnet.

## Mjölkningsintervallen

I resultatet noterades det att korna med tillgång till ljusperioder med dämpad belysning mjölkades i genomsnitt 2,6 gånger per dygn, och korna med tillgång till full ljusstyrka dygnet runt mjölkades i genomsnitt 2,5 gånger per dygn. Det var en signifikant skillnad i mjölkningsfrekvensen mellan ljuslängdsgrupperna. Besöksfrekvensen till mjölkningsmaskinerna i Hjalmarsson *et al.* (2014) var i genomsnitt 2,8 gånger/dygn, mjölkningsintensiteten var signifikant högre vid medelljusintensitet än vid den låga och höga ljusintensiteten ( $P < 0,05$ ). Däremot noterades ingen signifikant skillnad mellan låg och hög ljusintensitet.

## Mjölkavkastning

I Studien av Peters *et al.* (1978) resulterade längre dagsljusperioder i signifikant högre mjölkavkastning, mjölkavkastningen var 28 och 31,4 kg per dygn för korta respektive långa dagsljusperioder. När korna som tidigare stått under de långa dagsljusperioderna flyttades till den korta dagsljusperioden så minskade i mjölkavkastningen. Däremot ökade inte mjölkavkastning hos de kor som tidigare stått under en kort ljusperiod som sedan flyttades till en lång ljusperiod. I studien av Dahl *et al.* (1997) noterades det att kor i gruppen med en längre dagsljusperiod på 18 timmar gav en högre mjölkavkastning. Denna signifikanta skillnad märktes redan efter 28 dagar i behandlingen, den ökade mjölkavkastningen kvarstod när försöket avslutades. För kor i studien av Lacasse *et al.* (2014) skiljde inte mjölkavkastningen mellan korta och långa ljusperioder. I Gavan och Motorga (2009) noteras det en skillnad i mjölkavkastningen mellan kor i de två olika grupperna, denna signifikanta skillnad märktes efter 36 dagar. I Hjalmarsson *et al.* (2014) noterades en signifikant skillnad i mjölkavkastningen mellan en hög och medel ljusintensitet och mellan en hög och låg ljusintensitet den signifikanta skillnaden mellan dessa låg på ( $P < 0,01$ ) och mjölkavkastningen ökade vid en högre ljusintensitet. I studien av Reksen *et al.* (1999) noterades det att mjölkavkastningen var högre vid dimljus på nätterna med en signifikant skillnad på ( $P < 0,10$ ). Det var även en signifikant ( $P < 0,01$ ) högre mjölkavkastning vid de långa dagsljusperioderna i början.

## Diskussion

### Ljuskällor

Trots att olika ljuskällor med skillnader i luminans och färgtemperatur har använts så har resultatet i de observerade studierna varit liknande. Ingen skillnad i påverkan mellan de olika ljuskällorna på kornas endokrina -och mjölkproduktion har påvisats (Peters *et al.*, 1978; Dahl *et al.*, 1997; Reksen *et al.*, 1999; Pettersson och Wiktorsson, 2004; Muthuramalingam *et al.*, 2006; Gavan och Motorga, 2009; Hjalmarsson *et al.*, 2014; Lacasse *et al.*, 2014).

### Ljustimmar och ljusintensiteter

De studier som undersökte respons i hormonerna IGF-1, PRL och melatonin hade liknande upplägg avseende långa dagsljusperioder men de skiljde sig i design med avseende på de korta perioderna (Dahl *et al.*, 1997; Lacasse *et al.*, 2014). I studien av Dahl *et al.* (1997) är den korta perioden mindre specifik jämfört med den i studien av Lacasse *et al.* (2014). Detta på grund av att de korta dagsljusperioderna i Dahl *et al.* (1997) var ≤trettio timmars ljus. Stor skillnad i längd mellan de korta och långa dagsljusperioderna i försöken samt definierade dagsljuslängder under behandlingsperioderna är att föredra. Detta gör att det kan noteras en tydlig skillnad i resultat. Detta kan vara en bidragande faktor till varför studien av Lacasse *et al.* (2014) får ett mer signifikant resultat jämfört med studien av Dahl *et al.* (1997).

