

Slutrapport

Gödseliber som strö – effekt på hygien, djurhälsa, mjölkvalitet, ekonomi och miljö

Projektnummer: O-19-20-312

Projekttidsperiod: 2020-01-01 – 2022-12-31

Huvudsökande:

Knut-Håkan Jeppsson, Biosystem och teknologi, SLU. Knut-Hakan.Jeppsson@slu.se

Medsökande:

Sara Bergström Nilsson, Hushållningssällskapet i Halland

Christer Bergsten, SLU (Professor Emeritus)

Madeleine Magnusson, SLU

Håkan Landin, (Växa Sverige vid ansökningstillfället)

Anna Schnürer, SLU

Del 1: Utförlig sammanfattning

Recycled manure solids (RMS) from solid-liquid separation of the manure, can be used as bedding in dairy barns. The objective of this study was to investigate the effect on animal welfare, herd health, milk quality, bedding cost and environment (ammonia and methane emission) using RMS as bedding in Swedish dairies.

We compared 17 farms using RMS and 17 using wood shavings/sawdust as bedding. The farms were visited on two occasions during the winter and spring of 2020/2021. On the first visit, the farmers were interviewed concerning housing system characteristics, milk production and management. During the second visit, the animal welfare was assessed using a standardized method relevant for dairy cattle called "Ask the cow". On both the first and second visit, we took samples of bedding material before and after it was used in the stalls and from the bulk tank milk. The samples were analysed for dry matter content, pH, content of bacteria and mastitis pathogens by the laboratory Eurofins. Data on herd health were collected from the Swedish official milk recording scheme. Questions related to economy from the interviews were used to perform an economical evaluation of the cost of RMS versus wood shavings/sawdust. Three lab studies were conducted with RMS concerning: 1) the growth of bacteria and mastitis pathogens, 2) the ammonia emission and absorption capacity, and 3) impact on the methane emission from slurry storage.

The content of bacteria and mastitis pathogens was higher in RMS. In bulk tank milk there was a significant slightly elevated amount of thermo-resistant bacteria and *E.coli*. RMS did not affect milk yield, somatic cell count, animal welfare or veterinary treated disorders. Lower incidence of total hoof health remarks, sole ulcer and mild dermatitis was recorded at trimmings in RMS herds than in control herds. The average cost of producing RMS was equal to the price of wood shavings but there was a large variation in RMS herds depending on produced amount of RMS. From the lab studies, higher methane emission from stored liquid manure with RMS than from storage with wood shavings was found, and also higher methane emission from non-separated digested manure than from the liquid part when separated. Moreover, ammonia emission from bedding material, contaminated with manure, was higher from RMS than from wood shavings.

RMS bedding for dairy cows is a suitable alternative to other bedding materials for dairy cows in Sweden. For larger dairy herds RMS can be a profitable alternative. However, the high level of bacteria in the material require careful management concerning hygiene, and monitoring of herd health. Additional research is needed to confirm the improved hoof health in RMS herds. Further research is also needed to evaluate the ammonia and methane emissions on system level.

Del 2: Rapporten (max 10 sidor)

Inledning

Användningen av gödsel-fiber (fiberströ) som strö till mjölkkor har ökat i Sverige de senaste åren på grund av osäkerhet i tillgång och pris på andra vanliga strömaterial. På grund av klimatförändringar finns risk för att perioder med torka kommer att öka och orsaka minskad skörd och brist på halm. Tillgången och priset på såg-/kutterspån, som vanligtvis används i liggbås för mjölkkor, påverkas av efterfrågan på träavfall som används för energiproduktion i värmekraftverk. Genom att använda fiberströ har lantbrukaren större kontroll över tillgång och kostnad för strömedel.

Den största risken med användning av fiberströ till mjölkkor är en eventuellt negativ effekt på juverhälsa och mjölkkvalitet. Flera nyligen publicerade studier visar att fiberströ inte påverkar förekomsten av klinisk och subklinisk mastit, eller totala antal bakterier i tankmjölken jämfört med andra strömedel (Fréchette et al. 2021; 2022; Frondelius et al. 2020 Rowbotham & Ruegg, 2016). Man har dock funnit högre cellhalter i tankmjölken då fiberströ används jämfört med sand (Rowbotham & Ruegg, 2015). I en sammanställning av tidigare litteratur från 2015 och bakåt (Leach et al., 2015) fann de inte heller några studier där fiberströ påverkat förekomsten av kliniska mastiter eller somatiska celler i tankmjölken.

Bra ligggomfort i liggbåsen är viktigt för mjölkornas välfärd och för mjölkavkastningen. Förekomsten av hasskador påverkas av strömedel (Rutherford et al. 2008) och av liggbåsens utformning (Ekman et al. 2018; Kester et al. 2014). Hasskador och svullnader ökar hos kor som ligger på hårda och sträva ytor (Kester et al. 2014). Fiberströ har både rapporterats minska förekomsten av hasskador (Green et al. 2014; Frondelius et al., 2020) och öka förekomsten av allvarliga hasskador (Lombard et al., 2010; Husfeldt och Endres, 2012) beroende av vilken typ av strömedel det jämförs med och vilket underlag som förekommer i liggbåsen.

Strömedlet kan också påverka kornas liggtid vilket är en viktig faktor i samband med klövhälsan (Cook et al., 2004). Kortare tid som korna står/går i gödselgångarna förbättrar klövhälsan. Strömedlets egenskaper kan också påverka klövarnas renhet och förbättra klövhälsan (Norrington et al., 2008). Adamski et al. (2011) noterade att klövarna på nötkreatur som hölls på fiberströ var torra och enligt Timms (2008) bidrar komposterat fiberströ på madrasser till bra klöv- och benhälsa.

Användning av fiberströ kan även påverka den yttre miljön genom utsläpp av ammoniak och metan. I en labb-studie av Misselbrook & Powell (2005) hade fiberströ högre avgivning av ammoniak än halm, kutterspån och sand. Strömedlets kemiska innehåll och tillgänglighet av organiskt material påverkar även metanproduktionen (Dalby et al., 2021). Genom att separera flytgödseln bortförs delar av det organiska materialet från gödseln, vilket sänker dess metanpotential (Dalby et al., 2021).

För- och nackdelarna med fiberströ är inte helt utredda och resultat från andra länder kan inte direkt omvandlas till svenska förhållanden och klimat. Syftet med denna studie var att undersöka effekten på djurvälfärd, djurhälsa, mjölkkvalitet, kostnad för strömedel samt utsläpp av ammoniak och metan vid användning av fiberströ till mjölkkor i svenska besättningar.

Material och metoder

I projektet användes uppgifter, registreringar och analysresultat från 34 gårdar som hade mjölkkor i liggbås. Hälften av gårdarna använde fiberströ och de jämfördes med gårdar som använde såg-/kutterspån (kontrollgårdar) som strömedel. Fiberströgårdarna identifierades med hjälp av produktionsrådgivare och företag som säljer gödselseparatorer. För att delta i studien skulle fiberströgårdarna använt fiberströ i minst ett år. Kontrollgårdarna valdes från Kokontrollen® i par med fiberströgårdarna för att matcha kriterierna: 1) region i landet, 2) besättningsstorlek, 3) mjölkningssystem och 4) produktionssystem (konventionellt eller ekologiskt).

