

2013-12-23

Slutrapport för forskningsprojekt finansierat av SLF

Titel: Potentiella nettoreduktioner av växthusgasutsläppen från användning av nordeuropeiskt proteinfoder i nordisk kött- och mjölkproduktion

Kontraktsnr: H0950053 (program Kött), H0941052 (program Vall- och grovfoder)

Författare: **Stefan Wirsenius** (Chalmers), **Christel Cederberg** (SIK)

Bakgrund

Världens animalieproduktion står för en betydande del - ca 14,5 procent - av de globala utsläppen av växthusgaser (Gerber 2013). Metan från idisslars fodermältning och dikväveoxid från kvävegödsling är de dominerande källorna, med 39 respektive 24 procent av total. Men även utsläpp från jordbrukets arealexpansion, dvs koldioxidutsläpp från omvandling av skogar och andra naturliga ekosystem (främst i tropikerna) till jordbruksmark, står för en stor del. I en nyligen publicerad FAO-rapport (Gerber 2013) uppskattas dessa utgöra ca 9 procent av animaliesektorns totala utsläpp, men andra studier har indikerat ännu större betydelse.

Det faktum att den globala jordbruksarealens expansion leder till betydande växthusgasutsläpp bidrar till stor komplexitet i bedömningen av livsmedeltypers klimatpåverkan och åtgärder för att minska densamma. En grundläggande drivkraft bakom jordbrukets expansion är ökad global efterfrågan på mat, och eftersom jordbruksmark tillgänglig för att möta denna efterfrågan är en knapp resurs, bidrar teoretiskt sett varje hektar använd jordbruksmark världen över i någon grad till avskogningen. I realiteten är dock detta "indirekta" bidrag till avskogning högst varierande i olika regioner och för olika verksamheter, beroende på kostnadsrelationerna för bl a mark, insatsvaror och transporter i respektive region.

Soja, som sedan decennier är världens största proteinfodergröda, har i flera studier bedömts ge betydande "indirekta" bidrag till avskogning och växthusgasutsläpp, särskilt sojaodlingen i Sydamerika (se t ex Barona m fl 2010). Soja producerad i Sydamerika används i stor utsträckning i europeisk animalieproduktion, och dess antagna koppling till avskogning har varit ett viktigt skäl bakom en ökad strävan att ersätta den importerade sojan med europeiskt producerade proteingrödor (t ex raps och ärtor). Utgångspunkten har varit att substitution till europeiska proteingrödor ska bidra till minskad avskogning och tillhörande växthusgasutsläpp.

Men en ökad produktion av proteingrödor i Europa skulle till betydande del behöva ske genom ökad odlingsareal, eftersom möjligheterna att öka skördenivåerna per hektar är begränsade. Därför skulle en ökad odlingsareal för proteingrödor behöva ske på bekostnad av areal för andra grödor, t ex spannmål, som framförallt används som foder i europeisk djurproduktion. En ökad produktion av proteingrödor i Europa skulle därmed via handel och andra marknadsmekanismer leda till omflyttning av växtodling till andra regioner, inkl. Sydamerika. Det är därför inte uppenbart i vilken grad en substitution till europeiska proteingrödor verkligen skulle leda till minskade växthusgasutsläpp från avskogning.

Det huvudsakliga syftet med detta projekt var att uppskatta de samlade förändringarna i växthusgasutsläpp, inklusive de från avskogning, vid en substitution av soja med raps, ärtor och andra ”lokala” proteingrödor i nordeuropeisk animalieproduktion. Två olika metodansatser användes för att analysera frågeställningen: Dels livscykelanalys (LCA), och dels ekonomisk jämviktsmodellering. Eftersom metoderna har stora principiella skillnader tillämpades respektive metod i två separata delstudier. Metod och resultat för respektive delstudie beskrivs i separata avsnitt nedan.

Metod och data

Delstudie 1: Livscykelanalys av nordisk gris- och mjölkproduktion

I denna delstudie användes LCA-metodik för att beräkna förändringar i växthusgasutsläpp vid substitution av importerad soja från Brasilien med nordeuropeiska proteinfodergrödor i nordisk gris- och mjölkproduktion. Alla betydande utsläppskällor av växthusgaser från produktionen av griskött respektive mjölk inkluderades, med undantag av ”indirekta” utsläpp från avskogning. De sistnämnda utsläppen exkluderades eftersom LCA-metodiken saknar ekonomiskt analysramverk och därför inte är lämpad för att uppskatta de effekter på markanvändning som sker via handel och andra marknadsmekanismer. De avskogningsrelaterade utsläppen inkluderades istället i delstudie 2, i vilken en ekonomisk modell över världens markanvändning nyttjades (se nedan).