Studierna som omfattade ljusintensitet (Muthuramalingam *et al.*, 2006; Hjalmarsson *et al.*, 2014) var lika i avseende att det enbart var nattbelysningens intensitet som varierades och att de testade liknande ljusstyrkor. Detta leder till ett tydligt resultat och skillnader mellan de olika ljusstyrkorna bekräftas av att det är flera artiklar som rapporterar liknande resultat (Muthuramalingam *et al.*, 2006; Hjalmarsson *et al.*, 2014). Studien av Muthuramalingam *et al.* (2006) undersökte hur hormonnivåerna påverkades av ljusintensiteten. Ljusstyrkan varierades, dock var skillnaderna inte stora. Det noterades i resultatet att det enbart var mellan de tre första behandlingsperioderna och fjärde perioden det fanns en signifikant skillnad i koncentrationerna hos IGF-1. Ingen av studierna som undersökte hur olika ljusintensiteter påverkade hormon – och/eller mjölkproduktionen (Pettersson & Wiktorsson, 2004; Muthuramalingam *et al.*, 2006; Hjalmarsson *et al.*, 2014) studerade olika ljusintensiteter under dagarna utan det studerades enbart under nätterna. Detta är något som skulle kunna utvecklas genom att man även ändrar ljusintensiteten under dagtid och undersöker hur det påverkar mjölk och/eller hormonproduktionen. Ljusintensiteterna mättes i studien av Reksen *et al.* (1999), Muthuramalingam *et al.* (2006) och i Hjalmarsson *et al.* (2014) på olika delar under försöket, det kan dock vara svårt att få ett exakt värde på ljusintensiteten då det kan variera från olika delar av rummet och beroende på hur nära lampan ljuset mäts.

### Behandlingsperiodernas längd

Behandlingslängden påverkade förändringen av mjölkproduktionen. Några behandlingar pågick under en kortare period, ca 3-5 veckor (Pettersson & Wiktorsson, 2009; Muthuramalingam *et al.*, 2006; Hjalmarsson *et al.*, 2014), jämfört med andra studier (Dahl *et al.*, 1997; Lacasse *et al.*, 2014).

al., 2014). En kort behandlingsperiod är troligtvis inte tillräckligt för att påverka mjölkproduktionen. Perioderna bör vara minst en månad för att en signifikant skillnad i mjölkproduktionen ska kunna noteras.

### **Metoder för att ta blodprov**

Studierna varierade i behandlingsperiod, hur ofta proverna togs, ljusintensiteter samt dagsljusperioder (Dahl *et al.*, 1997; Muthuramalingam *et al.*, 2006; Lacasse *et al.*, 2014). I de längre försöken studerades hormonnivåerna innan, under och efter behandlingen (Lacasse *et al.*, 2014).

### **Mjölkningsintervall**

Det fanns två typer av mjölkningsystem som var mest frekventa i studierna, det var bestämda mjölkningstider (Peters *et al.*, 1978; Dahl *et al.*, 1997; Lacasse *et al.*, 2014) och automatiskt mjölkningsystem (Pettersson & Wiktorsson, 2004; Hjalmarsson *et al.*, 2014). Om dagsljusperioderna påverkar mjölkavkastningen genom att öka mjölmängden är det troligt att korna i grupperna med längre dagsljusperioder samt automatiskt mjölkningsystem har högre mjölkavkastning på grund utav att de kan mjölkas mer frekvent.

### **Mjölkavkastning**

Effekten av dagsljusperiodens längd på mjölkavkastningen varierade mellan studierna. De flesta studierna noterar att den påverkades av långa dagsljusperioder (Peters *et al.*, 1978; Dahl *et al.*, 1997; Reksen *et al.*, 1999). En studie noterade inte någon skillnad i mjölkavkastningen hos förstakalvare som fått olika ljustimmar medan korna som fått kortare ljustimmar (8 tim/dygn) före kalvning hade högre mjölkavkastning under första delen av laktationen när de efter kalvning sattes i en miljö med längre ljustimmar(16 tim per dygn). Ingen effekt på avkastningen noterades däremot på korna under andra halvan av laktationen (Lacasse *et al.*, 2014). Effekten av ljus med avseende på mjölmängd bör undersökas under längre behandlingsperioder med olika ljusbehandlingar då det tar en viss tid innan en signifikant skillnad i mjölkavkastningen syns.

### **Styrkor och svagheter samt potential till förbättring**

Studien av Peters *et al.* (1978) noterade att när försöksgrupperna bytte plats mellan dagsljusperioderna sjönk de som tidigare stått under den långa dagsljusperioden i mjölkavkastning. Gruppen som tidigare stod under den korta dagsljusperioden ökade inte i mjölkavkastning speciellt mycket när de förflyttades till den långa perioden. Varför den andra gruppen inte ökade i produktion är okänt. Denna kan ha behövt en längre behandlingsperiod med dagsljus jämfört med första gruppen för att öka i mjölmängd. Därav noteras inte en lika stor ökning i mjölkavkastningen för den andra gruppen. I Peters *et al.* (1978) diskuteras det att mjölkproduktionen inte blir lika effektiv när omgivningens temperatur är låg. Det diskuteras då att i den senare delen av studien var temperaturen i omgivningen låg och därav minskade kornas mjölkproduktion. Detta kan vara en av anledningarna till att korna i andra gruppen inte ökade sin mjölkproduktion lika mycket som första gruppen. Det gäller även då grupperna sjönk i

mjölkavkastning längre in i första perioden.