Gårdarna besöktes vid två tillfällen, dels under vintern (dec 2020–jan 2021) och dels under våren (mars–maj 2021). Vid första besöket intervjuades lantbrukaren om tillverkning, hantering och användning av strömedlet samt om problem och för- och nackdelar. Under andra besöket bedömdes djurvälfärden via "Fråga kon" (tabell 1) och liggbåsens utformning dokumenterades.

Vid både första och andra besöket togs prover på oanvänt strömedel före inkörning i stallet samt på använt strömedel från liggbåsens bakre del. Proverna placerades direkt i kylväska och frystes så snart

Tabell 1. Bedömningar av djurvälstånd enligt Fråga kon som utfördes i projektet. Individuella bedömningar utfördes av 35 mjölkkor

Bedömning	Individuell	Grupp
Andel kor som har svårt att resa sig	x	
Andel kor som är halta	x	
Andel kor med skador	x	
Andel kor med svåra skador	x	
Andel kor med hasskador	x	
Andel kor med asymmetriska klövar	x	
Andel kor med långa klövar	x	
Andel smutsiga kor	x	
Andel mycket smutsiga kor	x	
Andel magra kor	x	
Andel feta kor	x	
Andel kor som står i liggbåsen		x
Andel kor som ligger utanför liggbåset		x

som möjligt till $\leq -18^{\circ}\text{C}$. Prover på oanvänt och använt strömedel från liggbås analyserades av Eurofins avseende TS-halt, pH och förekomsten av bakterier och mastitpatogener. I anslutning till provdatum analyserade Eurofins även prover av tankmjölk på förekomsten av bakterier och mastitpatogener. Via bakteriekultur analyserades totala antalet bakterier, termoresistenta bakterier, koliforma bakterier, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*-sporer och klostridium-sporer. Med PCR-metod analyserades 15 olika mastitpatogener (se figur 6).

Produktionsresultat och djurhälsa undersöktes med hjälp av data från Kokontrollen® och veterinärrapporterad djursjukdata för stallperioden 2020-10-01–2021-03-31 (tabell 2). Uppgifter om klövhälsan baserades på rapporterade klövsjukdomar gjorda vid rutinmässig klövvård under en utökad period om 8 månader, 2020-10-01–2020-05-31, för att få med ett större antal klövverkningsstillfällen.

Ett flertal frågor i intervjun av lantbrukarna var relaterade till produktionskostnader och inköpspris av strömedel. Frågorna handlade om investeringskostnad, hyreskostnad, elförbrukning, arbetstider, underhåll och kostnad för såg-/kutterspån. Uppgifterna låg till grund för en ekonomisk utvärdering av strömedelskostnaderna för fiberströ eller såg-/kutterspån för respektive gård. I beräkningarna användes 7 års avskrivning och 5 % ränta. Prisnivå för el och spån/sågspån var vintern 2021.

I projektet genomfördes tre labb-studier med fiberströ: 1) tillväxt av bakterier och mastitpatogener; 2) ammoniakemissionen och uppsugningsförmåga; 3) påverkan på metanavgången från flytgödsellager. Labb-studierna 1 och 2 genomfördes samtidigt. Fiberströ hämtades från två mjölkgoårdar där en gård separerade flytgödseln och den andra separerade rötresten efter biogasreaktorn. Båda gårdarna

Tabell 2. Ingående produktions- och djurhälsoresultat från Kokontrollen®

Produktionsresultat	Djurhälsa ^{a)}	Klövhälsa ^{b)}
Mjölkavkastning ^{c)}	Celltal i tankmjölken ^{d)}	Klövbehandlingar
	Sjukdomar, totalt	Klövanmärkning, totalt
	Klinisk mastit	Hygienanmärkning ^{e)}
	Utslagna, totalt	Traumatiska anmärkning ^{f)}
	Utslagna pga juver	Eksem
	Utslagna pga ben/klövar	Kraftiga eksem
	Utslagna pga fertilitet	Klövröta
	Självdöda/avlivade djur	Sulblödningar
		Klövsulesår
		Limax
		Anmärkning på klövform
		Övriga anmärkning

a) Andel av antalet mjölkkor per besättning; b) Andel av antalet verkade kor; c) Energikorrigerad mjölk (kg/år); d) Antalet somatiska celler (celler/ml); e) Eksem, klövröta, limax f) sulblödning, klövsulesår, abscess i vita linjen, dubbelsula

komposterade materialet i en komposttrumma före användning. De olika varianterna av fiberströ som undersöktes var: separerad flytgödsel, separerad och komposterad flytgödsel, separerad flytgödsel som var aerobt lagrad i 2-3 dygn, separerad flytgödsel som var anaerobt lagrad i 2-3 dygn, separerad rötrest, separerad rötrest som var komposterad, separerad rötrest med tillsats av kalk samt separerad rötrest med tillsats av svavelsyra. Sågsån användes som kontroll. Labb-studierna upprepades vid tre tillfällen med en veckas intervall.

För undersökning av bakterietillväxt och tillväxt av mastitpatogener blandades de olika varianterna av fiberströ samt sågsån med färsk nöt gödsel (25 g/L) och inkuberades i plastlådor under 3 dygn vid 25 °C. Prover för analys av bakterietillväxt och mastitpatogener togs vid start samt efter 1 och 3 dygn och analyserades av Eurofins enligt beskrivning ovan.

För mätning av ammoniakemissionen blandades de olika strömaterialen med färsk nöt gödsel (25 g/L). Precis innan start av mätningarna fördelades färsk urin från mjölkkor (33 g/L) över ytan. Ammoniakemissionen bestämdes med ventilerade mätluvar. Ammoniakkoncentrationen i till- och frånluft mättes med en fotoakustisk gasanalysator (Lumasense Technologies A/S, Denmark). Mätningarna utfördes kontinuerligt med 7 minuters intervaller under 4 timmar.

Effekten på metanavgång vid lagring av flytgödsel undersöktes i en labb-studie i samarbete med institutionen för molekylära vetenskaper vid SLU. För att utvärdera olika strömaterials inverkan på metanavgången blandades färsk nöt gödsel med fiberströ från färsk och rötd flytgödsel, halm respektive kutterspån som tillsattes i 3 parallella flaskor. Förhållandet mellan gödsel och strömedel var 10:1 på VS-basis (38 g VS nöt gödsel och 3,8 g VS strömaterial) med en totalvolym på 300 ml. Samtliga flaskor tömdes på syre med hjälp av kvävgas innan de förslöts. För att jämföra metanavgången före och efter separering fylldes 3 flaskor upp med obehandlad rötrest och 3 flaskor med separerad rötrest. Proverna inkuberades vid 20 °C i 160 dagar. Metanavgången följdes genom regelbunden tryckmätning (GMH 3111, Greisinger GmbH, Tyskland) tillsammans med gasprovtagning för metanhaltbestämning på gaskromatograf med FID (Clarus 500, PerkinElmer, Massachusetts, USA).

