



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Underlag och strömedel i liggbås för mjölkkor - betydelse för djurens hälsa, välbefinnande och produktion

Jenny Augustsson



Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2013: 07

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Uppsala 2013



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Underlag och strömedel i liggbås för mjölkkor – betydelse för djurens hälsa, välbefinnande och produktion

Surface and bedding material in cubicles for dairy cows – importance for animal health, wellbeing and production

Jenny Augustsson

Handledare:

Jan Hultgren, SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Examinator:

Eva Tydén, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: EX0700

Program: Veterinärprogrammet

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: SLU Uppsala

Utgivningsår: 2013

Omslagsbild: Lova Göransdotter

Serienamn, delnr: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2013:07
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: mjölkko, liggbås, golv, strömedel, komfort, benskada, juverhälsa, hygien, mjölkproduktion

Key words: dairy cow, cubicle, floor, bedding, comfort, leg injury, udder health, hygiene, milk production

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning.....	3
Material och metoder	4
Litteraturöversikt.....	4
Komfort och preferens	4
Benhälsa	5
Hygien och juverhälsa.....	6
Produktion	7
Diskussion	7
Slutsatser	9
Referenslista.....	10

SAMMANFATTNING

Liggbåsunderlag och strömaterial påverkar korna på flera sätt. Denna litteraturstudie syftar till att undersöka hur mjölkors komfort, benhälsa, juverhälsa, hygien och mjölkproduktion påverkas av olika material och strömedel i liggbåsen. Både komfort och benhälsa verkar gynnas av mjukare underlag och mer strö även om vissa studier inte kunnat visa detta. Man ser ökade liggtider och minskad prevalens av framför allt hasskador. Studier om hygien ger inga entydiga resultat. Vissa undersökningar har visat att kor i sandbås är smutsigare än kor på madrasser medan andra inte kunnat se denna skillnad. I en studie såg man att sand innehåller färre bakterier än ytan på en madrass. Att strö oftare och med en större mängd strö ger både renare kor och renare bås. Huden på hasorna och sår på hasorna har visat sig fungera som reservoar för *Staphylococcus aureus*. När det gäller mjölkproduktionen har vissa försök visat att den minskar om korna hålls på hårdare underlag men resultaten är inte entydiga. Man har sett tendenser till minskade ättider vid hårdare underlag i liggbåsen.

SUMMARY

This review aims to examine how dairy cow comfort, leg health, udder health, hygiene and milk production is affected by different types of flooring and bedding in cubicles. Both comfort and leg health seem to improve with softer surfaces and a larger amount of bedding. On softer flooring the lying time increases and the prevalence of hock injuries decreases. Studies of hygiene give no conclusive results. Some studies have shown that cows on sand are dirtier than cows on mattresses while others have not been able to show such a difference. One study showed that sand contains fewer bacteria than the surface of a mattress. Larger amounts of bedding and the routine of adding bedding more frequently results in cleaner cows and cubicles. The skin of the hocks and hock lesions have been shown to act as a reservoir for *Staphylococcus aureus*. Regarding milk production, some experiments have shown that it is reduced when the cows are kept on harder surfaces but the results are not conclusive. Studies show tendencies towards reduced eating times with harder surfaces in the cubicles.

INLEDNING

Kraven på mjölkkor blir allt högre. De måste producera mer och mer för att det ska bli lönsamt när inte mjölkpriserna stiger i takt med kostnaderna inom lantbruket. När kraven på korna ökar måste deras miljö vara mycket väl utformad för att god hälsa och välbefinnande ska bibehållas.

Siffror från Svensk Mjök (2012b) visar att medelavkastningen år 2011 var 8332 kg mjök per ko, vilket var ungefär 200 kg mer än år 2007. I samma rapport kan man se att 53 % av svenska mjölkkor hålls i lösdrift. Eftersom det inte längre är tillåtet att bygga nya ladugårdar med system för bundna kor kommer denna andel snabbt att bli större. I en lägesrapport från Svensk Mjök (2012a) visar man att det inte har skett någon förändring av medelcelltalet i leverantörmjök de senaste åren men att celltalet är något lägre i tankmjök från gårdar med bundna kor jämfört med lösdrift. Detta antyder att det krävs åtgärder för att hålla nere mjökcelltalet när fler besättningar går över till lösdrift. Lägesrapporten (2012) visade också att 14,6 % av korna drabbades av juversjukdom under året (baserat på rapporter från veterinärer).