Antaganden om foderstater, växtföljder och markanvändning

Växthusgasutsläppen från gris- och mjölkproduktion beräknades för två olika foderstater (se Tabell 1) och dess tillhörande markanvändning (se Tabell 2). Dels en foderstat, ”Importerat proteinkoncentrat”, som ungefär representerar genomsnittsförhållanden i nordisk produktion, och som innehåller betydande mängder soja importerat från regioner utanför Europa (främst Sydamerika). Dels en foderstat ”Lokalt proteinkoncentrat”, vilken så långt möjligt innehåller proteinkällor som kan odlas i Nordeuropa (främst ärtor och raps). Allt foder i foderstaterna antogs alltså vara producerat i Nordeuropa, utom sojamjöl som antogs vara importerat från Brasilien. Antaganden om övriga produktionskaraktäristika för de studerade gris- och mjölksystemen svarar mot genomsnittsförhållanden i nordisk produktion.

De olika foderstaterna innebär olika förutsättningar för val av foderproduktionens växtföljder, vilket påverkar systemens växthusgasutsläpp och markbehov. I den importerade foderstaten för grissystemet antogs fodret produceras i en 5-årig växtföljd med havre/raps, höstvetete, korn, höstvetete och rågvete. För den lokala foderstaten antogs en 7-årig växtföljd med höstraps, höstvetete, korn, ärtor, höstvetete, havre och korn. I mjölksystemets lokala foderstat produceras grovfoder och spannmål på gård, medan rapsmjöl och ärtor köps in från gårdar i närheten. I beräkningarna av markbehov (Tabell 2) antogs de mer varierade växtföljderna i fallen med de lokala foderstaterna innebära något högre avkastning per hektar jämfört med de importerade, vilket bidrar till något lägre markbehov för de lokala foderstaterna.

Beräkning av utsläpp av växthusgaser

Utsläpp av växthusgaser från foderproduktion inkluderade utsläpp från dels produktionen av insatsvaror till jordbruket (mineralgödselmedel och bekämpningsmedel) och dels från gårdens

Tabell 1 Foderstater (i procent TS av total) för de två analyserade foderstaterna för nordisk gris- respektive mjölkproduktion. Foderstaterna för gris avser foder för suggor och slaktsvin, och foderstaterna för mjölkproduktion avser foder för enbart mjölkkor. Källor: Cederberg & Flysjö 2004, Stern m fl 2005, Wallman m fl 2010.

System och foderkomponent	”Importerat proteinkoncentrat”	”Lokalt proteinkoncentrat”
Gris		
Spannmål (vete, korn och rågvete)	74,2%	54,5%
Havre	7,7%	11,6%
Vetekli	2,8%	12,2%
Sojamjöl	11,6%	1,1%
Ärtor	0%	12,4%
Rapsmjöl	0%	5,0%
Övrigt (mineraler, synt. aminosyror etc)	3,5%	3,0%
TOTALT (kg TS/kg slaktkropp)	3,61	3,65
Mjök		
Spannmål (korn, havre)	23,3%	18,5%
Ensilage, gräs	57,0%	0%
Ensilage, 25-50% klöver	0%	50,9%
Betfor	4,2%	0%
HP-massa	0%	8,3%
Ärtor	0%	12,8%
Rapskaka	0%	6,4%
Rapsmjöl	0%	3,1%
Proteinkoncentrat Unik 52 ¹	15,5%	0%
TOTALT (kg TS/kg helmjök)	0,68	0,66

¹Består i huvudsak av rapsmjöl (36%), sojamjöl (20%), betfiber (18%) och oljepalmskärnor (7%).

Tabell 2 Markbehov (i m² per kg slaktkropp respektive helmjök) för de två analyserade foderstaterna för nordisk gris- respektive mjölkproduktion. Markbehovet för grisproduktion avser foder för suggor och slaktsvin, och det för mjök avser foder för enbart mjölkkor.

System och foderkomponent	”Importerat proteinkoncentrat”	”Lokalt proteinkoncentrat”
Gris		
Sädesslag	6,0	5,0
Soja	1,1	0,1
Ärtor	0	1,3
Raps	0	0,3
TOTALT	7,1	6,7
Mjök		
Sädesslag	0,44	0,34
Gräs/klöver	0,54	0,47
Soja	0,06	0
Ärtor	0	0,37
Raps	0,08	0,11
Socketbetor	0,04	0,03
TOTALT	1,2	1,3

¹Består i huvudsak av rapsmjöl (36%), sojamjöl (20%), betmassa (18%) och oljepalmskärnor (7%)

diesel- och energianvändning, samt utsläpp av dikväveoxid från odlingsmark. Utsläppen av växthusgaser från djurhållning inkluderade metanutsläpp från fodermältning, metan- och dikväveoxidutsläpp från gödselhantering, samt koldioxid från energianvändning. Ekonomisk allokering användes för att fördela utsläppsbördan mellan foderråvaror som är biprodukter (t ex rapsmjöl) och huvudprodukter (t ex rapsolja)