Statistiska analyser

Statistiska beräkningar utfördes med Minitab 21, version 21.3.1 för Windows (2022). För normalfördelade variabler användes t-test och ANOVA för att bestämma statistiska skillnader. För bakterier användes logaritmerade värden. Normalfördelning testades med Andersson-Darling test. När variabler inte var normalfördelade användes icke-parametriska Kruskal-Wallis och Friedmans test. Både modeller med och utan hänsyn till parade gårdar användes eftersom data saknades för några variabler från vissa gårdar.

Resultat och diskussion

Gårdarna som använde fiberströ var större än gårdarna som använde såg-/kutterspån (medeltal 434 mjölkkor och 265 mjölkkor). Den genomsnittliga avkastningen var 11019 kg ECM för fiberströgårdarna och 11443 kg ECM för kontrollgårdarna. Nio fiberströgårdar och tre kontrollgårdar hade ekologisk produktion.

Fiberströgårdarna hade i medeltal ca 4 års erfarenhet (mellan 1-8 år) av att använda gödsel-fiber som strömedel. Tolv gårdar hade investerat i egen separator, två gårdar hyrde separator på årsbasis och två gårdar hyrde in ambulerande separator var tredje månad respektive en gång varje år. Två av gårdarna separerade rötd gödsel och gödsel-fibrerna gick direkt efter separering genom en komposteringstrumma där materialet når en temperatur på ca 70 °C under minst 1 timme.

De flesta fiberströgårdarna körde in strömedlet till liggbåsen direkt efter separering av gödseln dvs. utan lagring. Fyra gårdar lagrade fiberströet i högar under kortare tid än 2 veckor antingen utomhus, utomhus under tak eller inomhus. En gård köpte in rötd och komposterad fiberströ från en annan gård varannan vecka och lagrade i plåtcontainer. Två gårdar hyrde in ambulerande separator och lagrade under ensilageplast i 3 respektive 12 månader.

Hur ofta nytt strömedel kördes in till liggbåsen varierade mellan gårdarna. Fiberströgårdarna körde in fiberströ lite oftare (median 2 ggr/vecka) än kontrollgårdarna som körde in ny såg-/kutterspån (median 1 ggr per vecka). Liggbåsen rengjordes vanligtvis 2 ggr per dag då också strömedel fördelades bakåt i liggbåsen. Bakre delen av liggbåsen kalkades regelbundet på sex fiberströgårdar och en kontrollgård. Andra medel för att förbättra hygien i liggbåset användes av en fiberströgård och fyra kontrollgårdar.

Gödsselfiber som strö

Samtliga fiberströgårdar använde en skruvpress för att separera fram gödselfiber. Enligt Fournel et al. (2019) påverkar typ av separator inte det kemiska eller bakteriologiska innehåll i fiberströet. Lantbrukarna strävade efter att producera fiberströ med TS-halt mellan 33 och 42 %. Enligt analyserna var TS-halten i oanvänt fiberströ på gårdarna mellan 25 och 37 %. På en del gårdar klarade man alltså inte att producera fiberströ med önskad TS-halt. När fiberströet kom in på båspallen så torkade det upp och TS-halten i proverna från båspallen hade ett medelvärde på 56 %. Såg-/kutterspån tog upp fukt när den låg på båspallen och TS-halten minskade från ca 90 % till 78 %.

Enligt lantbrukarna är fiberströ tyngre att hantera både för strömaskiner, djurskötare och utgödsling eftersom fiberströ har lägre TS-halt. Samtidigt upplevde lantbrukarna att fiberströ låg kvar bättre i liggbåsen, dammade mindre än torv och gav renare djur jämfört med sågspån och halm. Resultat från intervjuerna visade också att volymen strö som användes inte skiljde sig signifikant mellan fiberströ- och kontrollgårdarna men medianen var högre för fiberströgårdarna, 13,7 liter per liggbås och dag jämfört med 7,8 liter såg-/kutterspån per liggbås och dag. På många gårdar separerades endast delar av gödseln för att täcka gårdens behov av strömedel. Det som begränsade användningen enligt lantbrukarna var ofta arbetstiden att kratta bak fiberströet i liggbåsen eller mängden fiberströ som utgödslingen klarade. Flera lantbrukare uppgav att fiberströet hade en hög uppsugningsförmåga och det var därför att utgödslingen gick tyngre.

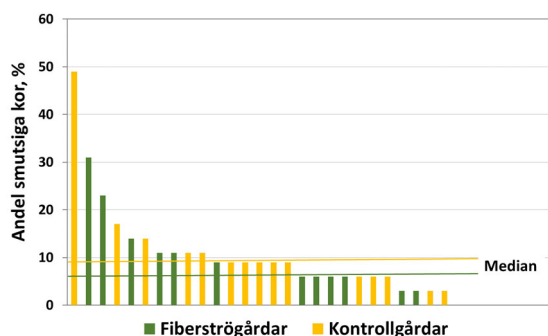
Djurvälfärd

Bedömningarna av djurvålfården visade inga signifikanta skillnader mellan fiberströ och såg-/kutterspån. Det var inte heller någon skillnad i liggbåsens mått. Fiberströ på madrasser har förbättrat kornas renhet jämfört med torv på madrasser (Frondelius et al. 2020). I djupa bäddar i liggbås med fiberströ ökade andelen rena juver jämfört med sand (Guarin et al., 2017). I denna undersökning var det emellertid ingen skillnad avseende renheten mellan fiberströ och såg-/kutterspån (figur 1).

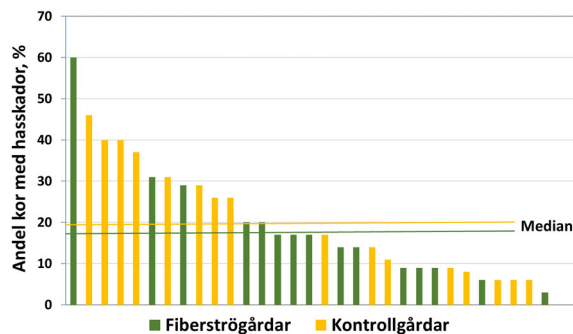
Det var ingen skillnad i andel hasskador mellan fiberströ och såg-/kutterspån (figur 2). I utländska undersökningar har man sett effekter av fiberströ. I Finland jämförde man med torv som strömedel på madrasser och visade att det blev lägre andel hasskador med fiberströ (Frondelius et al., 2020). Resultat från USA visade däremot på högre förekomst av allvarliga hasskador med torr eller komposterad fiberströ jämfört med sand som strömedel (Lombard et al., 2010). En förklaring till de olika resultaten kan vara att förekomsten av hasskador påverkas av strömedlens egenskaper men också av liggbåsens utformning (Rutherford et al., 2008; Ekman et al., 2018; Kester et al., 2014).