Hasskador är ett stort problem bland mjölkkor, i en svensk studie (Capurro et al., 2010) fann man att 54 % av korna hade någon typ av hasskada. En viktig riskfaktor för uppkomsten av hasskador är underlaget i liggbåsen där kor tillbringar en stor del av sin tid när de är uppstallade. Försök har visat att kor spenderar mellan 11 och 15 timmar per dygn på att ligga ner. Förutom detta spenderas en del av deras tid på att stå i liggbåsen (Wechsler et al., 2000; Tucker & Weary, 2004). På bete spenderas inte lika mycket tid på att ligga (Hernandez-Mendo et al., 2007) och detta kan tyda på att det är ännu viktigare för uppstallade kor att kunna ligga mjukt då övriga ytor ofta är av betong.

Sammantaget är underlaget i liggbåsen av stor betydelse för kornas hälsa och välbefinnande. För att uppfylla djurskyddslagstiftningen måste man ha kunskap om hur stallar ska inredas för att inte medföra en risk för djurens hälsa samt för att kunna hålla liggytor rena och torra.

Denna litteraturstudie syftar till att sammanställa hur komfort, benhälsa, hygien, juverhälsa och mjökproduktion påverkas av olika underlag och strömaterial i liggbåsen. Frågeställningarna är: Hur högt prioriterar korna att få ligga? Vilka underlag ger en bra komfort? Vilka konsekvenser får ett hårdare underlag på benhälsan? Vilka underlag och strömedel ger bättre hygien? Påverkas mjökproduktionen av olika underlag och strömedel?

MATERIAL OCH METODER

Litteratursökningen har främst gjorts i SLU:s databas *Web of Knowledge*. Från början användes sökord som "free stall base material", "cubicle flooring", "cow comfort", "hock injuries" med flera i olika kombinationer. Efterhand som några relevanta artiklar hittades sökte jag mig vidare från de referenser som fanns i dessa artiklar, och det var så jag hittade det mesta av materialet.

Studien har begränsats till effekter på komfort, benhälsa, juverhälsa, hygien och mjölkproduktion av olika underlag och material i liggbås. Reproduktion och klövhälsa samt effekter av underlaget i gångarna ingår inte i denna studie.

LITTERATURÖVERSIKT

Komfort och preferens

Munksgaard et al. (2005) undersökte vilka beteenden kor prioriterade om tiden att utföra dem var begränsad. Korna fick tillgång till liggyta, foder och social kontakt med en annan ko under 23, 15 eller 12 timmar per dygn under 2 veckor. Resten av tiden stod de uppbundna utan möjlighet att ligga, äta eller se andra kor. Den totala tiden som ägnades åt varje beteende minskade när tiden begränsades. Man såg att ju kortare tid kor hade tillgång till resurserna desto större andel av tiden användes till att ligga.

I ett preferenstest (Tucker et al., 2003) fick kor välja mellan att ligga på gummifylld madrass, djup bädd med sågspån eller djup bädd med sand. De flesta föredrog den djupa bädden med sågspån när de fick välja fritt. I en fas av försöket, där korna bara hade tillgång till ett underlag i taget, såg man en längre liggtid och högre frekvens av lägningsbeteenden på sågspån och madrass jämfört med sand. Däremot såg man att de kor som var vana vid sand accepterade det bra och behöll långa liggtider. De som inte var vana vid sand låg inte lika mycket eller valde att lägga sig i gången istället. När korna var vana vid sand föredrogs de djupa bäddarna med sand eller sågspån framför madrassen.

I ett annat preferenstest (Tucker & Weary, 2004) visade korna tydlig preferens för madrasser bäddade med 7,5 kg sågspån jämfört med madrasser som bäddades med 1 kg eller inget strö.