Delstudie 2: Ekonomisk modellering av global markanvändning och avskogning

I denna delstudie användes en ekonomisk jämviktsmodell över global markanvändning, GLOBIOM, för att uppskatta förändringar i avskogningsrelaterade, så kallade ”indirekta”, växthusgasutsläpp vid substitution av soja med europeiska proteinkoncentratgrödor. GLOBIOM-modellen, som är utvecklad vid IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), har tidigare bl a använts för att beräkna ”indirekta” växthusgasutsläpp från biodrivmedel (Havlik et al 2011), och är en av de mest erkända modellerna inom området global markanvändning. Modellen innehåller beskrivning av utbud och efterfrågan av alla större kategorier av grödor och varor inom livsmedelssektorn, samt handel av foder och livsmedel mellan regioner. Till skillnad från flertalet andra ekonomiska modeller av den globala jordbrukssektorn inrymmer GLOBIOM en spatialt högupplöst beskrivning av de biofysiska förutsättningarna (jordmån, klimat, etc) för växtodling. Detaljerade beskrivningar av infrastruktur ingår för utvalda regioner (bl a Brasilien) för att bättre uppskatta effekterna på avskogning från interkontinental handel. I detta projekt vidareutvecklades modellen av projektgruppen för att bättre uppskatta effekter på avskogning kopplade till förändringar i användning av olika proteinkoncentrat.

Tabell 3 Beskrivning och motivering av scenarier för år 2010-2030 över substitution av proteinkoncentrat i europeisk animalieproduktion och dess effekter på global markanvändning

Scenario	Beskrivning			Motiv
	Foderstater	Skörd per hektar	Övrigt	
”Referens”	Som nuvarande	Förbättrade varieteter, teknik, etc leder till ökning på ca 1% per år	Produktion och konsumtion enligt marknadsjämvikt	Trolig markanvändning antaget motsv. policy, produktionsmetoder och konsumtionsmönster som idag
”Substitution bas”	Soja substitueras med raps/ solros i EU	Som i ”Referens”	Produktion och konsumtion enligt marknadsjämvikt	1:a ordningens effekter på markanvändning av proteinfoder substitution vid marknadsjämvikt
”Subst. oförändrad konsumtion”	Som i ”Substitution bas”	Som i ”Referens”	Konsumtion av animalier som i ”Referens”	Effekter på markanv. från substitution utan minskad konsumtion p g a de kostnadsökningar som anv. av raps/solros istället för soja medför
”Subst. högre avkastning raps/solros”	Som i ”Substitution bas”	För raps & solros 10% resp. 20% högre (år 2030) än i ”Referens”	Produktion och konsumtion enligt marknadsjämvikt	Ökad odling raps/solros skulle kunna leda till framtagande av bättre varieteter med högre avkastning
”Subst. förfruktseffekt”	Som i ”Substitution bas”	Högre avkastning för grödor i EU (20% förfruktseffekt)	Produktion och konsumtion enligt marknadsjämvikt	Ökad odling av raps i EU skulle leda till mer varierade växtföljder med ökad förfruktseffekt på andra grödor

Koldioxidutsläpp från avskogning och andra markanvändningsförändringar kopplade till den globala livsmedelsproduktionen beräknades för ett antal scenarier över tidsperioden 2010-2030, se Tabell 3. I ett scenario, kallat ”Referens”, antogs foderstaterna i europeisk animalieproduktion förbli mer eller mindre som idag, dvs med stort inslag av importerad soja. I övriga scenarier antogs denna soja helt eller delvis vara ersatt med rapsmjöl och/eller solrosmjöl. Graden av substitution från soja varierade beroende på substitutens näringsmässiga begränsningar för respektive djurslag – särskilt i fjäderfäproduktionen är substitutionsmöjligheterna begränsade, och dessas substituerade foderstater antogs innehålla 8% sojamjöl. Fördelningen mellan raps- respektive solrosmjöl i de substituerade foderstaterna var densamma som fördelningen dem emellan i nuvarande användning som djurfoder i EU i respektive region och animaliesektor. Andelen raps-/solrosmjöl justerades tillsammans med andelen spannmål för att erhålla foderstater med samma energi- och totalproteininnehåll som i ”Referens”-scenariots foderstater. Mer information om respektive scenario ges under resultatavsnittet nedan.