Djurhälsa

Uppgifterna på celltal och djurhälsa visade inga statistiskt signifikanta skillnader mellan gårdarna som använde fiberströ och såg-/kutterspån. Antalet somatiska celler i tankmjölken var numeriskt något högre för fiberströgårdarna med medianen 244 000 celler/ml jämfört med 229 000 celler/ml för gårdarna som använde såg-/kutterspån (figur 3). Värdena kan jämföras med medelvärdet för Sverige som var 249 000 celler/ml för kontrollåret 2020/2021 (Växa, 2021). I en studie i Finland där man jämförde fiberströ med torv som strömedel var det inte heller någon signifikant skillnad i celltal (Frondelius et al., 2020) men sand kan ge lägre celltal i tankmjölken jämfört med fiberströ (Rowbotham & Ruegg, 2015).



Figur 1. Andel smutsiga kor



Figur 2. Andel kor med hasskador

Förekomsten av mastiter var numeriskt högre för fiberströgårdarna än för kontrollgårdarna men skillnaden var inte statistiskt signifikant. Tidigare studier visade att fiberströ inte påverkade förekomsten av klinisk och subklinisk mastit i jämförelse med halm (Fréchette et al. 2021; 2022) eller sand (Rowbotham & Ruegg, 2016) och i en litteratursammanställning från 2015 framkom inga studier med skillnad i kliniska mastiter med fiberströ (Leach et al., 2015). Även om medeltalet för totala antalet sjukdomar och antal utslagna kor på grund av dålig juverhälsa var numeriskt något högre för fiberströgårdarna var skillnaden inte statistiskt signifikant.

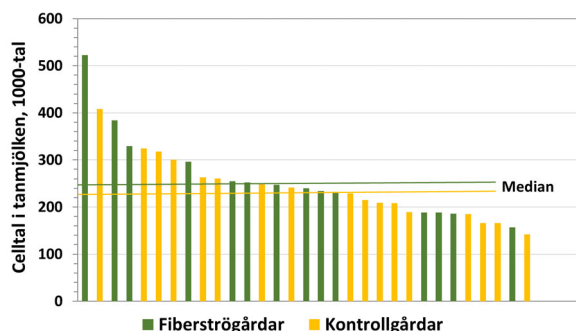
Klövhälsa

Klövvrådarregistreringarna indikerade något bättre klövhälsa på gårdarna som använde fiberströ. Andel totala klövanmärkningar (figur 4), klöveksem och klövsulesår var signifikant lägre på fiberströgårdarna. För övriga klövsjukdomar var det ingen statistisk skillnad. Samtidigt var de numeriska värdena för samtliga andra klövhälsofaktorer lägre för fiberströ än för såg-/kutterspån förutom för limax, anmärkningar på klövform och övriga anmärkningar. Flera studier har visat att en ökad liggbåskomfort är gynnsamt för klövhälsan och då speciellt för klövhornsskador som klövsulesår (Cook och Nordlund, 2009). När klövarna exponeras för en dålig närmiljö kan även andra klövsjukdomar förvärras. Även om ingen tidsstudie gjordes, kan mer strömedel i liggbåsen som uppgavs i fiberströgårdarna, vara en möjlig förklaring till bättre klövhälsa. En annan möjlig förklaring kan vara torrare gödselgångar med fiberströ beroende på användning av större strövolym och högre förmåga att absorbera vatten. Ytterligare studier behövs för att bekräfta längre liggtid och en positiv effekt på klövhälsan med fiberströ jämfört med andra strömedel.

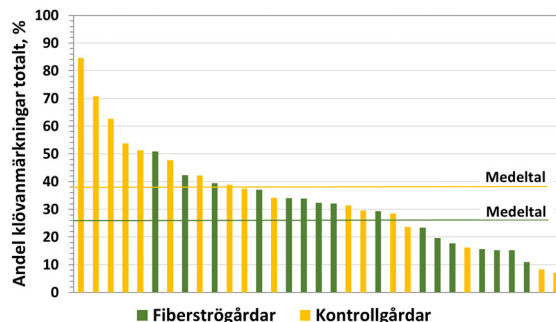
Förekomst av bakterier i strömedel och mjölk

I det oanvända strömaterialet fanns det signifikant högre halter av samtliga undersökta bakterier i fiberströ jämfört med såg-/kutterspån (figur 5). Även det använda fiberströet från liggbåsen hade signifikant högre halter av samtliga bakterier, men skillnaden från såg-/kutterspån var inte lika stor som i det oanvända materialet. I liggbåsen kontamineras strömaterialet med gödsel från klövar, mjölk från läckande spenar mm. samtidigt som det sker en tillväxt av bakterierna. I tankmjölken fanns det signifikant något högre värden av *E.coli* och termoresistenta bakterier på fiberströgårdarna. Det var emellertid ingen signifikant skillnad i totala antalet bakterier. Detta överensstämmer med tidigare studier där fiberströ har visats innehålla högre halter av bakterier än andra organiska och oorganiska strömedel (Beauchemin et al. 2022; Ray et al. 2022; Bradley 2018). Bradley et al. (2022) fann dock inte några skillnader gällande bakterier i tankmjölken vid jämförelse av fiberströ med sand och sågspån.

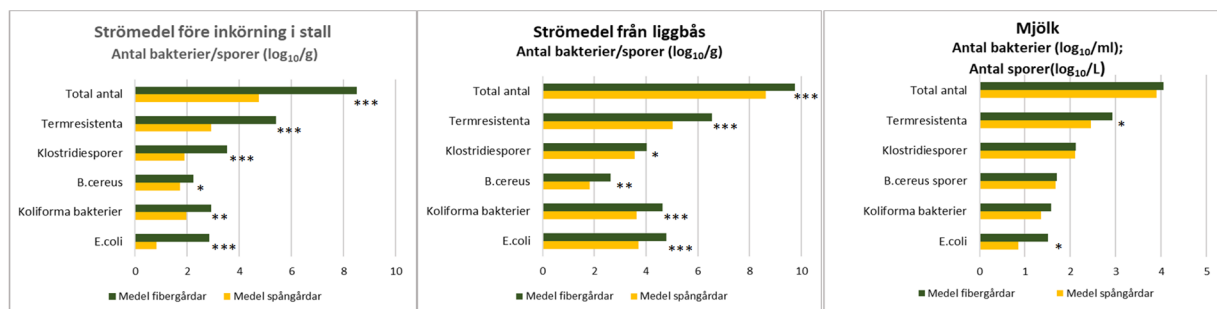
Båsutformning och hantering av fiberströ tycks påverka förekomsten av olika bakterier på olika sätt. Trots få gårdar med djupa bäddar i båsen och med olika lagringssätt, så visade det på signifikanta skillnader. Använt fiberströ från liggbås med djupa bäddar hade lägre Ts-halt och högre halter av termoresistenta bakterier, koliforma bakterier, *E.coli* och klostridiesporer än använt fiberströ från liggbås med mattor eller madrasser, och under första provtagningstillfället var det också högre halter av *B. cereus*. Detta stämmer överens med tidigare studie som visade på hög bakteritillväxt i djupa sågspånsbäddar i liggbås där strömaterialet får ligga kvar i stallet under en längre tid (Magnusson et al, 2007).