Kor har olika stort behov av att ligga beroende på vart i laktationen de befinner sig, Munksgaard et al. (2005) visade att kor sent i laktationen har ett större behov av att ligga och prioriterar det högre än kor tidigt i laktationen.

Kor spenderar mer av sin tid med att ligga om de har ett mjukare underlag eller ett tjockare lager strö (Chaplin et al., 2000; Tucker & Weary, 2004; Rushen et al., 2007; Tucker et al., 2009). Den ökade liggtiden på mjukt underlag beror antingen på att korna är mer villiga att byta ställning och därför lägger sig och reser sig oftare (Rushen et al., 2007; Tucker et al., 2009) eller på att korna ligger längre stunder i sträck (Chaplin et al., 2000).

Wechsler et al. (2000) kunde inte påvisa någon skillnad i total liggtid eller lägningsbeteende mellan kor på mjuk gummimatta (4 olika typer) och kor på halmbädd. Man drog slutsatsen att det inte var någon skillnad i komfort mellan dessa underlag.

Det verkar inte som om sömnen påverkas av den kortare liggtiden på hårt underlag, eftersom den extra tid som korna ligger ner på det mjuka underlaget spenderas med huvudet upp och inte vilande på golv eller kropp som de tros göra under större delen av sömnen (Rushen et al., 2007).

På hårdare golv använder korna en större andel av ståtiden till att bara stå passiva. Detta till skillnad mot kor som har ett mjukare underlag där en större del av tiden stående ägnas åt att äta (Chaplin et al., 2000; Rushen et al., 2007).

Benhälsa

Det som framför allt är ett problem när det gäller benhälsa och underlag i liggbås är carpus- och hasskador. Skador på andra ställen såsom höfter, knän och kotor är inte lika vanligt förekommande (Kielland et al., 2009). En stor del av de skador man ser är endast avskavd hårrem men även sår och svullnader förekommer i olika grad. Prevalensen av hasskador är hög både i Sverige och i resten av världen. I en svensk studie (Capurro et al., 2010) fann man hasskador hos 54 % av de lakterande korna, i en norsk studie var siffran 60,5 % (Kielland et al., 2009) och en amerikansk studie fann en prevalens mellan 42 och 81 % i olika områden i USA (von Keyserlingk et al., 2012).

Kielland et al. (2009) undersökte riskfaktorer för lesioner på has och carpus. Författarna fann att de riskfaktorer som var gemensamma för de två typerna av skador var en hård liggyta, långa liggbås samt hög ålder. Det fanns också vissa riskfaktorer som inte var gemensamma utan gällde för antingen hasskador eller carpuskador. Till exempel påverkade typen av strömedel uppkomsten av carpuskador medan mängden strö var en riskfaktor för hasskador.

I en brittisk studie (Potterton et al., 2011) ville man ta reda på om det fanns olika riskfaktorer för olika typer av skador på hasorna. Man bedömde 30 olika riskfaktorer och om de var associerade med hårlösa partier, svullnad och/eller sår på hasorna. Ingen av de 30 riskfaktorerna var gemensam för alla tre skadorna. Gemensamma faktorer för hårlösa partier och sår var bland andra grad av hälta, medelmjölmängd och underlag i liggbåsen. Strömmaterial var en gemensam faktor för hårlösa partier och svullnad medan flera riskfaktorer var unika för de olika skadorna. Trots att det fanns vissa gemensamma faktorer tolkar författarna det som att det är olika etiologi som ligger bakom de olika skadorna och att hårlösa partier inte alltid är ett förstadium till sår och svullnad.