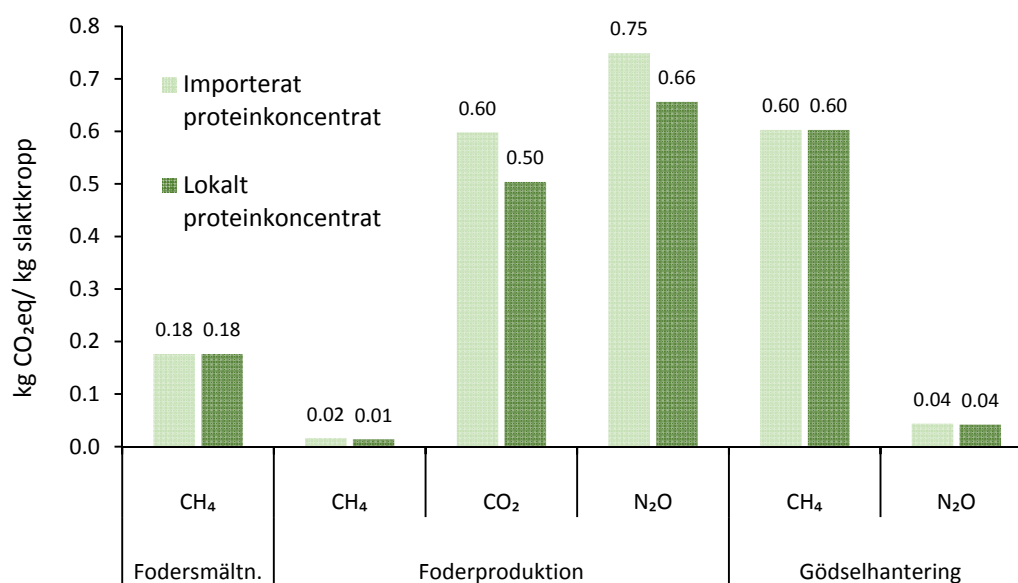
Resultat

Delstudie 1: Livscykelanalys av nordisk gris- och mjölkproduktion

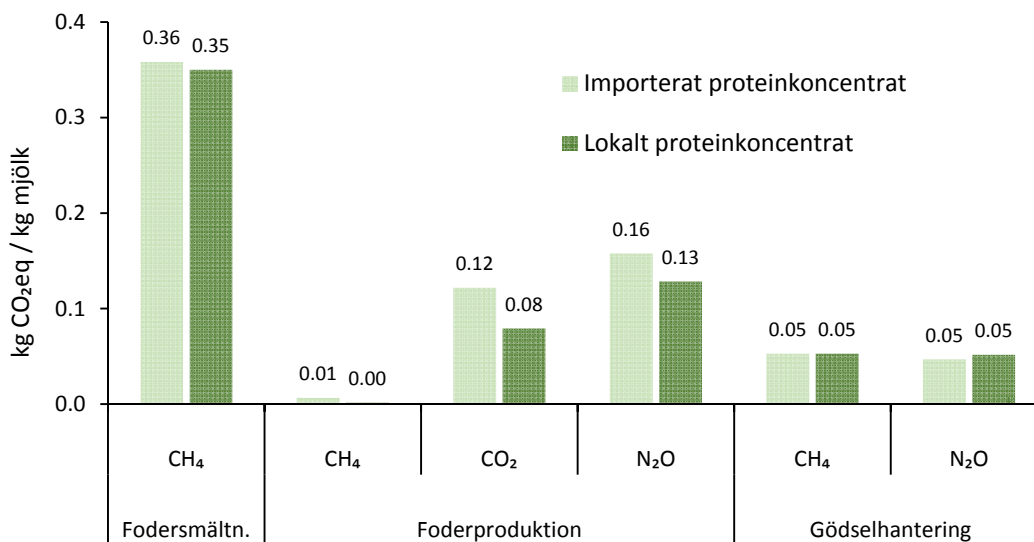
Växthusgasutsläppen för de två studerade foderstaterna i gris- respektive mjölksystemen är sammanställda i Figur 1-2. I båda fallen blev de totala utsläppen lägre för foderstaterna med lokalt proteinkoncentrat; för grissystemet handlar det om ca 9 procent minskning och för mjölk ca 7 procent (om utsläpp från rekryteringskvigor också beaktas).

För gris kan de lägre utsläppen för den lokala foderstaten främst hänföras till betydligt lägre koldioxidutsläpp från transporter (p g a utebliven sojaimport från Sydamerika), samt lägre dikväveoxidutsläpp på grund av minskad kvävegödselapplicering. Den lägre kvävegödseltillförseln beror på inslaget av kvävefixerande ärtor i växtföljden i den lokala foderstaten.

För mjölk kan de lägre utsläppen för den lokala foderstaten främst hänföras till lägre koldioxid- och dikväveoxidutsläpp kopplad till minskad kvävegödselanvändning. Liksom i fallet med gris beror detta på större inslag av kvävefixerande grödor i den lokala foderstaten.