Figur 3. Celltal i tankmjölken



Figur 4. Andel klövanmärkningar totalt



Figur 5. Analysresultat av bakterier i strömedel och i tankmjölk. (Signifikanta skillnader vid olika nivåer; * <0,05; ** < 0,01; *** <0,001).

De två gårdar som lagrade fiberströ under en längre tid än 2 veckor hade något lägre pH i sitt fiberströ än de andra gårdarna. De hade också högre halter av klostridiesporer och termoresistenta bakterier i oanvänt fiberströ än de som använde det färska fiberströet direkt. De gårdar som använde färskt material direkt hade däremot högre halter av *E.coli* och koliforma bakterier än de som lagrade fiberströ. Det fanns dock inga signifikanta skillnader i bakterieförekomsten i tankmjölken på gårdarna. I labbförsöken visade det sig också att aerobt lagrat fiberströ hade lägre halter av *E.coli* än färskt fiberströ men skillnaden försvann redan då gödsel blandades in och materialet inkuberades i 25 °C. I labbförsöken fanns inga skillnader i bakterieförekomst mellan anaerobt lagrat och färskt fiberströ.

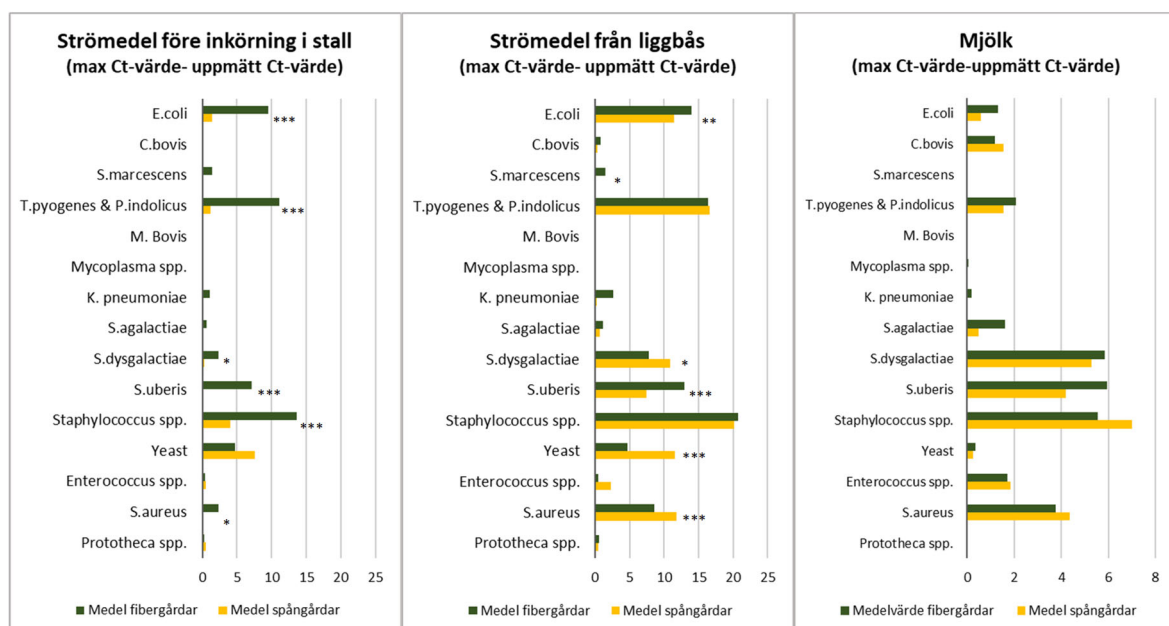
I labbstudien studerades också effekten av att använda kalk, syra, eller att trumkompostera fiberströ. Trumkomposterat materialet hade lägre förekomst av *E.coli* än i färskt fiberströ, skillnaderna försvann dock då gödsel blandades in och materialet inkuberades. Tillsatts av kalk höjde pH till >10 i fiberströet (jämfört med pH=9 i färskt fiberströ) och reducerade förekomsten av totala antalet bakterier, koliforma bakterier och *E.coli*. Effekten höll delvis i sig till dag 3 i 25 °C, då var fortfarande antalet koliforma och *E.coli* lägre än i det färska fiberströet. Tillsats av syra misslyckades då pH endast sänktes till i medeltal 7,3 istället för till planerade < 5,4. Det visade sig att den ringa pH-sänkningen i stället gynnade en del bakterier då det i början fanns mer *B.cereus* och dag 3 mer koliforma och *E.coli* än i motsvarande mätningar i färskt fiberströ. På grund av det redan relativt höga pH-värdet i fiberströ är det lättare att reducera bakterietillväxten genom att tillsätta kalk än att använda surgörande produkter, vilket även visades av Hogan et al. (1999). Mer studier behövs för att klargöra hur hantering och lagring påverkar hygienkvaliteten på fiberströ.

Förekomst av mastitpatogener i strömedel och mjölk

PCR-analyserna som visar på DNA-material från både döda och levande bakterier visade att det i de flesta fallen fanns inga eller låga halter av mastitbakterier, men att det var signifikant mer mastitbakterier utav *E.coli*, *T. pyogenes* och *P. indolicus*, *Strept. dysgalactiae*, *Strept. uberis*, *Staphylococcus* species och Coagulas positiva *Staph. aureus* i oanvänt fiberströ än i oanvänt såg-/kutterspån (figur 6). I använt strömaterial från liggbåsen hade en tillväxt skett och halterna var högre och varierande mellan strömaterialen. Det fanns högre halter av *E.coli*, *Serratia marcescens* och *Strept. uberis* i fiberströ, medan såg-/kutterspån hade högre halter av *Strept. dysgalactiae*, jäst och koagulaspositiva *Staph. aureus*. Det fanns inga signifikanta skillnader i tankmjölken.

Kostnad för fiberströ

Kostnaden för strömedel var i medeltal lägre för fiberströ än för såg-/kutterspån vid prisläge för vintern 2021. Skillnaden var inte statistiskt signifikant eftersom det var stora variationer i kostnaderna. Den genomsnittliga kostnaden per plats och dag var 1,09 SEK för fiberströ och 1,61 SEK för såg-/kutterspån. Fördelningen av den årliga kostnaden för fiberströ var i medeltal 55 % för avskrivning, 10 % räntekostnader, 5 % elkostnader, 20 % underhållskostnader och 8 % arbetstid. Hyreskostnaden var 92 % för de gårdar som hyrde separator. Den stora variationen i kostnader för fiberströ berodde på förhållandet mellan investeringskostnad eller hyreskostnad och mängd producerad gödsel-fiber. Variationen i strökostnader för såg-/kutterspån orsakades av prisskillnader mellan att köpa direkt från träindustrin i lösvikt eller på marknaden för paketerade balar.