Flera studier har visat att ju mjukare underlaget är och ju mer hasorna kan sjunka ner i underlaget när kon ligger ner desto lägre blir prevalensen av skador (Rushen et al., 2007; van Gastelen et al., 2011). Kielland et al. (2009) visade att kor med betong i liggbåsen hade högre prevalens av skador än dem med kompakt gummimatta. Kor med madrasser (40-100 mm tjocka) hade den lägsta prevalensen av skador. Dessutom fann Fulwider et al. (2007) att kor på gummifyllda madrasser fick fler och allvarigare skador än kor på ännu mjukare underlag (sand och vattenmadrass). Vid en jämförelse mellan mjuka mattor (4 olika typer) och halmbädd fann man i en studie att kor på mattor hade högre incidens av skador på hasorna jämfört med kor på halmbädd (Wechsler et al., 2000). Däremot finns en studie där man inte

fann någon skillnad i prevalensen has- eller carpus-skador mellan kor på gummimatta (EVA) och kor på gummifylld madrass (Chaplin et al., 2000).

Livesey et al. (2002) gjorde ett försök där kor delades upp i tre grupper. En grupp hölls under 26 veckor på butyl-gummimattor, en på gummifyllda madrasser och en på djupströbädd med halm. Mattor och madrasser bäddades med sågspån. Gruppen som hölls på madrasser hade varken mer eller mindre skador efter de 26 veckorna medan de som hölls på mattor fick signifikant fler och allvarigare skador. De som hölls på djupströbädden hade däremot färre skador än de hade från början. De kor som i början av undersökningen hade allvarliga skador löpte större risk att ha kvar lika allvarliga skador efter 25 veckor om de hållits på mattor jämfört med djupströbädd eller madrass.

Lantbrukarens attityd har visat sig ha betydelse för prevalensen carpus-skador. En studie visade att lantbrukare som inte höll med om påståendet att djur känner fysisk smärta på samma sätt som människor gör, löpte högre risk att ha kor med carpus-skador än dem som höll med om påståendet (Kielland et al., 2009).

Hygien och juverhälsa

Staphylococcus aureus är en vanlig patogen vid såväl kliniska som subkliniska mastiter. Trots att man är noggrann med mjölkningshygien och slår ut infekterade individer kommer man inte alltid till rätta med problemen. Capurro et al. (2010) undersökte i en studie på uppbundna kor vilka reservoarer som kan finnas för *S. aureus* i en mjölkbesättning. Man tog prover från bland annat huden på hasorna, eventuella sår på hasorna, strömmaterial samt från underlaget i båsen. *S. aureus* återfanns i 37 % av proverna från hasor på lakterande kor och det var större risk att hitta *S. aureus* på hasorna om det fanns sår. De två vanligaste ställena att hitta bakterierna i kornas närmiljö var i prover från liggytor samt strömmaterial. Ett viktigt steg för att minska förekomsten av *S. aureus* i en besättning kan därför vara att sätta in åtgärder som förebygger hasskador och förbättrar hygien i liggbåsen.

Van Gastelen et al. (2011) undersökte om det fanns någon skillnad i antalet bakterier per gram av fyra olika bäddtyper och fann att sand hade en betydligt lägre halt än komposterat stallgödsel, skummadrass och hästgödsel. I en annan studie undersökte man hur mjölkcelltalet skilde mellan kor på gummifylld madrass, sand och vattenmadrass och fann då ingen skillnad mellan underlagen (Fulwider et al., 2007). Däremot fann Fulwider et al. (2007) ett positivt samband mellan allvarliga hasskador och celltal i mjölken hos kor som hölls på gummifylld madrass.

Zdanowicz et al. (2004) visade att det fanns ett samband mellan antalet bakterier i sågspån från bädden och antalet bakterier på spenarna. Detta samband fanns också hos kor på sand, men var svagare. Både *Klebsiella* spp. och koliforma bakterier återfanns i högre grad på spenarna hos kor som hölls på sågspån än hos dem som hölls på sand, medan streptokocker fanns i högre grad på spenarna hos kor som hölls på sand.

Antalet mastiter är färre på gummimattor, flerskiktade gummimattor och madrasser (mjukhet >24 mm) än på betong. Det är också mindre risk att återfå mastit inom samma laktation på madrasser än på betong (Ruud et al., 2010).