Figur 1 Beräknade växthusgasutsläpp för de två studerade foderstaterna för grisproduktion.



Figur 2 Beräknade växthusgasutsläpp för de två studerade foderstaterna för mjölkproduktion.

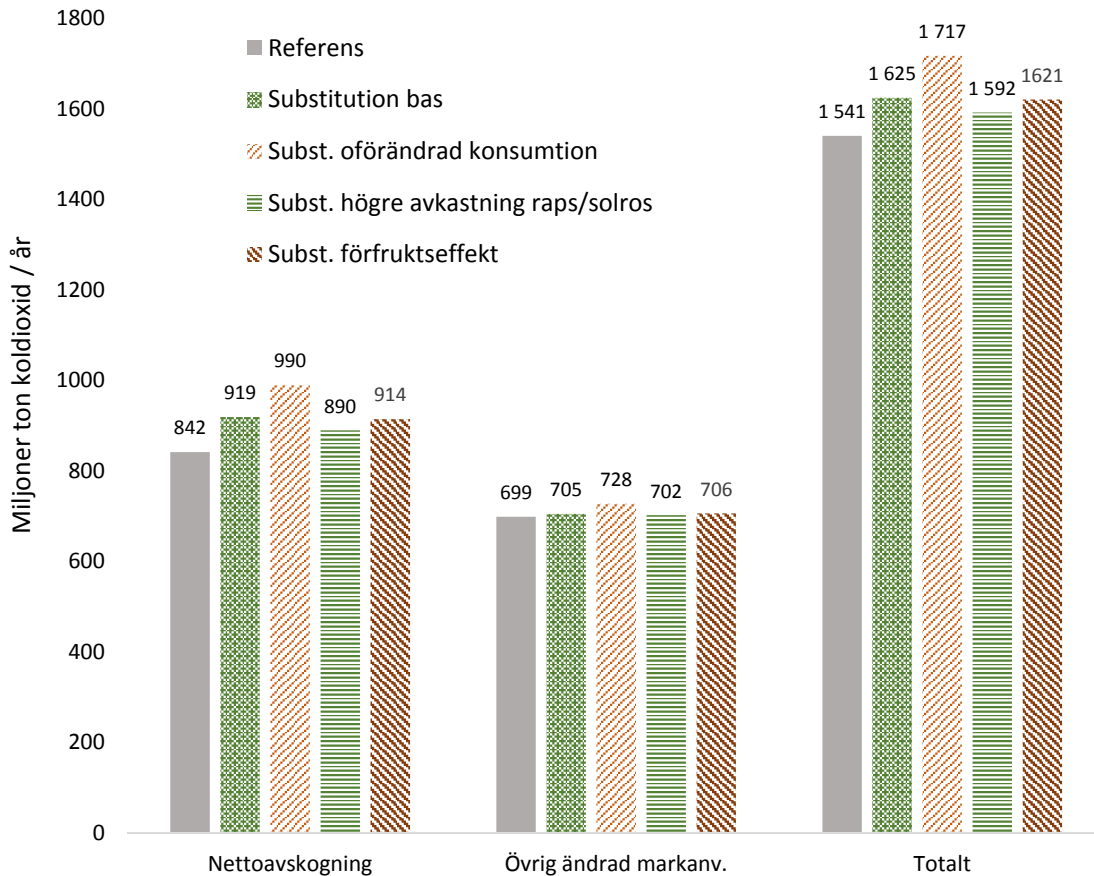
Delstudie 2: Ekonomisk modellering av global markanvändning och avskogning

De modellberäknade globala koldioxidutsläppen från respektive scenario med proteinfoder-substitution visas i Figur 3. Skillnaderna mellan scenarierna framstår som små, vilket beror på att figuren visar de globala utsläppen och förändringar i EUs foderanvändning har relativt sett liten betydelse på markanvändning och växtodling på global nivå. I absoluta tal är dock skillnaderna betydande – skillnaden mellan t ex scenarierna ”Referens” och ”Substitution bas” är ca 84 milj. ton CO₂ per år, vilket motsvarar ca 18% av nuvarande växthusgasutsläpp från jordbruket i EU (ca 470 milj. ton CO₂-ekv. per år).