De flesta studierna använde sig av flera behandlingar under hela försöket som löpte parallellt med varandra eller genomförde försöken i en cross over/ latin Square design, för att kunna jämföra olika behandlingar med varandra. En studie baserades på en enkät utskickad till gårdar (Reksen et al., 1999), men denna studie omfattade ett stort antal gårdar (1538) där gårdarna delades in i två kategorier med olika ljusperioder och kompletterades med ljusmätningar på över hundra gårdar.

Längden på behandlingen varierade mycket mellan olika studier och det är möjligt en längre behandlingsperiod hade kunnat leda till att större effekter hade kunnat påvisas i de studier som hade förhållandevis korta behandlingsperioder som låg kring 30-35 dagar eller mindre (Pettersson och Wiktorsson, 2004; Muthuramalingam *et al.*, 2006; Hjalmarsson et al., 2014).

I Pettersson och Wiktorsson (2004) noterades det att korna gick tillbaka till samma plats som de låg på i början. Detta anger att det är fler faktorer som avgör viken del av ladugården djuren väljer, och att det inte enbart är själva ljusintensiteten som påverkar kons välbefinnande så länge de har tillgång till lite ljus. Studien nämner i sitt resultat att det inte fanns någon relation mellan rangordningen och val av liggplats. Även om kornas rang inte tycks ha varit en avgörande faktor i studien av Pettersson och Wiktorsson (2004) så är det vanligt att det finns en rangordning i besättningen och att den påverkar korna (Sołtysiak & Nogalski, 2010; Menke *et al.* 2015; Sarova *et al.* 2016). Detta är en faktor som bör vara i åtanke vid liknande studier, att det troligen inte enbart är ljusintensiteten som avgör vart korna lägger sig utan att andra faktorer kan påverka kornas val. Vid en stor rangskillnad kommer kon med låg rang inte vilja ligga bredvid den som är hög i rang. Då är det troligt att ljusintensiteten inte spelar någon roll i den situationen utan kon kommer undvika den andra kon oavsett vad den andra delen har att erbjuda. Det är också möjligt att andra miljöfaktorer såsom närhet till foderbord och vatten, mängd strö i liggbåset eller förekomst av drag i stallet kan göra att korna föredrar vissa liggplatser.

## Slutsats

Syftet med litteraturstudien var att undersöka metoder som använts i studier för att notera hur mjölkkor med avseende på hormonnivåerna av IGF-1, PRL och melatonin i blodet samt mjölkproduktionen påverkas av längden på dagsljusperioden och styrkan på ljusintensiteten. Det fanns flera metoder som används för att se hur dagsljusperioder och ljusintensiteter påverkar mjölkornas produktion och fysiologi. Studierna har varierat i antal timmar av dagsljus, antal djur men även i längden på behandlingsperioden. De granskade studierna gav liknande resultat när det kommer till hur dagsljusperiodernas längd och ljusintensiteten påverkar mjölkornas endokrina faktorer och deras mjölkproduktion. Vid högre ljusintensiteter och längre dagsljusperioder ökar mjölkavkastningen samt hormonerna prolaktin och insulinliknande tillväxtfaktor-1 medan melatoninkoncentrationen sjunker. Resultaten från flera av studierna indikerar att den bör vara minst en månad för att man skall kunna uppmäta signifikanta effekter av olika ljusbehandlingar. De granskade studierna visade att långa dagsljusperioder, höga ljusintensiteter och långa behandlingsperioder gav signifikanta resultat.