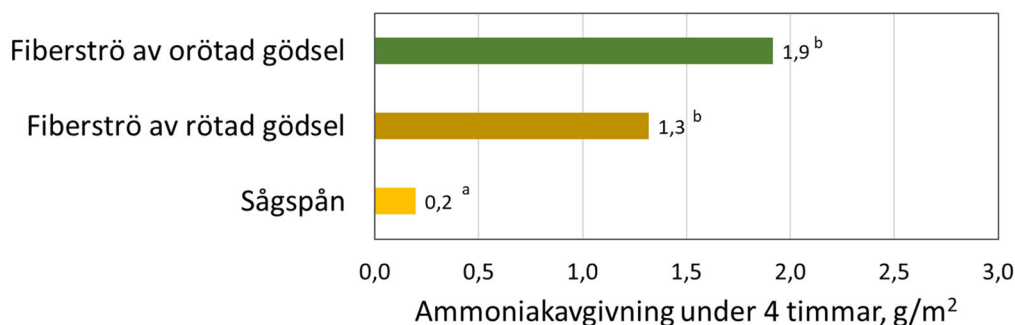
Figur 6. Analysresultat för mastitpatogener i strömedel före användning i stall, från liggbås samt i tankmjölken. (Signifikanta skillnader vid olika nivåer; * <0,05; ** <0,01; *** <0,001).

Enligt en ekonomisk bedömning av Green et al. (2014) kan fiberströ vara ekonomiskt attraktiv när besättningen är tillräckligt stor för att täcka kapitalkostnaderna för utrustning. De fyra stora besättningarna (>700 mjölkkor) i denna studie hade låga strökostnader, mellan 0,2 och 0,5 SEK per bås och dag, vilket kan vara en av förklaringarna till att fler av de större gårdarna i denna studie använde RMS. Data från undersökningen visade att det krävs en besättning på drygt 150 mjölkkor för att det ska vara lönsamt att köpa en egen separator.

Elförbrukningen för att producera fiberströ var i genomsnitt bara 5 % av den totala produktionskostnaden, varför produktionen av fiberströ inte är särskilt känslig för variationer i elpriset. Eftersom densiteten av fiberströ är högre än såg-/kutterspån pga. den låga TS-halten, kan kostnaderna för hantering av fiberströ bli högre för både investerings- och underhållskostnad för strömaskiner och i arbetstid. Detta undersöktes inte i denna studie.

Ammoniakemission och uppsugningsförmåga

Lab-studien var utformad för att spegla avgivningen av ammoniak från liggbåsen bakre del där strömaterialet blir uppblandat av träck och urin. Lågst ammoniakemission hade kutterspån. Färskt fiberströ av orötad eller rötad gödsel gav signifikant högre ammoniakemission än kutterspån (figur 7) vilket överensstämmer med resultat av Misselbrook & Powell (2005). Resultatet indikerar att



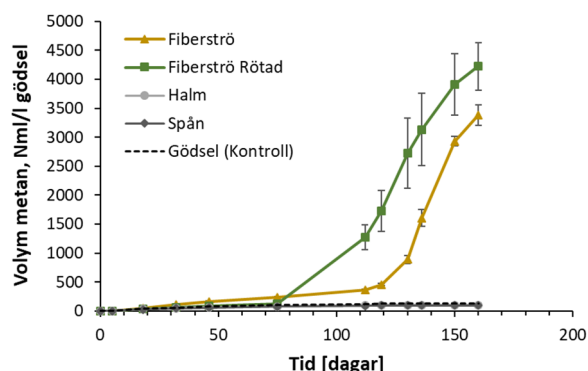
Figur 7. Ammoniakavgivning från strömedel förorenad med gödsel och urin. Olika bokstäver (a, b) anger signifikanta skillnader ($p < 0,05$).

ammoniakemission är högre från liggbåsen vid användning av färskt fiberströ. Större delen av ammoniakemissionen från mjölkstallar kommer från gödselgångarna. Enligt lantbrukarna blir gödseln och gödselgångarna torrare, förmodligen pga. att man strör med mer fiberströ än såg-/kutterspån. Lab-studien visade även att fiberströ har högre uppsugningsförmåga än kutterspån. De torrare gödselgångarna innebär troligen lägre ammoniakavgivning. Utsläpp av ammoniak till luft sker också vid separering, kompostering och lagring av fiberströ (Fillingham et al., 2017). För att få en helhetsbild av den totala ammoniakemissionen vid användning av fiberströ krävs fler undersökningar.

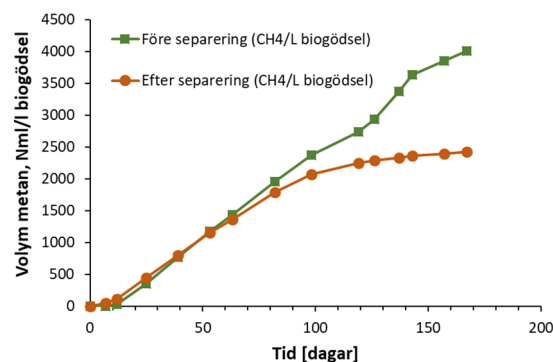
Metanavgivning från gödsellager vid användning av fiberströ

Försöket med inblandning av olika strömedel i färsk gödsel visade att användning av fiberströ, både producerad av färsk gödsel och av rötrest från biogasproduktion, resulterade i högre metanavgång än från gödsel inblandad med halm eller kutterspån (figur 8). Efter 90 dygns lagringstid vid 20 °C, dvs. 3 månaders lagring under sommarförhållanden, var metanavgången ca 40 % mer än från gödsel utan inblandning av strömedel. Inblandning av kutterspån gav den lägsta metanavgången ca 10 % lägre än från gödsel utan strömedel.

Ett annat försök undersökte även skillnaden i metanavgång mellan rötad gödsel och vätskefasen från separering av rötad gödsel. Från vätskefasen från separerad gödsel var metanavgången 15 % lägre under en lagringsperiod på 90 dagar (figur 9). Eftersom båda försöken visade intressanta resultat efter 90 dagar förlängdes provrötningen till ca 160 dagar. Resultaten visade att skillnaderna mellan försöksleden ökade (figur 6).



Figur 8. Ackumulerad metanavgång från gödsel med olika strömedel.



Figur 9. Ackumulerad metanavgång från rötrest före och efter separering.