Av Figur 3 framgår att substitution från sojamjöl till raps- och solrosmjöl genomgående ökar den globala avskogningen, inte minskar den, vilket var detta projekts ursprungliga hypotes. Förklaringen till dessa resultat finns i tre huvudsakliga faktorer:

1) Soja har generellt sett högre avkastning per hektar jämfört med de studerade alternativen, raps och solros. Detta gäller mängd total torrs substans per hektar, men framför allt mängd protein: soja ger ca 230% respektive 310% mer protein per hektar jämfört med raps och solros (globala genomsnitt idag). Detta innebär på global nivå att mer mark krävs totalt sett per mängd produkt (mjölk/kött) med foderstater som innehåller raps och solros istället för soja. Detta framgår också av modellberäkningarna: I scenariot ”Substitution bas” ökar den sammanlagda globala odlingsarealen för soja, raps och solros med 18 milj. hektar (jämfört med ”Referens”-scenariot), medan spannmålsarealen minskar med ca 4 milj. hektar, vilket bidrar till att den totala åkermarksarealen i världen ökar med ca 14 milj. hektar. Denna ökning sker främst på bekostnad av skog, vilket bidrar till de ökade koldioxidutsläpp som visas i Figur 3.

2) Kostnader och begränsningar (t ex kvoter) för interkontinental handel med djurfoder och animalieprodukter är så låga att världens åkermarker i hög grad fungerar som en gemensam produktionsresurs som svarar på efterfrågan från en enda global marknad, dvs efterfrågan på djurfoder och andra grödor i en viss region sätter ett avtryck på markens användning i hela världen. Detta innebär att vid ökad efterfrågan på foder i en region som EU svarar tillförselssystemet inte bara med högre avkastning per hektar och ökad markanvändning inom regionen, utan även med import från andra regioner. Detta avspeglas i modellberäkningarna på följande



Figur 3 Modellberäkningar av globala koldioxidutsläpp från avskogning (netto) och andra förändringar i markanvändning under olika scenarier över substitution av proteinfoder (se Tabell 3). "Övrig" ändrad markanvändning inkluderar bl a utsläpp från omvandling från gräsmark till åkermark.

sätt: Av den totala arealökningen på 18 milj. hektar för proteinkoncentrat i scenariot "Substitution bas", sker enbart ca 30% inom EU – resten av arealökningen sker i andra regioner, främst Sydamerika och Ryssland. Dessutom sker arealökningen för proteinkoncentrat i EU ungefär till hälften på bekostnad av minskad spannmålsareal, varför EU svarar för enbart ca 20% av den globala nettoökningen av åkermark – resten av arealökningen, som drivits fram av ändrad foderanvändning i EU, sker alltså i andra regioner, inklusive i regioner där ökningen sker på bekostnad av naturlig vegetation.

3) Kostnaden för sojamjöl är generellt sett lägre jämfört med motsvarande mängd raps- och solrosmjöl, vilket innebär att det blir högre kostnader för europeisk animalieproduktion i scenarierna med substituerade proteinkoncentrat. Detta leder till förskjutningar i den globala produktionsstrukturen till regioner och produktionsformer som är mindre kostsamma. Modellens resultat för mjölksektorn pekar på att sådana strukturförändringar kan bidra till ökad avskogning: De högre kostnaderna med substituerad foderstat i scenariot "Substitution bas" leder till att europeisk mjölkproduktion minskar med 25% (jämfört med "Referens"). En större del av denna minskning (ca 75%) är dock enbart en omflyttning av mjölkproduktion till andra regioner, främst Sydasiens, samt i mindre grad även bl a Sydamerika. Produktionen i dessa regioner är generellt sett mer markkrävande (per mängd mjölk) och i högre grad gräsmarksbaserade jämfört med EU. Detta medför att gräsmarksarealen ökar i dessa regioner, med sammanlagt ca 8 milj. hektar, i stor utsträckning på bekostnad av naturlig vegetation. I andra regioner minskar dock gräsmarkerna till förmån för åkermark, på grund av ökad odling av raps och

solros i dessa regioner, främst i EU där gräsmarksarealen minskar med 4 milj. hektar (ca 6% av nuv. areal). På global nivå blir det därför en nettoökning av gräsmarkerna med ca 2 milj. hektar.

Avkastningen per hektar för foderkomponenterna har alltså som ovan beskrivits en avgörande betydelse för vilken inverkan på avskogning som valet av foderstat har. I såväl scenariot "Referens" som "Subst. bas" ökar den globala genomsnittliga avkastningen per hektar över tid för de tre proteingrödorna soja, raps och solros, i "Subst. bas" sammantaget med ca 40% under 2010-2030. För solros är dock modellens ökning relativt liten, och både solros och raps har år 2030 en avkastning som är lägre än soja, dvs dagens avkastningsskillnader kvarstår. Dessa trender hänger ihop med grundantaganden i modellen om trolig förbättring i varieteter och odlingsskötsel för de olika grödorna. Givet en kraftigt ökad användning och odling av solros- och rapsmjöl är det dock rimligt att anta att det skulle ske ökade insatser i växtförädling och andra åtgärder för att höja avkastningen för dessa grödor, på motsvarande sätt som redan tidigare skett under lång tid för soja. Av det skälet gjordes ett scenario ("Subst. högre avkastning raps/solros") i vilket det utöver modellens grundantaganden om avkastningsökning antogs ytterligare 10% ökning för raps och 20% för solros. Den markbesparing som detta innebär ledde till lägre avskogningsrelaterade utsläpp jämfört med "Substitution bas", motsvarande ca 40% av skillnaden mellan "Referens" och "Subst. bas" (se Figur 3).