Fulwider et al. (2007) fann i en studie att kor som hölls på sandbädd var smutsigare än dem som hölls på gummifylld madrass eller vattenmadrass. Zdanowicz et al. (2004) fann att kor som hölls på sand hade ett smutsigare juver än kor på sågspån. Däremot kunde van Gastelen et al. (2011) inte påvisa någon skillnad mellan sand, komposterad stallgödsel, skummadrass och hästgödsel i hur väl korna höll sig rena. I en annan studie såg man att kor på mattor (EVA) hade renare juver än kor på gummifyllda madrasser vilket ansågs bero på att mattorna höll kvar strömedlet bättre och var torrare (Chaplin et al., 2000).

Liggbåsen håller sig renare om det är en större mängd strö i båsen jämfört med lite eller inget strö och betydelsen av strö för renheten är större om underlaget är betong jämfört med gummimatta (Ruud et al., 2011). En studie av Herlin et al. (2007) visade att om strö tillförs i båsen två gånger per dag istället för var tredje dag så håller sig både bås och juver renare.

Produktion

Munksgaard et al. (2005) såg i sitt försök att kor som hade begränsad tillgång till liggyta, foder och social kontakt minskade både sitt födointag och sin mjölkproduktion jämfört med kor som hade tillgång till resurserna under en större del av dygnet. Det totala födointaget minskade dock inte lika mycket som ättiderna eftersom äthastigheten ökade. De kor som hade begränsad tillgång till resurserna (15 respektive 12 timmar) gick ner i vikt medan de som hade tillgång till resurserna 23 timmar per dygn gick upp i vikt.

Rushen et al. (2007) såg ingen skillnad i ättid mellan kor på betong och kor på gummimatta medan ett annat försök har visat tendenser till att ett mjukare underlag ökar tiden som kor spenderar med att äta (Chaplin et al., 2000). Chaplin et al. (2000) fann även att kor på gummifylld madrass hade ett högre totalt födointag än kor på gummimatta.

Kor på madrasser (mjukhet >24 mm) och flerskiktade mattor har visat sig ha en högre mjölkproduktion än kor på betong och gummimattor (Ruud et al., 2010). Produktionen minskar med ökande hårdhet på underlaget från madrasser till betong. Chaplin et al. (2000) däremot såg ingen skillnad i mjölmängd, mjölksammansättning eller mjölk kvalitet mellan kor på gummimatta (EVA) och gummifylld madrass.

DISKUSSION

Artiklarna i denna litteraturstudie är från olika länder med olika klimat och olika stora besättningar, vilket kan göra att resultaten inte är helt jämförbara. Det gör också att resultaten inte alltid är helt relevanta för svenska förhållanden. Man har till exempel studerat strömaterial som inte används i någon större utsträckning i Sverige.

Vissa studier gäller uppbundna kor men de flesta är gjorda med kor som går i lösdrift. Studier i olika system bör ändå kunna jämföras i vissa avseenden. Exempelvis bör liggkomforten påverkas av ungefär samma faktorer.

Den största svårigheten vid jämförelser mellan olika studier är att det finns så många olika slags mattor och madrasser med olika egenskaper och att mattorna ibland är ofullständigt beskrivna. Det man i en studie kallar ”mjuk matta” kanske är detsamma som ”gummimatta” i en annan studie. I vissa fall anges ett produktnamn men det saknas uppgifter om mattans egenskaper.

Det finns flera faktorer som skulle kunna påverka kors komfort och preferens för olika underlag och strömaterial förutom mjukheten i underlaget. I en studie såg man att kors preferens för olika underlag skilde sig beroende på vilken årstid man gjorde mätningarna (Manninen et al., 2002). Under vintern föredrog korna betong med ett tjockt lager halm framför gummimattor med en mindre mängd strö medan man på sommaren inte kunde se denna skillnad i preferens. En annan faktor som kan påverka komforten är huruvida korna är vana vid underlaget sedan tidigare. Tucker et al. (2003) såg till exempel i ett försök att kor som var vana vid sand accepterade det underlaget bättre än dem som inte hade exponerats för det tidigare. I preferensförsök kan det därför vara viktigt att tänka på att korna måste få tid att vänja sig vid alla underlag innan man gör själva preferenstestet.