## Referenser

- Asher, A., Shabtay, A., Brosh, A., Eitam, H., Agmon, R., Cohen-Zinder, M., Zubidat, A.E., Haim, A. (2015). "Chrono-functional milk": The difference between melatonin concentrations in night-milk versus day-milk under different night illumination conditions. *Chronobiology international*, Vol. 32(10), ss. 1409-1416. DOI: 10.3109/07420528.2015.1102149
- Björkegren, L. (2013). *Effects of two different light programs on milk yield, prolactin, IGF-1 and sleep in dairy cows*. Sveriges lantbruksuniversitet. Husdjurens utfodring och vård/ Husdjursvetenskap. 2013:401
- Dahl, G. E., Elsasser, T. H., Capuco, A.V., Erdman, R. A., Peter, R. R. (1997). Effects of a Long Daily Photoperiod on Milk Yield and Circulating Concentrations of Insulin-Like Growth Factor-I. *Journal of Dairy Science*, Vol.80(11), ss2784-2789. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76241-6
- Gavan, M., Motorga, V. (2009). The effect of supplemental light on milk production in Holstein dairy cows. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, Vol. 42(2), ss. 261–265.
- Hedlund, L., Lischko, M. M., Rollag, M. D., Niswender, G. D. (1977). Daily Cycle in Plasma and Cerebrospinal Fluid of Calves. *Science*, Vol.195, ss.686-687.
- Hjalmarsson, F., Olsson, I., Ferneborg, S., Agenäs, S., Ternman, E. (2014). Effect of low light intensity at night on cow traffic in automatic milking systems. *Animal Production Science*, Vol. 54(10), ss.1784-1786.
- Hörndahl, T., von Wachenfelt, E., von Wachenfelt, H. (2013). Belysning i stallbyggnader - Energieffektiv belysning och god djurvälstånd. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. (Landskap, trädgård, jordbruk, rapportserie 2013:8) tillgänglig:  
[https://pub.epsilon.slu.se/9487/1/horndahl\\_et\\_al\\_130308.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/9487/1/horndahl_et_al_130308.pdf)
- Jordbruksverket (2017). *Stallmiljö för nötkreatur*. Tillgänglig:  
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/olikaslagsdjur/notkreatur/stallmiljo.4.1cb85c4511eca55276c80001191.html> [2018-03-04]
- Lacasse, P., Vinet, C. M., Petitclerc, D. (2014). Effect of prepartum photoperiod and melatonin feeding on milk production and prolactin concentration in dairy heifers and cows. *Journal of Dairy Science*, Vol.97(6), ss.3589-3598. DOI: 10.3168/jds.2013-7615
- Lawson, T. J., Kennedy, A. D. (2001). Inhibition of nighttime melatonin secretion in cattle: threshold light intensity for dairy heifers. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol.81(1), ss.153-156. DOI: 10.4141/A00-058
- Menke, C., Peer, M., Schneider, C., Spengler, A., Waiblinger, S. (2015). Introducing structural elements into the free resting area in loose-housing systems with horned dairy cows: effects on laying behavior and cleanliness. *Livestock science*, Vol.179, ss. 38-46.
- Muthuramalingam, P., Kennedy, A. D., Berry, R.J. (2006). Plasma melatonin and insulin-like growth factor-1 responses to dim light at night in dairy heifers. *Journal of Pineal Research*, Vol. 40(3), ss. 225–229. DOI: 10.1111/j.1600-079X.2005.00303.x
- Peters, R. R., Chapin, L. T., Leining, K. B., Tucker, H. A. (1978). Supplemental Lighting Stimulates Growth and Lactation in Cattle. *Science*, Vol.199(4331), ss.911-912.
- Pettersson, G., Wiktorsson, H. (2004). Illumination or guiding light during night hours in the resting area in AM-barns. Meijering, A, Hogeveen, H, de Koning, C. J. A. M. *A better*

- understanding automatic milking*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. ss. 468-474.
- Reksen, O., Tverdal, A., Landsverk, K., Kommisrud, E., Boe, K. E., Ropstad, E. (1999). Effects of Photointensity and Photoperiod on Milk Yield and Reproductive Performance of Norwegian Red Cattle. *Journal of Dairy Science*, Vol.82(4), ss. 810-816. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75300-2
- Sarova, R., Gutmann, A. K., Spinka, M., Stehulova, I., Winckler, C. (2016). Important role of dominance in allogrooming behavior in beef cattle. *Applied animal behavior science*, Vol.181, ss. 41-48. DOI: 10.1016/j.applanim.2016.05.017
- SFS 1988:534. Djurskyddslag. Stockholm: Näringsdepartementet.
- SFS 1988:539. Djurskyddsförordning. Stockholm: Näringsdepartementet.
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O., Hove, K. (2016). *Physiology of Domestic Animals*. 3. uppl. Ames: Slovenia GPS group.
- Sołtysiak, T., Nogalski, Z. (2010). The effects of social hierarchy in dairy cattle herd on milk production. *Polish journal of natural sciences*, Vol. 25(1), ss. 22-30. DOI: 10.2478/v10020-010-0002-1
- Tucker, H. A. (2000). Hormones, Mammary Growth, and Lactation: a 41-Year Perspective. *Journal of Dairy Science*, Vol.83(4), ss.874–884. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)74951-4
- Zinn, S.A., Chaplin, L. T., Enright, W. J., Schroeder, A. L., Stanisiewski, E. P., Tucker, H. A. (1988). Growth, carcass composition and plasma melatonin in postpubertal beef heifers fed melatonin. *Journal of animal science*, Vol.1, ss. 21–27.