Som redan berörts ovan innebär bytet från soja till raps/solros i scenariot "Subst. bas" en kostnadsökning för europeiska producenter av kött, mjölk och ägg, eftersom soja är ett billigare proteinfoder. Dessa kostnadsökningar leder till ökade konsumentpriser, vilket bidrar till att sänka konsumtionen i EU och globalt. Denna globala konsumtions- och produktionsminskning bidrar givetvis i viss mån till att hålla tillbaka jordbrukets areaexpansion och avskogning. För att få en bild av proteinfoderssubstitutionens effekter på avskogning utan denna kompenserade konsumtionsnedgång gjordes scenariot "Subs. oförändrad konsumtion", i vilket det antogs att konsumtionsnivåerna globalt förblir på samma nivå som i "Referens". I detta scenario slår de tre ovan beskrivna faktorerna (avkastning per hektar, handel och produktionsstrukturer) igenom ännu mer än i "Subst. bas" och utsläppsökningen från avskogning blir än större. Ökningen i detta scenario motsvarar ca 37% av nuvarande växthusgasutsläpp från EUs jordbruk.

Som konstaterats i delstudie 1 skulle en ökad odling av raps i EU bidra till mer varierade växtföljder. Den därigenom ökade förfruktseffekten i växtodlingen skulle bidra till högre avkastning per hektar för vete och andra grödor i EU. För att grovt uppskatta effekten av dessa skördeökningar gjordes scenariot "Substitution förfrukt", i vilket en aggregerad förfruktseffekt om 5% (20% förfruktseffekt i en skörd utslaget på fyra år, dvs växtföljd med raps vart 5:e år) skördeökning antogs för alla grödor i EU utöver raps. Som framgår av Figur 3 ledde detta dock till en liten minskning av på de globala avskogningsrelaterade utsläppen, vilket beror på att avkastningsökningarna är begränsade till EUs växtodling och har litet genomslag i de globala genomsnittliga avkastningsnivåerna.

Jämförelse mellan delstudie 1 och 2

De två delstudierna är baserade på olika metodansatser men ett par jämförelser kan ändå göras. En väsentlig skillnad är att i delstudie 1 är avkastningsnivåerna för sojasubstituten (raps och ärtor) högre än för soja, medan det motsatta förhållandet råder i delstudie 2. Areabehovet i delstudie 1 för den "lokala" foderstaten därför är ungefär lika stort som för den sojabaserade. I delstudie 2 däremot är areabehovet för motsvarigheterna till den lokala foderstaten klart

högre än för den sojabaserade, vilket är ett av huvudskälen till varför de avskogningsrelaterade utsläppen blir högre för de icke sojabaserade foderstaterna. De antagna avkastningsnivåerna i delstudie 1 är med andra ord inte representativa på global nivå.

En annan relevant jämförelse är utsläppens storlek i respektive studie. Även om exakta jämförelser svårligen kan göras är det uppenbart att skillnaden mellan olika foderstater i avskogningsrelaterade utsläpp är betydligt större än skillnaden i ej avskogningsrelaterade utsläpp. Detta kan utläsas från att skillnaden mellan scenarierna "Referens" och "Subst. oförändrad konsumtion" motsvarar hela 37% av nuvarande utsläpp från EUs jordbruk. Skillnaderna i ej avskogningsrelaterade utsläpp i delstudie 1 ligger kring 7-9% på respektive delsystemnivå.

Diskussion

Liksom flera tidigare studier pekar resultaten i detta projekt på att "indirekta" växthusgasutsläpp från avskogning har stor inverkan på den totala klimatpåverkan från foder- och animalieproduktion. Resultaten indikerar också att dessa avskogningsrelaterade utsläpp kan ha en avgörande betydelse för skillnaden i klimatpåverkan mellan olika likvärdiga alternativ, som t ex foderstater med olika proteinkoncentrat som är fallet i detta projekt. Även om det finns osäkerheter pekar beräkningarna på att skillnaden mellan de avskogningsrelaterade utsläppen för olika foderstater kan överstiga skillnaden mellan de ej avskogningsrelaterade utsläppen, dvs de som (främst) sker på gårdsnivå. Detta har inte i tidigare studier påvisats lika tydligt och med samma systematiska underlag som i detta projekt.