Även underlagets struktur kan antas påverka prevalensen benskador. En gummimatta eller madrass utan strö ger troligen mer friktion än en med strö och därmed är det antagligen större risk att hår skavs bort och att det bildas skavsår om man inte har strö jämfört med om man har strö. Troligt är också att underlaget spelar mindre roll för komforten och prevalensen benskador om man bäddar med ett tjockt lager strö som då kan kompensera för att underlaget är hårdare. Man har sett i försök att kor har bättre benhälsa på gårdar där madrasserna bäddas med nytt strö oftare (Fulwider et al., 2007). Det kan också vara så att åldern på underlaget spelar in, en ny matta kanske har en mjukare yta men ger mer friktion jämfört med en som slitits under flera år.

När det gäller komfort är forskningen relativt entydig: ju mjukare underlag desto mer ligger korna ner (Chaplin et al., 2000; Tucker & Weary, 2004; Rushen et al., 2007; Tucker et al., 2009) och desto större är därmed också troligen deras komfort. Endast en studie kunde inte visa någon skillnad i liggtid mellan olika underlag (Wechsler et al., 2000). Ökade liggtider är troligen positivt även för klövhälsan eftersom det innebär att mindre tid spenderas på att stå i gångarna och på andra ytor som ofta är hårda, blöta och i olika grad täckta av gödsel. Det bör också vara positivt för halta och sjuka djur att ligga mer för att kunna återhämta sig på ett så bra sätt som möjligt.

Även när det gäller benhälsa visar de flesta studier att ett mjukare underlag minskar prevalensen av skador (Rushen et al., 2007; Kielland et al., 2009; van Gastelen et al., 2011). Chaplin et al. (2000) fann dock inte någon skillnad mellan mjukare och hårdare underlag.

Mastiter är både ett stort djurhälsoproblem och ett stort ekonomiskt problem för mjölkbönder. Eftersom både liggytor och strömedel fungerar som en reservoar för *Staphylococcus aureus* (Capurro et al., 2010) blir god hygien i liggbåsen en viktig faktor för att minska antalet mastiter i en besättning. Även hud och sår på hasorna kan fungera som en bakteriereservoar (Capurro et al., 2010) och därför är det också viktigt att se till att underlag och strömaterial är

optimalt anpassat för att minimera antalet skador och på så sätt minska smittrycket. Ett strömaterial som gör det lätt att hålla rent i liggbåsen är viktigt då det är svårare att upprätthålla en bra mjölkkningshygien om korna är smutsiga och framförallt om juvret är smutsigt.

Kor med mastit har en nedsatt mjölkproduktion (Ruud et al., 2010). Eftersom underlag och strömaterial på olika sätt kan påverka prevalensen av mastiter bör mjölkproduktionen påverkas indirekt på grund av detta. I övrigt fanns få studier av hur mjölkproduktionen påverkades av olika underlag, kanske för att den påverkas av så många faktorer att det är svårt att dra slutsatser om detta i försök. En studie kunde visa att mjölkproduktionen minskade om liggtiden begränsades (Munksgaard et al., 2005), vilket tyder på att ett hårdare underlag kan minska produktionen eftersom det ger kortare liggtider. Även Ruud et al. (2010) såg att produktionen minskade med hårdare underlag medan Chaplin et al. (2000) inte kunde se en sådan effekt.

Slutsatser

Möjligheten att ligga är högt prioriterat hos korna och både komfort och benhälsa förbättras av ett mjukt underlag i liggbåsen. Det finns inga entydiga svar om vilka strömaterial som främjar juverhälsa och hygien men juverhälsan gynnas av en god liggbåshygien. Man ser tendenser till att mjölkproduktionen ökar om man har mjukare underlag i liggbåsen.

Betong och hårda gummimattor i liggbås bör undvikas eller bäddas med en riklig mängd strö för att främja benhälsa och komfort. Madrasser är oftast att föredra men även dessa bör bäddas med till exempel sågspån eller halm för att öka komforten och förbättra hygien.