Slutsatser

Denna studie är den första utvärderingen av fiberströ jämfört med såg-/kutterspån i svenska mjölkbesättningar som utvärderar djurvälstånd, djurhälsa, mjölkvalitet, kostnaderna för strömedel samt påverkan på miljön. Även om det var signifikant högre förekomst av flera bakterier och mastitpatogener i oanvänt fiberströ och använt fiberströ från liggbåsen jämfört med såg-/kutterspån, var det endast signifikanta skillnader i tankmjölken, med något förhöjda halter, av termoresistenta bakterier och *E.coli*. Det fanns ingen signifikant skillnad i antalet celler i tankmjölken eller rapporterade kliniska mastiter och det var ingen signifikant skillnad i djurvälstånd mellan fiberströ och såg-/kutterspån i liggbåsen. När det gällde djurhälsan var det signifikant lägre incidens av totala antalet anmärkningar på klövar, klövsulesår och lindriga eksem i samband med klövverknig i fiberströbesättningarna vilket tyder på något bättre klövhälsa med fiberströ jämfört med såg-/kutterspån. Den ekonomiska utvärderingen visade på stor variation i kostnader för fiberströ beroende på mängden fiberströ som producerades på gården. Angående miljöpåverkan var metanemissionen signifikant högre från lagrad flytgödsel när fiberströ används som strömedel jämfört med kutterspån och ammoniakemissionen var signifikant högre för fiberströ förorenat med gödsel och urin. Fortsatt forskning behövs emellertid för att analysera hela systemets påverkan på miljön. Fiberströ kan vara ett lämpligt alternativ till andra strömaterial för mjölkkor i Sverige. För större mjölkbesättningar kan fiberströ vara ett lönsamt alternativ. Den höga nivån av bakterier i fiberströ kräver dock att det tas hygienisk hänsyn vid hantering av fiberströ, skötsel av liggbås och i samband med mjölkning samt noggrann övervakning av djurhälsan.

Nytta för näringen och rekommendationer

Intresset för fiberströ som strömedel till mjölkkor ökar i Sverige. Tillgången och kostnaden för de vanliga strömedlen är osäker pga. klimatförändringarna och energiomställningen i samhället. En utmaning med fiberströ är att den i utgångsläget innehåller höga halter av bakterier som kan påverka juverhälsa och mjölk kvalitet. Fiberströets egenskaper kan även ha effekter på djurvälstånd, klövhälsa och påverka utsläppen till miljön. För- och nackdelarna med fiberströ är inte helt utredda och resultat från andra länder kan inte direkt omvandlas till svenska förhållanden och klimat. Detta projekt är den första studien av fiberströ i svenska mjölkbesättningar och omfattar djurvälstånd, djurhälsa, mjölk kvalitet, produktionskostnaden och påverkan på den yttre miljön. För större mjölkbesättningar kan investering i utrustning för egen tillverkning av fiberströ vara ett lönsamt alternativ. Den höga nivån av bakterier och mastitpatogener i fiberströ kräver dock att det tas hygienisk hänsyn vid hantering av fiberströ, skötsel av liggbås och i samband med mjölkning samt noggrann övervakning av djurhälsan. Kompletterande studier behövs för att utvärdera klövhälsan och påverkan på den yttre miljön.

Referenser

- Adamski, M., Głowacka, K., Kupczyński, R. and A. Bensik. 2011. Analysis of the possibility of various litter beddings application with special consideration of cattle manure separate. *Acta Sci. Pol. Zootech.* 10:5-12.
- Beauchemin, J., Fréchette, A., Theriault, W., Dufour, S., Fravallo, P. and A. Thibodeau. 2022. Comparison of microbiota of recycled manure solids and straw bedding used in dairy farms in eastern Canada. *J. Dairy Sci.* 105:389-408. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20523>
- Bradley, A. J., Leach, K. A., Green, M. J., Gibbons, J., Ohnstad, I. C., Black, D. H., Payne, B., Prout, V.E. and J. E. Breen. 2018. The impact of dairy cows' bedding material and its microbial content on the quality and safety of milk - A cross sectional study of UK farms. *Int. J. Food Microbiol.* 269:36-45. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.12.022>
- Cook, N. B., Bennett, T. B. and K. V. Nordlund. 2004. Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. *J. Dairy Sci.* 87:2912-2922. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73422-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73422-0)
- Cook, N. B. and K. V. Nordlund. 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Vet. J.* 179:360-369.
- Dalby, F. R., Hafner, S. D., Petersen, S. O., VanderZaag, A. C., Habtewold, J., Dunfield, K., Chantigny, M. H. and S.G. Sommer. 2021. Understanding methane emission from stored animal manure: A review to guide model development. *J. Environ. Qual.* 50:817-835. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20252>
- Ekman, L., Nyman, A. K., Landin, H. and K. P. Waller. 2018. Hock lesions in dairy cows in freestall herds: a cross-sectional study of prevalence and risk factors. *Acta Vet. Scand.* 60:1-12. <https://doi.org/10.1186/s13028-018-0401-9>
- Fillingham, M. A., VanderZaag, A. C., Burt, S., Baldé, H., Ngwabie, N. M., Smith, W., Hakami, A., Wagner-Riddle, C., Bittman, S. and D. MacDonald. 2017. Greenhouse gas and ammonia emissions from production of compost bedding on a dairy farm. *J. Waste Manage.* 70:45-52. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.09.013>
- Fréchette, A., Fecteau, G., Côté, C. and S. Dufour. 2021. Clinical mastitis incidence in dairy cows housed on recycled manure solids bedding: a Canadian cohort study. *Front Vet Sci.* 8:742868. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.742868>
- Fréchette, A., Fecteau, G., Cote, C. and S. Dufour. 2022 Association between recycled manure solids bedding and subclinical mastitis incidence: A Canadian cohort study. *Front Vet Sci.* 9:8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.859858>
- Fournel, S., Godbout, S., Ruel, P., Fortin, A., Gagné, M., Côté, C., Landry, C. and D. Pellerin. 2019. Production of recycled manure solids for bedding in Canadian dairy farms: I. Solid-liquid separation. *J. Dairy Sci.* 102:1832-1846. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14966>
- Fronelius, L., Lindeberg, H. and M. Pastel. 2020. Recycled manure solids as a bedding material: Udder health, cleanliness and integument alterations of dairy cows in mattress stalls. *Agricultural and Food Sci.* 29:420-431. <https://doi.org/10.23986/afsci.95603>