En faktor som har avgörande betydelse för de avskogningsrelaterade, och därmed i stor utsträckning också för de totala utsläppen, är den sammantagna avkastningen per hektar för foderstaten. Vilken vikt avkastningsskillnader får beror dock på andra faktorer, som kostnader för avskogning och andra alternativ för areell expansion, samt handelskostnader mellan avskogningszoner och foderproduktionsområden. För befintliga avkastningsnivåer, och under nuvarande kostnadsrelationer för handel och areell expansion, pekar resultaten i detta projekt på att en sojabaserad foderstat totalt sett orsakar lägre avskogningsrelaterade utsläpp än en baserad på raps och solros. Detta trots att en betydande del av sojan kommer från Sydamerika som ligger relativt nära avskogningsområden. Markeffektiviteten kan alltså sägas ha en större betydelse än den geografiska närheten till avskogningsområden.

Slutsatser

Markeffektivitet kommer under överskådlig tid sannolikt vara en central faktor för att begränsa avskogningsrelaterade växthusgasutsläpp från foder- och animalieproduktion. Eftersom avskogningsrelaterade utsläpp i flera fall dominerar över ej avskogningsrelaterade utsläpp bör markeffektivitet ingå som en central komponent i strategier för att begränsa de totala växthusgasutsläppen.

Kött- och mjölkproducenter i Skandinavien bör således ersätta soja i foderstater endast om alternativen har likvärdig, eller högre, avkastning per hektar jämfört med soja. Om substitution sker till alternativ med högre markeffektivitet är det troligt att detta bidrar till att minska såväl de avskogningsrelaterade som de totala växthusgasutsläppen.

Ekonomisk redovisning - kommentarer

Fakultetsmedel från Fysisk resursteori, Chalmers, om totalt 409 tkr användes för att finansiera del av lönekostnaden för Yaw Sasu-Boakye under projektperioden. Detta extra finansieringsstöd till projektet hänger ihop med att projektperioden blev förlängd och ytterligare finansiering behövdes för att möjliggöra fortsatt arbete av Yaw Sasu-Boakye på heltid inom projektet. Detta innebär rent redovisningsmässigt att det ekonomiska utfallet för projektet blev negativt med ett underskott på 446 tkr (totalt för båda kontrakten H0950053 och H0941052).

Eftersom denna slutrapport avser perioden fram till och med 2013-12-31 är kostnadsposterna för dec-13 preliminära. Avvikelserna mellan denna prognos och det verkliga utfallet kan dock antas bli minimala eftersom inga ytterligare kostnader än för löner förväntas för dec-13.

Publikationer och presentationer med resultat specifikt från projektet

- Sasu-Boakye, Y., Cederberg, C., Wirsenius, S., 2011. 'GHG emissions and land-use changes from substitution of Brazilian soybean with locally produced protein feed in Scandinavian dairy and pig production.' Poster presented at the IEA Workshop *Quantifying and managing land use impacts of bioenergy*, 19-21 Sept 2011, Campinas, Brazil.
- Sasu-Boakye, Y., Cederberg, C., Wirsenius, S. 2013a. 'Greenhouse gas emissions balance of livestock production when substituting imported protein feedstuff with locally grown alternatives.' In review in *Animal*
- Sasu-Boakye, Y., Wirsenius, S., Hedenus, F., Valin, H., Havlik, P. 2013b. 'Land use change emissions from substitution of protein-concentrates feed use in the EU.' Working paper to be submitted to *Environmental Research Letters*
- Sasu-Boakye, Y., Valin, H., Havlik, P., Hedenus, F., Wirsenius, S. 2014. 'Land use change implications from substituting imported protein feed with locally produced alternatives in European livestock production'. Oral presentation at the *2014 Global Land Project Open Science Meeting*, Berlin, Germany, March 19-21, 2014.

Referenser

- Barona E, Ramankutty N, Hyman G and Coomes OT 2010. 'The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon.' *Environmental Research Letters* 5, 1-9.
- Cederberg C and Flysjö A 2004. *Environmental Assessment of Future Pig Farming Systems - Quantifications of Three Scenarios from the FOOD 21 Synthesis Work*. SIK, Sweden
- Gerber, P.J. et al. 2013. *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. FAO, Rome.
- Havlik, P. et al. 2011. 'Global land-use implications of first and second-generation biofuel targets.' *Energy Policy* 39, 5690–570
- Stern S. et al. 2005. 'Sustainable development of food production: A case study on scenarios for pig production.' *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 34, 402-407.
- Wallman M, Cederberg C, Florén B and Strid I. 2010. *Livscykelanalys av närproducerade foderstater för mjölkkor*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.