REFERENSLISTA

- Capurro, A., Aspán, A., Ericsson Unnerstad, H., Persson Waller, K. & Artursson, K. (2010). Identification of potential sources of *Staphylococcus aureus* in herds with mastitis problems. *Journal of Dairy Science* 93, 180-191.
- Chaplin, S.J., Tierney, G., Stockwell, C., Logue, D.N. & Kelly, M. (2000). An evaluation of mattresses and mats in two dairy units. *Applied Animal Behaviour Science* 66, 263-272.
- Fulwider, W.K., Grandin, T., Garrick, D.J., Engle, T.E., Lamm, W.D., Dalsted, N.L. & Rollin, B.E. (2007). Influence of free-stall base on tarsal joint lesions and hygiene in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 3559-3566.
- Herlin, A., Magnusson, M., Nilsson, C. (2007). Ny teknik och skötsel för ökad hygien i liggbås för mjölkkor i lösdrift. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp. Rapport.
- Hernandez-Mendo, O., von Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M. & Weary, D.M. (2007). Effects of pasture on lameness in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 1209-1214.
- Kielland, C., Ruud, L.E., Zanella, A.J. & Østerås, O. (2009). Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway. *Journal of Dairy Science* 92, 5487-5496.
- Livesey, C.T., Marsh, C., Metcalf, J.A. & Laven, R.A. (2002). Hock injuries in cattle kept in straw yards or cubicles with rubber mats or mattresses. *Veterinary Record* 150, 677-679.
- Manninen, E., de Passillé, A.M., Rushen, J., Norrington, M. & Saloniemi, H. (2002). Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. *Applied Animal Behaviour Science* 75, 281-292.
- Munksgaard, L., Jensen, M.B., Pedersen, L.J., Hansen, S.W. & Matthews, L. (2005). Quantifying behavioural priorities-effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science* 92, 3-14.
- Potterton, S.L., Green, M.J., Harris, J., Millar, K.M., Whay, H.R. & Huxley, J.N. (2011). Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. *Journal of Dairy Science* 94, 2952-2963.
- Rushen, J., Haley, D. & de Passillé, A.M. (2007). Effect of softer flooring in tie stalls on resting behavior and leg injuries of lactating cows. *Journal of Dairy Science* 90, 3647-3651.
- Ruud, L.E., Boe, K.E. & Osteras, O. (2010). Associations of soft flooring materials in free stalls with milk yield, clinical mastitis, teat lesions, and removal of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93, 1578-1586.
- Ruud, L.E., Kielland, C., Osteras, O. & Boe, K.E. (2011). Free-stall cleanliness is affected by stall design. *Livestock science*, 135, 265-273.
- Svensk mjölk (2012a). Lägesrapport 2012. Svensk Mjök, Stockholm. Rapport. Tillgänglig: <http://www.svenskmjolk.se/> [2013-03-18]
- Svensk Mjök (2012b). Mjök i siffror. Svensk Mjök, Stockholm. Rapport. Tillgänglig: <http://www.svenskmjolk.se/> [2013-03-18]
- Tucker, C.B. & Weary, D.M. (2004). Bedding on geotextile mattresses: How much is needed to improve cow comfort? *Journal of Dairy Science* 87, 2889-2895.

- Tucker, C.B., Weary, D.M. & Fraser, D. (2003). Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86, 521-529.
- Tucker, C.B., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G. & Beauchemin, K.A. (2009). Cow comfort in tie-stalls: Increased depth of shavings or straw bedding increases lying time. *Journal of Dairy Science* 92, 2684-2690.
- van Gastelen, S., Westerlaan, B., Houwers, D.J. & van Eerdenburg, F.J.C.M. (2011). A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis in relation to different types of bedding materials. *Journal of Dairy Science* 94, 4878-4888.
- von Keyserlingk, M.A.G., Barrientos, A., Ito, K., Galo, E. & Weary, D.M. (2012). Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95, 7399-7408.
- Wechsler, B., Schaub, J., Friedli, K. & Hauser, R. (2000). Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats. *Applied Animal Behaviour Science* 69, 189-197.
- Zdanowicz, M., Shelford, J.A., Tucker, C.B., Weary, D.M. & von Keyserlingk, M.A.G. (2004). Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. *Journal of Dairy Science* 87, 1694-1701.