- Green, M. J., Leach, K. A., Breen, J. E., Ohnstad, I., Tuer, S., Archer, S. C. and A. J. Bradley. 2014. Recycled manure solids as bedding for dairy cattle: A scoping study. *Cattle Pract.* 22:207-214.
- Guarin, J. F., Baumberger, C. and P. L. Ruegg. 2017. Anatomical characteristics of teats and premilking bacterial counts of teat skin swabs of primiparous cows exposed to different types of bedding. *J. Dairy Sci.* 100:1436-1444. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11514>
- Hogan, J. S., Bogacz, V. L., Thompson, L. M., Romig, S., Schoenberger, P. S., Weiss, W. P., & Smith, K. L. 1999. Bacterial counts associated with sawdust and recycled manure bedding treated with commercial conditioners. *Journal of dairy science*, 82:1690-1695. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75398-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75398-1)
- Husfeldt, A. W. and M. I. Endres. 2012. Association between stall surface and some animal welfare measurements in freestall dairy herds using recycled manure solids for bedding. *J. Dairy Sci.* 95:5626-5634. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5075>
- Kester, E., Holzhauer, M. and K. Frankena. 2014. A descriptive review of the prevalence and risk factors of hock lesions in dairy cows. *Vet. J.* 202:222-228. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.07.004>
- Leach, K. A., Archer, S. C., Breen, J. E., Green, M. J., Ohnstad, I. C., Tuer, S. and A. J. Bradley. 2015. Recycling manure as cow bedding: Potential benefits and risks for UK dairy farms. *Vet. J.* 206:123-130. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.08.013>
- Lombard, J. E., Tucker, C. B., von Keyserlingk, M. A. G., Kopral, C. A. and D. M. Weary. 2010. Associations between cow hygiene, hock injuries, and free stall usage on US dairy farms. *J. Dairy Sci.* 93:4668-4676. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3225>
- Magnusson, M., Christiansson, A., Svensson, B. 2007. *Bacillus cereus* spores during housing of dairy cows: Factors affecting contamination of raw milk. *J. Dairy Sci.* 90:2745-2754.
- Misselbrook, T. H. and J.M. Powell. 2005. Influence of bedding material on ammonia emissions from cattle excreta. *J. Dairy Sci.* 88:4304-4312. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73116-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73116-7)
- Norring, M., Manninen, E., De Passillé, A. M., Rushen, J., Munksgaard, L. and H. Saloniemi. 2008. Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:570-576. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0452>
- Ray, T., Gaire, T. N., Dean, C. J., Rowe, S., Godden, S. M. and N. R. Noyes. 2022. The microbiome of common bedding materials before and after use on commercial dairy farms. *Anim. Microbiome*, 4:18. <https://doi.org/10.1186/s42523-022-00171-2>
- Rowbotham, R. F. and P. L. Ruegg 2015. Association of bedding types with management practices and indicators of milk quality on larger Wisconsin dairy farms. *J. Dairy Sci.* 98:7865-7885. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9866>
- Rowbotham, R. F. and P. L. Ruegg 2016. Associations of selected bedding types with incidence rates of subclinical and clinical mastitis in primiparous Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99:4707-4717. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10675>
- Rutherford, K. M. D., Langford, F. M., Jack, M. C., Sherwood, L., Lawrence, A. B. and M. J. Haskell. 2008. Hock injury prevalence and associated risk factors on organic and nonorganic dairy farms in the United Kingdom. *J. Dairy Sci.* 91:2265-2274. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0847>
- Timms, L. 2008. *Characteristics and use of separated manure solids (following composting) for dairy freestall bedding, and effects on animal health and performance in an Iowa dairy herd.* A.S. Leaflet R2322, Iowa State University Animal Industry Report 5:1-4. Ames, USA.
- Växa Sweden. 2021. *Cattle statistics 2022.* Uppsala, Sweden.

Del 3: Resultatförmedling

Ange resultatförmedling av projektet, inklusive titel, referens, datum, författare/talare, och länk till presentation eller publikation om tillämpligt. Planerade publiceringar (med preliminära titlar) ska ingå i tabellen. Ytterligare rader kan läggas till i tabellen.

Vetenskapliga publiceringar	The effect of recycled manure solids bedding on animal welfare, animal health, milk quality and bedding costs in cubicle housing systems – A study on Swedish dairy farms, , K-H. Jeppsson, M. Magnusson, S. Bergström Nilsson, m. Ekman, L. Winblad von Walter, L-E. Jansson, H. Landin, A Rosender, C Bergsten. (Submitted 2023-09-13)
	Use of recycled manure solids as bedding in Swedish dairy herd – Management and presence of bacteria in bedding and bulk tank milk. M. Magnusson, K-H. Jeppsson, S. Bergström Nilsson, L. Ekman, L. Winblad von Walter, H. Landin, C Bergsten. (Preliminär titel, manus under bearbetning för Journal of Dairy Science, planerad publicering april 2024)
Övriga publiceringar	Faktablad: Fiberströ till mjölkkor – effekt på djurvälstånd, djurhälsa, mjölkvalitet och kostnaden för strömedel, K-H. Jeppsson, M. Magnusson, S. Bergström Nilsson, L. Ekman, L. Winblad von Walter, L-E. Jansson, H. Landin, C Bergsten (Färdigt manus)
	Faktablad: Förekomst av bakterier och mastitpatogener i fiberströ. K-H. Jeppsson, M. Magnusson, S. Bergström Nilsson, L. Ekman, L. Winblad von Walter, H. Landin, C Bergsten. (Preliminär titel, planerad)
Muntlig kommunikation	Recycled manure solids as bedding – aspects on hygiene, animal health, milk quality, economy and environment. Biogas Research, 5 juni 2020, Knut-Håkan Jeppsson
	Fiberströ i mjölkbesättningar. Lär dig mer om djurvälstånd - SLU på Elmia Lantbruk. Elmia Lantbruk 21 okt 2022, Madeleine Magnusson
	Produktion och användning av fiberströ, ekonomi och hygien. Lantbrukets gödsel- och biogas dagar, 24-25 oktober 2022, Madeleine Magnusson
	Fiberströ till mjölkkor – preliminära resultat. Alnarps mjölkdag, 9 november 2021, Knut-Håkan Jeppsson & Madeleine Magnusson
	Fiberströ till mjölkkor. Alnarps mjölkdag, 12 november 2022, Knut-Håkan Jeppsson & Madeleine Magnusson
Studentarbete	Fiberströ – Det hållbara strömaterialet för framtidens djurproduktion. Emil Nordqvist, Examensarbete/Självständigt arbete, 7,5 hp, Lantmästare-kandidatprogram, Alnarp, SLU. 2022
	Gödsel-fibers för- och nackdelar för kornas hälsa. Ellen Torstensson & Emelie Persson. Självständigt arbete, 7,5 hp

	Lantmästare – kandidatprogram. Alnarp, SLU. 2020
Övrigt	Projektinformation publicerad på SLU's hemsida, 2020-01-31
	Utskick av nyhetstips kring projektet, Lantmannen, ATL, Husdjur, Land Lantbruk, Jordbruksaktuellt, 2020-02-07
	Potential för gödselfiber som billigt strömedel. Artikel i Land Lantbruk nr 39, 18 september 2020
	Olika fiberströ granskas i studier. Artikel i Husdjur, Nr 10 2020
	Inslag i Lantbruksnytt, 27 oktober 2020
	Recycling – en skitsak. Artikel i Lantbrukets Affärer, 2021-08-27
	Preliminära resultat från fiberströprojektet. Diskussionsmöte med referensgruppen, 30 november 2021, hela projektgruppen deltog
	Resultat från fiberströprojektet. Informationsmöte med projektgårdarna, 15 mars 2022, hela projektgruppen deltog